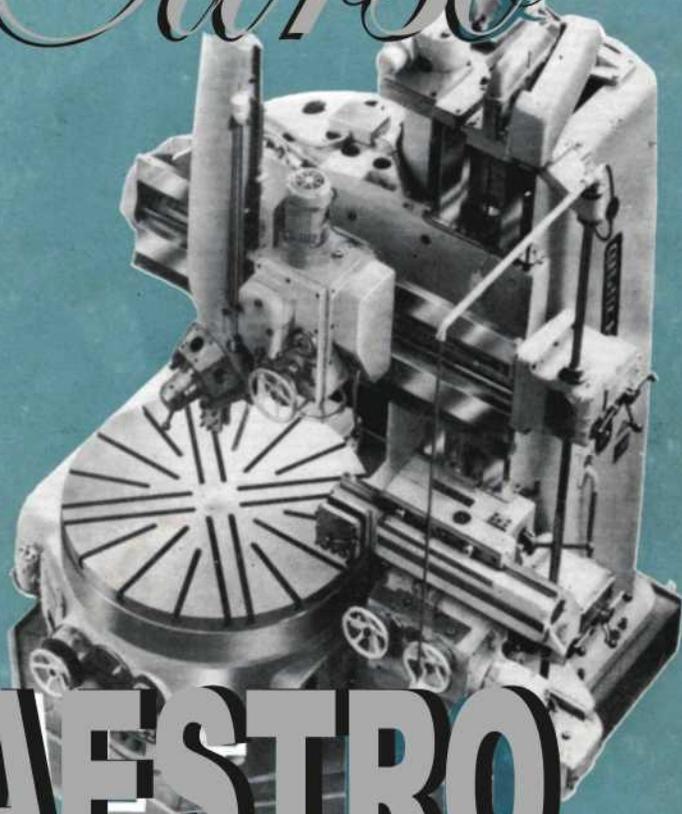
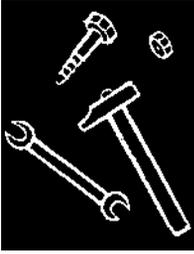


Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 1



conocimientos generales de mecánica

LECCIÓN

1

Para manejar bien una máquina es necesario conocerla bien. En este Curso va usted a estudiar el manejo del torno. Se le explicará qué es un torno, cómo es, cómo funciona, qué trabajos puede hacer y de qué forma se hacen. Ahora bien, para que usted pueda convertirse en un tornero capaz de desenvolverse con soltura en el taller necesita, además, una serie de conocimientos que son precisamente los que encontrará en esta Asignatura de CONOCIMIENTOS GENERALES DE MECÁNICA.

Si usted ya está iniciado en los trabajos mecánicos ya dominará algunos de estos conocimientos. Sin embargo, su estudio también le servirá. Piense que muchas cosas se olvidan y otras se aprenden mal. Esta asignatura le servirá de repaso y le permitirá asegurarse de aquello que necesita saber para hacer bien su trabajo.

Estos conocimientos que, junto con los que afectan al torno en sí, usted estudiará en este Curso, son los siguientes:

- * **Conocimientos de los materiales** de que están formadas las piezas, con idea de las cualidades de cada uno y la utilidad que puede dárseles.

- * **Ideas mecánicas de los mecanismos**, sus desgastes durante el funcionamiento, deformaciones que sufren, etc.

- * **Ideas prácticas** de lo que es trabajo, fuerza, potencia, etc., para su correcta aplicación.

- * **Ideas de trabajo de taller** que, aunque no son efectuados por el operario del torno, debe saber que existen y la utilidad que tienen, sobre todo aplicados a un trabajo: soldadura, recubrimientos de otros metales, etc.

Esto es lo que usted necesita saber para comprender perfectamente cuanto va a estudiar del torno. No se trata de aprendérselo todo de memoria; se trata de que se lo lea una o varias veces para que en la memoria le quede una idea de cuanto se le explica en esta Asignatura que le permita entender todo lo que estudiará en TÉCNICA DEL TORNO.

A medida que adelante en el Curso, verá la aplicación práctica de cada idea y de esta forma conseguirá dominarlo sin ningún esfuerzo. Mejor lo dominará si cuando le surja alguna duda da un nuevo repaso a esta Asignatura.

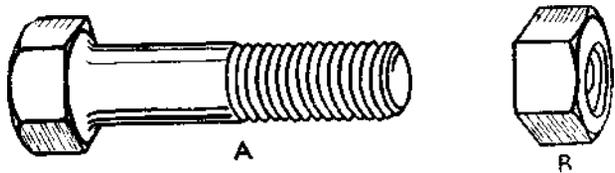


Figura 1. — A, tornillo; B, tuerca.

PIEZA

Se llama **pieza** a un elemento o parte de máquina o mecanismo que está formado de un solo trozo de material, es decir, que no se puede dividir en dos sin romperlo o cortarlo.

Una pieza es, por ejemplo, un tornillo o una tuerca como los de la figura 1, una rueda dentada como la de la figura 1,6 un eje como el de la figura 3.

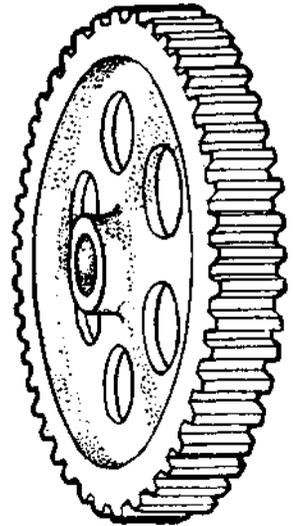


Figura 2. — Rueda dentada.

MONTAJE Y DESMONTAJE DE PIEZAS

Se dice que una pieza está **desmontada**, cuando está suelta como las de las figuras 2 y 3.

Una pieza está **montada** cuando está acoplada a otra u otras. Vea en la figura 4 un contrapunto del torno cilíndrico; en dicha figura pueden observarse las diversas piezas que forman el contrapunto y hasta la forma en que se acoplan dos de sus piezas.



Figura 3. — Eje estriado en la fresadora.

Esta figura es sólo para dar una idea del acoplamiento y montaje de varias piezas. El detalle del funcionamiento y utilización del contrapunto lo estudiará en la lección correspondiente.

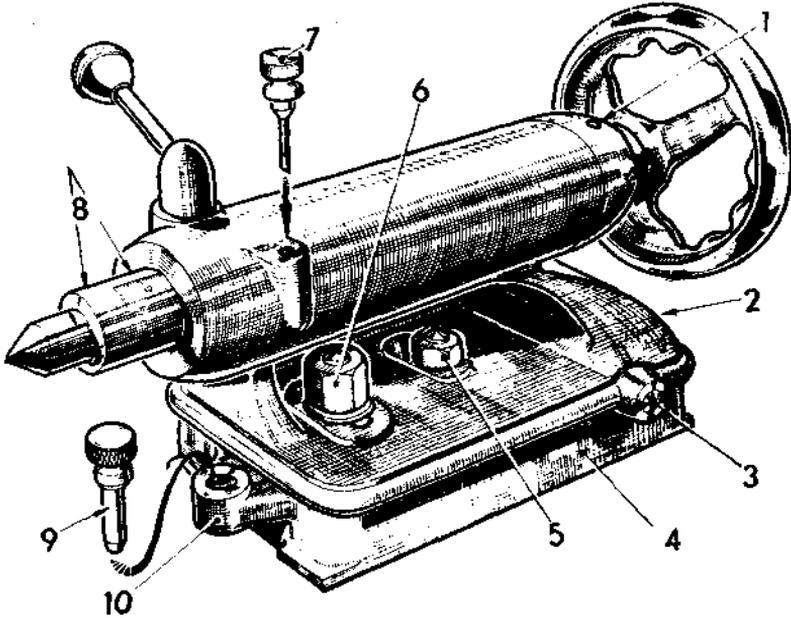


Figura 4. — Conjunto de contrapunto de torno cilíndrico: 1, volante; 2, cuerpo del contrapunto; 3, tornillo de reglaje; 4, suela base de apoyo sobre la bancada; 5 y 6, tornillos de fijación; 7, aguja de engrase; 8, vástago contrapunto y punto; 9, pasador que se monta en el alojamiento 10.

CONJUNTOS

Varias piezas montadas forman lo que se llama un **conjunto**. En la figura 5 se muestra un conjunto montado de bomba de aceite.

DESPIECE

En la **figura 6**, la bomba de la **figura 5** está con todas sus piezas desmontadas. Todas las piezas sueltas que forman un conjunto. Así, pues, en la **figura 6** está el despiece de la **bomba de aceite** de la **figura 5**.

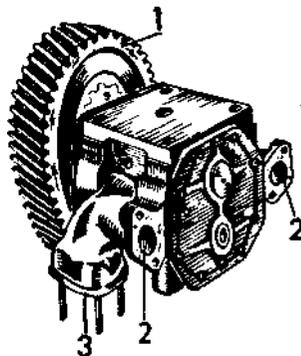


Figura 5. — Conjunto bomba de aceite; 1, rueda toma de movimientos; 2, salida de aceite-, 3, entrada de aceite.

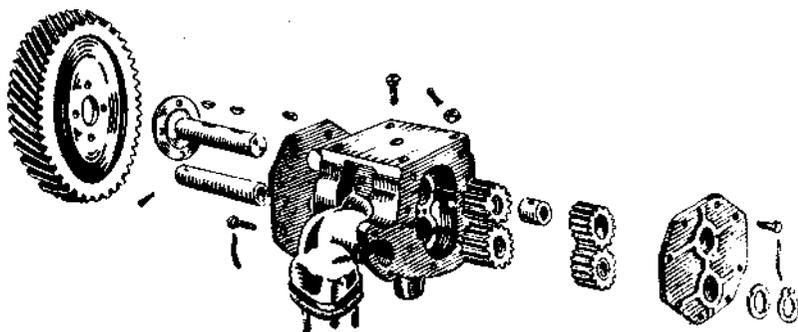


Figura 6. — Piezas que componen la bomba de aceite de la figura 5, desmontada.

MECANIZACIÓN

Para que las piezas tengan la forma y medida exactas para que puedan montarse unas y otras formando un conjunto, es preciso **mecanizarlas**. Mecanizar una pieza es quitarle las partes que les sobran para darle la forma y medidas necesarias.

Suponga una mesa de cuatro patas que no asiente bien en el suelo, es decir, que al apretar en una esquina se mueva o, como suele decirse, "baile". Lo que se hará para evitar que "baile" será ponerle un trozo de madera debajo de la pata que está levantada, que no toca el suelo. Pero si el trozo de madera de que dispone resulta grande, se hará a la

medida cortándolo con un cuchillo o navaja. Lo que se hace con el cuchillo o navaja es mecanizar el trozo de madera para montarlo debajo de la pata de la mesa.

Exactamente igual se hace con las piezas en mecánica. Claro está que, en lugar de cortarlo o mecanizarlo con una navaja, como en el caso del trozo de madera, se mecaniza con otras herramientas movidas a mano o bien movidas por máquinas.

MAQUINAS-HERRAMIENTAS

Cuando una pieza se mecaniza con una herramienta movida por una máquina, se dice que se mecaniza en una **máquina-herramienta**.

Hay muchas clases de máquinas-herramientas. Hay, por ejemplo, tornos, fresadoras, taladradoras, rectificadoras, etc. Cada una de estas máquinas-herramientas realiza una serie de trabajos típicos:

- * El **torno** es una máquina-herramienta que mecaniza piezas redondas, tales como ejes, superficies esféricas, etc.

- * La **fresadora** hace trabajos de planeados de superficies a diversos ángulos, superficies curvas especiales, ranuras, dentados rectos, helicoidales y cónicos, etc.

- * La **taladradora** mecaniza agujeros redondos de diversas profundidades y diámetros no muy grandes.

- * La **limadora** mecaniza exclusivamente superficies rectas normalmente planas.

- * Las **rectificadoras** mecanizan superficies de todas clases, según los diversos tipos de rectificadoras, pero sólo en trabajos de acabados finos.

- * La **mandrinadora** mecaniza agujeros de gran diámetro en piezas muy grandes.

Hay, además, un gran número de máquinas adicionales y dentro de cada clase hay diversos tipos, y no obstante lo dicho, hay trabajos que pueden hacerse en dos o más clases de máquinas-herramientas.

La máquina herramienta que se estudia en este curso es el torno. Fíjese en la figura 7, en la que se muestra un detalle de un trabajo típico del torno cilíndrico: el mecanizado de un eje escalonado. El operario debe vigilar siempre atentamente su trabajo, pues de la atención que preste, depende en gran parte la calidad de su trabajo, la conservación de la máquina y la herramienta y, en definitiva, su formación profesional.

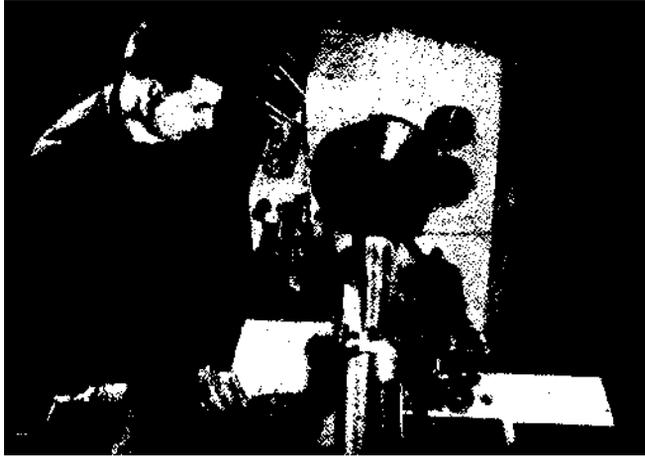


Figura 7. — Cilindrado de un eje escalonado.

VIRUTA

Los trozos de material que se cortan al mecanizar una pieza para darle la debida forma se llaman **virutas**. Así, pues, al igual que se dice en carpintería que al mecanizarse un trozo de madera salen virutas de madera, en mecánica, al mecanizarse una pieza con una máquina-herramienta, se dice que salen virutas de hierro o del material que sea.

Las virutas suelen salir expulsadas de la pieza con cierta violencia y el operario debe procurar que no choquen con él, pues salen muy calientes y queman la piel.

Incluso en ciertos trabajos, en los que las virutas salen muy abundantes y a gran velocidad, como ocurre, por ejemplo, al trabajar el latón, es preciso el uso de gafas para evitar que entren las virutas en los ojos.

PIEZAS EN BRUTO

Se dice que una pieza está **en bruto** cuando no ha sido mecanizada

todavía, es decir, cuando aún tiene su forma de origen, sea de fundición, forja, estampación o barrote.

En la próxima lección se estudiará cada una de estas formas de piezas en bruto.

MATERIAL

Se llama **material** a la clase de materia que compone una pieza. Así, el material que compone una mesa es la madera; los materiales de que está hecha una casa son piedra, arena, cemento, ladrillos, etc.; el material de que está hecho un vaso es el cristal; el material de unos zapatos es el cuero, etc.

Las piezas de que se componen las máquinas también están formadas por muchas clases de materiales. Normalmente se dice que esta o aquella máquina están hechas de hierro, pero en realidad no es así, ya que si bien el hierro es una parte importante de sus materiales, no es hierro solo, sino mezclado con otros materiales y a veces, algunas piezas ni siquiera tienen hierro.

CLASES DE MATERIALES

Los principales materiales empleados en la mecánica, son: hierro fundido, acero laminado, acero fundido, bronce, latón, aluminio y, en casos especiales, otros materiales que no son metálicos, tales como el plástico y la madera.

ALEACIÓN DE METALES

Se dice que dos metales están **aleados** cuando estos dos metales están mezclados o unidos perfectamente en una proporción determinada. Con un ejemplo lo comprenderá mejor: Si un trozo de material que pesa 1.000 gramos está formado por 900 gramos de un metal y 100 gramos de otro, otro trozo del mismo material que pese 500 gramos, estará formado por 450 gramos de primer metal y 50 gramos del segundo. La proporción entre uno y otro metal es, en los dos casos, la misma, ya que en el segundo trozo, cuyo peso es la mitad del primero, hay también exactamente la mitad de cada uno de los dos metales que componen la aleación.

Si la proporción de los metales no es siempre la misma, es decir, si es distinta en uno y otro trozo, en lugar de llamarse aleación se llama **mezcla** de dos metales.

La proporción de dos metales se da siempre en **tanto por ciento**, es decir, la cantidad de partes de un metal que hay por cada 100 partes de aleación. Por ejemplo: si de una aleación hay 100 gramos y de uno de los metales que la componen hay 15 gramos, se dice que hay un 15 por ciento de dicho metal en esta aleación, es decir, en cada 100 partes de aleación hay 15 partes del metal que sea. Para expresar en forma abreviada las palabras tanto por ciento se escribe en su lugar el signo %.. Así en el ejemplo anterior se escribe 15 %, que se lee quince por ciento.

HIERRO FUNDIDO

Este material, que se llama también **hierro colado**, **fundición de hierro** o, simplemente, **fundición**, está compuesto de una aleación de hierro y carbono. El carbono es un material que forma parte del carbón. Según el % (tanto por ciento) de carbono que haya en la aleación, hay varias clases de hierro fundido. Las dos principales son **fundición blanca** y **fundición gris**.

FUNDICIÓN BLANCA

La fundición blanca es muy dura y no se puede mecanizar. Se emplea para construir piezas que han de resistir el trabajo dentro del fuego, ya que son muy resistentes al calor; ejemplo de estas piezas son las parrillas para quemar carbón en calderas y otras similares. Estas piezas no hace falta mecanizarlas.

FUNDICIÓN GRIS

La fundición gris es la que se utiliza para las piezas en mecánica general. Cuando se habla en mecánica de **fundición de hierro**, **hierro colado** o **hierro fundido** siempre se trata de esta clase de fundición.

El hierro colado o fundido se caracteriza por su color gris oscuro. Al mecanizarlo, la viruta que se desprende es pequeña y polvorienta. Si después de mecanizar una pieza de fundición se pasa la mano por encima de la superficie mecanizada, la mano queda negra del polvillo que hay en dicha superficie.

En general, todas las piezas pesadas y de formas raras se hacen de hierro fundido. Ejemplos clásicos de piezas construidas con este material son todos los bastidores de las máquinas-herramientas, el pie que sostiene una máquina de coser, así como el pedal, la rueda y el cuerpo de dicha máquina.

La fundición gris tiene una composición en la aleación de un 4 % de carbono aproximadamente; el resto es hierro.

ACEROS

Todas las piezas llamadas de hierro que no sean de fundición, son de acero. Se llama **acero** a la aleación de hierro y carbono con **muy poco carbono**, de forma que la composición de las aleaciones llamadas aceros suelen ser de un 0,15 % de carbono, para los aceros de poca dureza; a un 1 % máximo, para los aceros muy duros.

La viruta que se forma al mecanizar una pieza de acero es larga y continua. Para evitar que salga en una tira continua se afilan las herramientas de modo que la corten en trozos pequeños, tal como se estudiará a su debido tiempo.

CLASES DE ACERO

Hay una gran variedad de clases de acero según para qué sirvan las piezas con él construidas.

Por lo general, además del carbono, las aleaciones de acero llevan también otros metales, como son níquel, cromo, magnesio, manganeso, etc., en muy pequeñas cantidades.

Ejemplos de piezas de acero son las llantas de las ruedas de los carros, las cadenas, toda clase de ejes, tanto de máquinas como de automóviles, etc.

Según la forma de origen, el acero es de tres clases: **acero laminado**, **acero fundido** y **acero forjado**.

ACERO LAMINADO

El acero **laminado** es el que se encuentra en el comercio en forma de barras, que pueden ser redondas, cuadradas, en forma exagonal, planas, en tubos, chapas, etc.

ACERO FUNDIDO

El acero **fundido** es el que tiene ya la forma aproximada de la pieza que ha de construirse y se ha logrado mediante el molde en la fundición.

ACERO FORJADO

El acero **forjado** es igual que el laminado, pero más fuerte, ya que es trabajado a golpes hasta lograr darle la forma aproximada de la pieza que ha de ser construida.

En la próxima lección se estudiará cómo se funde una pieza y cómo se logran las piezas forjadas.



técnica del torneado

LECCIÓN

1

TORNEADO

Para que las piezas puedan ser montadas es necesario mecanizarlas. Así lo ha estudiado usted en la 1.^a lección de **CONOCIMIENTOS GENERALES DE MECÁNICA.**

El torno es una de las máquinas-herramientas empleadas para el mecanizado de piezas y de ahí que se llamen operaciones de torneado a todas las operaciones o trabajos que puedan realizarse en el torno.

Interesa que antes de seguir adelante sepa qué se entiende por **eje de una pieza**. Sabiéndolo, entenderá mejor en qué consiste el torneado. Fíjese en la figura 1, se dará perfecta cuenta de que se llama **eje de una pieza** a la línea imaginaria que pasa exactamente por su centro.

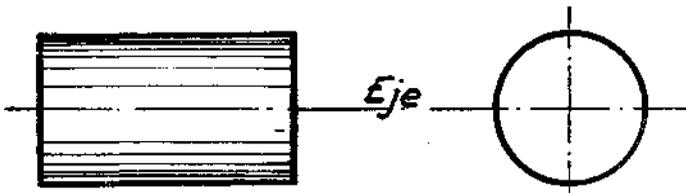


Figura 1

Imagínese que se hace girar la pieza de la figura 1 alrededor de su eje. Este eje, es decir, el eje alrededor del cual gira toda la pieza es **eje de rotación** de la pieza (figura 2).

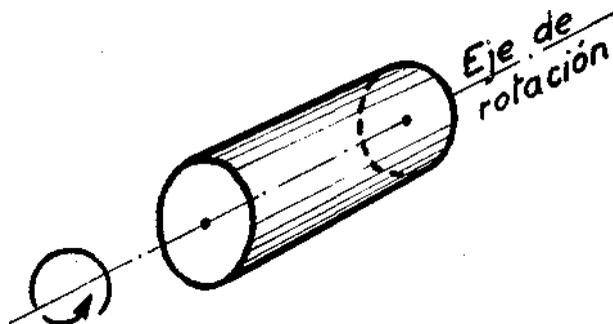


Figura 2

Fijese ahora en la rueda de la figura 3. Cuando una pieza está girando alrededor de su eje de rotación, siempre se ve la parte exterior de la pieza, es decir, presenta siempre a la vista una cara. A esta cara de la

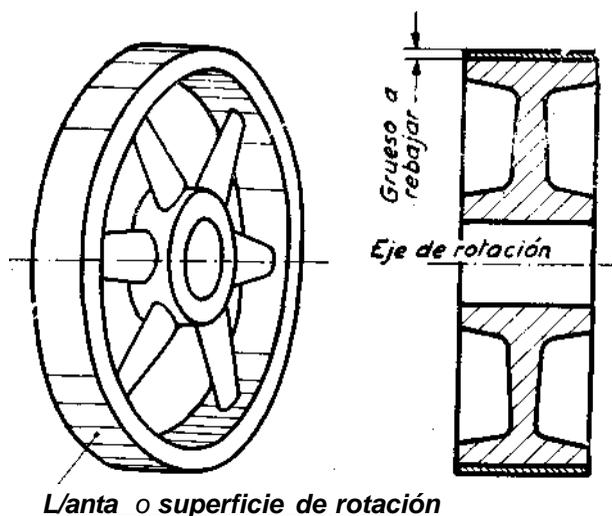


Figura 3

pieza se la denomina **superficie de rotación**. Así, la superficie de rotación de la rueda de la figura 3 es la llanta.

Si el grueso de esta llanta se rebaja o adelgaza, se efectuará una operación de torneado, siempre que este rebaje o adelgazamiento se haga de un modo regular, es decir, de forma que quede un mismo espesor en toda la llanta.

De acuerdo con estas explicaciones,, se puede definir la operación de **torneado** como toda aquella operación de corte de superficies que se efectúa en piezas que giran alrededor de su eje de rotación.

Una vez conocida la operación de torneado, o mecanizado en el torno, entenderá perfectamente el principio o fundamento del torneado, que debe saberse para poder estudiar el funcionamiento del torno:

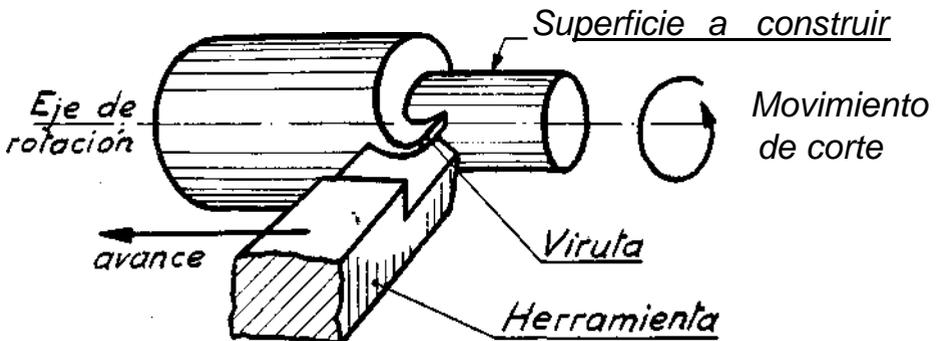


Figura 4

PRINCIPIO: Para poder mecanizar una superficie en el torno hay que aplicar a la pieza y a la herramienta dos movimientos relacionados entre sí (vea la figura 4).

A LA PIEZA: un movimiento rápido de rotación alrededor de su eje, que llamaremos **movimiento de corte**.

A LA HERRAMIENTA: un movimiento lento, recto y muy regular en su avance contra la superficie a tornear.

La combinación de estos movimientos produce un camino de arrollamiento alrededor de la pieza que corresponde a la línea que la herramienta va trazando sobre la pieza.

De este modo, mientras la pieza gira, la herramienta se desplaza lentamente sobre la superficie que trabaja y corta o arranca el material con que se encuentra.

Figura 5

En la figura 5 se aprecia cómo la herramienta va cortando el material y éste va saliendo en una tira rizada; estas tiras rizadas son las llamadas **virutas**, las cuales salen de una forma u otra según la clase de material que se trabaje y la forma en que está afilada la herramienta.

FINALIDAD DEL TRABAJO DE TORNEADO. PIEZAS QUE CON EL SE OBTIENEN

Si usted observa con detalle cualquier máquina verá que la mayoría de sus piezas están formadas por superficies que podrán girar alrededor de su eje de rotación.

La construcción o mecanizado de todas esas piezas fue lo que motivó la invención y desarrollo del torno, es decir, de una máquina capaz



Figura 6

de aprovechar el principio de movimiento de rotación para formar nuevas superficies, o sea piezas cuyas formas pudieran adaptarse a las necesidades y conveniencias requeridas.

Aunque algunas piezas no pueden ser mecanizadas en el torno, la máquina o las máquinas en las que se mecanizan algunas partes de estas piezas, se basan en el mismo principio y tienen igual fundamento que el torno.

Vea en la figura 6 un grupo de piezas de las que más suelen fabricarse en el torno. Tenga en cuenta, no obstante, que en el torno pueden darse a las piezas todas las formas o variaciones posibles tanto exteriores como interiores. Ahora bien, lo que más a menudo se tornea son piezas cuya forma a mecanizar es exterior, como las de la figura 6.

En estas piezas apreciará la gran variedad de formas o superficies de rotación que pueden conseguirse con el torno, a pesar de que cada una de ellas es, por decirlo así, una operación muy distinta de la otra en lo que respecta a la manera de realizarla.

Todas estas operaciones, que estudiará con todo detalle a lo largo del Curso son:

Cilindrado	formas	(A)
Refrentado *	formas	(B)
Mandrinado	formas	(C)
Torneado cónico	formas	(D)
Roscado	formas	(E)
Taladrado	formas	(F)
Ranurado	formas	(G)
Moletado	formas	(H)

Insistimos en que cada una de estas formas de torneado las estudiará a lo largo de este Curso. Ahora, un breve estudio de la historia del torno nos permitirá apreciar la importancia de esta máquina-herramienta.

HISTORIA DEL TORNO

El torno es entre las máquinas-herramientas de trabajo, una de las más antiguamente conocidas y puede decirse que su uso se remonta a la antigüedad, pues ya los egipcios lo representan en sus monumentos.

Es de destacar que sin el torno no hubiese sido posible el gran progreso industrial del siglo pasado, es decir, de los años transcurridos entre el 1800 y el 1900.

Los griegos lo utilizaron especialmente para fabricar vasos y jarrones de cerámica. Luego se empleó para trabajar la madera, el hueso y el marfil.

Los alfareros de la Edad Media trabajaron, asimismo, el estaño y la arcilla en tornos especiales muy rudimentarios, que se denominaron tornos de alfarero (fig. 7), de los que aún existen numerosos ejemplares.

De muy antiguo ya, algunos leñadores dedicados al torneado de la madera, utilizaban los árboles de los bosques como instrumentos de trabajo. Esta primitiva máquina se denominaba el **árbol torno** (fig. 8). La rama flexible, utilizada como medio de accionamiento, fue reemplazada por una pala de madera y el torno resultante, ya totalmente construido con piezas, se denominaba **torno de pala** o **torno de pértiga** (fig. 9). El **torno de pedal** (fig. 10) parece que es de la misma época.

El torno antiguo más perfeccionado fue construido por el francés Jacques Berson en 1569. Esta máquina provista de un husillo patrón de madera permitía tallar roscas (fig. 11).

En los archivos nacionales franceses se encuentra, asimismo, un torno de roscar construido en aquel país hacia 1740 (fig. 12). En la misma época, Luis XV, rey de Francia, al igual que los monarcas de otros países, distraía sus ocios torneando tabaqueras.



Figura 7. — Torno de alfarero.

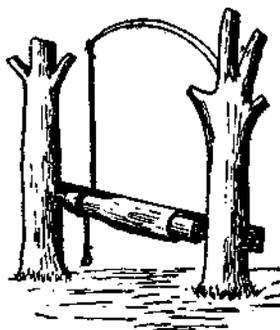


Figura 8. — Árbol torno.



Figura 9. — Torno de pala o pértiga.

Seguidamente aparece la máquina-herramienta, propiamente dicha, con el *carro* porta-herramienta, que se desplaza longitudinalmente, o sea, a lo largo de la bancada. La introducción de este dispositivo se atribuye al inglés Henry Maudslay (1794) (figura 13) y al americano David Wilkinson (1798).

Sin embargo, en el Museo del Conservatorio de Artes y Oficios de París, existe un torno construido por el francés Vaucanson hacia 1745 que ya posee aquel perfeccionamiento, por lo que muchos autores le atribuyen a éste la invención del dispositivo porta-herramienta.

Fue Maudslay quien ideó y construyó el dispositivo para roscar, mediante el husillo patrón y las ruedas de engranaje cambiables.

El torno para roscar del francés Senot (fig. 14) se construyó en 1795, según planos de Leonardo de Vinci, fallecido hacía cerca de 300 años.

Parece, finalmente, que el primer torno para cilindrar fue construido en 1830 por un industrial de origen escocés, y establecido en América, John Rea. En esta máquina, el carro longitudinal o inferior estaba accionado por una cadena, de donde viene su denominación de **torno en cadena**. La bancada estaba formada por dos largos tabloncillos apoyada sobre robustos pies también de madera. Este torno continuó en servicio hasta 1875, época en que aparecieron las primeras bancadas de

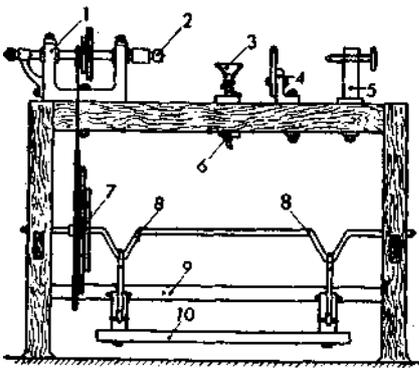


Figura 10. — Torno de pedal. 1, cabezal fijo; 2, garra de arrastre de la pieza; 3, soporte de la herramienta de mano; 4, luneta fija; 5, contrapunto; 6, dispositivo para ajuste del portaherramienta; 7, polea motriz; 8, berbiquies; 9, travesía portapedal; 10, pedal.

hierro fundido. Según parece, fue éste el primer tipo de torno paralelo técnicamente utilizado antes de llegar a la concepción de toda la variedad de máquinas para tornear, que hasta nuestros días no han dejado de transformarse. En realidad, esta evolución ha experimentado un cambio muy brusco a partir de 1918.

CLASIFICACIÓN DE LOS TORNOS

El desarrollo de la industria en general ha hecho que el torno, en un principio tan sencillo y de un empleo reducido, pasase a ser una máquina-herramienta de extensísima aplicación y formada por una gran variedad de piezas y una serie de dispositivos y ventajas que parecía imposible juntar en una sola máquina.

Para llegar a los tipos actuales de tornos se procedió a una clasificación de los trabajos y de acuerdo con esta clasificación se proyectaron

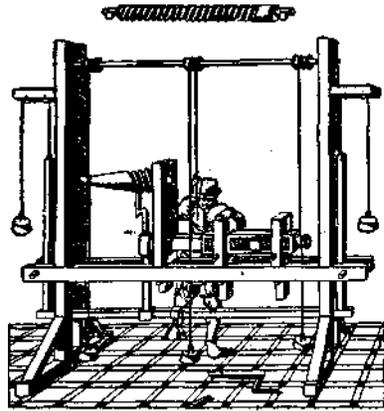


Figura 11. — Torno de Berson; arriba se ve el patrón de filetear.

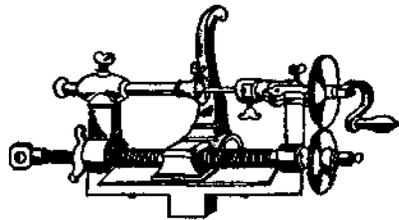


Figura 12. — Torno de rosca.

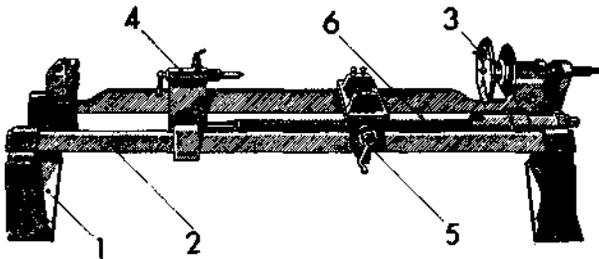


Figura 13. - Torno de Maudslay: 1, pie; 2, bancada; 3, cabezal fijo; 4, contrapunto; 5, carro; 6, husillo patrón.

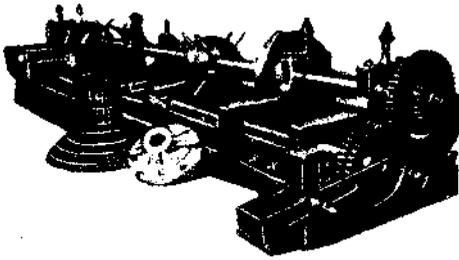


Figura 14. Torno para roscar de Senot.

tipos especiales de tornos que reunían una serie de ventajas para unos trabajos determinados, atendiendo siempre a un mayor aprovechamiento de la máquina y a una economía del tiempo, así como a una mayor seguridad en el trabajo.

Esta clasificación de los trabajos, atendió principalmente a las características del mismo, tales como: las

dimensiones de la pieza, el peso de la misma, la forma, la posibilidad de sujetarle de una manera o de otra. Esta clasificación fue la que hizo aparecer, además del torno cilíndrico paralelo de cilindrar y roscar, el torno vertical y el torno al aire.

Después, y siempre siguiendo el ritmo creciente del progreso de la industria, se tuvo en cuenta además de las dimensiones, peso y forma, la cantidad de piezas iguales a mecanizar, y aparecieron los tornos revólver y, más tarde, los tornos semiautomáticos y automáticos. Todos estos distintos tipos de torno, así como de otros que han ido apareciendo estos distintos tipos de torno, así como de otros que han ido apareciendo más modernamente, los estudiará ampliamente a su debido tiempo.

Lo que ahora interesa es el estudio de las generalidades de todos estos tipos de tornos para tener una idea de esta máquina-herramienta que le permita después conocerla en su mínimo detalle y con toda perfección, como debe conocerla un buen tornero.

TORNOS CILINDRICOS

Como ya anteriormente se ha explicado, el torno cilíndrico o paralelo es una máquina de gran aplicación y la más utilizada, gracias a la gran cantidad de movimientos que pueden combinarse. Es la máquina universal por excelencia, ya que en él y mediante el acoplamiento de algunos dispositivos especiales de fácil montaje, podrían realizarse toda clase de trabajos.

El torno cilíndrico es el que más transformaciones ha sufrido, hasta el extremo que de él se ha partido para la proyección de todos los tipos especiales de tornos, algunos de los cuales ya casi no se parecen en nada a él

En la figura 15 se muestra el primer tipo de torno. Fíjese que el

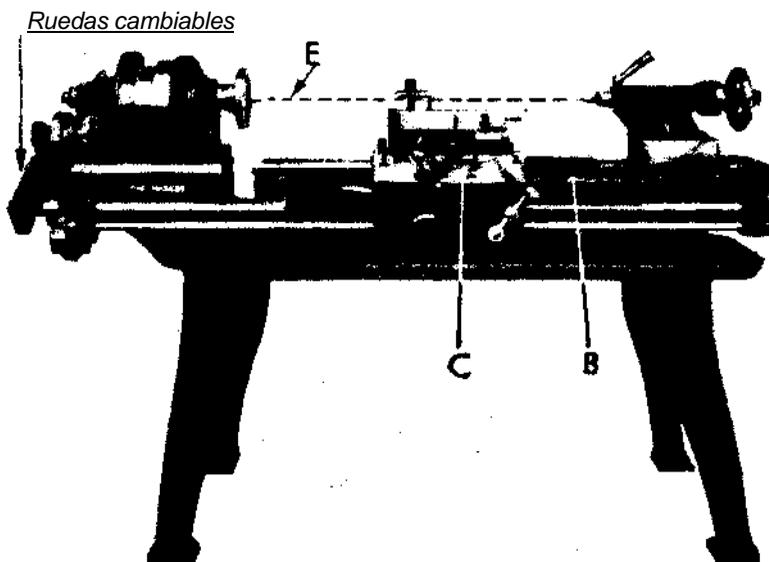


Figura 15. — Torno paralelo.

eje de sustentación de la pieza o eje de fijación (E) es paralelo a la bancada (B); de aquí su denominación de **torno paralelo**. De esta forma, al combinarse el movimiento de corte del eje de traslación del carro (C), forma las superficies cilíndricas.

Fíjese también en las dos barras de cilindrar y roscar; al extremo izquierdo de dichas barras van montadas las ruedas cambiables, mediante las cuales se puede variar el avance del carro (C), es decir, hacerlo más rápido o más lento, según convenga.

NOTA. — Nada de prisas; éste debe ser su lema. Interesa terminar el estudio de cada lección, pero —téngalo en cuenta— interesa aprender. Por lo tanto, lea despacio, fijándose bien en la figura a que se refiere la explicación correspondiente. Sólo de esta forma, a la vez que terminará la lección, aprenderá.

Después se acopló entre las ruedas y las barras de cilindrar y roscar, un dispositivo llamado **caja Norton**, con el que puede variarse el avance del carro (C) sin necesidad de cambiar las ruedas toda vez que este dispositivo permite con un solo juego de ruedas alcanzar hasta 8 ó 10 avances distintos (fig. 16).

Aunque este mecanismo lo estudiará más adelante, vea en la figura 17 una vista del interior del mismo.

Al ser aplicados al torno los nuevos dispositivos ha ido variando considerablemente su forma. Actualmente, la mayoría de sus dispositivos *van* encerrados, por decirlo así, dentro de la caja exterior de la máquina, de modo que queden más protegidos, aunque se evita que queden demasiado escondidos para cuando se tenga que manipular en ellos.



Figura 16. — Dispositivo **NORTON** para roscar.

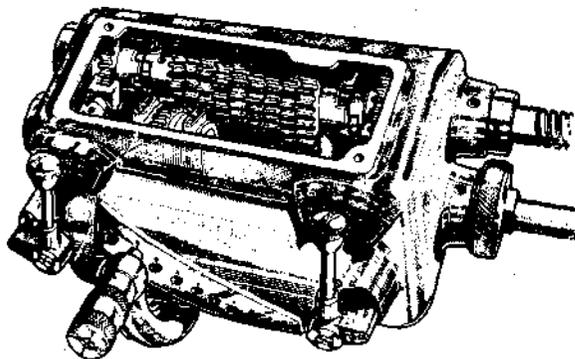


Figura 17. — Vista interior de la caja **NORTON**.

A pesar de la gran variedad de los tornos cilindricos por lo que respecta a la capacidad, la disposición de los dispositivos y mecanismos suele ser la misma, pues las principales determinantes de su capacidad son:

1. La altura del eje sobre la bancada (llamada altura de puntos).
2. La distancia entre puntos.
3. La potencia.

En las figuras 18 y 19, pueden apreciarse respectivamente dos tipos distintos en cuanto a su capacidad, pero similares en lo que se refiere a su disposición.

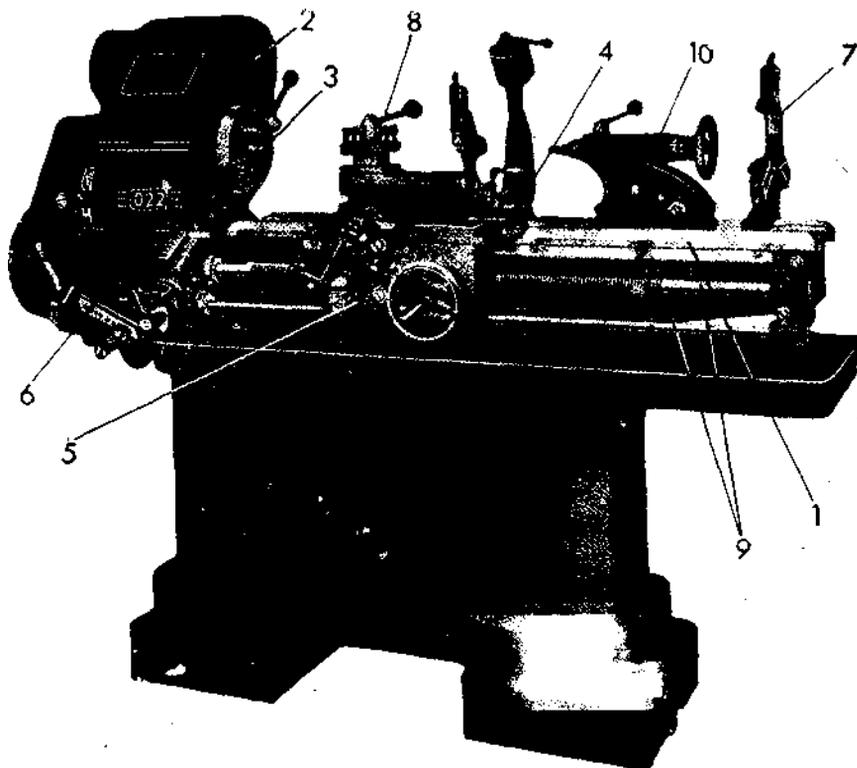


Figura 18. — Modelo de torno CUMBRE, de Barcelona.

El torno de la figura 18, es uno de los de características más reducidas que se fabrican en España, en grandes series, lo que lo ha hecho muy apto para la mediana industria:

Altura de puntos: 150 mm.

Distancia entre puntos: 750 mm.

Potencia del motor: 2 CV.

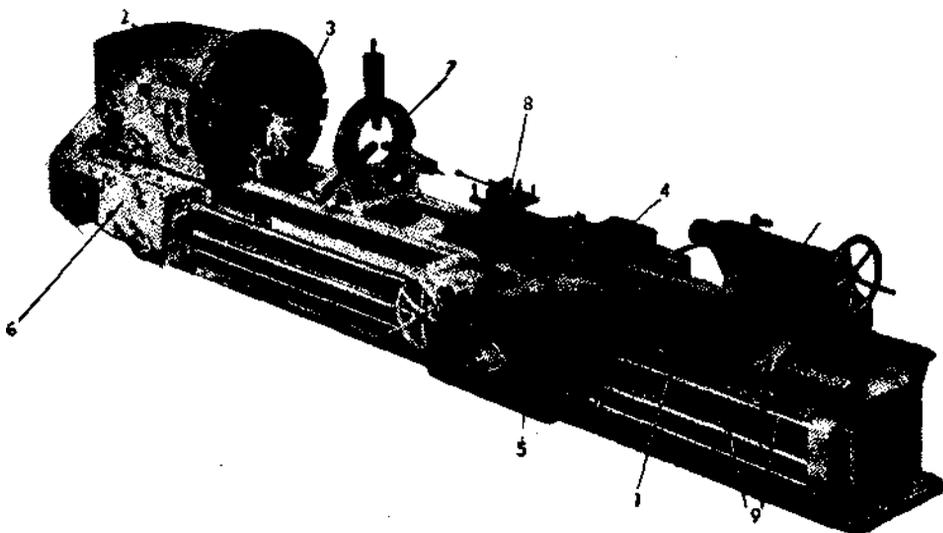


Figura 19. — Modelo de torno NÉSTOR, de Zaragoza, que se fabrica hasta una capacidad de: altura de puntos, 450 mm.; longitud entre puntos, 4.000 mm, y potencia del motor, 25 CV.

El torno de la figura 19, es uno de los tornos mayores que se construyen en España. Sus características, por lo enormes, sólo son apropiadas para una fabricación determinada de grandes piezas, pues de no ser así no resultaría económica. Tales tornos solamente se fabrican bajo pedido. Sus características son:

Altura de puntos: 450 mm.

Longitud entre puntos: 4.000 mm.

Potencia del motor: 25 CV.

La disposición de estos dos tipos de torno y en general todos, es (véase en figuras 18 y 19) la siguiente:

- 1) Bancada.
- 2) Cabezal.
- 3) Plato de fijación.
- 4) Carros longitudinal y transversal.
- 5) Tablero del carro longitudinal.
- 6) Caja Norton.
- 7) Luneta o soporte.

- 8) Torre portaherramientas.
- 9) Barras de cilindrar y roscar.
- 10) Cabeza móvil o contrapunto.

Si compara la disposición de estos dos tornos con el torno sencillo de cilindrar y roscar de la figura 15, verá que es casi la misma, aparte del conjunto 6 (Caja Norton) que el torno de la figura 15 no tiene, y de la luneta de soporte, que no está representada en esta figura.

Conviene que usted estudie ahora este torno sencillo de cilindrar y roscar para aprender la disposición de los mecanismos, así como sus denominaciones. Procure fijarse bien en las explicaciones y en la figura 20 y le resultará fácil comprender el funcionamiento del torno.

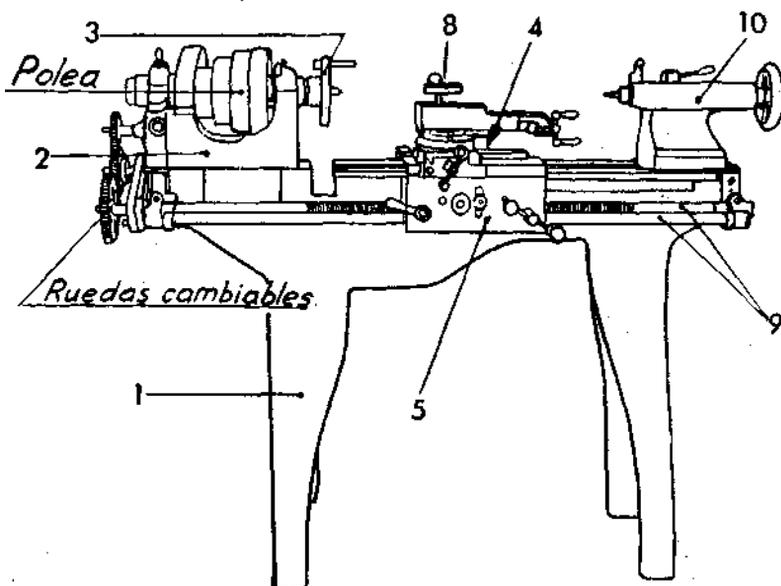


Figura 20. — Torno sencillo de cilindrar y roscar.

La **bancada** (1), como su nombre indica, es el banco donde se apoyan o sobre el cual se deslizan los diversos dispositivos que forman parte del torno.

En la parte izquierda de la bancada y sobre ésta, se monta el **cabezal** (2). El cabezal es el grupo motor de todos los mecanismos del torno, ya que sobre él va montado el **eje principal**.

Sobre el eje principal va montada la polea escalonada, que es la que

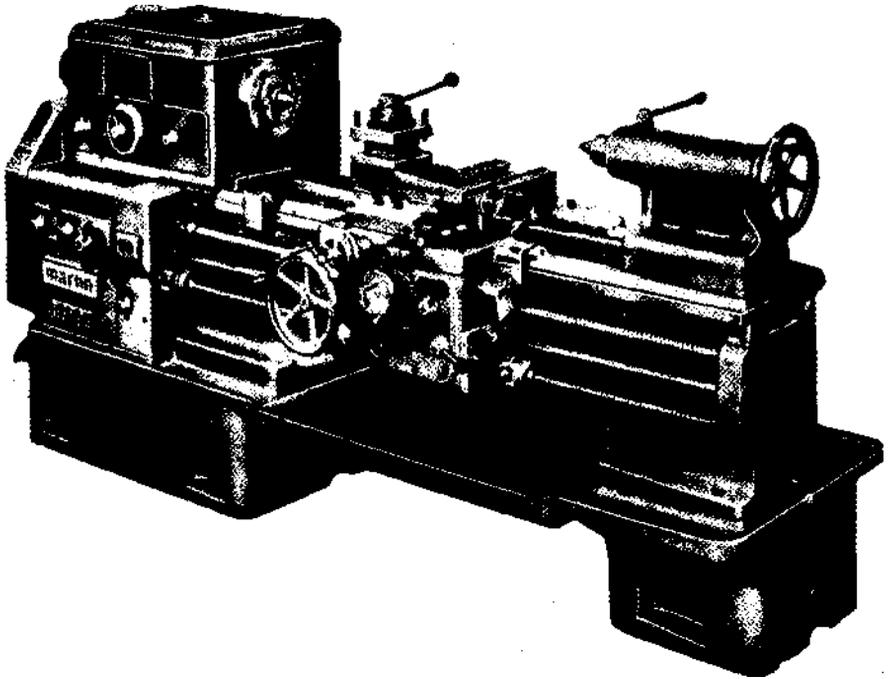


Figura 21. — Torno moderno alemán, MARTIN.

recibe, por medio de correas, el impulso del motor y lo transmite por tanto al eje principal.

En el extremo delantero de éste va montado el plato de fijación o **mandril** (3), sobre el que se fija la pieza a mecanizar que gira junto al eje. Este transmite su movimiento de rotación mediante un engranaje montado en su extremo posterior, a las ruedas cambiables, las cuales hacen girar, según convenga, las barras **de cilindrar y roscar** (9).

El movimiento de rotación de las barras se transforma mediante un dispositivo especial en un movimiento de avance del **tablero** (5), es decir, mientras el eje tiene un movimiento de rotación, el tablero (5) puede deslizarse sobre la bancada, arrastrando con él al **carro longitudinal** (4), ya los carritos transversal y superior que están superpuestos sobre él.

Sobre el carrito superior va montada una brida o **torreta** (8), en la que se fija la herramienta, la cual al desplazarse el carro longitudinal empieza a cortar material de la pieza que está girando.

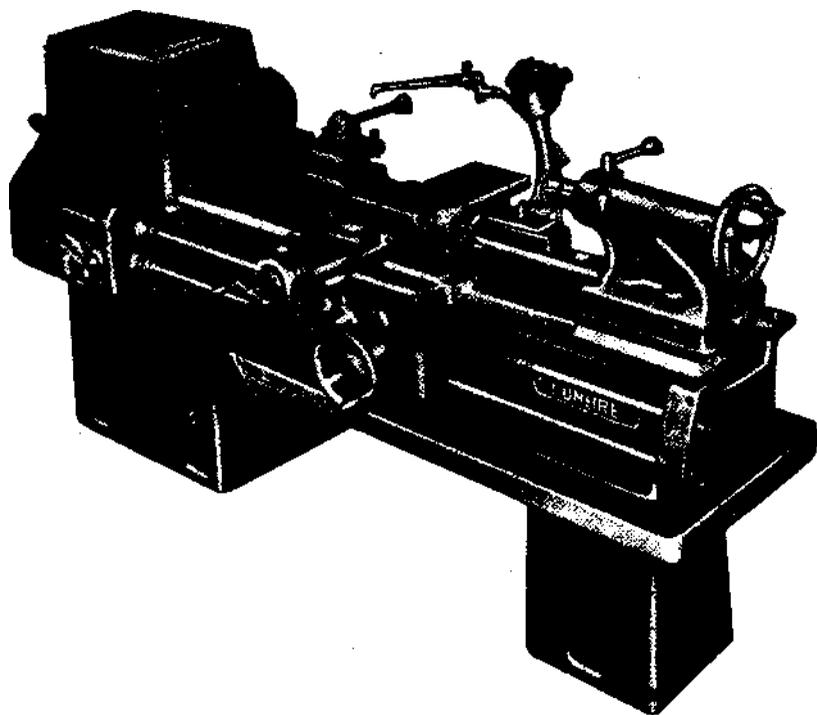


Figura 22. — Torno español, CUMBRE.

Finalmente, en la parte derecha de la bancada, va montado el **contrapunto** (10), que se utiliza como apoyo para piezas muy largas y como soporte para herramientas.

Tenga usted en cuenta que el detalle de estos mecanismos los irá estudiando en lecciones sucesivas; lo que ahora importa es que se aprenda los nombres de todos los dispositivos señalados, al mismo tiempo que aprende a distinguirlos de vista y tiene ya una primera idea de para qué sirven en el torno.

En las figuras 21 y 22 se muestran, respectivamente, un torno moderno alemán de la casa MARTIN y otro español de la casa CUMBRE. El parecido entre ambos modelos le permitirá comprobar que una vez se haga perfecto cargo del funcionamiento de un torno, le bastará un vistazo para que los demás modelos no le ofrezcan dificultad alguna.

TORNOS VERTICALES

Los tornos verticales fueron, como ya ha estudiado, los primeros tornos de tipo especial que aparecieron modernamente.

La característica principal de estos tornos es que, al estar proyectados para piezas de grandes dimensiones y mucho peso, el plato se dispone a ras del suelo, accionando por un eje vertical.

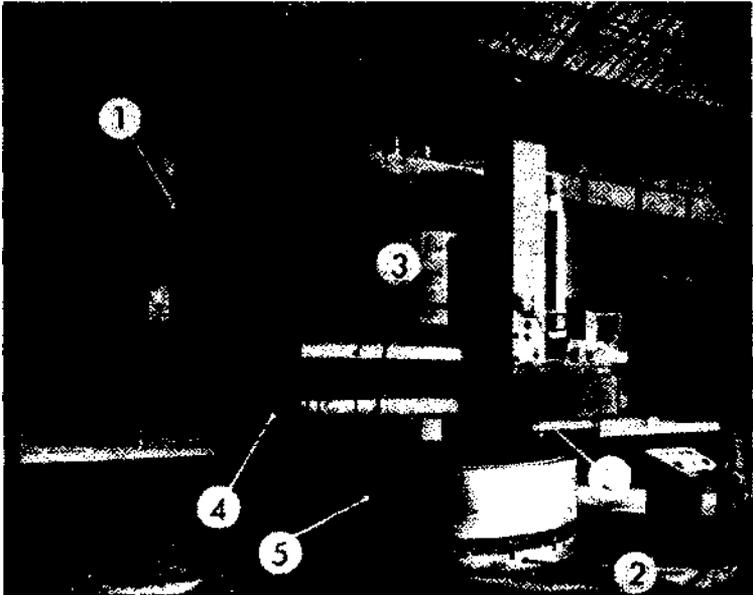


Figura 23. — Torno vertical: 1, montante de apoyo de las guías de los carros; 2, plato de fijación de la pieza; 3, guías de los carros; 4, portaherramientas; 5, pieza trabajándose.

En la figura 23 se muestra un torno vertical de gran tamaño; para hacerse una idea exacta de su tamaño, observe la figura del operario y si la compara con el plato de la máquina, comprenderá que estos tornos pueden tornearse hasta piezas de 10 a 12 metros de diámetro (los más grandes), aunque los más corrientes suelen ser de unos 6 metros.

La disposición de los elementos de estos tornos varía grandemente de la de los tipos normales de tornos, pues aunque estos elementos son siempre los mismos, van montados de otra manera, como puede apreciarse en la figura.

TORNOS AL AIRE

La aplicación de los tornos al aire en el mecanizado de piezas consiste principalmente en trabajar piezas de gran diámetro y poca longitud; como lo indica su misma denominación, las piezas se montan al aire, es decir, no suelen apoyarse en la contrapunta, sólo que en este caso, al igual que en el torno cilíndrico, el eje de trabajo es horizontal y la pieza queda colgada al aire. Fíjese en el torno al aire de la figura 24.

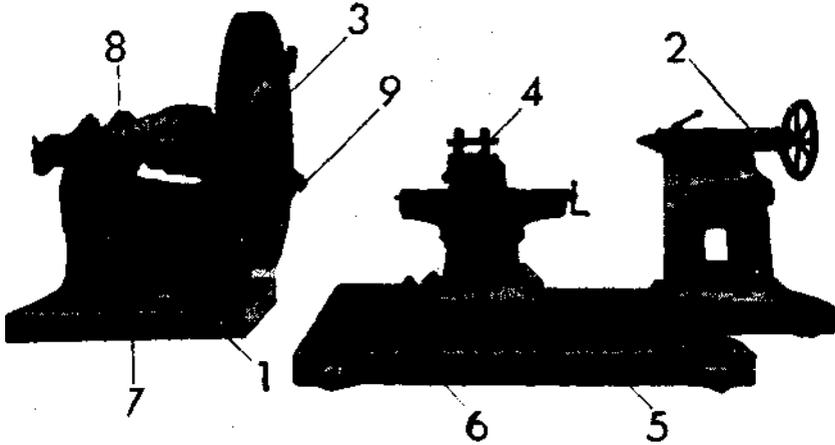


Figura 24. — Torno al aire: 1, cabezal fijo: 2, contrapunta: 3, plato porta-piezas: 4, carro portaherramientas: 5, torreta graduada: 6, zapata fija: 7, polea escalonada: 8, dispositivo de reducción con triple eje auxiliar: 9, pernos pulidos.

Como la principal característica de estos tornos habrá de ser el mecanizar piezas de gran diámetro, se suprimió la bancada normal, quedando según se ve en la figura, dispuesto en dos piezas completamente sueltas.

En la figura 25, se muestra un torno al aire moderno, con doble disposición de carros portaherramientas.

TORNOS REVOLVER

Ya se ha explicado anteriormente que la gran variedad de trabajos que solían presentarse y las diferencias que había de unos a otros motivaron la fabricación de tipos especiales de tornos atendiendo primero a la forma y dimensiones de la pieza (tornos verticales y al aire) y después, a la cantidad de piezas iguales a fabricar.

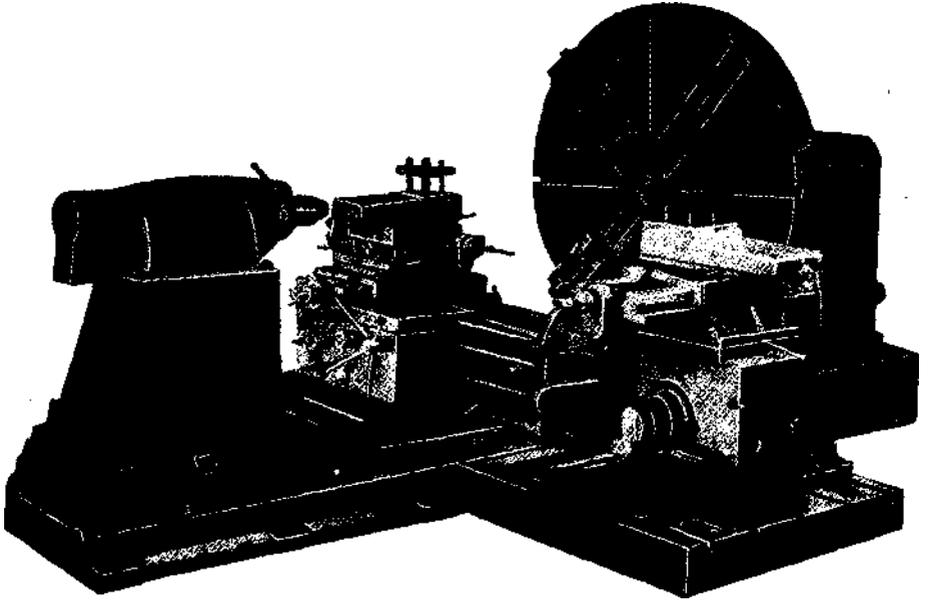


Figura 25. — Torno al aire.

Estos tornos, cuya característica especial había de ser la de fabricar o tornear una gran cantidad de piezas iguales, debían poseer una serie de condiciones que obligaron a unos mecanismos distintos y a unas formas distintas del tipo general de la máquina.

El primer paso se dio con los llamados **tornos revólver**.

Diversos mecanismos (alimentación semiautomática, torre revólver, y la gran cantidad de herramientas que pueden montarse) dan a **este tipo de torno una gran capacidad de trabajo**. La importancia de este tipo de torno y la gran cantidad de ellos en servicio, hace que más adelante, le dediquemos una lección exclusiva para estudiar y comprender su manejo.

En la figura 26 se muestra un torno revólver, en el que se aprecian los diversos mecanismos.

En la figura 27 verá un torno revólver en acción. La impresión que causa ver tantas herramientas montadas, es de que es un torno de gran producción, como efectivamente lo es, ya que además puede hacérselas actuar con gran rapidez, gracias a la torreta revólver.

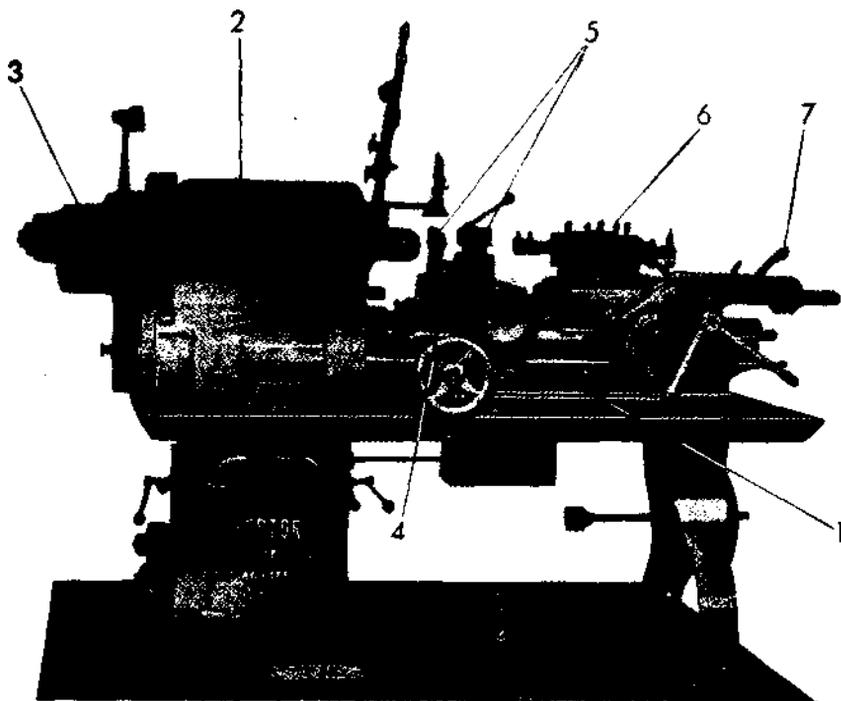


Figura 26. — Torno revólver NÉSTOR, de Zaragoza: 1, bancada; 2, cabezal; 3, mecanismo de alimentación y palanca de accionamiento; 4, carro longitudinal; 5, torreta portaherramientas anterior y posterior; 6, torre revólver; 7, volante de accionamiento de la torre revólver.

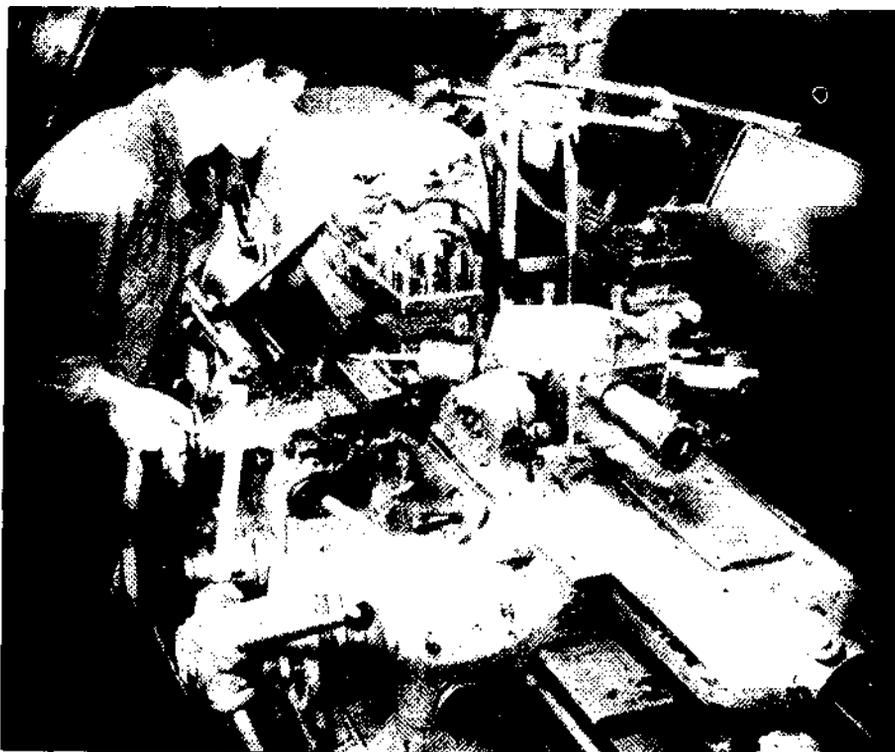


Figura 27. — Torno revólver, trabajando.

TORNOS AUTOMÁTICOS

Los tornos automáticos modernos son los tornos que dan un rendimiento más elevado, a condición de que se utilicen en trabajos apropiados.

A semejanza del torno revólver, se proyectó para el mecanizado de grandes cantidades de piezas iguales, pero más completo que aquél, el torno automático, el cual una vez preparado realiza todas las operaciones de manera automática.

Esto significa que todas las herramientas han de estar dispuestas de manera que actúen en el momento preciso y en la forma conveniente.

Fijese en el torno automático moderno de la figura 28, fabricado en Suiza, y en el que se pueden apreciar sus principales mecanismos.

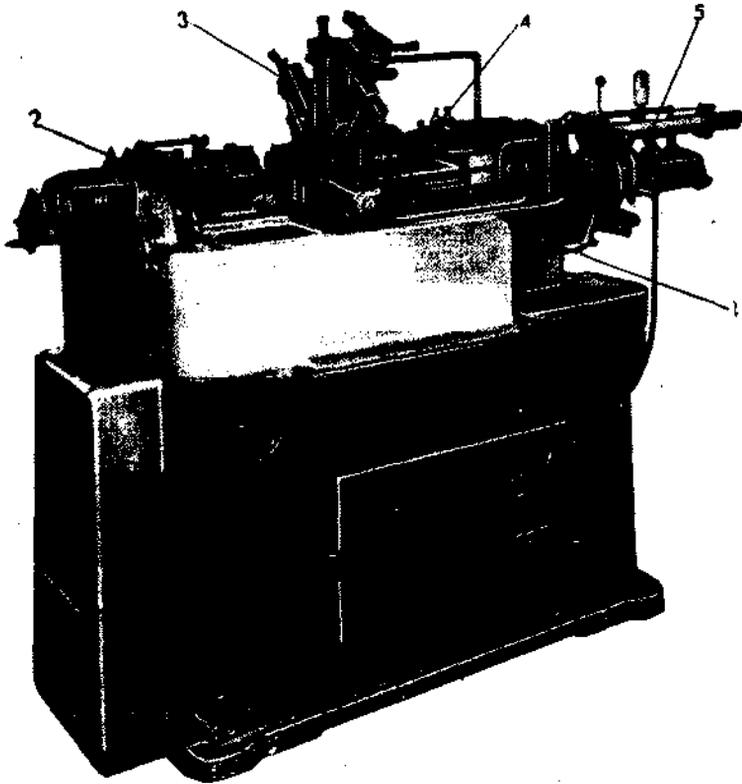


Figura 28. — Torno automático: 1, bancada; 2, cabezal móvil; 3, grupo de herramientas; 4, cabeza principal; 5, dispositivo de alimentación automática.

La sincronización de las herramientas, es decir, la puesta en marcha de ellas y la salida justa de una en el preciso momento en que empieza a cortar la siguiente, ha de ser muy precisa y se lleva a cabo, al igual que las operaciones de alimentar y cortar la pieza con el mando de unas levas de disco o tambor, especialmente diseñadas para cada pieza.

En la figura 29 observe el torno automático de la figura 2 en pleno trabajo. Se puede apreciar la disposición de las herramientas y la forma en que trabajan.

Fíjese en la leva (1) que pone en acción a la herramienta (2) mediante el juego de palancas (9); cuando esta herramienta termina su operación, el juego de palancas hace que se retire y al mismo tiempo otra leva

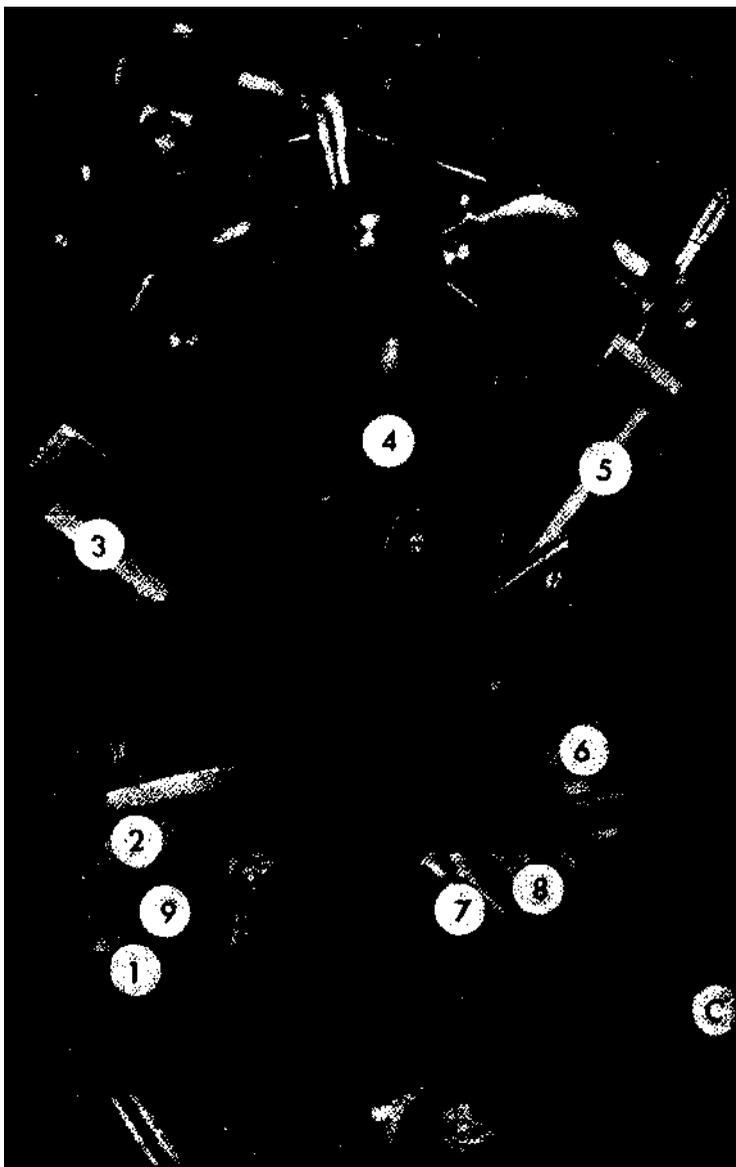


Figura 29. — Torno de la figura 28 en pleno trabajo: C, cabezal móvil; 2 al 8, grupo de herramientas de acción automática.

(oculta en la fotografía) pone en acción a la herramienta (3) y así sucesivamente. Hay ocasiones en que trabajan al mismo tiempo dos o más herramientas; la mayoría de las veces trabajan por lo menos una del grupo vertical y otra del cabezal móvil.

Esta sincronización de trabajo hace que los tiempos que no son de trabajo de corte de viruta sean reducidos al mínimo y el rendimiento es formidable.

Los únicos inconvenientes son:

- Que precisan unos preparadores especialmente formados.
- Un juego completo de levas (una por cada herramienta que actúe) para cada clase de piezas que se mecanice en el torno.

Ambos inconvenientes pueden atenuarse en parte:

- Organizando el trabajo de forma que un solo preparador atienda a una batería de varios tornos.
- Procurando que la cantidad de piezas de una misma forma sea la mayor posible, para que tenga que cambiarse el trabajo un número mínimo de veces.

También este tipo de tornos, dada su importancia, será objeto de una lección especial.

TIPOS ESPECIALES DE TORNOS

Por el mismo motivo que se tuvieron que construir todos estos tipos de tornos que ha visto, salieron al mercado varios tipos más de tornos de menor importancia que los vistos anteriormente, pero que vinieron a llenar las necesidades dejadas por éstos y algunos de ellos, como el torno copiator, no solamente a cubrir una necesidad, sino a superar el rendimiento obtenido en los tornos corrientes para una determinada clase de trabajos.

EL TORNO COPIADOR

En realidad, la fabricación en serie de tornos copiadores no se ha emprendido hasta hace pocos años, pues al igual que los automáticos estos tornos precisan de una fabricación especial de grandes series de piezas, puesto que en caso contrario ya no resulta económica su adquisición. Por su reducida variedad de trabajo, se han eliminado de este torno algunos dispositivos corrientes en el torno paralelo.

En la mayoría de los talleres se solucionan estos inconvenientes, montando en un torno paralelo corriente, un dispositivo-copiador, que se coloca sobre el carro principal del torno como en la figura 30.

La forma de trabajar la herramienta es exactamente igual que en los otros tornos, sólo que en éste, la acción de la herramienta viene ordenada por el dispositivo copiador.

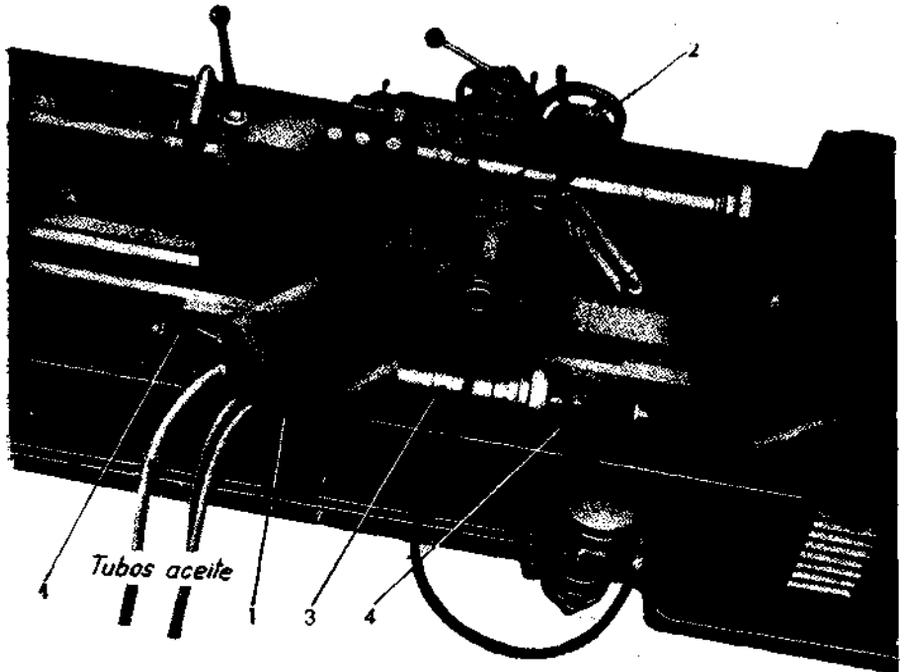


Figura 30. — Dispositivo copiador de la casa JORDA, de Zaragoza, acoplado a un torno de la misma marca: 1, dispositivo hidráulico; 2, portaherramientas; 3, pieza patrón o plantilla; 4, puntos fijación del patrón.

NOMENCLATURA DE LAS OPERACIONES QUE SE HACEN CON EL TORNO

Recordará que anteriormente hemos definido como operación de torneado, a todas las operaciones de cortes de superficies que se hacen en las piezas que se tornean, es decir, que giran alrededor de su eje de rotación.

También se ha explicado anteriormente el principio o fundamento

del torno cilíndrico o paralelo y que según este principio para la mecanización de superficies en el torno hay que combinar el movimiento de la pieza con el de la herramienta.

Pieza: Un movimiento rápido de rotación (llamado de corte), alrededor de su eje.

Herramienta: Un movimiento lento, recto y muy regular en su avance sobre la bancada.

El nombre de torno cilíndrico o **paralelo** viene precisamente de esta particularidad.

El avance de la herramienta se efectúa siempre **paralelamente** al eje de rotación.

Esto permite la construcción de piezas perfectamente cilíndricas o paralelas.

Las principales operaciones de torneado son:

- a) **Cilindrado**, es la construcción de superficies cilíndricas por medio de una herramienta (figura 31).

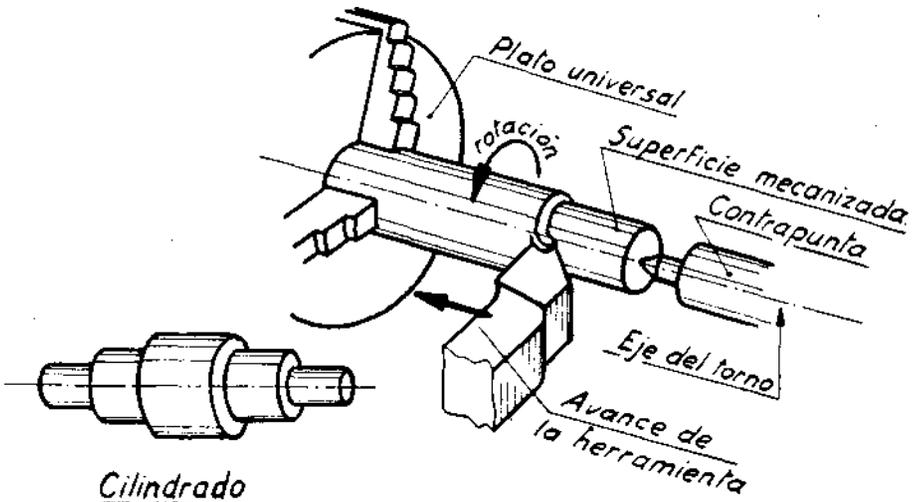


Figura 31. — Cilindrado.

- b) **Refrentado**, es la construcción de superficies planas, perpendiculares al eje de rotación o eje del torno (figura 32).

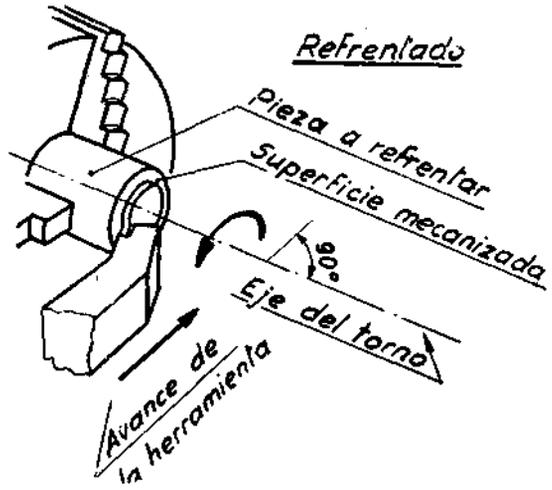


Figura 32. — Refrentado.

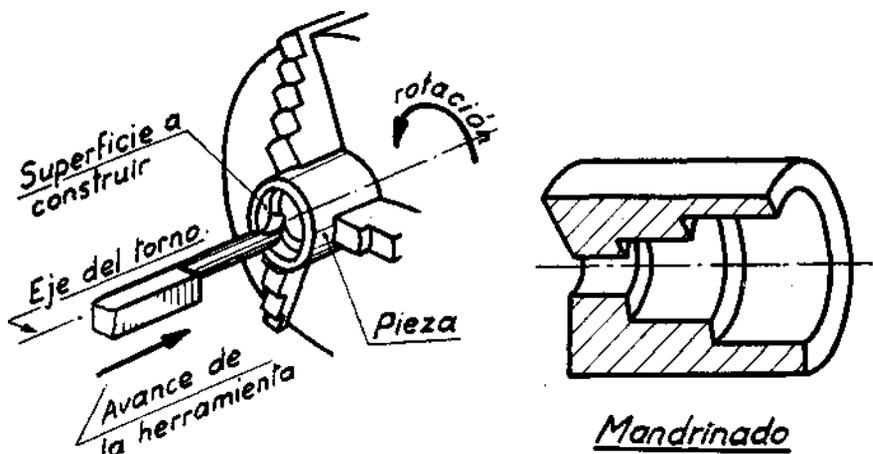


Figura 33. — Mandrinado.

c) **Mandrinado**, es la construcción de superficies cilíndricas interiores (figura 33).

- d) **Torneado cónico**, es la superficie construida cuando la herramienta se desplaza oblicuamente al eje. Esta superficie cónica, puede ser exterior o interior (figura 34).
- e) **Roscado**, es la construcción, sobre la pieza de un surco que tenga siempre la misma distancia entre cada una de las espiras (fig. 35).

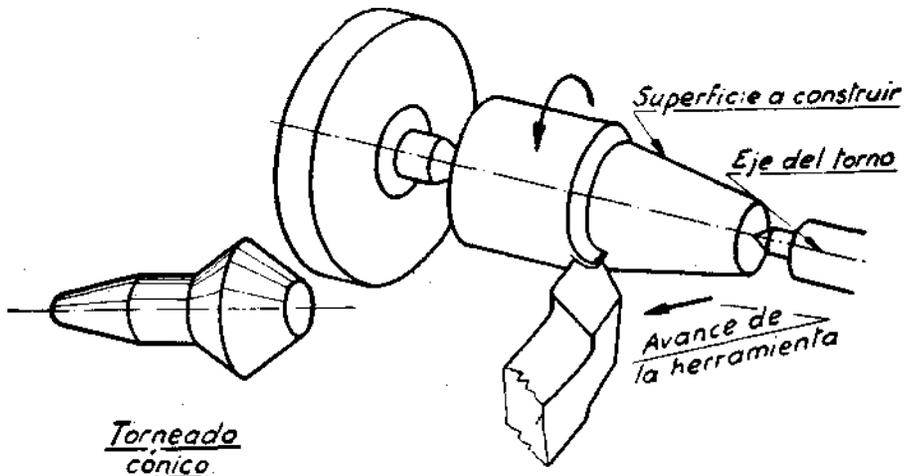


Figura 34. — Torneado cónico.

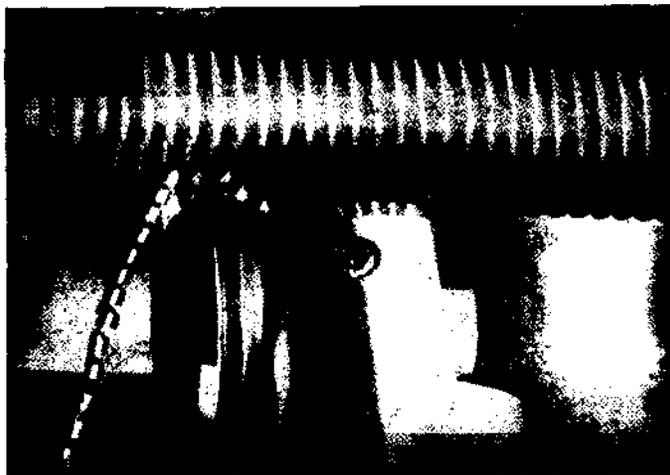
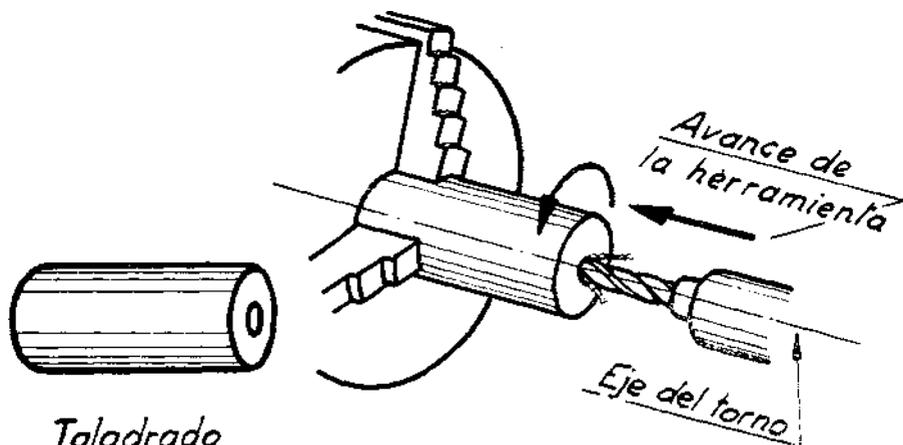


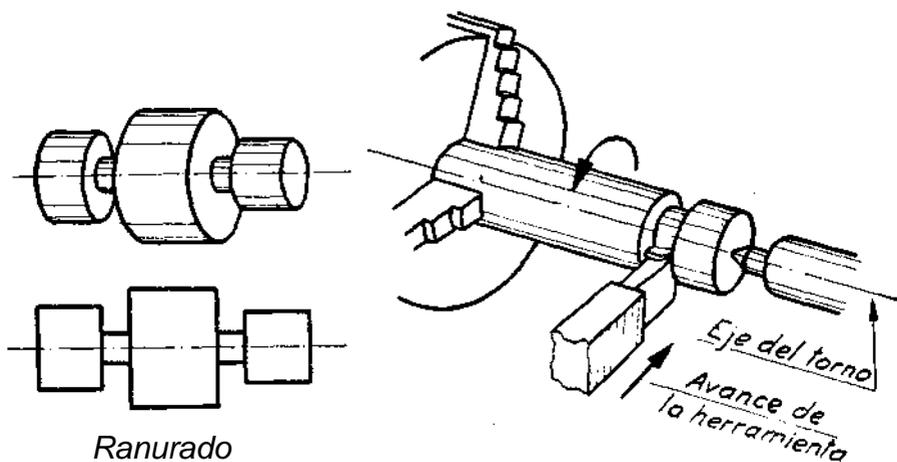
Figura 35. — Roscado.



Taladrado

Figura 36. — Taladrado.

- f) **Taladrado**, es una operación igual a la de mandrinado, pero se efectúa con otra clase de herramientas (figura 36).
- g) **Ranurado**, es la construcción de gargantas o ranuras en una superficie exterior o interior (figura 37).
 Cuando esta garganta llega a partir la pieza en dos, la operación se llama **tronzado**.



Ranurado

Figura 37. — Ranurado.

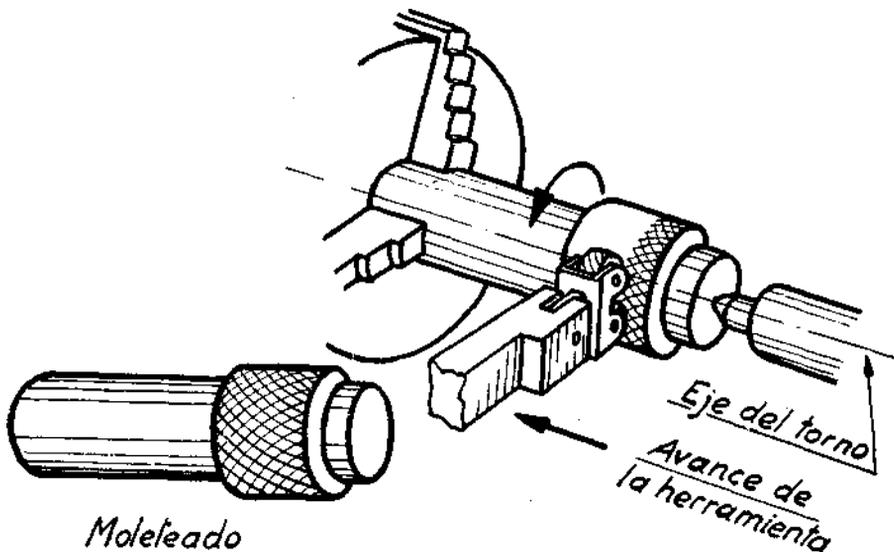
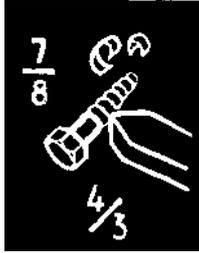


Figura 38. — Moleteado.

- h) **Moleteado**, es la transformación de una superficie exterior mecanizada, mediante una herramienta especial, en una superficie que podríamos llamar erizada de puntos o granulada (figura 38).

Tenga en cuenta que éstas son las operaciones elementales, pues son muchas más las que pueden realizarse en el torno, tal como estudiará en lecciones sucesivas.



matemáticas para tornero

LECCIÓN

1

MÚLTIPLOS DE UN NUMERO

Se dice de un número que es **múltiplo** de otro cuando contiene a éste un número exacto de veces.

Ejemplo:

45 es múltiplo de 5 porque contiene a éste exactamente 9 veces.

21 es múltiplo de 7 porque contiene a éste exactamente 3 veces.

A su vez:

45 es múltiplo de 9 porque contiene a éste exactamente 5 veces.

21 es múltiplo de 3 porque contiene a éste exactamente 7 veces.

De esos ejemplos se deduce que **se llama múltiplo de un número el producto o resultado de multiplicar este número por otro:**

45 es múltiplo de 5 porque $5 \times 9 = 45$

21 es múltiplo de 7 porque $7 \times 3 = 21$

Como a su vez:

45 es múltiplo de 9 porque $9 \times 5 = 45$

21 es múltiplo de 3 porque $3 \times 7 = 21$

DIVISORES DE UN NUMERO

Un número es **divisor** de otro cuando está contenido en éste un número exacto de veces:

Ejemplos:

5 es divisor de 45 porque lo contiene exactamente 9 veces.

7 es divisor de 21 porque lo contiene exactamente 3 veces.

A su vez:

9 es divisor de 45 porque lo contiene exactamente 5 veces.

3 es divisor de 21 porque lo contiene exactamente 7 veces.

De estos ejemplos se deduce también que **un número es divisor de otro cuando al dividir a éste el cociente o resultado de la división es exacto, es decir, que no queda resto alguno.**

5 es divisor de 45 porque $45 : 5 = 9$

7 es divisor de 21 porque $21 : 7 = 3$

Como a su vez:

9 es divisor de 45 porque $45 : 9 = 5$

3 es divisor de 21 porque $21 : 3 = 7$

DIVISIBILIDAD DE LOS NÚMEROS

Se dice que un número es **divisible** por otro cuando dividido por este otro número el resultado de la división es exacto, es decir, no deja resto alguno. Así, siguiendo con los ejemplos anteriores:

el número 45 es divisible por 5 y por 9

el número 21 es divisible por 3 y por 7

Por el contrario, el número 45 no es divisible por 7 ni el número 21 es divisible por 5, puesto que en las dos divisiones queda un resto:

$45 \mid 7$

3 6

$21 \mid 5$

1 4

A continuación estudiará usted unas reglas por las que es posible conocer directamente, es decir, sin necesidad de efectuar la división, si un número es divisible por 8 ó por 3 ó por 9 ó por 11.

CIFRAS PARES Y CIFRAS IMPARES

Se dice de un número que es **par** cuando al dividirlo por 2 el resto es cero y se llaman **impares** aquellos números que al dividirlos por 2 dan un resto que no es cero (el resto de los números impares al dividirlo por 2 es siempre 1).

De los números de una sola cifra son pares los siguientes: 2, 4, 6 y 8 y son impares el 1, el 3, el 5, el 7 y el 9.

CUANDO UN NUMERO ES DIVISIBLE POR 2 -

Un número es divisible por 2 cuando termina en cero o en cifra par. Así, por ejemplo, y tal como puede comprobarse, los números 4, 500, 38, 1660 y 158972 son divisibles por 2.

CUANDO UN NUMERO ES DIVISIBLE POR 3

Un número es divisible por 3 cuando la suma de los valores absolutos de sus cifras es un múltiplo de 3. Por suma de los valores absolutos de sus cifras se entiende la suma de las cifras que forman el número. Fíjese en este ejemplo:

El número 2337 es divisible por 3 porque $2 + 3 + 3 + 7 = 15$ y 15 es múltiplo de 3 puesto que, a su vez, $1 + 5 = 6$, exactamente el doble de tres.

Otro ejemplo:

El número 6864 es divisible por 3 porque $6 + 8 + 6 + 4 = 24$ y 24 es un múltiplo de 3, puesto que también $2 + 4 = 6$.

CUANDO UN NUMERO ES DIVISIBLE POR 5

Un número es divisible por 5 cuando su última cifra es 0 ó 5.

Ejemplos:

Los números 710, 420, 62620 y los números 715, 4235 y 620865 son divisibles por 5; los primeros, porque su última cifra es cero, y los otros, porque su última cifra es 5.

CUANDO UN NUMERO ES DIVISIBLE POR 9

Un número es divisible por 9 cuando la suma de los valores absolutos de sus cifras es 9 ó múltiplo de 9. Ya se ha dicho anteriormente que por la suma de los valores absolutos de sus cifras, se entiende la suma de las cifras que forman el número.

Así, por ejemplo, el número 7125453 es divisible por 9 porque la suma de sus cifras da un múltiplo de 9.

CUANDO UN NUMERO ES DIVISIBLE POR 11

Un número es divisible por 11 cuando la diferencia entre la suma de los valores absolutos de las cifras de lugar impar y los valores absolutos de las cifras de lugar par, es cero o un múltiplo de once. Para contar las cifras de lugar par y las cifras de lugar impar es indiferente empezar por la derecha o por la izquierda.

Esto parece a simple vista algo confuso, pero un ejemplo lo aclarará perfectamente. Sirva para este ejemplo el número 537432418864. Empezando por la izquierda se marcan con el número 1 todas las cifras de lugar impar, y con el 2 todas las cifras que ocupan un lugar par, es decir, con 1, la primera cifra, con 2 la segunda, con 1 la tercera, etc.

$$\begin{array}{cccccccccccc} 5 & 3 & 7 & 4 & 3 & 2 & 4 & 1 & 8 & 8 & 6 & 4 \\ (& 1 & 2 & 1 & 2 & 1 & 2 & 1 & 2 & 1 & 2 &) \end{array}$$

Se efectúa ahora la suma de las cifras que llevan el número 1, es decir, las cifras que ocupan los lugares impares:

$$5 + 7 + 3 + 4 + 8 + 6 = 33$$

Y por otra parte, se efectúa la suma de las cifras par que llevan el número 2, o sea las que ocupan los lugares pares:

$$3 + 4 + 2 + 1 + 8 + 4 = 22$$

La diferencia entre ambas sumas es $33 - 22 = 11$ y como 11 es múltiplo de 11, el número es divisible por 11.

tipo de sí mismo, es decir, lo contiene una vez, el número antes indicado es divisible por 1 1.

NÚMEROS PRIMOS

Llámase número **primo** al número que **sólo es divisible por sí mismo y por la unidad**. Por lo tanto, si se divide por otro número, la división no es exacta.

Ejemplos de números primos: 1 1, 89 y 971. Tal como puede comprobarse, cada uno de estos números sólo es divisible por sí mismo y por **la unidad**.

TABLAS DE NÚMEROS PRIMOS

Para mayor comodidad en los cálculos se dispone de tablas de números primos, es decir, se tienen ordenados en tablas todos los números primos comprendidos entre dos números determinados. Vea al final de la lección una de estas tablas en la que están relacionados los números primos comprendidos entre 1 y 1.000.

NÚMEROS COMPUESTOS

Todo número que no es primo procede de la multiplicación de números primos; por esta razón se dice que es un número **compuesto**. Así, por ejemplo, el número 21 es un número compuesto puesto que $3 \times 7 = 21$, como también lo es el número 169, puesto que $13 \times 13 = 169$. Compruebe en la tabla que los números 3, 7 y 13 son números primos.

DESCOMPONER UN NUMERO EN SUS FACTORES PRIMOS

Para efectuar la descomposición de un número compuesto en números primos (factores primos) se divide el número por su menor divisor primo, mayor que la unidad, es decir, el más pequeño sin ser precisamente el 1. El cociente o resultado de la división se divide, asimismo, por su divisor más pequeño y así sucesivamente hasta llegar a un cociente que sea 1. Para esta operación usted tendrá en cuenta las condiciones de divisibilidad, así como la tabla de números primos.

La disposición para efectuar más cómodamente la descomposición es

la siguiente: se escribe el número y se traza una línea vertical a la derecha del número. Al lado derecho de la línea trazada se van colocando uno debajo de otro los divisores más pequeños que se encuentran y al lado izquierdo los cocientes que se hayan obtenido.

Fíjese en los siguientes ejemplos y comprenderá fácilmente las explicaciones anteriores, así como la sencillez con que se resuelven estos cálculos.

1.º ejemplo:

Descomponer el número 840 en sus factores primos.

840	2
420	2
210	2
105	3
35	5
7	7
1	

Comprobación:
 $2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 5 \times 7 = 840$

El proceso que se ha seguido es el siguiente:

El número 840, recordando las condiciones de divisibilidad, es divisible por 2 y por 5, pero como que 2 es el divisor más pequeño y superior a 1, se ha tomado el 2; al dividir 840 por 2 se obtiene el cociente 420, el cual también es divisible por 2, resultando un nuevo cociente; este nuevo cociente es 210, que dividido también por 2 da el cociente 105; 105 es divisible por 3 y por 5, pero se escoge el 3 por ser el divisor más pequeño; el cociente obtenido con la nueva división es 35, que al dividirlo por 5 da el resto 7; ahora bien, este número es número primo, tal como puede comprobarse en la tabla y como los números primos son solamente divisibles por sí mismo y por la unidad, se ha escogido el 7 con el cual se ha obtenido el resto 1. **Así, pues, se han ido sacando divisiones hasta llegar a un número primo.** Al llegar a éste la operación se acaba dividiéndose dicho número por sí mismo.

2.º ejemplo:

Descomponer el número 2535 en sus factores primos.

2535	3
845	5
169	13
13	13
1	

De esta descomposición, resulta que el número $2535 = 3 \times 5 \times 13 \times 13$. Observe que los divisores no siempre son de una sola cifra. Cuando un número no es divisible por un número primo de una sola cifra y dicho número no figura en la tabla de números primos, debe buscarse un factor primo de más cifras. Este es el caso del número 169.

COMÚN DIVISOR

Se llama **común divisor** de varios números, al **número que puede dividirse a todos ellos**. Para hallar el común divisor de varios números se descomponen éstos en sus factores primos y el común divisor será el número que se encuentra en todas las descomposiciones de los números.

Ejemplo:

Hallar el común divisor de los números 68, 16, 46 y 106

68	2	16	2	46	2	106	2
34	2	8	2	23	23	53	53
17	17	4	2	1		1	
1		2	2				

Como puede verse; el número que está en todas las descomposiciones es el 2; por lo tanto, el 2 es el común divisor de los números 68, 16, 46 y 106.

MÁXIMO COMÚN DIVISOR

El máximo común divisor de varios números es el número mayor con el que puede dividirse de forma exacta a todos ellos. Abreviadamente se escribe m. c. d.

En un ejemplo se explicará cómo se procede para hallar el máximo común divisor de varios números.

Hallar el **mcd** de los números 996 y 288.

Primeramente se descomponen en sus factores primos:

996	2	288	2	
498	2	144	2	
249	3	72	2	
83	83	36	2	996 = 2x2x3x83
1		18	2	288 = 2x2x2x2x2x3x3
		9	3	
		3	3	
		1		

Los factores 2 y 3 se encuentran en las dos descomposiciones; se mira el **mínimo** de veces que estos factores se encuentran en las dos descomposiciones-. El 2 se encuentra sólo dos veces en el 996 y el 3 una sola vez también en el 996. Sin embargo en el número 288 el 2 y el 3 se encuentran cinco, y dos veces respectivamente. Por lo tanto, se tomarán dos veces el número 2 y una vez el 3. Se efectúa ahora la multiplicación $2 \times 2 \times 3$ y el resultado es el **m.c.d.** de los números 996 y 288:

$$2 \times 2 \times 3 = 12$$

12 es, pues, el **m.c.d.** de los números 996 y 288. Compruebe que divididos los dos números por 12 las dos divisiones son exactas:

996	12	288	12
036	83	048	24
00		00	

Con este ejemplo queda entendido **que para hallar el máximo común divisor de varios números se descomponen éstos en sus factores primos y el m.c.d. será el producto de multiplicar entre sí los distintos factores primos que sean comunes a todas las descomposiciones, tomados cada uno de ellos, un número de veces igual al de la descomposición en que estén menos veces.**

Otro ejemplo:

Determinar el máximo común divisor de los números 5940, 2520 y 396.

5940	2	2520	2	396	2
2970	2	1260	2	198	2
1485	3	630	2	99	3
495	3	315	3	33	3
165	3	105	3	11	11
55	5	35	5	1	
11	11	7	7		
1		1			

$$5940 = 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times 3 \times 5 \times 11$$

$$2520 = 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times 5 \times 7$$

$$396 = 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times 11$$

Los factores que son comunes a los tres números son el 2 y el 3; puesto que de los otros el 5 falta en el número 396, el 7 falta en los números 5940 y 396 y el 11 falta en el 2520.

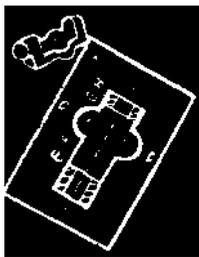
Los números menores de veces en que se encuentran los factores comunes son: dos veces el 2 en el número 5940 y en el 396 y dos veces el 3 en el 396; por lo tanto el **m.c.d.** buscado será *

$$\text{m.c.d.} = 2 \times 2 \times 3 \times 3 = 36$$

NÚMEROS PRIMOS DEL 1 AL 1.000

TABLA 1

	109	271	449	641	829
2	113	277	457	643	839
3	127	281	461	647	853
5	131	283	463	653	857
7	137	293	467	659	859
11	139	307	479	661	863
13	149	311	487	673	877
17	151	313	491	677	881
19	157	317	499	683	883
23	163	331	503	691	887
29	167	337	509	701	907
31	173	347	521	709	911
37	179	349	523	719	919
41	181	353	541	727	929
43	191	359	547	733	937
47	193	367	557	739	941
53	197	373	563	743	947
59	199	379	569	751	953
61	211	383	571	757	967
67	223	389	577	761	971
71	227	397	587	769	977
73	229	401	593	773	991
79	233	409	599	787	997
83	239	419	601	797	
89	241	421	607	809	
97	251	431	613	811	
101	257	433	617	821	
103	263	439	619	823	
107	269	443	631	827	



interpretación de planos

LECCIÓN

1

PLANOS

Para que en un taller mecánico pueda construirse una pieza es necesario saber qué forma debe tener la pieza. Si se tuviera una pieza de muestra y el mecánico pudiese ver en ella todos los detalles de su construcción y tomar sus medidas, indudablemente podría construir otra igual. Pero en muchos casos no se puede tener una muestra porque nunca se ha fabricado otra pieza como la que se quiere y en otros casos, que son la mayoría, el mecánico no puede apreciar los detalles de la pieza de muestra o el apreciarlos y el tomar las medidas le ocuparían mucho tiempo y correría el riesgo de equivocarse.

Para, evitar los inconvenientes que presenta el trabajar con una pieza de muestra es preferible trabajar teniendo como muestra **un dibujo de la pieza** en el que se vea la forma que debe tener y en el que se indiquen las medidas y los detalles de su construcción; en algunos casos bastaría con un dibujo como el que se muestra en la figura 1, que representa una pieza redonda de 30mm de grueso y 150 mm de largo; sin embargo, este sistema no serviría para una pieza muy complicada y aún en el caso tan simple como el de la figura el operario podría dudar de si es completamente cilíndrica (de igual grueso toda ella) o si es ovalada o cónica. Es, pues, necesario que los dibujos estén hechos de manera que no puedan confundirse y no quepa equivocación ni duda de cómo ha de

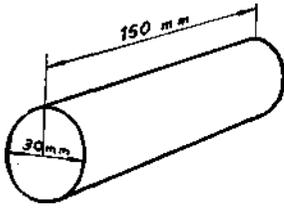


Figura 1

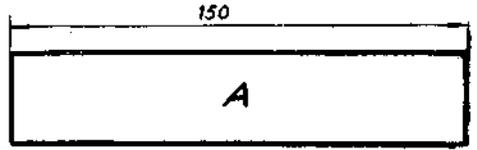


Figura 2

ser la pieza que representan; para ello el dibujo debe estar hecho de una manera especial. Por ejemplo, la pieza de la figura 1 se dibujará en la forma que se muestra en la figura 2. A esta forma especial de dibujos se les llama **planos**.

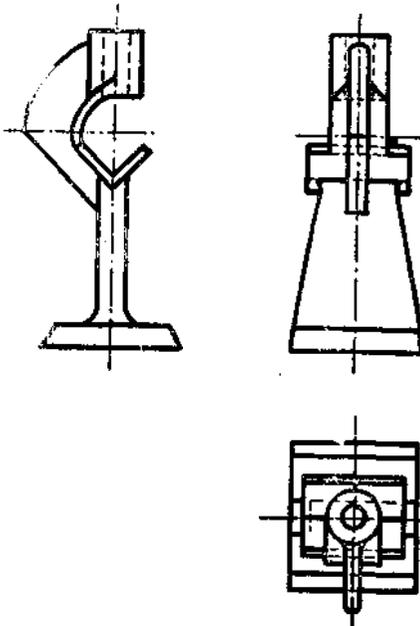


Figura 3

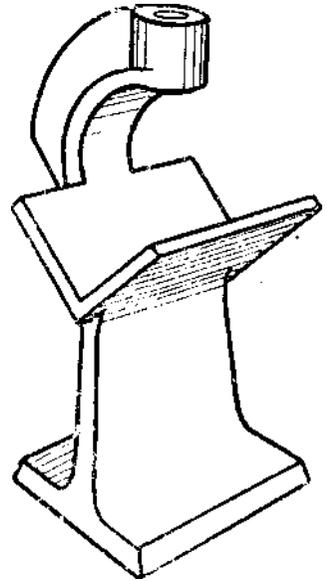


Figura 4

Así, pues, los **planos** son unos dibujos hechos de modo especial para representar la forma que debe tener una pieza, sus medidas y los detalles de su construcción.

Mientras que cualquier persona puede ver y comprender en un dibujo hecho como el de la figura 1 la forma aproximada de la pieza, para "**verla**" en un plano es necesario conocer el modo especial empleado para representar las piezas en esta clase de dibujos y es muy difícil, por ejemplo, que una persona que no haya visto ni manejado planos, vea que la pieza representada en el plano de la figura 3 tiene la forma que se muestra en la figura 4.

El operario debe conocer cómo se representan las piezas en los planos, para saber en éstos la forma, las medidas y los detalles de la pieza dibujada en el plano; a esto se le llama **leer un plano** o **interpretar un plano**.

COMO SE REPRESENTA UNA PIEZA EN UN PLANO

Una pieza en un plano se representa por una o varias figuras que se llaman vistas de la pieza; en la figura 2 se ve que la pieza de la fig. 1 se ha representado por dos figuras; un rectángulo A y una circunferencia B; en la figura 3 se ve que la pieza de la figura 4 se ha representado con tres figuras.

Si se mira una pieza por un lado cualquiera, como se muestra en la figura 5, se verá una figura formada por los bordes y las aristas o cantos vivos que se ven desde este lado; en este caso, la figura que se vería será la que se muestra en la figura 6, o sea un cuadro. Si se mira la misma pieza por otro lado, como se muestra en la figura 7, la figura formada por los bordes de la pieza tendrá otra forma, que en este caso será la que se muestra en la figura 8, o sea un rectángulo; estas figuras son lo que se llaman **vistas de una pieza**.

La vista de la pieza de la figura 9, cuando se mira como se muestra en dicha figura 9, tendrá una forma como la de la figura y cuando se mira por otro lado (B en fig. 9), su vista tendrá una forma como la que se muestra en la figura 11.

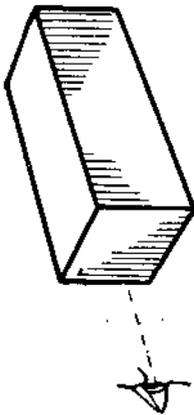


Figura 5

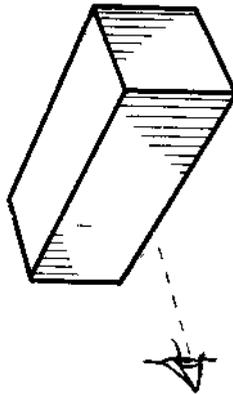


Figura 7

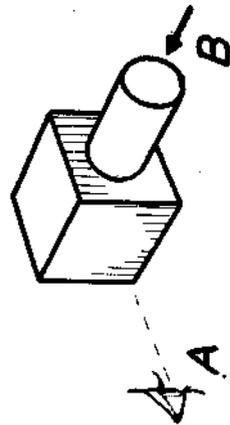


Figura 9

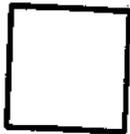


Figura 6



Figura 8

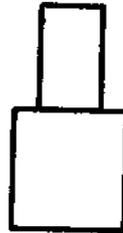


Figura 10

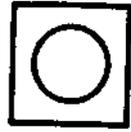


Figura 11

En las láminas 1 y 2 se presentan varias piezas distintas y las **vistas** de las mismas correspondientes a cada uno de los lados que indican las flechas, es decir las vistas de las piezas mirándolas por las caras A, B y C que señalan las flechas.

Las vistas de las piezas se trazan en los planos como si las líneas de los bordes o aristas se trasladasen al papel guardando las mismas distancias que tienen en la pieza, como se muestra en la figura 12. A las vistas así trazadas se les llama también **proyecciones de la pieza**.

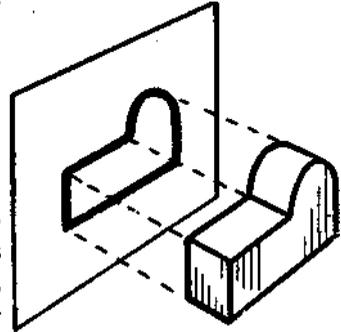


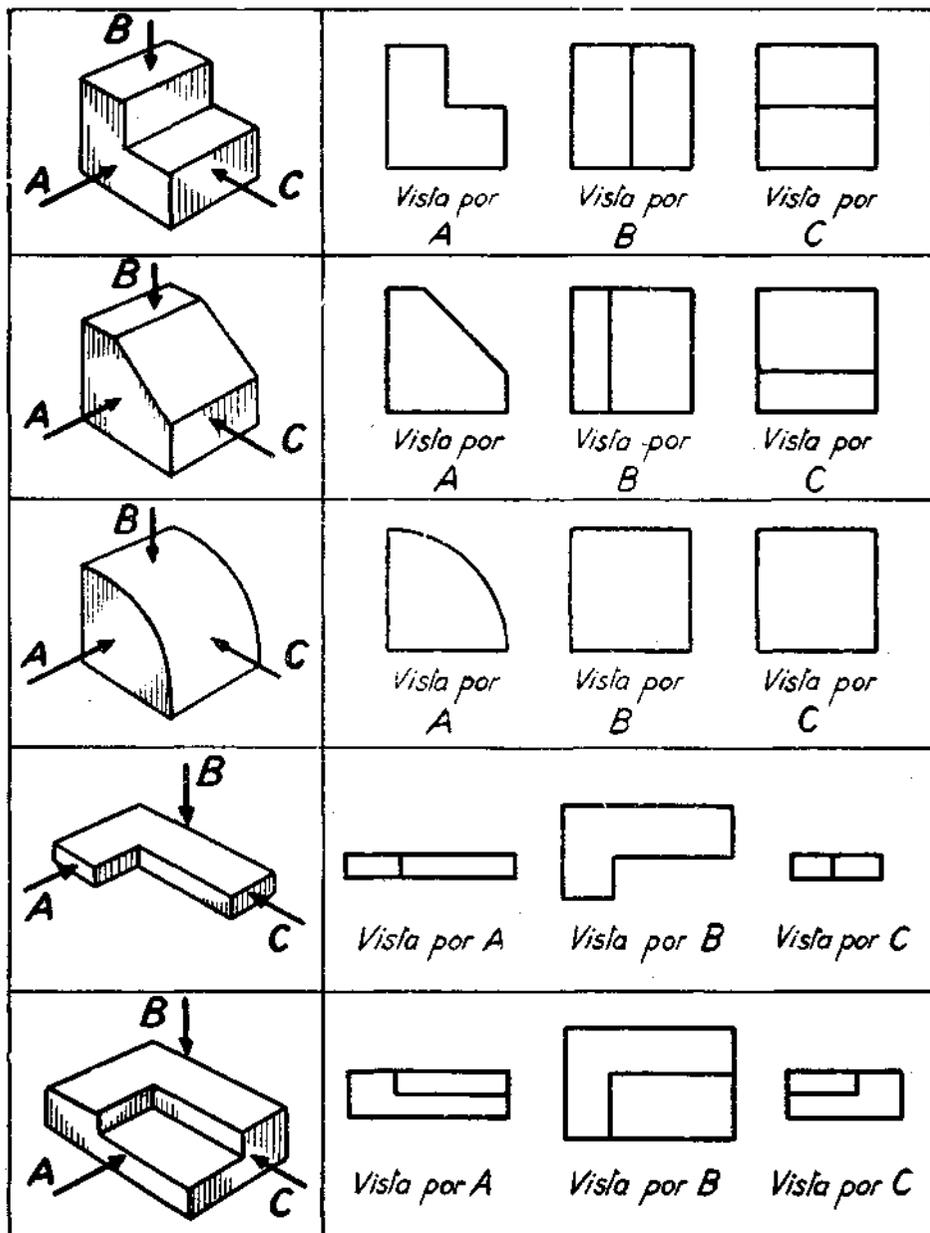
Figura 12

En los planos para representar una pieza se pone el mínimo número de vistas necesario para que no haya confusión de cómo es su forma. En algunos casos, como en el de las figuras 1 y 2, basta con dos vistas; en otros, con tres como el de las figuras 3 y 4, y cuando las piezas son muy complicadas son necesarias más de tres vistas, como tendrá usted ocasión de ver más adelante en otras lecciones de esta asignatura.

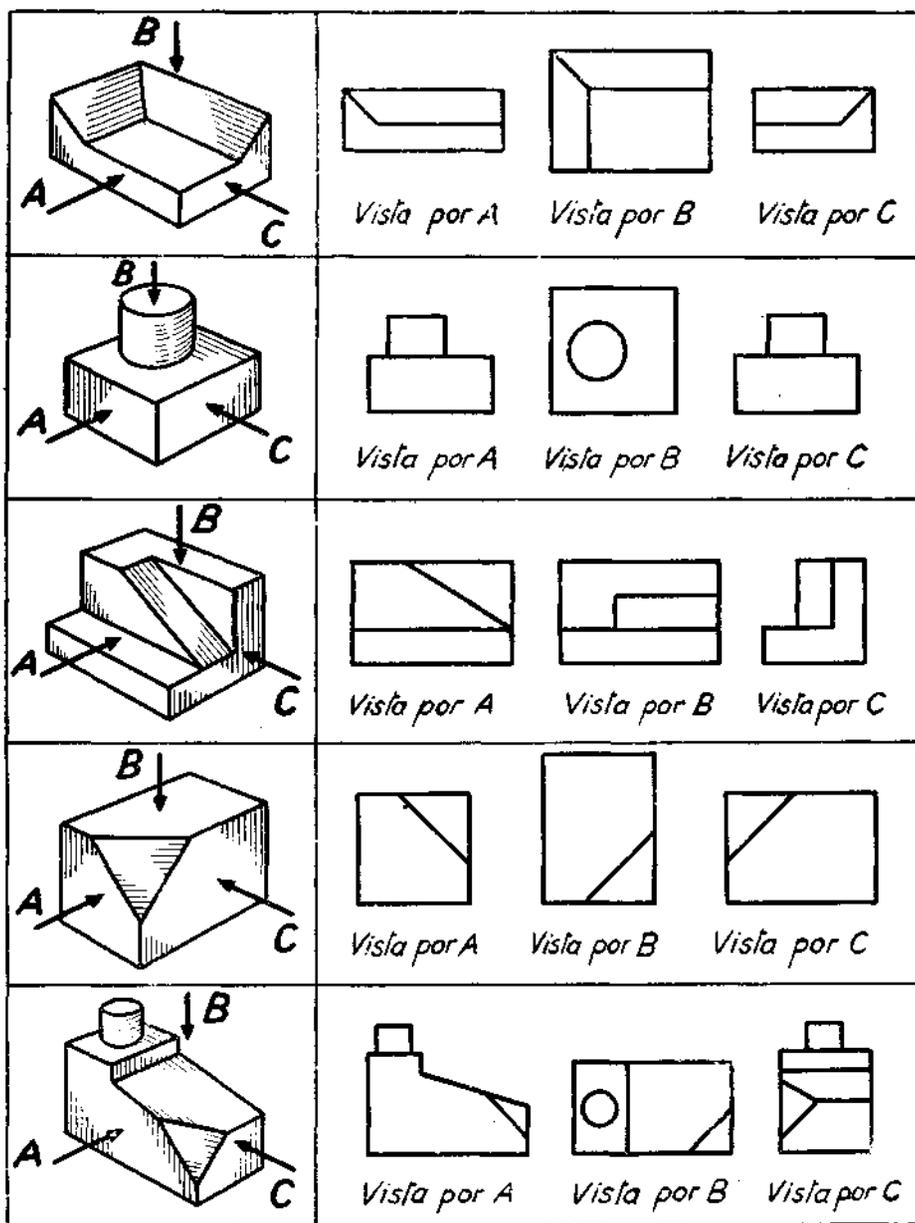
POSICIÓN DE LAS VISTAS EN EL PLANO

En los párrafos anteriores ha podido ver usted cómo una pieza se representa en el plano por sus vistas o proyecciones. Si tiene en cuenta que el plano es en realidad una muestra dibujada de la pieza y que este dibujo lo hace una persona (el delineante o el proyectista), que sabe cómo es la pieza, para que la construyan otras personas que no saben cómo es hasta que no ven el plano, comprenderá fácilmente que es necesario que en el plano se indique desde qué lados se mira la pieza para obtener cada una de las vistas; es decir, si una de las vistas es la pieza mirada **de frente, por la derecha, por la izquierda, por arriba, por debajo o por detrás**. Esto podría indicarse simplemente con letreros, como se muestra en la figura 13, cuyas vistas corresponden a la pieza de la figura 14, pero esto obliga a un esfuerzo para comprender la forma que tiene la pieza. Por **tal razón se ha acordado el colocar las vistas en los planos siempre en el mismo orden**. A continuación se va a ver cómo está establecido el orden de las vistas en el plano.

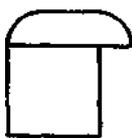
En primer lugar se escoge una vista de la pieza procurando que sea la más importante, porque sea la mayor o porque en ella se vean los detalles importantes de la pieza; por ejemplo, de las vistas de la figura 13 se



LAMINA 1



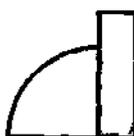
LAMINA 2



Vista por arriba



Vista de frente



Vista por la derecha

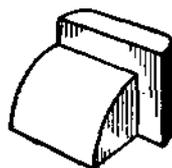


Figura 13

Figura 14

podría tomar la indicada como vista de frente. La vista así escogida se llama **vista principal** y también se le dan los nombres de **vista de frente y de alzado**. Así, al decir cualquiera de estos nombres se debe recordar que se refieren a la vista principal; por ejemplo, si se dice alzado de una pieza o vista de alzado, es lo mismo que vista principal.

Alrededor de la vista principal se colocan las otras vistas en el siguiente orden (véase figura 15):

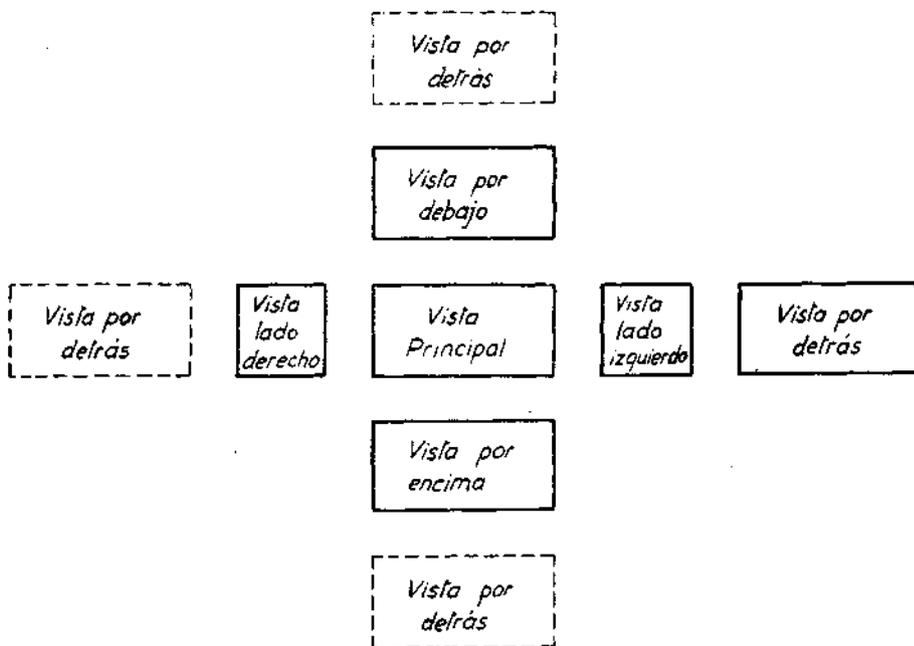


Figura 15

A la derecha de la vista principal se coloca la vista por el **lado izquierdo** de la pieza.

A la izquierda de la vista principal se coloca la vista por el **lado derecho** de la pieza.

Debajo de la vista principal, la vista **por encima** de la pieza.

Encima de la vista principal, la vista **por debajo** de la pieza.

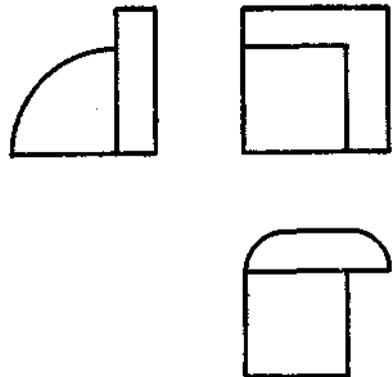
La **vista por detrás** se puede colocar en cualquiera de los cuatro lugares siguientes:

Debajo de la vista por encima, encima de la vista por debajo, a la derecha de la vista por la izquierda, o a la izquierda de la vista por la derecha; se dibujan en una u otra posición según el tamaño de la pieza y el del plano, pero lo más corriente es que se dibuje **a la derecha de la vista por la izquierda**.

En la figura 15 se muestra la forma de colocar las vistas en un plano y en la figura 16 se muestran ordenadas las vistas de la figura 13 correspondientes a la pieza de la figura 14 (compruébelo viendo las figuras 13, 14 y 16).

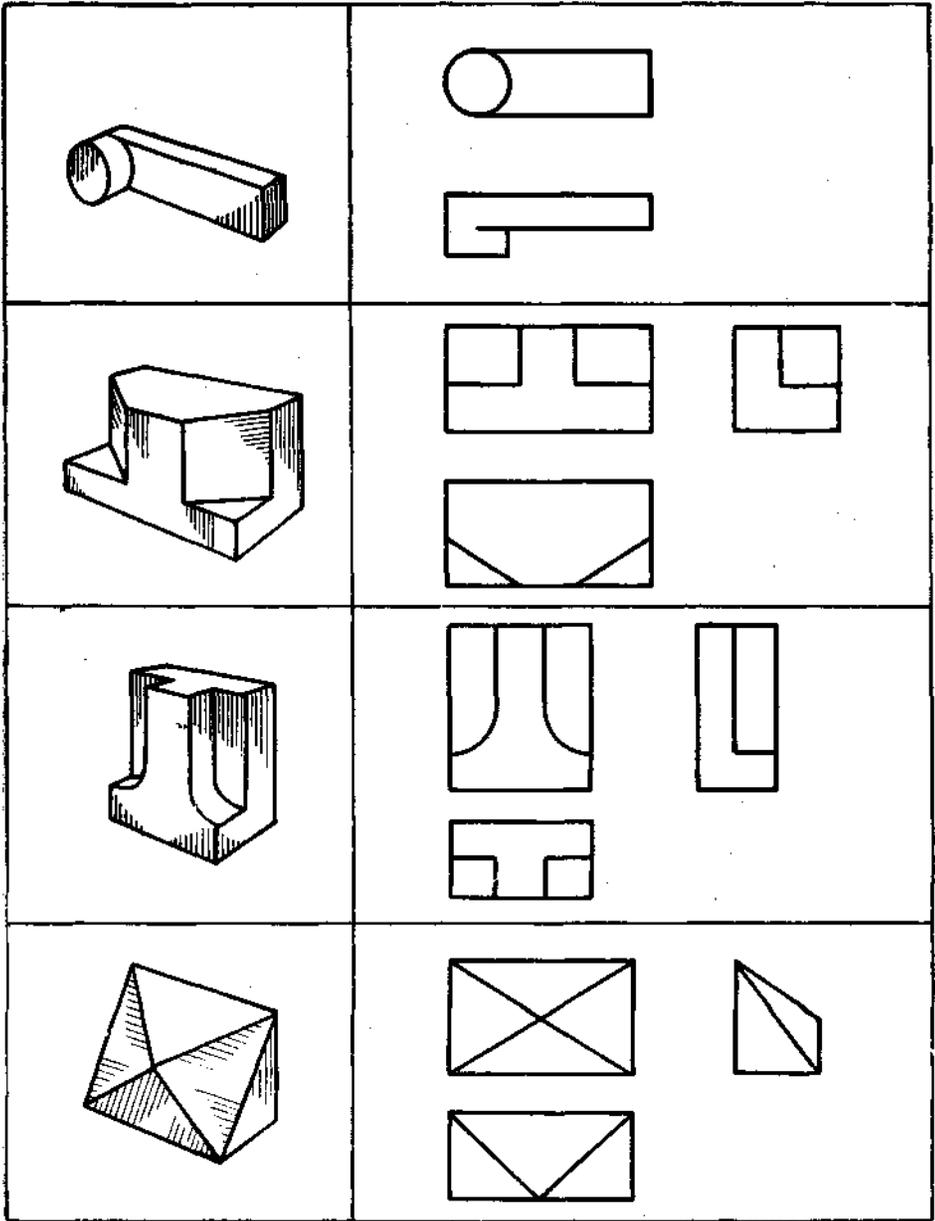
No olvide usted nunca que en un plano pueden no estar todas las vistas de una pieza, pues para mayor facilidad del dibujo y mayor claridad del plano sólo se ponen las que son necesarias para que se sepa cómo es la pieza, pero siempre las vistas que haya en el plano se colocan en el orden que se acaba de ver.

EJEMPLOS DE VISTAS Y SU DISPOSICIÓN CORRECTA



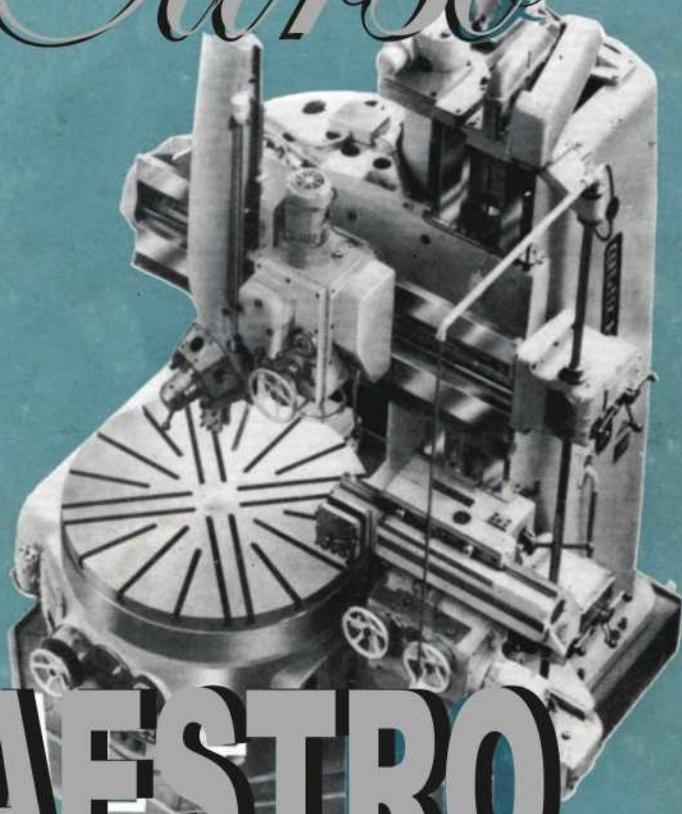
Para que usted pueda comprender mejor lo estudiado en esta lección, en la lámina número 3 se presentan una serie de piezas y las vistas necesarias para su representación en el plano, ordenadas correctamente.

Figura 16



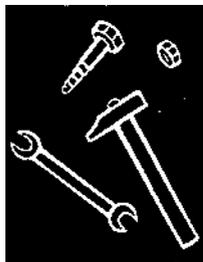
LAMINA 3

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 2



conocimientos generalesdemecánica

LECCIÓN

2

COBRE

El cobre es un metal de color amarillo calabaza, que es muy utilizado en los aparatos eléctricos.

Tiene la particularidad de que no se oxida como ocurre con el hierro y el acero. Es muy resistente a la **tracción**, esto es, cuesta mucho romperlo estirando.

Para tener idea exacta del metal cobre, sólo tenemos que examinar un cable de conducción de electricidad. Los hilos que conducen electricidad son de cobre, así como las piezas interiores de los aparatos eléctricos a través de los cuales ha de pasar la electricidad. Las monedas antiguas solían ser de cobre.

El cobre tiene la propiedad de ser el metal mejor conductor de la corriente eléctrica, es decir, el que con más facilidad la deja pasar

El cobre es un metal muy caro, por lo que en mecánica se suele emplear muy poco en estado puro, esto es, cobre solo; son empleados en gran escala las aleaciones de cobre, de las cuales las más importantes son el **latón** y el **bronce**.

LATÓN

El latón es una aleación de cobre y cinc. Según la proporción que se ponga de estos dos metales se tendrá una u otra clase de latón.

El latón rojo tiene un 90 % de cobre y un 10 % de cinc. A medida que se le va poniendo más cinc, se obtiene el latón de un tono amarillo más claro. El latón amarillo normal tiene un 70 % de cobre y un 30 % de cinc. También se le pone algo de plomo para que sea más fácil de mecanizar, ya que se hace algo más blando.

BRONCE

Se da el nombre de bronce a las aleaciones de cobre y estaño, aunque a veces tengan estas aleaciones otros metales, como plomo, cinc, fósforo, hierro, etc., en pequeñas cantidades.

Las clases de bronce son muy numerosas, según la proporción de cobre y estaño que haya en la aleación.

BRONCE CAÑÓN

El bronce cañón con 90 % de cobre y 10 % de estaño era un bronce que se utilizaba antiguamente para hacer cañones y que ahora se utiliza para hacer válvulas, cojinetes y toda clase de piezas que hayan de resistir grandes esfuerzos y que no deban oxidarse.

BRONCE FOSFOROSO

El bronce fosforoso, que tiene una pequeña cantidad de fósforo, es muy utilizado en mecánica para cojinetes de ejes, como veremos en esta misma lección.

METAL BLANCO O DE ANTIFRICCIÓN

El metal blanco o metal de antifricción, como indica su nombre es un bronce muy blanco utilizado para cojinetes que deben soportar grandes esfuerzos sin desgaste. Contiene cobre, estaño y antimonio.

ALUMINIO

Este metal es cada día más utilizado. Es blanco brillante y muy poco pesado, propiedad ésta que es la que hace que sea más útil cada día.

Aparte de pucheros, cacerolas y toda clase de elementos de cocina, su utilidad en mecánica es muy grande.

Las piezas que no han de resistir grandes esfuerzos se tienden a hacer de aluminio, ya que el mecanizado es mucho más rápido. Por otra parte el hecho de que es bastante resistente y pese poco, hace que sea muy empleado en aviación y otras aplicaciones donde el peso propio de las piezas es una cuestión muy importante.

Modernamente los aviones van teniendo cada vez más elementos de aluminio. Si se observa un avión moderno que le dé el sol, se le verá brillar debido a que las chapas con que están construidas las alas y fuselaje son de aluminio.

MODO DE FUNDIR UNA PIEZA

Cuando se quiere hacer una pieza de fundición, lo primero que se hace es fabricar una pieza de madera igual a la que queremos y que se llama **modelo**. En la figura 8, vemos un modelo para fundir una rueda.

Una vez fabricado el modelo de madera se moldea en una caja llamada **caja de moldeo**, la cual está llena de arena, que se aprieta fuertemente alrededor del modelo. Esta caja está formada por dos partes (ver la fig. 9), y al moldear la pieza se hace coincidir de modo que quede la mitad del modelo en una media caja y la otra mitad en otra media caja. De este modo, separando las dos mitades de la caja, se puede sacar el modelo de madera que sirve para fundir otras piezas, quedando, al volver a juntar las dos medias cajas, tal como indica la figura 9. Como la arena está muy apretada no se cae al abrir y cerrar

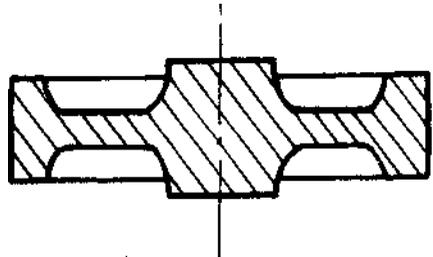


Figura 8. — Modelo de madera para fundir una pieza.

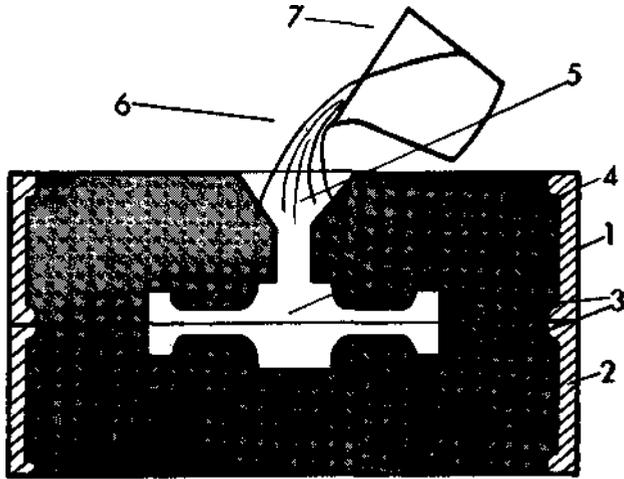


Figura 9. — Sistema de moldear y fundir una rueda como la de la figura 8; 1, parte superior de la caja de moldeo; 2, parte inferior de la caja de moldeo; 3, arena de moldeo; 4, hueco dejado por el modelo de la pieza después de sacarlo; 5, agujero por donde se echa el hierro líquido; 6, hierro fundido líquido; 7, cazo para echar el hierro líquido.

Se le hace, además, un agujero, 5, por el cual se echa el hierro fundido que llena todo el hueco

Una vez enfriado el hierro, como ya está sólido, se abre la caja, se quita la arena y se encuentra la pieza tal como se ve en la figura 10.

Para tener la pieza ya lista de fundición, se corta por A, quedando la pieza tal como queríamos.

El trozo que se corta y sobra se llama **colada**, y la parte A, de donde se corta, hay que vigilarla mucho, ya que suele tener **poros** que pueden hacer que la pieza no sirva. El operario que mecaniza una pieza en fundición deberá ver si tiene poros

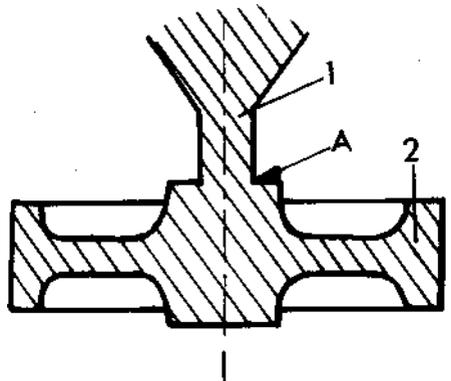


Figura 10. — La rueda de la figura 9, una vez sacada del molde de arena. — 1. Colada. — 2. Pieza.

a medida que la va mecanizando, ya que si los tiene, la pieza se debe tirar y por tanto, no se debe terminar de mecanizar.

Se llaman **poros de fundición** a unos agujeros que suelen ser pequeños, formados al fundir la pieza, bien porque queda aire o arena dentro del hierro líquido antes de endurecerse.

El operario debe observar estos poros, ya que, caso de que tengan arena estropean las herramientas.

También se debe tener en cuenta en las piezas fundidas, que la superficie exterior es mucho más dura y algunas veces suele tener pegados granitos de arena que estropean el filo de las herramientas. Para estos casos, como veremos más adelante, se mecaniza primero con una herramienta la capa de fuera, que es más dura, y después se hace el mecanizado normal necesario con otra herramienta. Estas operaciones se llaman de **desbaste** la primera y de **acabado** la segunda, como veremos más adelante.

PIEZAS DE ACERO FUNDIDO O DE OTRO MATERIAL

El sistema de fundir las piezas es igual al descrito para el hierro fundido, sólo que en lugar de echar hierro líquido fundido, se echa acero fundido, aluminios, bronce, o el metal que queramos.

PIEZAS FORJADAS

Son piezas forjadas, aquellas a las cuales se les da forma a «base de golpearlas calentándolas. Este sistema es el mismo que emplean los herreros para hacer una herradura u otra pieza cualquiera. Cuando se quieren hacer piezas muy grandes, en lugar de golpear con un martillo, se golpea mediante máquinas de golpear llamadas **martinetes**.

Las piezas forjadas tienen la ventaja de que son mucho más fuertes que las fundidas, pero son más caras, y hay algunas piezas complicadas que, por tener agujeros interiores, no es posible hacer por el forjado.

PIEZAS ESTAMPADAS

Cuando se necesita hacer una pieza con una forma determinada en material forjado y que sea mejor terminada que con la forja, o bien que se necesitan hacer muchas piezas, se recurre a hacerlas **estampadas**.

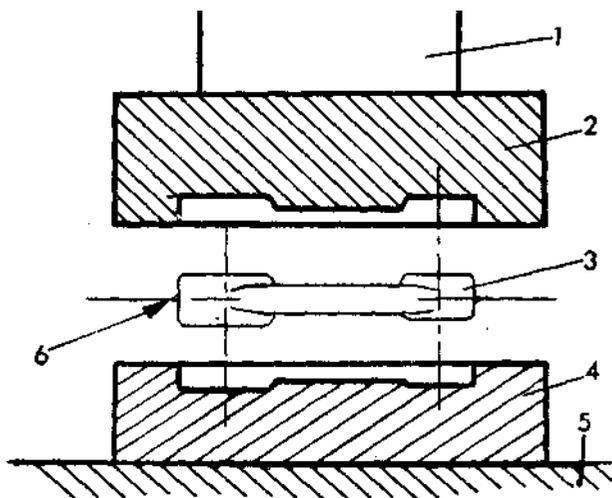


Figura 11.—Forma de estampar una pieza.—1. Brazo de la prensa.—2. Parte superior de la matriz.—3. Pieza estampada.—4. Parte inferior de la matriz.—5. Mesa de la prensa.—6.Rebabas.

Para ello se hace una **matriz** o **estampa** (de las dos formas se llama), que dividida en dos partes tenga la forma de la pieza.

Estudiemos, para más claridad, la figura 1 1.

Se quiere estampar una pieza como la 3 de la figura 1 1. Se hace una matriz o estampa dividida en dos partes: la superior (2) y la inferior (4), las cuales tienen cada una la forma de media pieza. Si ponemos entre ambas un trozo de acero caliente y las juntamos fuertemente con una máquina muy potente llamada **prensa**, el trozo de acero caliente tomará la forma de las matrices formando una pieza como la 3, ya que el acero caliente sometido a una fuerza tan grande, es como si fuese de cera y se desparrama por todo el hueco.

Las prensas de estampar piezas de acero, tienen a veces fuerza de un millón de kilos y más.

Alrededor de las piezas estampadas quedan unas **rebabas** por la parte en que se unen las dos mitades de la matriz. Estas rebabas hay que tenerlas en cuenta al mecanizar la pieza, ya que suelen ser muy duras y pueden estropear las herramientas.

Se llaman **rebabas**, en general, al material que queda al efectuar algunas operaciones en el acero u otro material. Este material tiene la

forma de babas o barbas, por lo cual se le da el nombre de rebabas o rebarbas.

Si nosotros rasgamos un papel con la mano, queda en el borde una especie de barba irregular; esto hecho en el hierro o material de que trate, son las rebabas, que tienen esta misma forma.

Hay que tener cuidado con las rebabas, que suelen producir cortes en las manos si se manejan las piezas sin mirar si hay o no rebabas.

ROZAMIENTO

Si nosotros ponemos una piedra encima de una roca y la empujamos, tendremos que hacer un cierto esfuerzo para moverla. Esto es debido a que la piedra roza contra la roca, es decir, hay **rozamiento** entre la piedra y la roca. Cuanto más pese la piedra más costará moverla, esto es, habrá más rozamiento.

Exactamente lo mismo ocurre con las piezas en Mecánica. Al deslizarse una encima de otra, hay un rozamiento que tiende a impedir este deslizamiento.

El rozamiento produce calor. En efecto, si nosotros deslizamos la piedra sobre la roca varias veces, veremos como se calientan las superficies de roce.

En Mecánica, el calor producido por el rozamiento hace que las piezas se **dilaten**, esto es, se **ensanchen**, haciendo que se atasquen y no se puedan mover. Esto es lo que se llama en mecánica **agarrotarse** las piezas. Esto debe evitarse, ya que estropea las piezas y, por tanto, las máquinas.

El rozamiento nunca se puede hacer desaparecer, pero lo que sí se puede hacer es disminuirlo considerablemente. Para ello se emplean varios procedimientos. El más normal es el del **engrase**. Esto es, se pone aceite o grasa en las superficies que rozan y disminuye el rozamiento.

En efecto, si en el ejemplo que pusimos al principio ponemos grasa o aceite entra la piedra y la roca, veremos que resbala con mayor facilidad.

El rozamiento también varía según los materiales que rozan entre sí. Es decir, si en lugar de mover la piedra rozando sobre una roca, la movemos rozándola contra una chapa de hierro, veremos que cuesta menos de resbalar. Lo mismo ocurre en las máquinas; según los materiales que rocen, hay más o menos rozamiento.

En la figura 12 vemos un eje de acero, que debe girar sobre dos

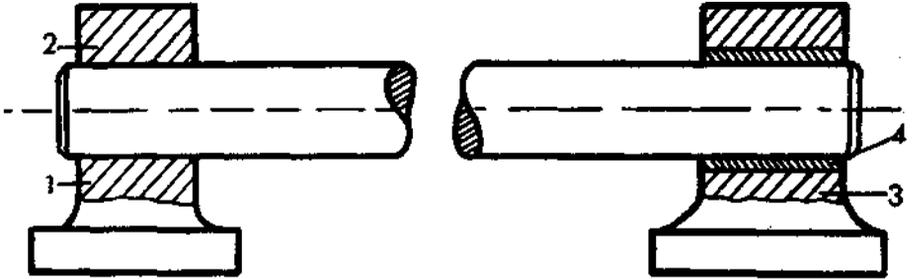


Figura 12.— Soportes de un eje que gira. —1. Soporte de fundición. —2. Eje de acero. —3. Soporte de fundición. —4. Cosquillo de bronce fijo al soporte.

soportes. En el soporte 1, el eje de acero gira directamente sobre el soporte de fundición. Aquí habrá un gran rozamiento, ya que el acero rozando con la fundición da mucho rozamiento y es fácil que se agarrote.

En el soporte 3, se ha colocado un casquillo, 4, de bronce entre la fundición del soporte y el acero del eje, de modo que el eje gire sobre el bronce. Aquí habrá poco rozamiento, ya que el acero rozando con el bronce da poco rozamiento.

El casquillo 4 de la figura 12 es lo que se llama en mecánica un **cojinete de bronce**.

En general, todas las piezas que se colocan para disminuir el rozamiento, se llaman **cojinetes**.

COJINETES DE BOLAS

Los cojinetes de bronce tienen la ventaja de que son baratos y fáciles de mecanizar, pero, sin embargo, no resisten grandes cargas,

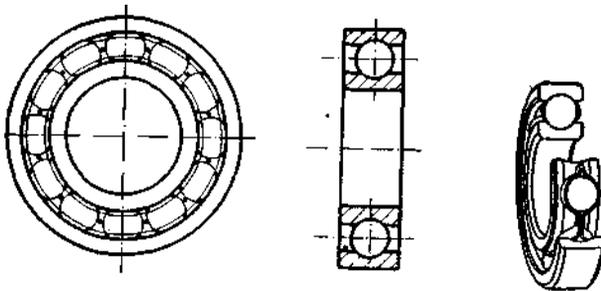


Figura 13.— Cojinete de bolas normal, de una hilera de bolas.

esto es, si se les somete a trabajos muy fuertes no duran mucho, ya que se desgastan en seguida.

Debido a esto, las máquinas modernas van provistas de **cojinetes de bolas o de rodillos**.

Son cojinetes de bolas unas piezas como las de la figura 13, construidas con aceros especiales muy duros y de difícil desgaste. Constan, como se ve, de dos aros, uno exterior y otro interior, entre los cuales hay colocadas una serie de bolitas de acero sobre las cuales se apoyan y giran los aros. Tanto las bolas como los aros están mecanizados con mucha exactitud y precisión, teniendo las superficies de contacto muy finas, sin una sola raya.

En la figura 14 vemos el empleo de un cojinete de bolas para el apoyo del extremo de un eje.

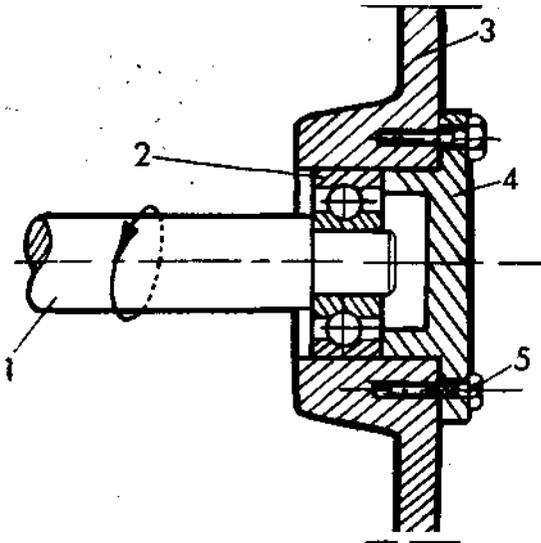


Figura 14.— Detalle del apoyo de un eje 1, en un bastidor de fresadora 3, mediante un cojinete de bolas 2. — 1. Eje que gira.— 2. Cojinete de bolas. — 3. Soporte fijo.— 4. Tapeta fijación cojinete. — 5. Tornillos fijación tapeta.

Además de los cojinetes de una hilera de bolas como el de la figura 13, hay también de dos hileras de bolas como el de la figura 15, de rodillos cilíndricos como el de la figura, 16, y de rodillos cónicos como el de la figura, 17.

El de rodillos cónicos tiene la ventaja de que puede soportar, ade-

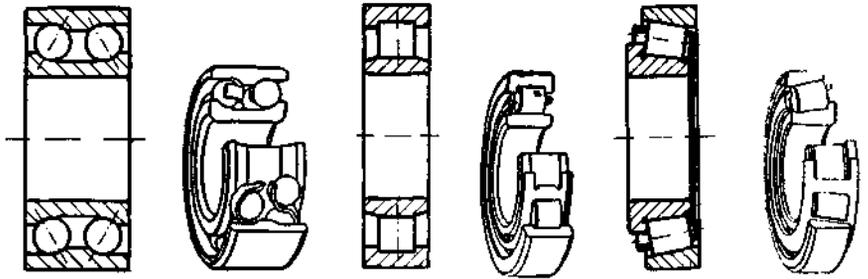


Figura 15. — *Cojinete de doble hilera de bolas.* *Figura 16.* — *Cojinete de rodillos cilindricos.* *Figura 17.* — *Cojinete de rodillos cónicos.*

más de los esfuerzos normales que aguantan los otros cojinetes, grandes esfuerzos en sentido de la fuerza, F (ver fig. 17). También tienen la ventaja de que cuando se desgastan se pueden volver a ajustar desplazando el arco interior en sentido de la fuerza F , volviéndose a poder utilizar. En cambio, los demás cojinetes se desgastan y hay que tirarlos.

Todos los cojinetes de todas clases es preciso engrasarlos. Los cojinetes de bolas y de rodillos necesitan muy poco engrase, pero no pueden trabajar sin grasa o aceite porque se estropean.



técnica torneado

LECCIÓN

2

TRABAJO DE CILINDRADO

En la lección anterior usted estudió la denominación de las principales operaciones que pueden hacerse en el torno; la más importante de estas operaciones y, en realidad, la que motivó la invención del torno, es la operación de **cilindrar**.

Usted recuerda que se llama cilindrado a la construcción en el torno de superficies completamente cilíndricas, siempre que estas superficies sean exteriores, es decir, las partes de fuera de las piezas.

Vea en la figura 39 la formación de una superficie cilíndrica o, lo que es lo mismo, una operación de cilindrado, puesto que así se denomina indistintamente toda operación de este tipo que se realice en el torno, sea la pieza del tamaño que sea, así como la herramienta empleada.

La única diferencia que es necesario indicar en todo trabajo de cilindrado es si ha de ser **acabado** o de **desbaste**, es decir, si ha de quedar una superficie fina o de acabado o bien con una superficie basta o de desbaste. Más adelante estudiará cómo se procede en uno y otro caso; sepa ahora la conveniencia de esta indicación, pues podría ocurrir que unas piezas que requiriesen un cilindrado fino quedaran inutilizadas si se las dejara con una superficie basta.

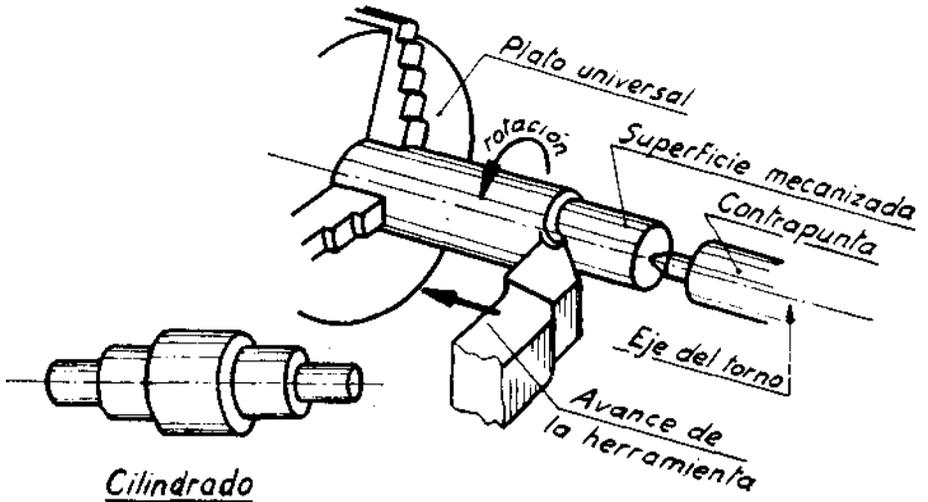


Figura 39. — Operación de cilindrado.

TORNO SIMPLE DE CILINDRAR

Fijese en el torno de la figura 40; se trata de un torno sencillo de cilindrar a mano. En realidad, es el primer tipo de torno que se construyó y al que le han sido añadidos mecanismos y dispositivos que han ampliado extraordinariamente sus posibilidades.

Este es el torno que usted estudiará primero, pues le permitirá comprender mejor el funcionamiento de cualquier torno y de la forma que pueden realizarse en él toda clase de operaciones, que si empezara con el estudio de un torno de tipo moderno, por ser éstos más complicados. Al torno simple de cilindrar a mano se le añadiría a lo largo del curso mecanismos y dispositivos hasta llegar a los tornos más modernos, de forma que su estudio hará que usted conozca el torno al detalle y lo domine perfectamente que es, precisamente, lo que usted espera de nuestro Curso.

BANCADA

La bancada (1 de la figura 40) es, como su nombre indica, el banco o mesa donde se colocan, sujetan o deslizan las demás piezas o grupos que componen el conjunto del torno.

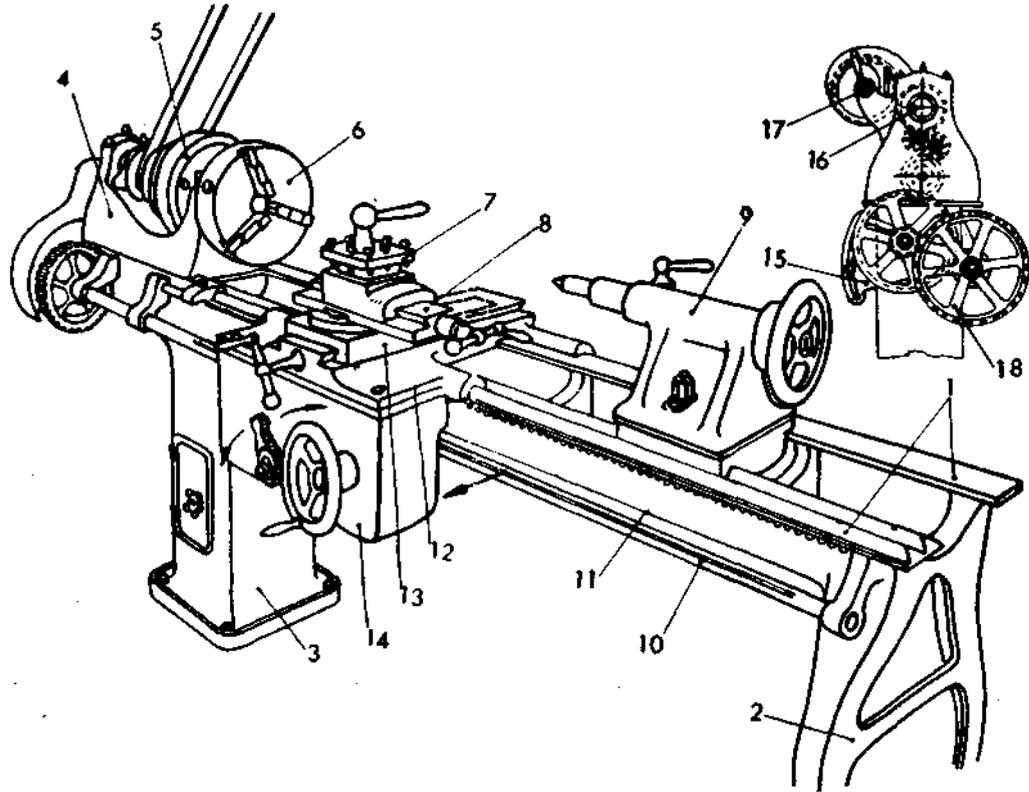


Figura 40. — Torno sencillo de cilindrar. — 1. Bancada. — 2. Patas. — 3. Zóca/o tubular. — 4. Cabezal fijo. — 5. Cono de poleas. — 6. Plato universal portapiezas. — 7. Torre portaherramientas. — 8. Carro superior. — 9. Cabezal móvil o contrapunto. — 10. Barra de cilindrar. — 11. Cremallera. — 12. Carro longitudinal. — 13. Carro transversal, 14, Tablero del carro. — 15. Guitarra. — 16. Eje principal. — 17. Eje de reducción. — 18. Eje de ruedas,

La bancada puede ser de una o dos piezas, aunque lo más corriente en los tornos paralelos es que sea de una sola pieza que va montada sobre unas patas (2) que la sitúan a la altura conveniente.

Las bancadas se construyen de hierro fundido y en un principio eran de sección plana (fig. 41), pero después se comprobó que cons-

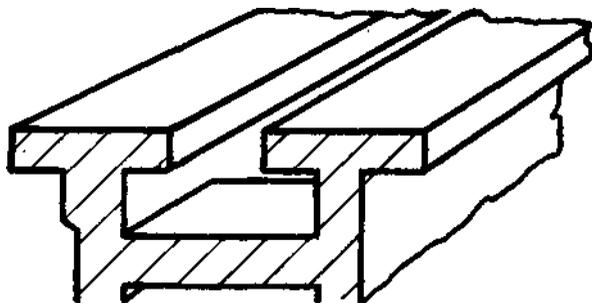


Figura 41. — Sección de bancada plana.

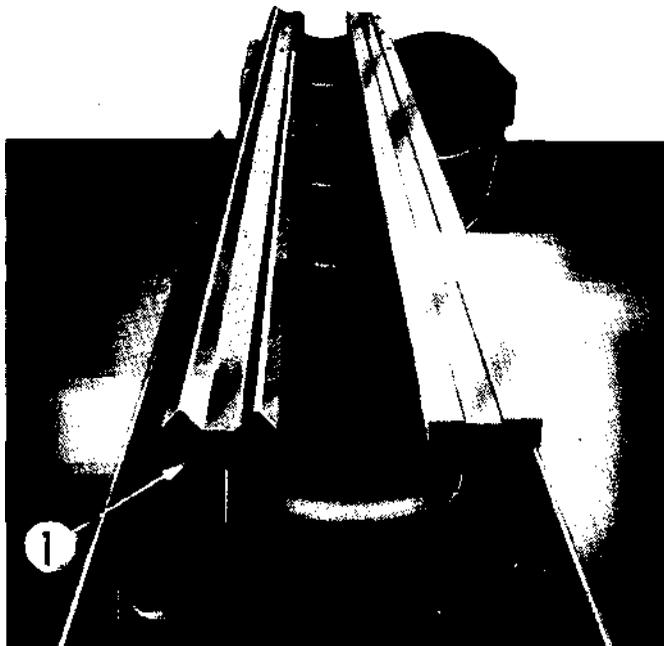


Figura 42. — Bancada prismática. — 1. Alojamiento de la cremallera.

truidas de sección prismática, es decir, en la forma representada en la figura 42, se repartían mejor los esfuerzos a que se sometía al trabajar, se conseguía una mayor duración de la superficie de la bancada, puesto que se conservaba fina y perfectamente plana durante más tiempo y, por consiguiente, se lograba una mayor precisión en los acabados.

Puede decirse que la calidad de los trabajos obtenidos en un torno, depende mitad y mitad de la bancada y del cabezal, sin que esto signifique que hayan de descuidarse los demás elementos del torno ya que, en realidad, todos y cada uno de ellos influye en mayor o menor grado en el perfecto acabado de las piezas que en él se tornean.

Observe en la bancada de la figura 42 el perfecto acabado y pulido de las guías y la forma en que gruesos nervios unen a las mismas a fin de darles mayor resistencia.

ZÓCALO

En los tornos modernos han sido eliminados y sustituidos, casi por completo, las patas (2 de la figura 40) de las bancadas por unas piezas en forma de caja, que reciben el nombre de zócalos. Estos zócalos son de forma tubular y son mucho más resistentes y más rígidos que las patas. Además, su espacio interior puede aprovecharse como armario para guardar los accesorios de la máquina.

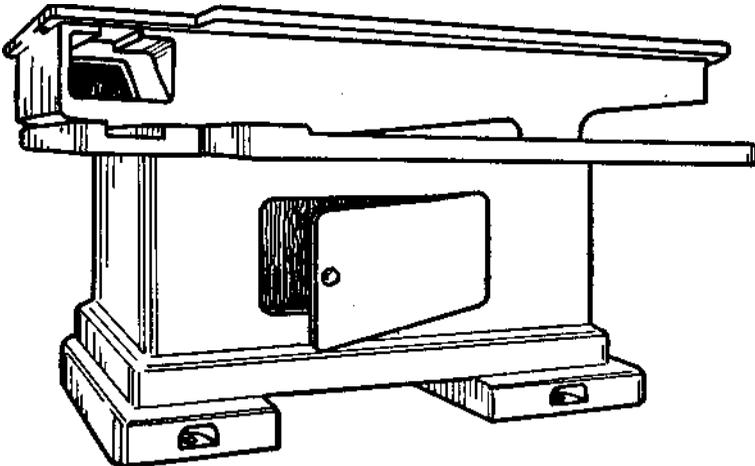


Figura 43. — Zócalo CUMBRE de una sola pieza



Figura 44. — Zócalo de la parte posterior para tornos de mediana potencia (Torno Cumbre).

Vea en la figura 43 un zócalo de un solo cuerpo, o sea de una sola pieza, y en la figura 44, otro que, aparte de servir de pata de la bancada, puede aprovecharse su interior para guardar los accesorios.

Generalmente en los tornos pequeños modernos, el zócalo es semejante al de la figura 43 y la bancada descansa en toda su longitud sobre él.

En los tornos de mediana potencia, es decir, de más de 4 CV (caballos), se monta un zócalo como el de la figura 44, a cada extremo de la bancada, siendo el destinado al extremo en que va apoyado el cabezal mucho más reforzado que el otro zócalo

FIJACIÓN DE LOS ZÓCALOS

La bancada se fija a los zócalos o patas con tornillos. Esta fijación ha de ser muy fuerte y segura, ya que si bien el propio peso de la bancada y mecanismos superiores contribuye a la inmovilidad, de no ser la fijación suficientemente segura, al poner la máquina en marcha, se producen vibraciones en todo el conjunto que repercuten en su funcionamiento y en el acabado de las superficies a trabajar. Eso tiene mucha

importancia, sobre todo, en tornos de tipo pequeño, debido a su relativo poco peso, el cual debe ser alrededor de los 700 kilogramos.

Asimismo, es muy importante para el buen rendimiento del torno, en cuanto a calidad de trabajo, que su instalación y anclaje en un buen pavimento o suelo, así como su nivelación, sean perfectos. Eso se logra con unos tornillos colocados junto al anclaje que permiten regular la altura conveniente para cada pata, tal como se muestra en la figura 45 o bien con unas cuñas como en la figura 46.

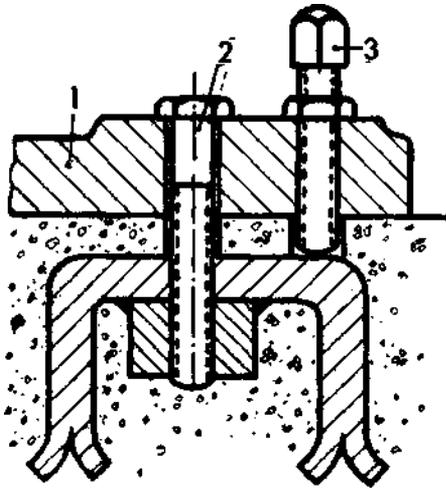


Figura 45. — Forma de anclaje con tornillo de nivelación. — 1. Pata de la máquina. — 2. Tornillo de anclaje. — 3. Cuñas de nivelación.

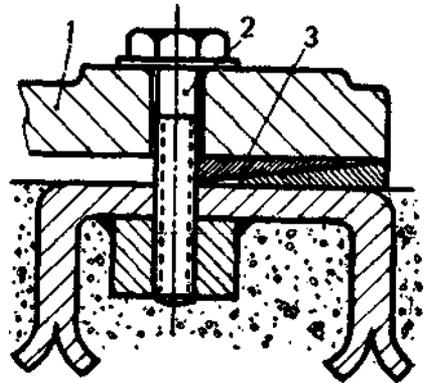


Figura 46. — Anclaje con cuñas de nivelación. — 1. Pata de la máquina. — 2. Tornillo de anclaje. — 3. Cuñas de nivelación.

En el caso de que no se fijen en el suelo, como ocurre con los tornos pequeños para decolletaje y revólver, se colocan sobre una alfombra de corcho o goma, que les sirve de amortiguador.

CABEZAL FIJO

Compruebe en 4 de la figura 40 que sobre la parte anterior izquierda de la bancada va montado el cabezal fijo. Se llama **cabezal fijo** porque va fijado a la bancada mediante unos tornillos y, su po-

sición debe ser invariable durante el trabajo, si bien va provisto de unos tornillos de reglaje, para corregir cuanto sea necesario su posición sobre la bancada.

Vea en la figura 47 el cuerpo del cabezal; es de hierro fundido y se fija sobre la bancada con los llamados tornillos de fijación. El cuerpo del cabezal sirve principalmente de apoyo o soporte del eje principal, el cual mediante unas tapas postizas se fija de forma que pueda girar.

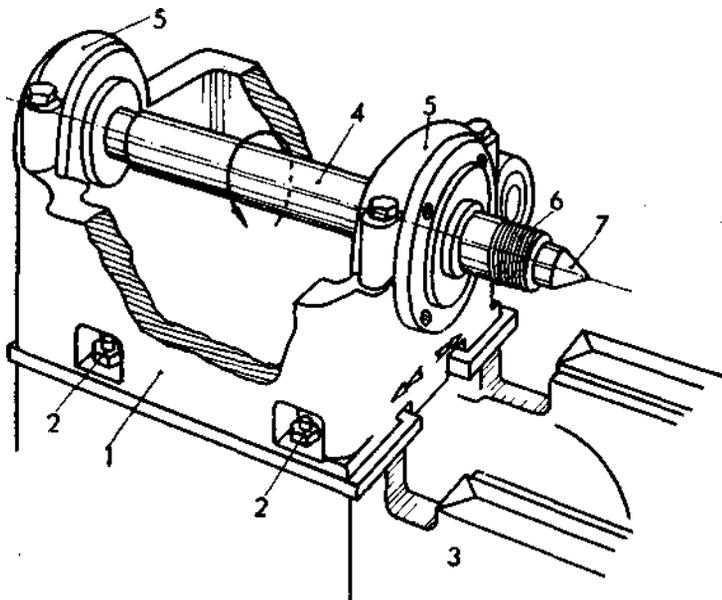


Figura 47. — Fijación del cabezal a la bancada. Las flechas indican el desplazamiento del cabezal para conseguir una perfecta alineación del eje de trabajo. — 1. Cuerpo del cabezal. — 2. Tornillos de fijación. — 3. Bancada. — 4. Eje del cabezal. — 5. Tapas del eje. — 6. Rosca para montaje del plato. — 7. Punto.

Anteriormente ya se le ha indicado al hablar de la bancada, la importancia del cabezal en este tipo de tornos y, en general, en todos los tipos.

El buen funcionamiento del cabezal depende del buen acabado y de la precisión conseguidos en la fabricación del eje del cabezal y del cuidado que se haya puesto en su montaje sobre el cuerpo. Es esencial

que el eje del cabezal se deslice en forma suave y silenciosa para lograr un acabado fino de las superficies torneadas.

El eje va apoyado sobre unos cojinetes montados en el cuerpo del cabezal, con dispositivos de reglaje, de manera que pueda ser ajustado para compensar los desgastes. Vea en la figura 48, cómo se monta el eje sobre los cojinetes cónicos de compensación en el torno de tipo sencillo que usted ahora estudia.

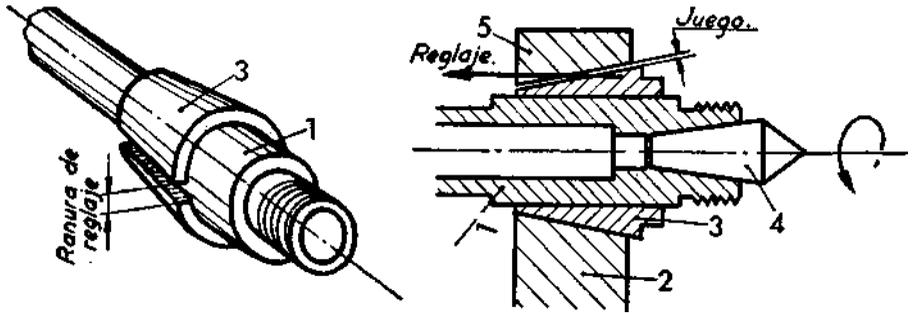


Figura 48. — Reglaje del juego del eje del cabezal. — 1. Eje. — 2. Cuerpo del cabezal. — 3. Cojinete de bronce partido. — 4. Punto del torno. — 5. Tapa de fijación.

El giro del eje ocasiona un desgaste en los cojinetes, y la holgura que resulta del desgaste, hace que el eje baile en su alojamiento; este movimiento produce una especie de surcos en la superficie torneada. Para evitar este inconveniente se desplaza el cojinete según indica la flecha de la figura 48, y de esta forma se ajusta de nuevo, ya que una ranura abierta en toda su longitud permite el cierre del cojinete.

En los tornos modernos se ha sustituido este sistema de cojinetes de bronce por el de **cojinetes de bolas**, figura 13, de los que ha estudiado en la Asignatura de CONOCIMIENTOS GENERALES DE MECÁNICA.

Los cojinetes de bolas tienen una mayor duración, ya que el esfuerzo se hace sobre las bolas; éstas son construidas de acero templado durísimo, muy resistentes al desgaste. Además, estos cojinetes tienen la ventaja de ser fácilmente reemplazables cuando se desgastan ya que ajustan dentro de un mismo tipo exactamente a las mismas medidas.

Fíjese en la figura 49 y comprenderá la importancia de que los cojinetes de bolas sean exactamente de las mismas medidas, ya que un ligero juego en las superficies en que se ajustan equivaldría al mismo inconveniente por el desgaste ocasionado de los cojinetes cónicos.

La posición del cabezal sobre la bancada debe ser tal que el eje debe estar exactamente paralelo a la misma, sin desviación alguna; de lo contrario no se obtendrían superficies cilíndricas paralelas. Recuerde lo estudiado en la lección 1.^a sobre el movimiento de la herramienta y de la pieza.

Para corregir una posible desviación a un lado o hacia otro se montan los tornillos de reglaje del paralelismo.

En la figura 50 se indica la posición bajo el cabezal de los tornillos de reglaje del paralelismo, destinados a mantener el eje de trabajo completamente paralelo a la línea de la bancada. Se llama **reglaje** porque, mediante su movimiento o reglado puede desplazarse ligeramente

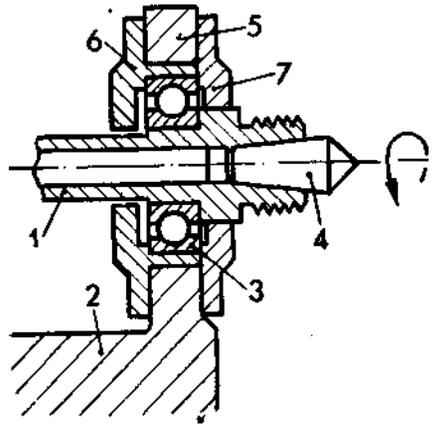


Figura 49. — Montaje del eje del cabezal sobre cojinetes de bolas. — 1. Eje. — 2. Cuerpo del cabezal. — 3. Cojinete de bolas. — 4. Punto del torno. — 5. Tapa de fijación. — 6. Portacojinete. — 7. Tapa de cojinete.

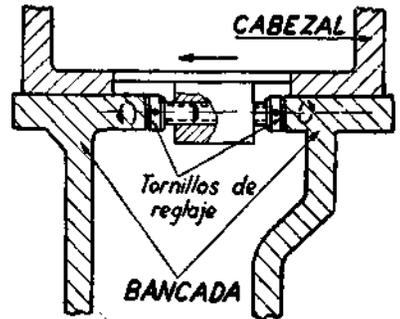
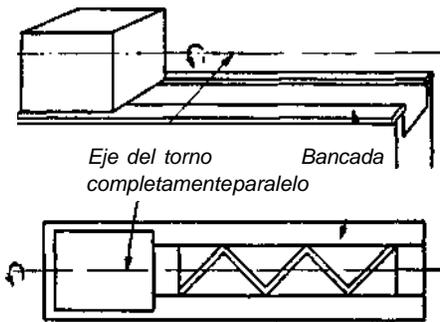


Figura 50. — Dispositivo del reglaje del paralelismo. Girando los tornillos según se indica, el cabezal se desplaza según la flecha, y viceversa.

el cabezal en un sentido o en otro, y una vez en su posición correcta, se procede a fijarlo definitivamente con los tornillos de fijación, fig. 47

El eje o árbol principal es hueco, de acero templado, muy duro, y por duro, muy resistente al desgaste; es el que recibe el movimiento del motor y lo transmite a la pieza para hacerla girar.

Puede definirse al conjunto del cabezal como órgano motriz o portapieza.

Fíjese en el conjunto completo del cabezal del torno sencillo de cilindrar a mano representado en la figura 51.

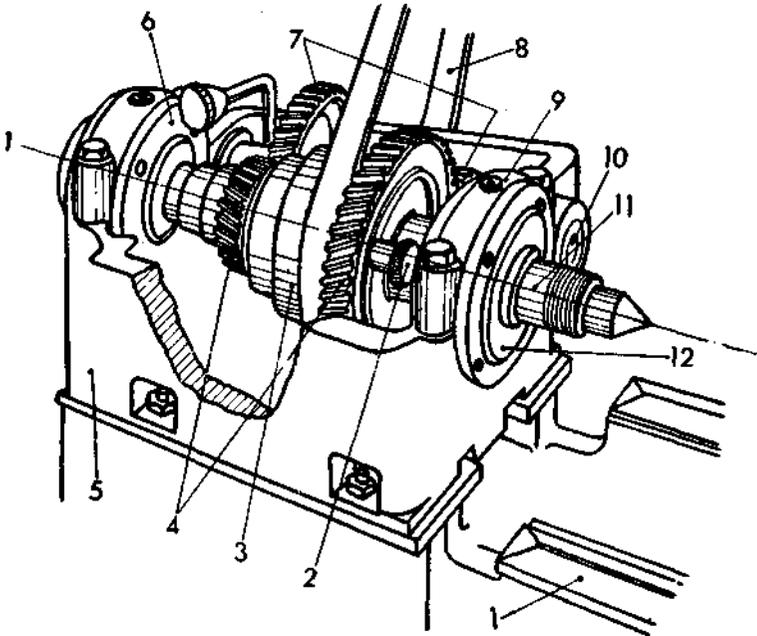


Figura 51.— Cabezal de torno sencillo de cilindrar.— 1. Bancada. — 2. Pivote de arrastre. — 3. Cono de poleas. — 4. Engranaje del eje principal. — 5. Cuerpo del cabezal. — 6. Tapa portacojinetes. — 7. Engranajes del eje de reducción. — 8. Correa. — 9. Tapa fijación eje. — 10. Eje de reducción. — 11. Eje principal.— 12. Tapa del cojinete.

CONO DE POLEAS DE CABEZAL

Sobre el eje principal va montado el cono de poleas, generalmente con tres llantas y los engranajes del eje. La fuerza o impulsión la recibe

el cono desde una transmisión general al torno, por medio de las correas de impulsión se hace girar el cono de poleas y, en consecuencia, el eje principal.

El estar dispuesto el cono de poleas con tres medidas diferentes es para conseguir diferentes velocidades. Lo comprenderá rápidamente:

Si usted observa cualquier rueda que gire a cualquier velocidad podrá comprobar que la superficie exterior gira más deprisa que el cubo central, a pesar de que el cubo central da, como es natural, las mismas vueltas.

Fíjese en el esquema B de la figura 52. Si se hace girar la rueda se

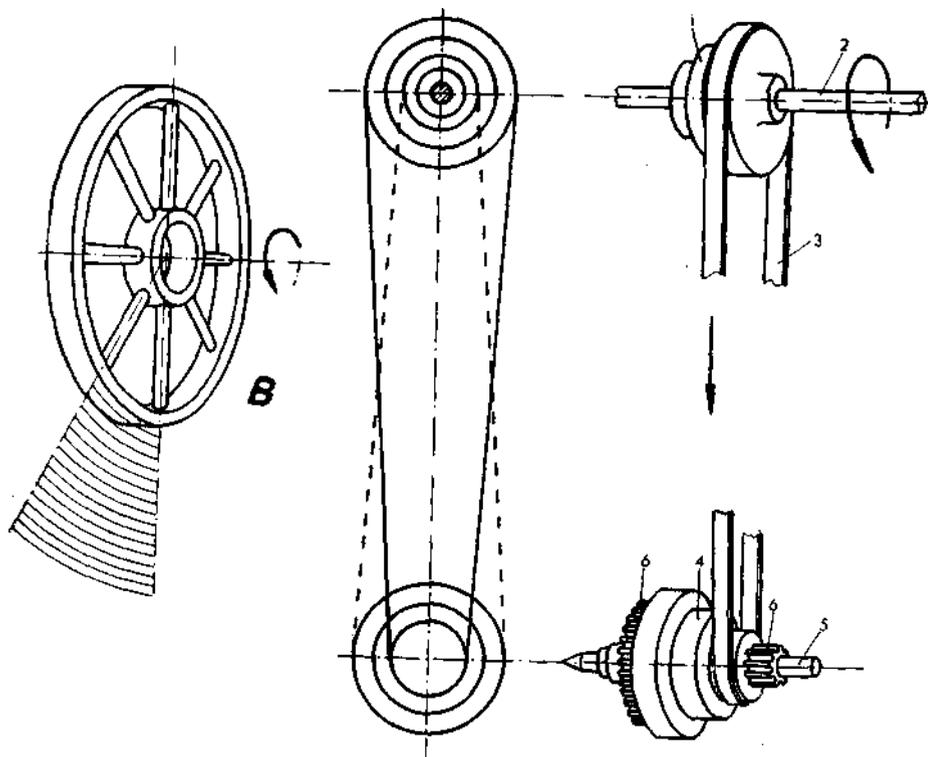


Figura 52. — Transmisión por cono de poleas. Del esquema B puede deducir que a mayor distancia del centro de giro, mayor es la velocidad. A mayor velocidad de la correa se obtiene, mayor rapidez en el giro del eje del punto. — 1. Cono de poleas de la transmisión. — 2. Eje de transmisión general. — 3. Correa. — 4. Cono de poleas del cabezal. — 5. Eje del cabezal. — 6. Engranaje para engranar el eje de reducción.

observa que cuanto más alejada está la superficie exterior de rotación del centro de rotación, más camino debe recorrer para dar las mismas vueltas que el cubo central, pero mucho más aprisa, ya que debe darlas en el mismo tiempo.

En los tornos antiguos, el movimiento se toma de una transmisión general que puede servir para varias máquinas a la vez. Esta transmisión consta de un eje principal movido por un motor eléctrico y un cono de poleas acoplado al eje para disponer de varias velocidades, de forma que del eje se pueda tomar el movimiento de giro para las diferentes máquinas.

Como que la impulsión se realiza por correa, se disponen los conos de forma que, con una determinada longitud de correa, pueda ponerse cualquiera de las tres velocidades (una por garganta); es decir, se montan los conos de manera que, el diámetro grande de la polea de la transmisión corresponda siempre el diámetro pequeño de la polea del eje principal del torno (fig. 52).

Así, pues, y según lo explicado anteriormente, al diámetro pequeño del cono de poleas del torno, le corresponderá la máxima velocidad, puesto que el movimiento le vendrá precisamente del diámetro mayor de la polea de transmisión, que es el más rápido. Por lo tanto, se dispone de tantas velocidades distintas como escalones se monten en los conos de poleas.

EJE AUXILIAR DE REDUCCIÓN

A efectos de poder disponer de una doble gama o escala de velocidades, se dispuso el montaje de **eje auxiliar de reducción** (figura 51).

El funcionamiento o, mejor dicho, la utilización del eje de reducción, tiene por objeto doblar el número de velocidades a obtener, es decir, el disponer de una gama o escala más amplia de velocidades a escoger para un aprovechamiento más económico de las velocidades de corte.

Fíjese en el esquema de la figura 52 y compruebe que a cada una de las poleas del cono corresponde una velocidad del eje del torno y que precisamente por cada vuelta del cono corresponde una vuelta del eje principal del torno. En este caso se dice que la **relación** entre las velocidades del cono de poleas del cabezal y del eje principal es de 1 :1 signo: se lee es a).

El montaje del eje auxiliar de reducción tiene por objeto conseguir variar esta relación el embragado, es decir, que al acoplarlo la velocidad del giro del eje principal del torno sea distinta a la velocidad del giro del cono de poleas, que lo mueve. Se dispondrá así de dos velocidades del giro del eje por cada una de las poleas del cono, una con el eje de reducción desembragado y otra con el eje de reducción embragado. A la nueva serie de velocidades así obtenidas se les llaman velocidades reducidas, ya que son precisamente más lentas que las obtenidas directamente.

Vea en la figura 53 la disposición del eje principal y del eje auxiliar de reducción.

Cuando la relación es directa, o sea cuando no se acopla el eje de reducción y se va de la transmisión general al eje del torno, se dice que se obtienen **velocidades directas o rápidas** y cuando se acopla el eje de reducción, se obtienen **velocidades reducidas o lentas**.

Antes de ver cómo se transforman las velocidades directas en velocidades reducidas, mediante el eje de reducción, fíjese en la forma de producirse una velocidad directa.

Al cono de poleas se le ha añadido un piñón de reducción (1) en su extremo trasero y dicho piñón forma una sola pieza con el cono. En la parte anterior de éste y formando una pieza suelta del cono, se ha montado la rueda llamada de velocidades directas (3).

El movimiento recibido por el cono de poleas es transmitido a la rueda de velocidades directas, mediante un pivote (4) de arrastre que las junta de manera que rueden como una sola pieza y la rueda de velocidades directas hace girar el eje del torno. De esta forma se pone una velocidad directa, pues a cada vuelta del cono de poleas del torno, corresponderá exactamente una vuelta de la rueda y del eje del torno.

Observe ahora la figura 54. A simple vista parece igual a la 53, pero por poco que se fije advertirá que ha variado. Efectivamente, se ha acoplado el eje de reducción, adelantando la palanca y haciendo que la rueda y el piñón del eje de reducción engranen con los engranajes del eje principal. Al mismo tiempo, se ha desacoplado el pivote de arrastre de la rueda y del cono.

Fíjese en la figura 54 y compárela con la figura 53. En la 53 la rueda es la que hace girar el eje principal; en la 54 la rueda está separada del cono de poleas, que es el que recibe el movimiento de la transmisión y, por tanto, como es la única que puede hacer girar el eje, tendrá que recibir el movimiento por otro sitio.

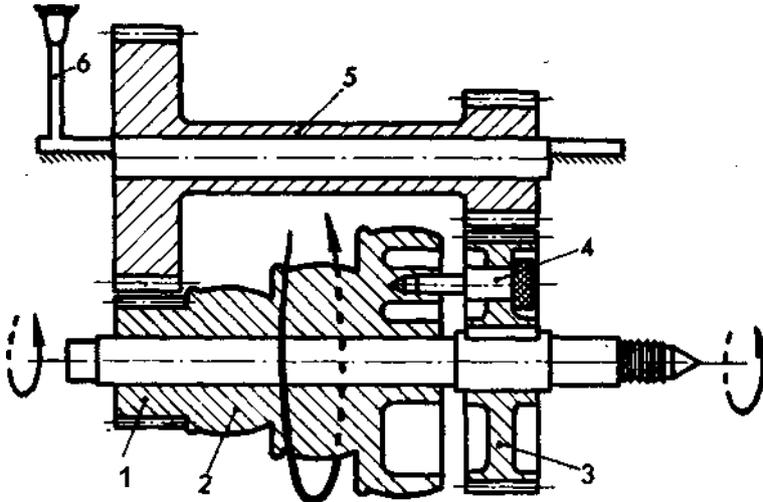


Figura 53.—Disposición del eje de reducción.— 1. Piñón de reducción.— 2. Cono de poleas.— 3. Rueda de velocidades.— 4. Pivote de arrastre.— 5. Eje de reducción.— 6. Palanca de mando del eje de reducción.

Con la palanca de mando retrasada, los engranajes del eje de reducción no engranan con los del eje del torno. El pivote de arrastre entrando en el cono de poleas une a éstas rigidamente a la rueda de velocidades directas.

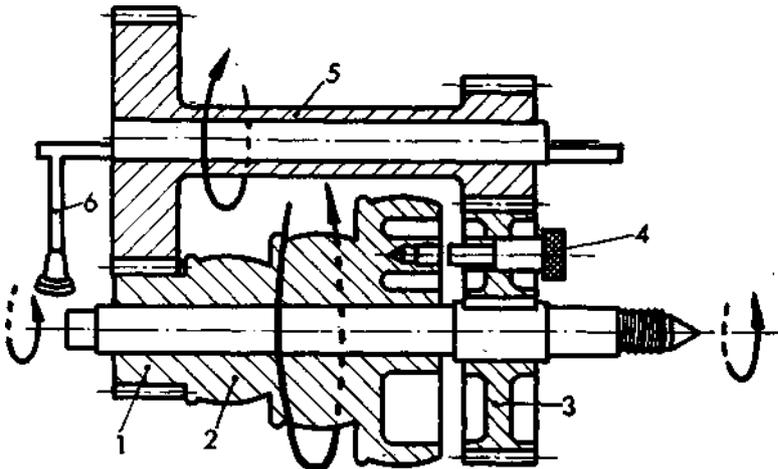


Figura 54.—Disposición del eje de reducción embragado. La palanca de mando va adelantada. Las ruedas dentadas del eje de reducción engranan con las del eje principal y el pivote está sacado del cono de poleas.

Interesa tener en cuenta que así como la transmisión del movimiento al torno es por correas, la transmisión entre el eje principal y el eje de reducción es por engranaje, tal como se muestra en la figura 51.

En la figura 55 dos engranajes de la transmisión están engranados o sea en disposición de que uno arrastre al otro. Ha estudiado anteriormente cómo se obtenían las variaciones de velocidades con la correa de transmisión. Ahora estudiará como sucede algo parecido con los engranajes.

En la figura 55 el piñón pequeño es el que formando parte del cono de poleas, va montado sobre el eje principal y la rueda mayor es la que va montada sobre el eje de reducción (ver también la figura 54).

Los engranajes se clasifican por el número de dientes de que constan y por las especiales dimensiones de dichos dientes.

El piñón de la figura 55 tiene 15 dientes, mientras que la rueda tiene 30. Para que engranen correctamente deben tener los dientes de ambos engranajes, exactamente las mismas medidas. Siendo así, cada diente del piñón, que es el que recibe el movimiento, empujará exactamente a otro diente de la rueda. Recuerde también que el piñón tiene 15 dientes y la rueda 30; esto hará que cuando el piñón haya dado una vuelta completa, es decir, cuando haya pasado 15 dientes habrá empujado a otras 15 del piñón grande o rueda, mientras que el piñón mayor sólo habrá dado media vuelta. Para que la rueda dé una vuelta completa, el piñón pequeño deberá dar, por lo tanto, dos vueltas. La velocidad del eje de reducción se ha reducido, pues, a la mitad de la del eje principal.

Vea ahora en la figura 54 que en el otro extremo del eje de reducción formando una sola pieza con el eje y con la rueda mayor hay un piñón pequeño que dará las mismas vueltas que la rueda y, por tanto la mitad de las vueltas que el piñón del eje principal. Este piñón del eje de reducción, que puede tener 15 dientes, engrana con la rueda que arrastra el eje principal.

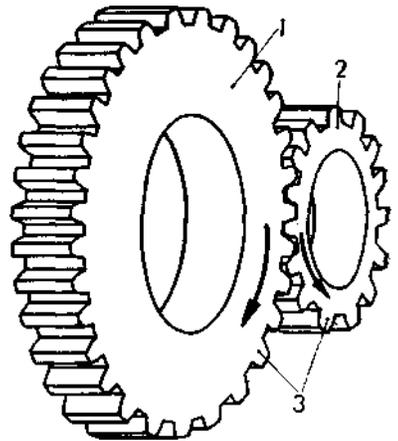


Figura 55.— Transmisión del movimiento entre dos engranajes. — 1. Rueda del eje de reducción. — 2. Piñón del eje principal. — 3. Dientes del engranaje.

Si esta rueda tiene también 30 dientes, de acuerdo con lo que acaba de ver dará también la mitad de las vueltas que el piñón del eje de reducción. Así, pues, la relación de las velocidades reducidas, respecto de las directas es 1 :4.

Para una mejor comprensión sirva de repaso la figura 56.

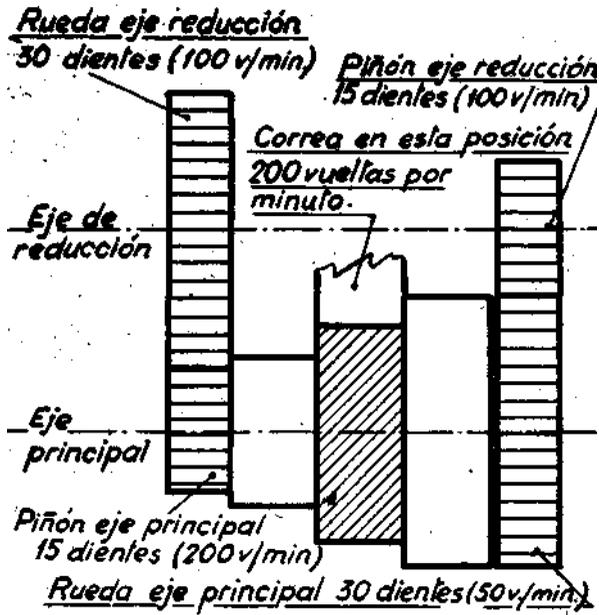
Suponga que la transmisión general va a 2,00 vueltas por minuto y que el cono de poleas de la transmisión, es exactamente igual al cono de poleas del eje principal del torno. Esto dará, pues, las mismas vueltas que la transmisión, o sea 200 vueltas por minuto, cuando la correa esté en la polea central como se halla en el dibujo de la parte superior de la figura 56.

Cuando la correa se encuentra sobre la polea menor del cono del eje del torno, la velocidad de éste será mayor y cuando la correa se encuentre sobre la polea de mayor diámetro la velocidad de giro del cono del eje del torno será menor que la del eje de la transmisión. En el cuadro inferior de la figura 56 se indican estas velocidades en las casillas correspondientes a las velocidades directas ya que el eje del torno girará a estas mismas velocidades cuando no se haya acoplado el eje de reducción.

Al acoplar el eje de reducción, si los piñones y las ruedas tienen los números de dientes indicados las velocidades del eje del torno serán cuatro veces menores, como se indica en el cuadro de la figura 56. Vamos a comprobarlo por ejemplo en el caso de la correa colocada en la polea central. El cono de poleas gira a 200 vueltas por minuto, el piñón del cono unido a éste girará a 200 vueltas también, la rueda del eje de reducción girará a la mitad de vueltas, o sea a 100 vueltas por minuto e igual velocidad de giro tendría el piñón del eje de reducción que está unido a ella; la rueda del eje principal girará a la mitad de vueltas que el piñón del eje de reducción o sea a la mitad de 100, es decir a 50 vueltas por minuto. Esta será la velocidad de giro del eje del torno cuando está acoplado el eje de transmisión y como ve es la cuarta parte del número de vueltas que da el cono de poleas. Lo mismo sucede para cada una de las otras dos posiciones de la correa en el cono de poleas.

Con todo lo estudiado a tal respecto, usted habrá comprendido que en el torno de la figura 40 se dispone de 6 velocidades distintas.

Aunque cada uno de los fabricantes de tornos de este tipo ponía diferentes diámetros en las poleas y distintos números de dientes en los engranajes, todos mantenían, aproximadamente, la misma relación de 1 :4.



			Posición de las correas en el cono del eje principal
320	200	120	Sin embragar el eje auxiliar de reducción, o sea DIRECTAS
80	50	30	Embragando el eje auxiliar de reducción, o sea, REDUCCION

Figura 56. — Serie o gama de velocidades de que dispone un torno con cono de tres poleas y eje de reducción.

Modernamente, se ha tenido que aumentar el número de velocidades a disponer y se ha sustituido el sistema de cono de poleas y eje de reducción por un completo sistema de engranajes, con los cuales y mediante la manipulación de dos o tres palancas, se dispone de 12 ó 16 velocidades distintas, tal como pudo apreciar en las figuras 21 y 22 de la 1.^a lección.

• Con los modernos sistemas se evitan, además, los siguientes inconvenientes del sistema de conos de poleas y ejes de reducción:

- 1.º Velocidades poco numerosas.
- 2.º Deslizamiento o patinamiento de las correas.
- 3.º Pérdida de tiempo para cambiar la velocidad.

CONTRAPUNTA O CABEZAL MÓVIL

La **contrapunta** o **cabezal móvil** (figura 57) es también uno de los conjuntos más importantes tanto del torno de la figura 40 como de todos los tornos, antiguos o modernos. Puede considerarse, al mismo tiempo, como órgano sujetapiezas y como órgano portaherramientas, pues sus especiales características hacen que pueda ser utilizado para las dos cosas, como usted va a estudiar seguidamente.

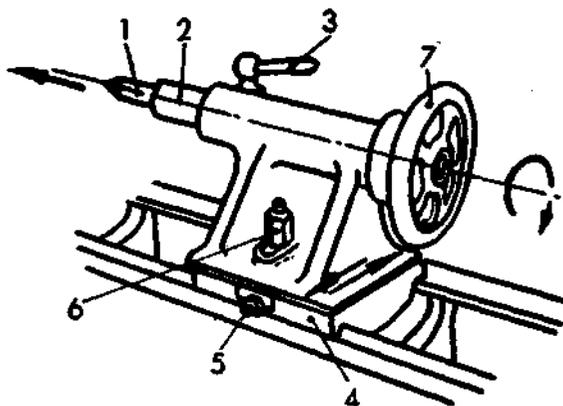


Figura 57. — Cabezal móvil del torno. — 1, Punto. — 2, Vastago. — 3, Palanca de fijación del vastago. — 4, Suela del cabezal. — 5, Tornillo del dispositivo de regulación. — 6, Tornillo de fijación a la bancada. — 7, Volante.

Se llama cabezal móvil porque su característica principal consiste en trasladarse o desplazarse a lo largo de la bancada, según el trabajo a realizar, pudiéndose fijar en la posición que convenga, mediante una fuerte zapata que lleva en la parte interior de la bancada.

Las funciones principales del cabezal son:

1.º Servir de apoyo para el mecanizado de piezas muy largas, que no pueden mecanizarse al aire debido a su longitud (órgano sujeta-piezas).

2.º Poder montar en su parte delantera, herramientas de corte, tales como brocas, etc. (órgano portaherramientas).

Las partes principales son las siguientes, las cuales puede apreciar en la figura 57 :

- El cuerpo del cabezal.
- El grupo vástago-husillo-punto.
- El dispositivo de reglaje.

CUERPO DE CABEZAL MÓVIL

El cuerpo del cabezal es la pieza más importante del conjunto, pues sobre él y dentro de él se montan los diversos dispositivos con los que se acciona el cabezal y es el que, en definitiva, constituye el verdadero apoyo. Es de hierro fundido y se apoya sobre la bancada, a la que se fija con un tornillo, según se indica en la figura 58. Debe señalarse que el cabezal móvil ha de quedar fuertemente fijado e inmovilizado durante su trabajo como soporte de la pieza; en caso contrario, la superficie mecanizada quedaría con un acabado defectuoso.

Importante: _____

Es posible, y hasta seguro, que usted encuentre en estas lecciones cosas que se tiene bien sabidas. Quisiéramos convencerle de que las estudiará con tanto interés como aquellas otras que son novedades para usted. Y es que muchas veces hay algo que no se sabe en lo que se cree bien sabido y otras se sabe mal. Asegúrese estudiándolo todo con interés y con ganas de aprender bien.

El dispositivo de reglaje se basa en el mismo principio y en el mismo sistema que el del cabezal fijo. Compare las figuras 50 y 59 y comprobará que, en ambos casos, se acciona con los llamados tornillos de reglaje, con la única salvedad de que mientras el cabezal fijo no va guiado en su desplazamiento, debido a que no debe utilizarse casi nunca, pues debe quedar en posición correcta al montarse el cuerpo del cabezal móvil va guiado sobre la suela por un encaste en el que se ajustan cuerpo y suela, para que toda la longitud del cuerpo se desplace en la misma medida. La suela va fija en la bancada.

Si usted empuja, por ejemplo, un libro (figura 60) con el dedo apoyado en su lomo, aunque usted crea que lo empuja por el centro, lo más probable es que se le incline por uno de los extremos. En cambio si usted puede guiar el movimiento del libro, éste se desplazará completamente paralelo en toda su longitud. Esto es lo que debe ocurrir con el cabezal móvil.

Es muy importante que este reglaje se verifique siempre con mucho cuidado, pues usted ya recordará que únicamente una perfecta alineación de los dos conjuntos, cabezal fijo y cabezal móvil, hace que el eje de trabajo sea tal que con su giro, origine superficies completamente cilíndricas.

Una mala alineación hace que al cilindrar una pieza salga una forma completamente distinta de la que se pretendía. En lugar de conseguirse una forma cilíndrica se construirá una forma cónica.

Cuando interese lograr una forma cónica en una pieza de una considerable longitud con el dispositivo de reglaje explicado anteriormente, se desplaza el cuerpo del cabezal móvil a la distancia que sea necesaria con respecto del cabezal fijo tal como se muestra en la figura 61.

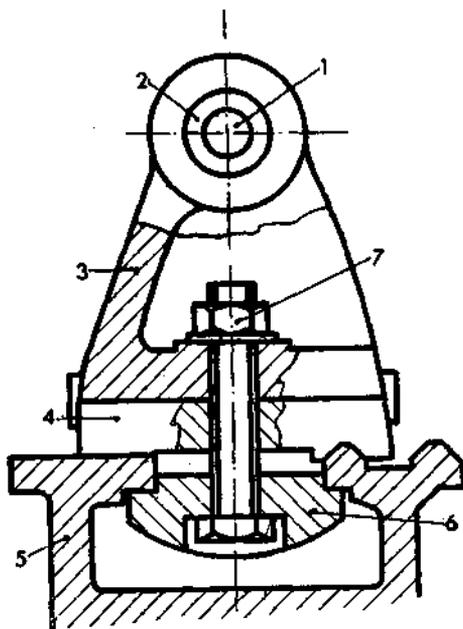


Figura 58. — Fijación del cabezal móvil a la bancada. — 1. Punto. — 2. Vástago. — 3. Cuerpo del cabezal. — 4. Suela. — 5. Bancada. — 6. Zapata de fijación. — 7. Tuerca y tornillo de fijación.

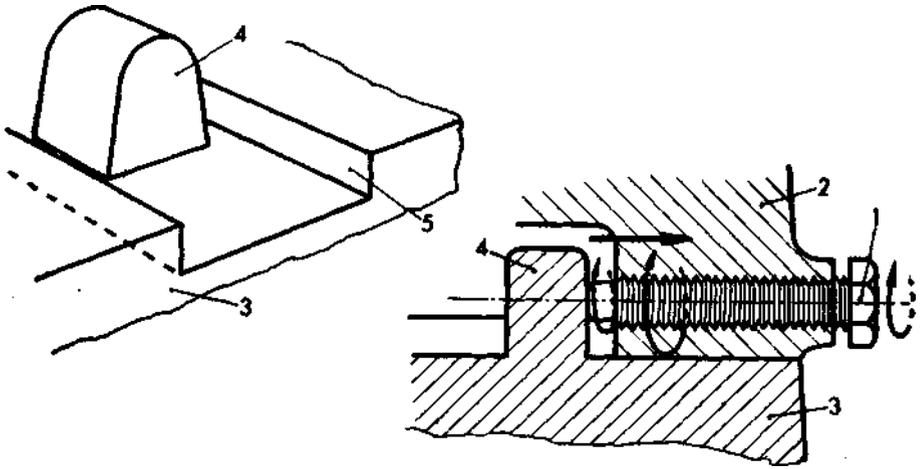


Figura 59. — Reglaje del cuerpo del cabezal. — 1. Tornillo de reglaje. — 2. Cuerpo de cabezal. — 3. Suela. — 4. Tope. — 5. Guía del cuerpo en la suela. •

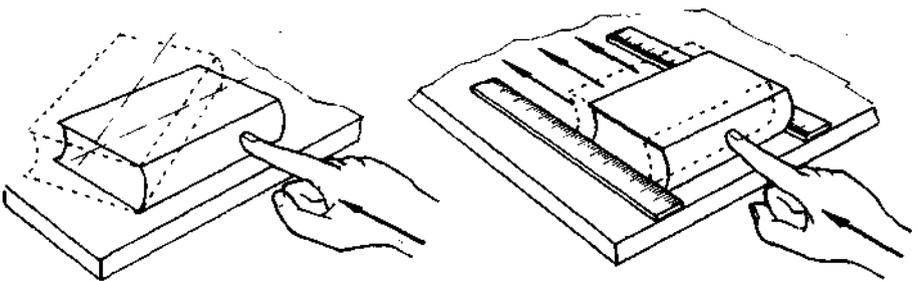


Figura 60. — Efecto de las guías en el desplazamiento de un cuerpo de cabezal.

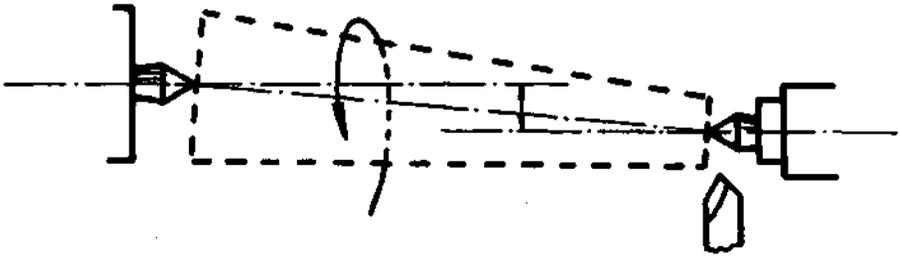


Figura 61. — Efecto de la desviación del cabezal móvil sobre la superficie a torrear.

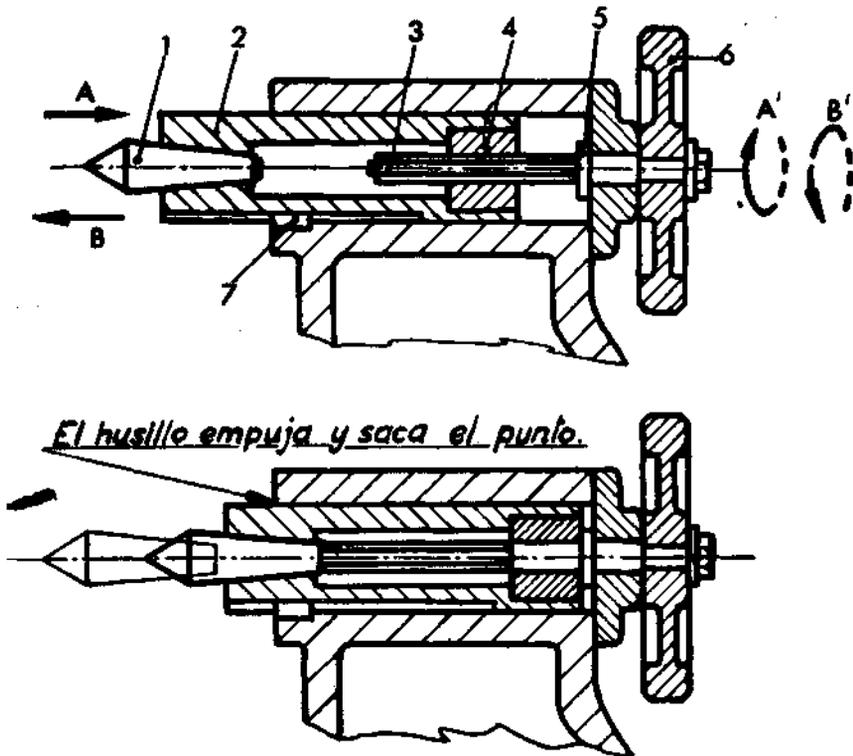


Figura 62. — Disposición interior del cabezal móvil. — 1. Punto. — 2. Vástago. — 3. Husillo. — 4. Tuerca. — 5. Tope. — 6. Volante. — 7. Uña.

GRUPO VASTAGO HUSILLO-PUNTO DEL CABEZAL MÓVIL

El grupo **vástago-husillo-punto** es en realidad, el que sostiene a la pieza y mediante el cual tiene la contrapunta su aplicación más concreta. En la figura 62 puede apreciarse con detalle el montaje de este dispositivo.

El **vástago** es la pieza que se desliza por el alojamiento del cuerpo, según sea accionado el volante. Al girar el volante se hace girar al husillo dentro de la tuerca montada en la parte posterior del vastago, y éste se desplaza según las flechas A o B según el volante se accione en el sentido A', o "B". Este movimiento del vastago es el que se aprovecha para hacer que las herramientas que se montan en él penetren en la pieza fijada en el cabezal fijo o portapieza.

Este movimiento del vastago accionado por el husillo y volante, se comprende fácilmente con un tornillo y una tuerca montados en la forma indicada en la figura 63. El tornillo no puede ir hacia delante porque lo frena la escuadra, ni hacia atrás porque lo frena el grueso; solamente puede girar que es lo que se hace con el volante.

En cambio, la tuerca, por estar trabada con un trozo de madera, no puede girar. Al revés que el tornillo, sólo puede ir hacia delante o hacia atrás.

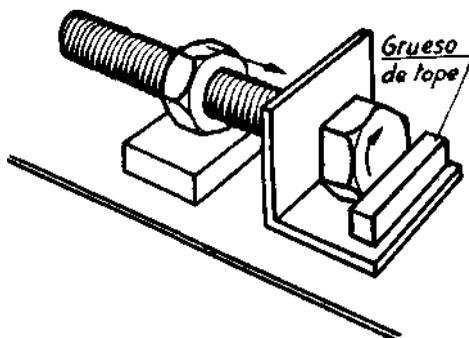


Figura 63. — Esquema explicativo del movimiento del vastago.

Imagínese usted ahora que al girar el tornillo la tuerca se desplaza según la flecha y que, al mismo tiempo, arrastra a otra pieza que se haya unido fuertemente a ella; esta pieza sería el vastago.

Vea en la figura 62 la uña que, alojada en una ranura, impide que gire el vastago y, por tanto, la tuerca alojada en él al girar el husillo por medio del volante.

El vastago lleva en su parte delantera un alojamiento cónico para el punto, igual que el eje principal. El punto se clava fuertemente en el vastago y, hace de apoyo o sostén para las piezas. Cuando se ha de sacar, se hace retroceder el vastago, hasta que el husillo choca con el punto (vea la figura 62), lo empuja y lo saca.

También se montan en este alojamiento las herramientas que han de hacerse penetrar en las piezas, como se muestra en la figura 64.

Cuando conviene fijar el vastago en una posición determinada, se hace mediante la palanca que se ve en la figura 57 y una vez fijado, ya no puede hacerse girar el husillo

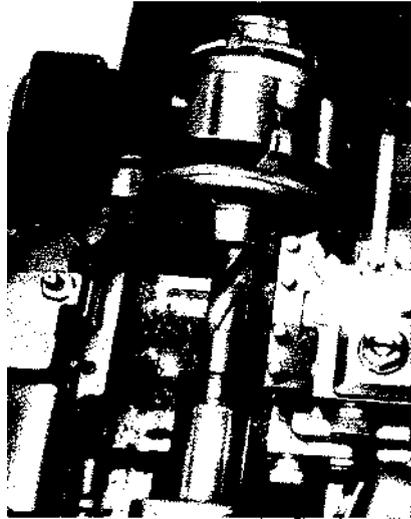


Figura 64. — Taladrado con la broca montada en la contrapunta.

PORTAHERRAMIENTAS

Una vez visto y explicado que el cabezal fijo es el órgano portapiezas y que el cabezal móvil puede utilizarse también en ocasiones como órgano sujetapiezas, va a ver seguidamente el lugar en que se fija la herramienta que debe efectuar el torneado, así como los movimientos que puede efectuar a fin de lograr un máximo de superficies distintas torneadas.

En principio puede establecerse la siguiente norma:

La punta de corte de la herramienta debe estar situada exactamente en el eje del torno, es decir, de forma que la altura sea tal que el corte se efectúe precisamente en el plano del eje de rotación paralelo a la bancada.

Aunque los órganos portaherramientas son muy variados, en esta lección solamente va a estudiar el más sencillo, el de una sola herramienta y el más corriente, el de torrecilla cuadrada capaz hasta para cuatro herramientas.

Observe en la figura 65 un modelo de torre portaherramientas sencillas. La herramienta se fija fuertemente con el tornillo que la

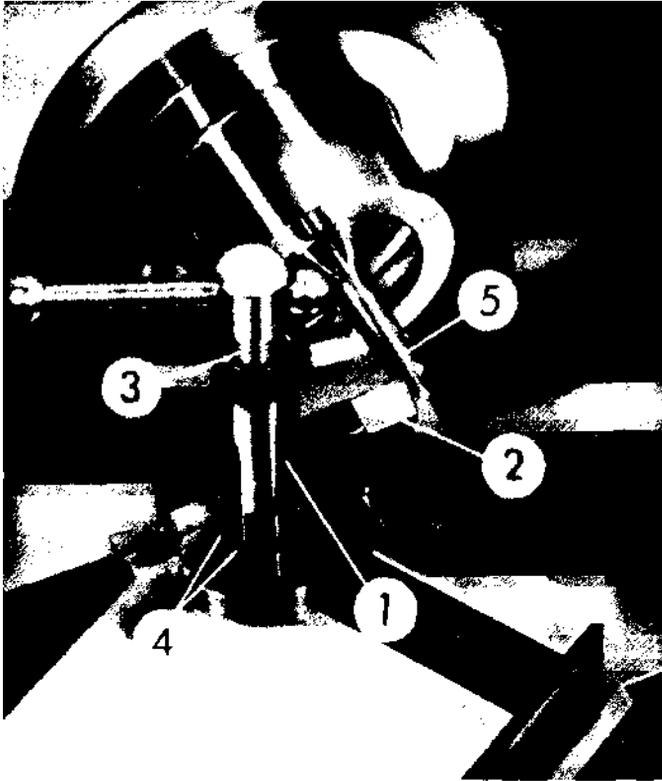


Figura 65. — Torre portaherramientas sencilla. — 1. Torre. — 2. Herramienta. — A. Tornillo de fijación de la herramienta. — 4. Gruesos de suplemento. — 5. Pieza a tornear.

aprieta por su parte superior, de manera que al cortar el hierro, no experimente vibraciones de ninguna clase; para ello debe cuidarse también que la parte de la herramienta que sobresalga de la torre sin apoyo sea lo más corta posible.

Ya se ha indicado que el filo de la herramienta debe quedar exactamente a la misma altura del eje de trabajo; en el caso de que la herramienta no alcanzara la altura precisa, caso muy poco corriente, se suplementa con unos gruesos de hierro colocados debajo de la herramienta, de forma que levanten la herramienta a la altura conveniente y, acto seguido, se aprieta con el tornillo hasta que todo quede fuertemente fijada.

Vea en la figura 66 el modelo de torrecilla cuadrada capaz para 4 herramientas; es el modelo más corriente de los utilizados desde hace muchos años; esta torrecilla es giratoria para poder aprovechar las cuatro herramientas fijadas de antemano.

Para hacer girar la torrecilla se afloja la palanca de fijación y una vez encarada con la pieza la herramienta que va a utilizarse, se fija de nuevo con la palanca de fijación. La herramienta fijada de antemano con los tornillos a la altura conveniente, siempre quedará en la misma posición por muchas vueltas que se dé a la torrecilla mientras no se desmante la herramienta.

CARRO SUPERIOR Y CARRO TRANSVERSAL

Fíjese en la figura 66 que la torre portaherramientas se apoya sobre el llamado **carro superior**. Este carro se desplaza en los sentidos indicados por las flechas A y B y es giratorio, de forma que puede dar una vuelta completa. Para hacerlo girar basta aflojar los dos tornillos de fijación, uno de los cuales se aprecia en la figura, y después de ponerlo en la posición conveniente, volver a apretar los tornillos, cuidando de que queden bien fuertes. Para darse cuenta de la situación del carro en el torno compare las figuras 66 y 40.

El movimiento de giro y el del recorrido según las flechas A y B proporcionan a este carro y por tanto, a la herramienta fija en la torrecilla, una gran variedad de aplicaciones y formas a ejecutar.

El carro superior va fijado a su vez sobre el **carro transversal**. Observe en la figura 66 y según las flechas C y D el recorrido del carro* transversal. Vea que este recorrido es perpendicular al eje de trabajo y recuerde que en la lección 1.^a estudió que este movimiento de la herramienta, perpendicular al eje de rotación se utilizaba para la construcción de superficies planas, construcción que se denomina operación de **refrentado**.

Tanto el carro superior como el carro transversal efectúan su avance con un mecanismo igual al del cabezal móvil, sólo que en el carro superior se ha sustituido el volante por una manivela, aunque} modernamente también se montan pequeños volantes. Asimismo, la guía que en el cabezal móvil se efectúa mediante el vastago completamente cilíndrico, en los carros se hace con una superficie de forma especial, llamada ala de mosca o cola de milano, de manera que se deslizan como si fueran un patín y al mismo tiempo, esta forma especial de cuña impide que el esfuerzo que hace la herramienta, levante los carros.

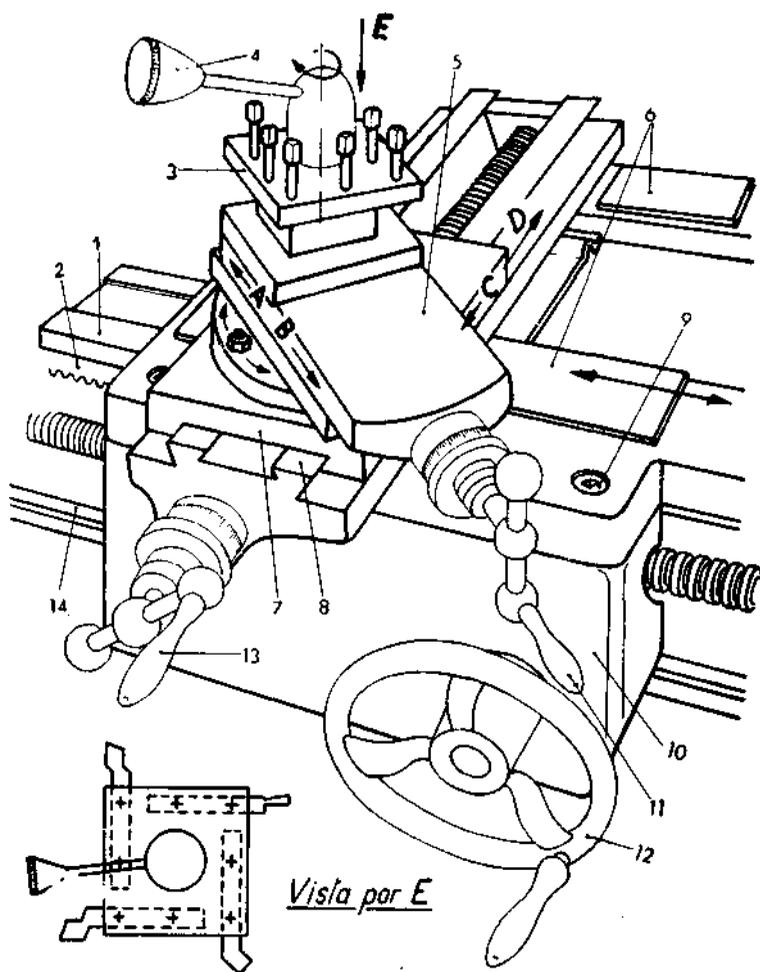


Figura 66. — Carros superior y transversal y torre portaherramientas. — 1. Bancada. — 2. Cremallera. — 3. Torre múltiple. — 4. Palanca de fijación de la torreta. — 5. Carrito superior. — 6. Carro longitudinal. — 7. Carro transversal. — 8. Superficie de guía del carro transversal. — 9. Tornillos de fijación del tablero al carro. — 10. Tablero del carro. — 11. Manivela de mando del carrito superior. — 12. Volante de mando del carro longitudinal. — 13. Manivela de mando del carro transversal. — 14. Barra de cilindrar.

CARRO LONGITUDINAL

Usted sabe que por cilindrado se entiende la formación de superficies cilíndricas conseguidas con el desplazamiento de la herramienta paralelamente a la bancada.

Ha visto ya la herramienta fija en la torrecilla. Ahora fijese en la figura 66, así como en la figura 40 que todo el conjunto de torre y carros superior y transversal descansan sobre el llamado carro longitudinal y que éste puede desplazarse a lo largo de la bancada y precisamente lo hará paralelamente a ella, ya que va guiado en la forma conveniente para ello.

Si se desplaza, pues, la herramienta sobre la pieza por medio del carro longitudinal, se efectuará una operación de cilindrado, ya que el avance de la herramienta va perfectamente guiado por la bancada y la superficie conseguida será completamente paralela a ella.

Es evidente que el avance de la herramienta sobre la pieza debe efectuarse de una manera regular y uniforme y, por ello, al ir ordenando por el carro longitudinal, ésta ha de avanzar suavemente sobre la bancada.

Desde hace ya algún tiempo y ahora en todos los tornos modernos este avance regular y uniforme, necesario para que la herramienta siempre corte el mismo grueso de viruta y haga siempre el mismo esfuerzo, se consigue de forma automática, aprovechando el mismo giro del eje principal del cabezal fijo. En una próxima lección estudiará este sistema automático.

MOVIMIENTO DEL CARRO LONGITUDINAL

En el torno sencillo de cilindrar a mano que ahora usted estudia, el avance se efectúa a mano como su nombre indica, es decir, el mismo operario es el que empuja el carro longitudinal y proporciona el esfuerzo necesario para el trabajo de corte. Esta operación debe efectuarse siempre de una forma suave.

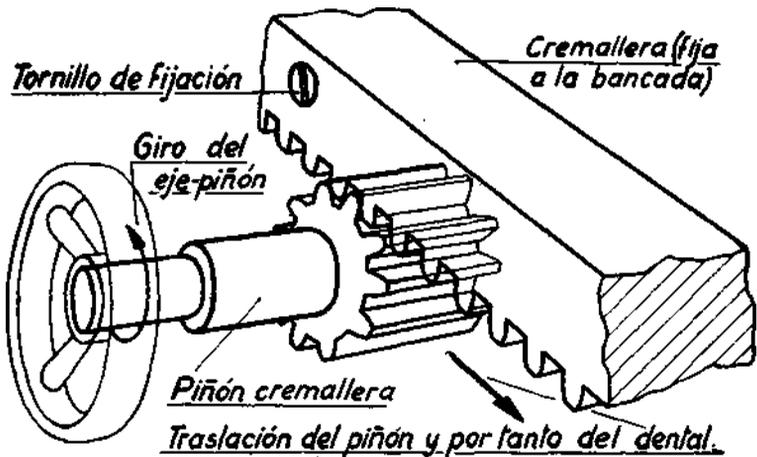
Puede definirse como avance el **desplazamiento longitudinal de la herramienta durante una vuelta completa de la pieza, o sea del eje de trabajo.**

El avance se efectúa, mediante el accionamiento del volante alojado en el tablero del carro (vea la figura 40) y en la forma que a continuación se explica.

El **tablero del carro o delantal** va fijado al carro longitudinal con

unos tornillos que se aprecian en la figura 66 de forma que quedan como si fuera una sola pieza. Detrás de este tablero es donde van montados los mecanismos de avance automático en los tornos modernos, mientras que en el torno que ahora usted estudia queda reducido al mecanismo de cremallera para el avance a mano.

La cremallera (11 de la figura 40) va fijada con tornillos en la parte anterior de la bancada y a todo lo largo de ella. Debido a las dificultades que se tendrían para hacer una pieza de tanta longitud y de tan poco grosor, se hace en dos o tres tramos, según la longitud de la bancada; estos tramos deben quedar exactamente a la misma medida. Se tallan unos dientes como si se tratara de un engranaje, y queda en la forma que se muestra en la figura 67



Finura 67. — Mecanismo de cremallera para avance del carro longitudinal

El volante del delantal va montado sobre un eje dentado en su extremo posterior, en realidad es un piñón que engrana perfectamente con la cremallera.

Al girar el volante, se hace girar el piñón, y éste se desplaza a lo largo de la cremallera, arrastrando con él al tablero o delantal y, por consiguiente, al carro y a la herramienta.

Este mecanismo, al mismo tiempo que ayuda al empuje suave del carro y de la herramienta contra la pieza, evita los acelerones o empujes bruscos que pudieran efectuarse, pues por el tacto de la mano sobre el

volante puede graduarse la fuerza que hace el tornero por la presión que se nota entre el piñón y la cremallera.

A lo largo de esta lección usted ha visto la forma en que funciona el torno sencillo de cilindrar a mano, cómo se recibe el movimiento y cómo lo transforma en el giro de la pieza, el uso que se da a los diferentes órganos del torno, cómo se fija la herramienta y de qué manera se efectúa el avance de ésta, accionando el volante del delantal.

Sólo falta, pues, determinar la fijación de la pieza al eje principal para aprovechar su movimiento de giro.

FIJACIÓN DE LA PIEZA

Observe en el torno de la figura 40, que en la parte delantera del eje principal va montado un plato universal o mandril.

En la figura 68 se muestra un plato universal de 3 garras y en la figura 69 una buena fijación de una pieza en un plato de este tipo.

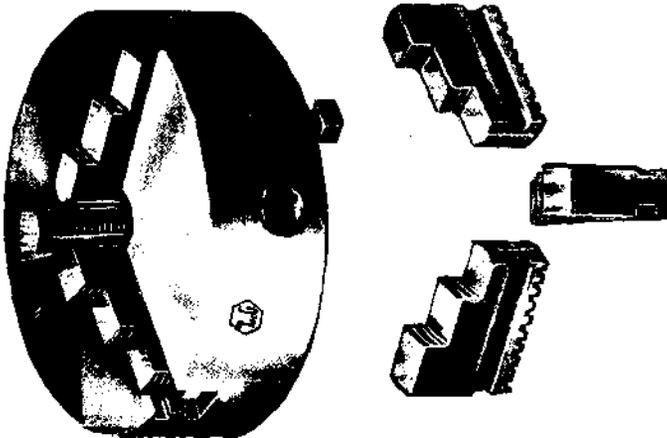


Figura 68. — Plato universal de tres garras.

La fijación de la pieza depende sobre todo de la forma de la misma y aunque más adelante estudiará las muchas y varias maneras de fijar una pieza, cabe establecerse que en la mayoría de los casos la fijación puede efectuarse en un plato universal del tipo de la figura 68, más o menos grande.

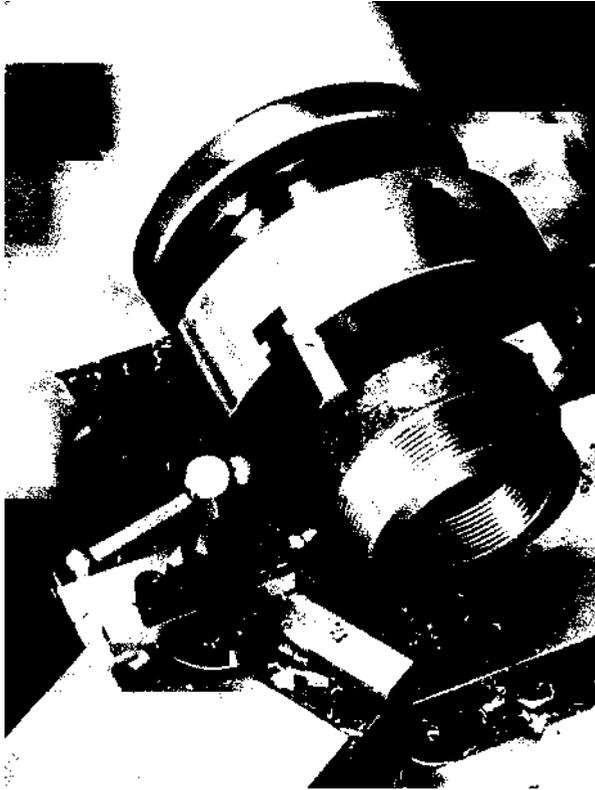
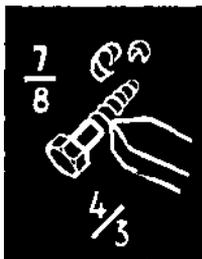


Figura 69. — Pieza fijada en un plano universal.

Las patas que fijan la pieza y que usted verá en la figura 68, pueden abrirse y cerrarse a voluntad, mediante una llave especial de manera que puedan fijarse piezas aunque haya gran variedad y diferencia de tamaños.

Una vez visto en esta lección el funcionamiento del torno sencillo de cilindrar y la forma de efectuar el trabajo de cilindrado, usted estudiará en las próximas lecciones detalladamente la forma de ejecutar toda clase de trabajos en todos los tipos de tornos, los diferentes sistemas de fijación de herramientas y piezas y la forma de preparar los trabajos.



matemáticas para tornero

LECCIÓN

2

NÚMEROS DECIMALES

Números decimales son los que constan de una o varias de las partes que resultan cuando la **unidad entera** se divide en 10, 100, 1.000, 10.000..., etcétera, partes iguales.

Si la unidad se divide por 10, cada una de estas partes iguales se llaman **décimas**

si se divide por 100 cada una de estas partes iguales se llaman **centésimas**

si se divide por 1.000 cada una de estas partes iguales se llaman **milésimas**

si se divide por 10.000 cada una de estas partes iguales se llaman **diezmilésimas**,

y así sucesivamente, es decir, si se divide por cien mil, se llaman **cientmilésimas**, si por un millón, **millonésimas**, etc.

De lo dicho se deduce que una unidad entera tiene 10 décimas, cien centésimas, mil milésimas, diez mil diezmilésimas, etc. Sirva de ejemplo la unidad de medida en Mecánica que es el milímetro; cada milímetro tiene diez décimas, cien centésimas, mil milésimas, diez mil diezmilésimas, etc.

Prácticamente el operario mecánico trabaja, como máximo, con valores hasta centésimas de milímetro y, en casos excepcionales, y con máquinas muy especiales, con milésimas de milímetro.

ESCRITURA Y LECTURA DE NÚMEROS DECIMALES

Los números decimales se escriben a continuación de los enteros, separados por una coma que se coloca a la derecha del último de los números enteros.

Así, por ejemplo, catorce milímetros y dos décimas se escriben 14'2. De esta forma se da a entender que se trata de catorce milímetros y, además, que de un milímetro dividido en 10 partes se han tomado dos de estas partes.

Cuando no hay enteros, es decir, cuando la medida o cantidad que ha de expresarse es solamente decimal, se escribe un cero en la parte que corresponde a los enteros. Así, si en el caso anterior sólo fueran décimas de milímetro se escribirá 0,2 mm. El cero indica que no hay enteros y el 2, es decir, las dos décimas se escriben después de la coma.

Los decimales se leen como si fuesen enteros dando a la última cifra la denominación correspondiente.

Ejemplo: 0'25 se leerá veinticinco centésimas; 0'451 se leerá cuatrocientas cincuenta y una milésimas; 0'7253 se leerá siete mil, doscientas cincuenta y tres diezmilésimas.

Si además de decimales hubiesen enteros, primero se leerían los enteros y a continuación los decimales; así 12'57 se leerían doce enteros y cincuenta y siete centésimas.

Un decimal **no sufre alteración** en su valor si se añaden o se quitan ceros de su derecha. Así en lugar de escribir 0'25 (veinticinco cen-

tésimas) se escribe 0'250 (doscientas cincuenta milésimas) no se altera su valor. Vea por qué:

Cada unidad entera tiene diez décimas como a su vez cada décima tiene diez centésimas, o sea que en los decimales como en los enteros cada unidad de un orden cualquiera tiene diez unidades de las del orden inmediato inferior. Sirva de ejemplo una peseta. Puede escribirse 1 peseta. Ahora bien, 10 monedas de diez céntimos también son una peseta; por lo tanto, si en lugar de decir moneda de diez céntimos se llaman a estas monedas, como en realidad lo son, décimas de peseta, puede escribirse también 10 décimas. De la misma forma es lo mismo escribir 0,1 (1 décima de peseta) de peseta que escribir 0,10 (diez céntimos) de peseta, pues el valor es el mismo, es decir, lo mismo da tener diez décimos que cien céntimos, pues en realidad el valor es el mismo.

SUMA DE DECIMALES

Los decimales se suman igual que los enteros, pero teniendo en cuenta de disponerlos de forma que **las comas vengan en columna** para sumar décimas con décimas, centésimas con centésimas, etc.

Ejemplo: Han de sumarse los decimales

14'87; 23'76; 0'483; 5'370.

Estos decimales se colocarán, pues, de forma que las décimas queden debajo de las décimas, las centésimas debajo de las centésimas y las milésimas debajo de las milésimas:

$$\begin{array}{r} 14'87 \\ + 23'76 \\ + 0'483 \\ + 5'370 \\ \hline 44'483 \end{array}$$

El resultado de la suma vale cuarenta y cuatro enteros y cuatrocientas ochenta y tres milésimas.

RESTA DE DECIMALES

Se restan como si fuesen enteros, procurando, como en la suma que las comas vengan en columna.

Ejemplos:

$$\begin{array}{r} 0'472 \\ - 0'312 \\ \hline 0'160 \end{array} \quad \begin{array}{r} 6'731 \\ - 0'421 \\ \hline 6'310 \end{array} \quad \begin{array}{r} 17'52 \\ - 0'415 \\ \hline 17'105 \end{array} \quad \begin{array}{r} 4'325 \\ - 0'417 \\ \hline 3'908 \end{array}$$

Fíjese que en el tercer caso en el minuendo o cantidad colocada en la parte superior sólo hay dos cifras decimales, mientras que en el sustraendo que es la cantidad colocada debajo del minuendo hay tres cifras decimales. Esto se resuelve teniendo en cuenta lo estudiado anteriormente: el valor del decimal no varía si se colocan o se quitan ceros a su derecha; por lo tanto en el caso de esta resta, es como si se hubiese escrito:

$$\begin{array}{r} 17'520 \\ - 0'415 \\ \hline 17'105 \end{array}$$

Esto es lo que se hace en la práctica, aunque no se escriba dicho cero, ya que se da por sobreentendido.

MULTIPLICACIÓN DE DECIMALES

Se multiplican como si fueran enteros, separando con una coma, como parte decimal, de derecha a izquierda del producto total un número de cifras igual a la suma de los números de cifras de los dos factores.

Fíjese en esta multiplicación:

$$\begin{array}{r} 5'25 \\ \times 3'2 \\ \hline 1050 \\ 1575 \\ \hline 16'800 \end{array}$$

Para efectuar la multiplicación, los números se han colocado como si fuesen enteros y se ha operado prescindiendo de las comas hasta dar con el producto 16'800. Acto seguido se han contado cuantas cifras decimales hay en el multiplicando y cuantas en el multiplicador, siendo en total, tres cifras, por lo que luego se han contado a partir de la derecha tres cifras del producto total, y el producto resulta ser 16'800

En el caso que la suma de cifras decimales del multiplicando y multiplicador fuese mayor que el total de cifras del producto total se añaden ceros a la izquierda hasta completar el número de cifras.

Ejemplo, la siguiente multiplicación:

$$\begin{array}{r} 0315 \\ \times 0'2 \\ \hline 0'0630 \end{array}$$

Como el producto 630 tiene sólo tres cifras y la suma de las cifras decimales de las del multiplicando y multiplicador son cuatro, se añaden dos ceros a la izquierda y se coloca la coma en el lugar correspondiente a los enteros para evitar confusiones, por lo que el resultado queda expresado así: 0'0630.

Debe tenerse en cuenta que al multiplicarse cualquier número por otro más pequeño que la unidad lo que se hace es dividir su valor, es decir, ocurre al revés que al multiplicarlo por un número mayor que 1, que se aumenta.

Compruébalo en los dos siguientes casos:

$$\begin{array}{r} 1'25 \\ \times 7 \\ \hline 8'75 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0'25 \\ \times 7 \\ \hline 1'75 \end{array}$$

En el caso que haya de multiplicarse un decimal por la unidad seguida de ceros, es decir, por 10, 100, 1000, etc., se corre la coma hacia la derecha tantos lugares como ceros tiene la unidad: si no hubiese bastantes cifras se colocan los ceros que hagan falta.

Ejemplos:

$$\begin{array}{rcl} 180'347 & \times & 10 = 1803'47 \\ 0'374 & \times & 100 = 37'4 \\ 10^*73 & \times & 1000 = 10730 \end{array}$$

DIVISIÓN DE DECIMALES

Los decimales se dividen como enteros si el número de cifras decimales del dividendo y divisor es igual; en caso contrario se igualan con ceros y se efectúa la división.

Ejemplo: Dividir 735'54:0'23

$$\begin{array}{r} 735'54 \quad 0'23 \\ 045 \quad 3198 \\ 225 \\ 184 \\ 00 \end{array}$$

En este caso como el número de cifras decimales en el dividendo y divisor es igual (dos en cada uno) se prescinde de las comas, pues es como si se multiplicara dividendo y divisor por 100 y ya se ha visto que si el dividendo y divisor de una división se multiplican o dividen ambos por un mismo número el cociente no varía. Hecho esto, la división se efectúa como si fuesen las cantidades $73554 : 23 = 3198$.

En el caso que el número de cifras decimales no sea igual se procede de la siguiente forma:

Sean los números $253'61 : 3'5$; las cifras decimales se igualarán añadiendo los ceros que sean necesarios; en este caso quedará de la forma siguiente $25361 : 350$. Hecho esto se procederá como en una división cualquiera:

$$\begin{array}{r}
 25361 \quad \quad 350 \\
 0861 \quad \quad 72'46 \\
 1610 \\
 2100 \\
 000
 \end{array}$$

QUEBRADOS

Quebrado común es el número que consta de una o más de las partes que resultan cuando la unidad entera se divide en 2, 3, 4, 5, etc., partes iguales.

Todo quebrado consta de dos términos: uno llamado **denominador** que indica las partes iguales en que se ha dividido la unidad y otro llamado **numerador** que indica las partes que de esta división se han tomado.

Decir quebrado es lo mismo que decir roto o hecho pedazos, pero en matemáticas se exige la condición de que estos trozos o pedazos sean iguales, es decir, que no haya uno más grande que los otros; además el quebrado indica las partes en que se ha dividido la unidad y las partes que se han tomado.

Así si una hoja de papel se corta en 5 partes iguales y de estas cinco partes se toman tres se escribirá $\frac{3}{5}$ partes de la hoja, indicando

así, matemáticamente lo que se ha hecho. El número 3 colocado encima de la línea horizontal es el numerador y el de debajo el denominador del

quebrado $\frac{3}{5}$

REDUCCIÓN DE UN QUEBRADO COMÚN A DECIMAL

Para reducir un quebrado común a decimal se divide el numerador por el denominador. Así el quebrado $\frac{1}{4}$ (un cuarto) para reducirlo o transformarlo a decimal se dividirá el numerador por el denominador

$$\begin{array}{r} 10 \quad | \quad 4 \quad _ \\ 20 \quad 0'25 \\ 0 \end{array}$$

o sea que representando en decimales $\frac{1}{4} = 0'25$.

Esta operación o transformación es muy importante, pues con mucha frecuencia intervienen en una misma operación matemática números decimales y quebrados, y entonces deben reducirse los quebrados a decimales y efectuarse la división.

Asimismo en el sistema inglés las medidas vienen en pulgadas y fracciones de pulgadas (1 pulgada = 25,4 milímetros), y para convenir las pulgadas a milímetros ha de reducirse el quebrado a fracción decimal:

Sirvan de ejemplo los quebrados siguientes:

$$\begin{array}{ccc} 1 & 3 & 4 \\ 2 & 4 & 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10 \quad \swarrow 2 \\ 0 \quad \underline{0'5} \\ / \end{array} \quad \begin{array}{r} 30 \quad \swarrow 4 \\ 20 \quad \underline{0'75} \\ 0 \quad / \end{array} \quad \begin{array}{r} 40 \quad \swarrow 5 \\ 0 \quad \underline{0'8} \\ / \end{array}$$

$$\text{luego } \frac{1}{2} = 0'5$$

$$\frac{3}{4} = 0'75$$

$$\frac{4}{5} = 0'8$$

QUEBRADOS PROPIOS E IMPROPIOS

Se llaman **quebrados propios** a todos aquellos que valen **menos que la unidad**, es decir, que el numerador es menor que el denominador, puesto que siempre que el numerador es menor que el denominador el valor del quebrado también es menor que la unidad.

Como se ha visto en los ejemplos anteriores al dividir los términos del quebrado para reducirlos a decimales, se han obtenido los valores 0,5; 0,75; 0,8; todas ellas menores que la unidad. Lógicamente debe ocurrir así, pues, ya en la lección anterior se indicó que cuando el dividendo es menor que el divisor, el cociente es menor que la unidad.

Quebrados impropios son aquellos en que el numerador es igual o mayor que el denominador, en cuyo caso el valor del quebrado será la unidad o un número mayor que la unidad. Así los quebrados $\frac{4}{4}$; $\frac{6}{6}$; $\frac{6}{3}$;

26

$\frac{—}{12}$; son impropios, puesto que dividido el numerador por el denominador de cada uno se obtienen valores mayores o iguales que la unidad.

$$\begin{array}{r} 4 \quad \overline{)4} \\ 0 \quad \underline{0} \end{array}$$

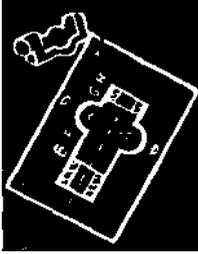
$$\begin{array}{r} 6 \quad \overline{)6} \\ 0 \quad \underline{0} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5 \quad \overline{)3} \\ 20 \quad \underline{20} \\ 20 \quad \underline{20} \\ 2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 26 \quad \overline{)12} \\ 20 \quad \underline{20} \\ 80 \quad \underline{80} \\ 80 \end{array}$$

Se ha estudiado que un quebrado expresa las partes enteras en que se ha dividido la unidad y las partes que de ella se toman. Así, en los quebrados propios, como el numerador es siempre menor que el denominador, si por ejemplo una unidad, una naranja, se divide en 12 par-

tes iguales y se toman 4 de estas 12 partes, es decir $\frac{4}{12}$, no puede en
 manera alguna tenerse toda la naranja, sino que aún sobrarán 8 partes
 de la misma. En cambio, si se cogen las 12 partes, evidentemente se
 tendrá la naranja entera, es decir, la unidad. Por último, si en lugar de
 $\frac{12}{12}$ son $\frac{18}{12}$, es que se tiene una naranja y la mitad de otra naranja.
 $\frac{12}{12}$ $\frac{18}{12}$



interpretación planos

LECCIÓN

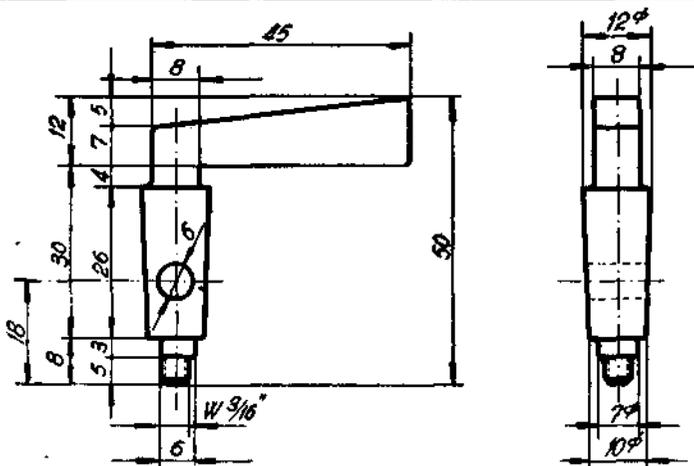
2

SIGNIFICADO DE LAS LINEAS DE UN PLANO LINEAS VISIBLES Y LINEAS OCULTAS

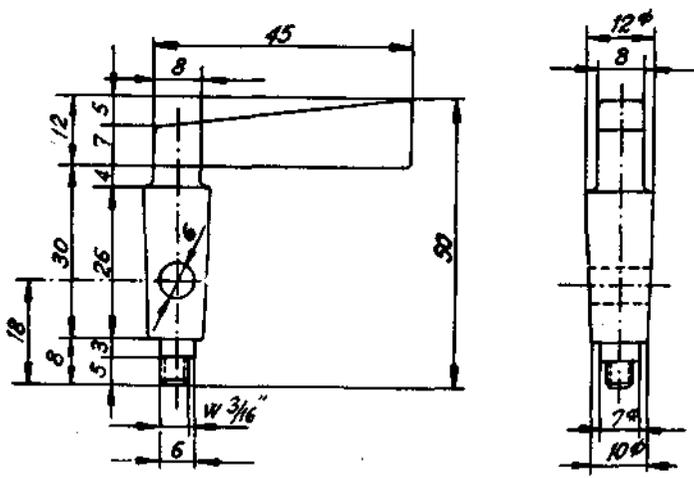
Ha estudiado usted en la primera lección lo que son las vistas y cómo se colocan en un plano. Pero en un plano, además de las líneas de las vistas, se encuentran dibujadas otras líneas para indicar, por ejemplo, las medidas y otros detalles de la pieza, como irá aprendiendo más adelante en otras lecciones.

Es necesario, pues, indicar de alguna forma en el plano cuáles son las líneas correspondientes a las figuras de las vistas y cuáles no. Esto se logra haciendo las líneas correspondientes a las vistas más gruesas que las otras. En la lámina 4 puede ver la diferencia entre un plano hecho con todas las líneas del mismo grueso y el mismo hecho con las líneas de las vistas de mayor grueso.

En algunas ocasiones conviene dibujar de una vista de la pieza las líneas de algunos bordes o aristas que al mirar la pieza por el lado correspondiente a la vista no se ven, es decir, quedan ocultas por la pieza. En tal caso estas líneas deben diferenciarse de las líneas que se ven; para ello en el dibujo de la vista se hacen todas las líneas de la pieza gruesas, para diferenciarlas de las líneas que no son de la pieza, pero **las líneas visibles se hacen continuas y las líneas ocultas se dibujan de trazos, como se muestra en la figura 17.**



Lalón		Dibujado Comprob.	Lizano Hena	13-9-37 13-9-37	CEAC
1:1	Llave				125437/01-1



Lalón		Dibujado Comprob.	Lizano Hena	13-9-37 13-9-37	CEAC
1:1	Llave				125437/01-1

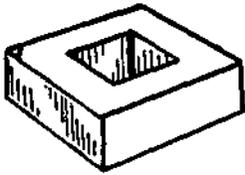


Figura 17

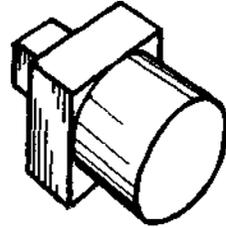
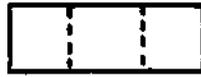


Figura 18

El empleo de las líneas ocultas en las vistas simplifica los planos en unos casos y en otros ayuda a precisar la forma de la pieza. Por ejemplo, para representar en un plano la forma de la pieza de la figura 18, sin emplear líneas ocultas, necesitaría tres vistas, como se muestra en

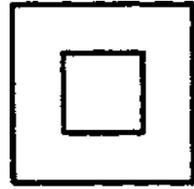
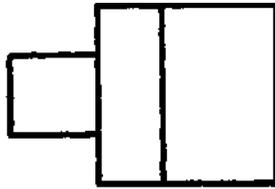
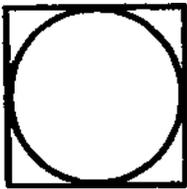
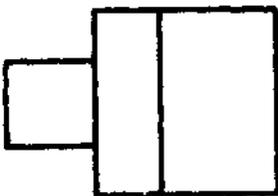


Figura 19



Figuro 20

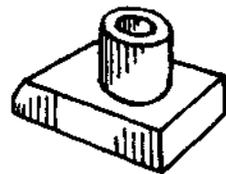
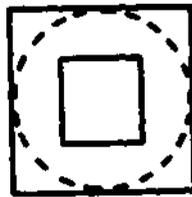
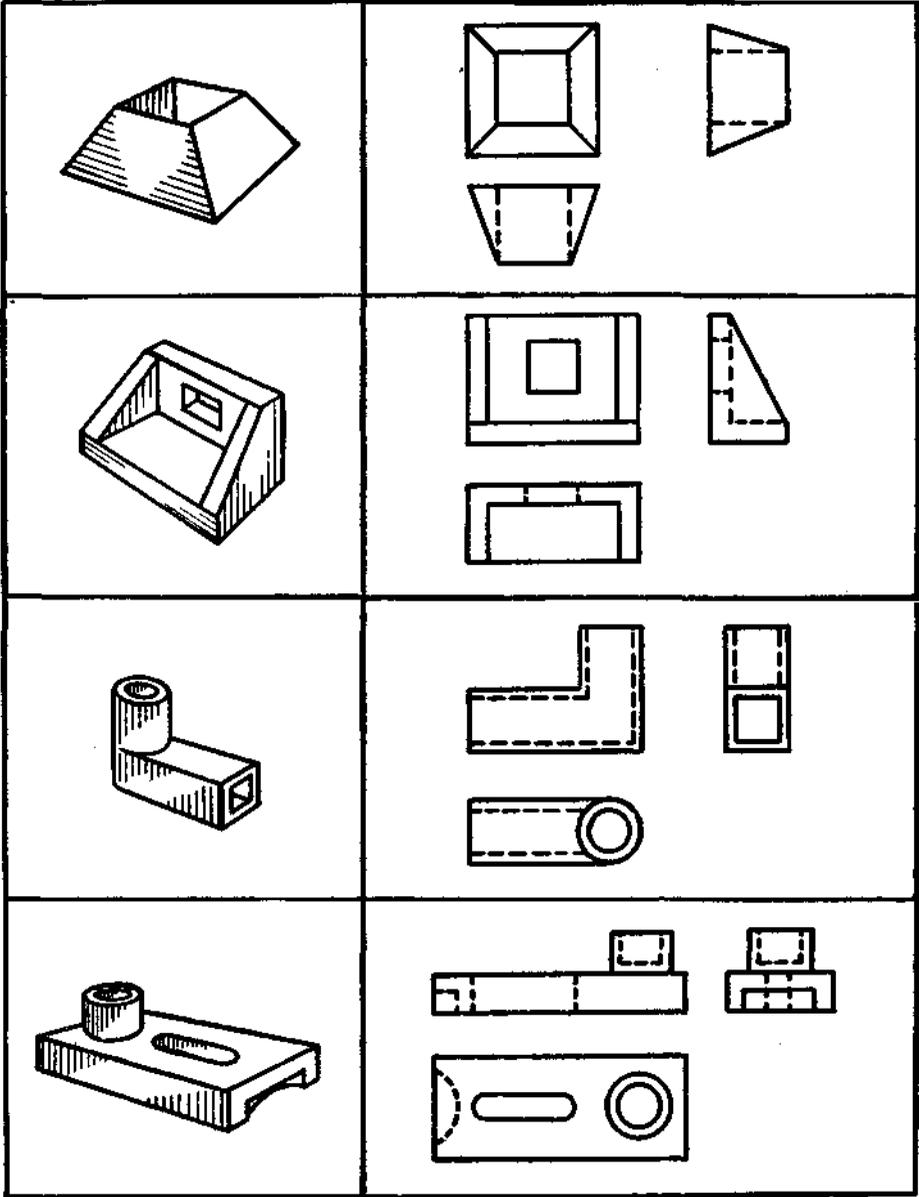


Figura 21

la figura 19, mientras que utilizando las líneas ocultas es suficiente con dos vistas, como se muestra en la figura 20, en la que, sobre la vista por el lado izquierdo, se ha señalado con línea de puntos la forma de la



LAMINA 5

parte redonda que queda oculta en dicha vista. Otro ejemplo lo tenemos en el plano de la pieza de la figura 21; aunque se hicieren las tres vistas de la pieza, como se muestra en la figura 22, no quedaría clara la profundidad que tiene el agujero; en cambio, utilizando las líneas ocultas queda perfectamente indicada esta profundidad (fig. 23).

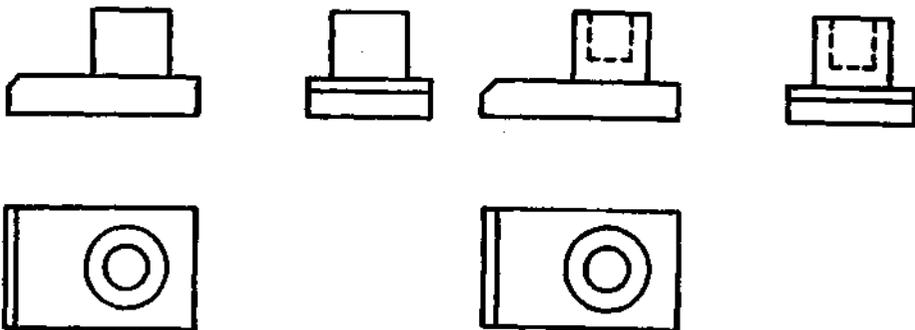


Figura 22

Figura 23

En la lámina 5 se presentan diversos casos de piezas con sus vistas correspondientes, en las cuales se han empleado líneas de trazos para indicar las líneas ocultas de las piezas, con el fin de aclarar perfectamente la forma de las mismas. Aquí debe usted estudiar atentamente cada una de las piezas hasta comprender a qué línea o superficie de la pieza corresponde cada una de las líneas de las vistas. Si encuentra dificultad en lograrlo, ahora es el momento de repasar lo estudiado en la primera lección sobre las vistas y su disposición en el plano.

CORTES O SECCIONES

Hasta ahora ha visto usted cómo las piezas se representan en los planos por sus vistas, en las cuales las partes ocultas se representan por líneas de puntos.

Cuando las piezas son muy complicadas interiormente o cuando se representan varias piezas montadas (unidas unas a otras) si se quieren representar las partes ocultas en una vista por medio de líneas de puntos, resulta una confusión de éstas que dificulta en gran manera la comprensión de la forma de la pieza o piezas representadas.

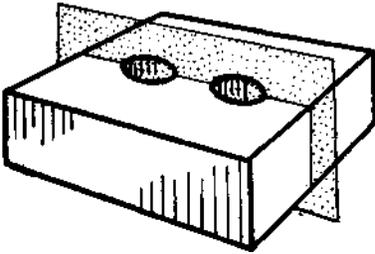


Figura 24

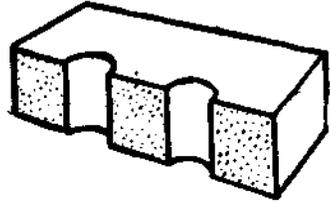


Figura 25

En tales casos se recurre a los **cortes** o **secciones**, llamándose con estos nombres las superficies que resultarían al cortar la pieza por una o varias superficies planas. Por ejemplo, si la pieza de la figura 24 se cortase por el plano punteado que se ve en ella, la superficie cortada quedaría como la que se ve punteada en la figura 25; esto es lo que se llama un corte de la pieza. En la figura 26 se muestra otra pieza con la indicación de unos planos por los que puede cortarse; si así se hiciese

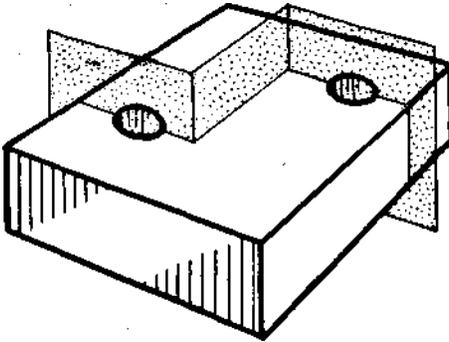


Figura 26

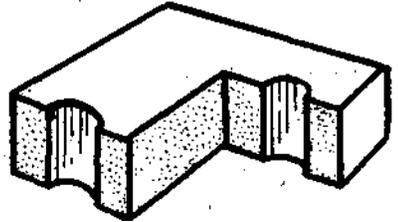


Figura 27

resultaría una superficie en el corte, como la que se encuentra punteada en la figura 27, y esto sería también un corte o sección de la pieza.

Los planos por los que se considere cortada una pieza se llaman **planos de corte**.

Vista en corte o vista en sección, se llama en un plano a la vista de la sección o corte de una pieza. Por ejemplo, si en un plano se representase la vista del corte de la pieza de la figura 25, aparecería como se muestra en la figura 28. Para señalar en un plano que una vista del mismo es un corte o sección, las partes de la vista que corresponden a las superficies del corte de la pieza se rayan con líneas rectas finas y paralelas; en el caso de la vista de la figura 28, se representará en el plano como se muestra en la figura 29. A las vistas en corte o vistas en sección, se las suele llamar sencillamente cortes o secciones cuando se habla de planos.



Figura 28

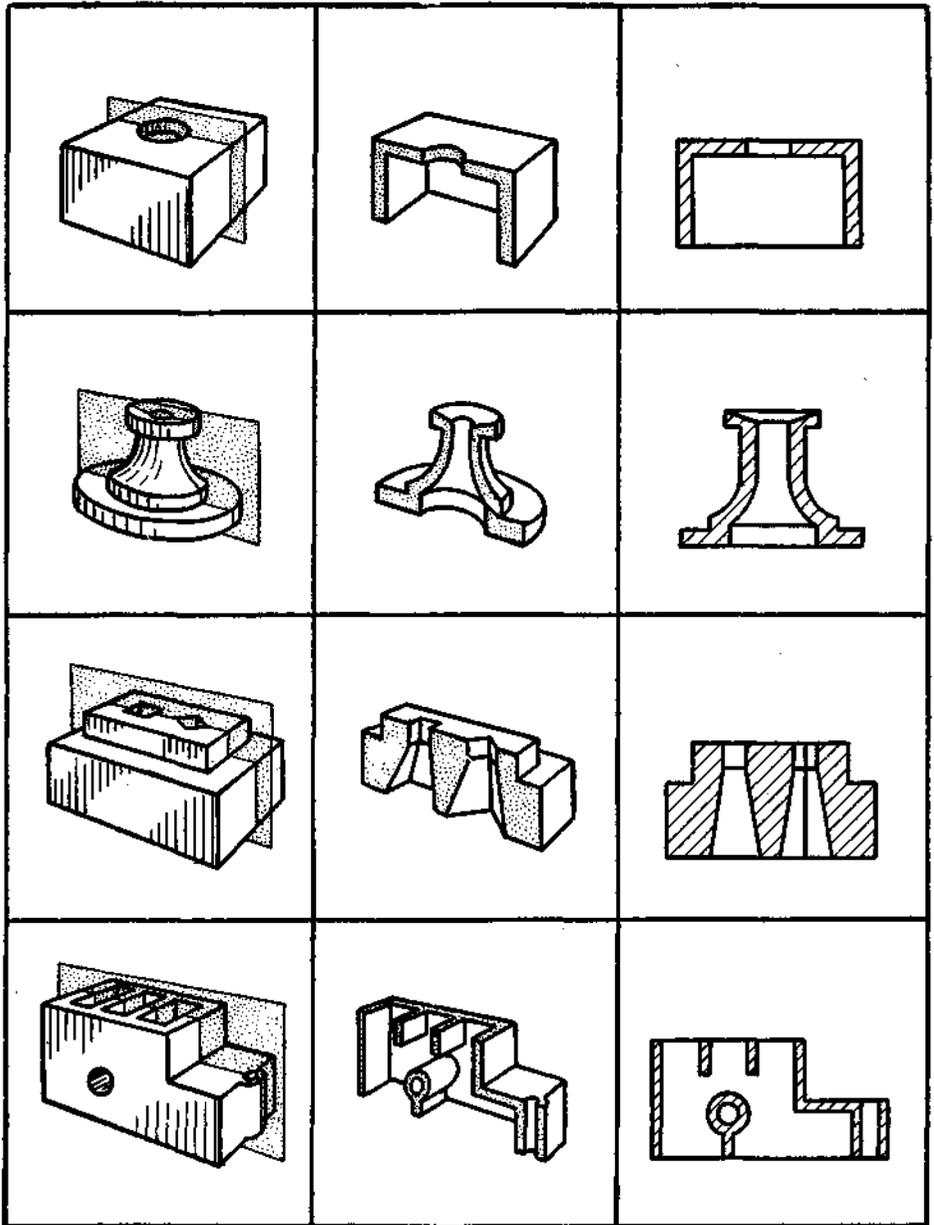


Figura 29

Para mejor comprender las ideas de planos de corte, cortes y vistas en corte, en la lámina 6 se muestran algunos ejemplos de cortes en piezas de formas diversas, siendo las figuras de la derecha la forma en que se dibuja en los planos.

INDICACIÓN Y COLOCACIÓN DE LOS CORTES EN LOS PLANOS

Las vistas en corte no se colocan en los planos siguiendo una regla determinada tan precisa como las vistas normales de las piezas; sin embargo, el delineante procura disponerlos en el plano de forma que quede claramente indicada la posición del corte en la pieza, e indicando sobre una vista perpendicular al plano de corte la situación de éste por medio de una línea gruesa de trazo y punto, en cuyos extremos se señalan con unas flechas la dirección según la cual se mira la vista en corte. En la figura 30, por ejemplo, se muestra una pieza con la indicación de un plano de corte; el corte se verá como se presenta en la figura 31, y su representación en el plano se haría como en la figura 32, en la que puede ver usted cómo la posición del corte se ha indicado por una línea de trazo y punto sobre la vista por encima de la pieza, y con las flechas que indican la dirección en que está mirada la vista en corte. Para indicar que una vista en corte corresponde a una línea de indicación de corte determinada, los extremos de esta línea



LAMINA 6

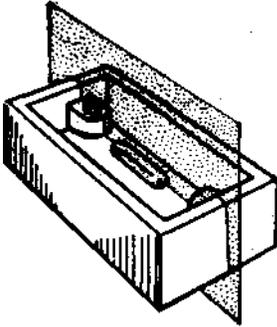


Figura 30

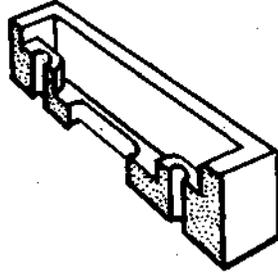


Figura 31

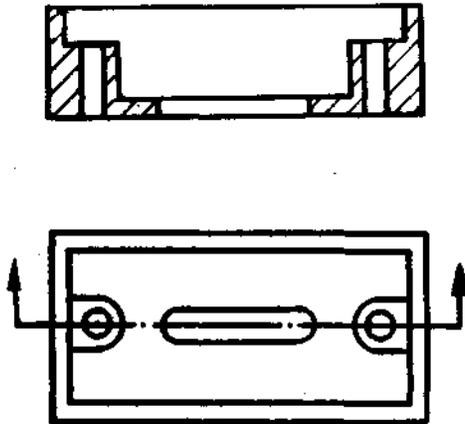


Figura 32

se señalan con letras y debajo de la vista en corte se indica VISTA POR y a continuación las letras de la línea de corte correspondiente; en la figura 33 puede ver la indicación de la correspondencia de dos vistas en corte con las líneas de corte trazadas sobre la vista de una pieza.

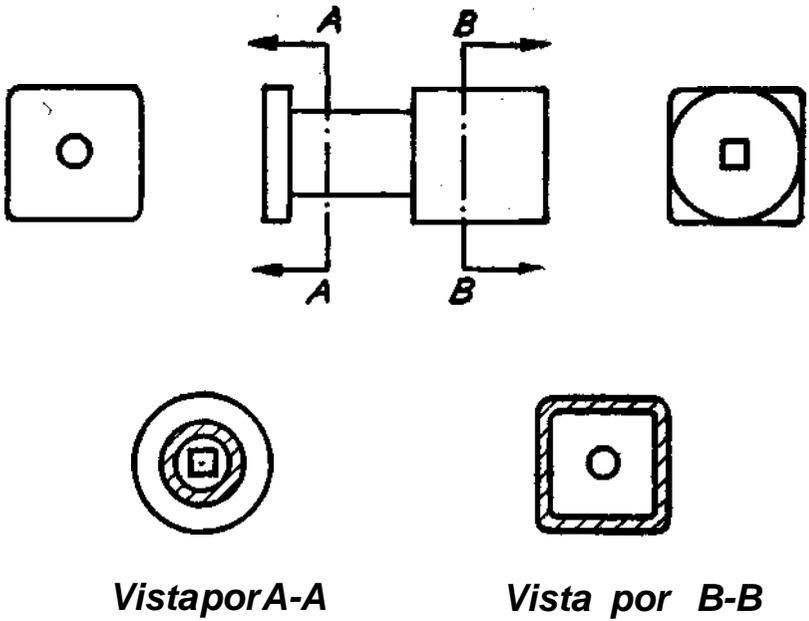
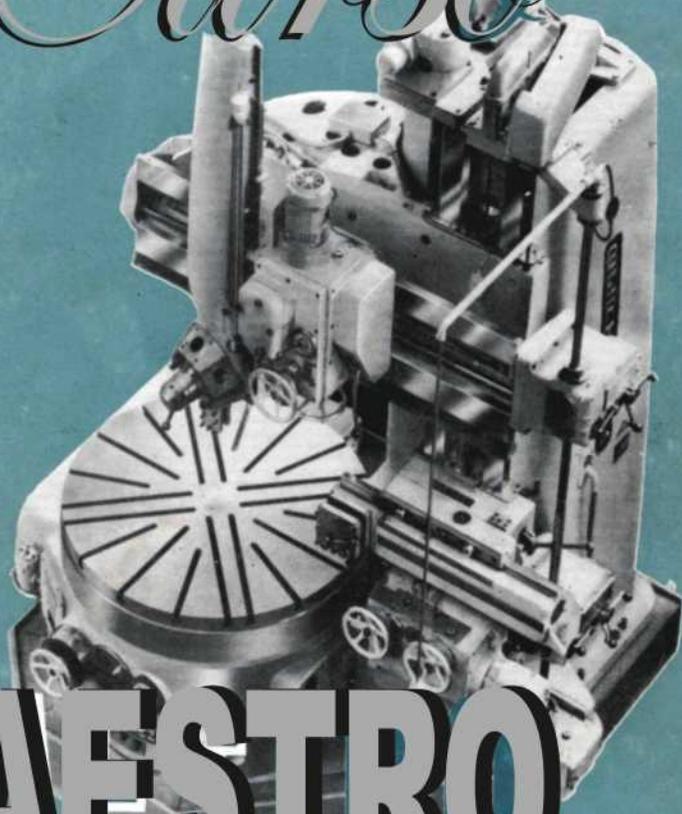


Figura 33

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 3



conocimientos generales mecánica

LECCIÓN

3

Algunos conocimientos de Física que estudiará a continuación, usted ya los conoce por la práctica. Sin embargo, conviene que los estudie para después comprender perfectamente las próximas lecciones de TÉCNICA DEL TORNO. Se trata de puntualizar y dejar bien sentado el sentido de las palabras que necesariamente han de emplearse para explicar cómo funciona y cómo se trabaja en el torno.

FUERZA

En Física la **fuerza** se define como todo aquello **que produce** un movimiento o lo modifica.

Una fuerza, al ser aplicada en cualquier lugar produce un movimiento, bien sea de mover un objeto cualquiera, bien de producir una deformación, etc. A veces este movimiento no se nota, ya que es muy pequeño; usted hace una fuerza contra la pared y lo que en realidad ocurre es que al empujarla deforma la parte donde empuje, o sea, aplasta con la mano los granos de la pared por la parte que los empuja. Aunque lo más normal es que si tanto aprieta se aplaste usted la carne, por ser ésta más débil que la pared. Estos aplastamientos son los pequeños movimientos producidos por la fuerza.

A veces la fuerza en lugar de producir un movimiento, lo modifica. Así, si un objeto que se está moviendo usted lo empuja con una fuerza opuesta al movimiento, el objeto se para. Esta fuerza, por lo tanto, ha modificado el movimiento del objeto.

La fuerza se mide en kilogramos; para abreviar se escribe Kg.

Las fuerzas se caracterizan por cuatro cualidades: **su dirección, su sentido, su punto de aplicación y su intensidad.**

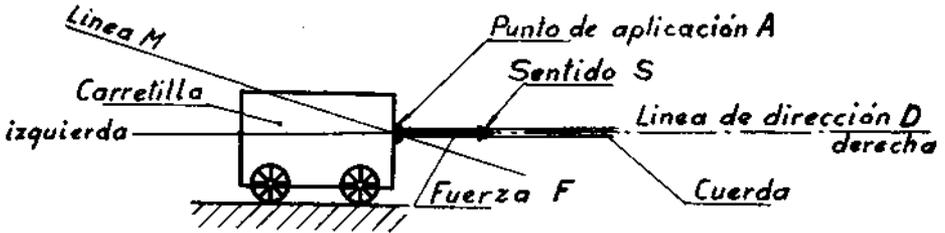


Figura 18

Compruebe estas cualidades en la figura 18; la cuerda que arrastra a la carretilla produce una fuerza F . La dirección de la fuerza F es la de la línea D . Otra dirección podría ser la línea M , pero en este caso la dirección es la línea D . Sobre esta dirección D pueden haber dos sentidos: uno de derecha a izquierda y otro de izquierda a derecha. El sentido de la fuerza F es el que indica la flecha, o sea de izquierda a derecha. El punto de aplicación es A , punto donde la fuerza hace el esfuerzo, cualquiera que sea la longitud de la cuerda. La intensidad de la fuerza son los Kg, que puede valer 10 Kg, 80 Kg, 3 000 Kg, etc, según la fuerza con que se tire de la cuerda.

TRABAJO

Al vencer una resistencia se efectúa un trabajo. Mover un peso, arrancar una planta, en fin, vencer cualquier resistencia es efectuar un **trabajo.**

El trabajo hecho se halla **multiplicando la fuerza hecha, en Kg, por el espacio o longitud recorrido, en metros.**

Fijese en el ejemplo de la figura 19. El paquete P que pesa 15 kilos estaba apoyado en el suelo y tirando de él se ha levantado 5 m. El trabajo efectuado es pues, la fuerza hecha (15 Kg) multiplicada por el espacio recorrido (5 m.), o sea:

Trabajo T = Fuerza F X espacio E (abreviado T = F X E) que es la fórmula para hallar el trabajo. Aplicada al caso de la figura 19, T= 15X5 = 75 Kgm (léase kilográmetros).

Las unidades en que se mide el trabajo son los **kilográmetros** que se escriben **Kgm** para abreviar.

Un Kgm es el trabajo producido al levantar el peso de 1 Kg a la altura de 1 metro.

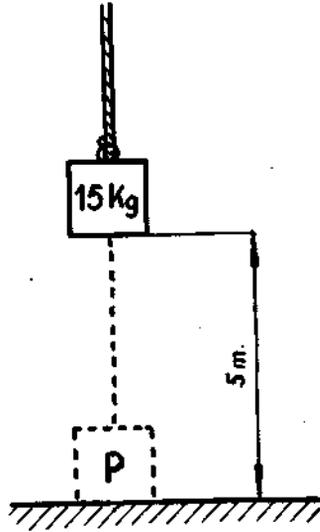


Figura 19

POTENCIA

Se llama potencia a la cantidad de trabajo efectuado en un segundo. La potencia se mide en **Caballos de vapor**, que abreviando se escribe CV. Es fácil también ver escrito HP, abreviatura de la denominación inglesa "horse power" que quiere decir **caballos vapor**.

Un **CV** significa un trabajo de 75 Kgm efectuado en un segundo. De aquí que la potencia P en CV se halle dividiendo el trabajo T por el

tiempo empleado t, en segundos y por 75; o sea, $P = \frac{T}{t \times 75}$

Por ejemplo: Un peso de 300 Kg ha sido levantado 25 m en un tiempo de 50 segundos. Hallar la potencia desarrollada.

El trabajo será T = F X E, o sea

$$T = 300 \times 25 = 7.500 \text{ Kg m}$$

la potencia será:

$$P = \frac{T}{t \times 75} = \frac{7.500}{50 \times 75} = 2 \text{ CV}$$

Se precisará de una potencia de 2 CV

Los motores se denominan siempre por la potencia que son capaces de desarrollar.

Otro sistema de hallar la potencia, es el utilizado cuando se conoce la velocidad con que se hace el trabajo.

En este caso la potencia P dada en CV es igual a la fuerza F dada en Kg , multiplicando por la velocidad V dada en m/seg y dividiendo por 75; o sea:

$$P = \frac{F \times V}{75}$$

Ejemplo: Un peso de 40 kg es elevado a una **velocidad de 30 m/seg.** ¿Qué potencia es necesaria?

$$P = \frac{F \times V}{75} \text{ o sea } P = \frac{40 \times 30}{75} = 16 \text{ CV}$$

Se precisa, por lo tanto, una potencia de 16 CV

Conviene que usted tenga una idea clara de lo que es fuerza y de lo que es potencia, ya que a veces estas ideas se confunden.

Como puede comprobarse un motor de una determinada potencia, hará más fuerza cuanto más despacio vaya, ya que al disminuir la velocidad aumenta la fuerza.

Por ejemplo, un motor está haciendo una fuerza de 15 Kg y una velocidad de 10 m/seg La potencia necesaria es de:

$$P = \frac{15 \times 10}{75} = 2 \text{ CV}$$

Si este motor se hace trabajar con una fuerza de 75 Kg y una velocidad de 2 m/seg la potencia necesaria es:

$$P = \frac{75 \times 2}{75} = 2 \text{ CV}$$

O sea que con la misma potencia se logra mucha más fuerza disminuyendo la velocidad.

Al revés, si aumenta la velocidad disminuye la fuerza. Así, si quiere darse una velocidad de 30 m/seg , con una fuerza de 5 Kg se tendrá:

$$P = \frac{5 \times 30}{75} = 2 \text{ CV, la misma potencia}$$

Por lo tanto, el mismo motor, si va más deprisa hará menos fuerza.

VELOCIDAD

Cuando un cuerpo se mueve se dice que tiene una **velocidad**.

La velocidad se mide por el espacio recorrido en una unidad de tiempo, por ejemplo, en un segundo o en un minuto.

La velocidad se obtiene dividiendo el espacio recorrido en metros por el tiempo empleado en segundos.

$$\text{velocidad } V = \frac{\text{espacio } E}{\text{tiempo } t}$$

Ejemplo: Un carro va desde una casa a otra en 10 minutos. La distancia entre las dos casas es de 300 m. Hallar la velocidad que ha desarrollado.

Como el tiempo está en minutos, para convertirlos en segundos se multiplicarán por 60:

$$\text{tiempo } t = 10 \times 60 = 600 \text{ segundos}$$

la velocidad será:

$$V = \frac{E}{t} \text{ o sea } V = \frac{300}{600} = 0,5 \text{ m. por segundo}$$

La velocidad se mide, pues, en metros por segundo. Para abreviarlo se escribe **m/seg** que, se lee **metros por segundo**.

Más adelante verá que en algunos casos la velocidad se mide en metros por minuto; uno de estos casos es la velocidad de corte de las herramientas.

También la velocidad de los automóviles se mide en kilómetros por hora (Km/hora), o sea los Km recorridos en una hora.

En todos los casos se trata del espacio recorrido en una unidad de tiempo, sean segundos, minutos u horas.

De momento, aplicaremos las unidades de m/seg.

VELOCIDAD DE GIRO

Cuando un cuerpo gira, o sea, da vueltas, puede ir más o menos de prisa. Para abreviar suele llamarse con la letra n.

La velocidad de giro se da, pues, en **vueltas por minuto**.

Cuando un cuerpo ha dado una vuelta completa se dice que ha dado una revolución. Por ejemplo, en la figura 20 el punto P va girando alrededor del punto O ocupando sucesivas posiciones en la circunfe-

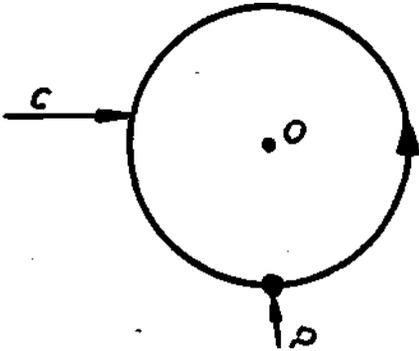


Figura 20

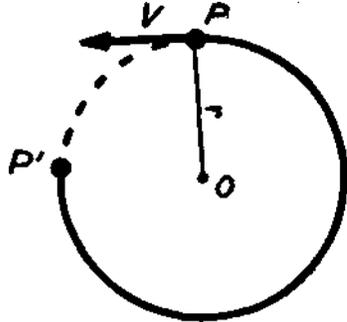


Figura 21

renda C. Cuando el punto P llega otra vez abajo, se dice que ha dado una revolución completa.

Quede bien entendido que en Mecánica, la velocidad de giro se da en revoluciones por minuto. Para abreviarlo se escribe **rpm**, que se lee **revoluciones por minuto**.

Hay que distinguir bien lo que es velocidad de giro y lo que es velocidad tangencial.

VELOCIDAD TANGENCIAL

Se llama **velocidad tangencial** al espacio recorrido durante un minuto por un punto que gira alrededor de otro.

Vea en la figura 21 un punto P que gira alrededor de otro O a una distancia r. Si al cabo de un minuto el punto P está en la posición P' habrá recorrido el espacio punteado. Este espacio recorrido en un minuto es la velocidad tangencial tomando como unidad de tiempo el minuto. Si el punto ha dado varias vueltas se cuenta todo el espacio recorrido.

La velocidad tangencial depende de la velocidad de giro y de la distancia r llamada **radio**. En efecto, suponiendo una misma velocidad de giro, la velocidad tangencial será mayor cuando mayor sea la distancia r al centro, ya que cuanto mayor sea el radio r mayor será el espacio recorrido en cada vuelta.

La velocidad tangencial se mide en **m/seg** o **m/min** (metros por minuto), según los casos. Nosotros la mediremos en **m/min**.

Para saber la velocidad tangencial V en m/min de un punto sabiendo la velocidad de giro n en **rpm** y el radio r en **m** se multiplica la velocidad de giro n por el radio r y por 6,28, o sea:

$$V = n \times r \times 6,28$$

Ejemplo: Una polea gira a **200 rpm** y tiene un radio de 100 mm
Hallar su velocidad tangencial:

El radio se necesita conocerlo en metros, luego $\frac{100}{1.000} = 0,1 \text{ m}$

$$V = n \times r \times 6,28 = 200 \times 0,1 \times 6,28 = 125,6 \text{ m/min}$$

La velocidad tangencial es de 125,6 m/min.



técnica torneado

LECCIÓN

3

HERRAMIENTAS DE CILINDRAR

En la figura 70 se representa cómo la herramienta corta la viruta, es decir, el material sobrante para formar una pieza cilíndrica; las flechas indican la dirección de los movimientos de la pieza y de la herramienta.

La herramienta de la figura 70 puede considerarse como la típica herramienta de cilindrado, sin que esto signifique que sea el único tipo empleado, puesto que la herramienta a emplear viene determinada por la clase de corte a realizar y la forma de la pieza que haya de mecanizarse.

En la figura 71 se indican los nombres que se dan a las distintas partes de una herramienta de cilindrado. Las partes principales son el cuerpo de la herramienta y la cabeza de corte. La cabeza de corte tiene una serie de ángulos que son los que varían según la forma de las piezas a cilindrarse y el material de que sea la pieza.

CORTE PRINCIPAL Y CORTE SECUNDARIO

Antes de estudiar los ángulos que determinan la forma de la cabeza de corte de la herramienta, fíjese que se llama corte o filo principal la arista o parte de la herramienta que corta el material, mientras que la parte opuesta al corte o filo principal se llama corte secundario.

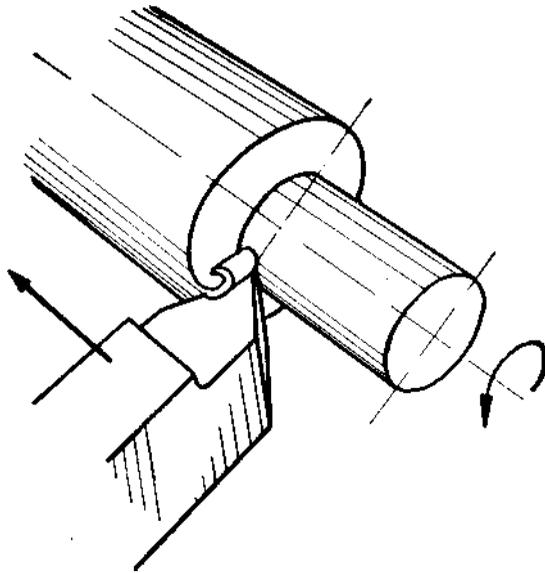


Figura 70. — Cilindrado.

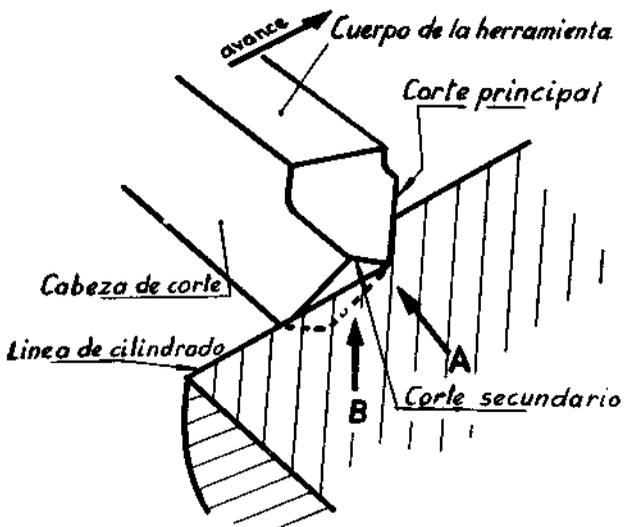


Figura 71. — Herramienta de cilindrar.

Lo primero que debe comprobarse en una herramienta es la dirección del corte, es decir, si la herramienta está preparada para cortar hacia la derecha o hacia la izquierda. Observada la herramienta de la figura 71 desde A se comprueba que la arista del filo principal queda a la derecha; de esta herramienta se dirá, pues, que es **derecha**. En cambio, de la herramienta de la figura 72 se dirá que es **izquierda** porque el corte principal queda a la izquierda.

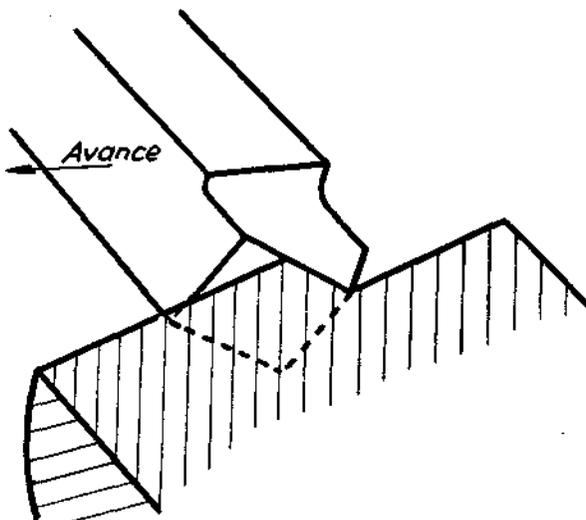


Figura 72

ÁNGULOS CARACTERÍSTICOS

La herramienta de la figura 73 es la misma de la figura 71, vista desde B; en dicha herramienta están señalados con letras griegas una serie de **ángulos característicos** y conviene que usted aprenda bien la denominación de cada uno de estos ángulos, pues como anteriormente se ha indicado, son los que varían la herramienta según el material y la forma de la pieza a cilindrarse.

a (alfa) = **Ángulo de filo**. Se llama así el formado por las dos caras de la cuña que corta o arranca el material.

- ϵ (épsilon) = **Ángulos de desprendimiento de viruta.** Es el ángulo que forma la cara sobre la cual se desprende la viruta con el eje de la pieza.
- β (beta) = **Ángulo de incidencia.** Es el ángulo que forma la cara frontal de la herramienta con la tangente de la superficie de corte. También se le da el nombre de ángulo de despulla.
- γ (gamma) = **Ángulo de corte.** Es el que forma la cara de desprendimiento de la viruta con la superficie de corte.
- δ (delta) = **Ángulo de punta.** Se denomina así al formado entre las caras del corte principal y el corte secundario, o sea, el ángulo formado por la punta de la herramienta.

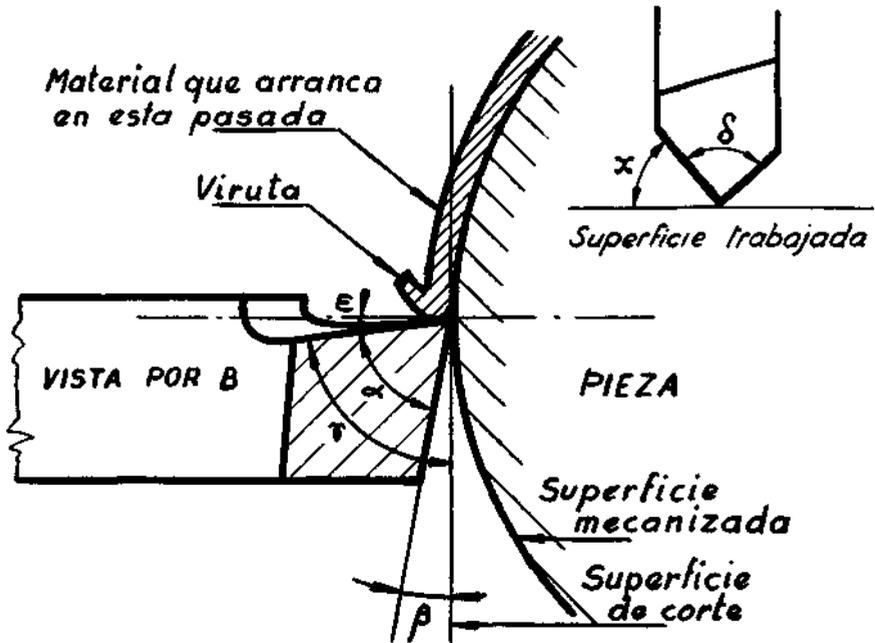


Figura 73

Además de los ángulos de la herramienta en sí, ha de tenerse en cuenta el ángulo que forma la herramienta con relación al material, ángulo que en la figura 73 está indicado con la letra x (cappa) y que se

llama **ángulo de posición**; compruebe que el ángulo de posición es el formado entre el corte principal y la superficie de la pieza.

Insistimos que procure aprenderse bien estas denominaciones, pues en sucesivas lecciones será necesario citarlas con frecuencia. Estas denominaciones son, en resumen, las siguientes:

1. **Cuerpo de la herramienta**
2. **Cabeza de corte** } **Corte principal**
 } **Corte secundario**
3. **Ángulos característico;** } **Ángulo de filo α**
 } **Ángulo de desprendimiento ϵ**
 } **Ángulo de incidencia β**
 } **Ángulo de corte γ**
 } **Ángulo de punta δ**
4. **Con relación al material: **Ángulo de posición κ****

HERRAMIENTAS DE RINCÓN

En la pasada lección se indicó que el cilindrado era el trabajo más corriente en el torno sencillo que empezó a estudiarse en dicha lección. Ahora se le ha indicado que la forma de la herramienta de cilindrar está condicionada por la clase de corte a realizar y la forma de la pieza que haya de mecanizarse.

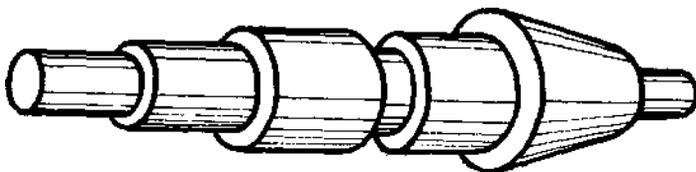


Figura 74. — Eje *escalonado*,

Más frecuentes, en los trabajos de cilindrado que el tipo de piezas de la figura 70, son las piezas con escalones del tipo de la que se muestra en la figura 74. Esta forma cilíndrica con escalones es la que suele darse al eje de un mecanismo o de una máquina; un eje será de mayor o menor tamaño del de la figura, pero es casi seguro que siempre tendrá dos o más escalones.



Figura 75. — Herramientas de cilindrar.

Para el cilindrado del eje de la figura 74 se necesita una herramienta cuya punta llegue a los rincones de la pieza; esta herramienta no puede ser la vista hasta ahora, sino que se ha de utilizar la herramienta llamada de rincón. Fíjese en la figura 75 como en la herramienta de la figura 70 resulta inadecuada y, en cambio, con la herramienta de rincón se consigue cilindrar hasta el mismo rincón de cada escalón de la pieza. Tal como se ve en la figura, las herramientas de rincón también son de derecha o izquierda.

COMPROBACIONES PARA EL CILINDRADO

Interesa recordar que se da el nombre de cilindrado a todo trabajo que consiste en formar superficies cilíndricas, independientemente de la clase de herramienta utilizada como también de la forma en que se sujete la pieza en el torno. Así, pues, tanto si usted mecaniza la pieza de la figura 70 como si mecaniza la de la figura 74, hará un trabajo de cilindrado, lo mismo que lo hará si la pieza está fijada, por ejemplo, en un plato universal, como se ve en la figura 76, como si la tiene fijada entre puntos (figura 78) o bien, una combinación de las dos anteriores o sea, fijada en plato universal y apoyada en su extremo con un punto tal como se muestra en la figura 77.

En todo trabajo de cilindrado y una vez elegida la herramienta, conviene hacer, antes de empezar a mecanizar, una serie de comprobaciones elementales para asegurarse del buen resultado de la operación, Aunque el tornero prescinde de estas comprobaciones cuando conoce bien la máquina con que trabaja, téngalas usted en cuenta siempre que se sitúe ante un torno por primera vez. Usted hará un buen trabajo si comprueba:

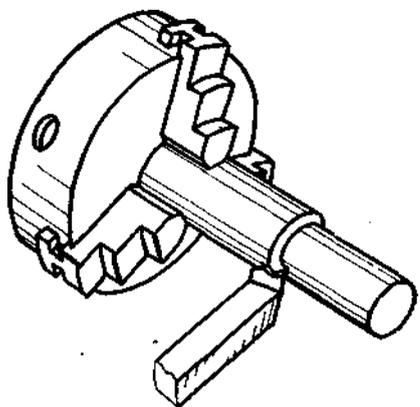


Figura 76. — Cilindrado una pieza fija en plato universal.

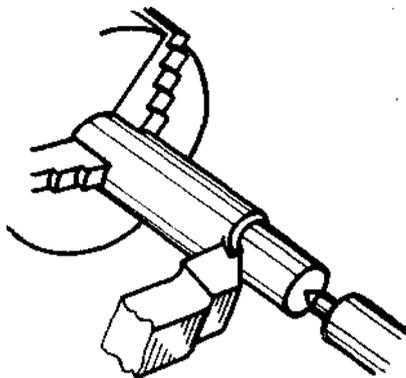


Figura 77. — Cilindrado entre plato universal y punto.

- 1.º El perfecto funcionamiento general de todos sus mecanismos.
- 2.º Un deslizamiento suave del carro sobre la bancada.
- 3.º La perfecta alineación del eje.
- 4.º El perfecto estado de los elementos de fijación.
- 5.º Calidad que ha de conseguirse.

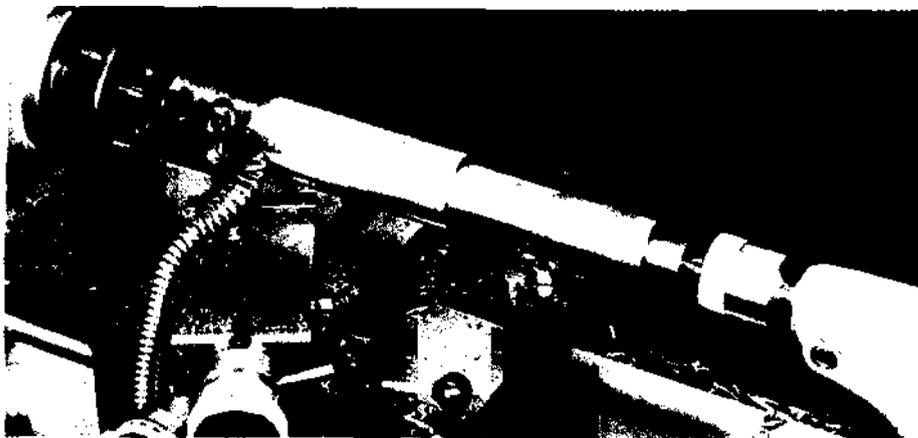


Figura 78. — Cilindrado entre puntos.

A continuación va a estudiar cada una de estas comprobaciones y tenga en cuenta que se refieren al torno elemental visto en la figura 40 de la lección 2.^a

PERFECTO FUNCIONAMIENTO DEL CABEZAL

Usted recuerda que(para lograr un buen resultado de la superficie a tornearse, es preciso que todo el conjunto del cabezal y, en general, todos los órganos que giran o se deslizan lo hagan de una manera suave.) El más pequeño obstáculo (polvo, falta de engrase, etc.) puede repercutir en la superficie torneada en forma de asperezas, rayas o rugosidades. Para evitar este inconveniente debe comprobarse que todos sus órganos estén perfectamente limpios y engrasados. En todos los tornos, encontrará usted señalados los puntos y en las máquinas modernas, se incluyen unas tablas que indican las veces que debe engrasarse cada punto.

DESLIZAMIENTO SUAVE ENTRE BANCADA Y CARRO

El segundo punto a comprobar se refiere casi a los mismos aspectos que el anterior, pero la importancia de un deslizamiento suave del carro sobre la bancada hace que se le dedique un apartado especial por las ventajas que a continuación se enumeran:

- * **Mayor facilidad para el avance a mano del carro.**
- * **Acabado más regular, o sea, más igual de la superficie mecanizada.**

Un deslizamiento duro del carro puede hacer que el operario para hacerlo avanzar le dé empujones y que estos empujones se produzcan en la superficie torneada, en forma de rayas profundas.

- * **Una mayor duración del corte principal de la herramienta.**

Uno de los empujones antes mencionados puede ser causa de que la herramienta avance demasiado, es decir, que la viruta que se forzara a arrancar fuera demasiado gruesa siendo causa de la rotura del filo de la herramienta.

- * **Un mejor aprovechamiento de la máquina.**

La misma causa que puede ocasionar la rotura de la herramienta, puede ocasionar también la rotura de alguna pieza del torno, y hacer saltar la pieza que se trabaja.

Debe entenderse por desplazamiento un deslizamiento fino, pero que el carro se note bien fijado. Fijese en la figura 79 que el carro va sujeto a la bancada mediante unas reglas y unos tornillos que le mantienen apretado contra la bancada que le hace como de vía; debe cuidarse que esté apretado, pero que no esté tan fuerte que no pueda desplazarse, o que cueste mucho moverse, ni que vaya tan ligero, que pueda levantarse la herramienta hacia arriba a causa de tener que hacer un esfuerzo; compruebe estos inconvenientes en la figura 80.

También puede ocurrir que, al pretender avanzar el carro y estar éste demasiado ligero sobre la bancada, el mismo impulso o fuerza que se dé al volante, haga que el carro se levante de atrás, tanto como permita la holgura entre bancada y carro.

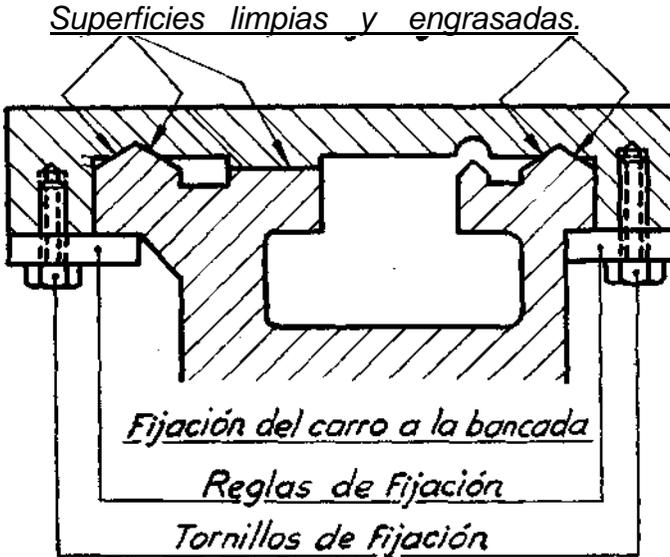


Figura 79. — Esquema de fijación del carro y bancada.

Usted, en consecuencia, para lograr un deslizamiento suave debe:

- a) **Limpiar y engrasar perfectamente toda la superficie de la bancada.**

Para realizar esta limpieza y engrase se hace correr varias veces el carro a todo lo largo de la bancada, limpiándola después de cada desplazamiento.

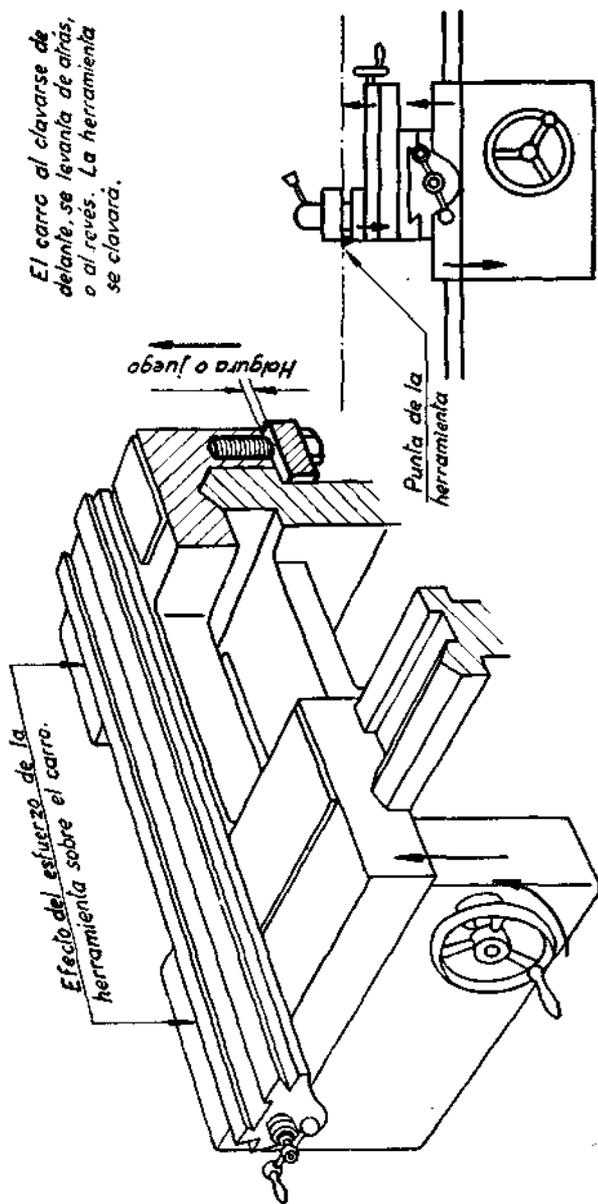


Figura 80. — Efectos del juego entre carro y bancada.

- b) **Comprobar y graduar de forma conveniente, la posición de las reglas de fijación.**

PERFECTA ALINEACIÓN DEL EJE

Las comprobaciones anteriores son para asegurarse de que la máquina responda. Ahora se trata de tomar las precauciones necesarias para que también responda la pieza que se ha de cilindrar, es decir, una vez asegurado el buen estado de la máquina ha de asegurarse de que el cilindrado se realice bien.

En una próxima lección estudiará las diversas maneras de montar la pieza para ser torneada. Suponga que la pieza ya está montada en el plato universal como en la figura 76. Lo que debe comprobarse es que el eje de rotación de la pieza, en este caso el mismo eje del cabezal, esté perfectamente paralelo a la bancada, para que la pieza quede a la misma medida en toda su longitud.

Vea en la figura 81 los efectos de una mala alineación del cabezal; en la lección anterior estudió cómo se corrige esta alineación, desplazando el cabezal con los tornillos de reglaje, según indica la flecha A de la figura hasta que se consigue un perfecto paralelismo en toda la superficie cilindrada.

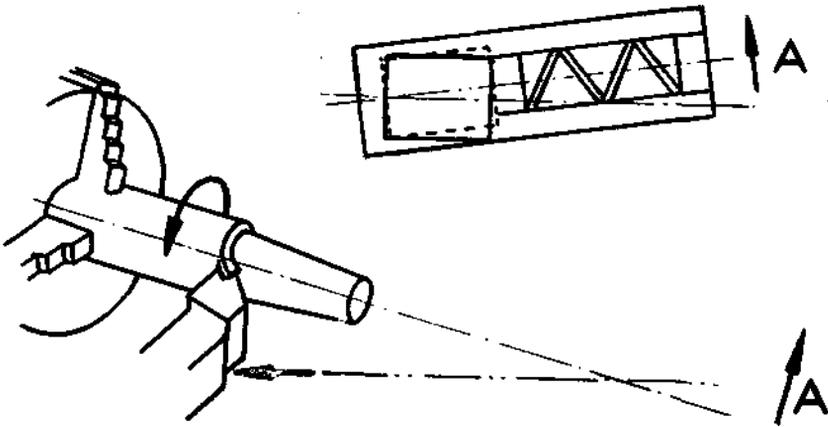


Figura 81. — Efectos de mala alineación del cabezal.

Conseguida la misma medida en toda la longitud de la pieza, usted podrá decir que tiene el cabezal completamente bien alineado.

De esto se deduce que, cuanto mayor sea la longitud que usted compruebe, tanto más seguridad tendrá de haber logrado una alineación perfecta del cabezal.

Una vez hecha esta comprobación usted ya puede proceder a cilindrar la pieza que sea, con la seguridad de que le quedará bien.

No le extrañe que se insista tanto sobre estos puntos; el no observarlos bien, hace que fracasen operarios que podrían ser buenos, al no lograr un perfecto acabado en sus trabajos. Un buen operario debe estar seguro de las condiciones en que realiza su trabajo.

Aunque generalmente el cabezal se alinea correctamente cuando se monta y se fija muy fuerte de forma que no haya de tocarse, siempre es posible una desviación y, por consiguiente, se hace necesario comprobar que el eje que pasa por el cabezal y la contrapunta es completamente paralela a la línea que sigue al carro por la bancada.

Suponga ahora que el montaje de la pieza en vez de ser en plato universal es entre puntos, como se muestra en la figura 78; en este caso, puede efectuarse la comprobación y el reglaje de dos maneras distintas, según la precisión que se pida y según la longitud de la pieza.

Usted recordará que en la lección 2.^a estudió la forma en que se desplazaba el vastago de la contrapunta, mediante la acción del volante y el husillo; para asegurarse vea de nuevo la figura 63 de dicha lección.

Recuerde, asimismo, que la torre portaherramientas va montada en la parte superior del carro longitudinal y sobre los carros transversal y superior. El desplazamiento de la herramienta vendrá ordenado, pues, como ya vio usted en la lección 2.^a, por el desplazamiento de los carros y el de éstos por el de las manivelas 11 y 13 de la figura 66 de dicha lección.

Observe que el dispositivo de la figura 82 es parecido al de la contrapunta. La manivela se acciona a mano y al accionar la manivela gira el husillo. Como la tuerca está fijada con tornillos al carro transversal, no puede girar, pero sí que puede desplazarse hacia adelante o hacia atrás y, al mismo tiempo, arrastrar al carro transversal y a la herramienta montada en su parte superior.

Compruebe que, de esta forma, se puede acercar o separar, según convenga, la herramienta del eje de rotación y, por tanto, de la pieza.

Piense ahora que si se pudiera determinar una posición de la manivela y, por tanto, de la herramienta, de forma que pudiera ponerse precisamente en el mismo sitio siempre que conviniese, habría

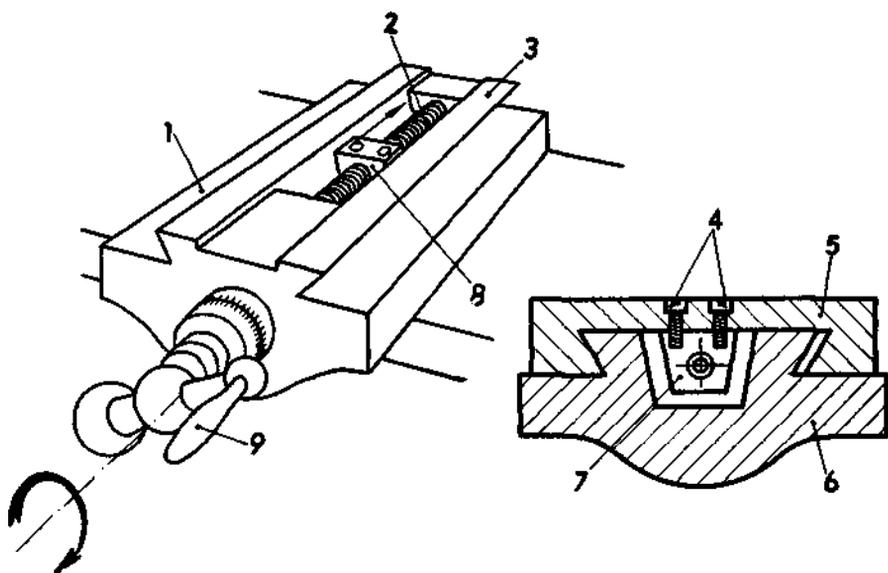


Figura 82. — Dispositivo husillo tuerca para el desplazamiento del carro transversal; 1, Carro longitudinal; 2, Husillo del carro transversal; 3, Guías del carro transversal; 4, Tornillos de fijación de la tuerca al carro transversal; 5, Carro transversal; 6, Carro longitudinal; 7, Tuerca fija al carro transversal; 8, Tuerca que arrastra el carro transversal; 9, Manivela de mando del carro transversal.

logrado la forma de graduar la posición exacta de la punta de la herramienta con respecto del eje de rotación y, por consiguiente, se podría cilindrar siempre que se quisiera a la misma medida. Pues bien, esto ya se ha solucionado tal como comprenderá seguidamente.

Si usted observa la rosca de un tornillo cualquiera, verá que hay una cierta distancia entre las espiras; esta distancia se llama **paso de la rosca**.

En la figura 83 se muestra un tornillo y el esquema de un paso de rosca. Podría decirse que la espira es como una tira de material que se ha ido arrollando a una barra redonda, pero conservando siempre la misma distancia entre cada una de las vueltas. Esta distancia, que en cada tornillo es siempre igual, es lo que se llama **paso de rosca**.

A cada vuelta del tornillo corresponde una distancia determinada, y si se tiene un tornillo y una tuerca montados (vea la figura 84) de

manera que se haga girar el tornillo sin que éste pueda desplazarse, la tuerca se desplazará en la proporción siguiente:

1 vuelta del tornillo o husillo = 1 paso de desplazamiento de la tuerca.

Suponga que el paso entre las espiras es de 4 milímetros. Así, pues, 1 vuelta del tornillo o husillo = 4 mm. de desplazamiento de la tuerca.

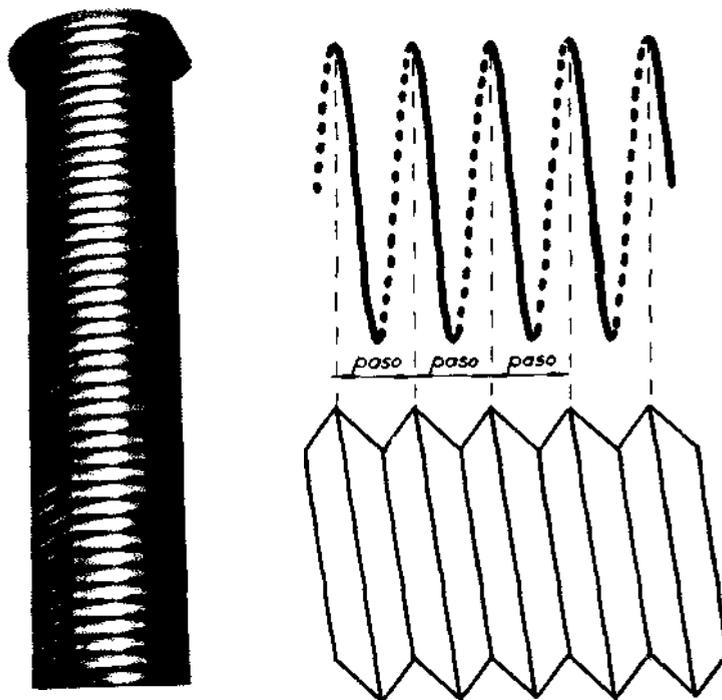


Figura 83. — Tornillo y rosca.

1/2 vuelta del tornillo o husillo = 2 mm de desplazamiento de la tuerca.

1/4 vuelta del tornillo o husillo = 1 mm de desplazamiento de la tuerca.

Y así sucesivamente, con tantas partes de vuelta como se pueda hacer. Si se pudiera dividir una vuelta en 100 partes iguales, el avance de la tuerca (y por tanto, de la punta de la herramienta) sería:

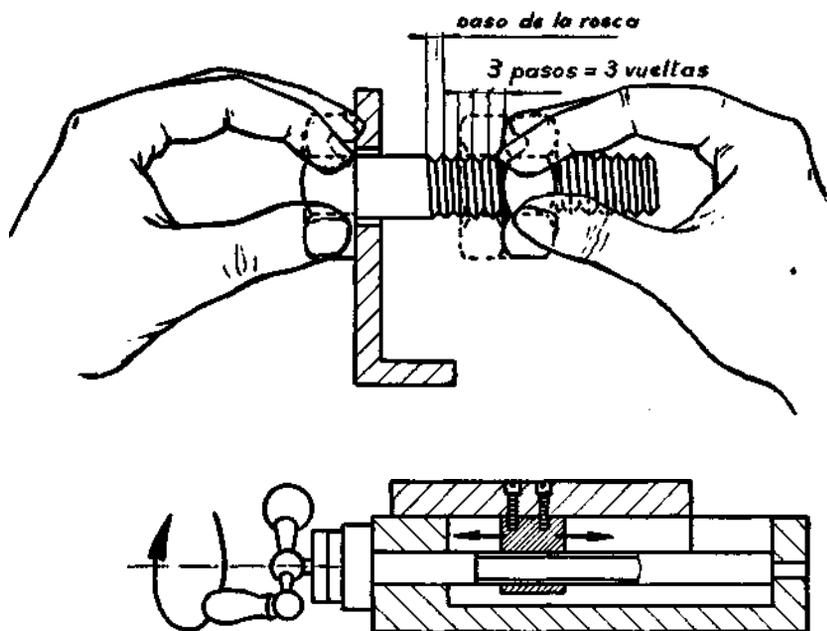


Figura 84. — Desplazamiento del carro transversal. Una vuelta del husillo igual a un paso que se desplaza la tuerca.

$$\frac{1}{100} \text{ vuelta} = \frac{4 \text{ mm}}{100} = 0'04 \text{ mm}$$

Igualmente, si se pudiera hacerlo en 200 partes:

$$\frac{1}{200} \text{ vueltas} = \frac{4}{200} = 0'02 \text{ mm}$$

Vea en la figura 85 un pomo graduado en 200 partes; a una posición determinada del pomo graduado corresponde siempre una misma posición de la punta de la herramienta y, por tanto, una misma medida en el diámetro a cilindrar (fig. 86). Las divisiones del índice del



Figura 85. — Pomo graduado de un torno de precisión.

pomo permiten una exactitud extraordinaria y, por esto, una división tan pequeña sólo se pone en los tornos de gran precisión.

Volviendo otra vez al reglaje del cilindrado, ahora que ha visto cómo puede graduarse la posición de la herramienta, vea seguidamente cómo se efectúa una comprobación rápida de la alineación de los puntos.

Se monta la pieza entre puntos y se da una pasada de cilindrar de unos 10 a 15 mm de longitud (figs. 87-1); se observa la referencia con el índice del pomo graduado y se desmonta la pieza de manera que no se haya de retirar la herramienta.

Después se desplaza la herramienta hacia el cabezal y se vuelve a montar la pieza (figs. 87-2); la punta de la herramienta se acerca a

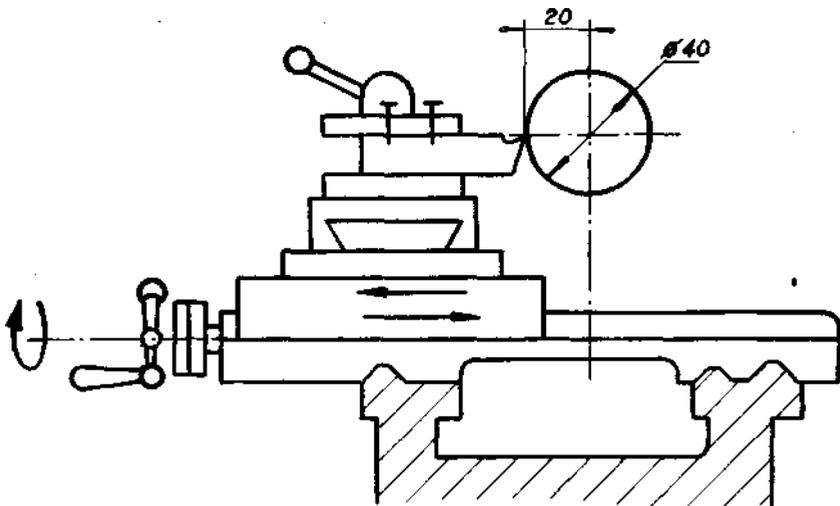


Figura 86. — A una misma referencia del índice corresponde siempre un mismo diámetro.

la pieza y se comprueba si la punta de corte (que está situada exactamente a la misma distancia del eje teórico que antes) roza tangencialmente o sea, muy suavemente a la zona cilindrada (figs. 87-3). Si es así, el reglaje estará bien y se podrá cilindrar tranquila y correctamente.

Si ocurriese lo indicado en las figuras 87-4 ó 87-5, debería corregirse con los tornillos de reglaje de la contrapunta, según se indicó en la lección anterior.

Siempre deberá reglarse por la contrapunta, ya que, como ha visto anteriormente y vio también en la lección 2.^a, el cabezal se llama fijo porque una vez montado en posición correcta (es decir, con el eje bien alineado) se fija fuertemente mediante los tornillos de fijación, tal como estudió en la pasada lección, y raras veces debe corregirse

De todas maneras, usted, al colocarse ante una máquina por primera vez, debe hacer esta comprobación.

Cuando la pieza montada entre puntos es muy grande o pesada, la comprobación se efectúa cilindrando una pequeña zona en cada extremo y comprobando que, a una misma referencia corresponde un mismo diámetro (fig. 88) las diferencias que se encuentren se corrigen con la contrapunta.

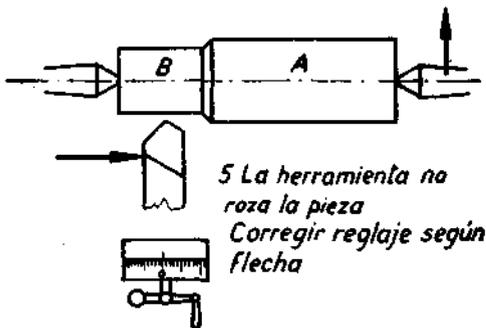
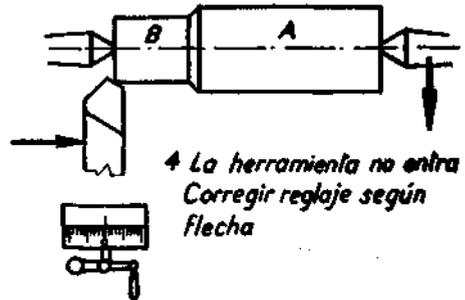
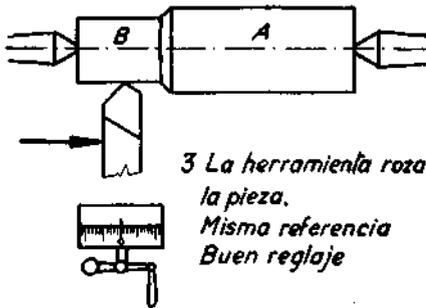
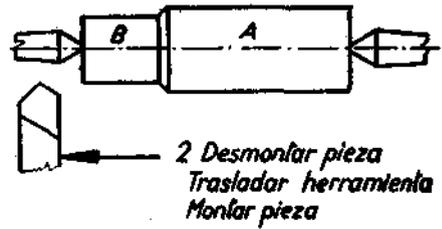
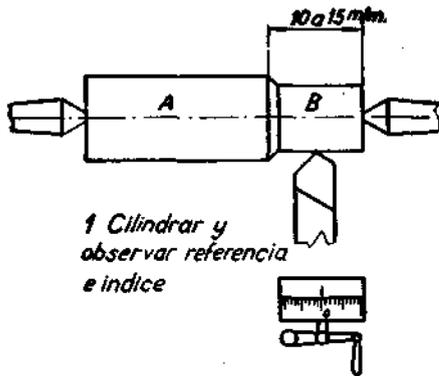


Figura 87. — Reglaje cilindrico de los puntos del cabezal y contrapunta.

PERFECTO ESTADO DE LOS ELEMENTOS DE FIJACIÓN

Es elemental que antes de ponerse a trabajar en un torno debe usted asegurarse de que los elementos de fijación están en buen estado, o sea, que cuando usted considere que, tanto la pieza como la herramienta están bien sujetas, sea realmente así.

Tenga siempre en cuenta que el arranque de viruta requiere mucho esfuerzo por parte de todos los elementos del torno y, por tanto, esta fuerza deben resistirla los mecanismos de la máquina y los que utilice usted para fijar herramientas y piezas.

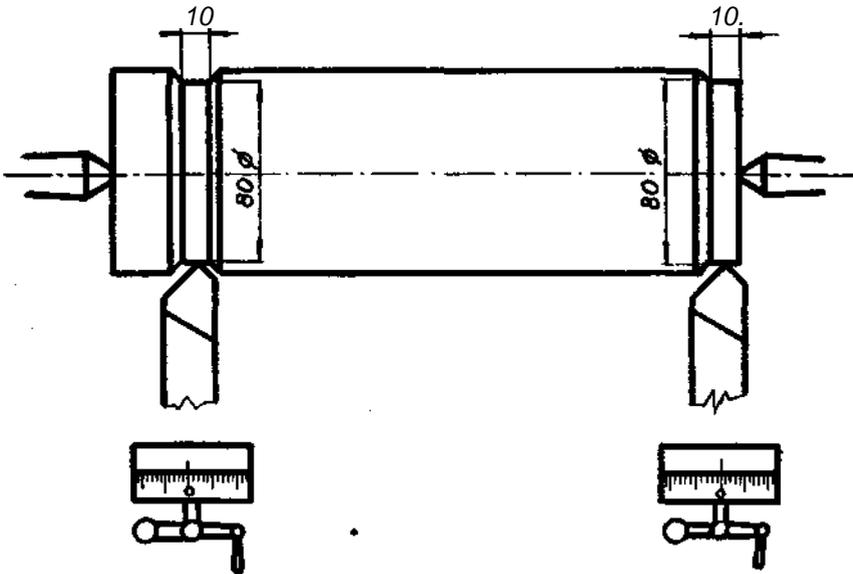


Figura 88. — Reglaje cilíndrico entre puntos.

No deje nunca de hacer esta comprobación y tenga presente que debe hacerla con mayor cuidado cuanto más pesada sea la pieza.

El descuido de la fijación de la máquina es causa, a veces, de accidentes muy graves. Por su importancia más adelante se insistirá sobre este tema.

CALIDAD DE TRABAJO A EJECUTAR

Al empezar la lección 2.* usted estudió como una diferencia que

era necesario indicar en todo trabajo de cilindrado era, si se trataba de acabado o de desbaste.

En el cilindrado de desbaste no es necesario ningún cuidado especial en conseguir una medida perfecta, o bien una lisura perfecta en el mecanizado de la pieza.

En general, se cilindran a desbaste las superficies que no necesitan gran precisión ni de un aspecto de lisura perfecta, o bien como operación previa, es decir, se cilindra una pieza en desbaste para después, en una operación posterior, cilindrar de acabado.

Para el desbaste se utilizan, generalmente, herramientas más fuertes y avances más largos, ya que el rayado que pueda quedar en la superficie no afecta a la calidad de la pieza.

Las herramientas empleadas para el cilindrado de acabado, es decir, para conseguir una superficie fina en cuanto a la vista y al tacto se refiere y, al mismo tiempo, una medida mucho más precisa, si bien son iguales a las de desbastar, suelen tener la punta redondeada; por otra parte, se cilindra con avances y espesor de pasada menores.

De lo dicho se deduce que:

un desbaste precisa: potencia de corte y, por tanto, muy buena fijación de la pieza;

un acabado precisa: menos potencia de corte, fijación menos fuerte, buen acabado de la superficie, corte muy fino de la herramienta.

Así, pues, al prepararse para efectuar una operación de cilindrado, debe usted aclarar el grado del acabado; según sea desbaste o acabado requerirá una fijación u otra, y, además, una herramienta u otra.

Usted ya ha visto, en términos generales, lo que es la operación de cilindrar, las herramientas con las que se realiza la forma en que se prepara y se ejecuta; a continuación hará lo mismo con lo que respecta a la operación de refrentado.

REFRENTADO

En la lección 1.^a estudió que la operación de refrentado consistía en la construcción de superficies planas, perpendiculares el **eje de ro-**

tación o eje de torno (fig. 89). Esta operación es mucho más sencilla que la de cilindrar y se efectúa en menos ocasiones.

El avance de la herramienta se realiza mediante el carro transversal y se logra accionando el husillo montado en el carro, a diferencia de la de cilindrar, que se efectúa accionando el carro con el volante situado en el tablero o delantal.

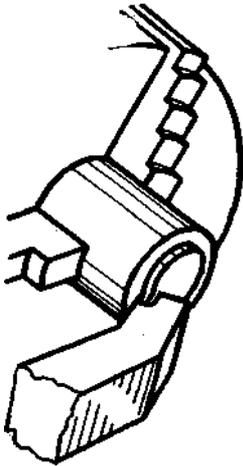


Figura 89. — Refrentado.

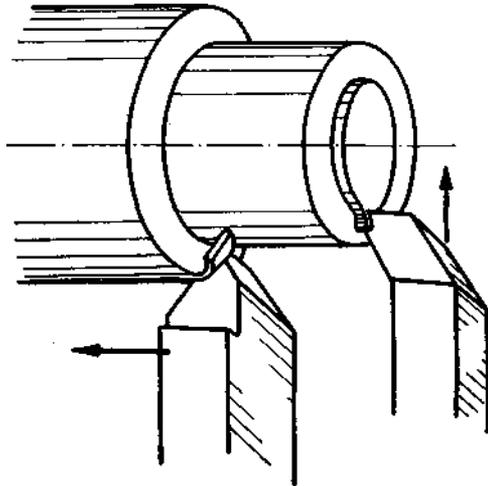


Figura 90

HERRAMIENTAS DE REFRENTAR

Las herramientas de refrentar están sujetas a las mismas normas y observaciones que las de cilindrar, variando únicamente la disposición de la cabeza de corte y, por consiguiente, del corte principal y secundario (figura 90). Los ángulos de corte son los mismos y tienen las mismas características.

Sí bien anteriormente usted ya ha visto **que** las herramientas deben colocarse a la altura precisa para que la punta de corte coincida con el eje de rotación, esto tiene más importancia en la herramienta de refrentar que en la de cilindrar.

Fíjese en la figura 91; la herramienta de cilindrar debe de estar colocado a la altura conveniente, pero las variaciones h de la punta de la herramienta respecto al plano del eje, hace que los ángulos de desprendimiento e y de incidencia B varíen.

Es evidente que si los ángulos han sido estudiados de manera que cada material requiere un ángulo distinto, una variación de este tipo puede hacer que el corte no sea todo lo correcto que debería ser, pero teniendo en cuenta que esta diferencia h puede ser pequeñísima o nula, esto no llega a constituir un problema que pasa por el centro de rotación, además la importancia de h viene determinada por el diámetro a tornearse.

Suponga que el diámetro fuera de 20 mm y h de 1 mm; en este caso podría decirse, y con razón, que h era excesiva y debería corregirse, pero en cambio, si el diámetro fuese de 600 mm, la importancia de h , aunque fuese de 1 mm, disminuiría, pues al ser el radio mucho

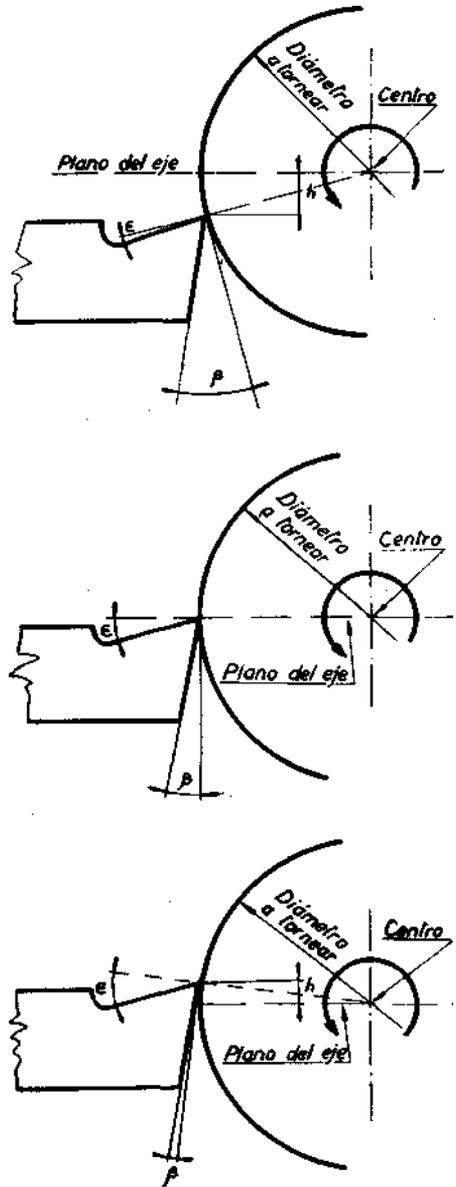


Figura 91. — Variación de los ángulos de desprendimiento e y de incidencia B según la posición de la herramienta respecto del eje de rotación

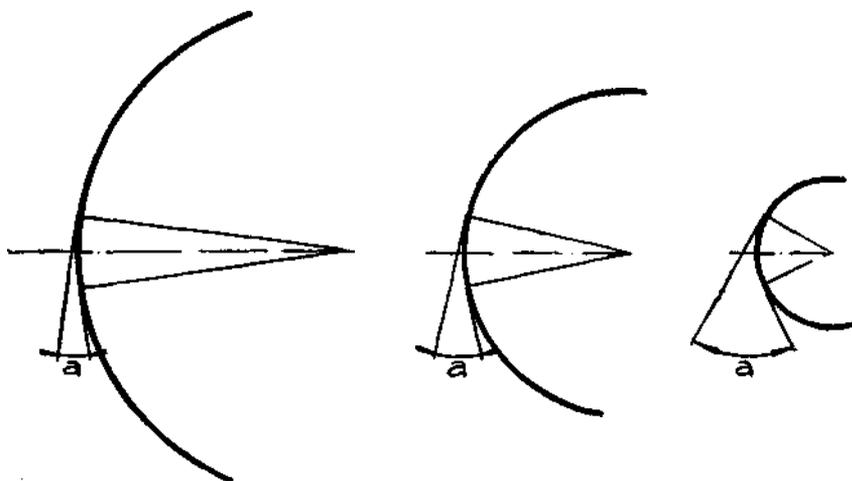


Figura 92. — Variación del ángulo a , según el radio de curvatura Que se considere.

más grande, las variaciones de los ángulos serían mucho menores. Compruébelo en el esquema de la figura 92. El ángulo a va disminuyendo cuanto mayor es el radio de curvatura, puesto que las rectas son todas paralelas al eje.

Esto, por lo que respecta al cilindrado; en cambio, para lo que respecta a la operación de refrentado es muy importante la colocación de la herramienta en el centro preciso, sea el diámetro que sea de la pieza.

Observe en la figura 93 que, mientras en el dibujo A, la herramienta está a la altura conveniente, en B y C, no sucede así.

A, herramienta centrada. — El refrentado es correcto hasta el mismo centro.

B, herramienta baja. — La herramienta al llegar al centro mete la punta bajo el botón que queda y puede ocasionar la rotura de la punta de corte.

C, herramienta alta. — La herramienta no puede llegar hasta el centro, pues el botón lo impide. Si se aprieta con la herramienta se arranca el botón en lugar de cortarlo, y se puede estropear el corte.

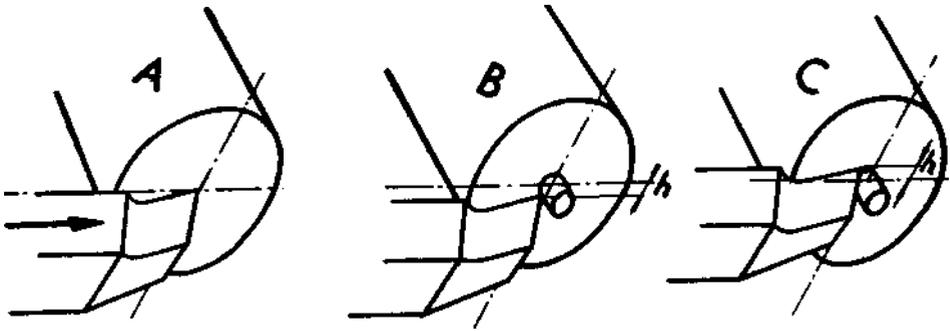


Figura 93. — Efectos de una posición incorrecta de la herramienta respecto del centro de rotación.

Tanto en el caso B como en el C, debe corregirse inmediatamente la posición de la herramienta. Para lograr un refrentado perfecto se procura, algunas veces, fijar el carro a la bancada, ya sea apretando los tornillos de reglaje de la figura 79, o bien con un tornillo especial que lleva para este fin.

Esto se hace porque, en el caso de la pasada de refrentado fuera algo fuerte, la resistencia que ofrece el material podría empujar el carro hacia atrás, quedando entonces un refrentado como el de la figura 94 B.

También podría ocasionar este error, el que la herramienta no estuviera suficientemente fuerte en la torre. La resistencia del material iría inclinándola de manera que iría perdiendo pasada, hasta que llegara a arrancarla, ocasionando su rotura.

A veces por un avance excesivo y una fijación defectuosa la herramienta se va metiendo hacia dentro, cogiendo cada vez más pasada y dejando el refrentado como se ve en la figura 94 C, y con gran peligro de romper la herramienta y hacer saltar la pieza.

Los efectos B y C, de la figura 93, pierden importancia cuando se trata de refrentar piezas agujereadas, puesto que entonces no hay necesidad de hacer llegar la herramienta hasta el centro, quedando (tan sólo la ligera variación de los ángulos B y e que se ve en la figura 91

HERAMIENTA DE CILINDRAR REFRENTAR

Las repetidas veces que se presentaban juntas en una misma fijación, las operaciones de cilindrar y refrentar, y la pérdida de tiempo

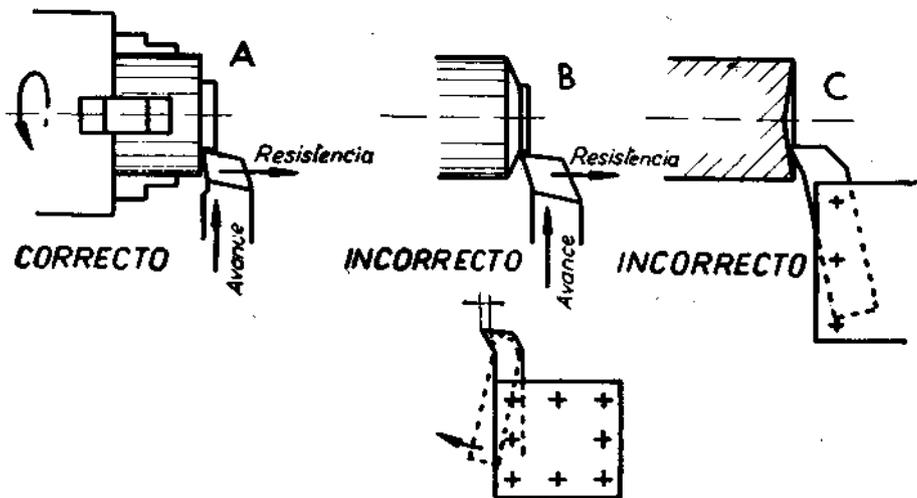


Figura 94. — Refrentado.

que representaba estar girando continuamente la torrecilla, o bien, en caso de torre sencilla el hacer un cambio completo, hicieron que apareciera como herramienta de torno la llamada de **cilindrar-refrentar**, es decir, una herramienta combinada de cilindrar y refrentar, cuya especial cabeza de corte tiene la particularidad de tener un corte principal y dos cortes secundarios.

Compare las figuras 90 y 95 y verá que esta herramienta trabaja exactamente en las mismas condiciones que las de cilindrar y refrentar que había usted visto hasta ahora. Así se hará cargo rápidamente de que los ángulos son exactamente los mismos.

Resulta fácil comprender que esta herramienta presenta el mismo inconveniente que la de la figura 75; no obstante, los casos en que representa una ventaja son muy numerosos, especialmente en los de desbaste, puesto que permite incluso trabajar en ejes escalonados, que tengan pequeñas diferencias en los diámetros, dejando el refrentado para las herramientas de cuchilla de acabado.

COMPROBACIONES PARA EL REFRENTADO

Las precauciones a tomar para el refrentado y, en general, para todas las operaciones que se efectúan en el torno son las mismas que se

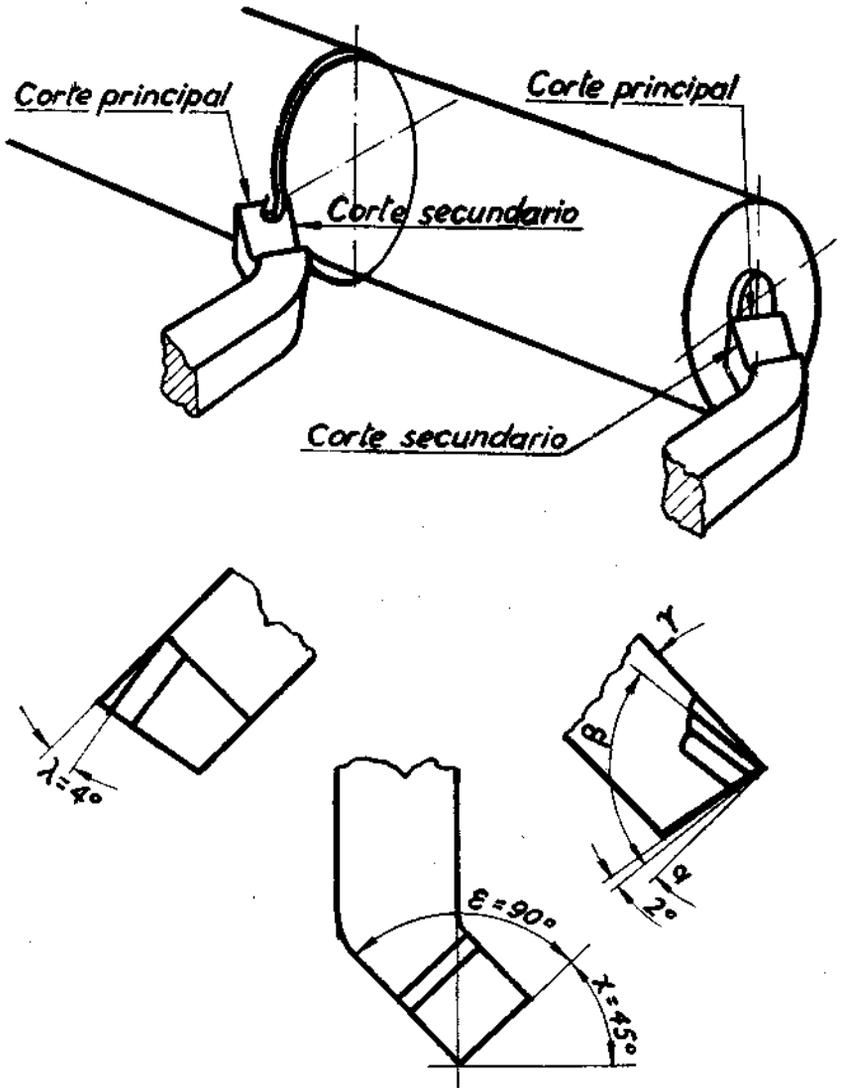


Figura 95. —Herramienta de cilindrar-refrentar y vista de los ángulos de corte.

han indicado para el cilindrado; una vez comprobada la alineación del eje del torno, la superficie refrentada debe quedar siempre perpendicular a la línea de la bancada y eje del torno.

Si alguna vez no ocurre así puede decir con toda seguridad que es defecto de fabricación del torno, por no ser las guías del carro transversal perpendiculares a las guías de la bancada, según se puede observar en la figura 96.

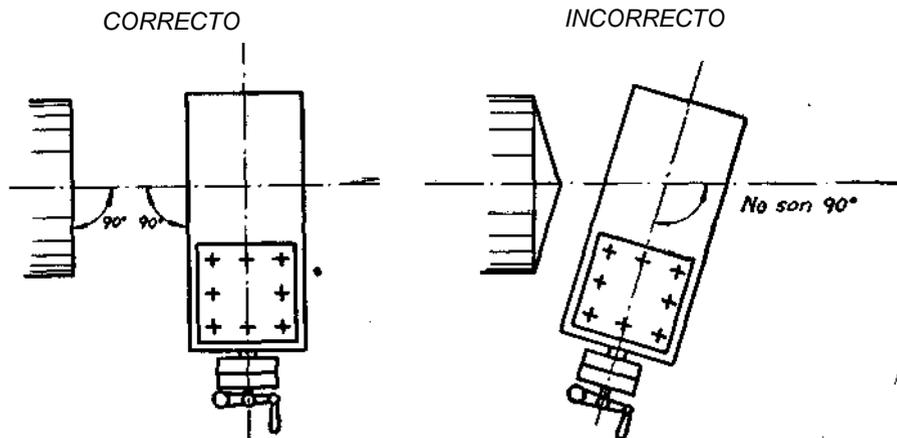


Figura 96

RANURADO Y TRONZADO

También estudió en la lección 1.^a que otras de las operaciones elementales podían ejecutarse en el torno sencillo de cilindrar a mano, eran las de **ranurar y tronzar**, y que se denominaba ranurado la construcción de gargantas o ranuras en una superficie exterior o interior, y que cuando estas gargantas llegaban a partir la pieza en dos se llamaba tronzado.

Fíjese, en la figura 97, que, al abrir la ranura, se introduce una herramienta de forma especial que cilindra por delante y refrenta por ambos lados.

La principal utilidad de esta operación es, al efectuar la ranura, hacer una descarga en la pieza que pueda utilizarse para:

- salida de una herramienta de cilindrar acabado.
- salida para una herramienta de roscar.
- salida para la muela de rectificar.

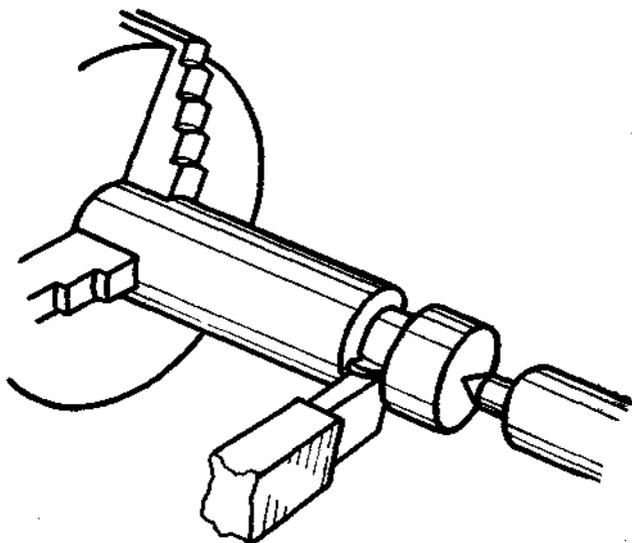


Figura 97. — Ranurado.

para colocar alguna pieza que interesa fijar en un sitio determinado en algunos casos, para quitar pesos.

Puede interesar a veces que la herramienta de acabado tenga punta muy fina, y no convenga hacerla trabajar para refrentar (fig. 98-A).

En el segundo caso, como una rosca ha de efectuarse en diversas pasadas, conviene que la herramienta de roscar, de punta muy fina, tenga una salida, para que no tropiece con excesivo material al final de la pasada y se despunte (fig. 98-B).

- En el caso de que sea una salida para la muela de rectificar, se utiliza, porque la muela no puede conservar su arista de corte muy perfilada, y de no tener salida el rincón quedaría redondeado (figura 98-C).
- Si la muela ha de repasar la cara refrentada, la ranura se hace de manera que no quede el rincón redondeado (figura 98-D).
- Cuando se hace como descarga, suele ser de dimensiones mayores, efectuándose entonces una ranura en cada extremo, quitando la parte intermedia con una herramienta de cilindrar (fig. 98-E).

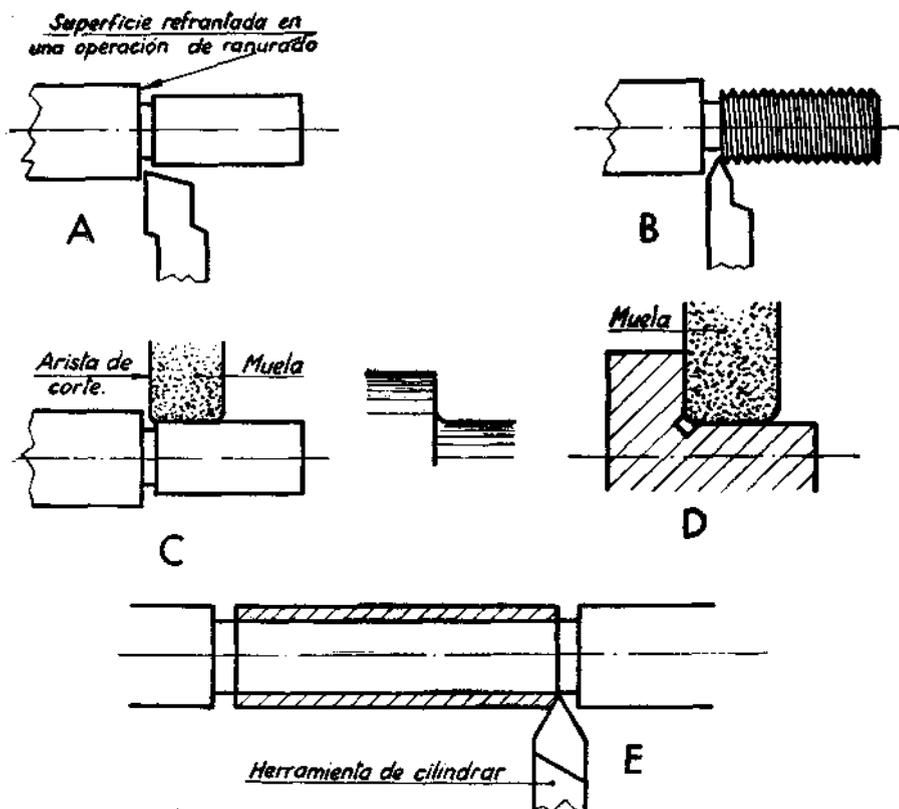


Figura 98. = Utilidad del ranurado.

Las ranuras pueden hacerse además, con la forma que más convenga, con sólo preparar la herramienta adecuada.

Vea en la figura 99 una herramienta de ranurar de forma plana, con indicación de los ángulos de desprendimiento e y de incidencia B.

TRONZADO

La operación de tronzado se llama también **segado**, puesto que, en realidad, es un ranurado que corta o siega la pieza en dos.

Esta operación se realiza siempre que interesa cortar una pieza y

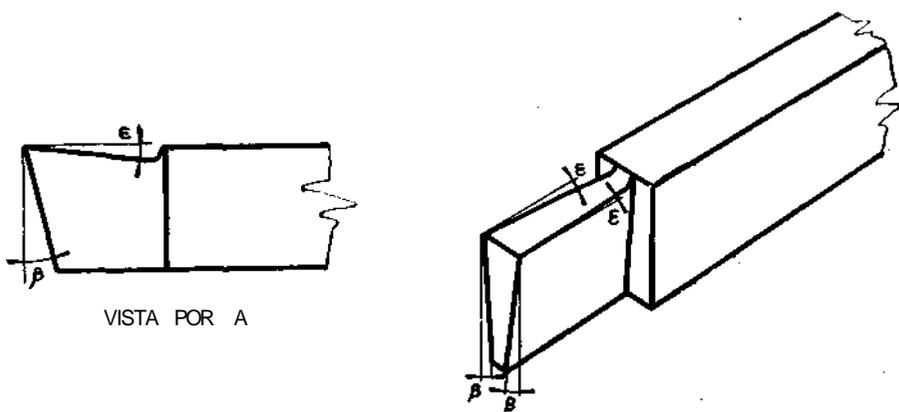


Figura 99. — Herramienta de ranurar.

suele llamarse también tronzar cuando la ranura es muy profunda, aunque no llegue a cortar la pieza.

Es de advertir que como la finalidad principal de esta operación es cortar, sus herramientas tienen la cabeza de corte muy especial. Debe ser muy larga (para poder cortar diámetros bastante gruesos) y muy estrecha, aunque no en exceso, puesto que si es muy estrecha es muy posible que se rompa y si es demasiado ancha al coger mucha sección de corte, cuesta mucho esfuerzo el hacerla penetrar, pues al mismo tiempo se tiene que ir con mucho cuidado, ya que una ligera presión más de la normal puede romperla.

Este gran cuidado que ha de ponerse al efectuar esta operación, hace que pueda considerarse como una de las más pesadas, ya que debe hacerse fuerza para hacerla penetrar y al mismo tiempo, hacer fuerza, para que no penetre demasiado. Cuando se tiene que estar mucho rato tronizando a mano, la mano llega a agarrotarse.

Como a pesar de todo es muy fácil enganchar la herramienta al penetrar más de la cuenta, sobre todo cuando se tiene la mano fatigada, estas herramientas se disponen en forma de "cuello de cisne", de tal manera que éste hace de muelle, comportándose como si lo fuera y haciendo que la herramienta, mucho más elástica, no se rompa tan fácilmente.

De la observación de la figura 100, puede deducirse que:

* Es una herramienta cara, porque requiere una habilidad más

especial para prepararla. Actualmente se preparan unos soportes especiales que lo hacen más fácil.

El corte principal debe siempre estar muy afilado; lo contrario haría que se tuviera que aumentar la presión para el avance y por consiguiente con mayor peligro de rotura.

El no preparar correctamente los ángulos e y B , puede hacer que la misma viruta, al no tener fácil salida, rompa la herramienta.

Debe ajustarse el carro transversal de modo que no vaya demasiado ligero, ni demasiado duro. En ambos casos, aumentan la fatiga de la mano y el peligro de rotura.

Los ángulos e y B , deben estar cuidadosamente conseguidos.

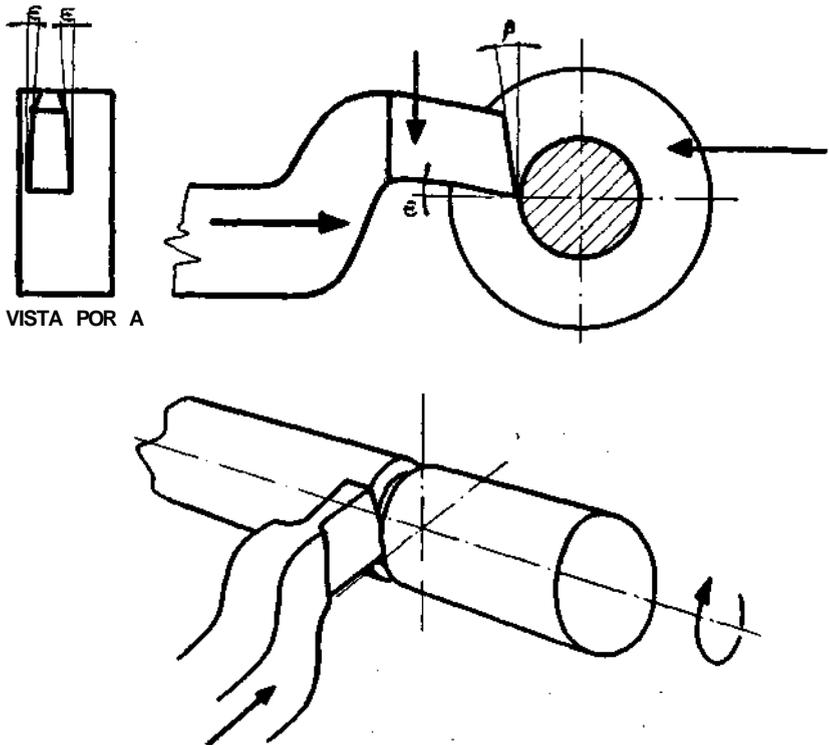


Figura 100. — Tronzado y herramienta.

El mismo motivo anterior puede hacernos desviar la herramienta hacia un lado y hacer que se rompa fácilmente. Todas estas dificultades hacen que su ejecución sea lenta y pesada.

La herramienta debe estar colocada precisamente en el centro. El peligro de rotura por los efectos de altura que usted ha visto en la figura 93 es aquí mucho mayor.

También como en el refrentado, el cortar unas piezas que estén agujereadas o huecas disminuye mucho estas dificultades.

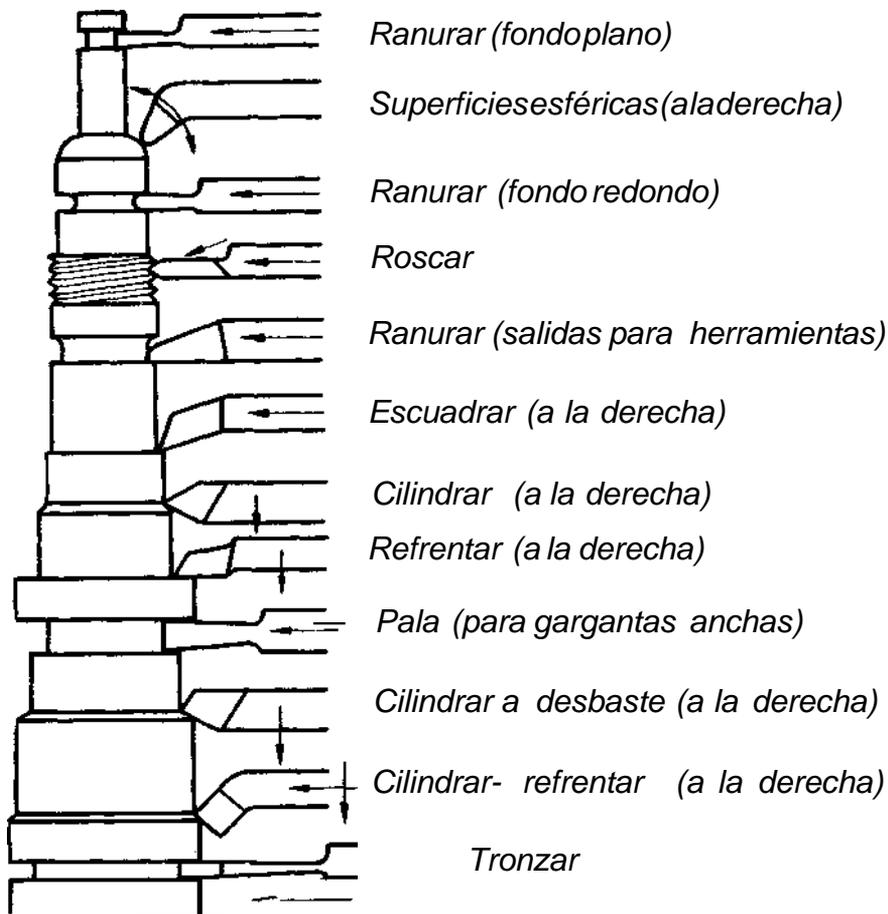
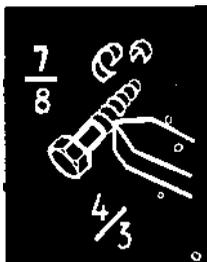


Figura 101. — Operaciones y herramientas empleadas. Las flechas indican el sentido de avance de cada herramienta.

En definitiva, puede decirse que el tronzado es una operación fácil y enojosa, pero al mismo tiempo de las que acreditan a un operario. Es fácil porque no requiere conocimientos especiales, solamente mucho cuidado; es enojosa porque al mismo tiempo que fácil es pesada y acredita a un operario, porque es una de las que se pone más de manifiesto cualidades tales como: cuidado, afilado y conservación de las herramientas, temple y seguridad en sí mismo que proporcionan un dominio de nervios muy necesario para no precipitarse y romper la herramienta.

En esta lección ha visto usted la preparación para las operaciones de cilindrar, refrentar, ranurar y tronzar, las herramientas que se utilizan y las precauciones a tomar y dificultades que se presentan.

Vea resumidas en la figura 101 todas estas operaciones y las herramientas que se emplean. Fíjese bien en todos los detalles que se han explicado y piense que de la atención con que estudie estas primeras lecciones depende el aprovechamiento de las siguientes .



matemáticas para tornero

LECCIÓN

3^o

SUMA DE QUEBRADOS

Dos casos pueden presentarse en la suma de quebrados:

- 1.º Que todos tengan el mismo denominador, y
- 2.º Que no tengan el mismo denominador.

En el primer caso, es decir, si los quebrados que han de sumarse tienen el mismo denominador, la operación resulta fácil. Basta con sumar los numeradores, sólo los numeradores, y a la suma ponerle el mismo denominador.

Ejemplos:

$$\frac{5}{7} + \frac{1}{7} = \frac{5 + 1}{7} = \frac{6}{7}$$

$$\frac{4}{12} + \frac{3}{12} + \frac{2}{12} = \frac{4 + 3 + 2}{12} = \frac{9}{12}$$

No es muy frecuente este caso en la práctica. Más bien suele ocurrir lo contrario, o sea que los quebrados que han de sumarse tengan distinto denominador y entonces se ha de trabajar de distinta forma. Antes de sumar, ha de hacerse que todos los quebrados tengan el mismo denominador; esto es lo que se le llama **reducción de quebrados a común denominador** es decir, al mismo denominador.

No es difícil, pero se debe estudiar bien cómo se procede para que sea fácil la suma de números quebrados con distinto denominador. Por lo tanto, preste atención.

REDUCCIÓN A COMÚN DENOMINADOR

El valor de un quebrado no varía si el numerador y el denominador se multiplican por el mismo número. El quebrado que resulta de la multiplicación se expresa en distintas cifras, pero el cociente que se obtiene al dividir el numerador por el denominador es igual al que se obtiene al dividir el numerador por el denominador del otro quebrado.

Compruébelo en este ejemplo:

Divididos el numerador y el denominador del quebrado $\frac{4}{5}$ se obtiene el resultado $4:5 = 0,8$. Multiplicados el numerador y el denominador por el número 3, se obtiene $\frac{4 \times 3}{5 \times 3} = \frac{12}{15}$. Divididos ahora el numerador y el denominador del quebrado $\frac{12}{15}$, el resultado es también $12:15 = 0,8$.

Así, pues, $\frac{4}{5} = \frac{12}{15}$.

En esto se funda la reducción a común denominador. Un ejemplo bastará para comprenderlo: Interesa que los quebrados $\frac{5}{8}$ y $\frac{4}{9}$ tengan el mismo denominador.

Se trata de encontrar un denominador igual para los dos quebrados, teniendo cada quebrado el mismo valor que antes de la reducción. Conse-

guirlo resulta fácil: numerador y denominador de cada quebrado es multiplicado por el otro denominador.

$$\frac{5}{8} = \frac{5 \times 9}{8 \times 9} = \frac{45}{72}$$

$$\frac{4}{9} = \frac{4 \times 8}{9 \times 8} = \frac{32}{72}$$

Así pues, los quebrados $\frac{5}{8}$ y $\frac{4}{9}$ quedan convertidos en $\frac{45}{72}$ y $\frac{32}{72}$

Los dos tienen el mismo denominador y el valor de cada uno es igual al de antes de la reducción, porque numerador y denominador de cada quebrado han sido multiplicados por los mismos números. El denominador es igual en los dos quebrados porque es el producto de los denominadores.

Otro ejemplo para una mejor comprensión:

$$\frac{3}{4}; \frac{2}{6}; \frac{5}{7}$$

$$\frac{3}{4} = \frac{3 (6 \times 7)}{4 (6 \times 7)} = \frac{126}{168}$$

$$\frac{2}{6} = \frac{2 (4 \times 7)}{6 (4 \times 7)} = \frac{56}{168}$$

$$\frac{5}{7} = \frac{5 (4 \times 6)}{7 (4 \times 6)} = \frac{120}{168}$$

Por estos ejemplos se puede comprobar que la reducción de quebrados a un común denominador no tiene complicación alguna; basta con multiplicar numerador y denominador de cada quebrado por el producto de los denominadores de los otros quebrados que han de sumarse.

SUMA DE QUEBRADOS CON REDUCCIÓN A COMÚN DENOMINADOR

Una vez hallado un mismo denominador para todos los quebrados se suman exactamente igual que en el primer caso, es decir, se suman los numeradores y a la suma se le pone el mismo denominador.

Ejemplos de suma de quebrados con reducción a común denominador:

$$1.^\circ \text{ Sumar } \frac{7}{8} \text{ y } \frac{3}{9}$$

Primeramente se reducirán al mismo denominador:

$$\frac{7}{8} = \frac{7 \times 9}{8 \times 9} = \frac{63}{72}$$

$$\frac{3}{9} = \frac{3 \times 8}{9 \times 8} = \frac{24}{72}$$

$$\text{Se sumarán ahora } \frac{63}{72} + \frac{24}{72} = \frac{63 + 24}{72} = \frac{87}{72}$$

$$2.^\circ \text{ Sumar } \frac{3}{4}; \frac{1}{2}; \frac{2}{5}$$

Reducción a común denominador:

$$\frac{3}{4} = \frac{3(2 \times 5)}{4(2 \times 5)} = \frac{30}{40}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1(4 \times 5)}{2(4 \times 5)} = \frac{20}{40}$$

$$\frac{2}{5} = \frac{2(4 \times 2)}{5(4 \times 2)} = \frac{16}{40}$$

$$\text{Suma: } \frac{30}{40} + \frac{20}{40} + \frac{16}{40} = \frac{30 + 20 + 16}{40} = \frac{66}{40}$$

Siga estos ejemplos y haga, por su cuenta, todas las operaciones para darse cuenta de cómo se ha procedido para su resolución.

RESTA DE QUEBRADOS

Al igual que en la suma, en la resta pueden presentarse los dos mismos casos: Que los quebrados tengan un mismo denominador y que los quebrados no tengan un mismo denominador.

Si los quebrados que han de restarse tienen un mismo denominador, se restan los numeradores y a la resta se pone el mismo denominador.

Ejemplos:

$$\frac{5}{8} - \frac{2}{8} = \frac{5 - 2}{8} = \frac{3}{8}$$

$$\frac{15}{35} - \frac{4}{35} = \frac{15 - 4}{35} = \frac{11}{35}$$

Si no tienen iguales los denominadores se reducen a denominador común. Sabe perfectamente cómo se procede: numerador y denominador de cada quebrado son multiplicados por los denominadores del otro.

Ejemplo:

$$\text{De } \frac{8}{9} \text{ restar } \frac{4}{6}$$

Reducción a común denominador:

$$\frac{8}{9} = \frac{8 \times 6}{9 \times 6} = \frac{48}{54}$$

$$\frac{4}{6} = \frac{4 \times 9}{6 \times 9} = \frac{36}{54}$$

Resta: $\frac{48}{54} - \frac{36}{54} = \frac{48 - 36}{54} = \frac{12}{54}$

MULTIPLICACIÓN DE QUEBRADOS

Multiplicar quebrados no tiene complicación alguna: **en ningún caso ha de procederse a la reducción a común denominador**. En toda multiplicación de quebrados basta multiplicar entre sí los numeradores y los denominadores. El resultado o producto de multiplicar los numeradores es el numerador, y el producto de los denominadores es el denominador del quebrado producto de la multiplicación.

Ejemplos:

$$\frac{6}{15} \times \frac{3}{6} = \frac{6 \times 3}{15 \times 6} = \frac{18}{90}$$

$$\frac{12}{18} \times \frac{5}{7} = \frac{12 \times 5}{18 \times 7} = \frac{60}{126}$$

Exactamente igual se procede cuando son más de dos los quebrados que han de multiplicarse.

Ejemplo:

$$\frac{7}{10} \times \frac{3}{5} \times \frac{2}{6} = \frac{7 \times 3 \times 2}{10 \times 5 \times 6} = \frac{42}{300}$$

DIVISIÓN DE QUEBRADOS

Fíjese bien en la forma de dividir los quebrados. Ha de dividirse $\frac{3}{4}$ por $\frac{2}{5}$. ¿Cómo se procederá? El quebrado que ha de dividir o divisor

se invierte (es decir, el numerador se coloca en el lugar del denominador y el denominador en lugar del numerador): o sea, el $\frac{2}{5}$ se transforma en $\frac{5}{2}$.

Una vez invertido el divisor, se multiplican los dos quebrados como en una multiplicación cualquiera:

$$\frac{3}{4} : \frac{2}{5} = \frac{3 \times 5}{4 \times 2} = \frac{15}{8}$$

y el resultado es el de la división.

Lo que se hace en una división de números quebrados es, en definitiva, multiplicar el numerador del quebrado que ha de dividirse o dividendo por el denominador del quebrado que ha de dividir o divisor; el producto de esta multiplicación es el numerador del resultado o cociente. Después se multiplican el denominador del dividendo por el numerador del divisor y el producto de la multiplicación, es el denominador del cociente.

Ejemplos:

$$\frac{7}{10} : \frac{3}{12} = \frac{7 \times 12}{10 \times 3} = \frac{84}{30}$$

$$\frac{6}{13} : \frac{2}{8} = \frac{6 \times 8}{13 \times 2} = \frac{48}{26}$$

i

Estos ejemplos, bien estudiados, serán suficientes para comprender cómo se dividen los números fraccionarios.

RECUERDELO USTED**SUMA****Con un mismo denominador:**

$$\frac{2}{6} + \frac{3}{6} \quad \text{Los numeradores se suman} \quad = \frac{2+3}{6} = \frac{5}{6}$$

Se pone el mismo denominador

Si los quebrados tienen distinto denominador antes deben reducirse a denominador común.**RESTA****Con un mismo denominador:**

$$\frac{3}{4} - \frac{1}{4} \quad \text{Los numeradores se restan} \quad = \frac{3-1}{4} = \frac{2}{4}$$

Se pone el mismo denominador

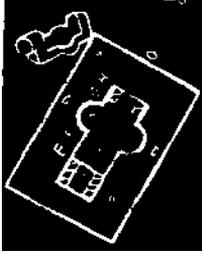
Si los quebrados tienen distinto denominador antes deben reducirse a denominador común.**MULTIPLICACION**

$$\frac{3}{6} \times \frac{2}{4} \times \frac{3}{5} \quad \text{Los numeradores se multiplican} \quad \frac{3 \times 2 \times 3}{6 \times 4 \times 5} = \frac{18}{120}$$

Los denominadores se multiplican

DIVISION

$$\frac{4}{7} : \frac{2}{6} \quad \text{Se mutiplican en cruz así} \quad \frac{4}{7} \times \frac{6}{2} = \frac{4 \times 6}{7 \times 2} = \frac{24}{14}$$



interpretación planos

LECCIÓN

3

DISTINTAS CLASES DE CORTES

Las vistas en corte no siempre se representan en los planos de la forma sencilla, de un corte plano de la pieza, que ha estudiado usted en la lección 2 de esta asignatura. Como ya vio usted en la fig. 26 de la lección anterior, el corte puede considerarse hecho por dos o más planos que forman ángulo entre sí. Los cortes de esta clase pueden representarse en los planos en dos formas diferentes; una, como si fuesen vistas normales de la pieza cortada, (en esta forma se representa, por ejemplo, el corte

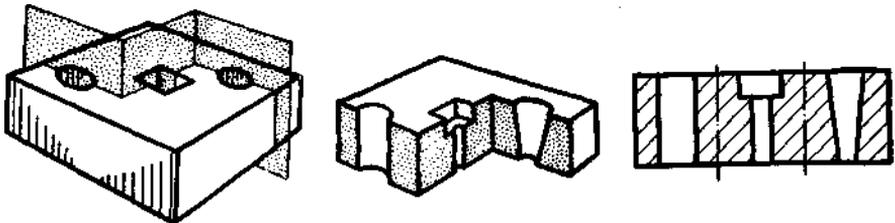


Figura 34

del corte se hubiesen colocado unas a continuación de otras, como se muestra en la fig. 35.

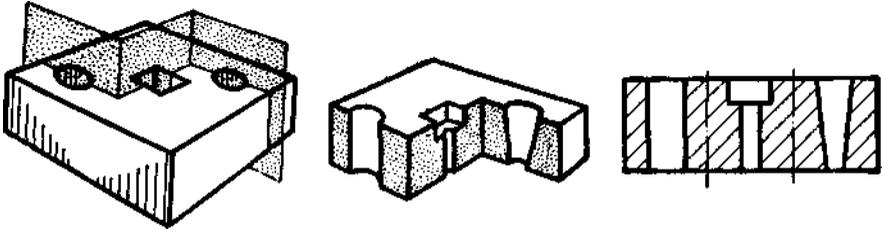


Figura 35

En cualquiera de los dos casos en la vista en corte se indican con **una** línea fina de trazo y punto las separaciones entre cada uno de los distintos planos de corte como puede ver en las dos anteriores figuras.

Además, si se trata de una vista como la del primer caso, el rayado de la superficie cortada por un plano se hace desplazando el rayado de la superficie cortada por el otro plano, como puede apreciarse en la figura 34.

CORTES PARCIALES

Otra forma muy corriente de vistas en corte son las llamadas **cortes parciales**, en ellos una parte de la vista representa una parte de la pieza cortada y la otra parte representa el resto de la pieza sin cortar. Un ejemplo de estos cortes puede verlo en la figura 36, donde se presenta una vista de la pieza de la figura 37, con su extremo cortado según un plano de corte como el de la figura 38. En estos casos la separación entre la vista de la parte cortada y la parte sin cortar se señala con una línea irregular más fina que las líneas de la pieza.



Figura 36



Figura 37

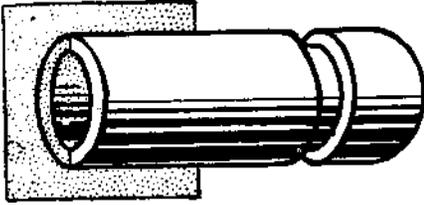


Figura 38

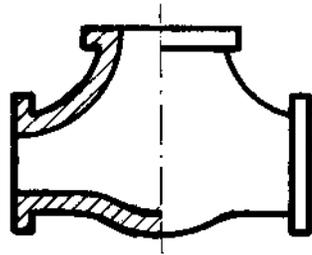


Figura 39

Quando la pieza es simétrica y para su representación en un plano conviene que haya un corte para mostrar el interior, es corriente que se dibuje una vista con una mitad cortada y la otra mitad sin cortar,

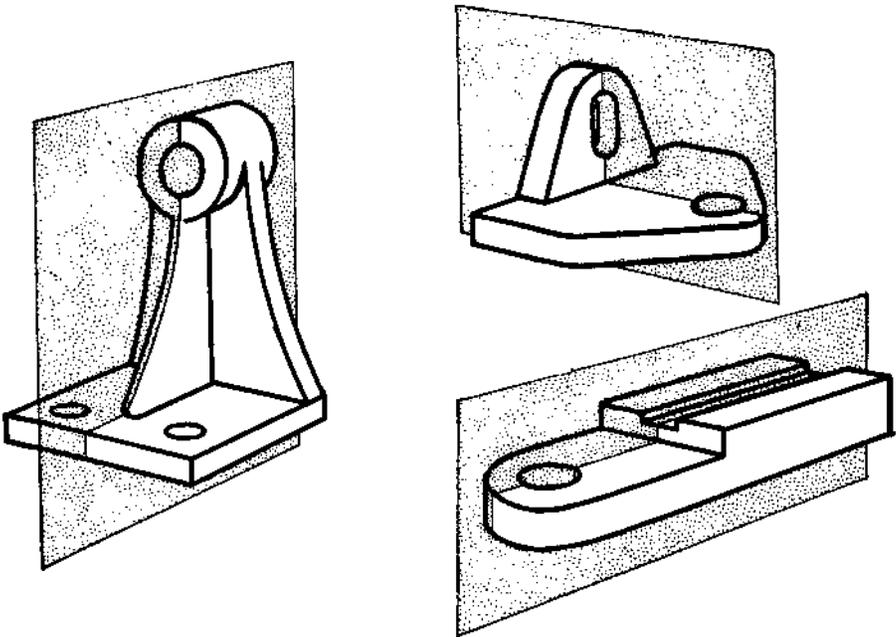


Figura 40

como se muestra en la fig. 39. Debe aclararse lo que es una pieza **simétrica**, se llama así a la pieza que puede dividirse en dos partes por un corte plano de manera que las partes en que queda dividida sean iguales pero dispuestas al contrario una de la otra. En la fig. 40 se muestran algunas piezas simétricas; cada una de las dos partes en que la pieza queda dividida con esta condición se dice que es simétrica de la otra parte con respecto al plano que divide la pieza. A este plano se le llama **plano de simetría** de la pieza, En una pieza puede haber más de un plano

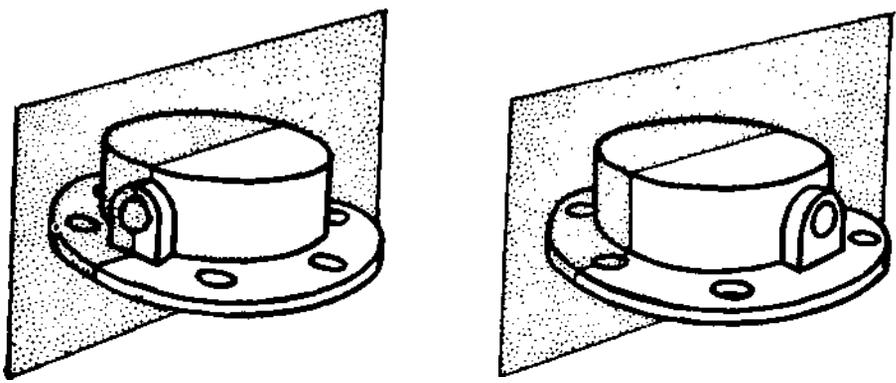


Figura 41

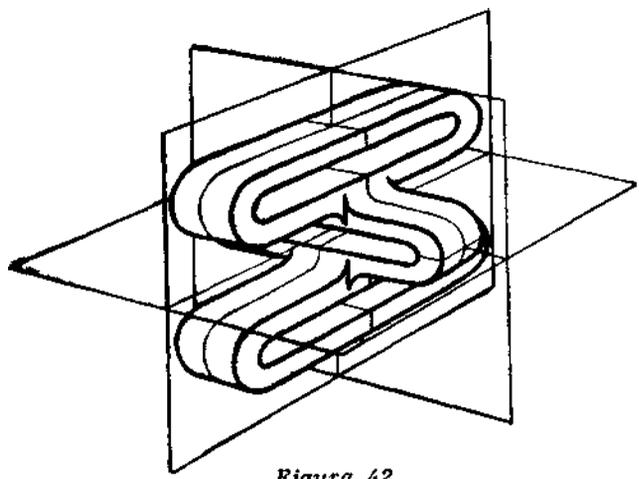


Figura 42

de simetría, es decir, que puede haber más de un plano que divida la pieza en dos partes simétricas una de la otra; por ejemplo, la pieza que se muestra en la fig. 41 tiene dos planos de simetría, como se puede ver en la figura y la pieza de la fig. 42 tiene tres planos de simetría, otras tienen muchos, como usted mismo puede apreciar si busca los planos de simetría que puede tener un cuerpo tal como un cilindro, u otras figuras parecidas.

Una pieza que tenga dos planos de simetría puede encontrarse representada por dos vistas en las cuales se halle la mitad cortada y la otra mitad sin cortar, como la pieza de la fig. 43, que puede representarse por sus vistas según la fig. 44.

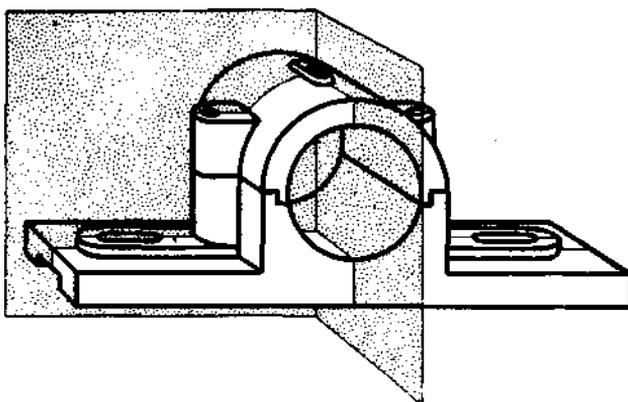


Figura 43

Figura 44

En las vistas de piezas simétricas en que se presenta una mitad cortada, la parte cortada se separa de la parte no cortada por una línea fina de trazo y punto, como puede verse en las figs. 39 y 44.

CORTES AUXILIARES

Otro tipo de vistas en corte son las que se dibujan para aclarar la forma que tiene una pieza o una parte de una pieza maciza, evitando el dibujar otras vistas complicadas y que no darían una idea precisa de la forma. Por ejemplo la pieza de la fig. 45 puede representarse en

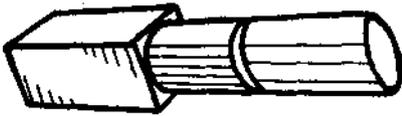


Figura 45

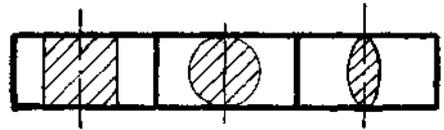


Figura 46

un plano como se muestra en la fig. 46; las vistas en corte se han dibujado sobre la vista principal y única de la pieza, en este caso los cortes se dibujan con línea de contorno fina, como se ve en la figura. Este

tipo de vistas en corte tiene su mejor aplicación como se ha indicado para aclarar detalles en vistas de las piezas más complicadas, un ejemplo se muestra en la fig. 47, que es la vista principal de una rueda y en la que se han representado en corte los perfiles de los radios o brazos de la rueda. Para mayor claridad en el dibujo de este tipo de cortes pueden separarse de la vista, indicando en ésta por medio de líneas de corte y las letras correspondientes los lugares a que correspon-

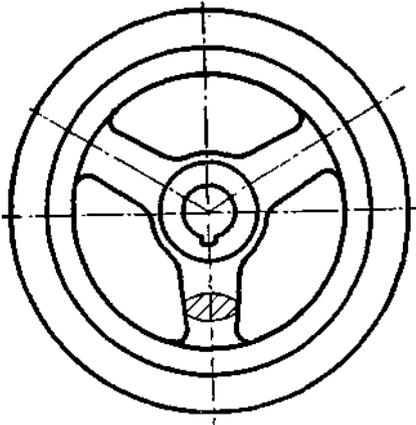


Figura 47

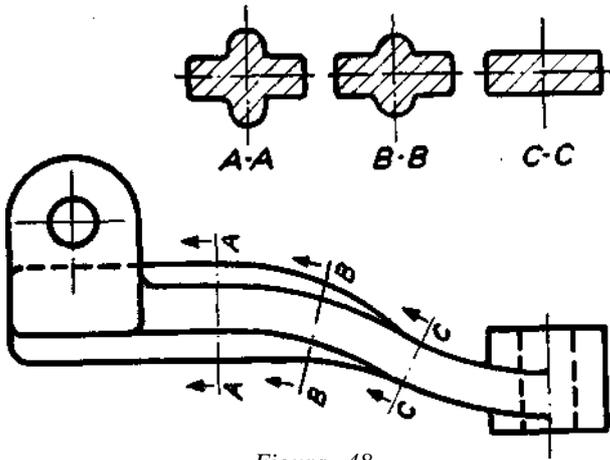


Figura 48

den, fig. 48; fijese que en este caso se representa en la vista en corte sólo la superficie cortada y no el resto de la pieza como se hacía en las vistas en corte de los tipos estudiados anteriormente. Siempre que se puede estas vistas se dibujan en la posición correcta con respecto a las vistas a que corresponden, como por ejemplo se muestra en las vistas del plano de una pala de hélice de la fig. 49.

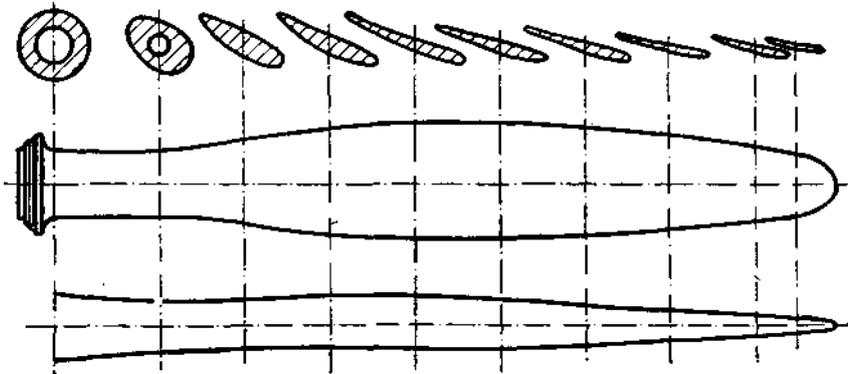
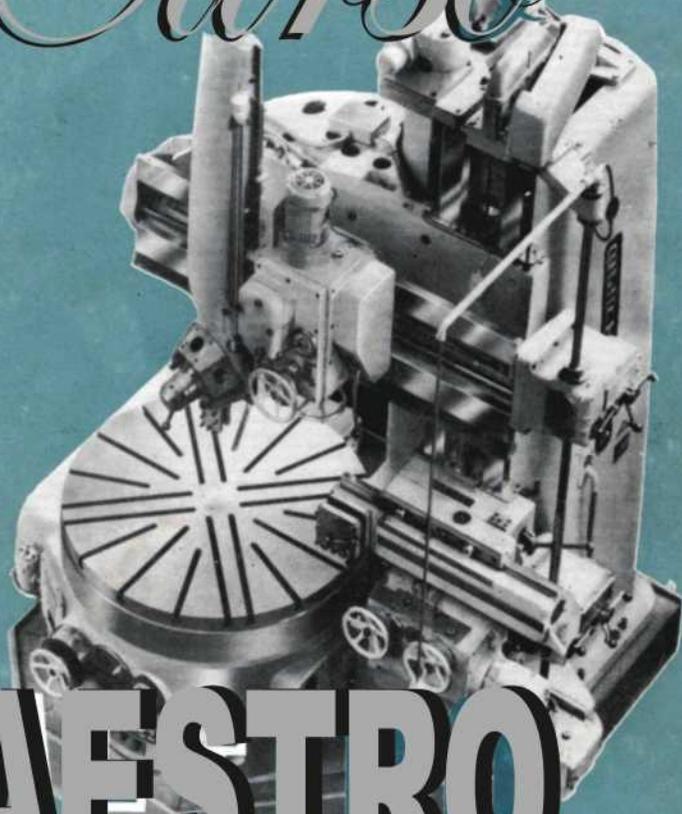


Figura 49

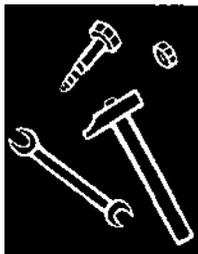
En lecciones posteriores estudiará usted algunos otros detalles sobre las vistas en corte, que completarán lo estudiado en esta lección.

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 4



conocimientos generalesdemecánica

LECCIÓN

4

DUREZA DE LOS MATERIALES

Todo el mundo tiene una idea de lo que se entiende por **dureza de los materiales**. Todos sabemos cuando una cosa es dura o blanda. En seguida nos damos cuenta, por ejemplo, de si el pan es duro o blando, si la tierra es dura o no, si un trozo de madera es o no dura. En Física se define la dureza de un material como **la resistencia que este material opone a ser rayado por otro**.

A simple vista todos los materiales metálicos parecen muy duros; sin embargo, unos son más duros que otros. Sirvan de ejemplo una moneda de 10 céntimos y un buen cuchillo o navaja. Si se intenta rayar la hoja del cuchillo con la moneda, lo máximo que se conseguirá será rayar ligeramente la hoja brillante del cuchillo. En cambio, si con el cuchillo se intenta rayar la moneda se comprobará no sólo que se pueden hacer rayas profundas, sino incluso desfigurarle completamente los grabados.

Esto se debe a que el material del cuchillo es **más duro** que el de la moneda.

Por otra parte, la moneda es más fácil de doblar e incluso romper que el cuchillo, siempre que se prueben en las mismas condiciones, debido a que el material del cuchillo es mucho más fuerte que el de la moneda. De

ahí que pueda decirse que el material es más fuerte cuanto más duro es, aunque no sea del todo exacto en sentido riguroso, pero sí que nos puede guiar bastante para saber la resistencia de los materiales, sobre todo en los aceros que es uno de los materiales más utilizados.

Cuanto más duro es un material, menos se desgasta.

Si se hacen rozar contra una roca la moneda de 10 céntimos y el cuchillo, los dos se desgastan; pero mientras el cuchillo apenas pierde un trocho muy pequeño la moneda se gasta mucho más, es decir, el cuchillo que es un material más duro se gasta menos que la moneda, que es de un material más blando,

La dureza de los materiales se mide con unos aparatos especiales llamados **durómetros** y se miden en unidades especiales llamadas: **cifras Brinell**, **cifras Rockwell** o **cifras Vickers**.

TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Se ha observado que muchos materiales varían sus propiedades de dureza, resistencia, etc , cuando son sometidos a **tratamientos térmicos**. Se llaman tratamientos térmicos a una serie de operaciones a base de calentamientos y enfriamientos, a que son sometidos los materiales.

Los tratamientos térmicos que más nos interesan son los que se dan a los aceros, que, por otra parte, son los materiales que más tratamientos térmicos pueden sufrir.

Los tratamientos térmicos que más se utilizan son **recocido**, **temple**, **revenido** y **cementado**. Estudie usted a continuación en qué consiste cada uno.

RECOCIDO

Cuando los aceros vienen del comercio en bruto, traen a veces una dureza excesiva para la mecanización rápida y además es una dureza irregular, esto es, hay trozos duros y trozos blandos.

Para lograr una dureza menor y uniforme, es decir, todo el material igual, se calienta en un horno y se le deja enfriar después lentamente dentro del mismo horno. Esta operación es la que se llama **recocido**.

Con el recocido se consigue que el material quede blando y uniforme en la dureza. Al quedar más blando el acero se puede mecanizar más fácilmente y con mayor rapidez como verá más adelante.

La operación de recocido, por lo general, no es preciso efectuarla; in-

cluso muchos aceros los venden ya con este tratamiento hecho. No obstante, algunas veces el material viene tan duro que es preciso aplicarlo.

Cuando un material viene con una dureza grande e irregular y si al doblarlo se desgarran fácilmente, se dice que este material es **agrio**. A un material agrio es preciso darle el tratamiento de recocido, puesto que al pretender mecanizarlo estropea las herramientas y es difícil de conseguirlo. A veces, aunque se le aplique el recocido no se consigue aprovecharlo.

Según la clase de acero que haya de ablandarse, en lugar del recocido se le aplica el tratamiento de **normalizado**, que consiste en dejar enfriar el acero fuera del horno, en lugar de dentro del mismo.

TEMPLE

El temple es un tratamiento térmico que se da a los aceros y a algunos otros materiales para conseguir que tengan mayor dureza.

El templado consiste en calentar el acero hasta una determinada temperatura dentro de un horno, y desde allí sacarlo al rojo y enfriarlo metiéndolo en agua o bien en aceite, según la clase de acero de que se trate.

Si se enfría metiéndolo en agua, se dice que es un acero **templado al agua**, y si se enfría en aceite es un acero **templado al aceite**.

Algunas clases de aceros no admiten temple, es decir, que aunque se les temple no se endurecen o se endurecen muy poco.

Un acero después de templado queda muy duro, pero si no se le aplica un tratamiento posterior tiene el inconveniente de que también queda muy frágil. Se dice que un material es muy **frágil** cuando se rompe fácilmente por un golpe. Uno de los materiales más frágiles es el cristal normal, que por cualquier golpe se rompe.

Pues bien, el acero una vez templado queda como el cristal, es decir, queda muy duro, pero se rompe en seguida si se golpea.

Para evitar que el acero se rompa después del templado, se le aplica un nuevo tratamiento llamado de **revenido**.

En la práctica cuando se dice que un material está **tratado**, se entiende que ha sido templado y revenido.

REVENIDO

Este tratamiento sirve, como acaba de decirse, para quitar fragilidad a los metales que han sido templados, conservando la mayor dureza posible.

El revenido consiste en calentar las piezas hasta una cierta temperatura (mucho más baja que la utilizada para el temple), dentro de un horno y después sacar las piezas y dejar que se enfrien al aire libre, o bien enfriarlas en aceite o petróleo.

Con este tratamiento, el acero pierde casi toda la fragilidad y también algo de la dureza que adquirió con el temple, pero queda mucho más duro que antes de templearlo.

Los tratamientos térmicos estudiados hasta aquí, cambian todo el conjunto del material, tanto por dentro como por fuera. Es decir, si se mecaniza un material al que se le ha dado uno de estos tratamientos, por mucho material que se quite, siempre se tiene la misma dureza en el interior de la que había en el exterior.

El tratamiento del templado y revenido se puede aplicar sin necesidad de horno, calentando la pieza, barra o lo que haya de tratarse en cualquier sitio; tal como una fragua, una fogata, etc., hasta que esté al rojo blanco, es decir, hasta que esté muy caliente y enfriándolo después en agua, aceite o aire, según el material; en el caso de revenido, el calentamiento se hace a una temperatura mucho menor.

Como es de suponer, si el tratamiento no se efectúa en el horno, y a temperaturas controladas la dureza conseguida, difícilmente será la deseada y con mucha práctica se consigue sólo por aproximación.

En cambio, si se efectúa en el horno y se conoce el material que se trata, según la temperatura a que se caliente, el tiempo, etc., se obtiene la dureza exacta.

Cuando un material está templado y revenido, hay que tener buen cuidado de que no se caliente demasiado, porque si no pierde el temple, es decir, queda blando como si no se hubiese templado.

Si usted dispone de un buen cuchillo, este cuchillo tendrá la hoja templada. Si lo mete dentro de la lumbre hasta que esté al rojo y lo deja enfriar al aire, comprobará que la hoja queda mucho menos dura que antes y, si lo calienta mucho, incluso se doblará y mellará en seguida.

Este ejemplo es una prueba de que hay que tener en cuenta el no calentar excesivamente las piezas templadas para evitar que pierdan el temple.

El temple, además de dureza da a la pieza mayor resistencia. Por ejemplo, una barra de acero de poco diámetro puede doblarse antes de ser templada, pero no después de haberle dado el tratamiento térmico. Es por este motivo que hay piezas que se templean para que sean más duras

y no se desgasten y otras que se templen para que no se doblen ni se rompan ; otras veces se templen para lograr las dos cosas.

De un acero templado y revenido para lograr sus mejores cualidades se dice que está en estado de **bonificado**.

Hay piezas que requieren una dureza muy grande en determinadas partes para evitar el desgaste por rozamiento y la dureza que da el temple es poca. Por ejemplo, una rueda dentada que sufre mucho desgaste por los dientes o una horquilla que roza constantemente contra una rueda dentada y se desgasta mucho, etc. Cuando la dureza proporcionada por el temple es insuficiente, se recurre al **cementado**.

CEMENTADO

Este tratamiento térmico consta, en realidad, de tres: cementado, temple y revenido y se aplica solamente para dar dureza a la superficie de la pieza, es decir, no penetra como el temple en todo el interior, sino que solamente endurece una pequeña capa del exterior. Esta capa es más gruesa cuanto más tiempo dura el tratamiento, pero no es conveniente que sea más de 8 décimas de milímetro de espesor, y lo normal son 4 ó 5 décimas.

Vea en la figura 22 el procedimiento que se debe seguir para lograr un tratamiento de cementación.

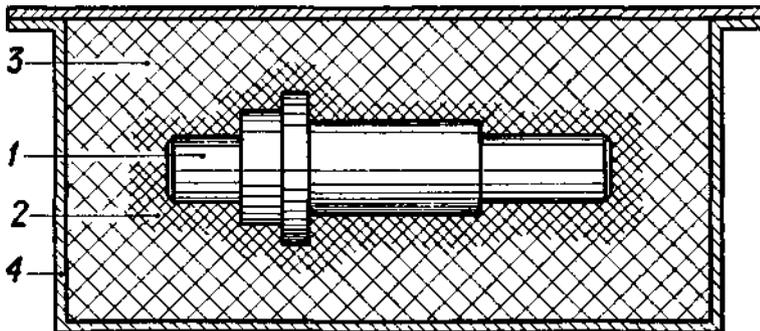


Figura 22. — Procedimiento para cementar una pieza: 1, pieza que se desea cementar; 2, sales para lograr el tratamiento; 3, relleno; 4, caja de cementar.

Fíjese que la pieza a cementar (1) se rodea de un producto llamado **sales de cementar**, que es una especie de polvos con las sales de cementar debe rodearse toda la pieza colocada dentro de una caja (4). La caja se

termina de rellenar para que la pieza o piezas colocadas en su interior no se muevan. Este relleno (3), suele ser arena o mejor sales como la (2), pero ya gastadas de otras veces, para que la operación resulte más económica.

La caja de cementación (4) una vez preparada como en la figura y bien cerrada, se mete en un horno y se calienta hasta la temperatura necesaria, Una vez caliente, por cada hora que pase, el cementado penetra una décima de mm por hora aproximadamente. Se tiene el tiempo necesario para el espesor que haya de darse y se saca.

Por último, se da a la pieza un tratamiento de temple y otro de revenido, tal como ya se ha explicado.

El cementado se debe hacer en las piezas cuando ya están acabadas, faltando sólo la operación de rectificado que siempre es la última y se efectúa con las rectificadoras, debido a que con la cementación y temple se logra una dureza tan grande que no puede ser mecanizada por ninguna herramienta de corte; sólo es posible mecanizarla con muelas de esmeril en las rectificadoras.

Hay que tener mucho cuidado de no mecanizar por error con herramientas de corte una superficie cementada y templada, porque las herramientas se romperían al tocarla.

Siempre que se desee, puede cementarse sólo una parte de la pieza y dejar el resto con dureza normal; para hacerlo así basta recubrir la parte que no se ha de endurecer con una capa de un material que la proteja de la acción de las sales, generalmente una capa de cobre depositado electro-líticamente. De esta forma, al darle el temple y el revenido queda endurecida la parte que interesaba y el resto de la pieza queda con dureza normal de temple y revenido que ya se puede mecanizar.



técnica torneado

LECCIÓN

4

AVANCE AUTOMÁTICO

Aunque el tipo de torno que usted ha estudiado en las lecciones anteriores difícilmente se lo encontrará usted hoy en día en ningún taller, el estudio de todas las particularidades del torno sencillo de cilindrar y de la forma de ejecutar las operaciones a mano le habrá servido a usted para conocer los principios del torneado y la disposición de los elementos básicos del torno.

Los tornos con los que actualmente se trabaja disponen todos del mecanismo para cilindrar y refrentar con avance automático; únicamente los tornos pequeñísimos para relojeros son del tipo estudiado hasta ahora, si bien, como es de suponer, de construcción moderna y de una gran precisión.

Usted, que ya tiene una idea del funcionamiento del torno y de los principales trabajos de torneado, le resultará fácil comprender ahora las ventajas del torneado con avance automático, su funcionamiento y los diversos dispositivos que se acoplan a la máquina para realizar las distintas operaciones.

El rápido desarrollo de toda clase de industrias hizo que cada día se necesitaran nuevas máquinas y nuevas formas y, además, en grandes can-

tidades, de tal manera que el torno sencillo de cilindrar a mano no podía cubrir estas necesidades.

La principal ventaja que había de conseguirse con el avance automático fue la de una mayor producción, es decir, el lograr una mayor cantidad de viruta cortada en la misma cantidad de tiempo. Esto se consigue con el avance automático, porque la regularidad que se obtiene en el avance hace que se aprovechen mucho mejor las posibilidades de la máquina, al mismo tiempo que la duración del corte de la herramienta es mucho más larga y el acabado de las superficies obtenidas, mucho mejor. Usted recordará que al tratar del cilindrado a mano y al explicarle el avance de la herramienta sobre la pieza, se insistió en que éste había de ser lo más regular posible, de manera que la viruta cortada fuese siempre del mismo espesor y que esto influía considerablemente en la duración de la herramienta.

- Antes de entrar de lleno en el estudio del avance automático, no estará de más recordar que el avance quedó definido en un principio como **el desplazamiento longitudinal de la herramienta durante una vuelta completa de la pieza, o sea, del eje de trabajo.**

COMBINACIONES DEL EJE DE ROTACIÓN Y EL AVANCE DEL CARRO

Vea en la figura 102 representadas en forma esquemática las diversas combinaciones que pueden hacerse con el sentido de rotación del eje y el avance del carro. Estas combinaciones son las que usted puede comprobar en la 1ª lección, si es que la tiene a mano, en las figuras explicativas de las distintas operaciones de torneado.

Observe usted en la figura 102 que cuando el eje del torno o eje de trabajo gira a la derecha, es decir, cuando gira hacia el operario situado ante el torno, **el avance del carro puede ser hacia la izquierda o hacia la derecha para la operación de cilindrar, mientras que para refrentar, tronzar o ranurar el giro del eje puede ser a la derecha o a la izquierda, según sea la forma de la herramienta.**

Con el avance automático puede efectuarse cada una de estas combinaciones ; ahora va a estudiar de qué forma.

Usted sabe bien que el movimiento o fuerza del torno le llega a éste por el cabezal o, mejor dicho, le llega directamente al eje. Lo que se trata de estudiar ahora es cómo el movimiento de giro del eje llega a la herra-

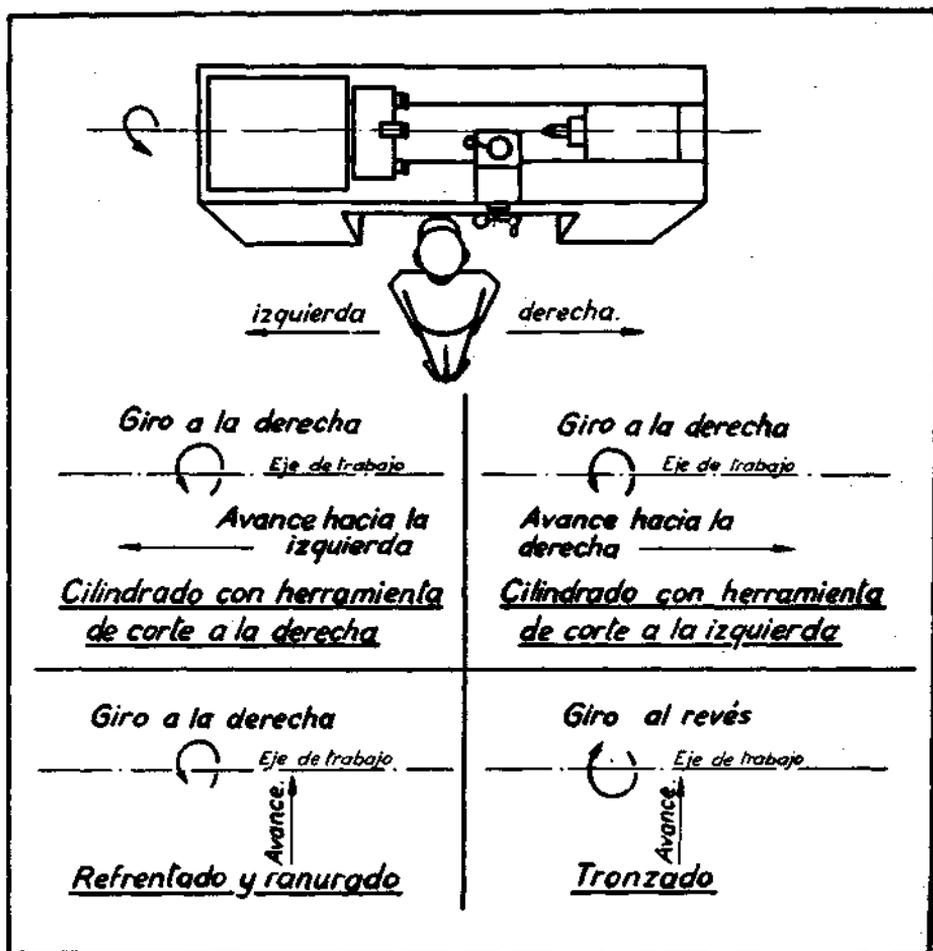


Figura 102. — Representación esquemática de las combinaciones de giro y avance.

mienta, de forma tal que siempre se conserva una relación entre cada vuelta del eje y el desplazamiento del carro. Esta relación es lo que se llama **avance por vuelta** y que de ahora en adelante, llamaremos simplemente **avance**; usted ya sabrá que es siempre por vuelta, y cuando sea necesario ya se le especificará si es hacia la izquierda o hacia la derecha.

MECANISMO INVERSOR DEL AVANCE AUTOMÁTICO

Siendo el eje del cabezal el que ha de hacer mover la herramienta en la dirección conveniente, sobre él va montado un engranaje o piñón que al girar el eje, arrastra al llamado **mecanismo inversor de avance**; este mecanismo hace avanzar el carro hacia la izquierda o hacia la derecha, inde-

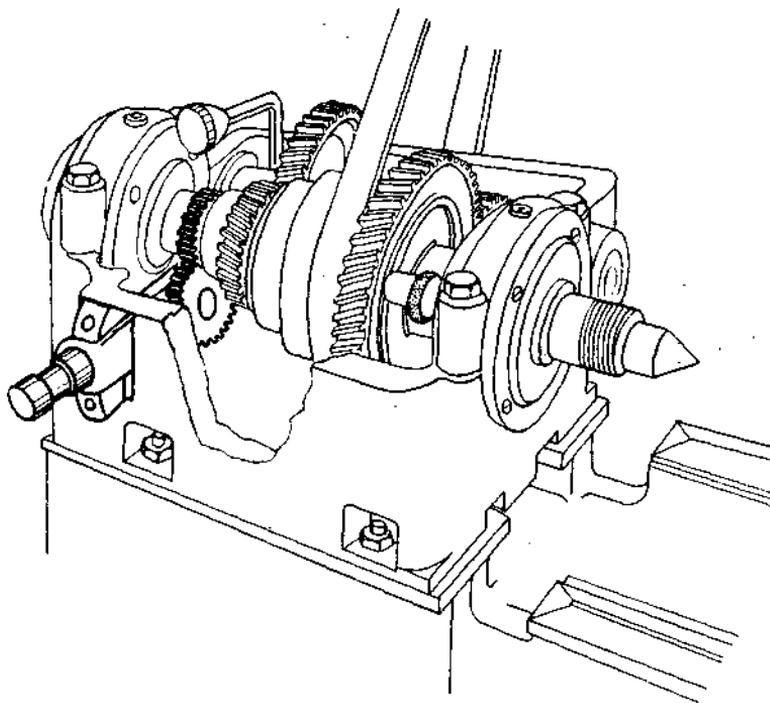
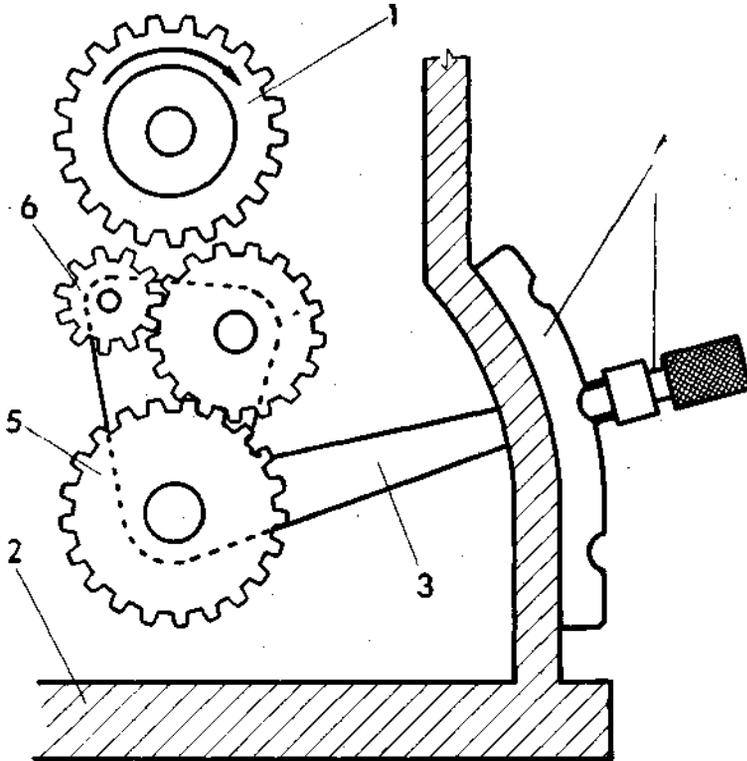


Figura 103. — Montaje del piñón para el automático en el cabezal de la figura 51 de lección 2, y disposición del mecanismo inversor del avance.

pendientemente del sentido de giro o del eje del cabezal. Vea en la figura 103 donde va montado el piñón y el mecanismo inversor de avance con el que engrana.

Preste atención a las explicaciones que siguen y comprenderá cómo el giro del eje del cabezal llega al inversor de avance y cómo sale, según se accione el inversor de una manera u otra.

Compruebe en la figura 104 que este mecanismo consiste en tres pi-

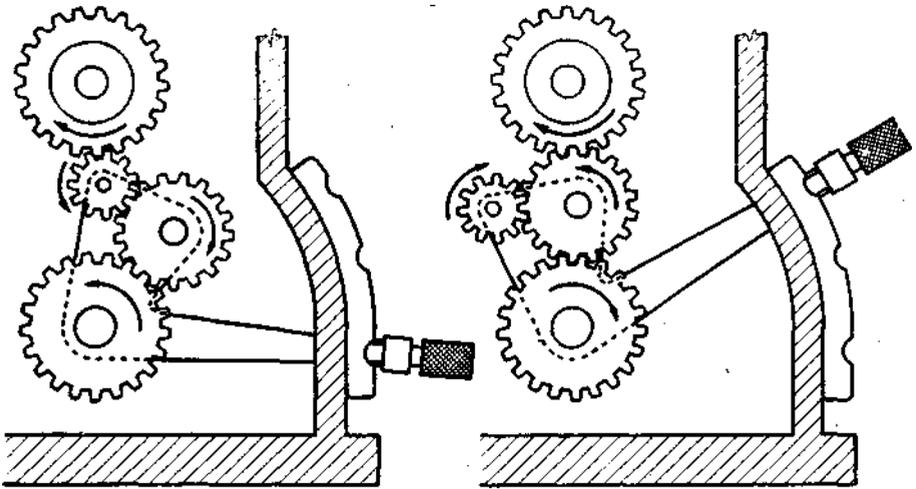


Posición 2ª

Figura 104. — Mecanismo inversor del avance. Posición 2: 1, engranaje montado sobre el eje; 2, cuerpo del cabezal; 3, palanca basculante; 4, gatillo de fijación y muescas indicadoras de posición; 5, piñón de salida del inversor; 6, engranajes intermedios.

ñones que trabajan engranados entre sí y en una palanca basculante; mediante esta palanca se consigue, subiéndola o bajándola, que uno de los piñones superiores engrane a la vez con el piñón que va montado sobre el eje del cabezal.

En esta figura el mecanismo inversor no está embragado, es decir, se ha hecho bascular la palanca hasta que el gatillo quedara situado en la muesca central; esta posición es la única en la que el mecanismo inversor no actúa y, por tanto, en esta posición el movimiento de giro o del eje no se transmite a ningún lado.



Posición 1ª

Posición 3ª

Figura 105. — Mecanismo inversor del avance. Posición 1: piñón de salida, distinto sentido rotación que el eje. Eje girando al derecho, el carro avanzará hacia la izquierda. Posición 2 {figura 104}. — No funciona el mecanismo: carro parado. Posición 3: piñón de salida, mismo sentido de rotación que el eje. Eje girando al derecho, el carro avanzará hacia la derecha.

En cambio, vea en la posición 1 de la figura 105, que el eje principal gira a la derecha, o sea hacia adelante, y fíjese que el piñón que va montado al eje engrana con el piñón intermedio superior y éste a su vez, transmite su movimiento hasta el piñón de salida del inversor.

Asimismo, vea en la figura 105 la posición 3 en la que el piñón del eje engrana con el otro piñón intermedio del inversor. De estas posiciones usted deducirá que según sean uno u otro el piñón intermedio girará en un sentido o en otro y, por consiguiente, y como verá más adelante, el carro avanzará hacia la derecha (hacia adelante) o avanzará hacia la izquierda (hacia atrás).

Al describir en la lección 2 el torno sencillo de cilindrar vio usted que en la parte izquierda del torno iba un conjunto de ruedas llamado **tren de ruedas**. Si usted repasa la figura 40 de aquella lección, verá que la última de las ruedas va montada en el extremo de la barra de cilindrar.

Sepa ahora, para una mejor comprensión, que el movimiento de giro del eje principal se transmite a la barra de cilindrar, y que ésta al girar es la que origina el desplazamiento del carro. De esto es fácil deducir que según gire esta barra en un sentido o en otro, el desplazamiento del carro también variará, yendo hacia la izquierda o hacia la derecha.

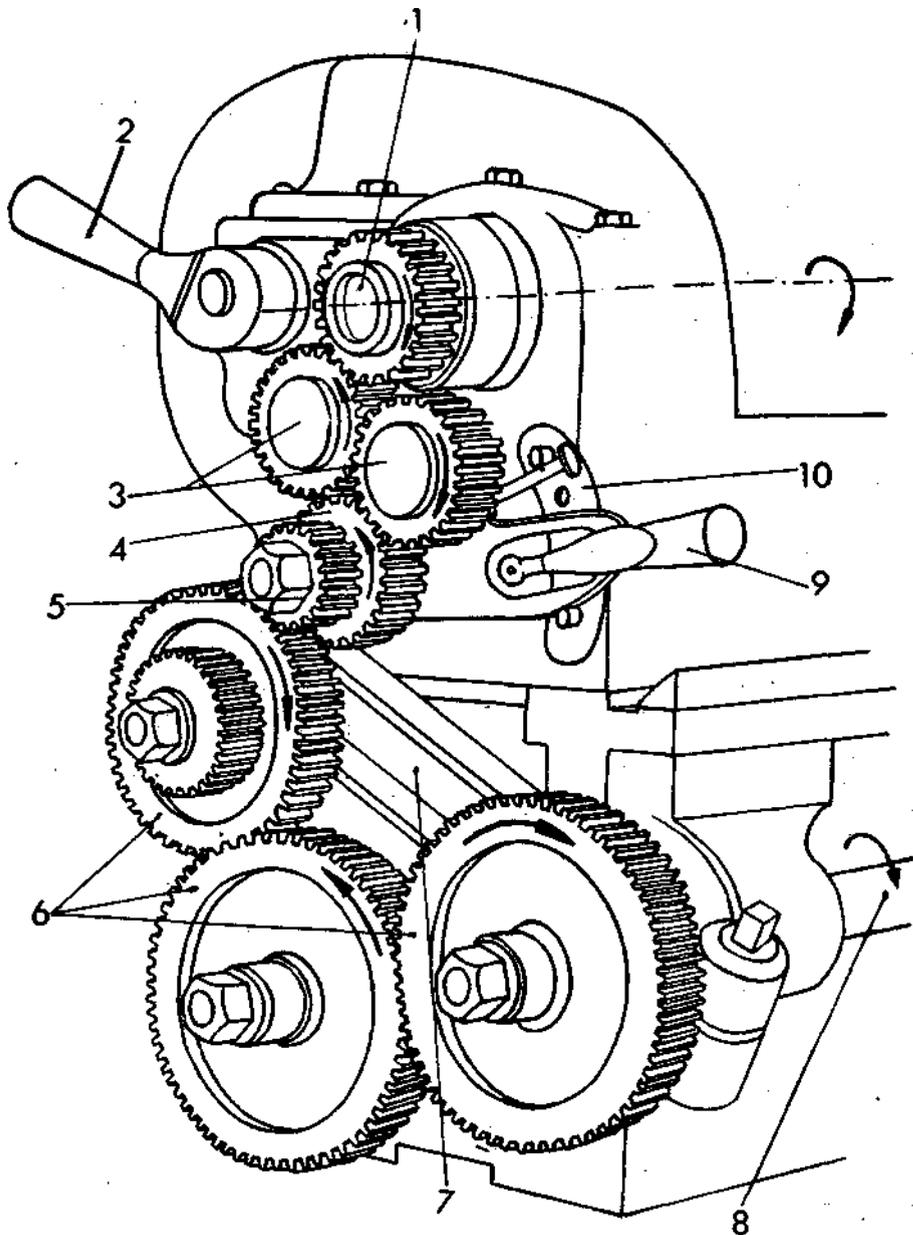


Figura 106. — Disposición exterior del mecanismo inversor del avance: 1, piñón montado sobre el eje; 2, palanca del eje auxiliar reductor; 3, piñones intermedios del inversor; 4, piñón de salida del inversor; 5, piñón receptor del tren de ruedas; 6 [junto con el 5), tren de ruedas; 7, guitarra; 8, barra de cilindrar; 9, palanca basculante del inversor; 10, placa de muescas de situación; 3, i, 9 y 10, mecanismo inversor del avance; 5, 6 y 7, tren de ruedas.

DISPOSICIÓN DEL MECANISMO INVERSOR EN EL EXTERIOR DEL CABEZAL

La disposición del mecanismo inversor del avance varía ligeramente si en lugar de alojarse en el interior del cabezal va montado en su parte exterior izquierda. Compruébelo comparando las figuras 103 y 106, En la figura 103 el piñón conductor que va montado sobre el eje, se aloja en el interior del cuerpo del cabezal y, por consiguiente, el mecanismo inversor que ha de engranar con él se aloja también en el interior del cabezal.

En la figura 106, en cambio, el piñón conductor va montado en el exterior del cabezal, exactamente en el extremo trasero del eje. Vea por la dirección de las flechas cómo el movimiento de giro se va transmitiendo desde el piñón del eje, por los piñones del inversor y del tren de ruedas hasta la barra, de cilindrar.

Fíjese que el piñón de salida del inversor y que el piñón receptor del tren de ruedas van montados (fig. 106) sobre el mismo eje. La diferencia entre el mecanismo interior y el exterior es, aparte del lugar donde va montado el piñón conductor del eje, la que se aprecia en la figura 107; es decir, que el piñón de salida del inversor y el piñón receptor del tren de ruedas, están separados por la pared del cuerpo del cabezal, aunque van montados sobre el mismo eje.

En la figura 107 se aprecia también la situación de la palanca del inversor de avance, así como, junto a los agujeros de situación de la palanca, unas placas que indican la dirección del avance, siempre considerando que el eje de trabajo está girando hacia adelante. Aunque en la figura la palanca está situada en la posición intermedia, es decir, en la posición en que el carro no puede andar, vea por las placas indicadoras que tanto en la figura 106, como en la 107, la posición superior corresponde al avance hacia la izquierda.

Debe tenerse en cuenta que, como es de suponer, no todos los tornos llevan un mecanismo de este tipo, pues aunque la forma de actuar es la misma, la palanca y los taladros o muescas de situación pueden ir dispuestos o colocados de otra manera, según la marca del torno. De todos modos, este mecanismo suele ir montado tanto en los modelos relativamente antiguos como en el caso de la figura 106, como en los tornos modernos más sencillos, como el de la figura 107.



Figura 107. — Torno «Cumbre», de Barcelona. Disposición interior del mecanismo inversor. Guitarra y ejes para montar el tren de ruedas. Observe las placas que indican la dirección del avance del carro para cada taladro de situación de la palanca del inversor: 1, placas indicadoras del avance del carro; 2, taladros situación; 3, palanca basculante; 4, eje para montar el piñón receptor del tren de ruedas; 5, ejes para montar las ruedas intermedias; 6, guitarra; 7, eje para montar la rueda que produce el giro de la barra de cilindrar; 8, caja Norton.

VARIACIONES DEL AVANCE

Usted ya estudió que según la clase de trabajo a realizar, el material a cortar y el acabado de la superficie a tornearse, resultaba más económico un avance que otro, es decir, que mientras para un torneado de desbaste puede elegirse un avance relativamente largo (de 0,1 a 0,2 mm por vuel-

ta), para un torneado de acabado normalmente se trabaja con un avance fino (de 0,05 a 0,08 mm por vuelta).

Se ha dicho ya, aunque no se ha explicado todavía de qué forma, que el desplazamiento del carro sobre la bancada lo origina el giro de la barra de cilindrar; sabiéndolo se comprende fácilmente que si se varía el número de vueltas de la barra de cilindrar, se varía también el desplazamiento del carro, y teniendo en cuenta lo estudiado en la lección 2 sobre la transmisión del movimiento entre dos engranajes, se deduce que si se varían las ruedas componentes del tren de la figura 106, variará el número de vueltas de la última rueda del tren y, por tanto, de la barra.

Más adelante estudiará usted este punto con más detalles; ahora basta con que usted conozca la forma en que el movimiento llega a la barra y cómo se hace variar.

Repase la figura 106 para comprobar cómo el movimiento del eje principal llega a la barra de cilindrar. Suponga usted que cambia la posición del mecanismo inversor del avance, pasándola a la posición 3 de la figura 105; en esta posición la última rueda del tren gira en sentido contrario. Por último, imagínese que las ruedas que forman el tren son distintas; en este caso la barra dará diferente número de vueltas por cada vuelta del eje principal.

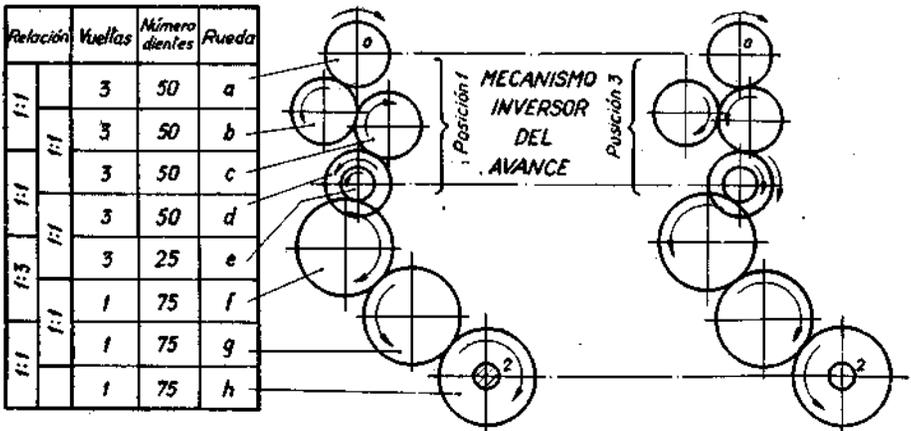


Figura 108. — Representación esquemática de la transmisión del giro desde el eje del cabezal hasta la barra de cilindrar: 0, eje del cabezal o de trabajo; e, eje de salida del inversor y al mismo tiempo eje de entrada del tren de ruedas; 2, eje de la barra de cilindrar.

Fijese en la figura 108 para *comprender* mejor lo que se acaba de explicar. Compruebe que el sentido de giro del eje (2) de la barra de cilindrar es distinto según sea la posición del mecanismo inversor del avance. Compruebe también cómo se obtiene la relación de cada rueda con la siguiente que engrana con ella y verá que mientras la rueda (a) del eje principal da 3 vueltas, la rueda (h) montada sobre la barra de cilindrar da solamente 1.

Por último, vea que si las ruedas (e), (f), (g), (h) tuvieran 50 dientes, la relación 1 : 1 se mantendría hasta el eje de la barra de cilindrar y ésta daría exactamente las mismas vueltas que la rueda (a) del eje principal, que serían 3 veces las que daba con la combinación anterior en el tren de ruedas.

Queda, pues, entendido que cambiando las ruedas, o sea variando la relación, se obtendrá diferentes avances para el carro. Ahora bien, esto obligaría a un continuo cambio de ruedas, pues, a veces, en un mismo trabajo pueden presentarse casos distintos que obliguen a trabajar con avances diferentes. Para evitar este inconveniente se dispone en los tornos de cilindrar de un mecanismo especial llamado caja NORTON, que usted ya vio en las figuras 16 y 17 de la lección 1 y que puede ver de nuevo en la figura 107 de esta lección. Este mecanismo permite obtener 8 ó 10 avances distintos con una sola combinación en el tren de ruedas. Su funcionamiento lo estudiará usted detalladamente en la próxima lección.

DISPOSICIÓN DEL MECANISMO DEL CARRO PARA EL MOVIMIENTO AUTOMÁTICO

La barra de cilindrar se llama así porque con su giro y por medio de los mecanismos que a continuación estudiará arrastra el carro longitudinal para las operaciones de cilindrar; esta barra sirve también para el movimiento automático del carro transversal. La barra es cilíndrica, completamente calibrada y con una ranura a todo lo largo de la misma, tal como se representa en la figura 66 de la lección 2.

Usted ya ha estudiado en las pasadas lecciones que el movimiento de avance del carro longitudinal lo proporciona un piñón que gira engranando con una cremallera (fig. 67 de la lección 2) y que el movimiento de avance del carro transversal para el trabajo de refrentar se debía al giro del husillo roscado.

Piense ahora que si se consigue transmitir el movimiento de giro de la barra al piñón de la cremallera o al husillo del carro transversal se habrá

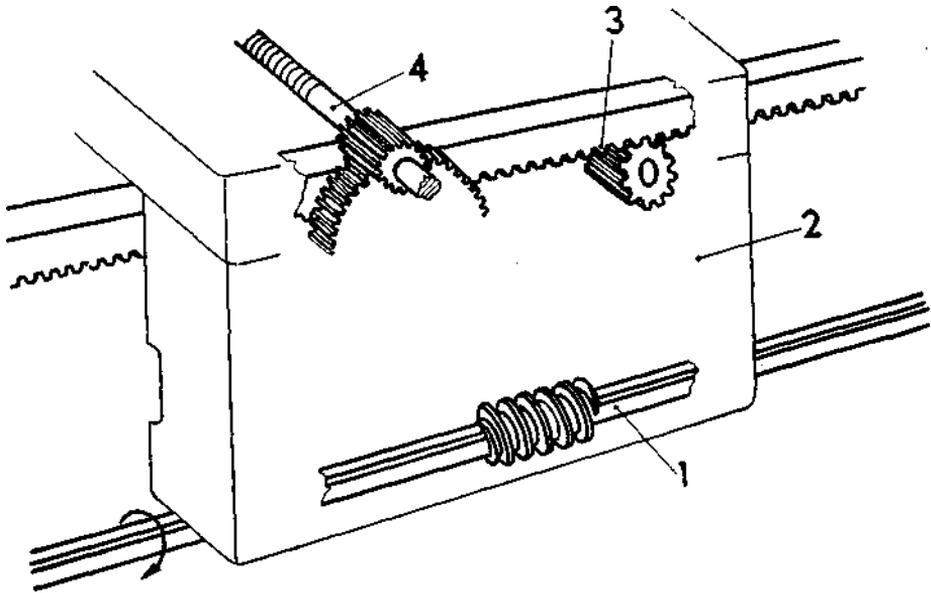


Figura 109. — Posición de la barra, el husillo y el piñón de la cremallera.

conseguido el avance de los carros longitudinal o transversal poniendo simplemente el torno en marcha, si está el inversor engranado.

Fijese que en la figura 109 que representa la posición de la barra (1) y el tablero (2) de un torno, la cremallera está señalada con el número (3) y el husillo transversal con el número (4).

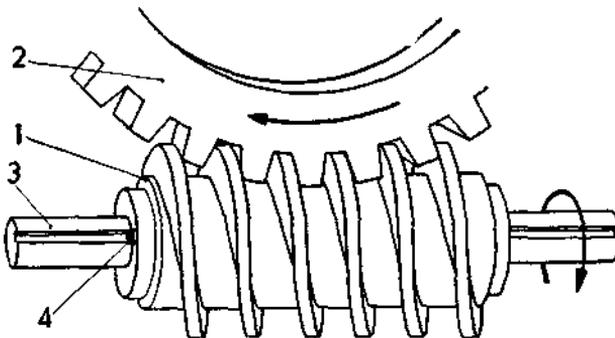


Figura 110. — Mecanismo tornillo sinfín: 1, tornillo sinfín; 2, corona del tornillo sinfín; 3, barra de cilindrar; 4, chaveta de arrastre entrada fuerte en el tornillo sinfín.

Para lograr la transmisión del movimiento sobre la barra de cilindrar va montado el tornillo sin fin (1 de la figura 110), que puede deslizarse a lo largo de la barra. Para tomar el movimiento de giro de la barra en el tornillo sin fin va alojada una chaveta de forma especial (4) introducida muy fuerte de manera que forma como una sola pieza con él, mientras que la parte que va ajustada en la ranura de la barra de cilindrar, puede deslizarse a todo lo largo de la barra.

La barra (3) al girar arrastra al tornillo sin fin, el cual a su vez engrana con un piñón especial (2) llamado **corona** del tornillo sin fin, que transmite el movimiento al automático de cilindrar o al de refrentar, según convenga.

Fijese que, como se muestra en la figura 111, el tornillo sin fin transmite el movimiento a la corona, como si fuese un engranaje, pero con los ejes cruzados en ángulo recto, en vez de ser paralelos.

El tornillo sin fin y la corona están dispuestos dentro del tablero del carro y en el mismo, van dispuestos dos trenes de engranajes, como se muestra en la figura 112, uno que sirve para comunicar el movimiento al piñón de la cremallera y otro para comunicar el movimiento al husillo del carro transversal.

La corona del tornillo sin fin lleva montado un piñón 4 en su mismo eje, que gira con ella.

Estando el tornillo sin fin y la corona en la posición que se muestra en la figura 112, aunque gire la barra no se transmite el movimiento ni al carro longitudinal ni al transversal.

El mecanismo de tornillo sin fin y corona puede desplazarse dentro del carro según las flechas A o B, por medio de un mecanismo, mandado por una palanca situada en el exterior del tablero. En la figura 113 se muestra la disposición del tablero de un torno CUMBRE; en ella puede ver la palanca de mando del automático (17) y cómo están señalados por medio de placas las posiciones que debe ocupar, según se desee hacerse mover automáticamente el carro longitudinal (placa CILINDRAR) o el carro transversal (placa REFRENTAR). En la figura se representa la palanca en la po-



Figura 111. — Tornillo sin fin y rueda, los ejes están cruzados perpendicularmente.

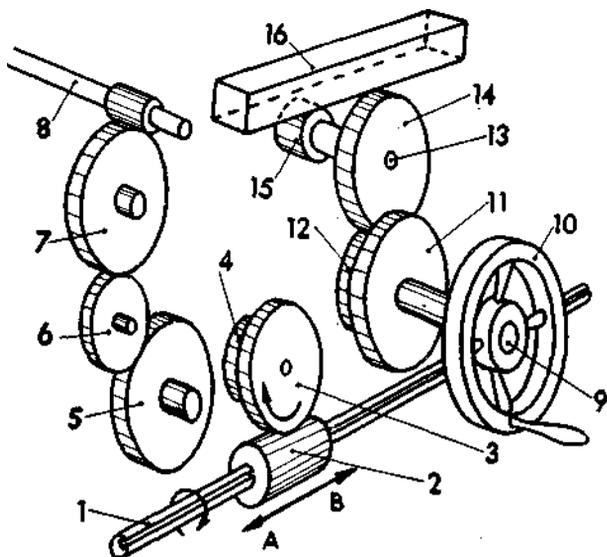


Figura 112. — Mecanismo de los automáticos de cilindrar y refrentar: 1, barra de cilindrar; 2, tornillo sinfín; 3, corona del tornillo sinfín; 4, piñón de la corona; 5, eje y piñón del automático de refrentar; 6, piñón y eje intermedio; 7, piñón y eje de engranaje para el automático de refrentar; 8, husillo del carro transversal; 9, eje del volante y el piñón de cilindrar; 10, volante de cilindrar a mano; 11 piñón del automático de cilindrar; 12 y 14, ruedas intermedias de cilindrar; 13, eje del piñón de cremallera; 15, piñón de la cremallera; 16, cremallera.

sición intermedia, que corresponde a la posición del tornillo sin fin representada en la figura 112, en la cual el movimiento automático de los carros no se produce.

MOVIMIENTO AUTOMÁTICO DEL CARRO LONGITUDINAL

La disposición de los engranajes de la figura 112 corresponde a la que tiene el tablero del torno CUMBRE representado en la figura 113, y en estas dos figuras la numeración de los distintos elementos que se ven en las dos se corresponde; por ejemplo, la rueda dentada 6 que se ve en la figura 112 es la misma que se señala con el número 6 en la figura 113. Esto se ha hecho así para que usted pueda darse cuenta de la disposición real de los distintos elementos que se representan en esquema en la figura 112.

Vea usted ahora los engranajes que sirven para transmitir el movimiento al carro longitudinal.

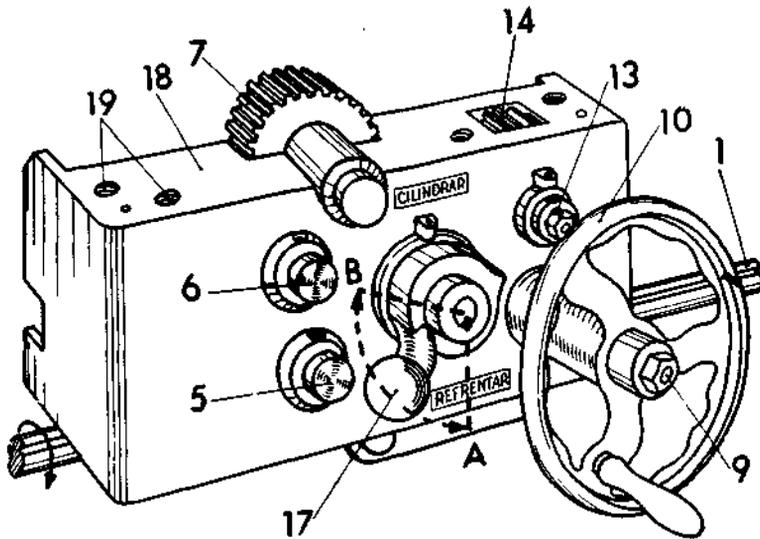


Figura 113. — Cara anterior del tablero del carro: 17, palanca de mando del automático; 18, delantal del carro; 19, taladros roscados para fijación del delantal al carro. Los restantes números representan las mismas piezas que en la figura 112.

Poniendo la palanca 17 de la figura 113 en la posición B como se muestra en la figura 114 (fíjese que la palanca señala en esta posición la placa CILINDRAR), la corona (3), el piñón (4) y el tornillo sin fin (2) de la figura 112, se corren en el sentido de la flecha B de esta figura, hasta que el piñón (4) engrana con la rueda (11), quedando como se muestra en la figura 115.

Fíjese ahora en la figura 115: la barra (1) mueve el tornillo sin fin (2); éste hace girar la corona (3) y el piñón (4), el piñón (4) hace girar la rueda (11) y el piñón (12) montado en su mismo eje; el piñón (12) comunica su giro a la rueda (13)

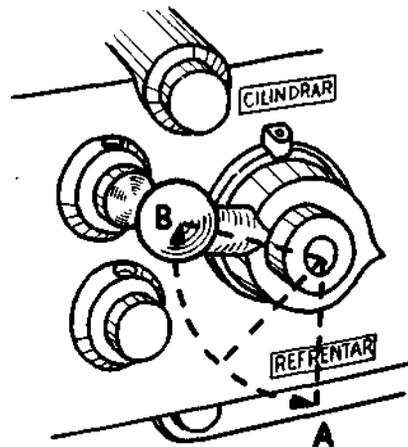


Figura 114. — Mando del automático en posición de cilindrar.

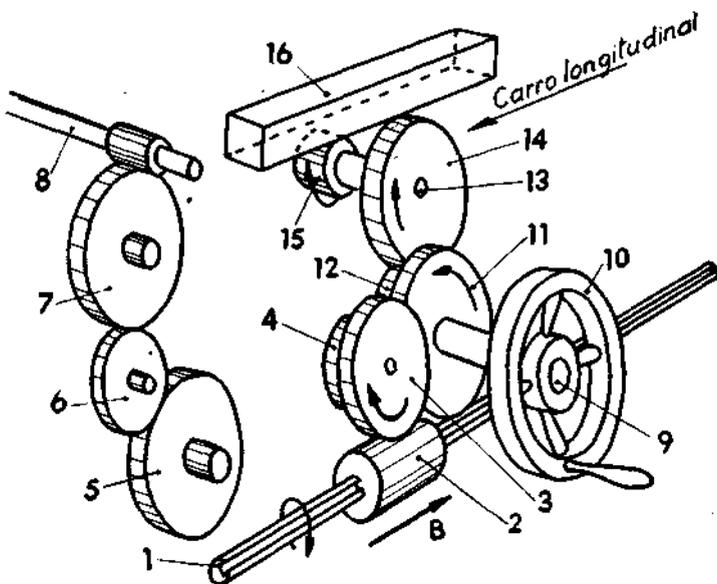


Figura 115. — Esquema del mecanismo del automático en posición de cilindrar. Puede observarse cómo el movimiento se transmite desde la barra al piñón de la cremallera.

y ésta al piñón de la cremallera (15) unido a su mismo eje. Al girar el piñón de la cremallera el carro longitudinal se desplaza a lo largo de la bancada.

En la misma figura 115 puede ver los movimientos que tienen cada una de las piezas, indicados por las flechas, y apreciará que al girar la barra del automático según se ve en la figura, el carro se desplaza hacia la izquierda del operario. Este giro de la barra corresponde, como usted vio, a la posición 1 de la palanca del inversor. Si se desea que el carro avance automáticamente hacia la derecha, la barra debe girar en sentido contrario al indicado en la figura 115 y para esto bastará con colocar la palanca del inversor en la posición 3, como usted vio en párrafos anteriores.

MOVIMIENTO AUTOMÁTICO DEL CARRO TRANSVERSAL

Para hacer que sea el carro transversal el que se mueva automáticamente, estando embragado el inversor y por lo tanto la barra girando,

bastará con colocar la palanca de mando del automático en la posición A (fig. 116), con el índice señalando a la placa REFRENTAR.

Al hacer esto, el conjunto de tornillos sin fin (2), corona (3) y piñón (4) de la figura 112 es obligado a moverse dentro del carro según la dirección de la flecha A hasta engranar con el el tren de engranajes del automático de refrentar, quedando como se muestra en el esquema de la figura 117. En esta posición el giro de la barra se transmite a través del

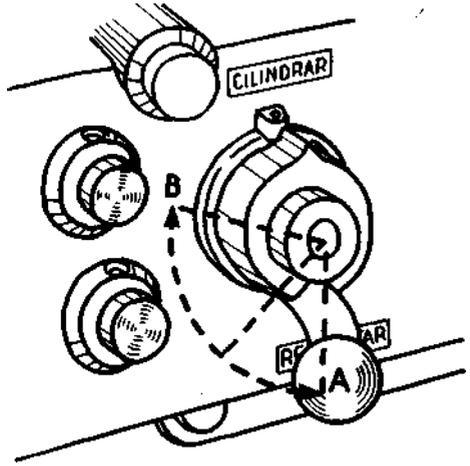


Figura 116. — Mando del automático en posición de refrentar.

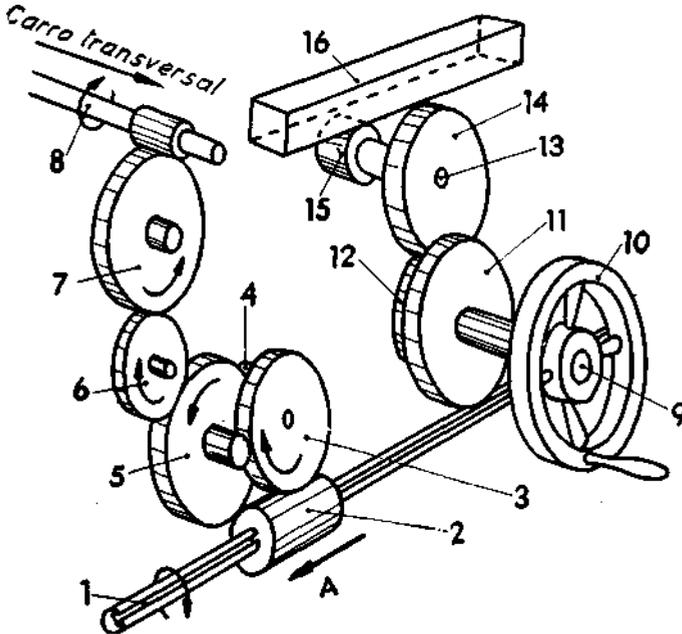


Figura 117. — Esquema del mecanismo del automático en posición de refrentar. Se puede observar cómo el movimiento de la barra se transmite al husillo del carro transversal.

tornillo sin fin, la corona y el piñón (4) a la rueda (5), de ésta al piñón (6), del piñón (6) a la rueda (7) y de ésta al husillo del carro trans-

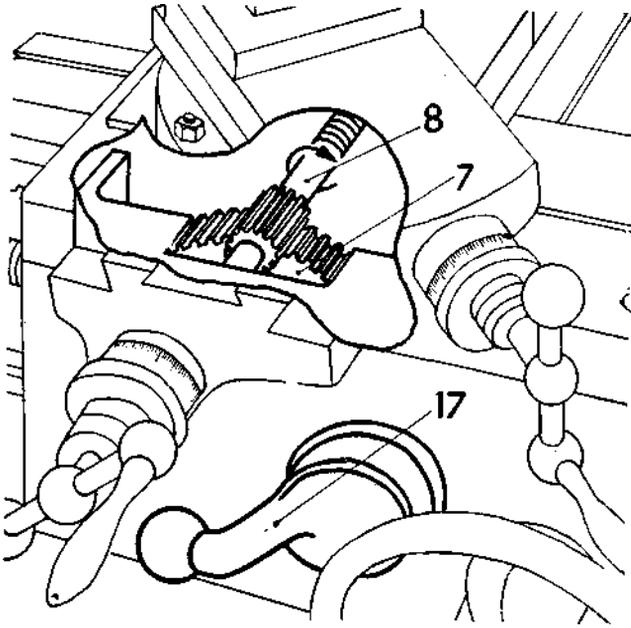


Figura 118. — Engrane del automático de refrentar: 17, palanca embrague automático; 7, piñón de engrane para el automático de refrentar; 8, husillo transversal.

versal (8); para eso el husillo tiene una parte mecanizada en forma de piñón (dentado), como se aprecia en la figura 118.

Ahora fíjese en la figura 117 que para el giro de la barra representado en ella y que se produce con la palanca del inversor en la posición 1, corresponde un movimiento del carro transversal de retroceso, es decir, alejándose del eje de la pieza que se torne y acercándose al operario que trabaja en el torno.

Si se desea un movimiento de avance del carro transversal hacia el eje de la pieza que se torne, es necesario girar la barra del automático en sentido contrario al señalado en la figura 117 y para ello bastará con colocar la palanca del inversor en la posición 3.

RESUMEN DE LOS MECANISMOS PARA EL MOVIMIENTO AUTOMÁTICO DE LOS CARROS

Después de lo estudiado queda entendido que para la puesta en marcha del movimiento automático de los carros se dispone de :

un mecanismo inversor de avance para cambiar el sentido del avance de los carros,

un tren de ruedas para variar el avance y

un embrague automático del avance para transmitir el movimiento de la barra de cilindrar al carro longitudinal o al carro transversal.

OPERACIONES DE CILINDRAR, REFRENTAR Y TRONZAR EN UN TORNO CON AVANCE AUTOMÁTICO

Por lo que respecta a la preparación de un torno con dispositivo de avances automáticos para realizar estas operaciones no varía, en general, de la preparación en un torno de avance a mano. La única diferencia consiste en que han de tomarse más precauciones, puesto que, como se dijo al principio de la lección, la principal finalidad del avance automático es la de arrancar mayor cantidad de viruta.

Al disponerse a realizar una operación de cilindrar, refrentar o tronzar en un torno con avance automático compruebe que :

- la fijación de la pieza sea muy fuerte, debido al mayor esfuerzo de corte que realiza la herramienta, puesto que se trabaja con mayores avances que los que se puedan hacer a mano.
- el corte de la herramienta esté bien afilado y cuidado; debido al mayor esfuerzo que hace, de no cortar bien, puede ocasionar alguna rotura.
- la fijación y colocación de la herramienta sea completamente correcta.
- las ruedas del tren dan el avance requerido, puesto que, como es natural, el avance debe haber sido escogido previamente. Tenga en cuenta que, al embragar el automático, el carro correspondiente se pone a avanzar con el avance que le manda la barra; si el avance es excesivo, lo más probable es que se rompa la pieza, la herramienta o algún engranaje. Haga, pues, esta comprobación cada vez que coja un torno; asegúrese de que el sentido del avance es el

que conviene. Es posible que si el carro avanza al revés de lo que usted ha previsto, no ocurra nada, pero también podría ocurrir que por cualquier circunstancia (forma de la pieza, etc.) este descuido le ocasionara algún inconveniente.

Cada vez que maneje un torno por primera vez, asegúrese de la posición de la palanca para cada uno de los automáticos de cilindrar y refrentar. Piense que las disposiciones varían según la marca y el tipo del torno y que acostumbrado usted a manejar un torno determinado, fácilmente podría confundirse al cambiar de máquina creyendo que coloca la palanca en una posición y colocarla, en realidad, en otra. Lo menos que puede ocurrir cuando en lugar de avanzar un carro avance el otro, es que se estropee la pieza.

Debe tener en cuenta, además, que una velocidad y un avance mal escogidos estropean más rápidamente el filo de la herramienta que si el avance se efectuara a mano. Con el avance a mano, instintivamente se reduce el avance, mientras que el automático cuesta más de mover, al llevar la herramienta mayor avance.

Cuando el operario tiene ya práctica realiza estas comprobaciones de manera rutinaria y sin concederles importancia; no obstante, usted debe pensar que la tienen y el descuidarlas puede ocasionar perjuicios tanto para la pieza, como para la máquina y para el operario, al ser causa de averías y accidentes. Interesa tener siempre presente que :

- una pieza vale siempre dinero.
- la máquina todavía vale más.
- el tiempo perdido, además de resultar caro, ya no se recupera.
- un accidente puede ocasionarle daños personales que no tienen precio, y que la casi totalidad de los accidentes son debidos a imprevisiones e imprudencias.

VARIACIÓN DE OPERACIONES CON LA MISMA FIJACIÓN

Es muy corriente y completamente normal, el que al mecanizar una pieza tengan que efectuarse, en una sola fijación, diversas operaciones, como cilindrado, refrentado o tronzado. En este caso, para efectuar cada operación ha de cambiarse el funcionamiento de los mecanismos, es decir, deben irse cambiando para lograr los movimientos requeridos por cada operación. A continuación estudiará dos ejemplos:

CILINDRADO Y REFRENTADO DE UNA MISMA PIEZA

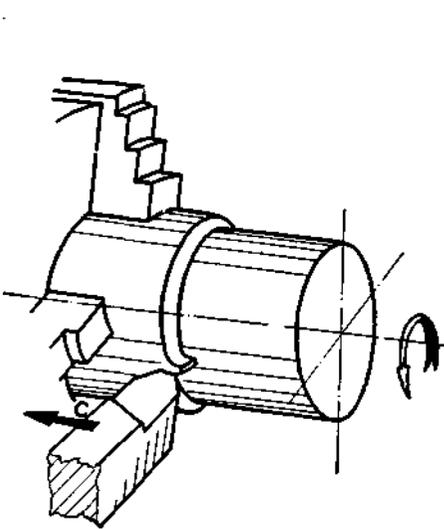


Figura 119. — Al giro indicado corresponde el movimiento de avance hacia la izquierda, según la flecha C.

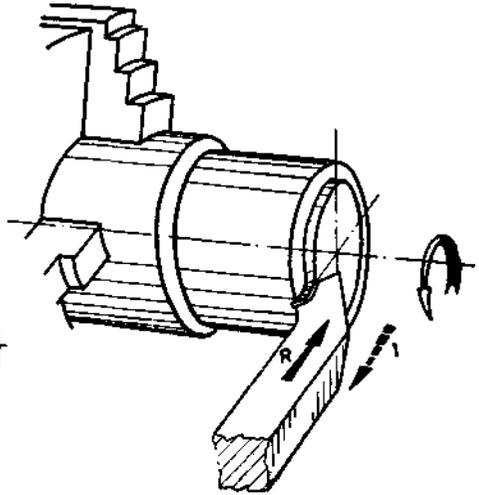


Figura 120. — Si se cambiara la posición del inversor, la herramienta avanzaría según la flecha 1.

En la figura 19 se cilindra una pieza; el giro de la pieza y el avance de la herramienta es el indicado por las flechas, de acuerdo con el corte principal de la herramienta. Compruebe en la figura 102 que para un giro a la derecha del eje de trabajo, corresponde un avance de cilindrado hacia la izquierda. Para efectuar esta operación de cilindrado la palanca del inversor de avance está situada en la posición 1 de la figura 105.

En la misma pieza de la figura 119 se ha tenido que efectuar, una vez cilindrada, una operación de refrentado; compruebe en la figura 120 que de acuerdo con el corte principal de la herramienta el giro de la pieza es también a la derecha, al igual que para el cilindrado, mientras que el avance de la herramienta es el indicado por la flecha R. Por consiguiente, ha de cambiarse la posición de la palanca del automático, es decir, ha de situarse en la posición A (fig. 116) y la del inversor ha de situarse en posición 3 (fig. 105).

CILINDRADO Y TRONZADO DE UNA MISMA PIEZA

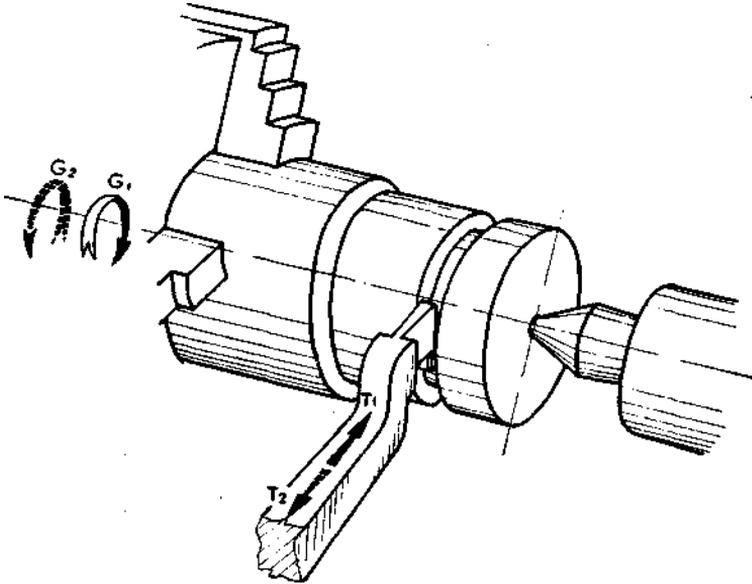


Figura 121. — Al giro G_2 correspondería un avance según T_2 . Por consiguiente, ha de colocarse la palanca del inversor en la posición tercera (fig. 105).

Fijese ahora en la figura 121 cómo debería operar si la operación que tuviese que realizar en la pieza de la figura 119, una vez cilindrada si en vez de una operación de refrentado fuera una de tronzado y con la herramienta de la figura 121. En el refrentado, el giro de la pieza era el mismo que en el cilindrado, mientras que el sentido del avance al de cilindrar, es decir, en lugar de ser a la derecha es a la izquierda. Así, pues, en este caso ha de cambiarse la posición de las dos palancas: la de inversor se ha de situar en la posición 3.^a (fig. 105) y la del automático en la posición A (figura 116).

EMPLEO DEL AVANCE AUTOMÁTICO Y DEL AVANCE A MANO

Como es de suponer, el hecho de disponer en el torno de avance automático no significa que todo se tenga que hacer con avance automático, ya

que muchas veces y sobre todo para operaciones cortas, se hace igualmente el corte a mano. Así, pues, queda entendido que el trabajo de corte se hace según convenga, a mano o con automático, y que la mayoría de las veces es mixto.

No obstante, puede dejarse establecido que los desplazamientos largos y rápidos del carro sobre la bancada se hacen a mano, hasta que se acerca la herramienta a la pieza y entonces se embraga el automático para efectuar el trabajo de corte.

Una vez terminado el estudio de los mecanismos para la puesta en marcha del automático, interesa tener una idea de las características de los tornos para una mejor comprensión de las lecciones siguientes.

CARACTERÍSTICAS DE LOS TORNOS

Por **características** de los tornos se entiende la capacidad y las posibilidades propias de cada máquina, o dicho de otra forma, los trabajos que puede realizar un torno determinado dependen de sus características. Así, por ejemplo, el que un torno sea adecuado para mecanizar piezas pequeñas y otro para la producción en gran serie de piezas de gran tamaño viene fijado por sus características, es decir, por el valor de una serie de dimensiones y de capacidades.

A continuación, se relacionan las características de los tornos paralelos, algunas de las cuales se indican en el torno de la figura 122.

1. — **Altura de puntos.** (Para abreviar se escribe A. D. P.)

Es la distancia vertical comprendida entre la parte superior de la bancada y la línea imaginaria determinada por los dos puntos. Esta altura se expresa siempre en milímetros.

2. — **Distancia entre puntos.** (Para abreviar se escribe D. E. P.)

Es la máxima distancia horizontal, que puede haber entre el punto del cabezal fijo y el punto del cabezal móvil (con el vastago entrado al máximo), situado el cabezal en el extremo posterior de la bancada.

3. — **Capacidad de la máquina.**

a) **Diámetro máximo admisible sobre la bancada.**

Es el diámetro máximo de una pieza que, montada en el torno gire libremente por encima de la bancada.

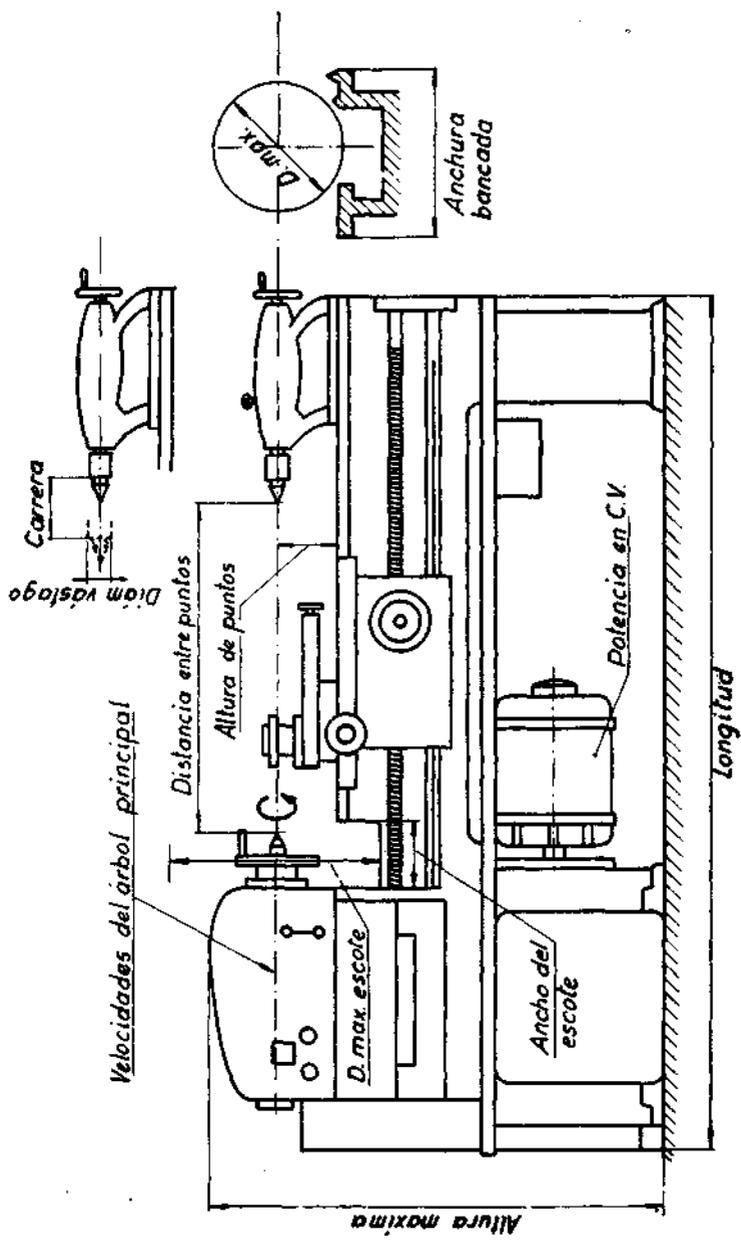


Figura 122. — Esquema de las características de un torno.

- b) Diámetro máximo admisible sobre los carros.**
Es el diámetro máximo a que puede tornearse en toda su longitud una barra que, montada en el torno, gire libremente por encima de los carros.
Estas medidas se expresan en milímetros.
4. — **Diámetro máximo sobre el escote.**
Es el diámetro máximo de una pieza que, montada en el torno, gira libremente por encima del escote. Se expresa en milímetros.
5. — **Anchura de la bancada.**
En milímetros.
6. — **Anchura del escote.**
Es la medida del escote en el sentido longitudinal de la bancada.
7. — **Las características relacionadas con el cabezal fijo son las siguientes:**
- a) Diámetro del taladro longitudinal del árbol principal.
En milímetros.
 - b) Conicidad normalizada del alojamiento del punto de dicho árbol (Cono Morse núms. 2, 3, etc.).
 - c) Valores extremos de las velocidades del árbol principal en vueltas por minuto.
 - d) Escala de velocidades del árbol principal.
8. — **Las características relacionadas con el carro portaherramientas son:**
- a) Sección de las herramientas que pueden colocarse.
En milímetros.
 - b) Recorrido o carrera.
En milímetros.
9. — **Características relacionadas con la contrapunta o cabezal móvil son:**
- a) Diámetro del vástago y carrera del mismo.
En milímetros.
 - b) Conicidad normalizada del alojamiento del punto.
- 10—**Motor.**
- a) Potencia en caballos vapor (CV).
11. — **Peso total de la máquina.**
- a) Peso, aproximado en kilogramos.

Cuando se trata de escoger un tipo de torno no se mencionan todas estas características, pues son suficientes unas cuantas de ellas para determinar la capacidad de la máquina y con ellas van ligadas las demás. Por

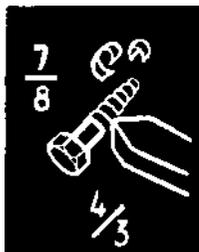
esta razón en los catálogos que facilitan los fabricantes rara vez figuran todas las relacionadas.

Vea a continuación las características de cuatro tipos de tornos de fabricación nacional y que se encuentran corrientemente en el mercado, para tener una idea del criterio a seguir en la elección de una máquina para una determinada fabricación.

CARACTERÍSTICAS	Cumbre 022	Jorda 100 RE	Cumbre 023	Sacem DM 640
Altura de puntos m/m.	150	200	225	300
Dist. entre puntos m/m.	750	1000	1000-1500	1500
Diámetro máximo sobre bancada m/m.	300	500	460	610
Diámetro máximo sobre carro transversal m/m.	190 210	250 420	320 340	370 475
Anch. de la banc. m/m.	27	52	42	60
Aguj. del eje, diám. m/m	16	14	12	12
Número de velocidades del eje				
Gama de velocidades rápida	250 a 1500	65 a 1900	39 a 2000	42 a 1290
r.p.m. Normal.	50 a 1168	375 a 1200	19 a 1000	30 a 720
Potencia del motor	2	8 y 11 CV	6	15
Número de revoluciones del motor	1500	1500-3000	1500	1500
Peso neto aprox. Kgs.	600	2100	1450	3500

Así, mientras que el torno 1 es más apto para mecanizar piezas pequeñas y se puede considerar un torno rápido, el torno 4 se considera más apto para una producción en gran serie de grandes piezas en las que se haya de quitar mucho material, principalmente por su mucha potencia y velocidades ligeramente inferiores. Teniendo en cuenta que después de un tiempo de trabajar a pleno rendimiento quitando un máximo de viruta, es natural que se hayan de realizar unos reajustes en todos los mecanismos, se puede esperar más calidad en el trabajo de una máquina, a la que no se haya de forzar en demasía.

En cuanto a los tipos 2 y 3 puede apreciarse que se trata de tornos de gran producción y de tornos rápidos por ser de elevada potencia y de grandes velocidades.



matemáticas

_____ para tornero

LECCIÓN

4

SIMPLIFICACIÓN DE QUEBRADOS

Tiene bien aprendido que multiplicados el numerador y el denominador de un quebrado por un mismo número, el valor del quebrado **no varía**; lo mismo ocurre si el numerador y el denominador son divididos por el mismo número. Ejemplos :

$$\frac{4}{6} = \frac{4 : 2}{6 : 2} = \frac{2}{3}, \text{ es decir, } \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{18}{27} = \frac{18 : 9}{27 : 9} = \frac{2}{3}, \text{ es decir, } \frac{18}{27} = \frac{2}{3}$$

Teniendo esto en cuenta, debe procederse siempre que se pueda a la operación llamada **simplificación de quebrados** o reducción al mismo denominador, que consiste en dividir el numerador y el denominador por un mismo número hasta convertir el quebrado en irreducible, es decir, hasta el mismo número.

Ejemplo:

$$\frac{2}{4}, \text{ pueden dividirse numerador y denominador por 2 y quedará } \frac{1}{2};$$

éste será el quebrado irreductible.

Otros ejemplos:

1.º) $\frac{4}{12}$, que se convierte en $\frac{1}{3}$ al dividirse numerador y denominador por 4.

2.º) $\frac{112}{168}$, si se divide numerador y denominador por 8 da $\frac{14}{21}$
dividido ahora, 14 y 21 por 7, se encontrará el quebrado irreductible $\frac{2}{3}$.

3.º) $\frac{126}{168}$, dividido numerador y denominador por 2 quedará $\frac{63}{84}$;
dividido ahora, 63 y 84 por 3, quedará $\frac{21}{28}$ por último, divididos 21

y 28 por 7, se obtendrá $\frac{3}{4}$; que será el quebrado irreductible, puesto que no pueden dividirse numerador y denominador, ambos a la vez, por ningún otro número.

Como se ha dicho, debe procederse siempre que se pueda a esta operación, puesto que de esta forma resulta mucho más cómodo y práctico el operar con quebrados. Con números más pequeños y con menos cifras siempre queda simplificado en gran manera todo trabajo con números.

PROPIEDADES DE LOS QUEBRADOS

Queda bien entendido, después de estudiar la reducción de quebrados a común denominador y la simplificación de quebrados, que si se multi-

plican o dividen el numerador y el denominador de un quebrado, el valor de éste no varía.

Ahora bien, mientras que el denominador y el numerador de cualquier quebrado pueden ser multiplicados por un número cualquiera, para dividirlos es necesario que sea un divisor de los dos, tal como ha visto ya en la simplificación de quebrados. Así, por ejemplo, el numerador y el de-

nominador del quebrado $\frac{4}{7}$ pueden ser multiplicados por un número cual-

quiera y, en cambio, no pueden ser divididos los dos por ningún número, porque no hay ninguno que sea divisor de los dos.

Vea ahora lo que ocurre si se multiplica uno solo de los dos términos de un quebrado por un número.

Si se multiplica el numerador de un quebrado por un número, el quebrado queda multiplicado por este número, es decir, se hace tantas veces mayor como valor tenga dicho número.

Si el numerador de un quebrado indica las partes que se toman de las que resultan al dividir la unidad en tantas partes enteras como indica el denominador, es natural que si el numerador se multiplica por un número, las partes que se tomaron quedan aumentadas tantas veces como indique el número por el cual se ha multiplicado.

Así, por ejemplo, si el numerador del quebrado $\frac{3}{6}$ se multiplica por

4 se tendrá el quebrado $\frac{12}{6}$ que es cuatro veces mayor, como puede

comprobarse fácilmente, efectuando la división del primer quebrado y la

del segundo: $\frac{3}{6} = 0,5$ y $\frac{12}{6} = 2$. El cociente del segundo quebrado es,

efectivamente, cuatro veces mayor que 0,5.

En cambio, si es el denominador el que se multiplica por un número el quebrado queda dividido por dicho número. Al multiplicar el denominador, resulta que la unidad se ha dividido en mayor número de partes y, por lo tanto, cada una de estas partes es más pequeña y como que el numerador no ha variado las partes que se toman son las mismas aunque este se haya hecho mayor. Sirva de ejemplo para una mejor comprensión :

Suponga que se han de repartir en partes iguales 100 pesetas entre

4 personas; la cantidad de pesetas que corresponde a cada una de las 4 personas queda expresado con el quebrado $\frac{100}{4}$.

Si el denominador de este quebrado se multiplica por 2, se tendrá el nuevo quebrado $\frac{100}{8}$, es decir, con este quebrado se expresará que el número de personas a las que se han de repartir las 100 pesetas son 3, es decir que a cada una les corresponderá menor cantidad de pesetas que si fueran 4.

De lo estudiado con respecto a la multiplicación de uno de los dos términos de un quebrado por un número, puede deducirse lo que ocurre con la división. Si es el numerador el que se divide por un número, el quebrado queda dividido por dicho número.

En cambio, si es el denominador el que se divide por un número el quebrado queda multiplicado por dicho número.

Resumiendo lo estudiado, debe tenerse en cuenta que si el numerador se multiplica, el quebrado queda multiplicado; si el numerador se divide, el quebrado queda dividido, y que si el denominador se multiplica, el quebrado queda dividido, y si el denominador se divide, el quebrado queda multiplicado.

NÚMEROS MIXTOS

Con 5 hojas de papel y dos cuartas partes de hoja se forma un número mixto: $5\frac{2}{4}$. Número mixto es, pues, el compuesto de entero y quebrado.

Ejemplo de números mixtos :

$$2\frac{3}{6}; \quad 7\frac{4}{18}; \quad 9\frac{2}{7}; \quad 22\frac{15}{69}$$

ENTEROS EN FORMA DE QUEBRADOS

Todo número entero puede ponerse en forma de quebrado ; basta con poner la unidad, o sea el número uno, como denominador.

Ejemplos-

$$8 = \frac{8}{1}; \quad 7 = \frac{7}{1}; \quad 5 = \frac{5}{1}; \quad 14 = \frac{14}{1}$$

También puede ponerse un entero en forma de quebrado con un número con denominador que no sea la unidad. Basta para ello multiplicar el entero por dicho número y el resultado es el numerador. Ejemplo: Poner el número 7 en forma de quebrado con denominador 4.

$$7 = \frac{7 \times 4}{4} = \frac{28}{4}$$

Otro ejemplo: Poner el número 9 en forma de quebrado con denominador 3 :

$$9 = \frac{9 \times 3}{3} = \frac{27}{3}$$

Poner el número 5 de quebrado con denominador 63 :

$$5 = \frac{5 \times 63}{63} = \frac{315}{63}$$

SUMA DE UN ENTERO Y UN QUEBRADO

Para sumar un número entero con un quebrado basta con multiplicar el entero por el denominador y al producto se le añade el numerador y se deja el mismo denominador.

Ejemplo : Sumar $4 + \frac{3}{8}$

$$\frac{4 \times 8 + 3}{8} = \frac{35}{8}$$

RESTAR UN QUEBRADO DE UN ENTERO

En el caso de restar un quebrado de un entero, se multiplica el entero por el denominador y al producto se le resta el numerador del quebrado y se deja el mismo denominador.

Ejemplo :

$$5 \frac{2}{7} = \frac{(5 \times 7) + 2}{7} = \frac{35 + 2}{7} = \frac{37}{7}$$

MULTIPLICAR UN ENTERO POR UN QUEBRADO

Según lo explicado anteriormente para multiplicar un entero por un quebrado, basta con multiplicar el entero por el numerador y al producto se le pone el denominador del quebrado; de esta forma el quebrado es multiplicado por dicho número.

Ejemplo:

$$9 \times \frac{4}{3} = \frac{9 \times 4}{3} = \frac{36}{3}$$

DIVIDIR UN ENTERO POR UN QUEBRADO

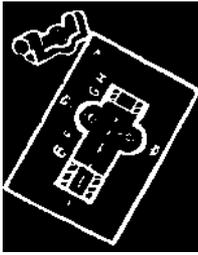
También, según lo explicado anteriormente, basta con multiplicar el entero por el denominador del quebrado, siendo el numerador el producto o resultado de la multiplicación y el denominador el numerador de antes.

Ejemplo:

$$4 : \frac{2}{5} = \frac{4 \times 5}{2} = \frac{20}{2}$$

OPERACIONES CON NÚMEROS MIXTOS

Para sumar, restar, multiplicar y dividir números mixtos, éstos se transforman en números quebrados y después se procede exactamente igual como en las operaciones de quebrados.



interpretación planos

LECCIÓN

4

CASOS ESPECIALES DE VISTAS Y CORTES EN RUEDAS Y PIEZAS CIRCULARES

En algunos casos especiales de planos de piezas redondas, tales como ruedas con radios (fig. 50) y platos circulares con nervios (fig.51), los delineantes no dibujan algunas vistas y cortes tal como se verían en realidad, sino que se dibujan de forma algo distinta para facilitar la rapidez de interpretación por parte de quienes tienen que construir las piezas, al mismo tiempo que, en muchos casos, se simplifica el trabajo de dibujarlo.

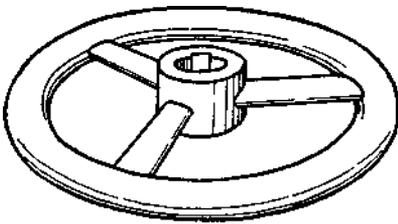


Figura 50

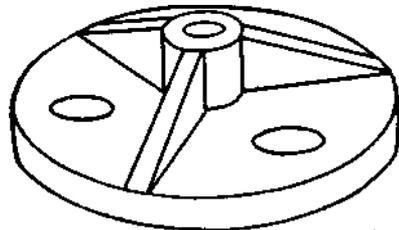


Figura 51

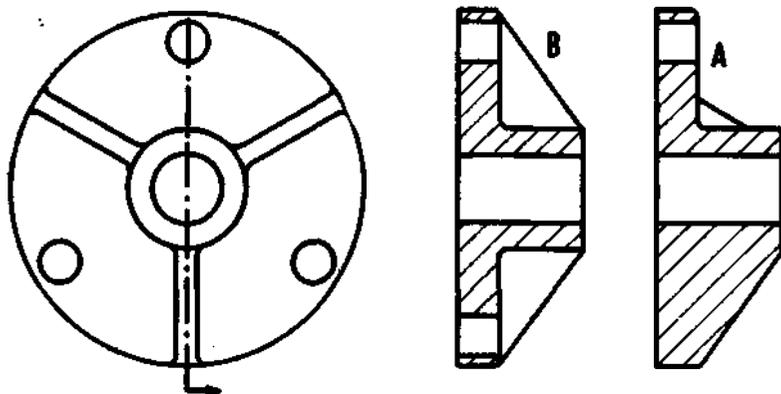


Figura 52

En el caso de representar una pieza circular, como la de la figura 51, con un número impar de nervios, la vista lateral se representaría en su forma real como se muestra en A de la figura 52, sin embargo, lo corriente y correcto es representarla como si los nervios se hallasen opuestos en línea recta, como muestra en B la figura 52.

Para representar la vista en corte de una pieza con nervios, como la del caso anterior o la de la figura 53, que tiene un número de nervios par y opuestos dos a dos, no se dibuja la pieza con los nervios cortados

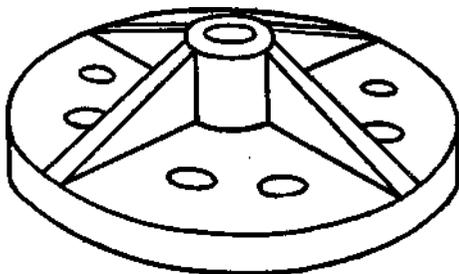


Figura 53



Figura 54

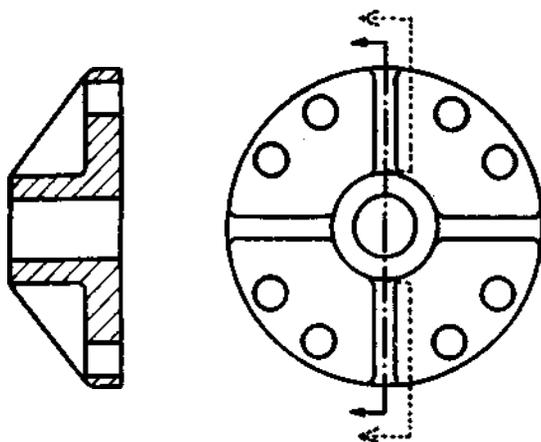


Figura 55

como se ve en la figura 54, sino que los nervios se dibujan sin cortar, como si la línea de corte, en vez de ser la señalada por trazo y punto, fuese la que se indica de puntos finos, en la figura 55. Si además hay taladros, éstos se indican como si el corte pasase por ellos, aunque no sea así, como en el caso de la figura 55.

En las vistas en corte de ruedas con radios se procede de forma parecida, por ejemplo, la rueda de la figura 50, se representaría vista en

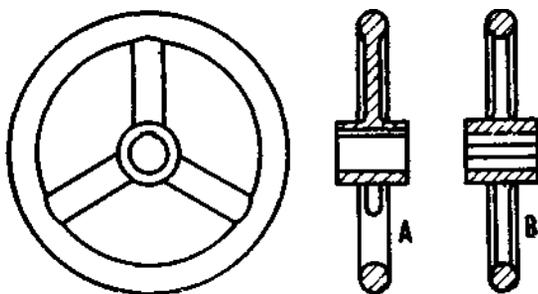


Figura 56

corte en forma real como puede usted ver en A de la figura 56, sin embargo, la forma en que se dibuja es la B de la figura 56, en la que los radios de la rueda aparecen sin cortar y como si estuviesen en línea recta.

Fíjese usted bien que estas variaciones en el dibujo de las vistas nunca pueden dar lugar a confusión, ya que la vista principal ya es suficiente para fijar la posición de los nervios, radios, agujeros y ranuras y la vista lateral sirve para determinar la forma del perfil de estos elementos; cosa que se logra mejor representándolos de esta manera convenida, que no en la forma real que les correspondería.

VISTAS AUXILIARES

Ha visto usted en las lecciones anteriores cómo la forma de una pieza es representada en los planos por medio de vistas y secciones vistas en corte. Según estudió en la primera lección de esta asignatura, las vistas en los planos se dibujan de tal forma que las medidas de la pieza representada son iguales a las medidas de las líneas del dibujo o plano.

Esto es así en la mayoría de las líneas de las vistas normales, es decir, las vistas hechas según se vio en la primera lección. Sin embargo, en algunas piezas, al hacer el plano con las vistas normales, quedan algunas partes de la pieza cuyas líneas no se ven en ninguna de las vistas del plano con la misma longitud que tienen en la pieza. Esto lo verá más claro con un ejemplo :

En la figura 57 se representa una pieza en forma de cuña con un agujero cuadrado en la cara inclinada. Las vistas normales de esta pieza serían las que se encuentran en la figura 58; como puede ver, en ellas no se aprecia la forma verdadera de cuadrado, ni la longitud de los lados.

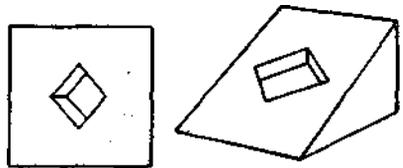


Figura 57

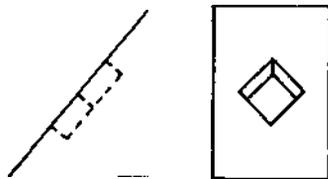
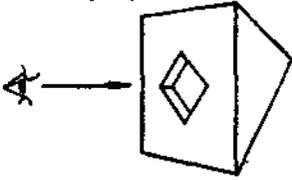


Figura 58



Figuras 59

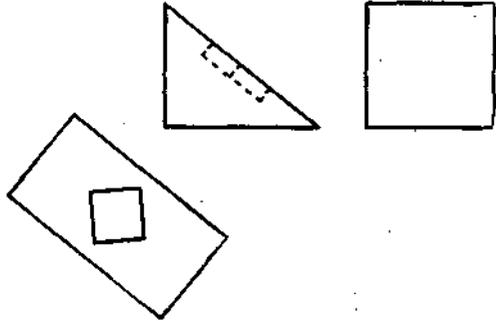


Figura 60

En casos tal como éste, el delineante hace en el plano una vista especial de la pieza en la cual puede verse en su forma y tamaño correcto el detalle que no se aprecia en las vistas normales del plano. Estas vistas se llaman **vistas auxiliares**.

En la pieza que se ha puesto como ejemplo en la figura 57, se dibujaría en el plano una vista de la pieza mirada de frente a la cara donde se encuentra el agujero cuadrado, como se muestra en la figura 59. Esta vista se presentaría en el plano como se muestra en la figura 60. En esta

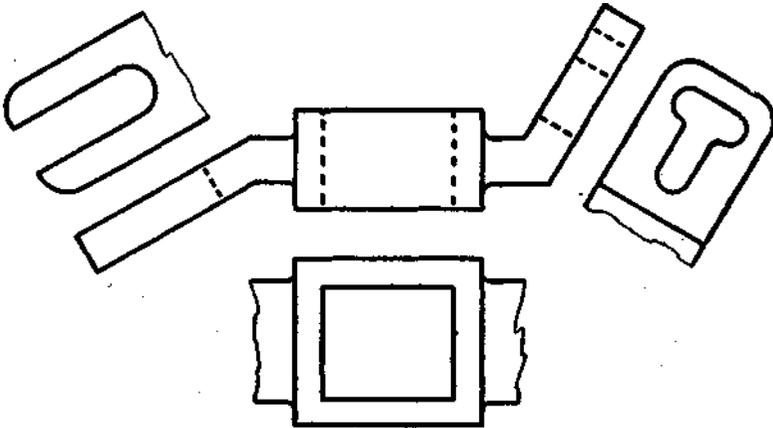


Figura 61

última figura puede ver que no se ha representado la vista en planta, por no ser necesaria para comprender la forma que tiene la pieza.

VISTAS AUXILIARES PARCIALES

Las vistas auxiliares pueden ser totales o sea vista de toda la pieza, como la del ejemplo anterior, o parciales, en las que se representa solamente la parte de la pieza en que se encuentran los detalles que deben representarse por medio de una vista auxiliar; por ejemplo, la figura 61, es la representación en el plano de la pieza de la figura 62 por medio de una vista principal y tres vistas parciales auxiliares. Puede fácilmente apreciar que esta manera de hacer los

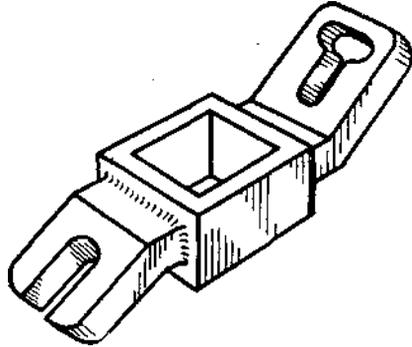


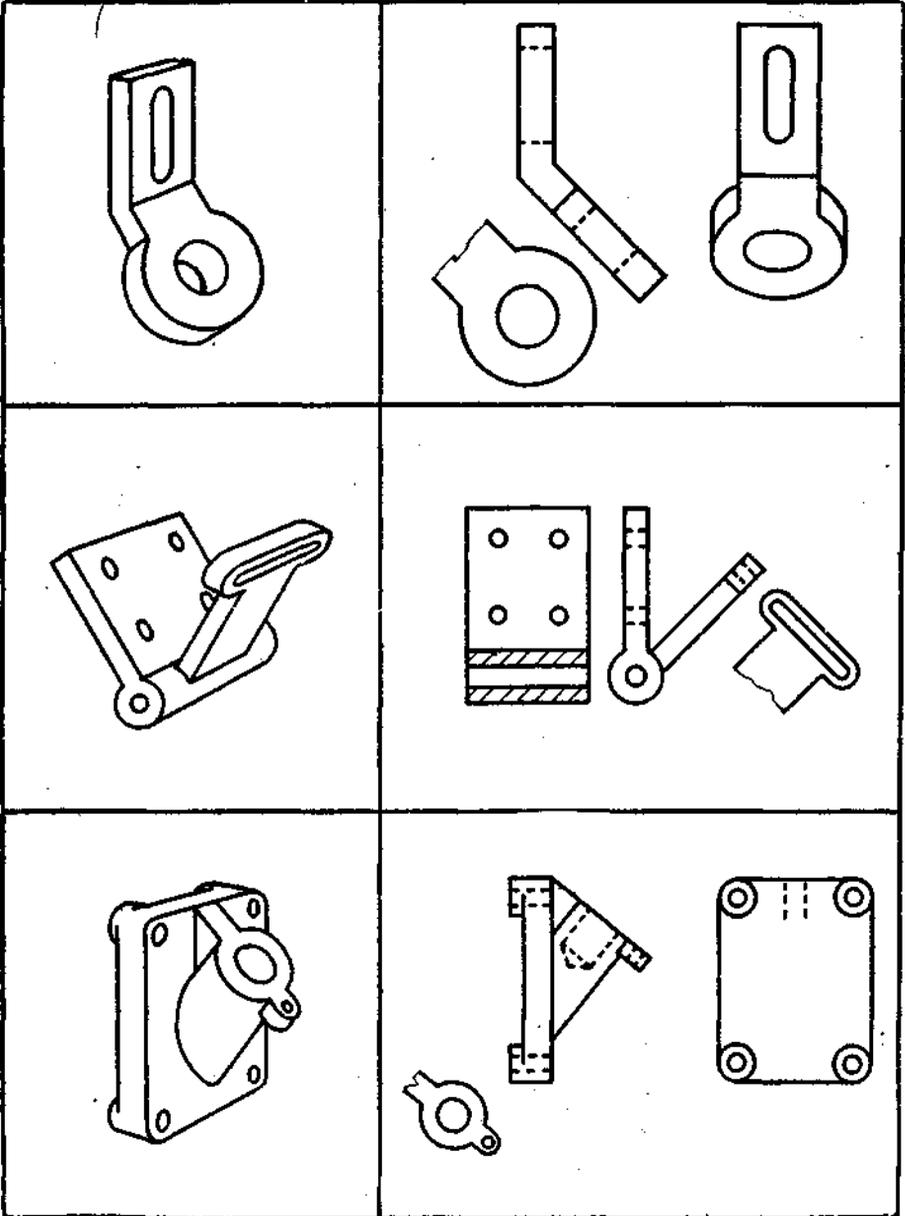
Figura 62

planos en casos como en la figura, no solamente permite que la representación de la forma de la pieza se haga perfectamente, sino que hace más claro y sencillo el dibujo.

Fijese en el caso de vistas auxiliares parciales, la parte por la cual se interrumpe el dibujo de la pieza, o sea la parte por la que continuaría el dibujo de la vista si se dibujase completa, se indica con una línea irregular y más fina que las otras. A esta clase de líneas se las llama líneas de rotura.

OTROS CASOS DE VISTAS AUXILIARES

En algunas ocasiones la colocación de las vistas auxiliares en el lugar que les corresponde, daría lugar a un plano difícil de comprender, por estar estas vistas demasiado alejadas del lado de la vista principal a que corresponden; por ejemplo, en la figura 63 la vista que se ha señalado con una A corresponde al lado a de la vista principal y la vista B corresponde al lado b de la vista principal. En este caso es preferible representar las vistas auxiliares como cortes, tal como se hace en la figura 64, a fin de que queden más próximas a la parte a que corresponden en la vista principal.



LAMINA 6

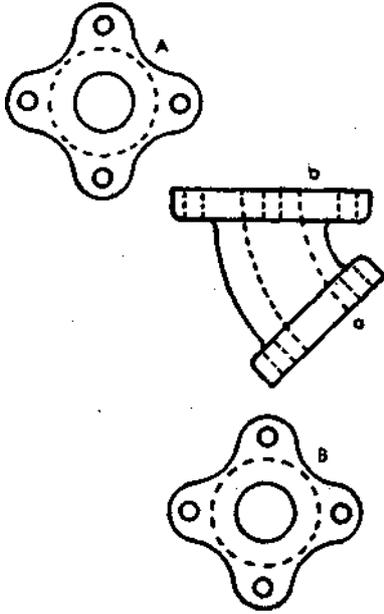


Figura 63

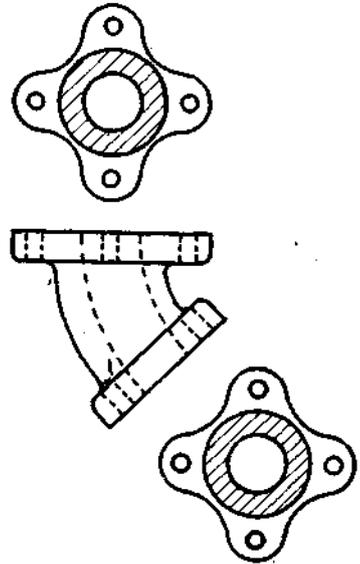


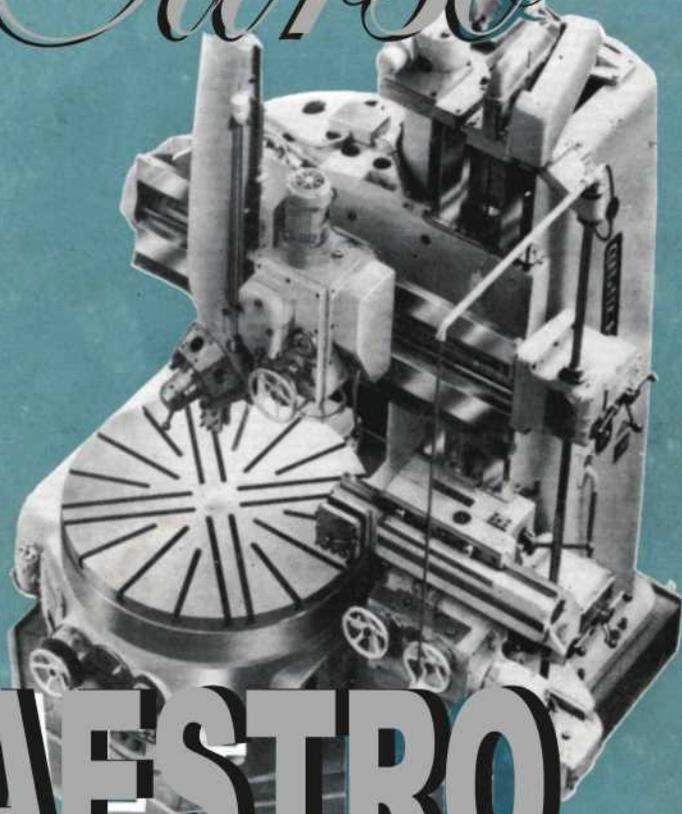
Figura 64

Para que usted se acostumbre a interpretar los planos en los que se representan piezas con la ayuda de vistas auxiliares en la LAMINA 6 se muestran distintas piezas junto con su representación en los planos.

Depósito Legal B. 3134-1959

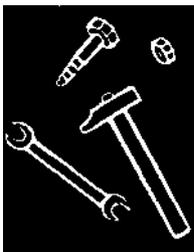
Offset Industrial, S.A. . Tel. 337 27 88

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 5



conocimientos generales mecánica

LECCIÓN

5

GRADO DE MECANIZADO DE LAS PIEZAS

Ud. habrá observado infinidad de veces que todas las piezas que forman un mecanismo o una máquina no están igualmente acabadas e incluso que una misma pieza presenta partes más finas en una superficie que en otra, Al estado en que queda una pieza o superficie de la misma después de mecanizada se le llama grado de mecanizado o acabado.

Aunque no debe despreciarse el buen aspecto de una pieza, cuando el mecanismo de una parte de la pieza no es necesario se prescinde de él, puesto que se recargaría innecesariamente el coste de la pieza.

El grado de acabado lo determina la función que desempeña la pieza, pues es evidente que no será necesario dar el mismo grado de acabado a los prismas o guías de una bancada que el de los nervios o brazos de un volante de mando.

El grado de mecanizado que hay que dar a las piezas viene indicado en los planos y el operario encargado de construirlas se ha de atener a estas instrucciones.

En una próxima lección de INTERPRETACIÓN DE PLANOS estudiará cómo el grado de mecanizado o acabado viene indicado en los planos. Sepa ahora, que estos grados son los siguientes:

piezas o zonas de la pieza en bruto
piezas o zonas de la pieza repasadas

Son muy pocas las piezas que una vez fundidas o forjadas pueden ser utilizadas sin mecanizar ninguna de sus partes. Una de estas pocas piezas son los contrapesos que se montan en algunas máquinas, las cuales, una vez fundidas, no precisan de ninguna clase de mecanizado. Siempre que la superficie de una pieza se deja en bruto se recubre con una capa de pintura.

Cuando se ha dejado una parte o partes de una pieza en bruto para no perjudicar la máquina y las herramientas al mecanizar las restantes partes, las partes en bruto deben limpiarse con cepillos metálicos o de fundición.

Si no se limpian y si son estas piezas de fundición, la capa superior queda formando una especie de muela que rompe los filos de la herramienta y el polvo desprendido al colocarse entre las guías y carros o mesas de las máquinas las raya y desgastan.

Vea en la figura 23 dos piezas, algunas de cuyas partes se han dejado en bruto.

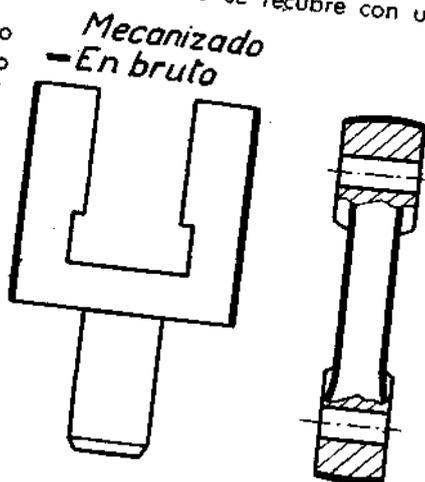


Figura 23

REPASADO

El **repasado** o **desbarbado** se hace en las piezas para quitarles las asperezas o rebabas de fundición. El desbarbado se efectúa aplicando la parte de la pieza que tenga dichas rebabas contra la muela, cuando lo permite el tamaño de la pieza; si la pieza es muy grande se utilizan muelas portátiles especiales.

Generalmente la parte de la pieza en la que quedan las rebabas

de fundición es la parte de unión de los **dos** moldes y la de la entrada de hierro líquido en el molde.

La operación de repasado se hace siempre en la misma fundición.

DESBASTADO

El **desbastado** es un grado por el que pasan todas las piezas **antes de** ser acabadas con mecanizado fino.

La mayoría de fábricas disponen de una serie de máquinas especiales para desbastar. Estas máquinas dejan las piezas con excedentes de material muy pequeños, los cuales posteriormente se quitan mediante máquinas de mayor precisión.

Como usted ya sabe, el grado de acabado viene determinado por el avance de la herramienta y la cantidad de viruta que arranca. La superficie de un desbastado depende del estado que tenga que quedar la pieza. Si la pieza debe ser sometida posteriormente a otro grado más fino de mecanizado la aspereza que presenta la superficie no tiene mucha importancia, pues esta superficie ha de desaparecer en el mecanizado posterior de acabado.

En cambio, si la pieza o una parte de la pieza ha de quedar desbastada, la superficie debe dejarse de forma que el rayado *producido* por la punta de la herramienta se vea *uniforme*.

En las figuras 24 y 25 se representan dos piezas que van desbastadas en dos sectores.

*Desbastado
Acabado fino*

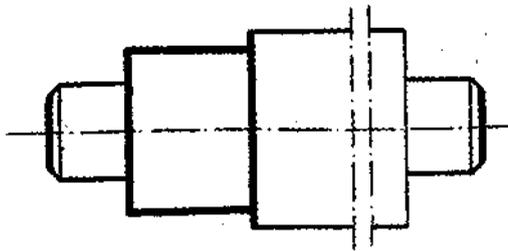


Figura 24

*Desbastado
Acabado fino*

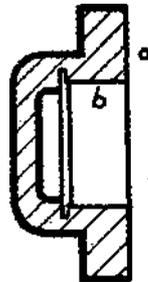


Figura 25

Fíjese en la pieza de la figura 24; se trata de un eje cuyos dos extremos giran sobre cojinetes, razón por la cual estas partes han de tener un mecanizado muy fino, al igual, que en la parte más gruesa en la que puede ir montada una rueda. En cambio, como que la parte intermedia no debe soportar ni rozar con ninguna pieza puede dejarse simplemente desbastada.

En la pieza de la figura 25 sólo interesa un acabado fino en la cara de apoyo a y en el alojamiento b de un cojinete.

ACABADOS FINOS

Los acabados finos tienen mucha importancia en el mecanizado de las piezas. El que una pieza quede más o menos pulida repercute en el desgaste y suavidad del mecanismo en que va montada la pieza y, por tanto, en todo el conjunto de mecanismos que forman la máquina.

Si una pieza que a simple vista y al tacto parece fina y pulida se observa con un lente de aumento, se apreciará una superficie con aristas como la que se muestra en la figura 26. Estas aristas que se distinguen con la ayuda de un lente de aumento y que no se aprecian a simple vista

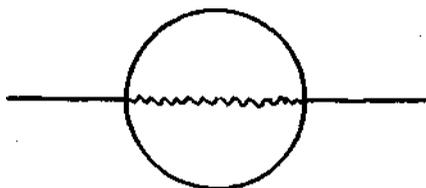


Figura 26

pueden tener la altura de 1 ó 2 milésimas de milímetro. Como es de suponer cuando se monte la pieza las aristas se aplastarán a causa del esfuerzo que se haga sobre la superficie de la pieza, así como también el deslizamiento será menos suave que si estas aristas no existieran. No obstante, un acabado como éste y que se obtiene por medio de rectificadoras, se considera bueno para los elementos normales de máquinas, razón por la cual se llama **acabado fino** o **rectificado**.

Los acabados **pulidos** son los que se obtienen cuando interesa más el aspecto de las piezas que el acabado. El pulido se efectúa en las máquinas especiales llamadas pulidoras.

Cuando se quiere obtener una superficie lisa, en la cual hayan desaparecido las aristas o rugosidades dejadas por la muela, se recurre al **bruñido** o **lapeado**. Esta operación se efectúa también con máquinas especiales y siempre se ha de efectuar después de una fase de rectificado, ya que con el bruñido o lapeado solamente se rebajan milésimas.



técnica torneado

LECCIÓN

5

CAMBIO DE VELOCIDADES DEL AVANCE

Vea en la figura 123 la disposición del tren de ruedas de un torno y recuerde que la relación entre las sucesivas ruedas que lo forman determinan el avance de la herramienta sobre la pieza. Suponga ahora que usted está realizando un trabajo de cilindrado de desbaste; el tren de ruedas que proporcione al carro un avance usted lo tendrá dispuesto de forma de 0'2, milímetros por vuelta, que es el avance requerido para efectuar en el tomo un cilindrado de desbaste.

Una vez efectuado el desbaste, debe usted proceder al cilindrado de acabado. Usted ya sabe que los cilindrados de acabado se efectúan generalmente con avances finos; suponga que en este caso se trata de un avance de 0'1mm. por vuelta.

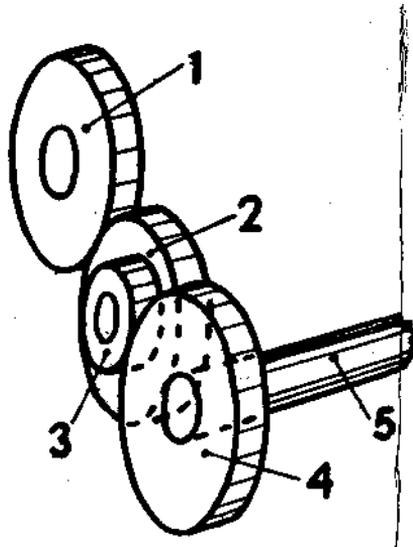


Figura 123. — Tren de 4 ruedas. 1, Piñón de salida del inversor. 2 y 3 Ruedas intermedias. 4, Rueda de salida del tren, 5, barra de cilindrar

De acuerdo con lo explicado en la lección anterior, para cambiar la velocidad de avance usted debería proceder al cambio de las ruedas del tren. Ahora bien, ya se le indicó que los tornos modernos llevan montado un dispositivo que permite variar la velocidad del avance sin necesidad de cambiar las ruedas del tren. Este dispositivo suele ser, en la mayoría de los tornos, la llamada **caja NORTON**, cuyo funcionamiento estudiará a continuación. Preste atención a las siguientes explicaciones y comprenderá fácilmente cómo se obtiene con la caja Norton una mayor gama o serie de avances con un solo juego de ruedas.

DISPOSITIVO NORTON PARA AVANCES

Observe en la figura 124 que la última rueda del tren en lugar de montada directamente en la barra de cilindrar, como en la figura 123 como ha estudiado hasta ahora, va montada en el eje (6) de la caja Norton. Sobre el eje de la caja Norton va montada una serie de en-

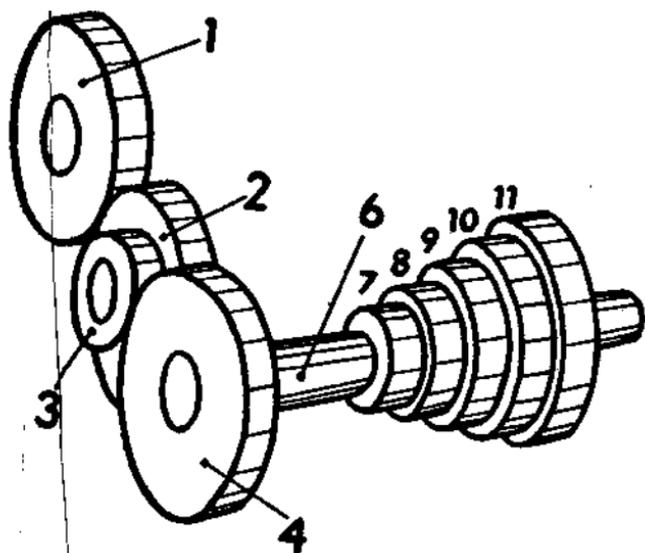


Figura 124. -- 6. Eje del paquete Norton. 7 a 11. Ruedas del paquete Norton

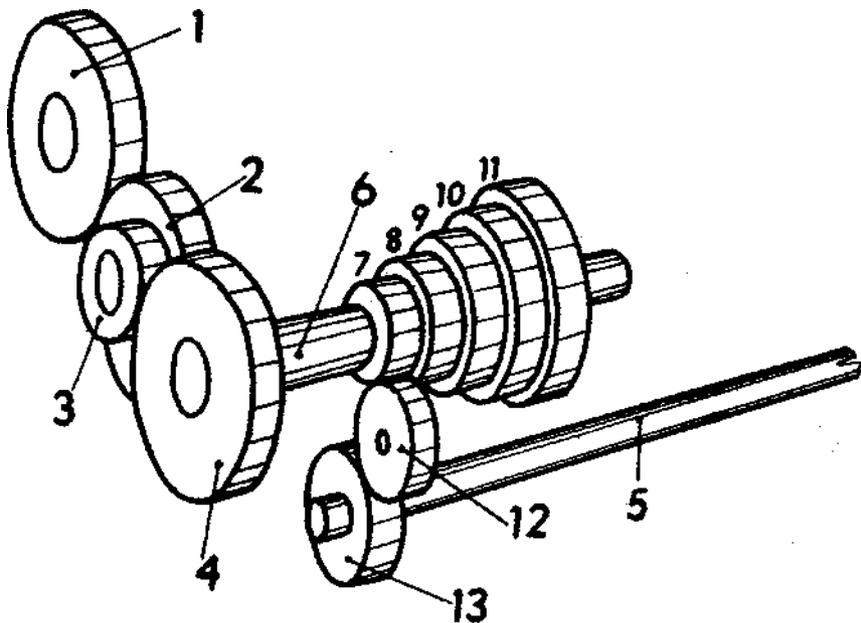


Figura 125, — 12, Rueda de engranaje móvil. 13, Piñón deslizante del dispositivo

na/es (7 a 11) de diferentes diámetros y con una re/ación determi-
a esta serie de engranajes suele dársele el nombre de **paquete**
on. Todo el conjunto de engranajes del paquete Norton gira soli-
con la última rueda del tren.

ahora que en la figura 125 se han añadido dos piñones; el
ado con el número 12 engrana en la figura con la primera rueda (7)
paquete y con el otro piñón (13) montado en la barra de cilindrar (5)
fue transmite el giro del tren de ruedas.

esta figura puede deducirse que según sea la rueda del paquete
que engrana con el piñón (12) será distinta

la barra de...

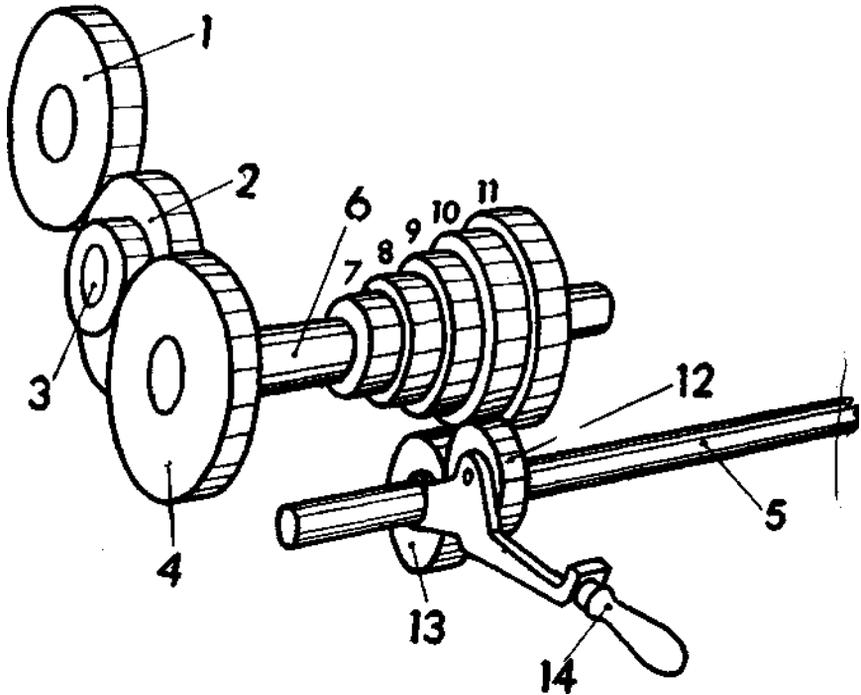


Figura 126. — 14, Palanca Norton

dé un engranaje a un eje debe montarse un piñón que reciba el movimiento de giro del engranaje. En el caso de la caja Norton este piñón ha de ir montado a la barra de cilindrar; ahora bien, se ha de poder transmitir el giro de cada una de las ruedas del paquete y aunque el piñón se deslice a lo largo de la barra, no puede encajar con todos los engranajes del paquete por ser todos de distinto diámetro. Por esta razón, se dispone también del piñón móvil (12) que es el que recibe el giro del engranaje del paquete al que se hace engranar mediante el accionamiento de la palanca (14 en la figura 126) y que lo transmite al piñón deslizante (13) montado en la barra de cilindrar. Compruebe en la figura 126 que al accionarse la palanca (14) se ha desplazado el piñón (13) y el piñón móvil (12) se ha movido de forma que engrana con la rueda (10) del paquete. La barra de cilindrar gira, pues, a distinta velocidad que en la figura 125 por ser la rueda 10 de mayor diámetro que la rueda 7.

Fijese ahora en la figura 127 y comprenderá cómo la palanca Norton hace que el piñón' deslizante se deslice a lo largo de la barra de cilindrar y que el piñón móvil que engrana con el deslizante suba o baje según tenga que engranar con la rueda 11 (posición A) o con la rueda 7 (posición B).

Para cambiar de posición se tira de la empuñadura (15) de la palanca y el pivote (16) de anclaje sale de la muesca correspondiente a la posición en que se hallaba y se vuelve a introducir en la muesca de la nueva posición. Las muescas van dispuestas en la parte exterior de la caja Norton, exactamente delante del piñón que le corresponde, sirviendo al mismo tiempo para identificar la posición de la palanca.

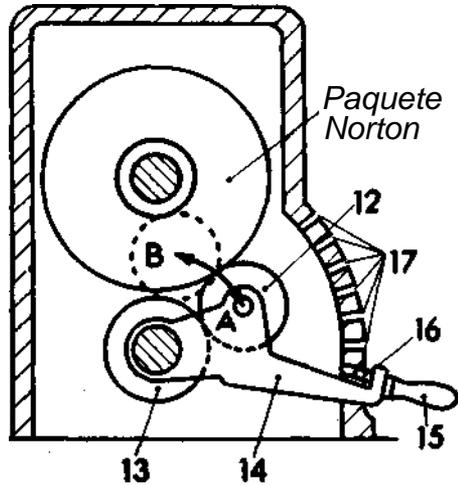


Figura 127. — Vista lateral de la Caja Norton. 15, Empuñadura de la palanca Norton. 16, Pivote. 17, Muecas

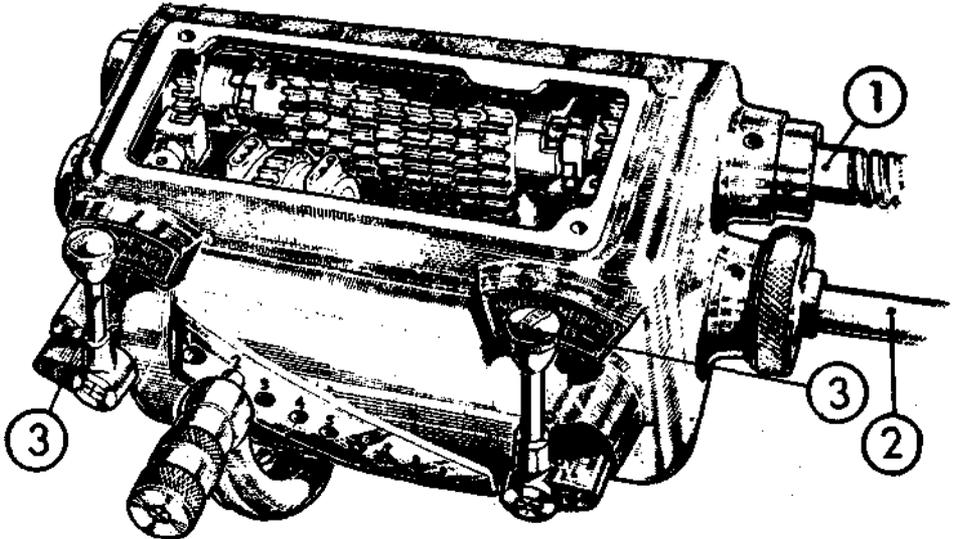


Figura 128. — Caja Norton de un torno Cumbre. 1, Barra de roscar. 2, Barra de cilindrar. 3, Palancas del dispositivo de roscar

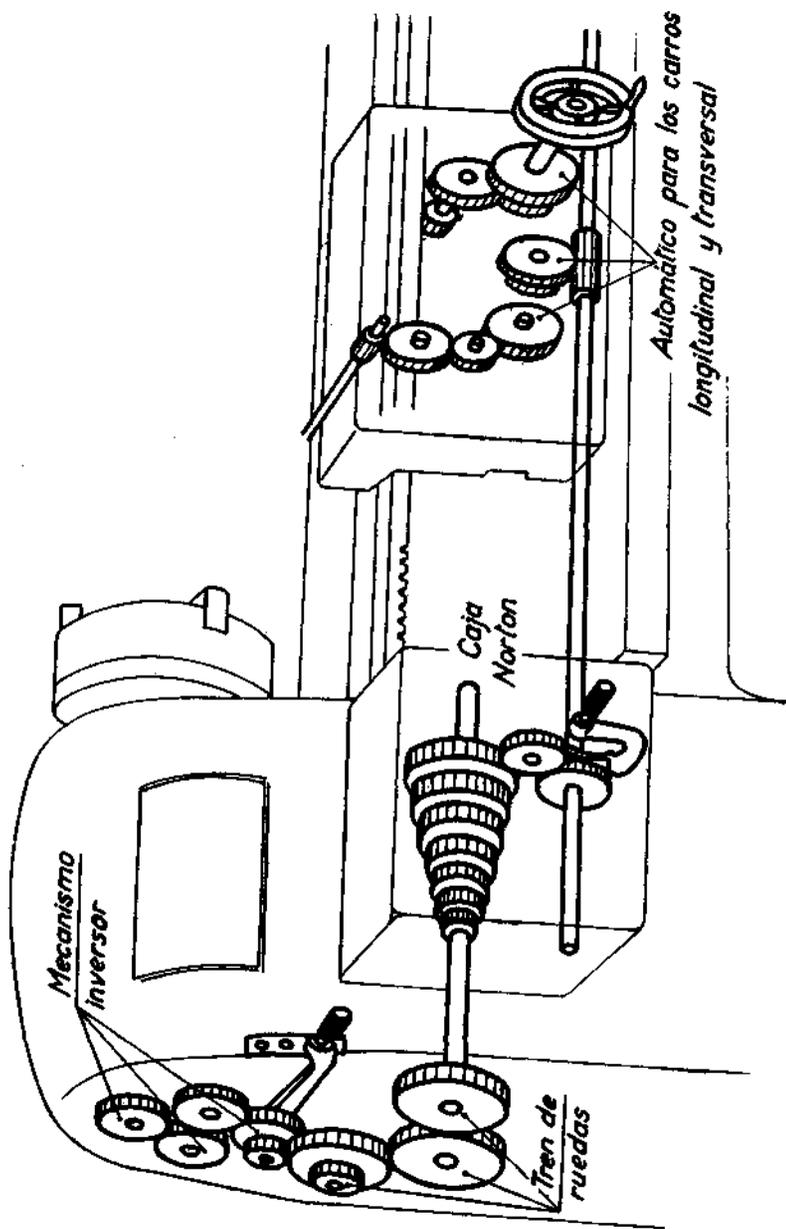


Figura 129. — Esquema del sistema de engranajes para el avance automático del carro longitudinal y del carro transversal

En la figura 128 se muestra la caja Norton de un torno moderno con dispositivo para roscar que usted estudiará en una próxima lección. En dicha figura se aprecian los números que señalan la posición del pivote de anclaje de la palanca Norton.

Como es de suponer, hay una gran variedad de tipos de Cajas Norton y con relaciones diversas en sus engranajes. Todos los tipos, sin embargo, se basan en el mismo principio de funcionamiento que acaba de estudiar y todos ofrecen la gran ventaja de facilitar el cambio de velocidad del avance con un simple accionamiento de la palanca en vez de tener que cambiar las ruedas del tren.

Con el estudio de la caja Norton usted conoce ya el funcionamiento de todo el sistema de engranajes para el avance automático del carro longitudinal y del carro transversal. Para que usted tenga una idea de conjunto de los diversos mecanismos que ha estudiado, observe atentamente el esquema de la figura 129 antes de pasar al estudio de otras de las operaciones que se realizan en el torno.

OPERACIÓN DE TALADRADO

Usted habrá visto repetidas veces hacer agujeros o taladros en toda clase de piezas y materiales y seguramente conocerá algunos tipos de máquinas y herramientas de taladrar.

Todas las máquinas de taladrar, desde el elemental berbiquí del carpintero a la más moderna y completa taladradora, presentan la particularidad de que una vez fijada la pieza, la herramienta o broca gira y penetra en la pieza efectuándose de esta forma la operación de taladrado.

La operación de taladrado puede efectuarse también en el torno, pero con la particularidad, salvo en casos muy especiales, de que el torno es la pieza y no la broca la que gira, al revés de como se efectúa en una máquina cualquiera de taladrar.

Así pues, en una operación de taladrado realizada en el torno los movimientos de la pieza y de la broca son •.

Pieza : movimiento de rotación.

Broca: movimiento de penetración, o sea, de avance.

De esto se deduce que las características de trabajo en el torno son siempre las mismas, incluso en la operación de taladrado independientemente de que en cualquier máquina especial para taladrar se realice de

forma completamente distinta. Como es de suponer, esta diferencia no influye en el resultado de la operación, pues siendo la broca una herramienta de corte por revolución, tanto da que gire la pieza como que gire la broca.

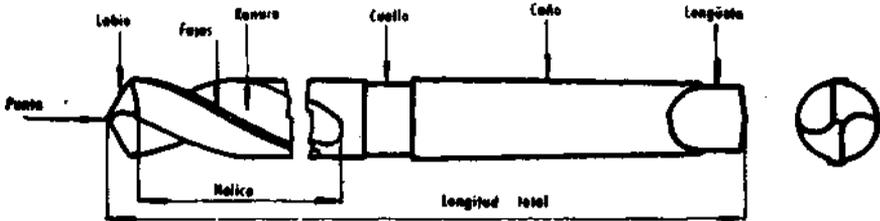


Figura 130. — Broca espiral de taladrar

Fijese en la broca de la figura 130; esta broca lo mismo puede emplearse en un torno que en una máquina de taladrar. En la figura se indican las partes que la forman.

La **caña** o parte de la broca por la cual se fija al torno, tiene una forma cónica **normalizada** que se clava en el cono del vástago de la contrapunta y mediante el accionamiento del volante, la broca penetra en la pieza.

Se dice **forma cónica normalizada** porque las dimensiones del cono son iguales para una gran variedad de diámetros de broca, es decir que el cono de una broca de 16 mm. de diámetro, por ejemplo, es de las mismas dimensiones que una broca de 22 mm. de diámetro. La fijación de la broca al torno puede ser **directa o de acoplamiento**. Cuando las dimensiones del cono permiten montarla directamente en el vástago de la contrapunta la fijación es directa.

Recuerde usted que al estudiar en la lección anterior las características de los tornos, se indicaba como una de ellas el número o dimensiones del cono del vástago de la contrapunta. La fijación de la broca depende de esta característica; como es de suponer una broca cuya caña tenga un cono de mayor dimensión que el cono del vástago de la contrapunta de un determinado torno, no podrá ser fijada en este torno.

Ahora bien, en el caso contrario, es decir, cuando el cono de la broca es de dimensiones menores que el del vástago se monta un casquillo de acoplamiento que ajusta por su exterior en la contrapunta y en su interior con el cono de la broca, tal como se ve en la figura 131.

La lengüeta que la broca lleva en el extremo de la cola de fijación permite mediante una cuña el fácil desmontaje de la broca del casquillo.

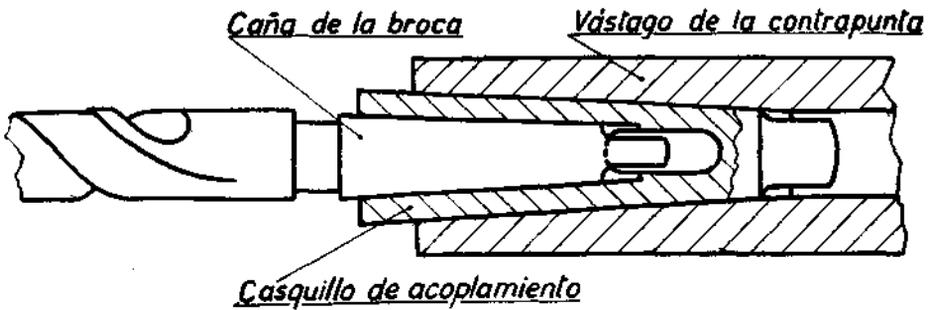


Figura 131. — Montura de un casquillo de acoplamiento en la broca

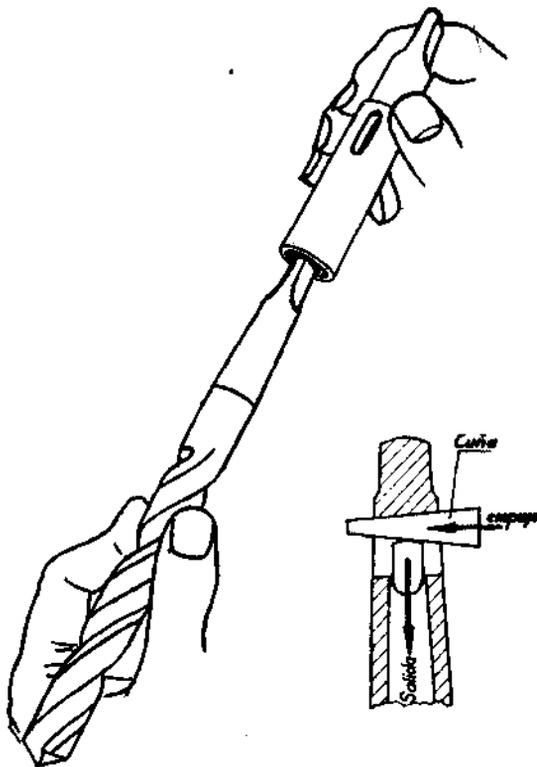


Figura 132. — Montaje y desmontaje de un casquillo de acoplamiento

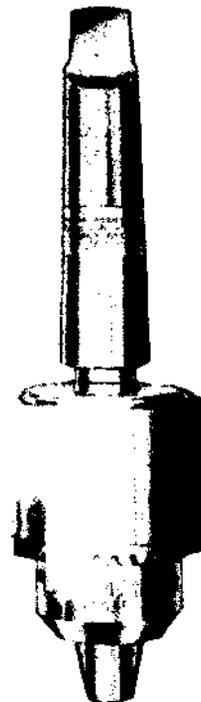


Figura 133.— Portabrocas

Compruebe en la figura 132 cómo la broca se monta y cómo se desmonta de los conos de acoplamiento.

La lengüeta de la broca y la fuerza del cono clavado son los que aguantan el arrastre de la herramienta contra la pieza, impidiendo que la fuerza de corte haga girar la broca en su alojamiento; si girara resultaría imposible taladrar.

Las brocas de reducido diámetro tienen la cola o mango de forma cilíndrica debiendo utilizarse para montarlos en la máquina los útiles llamados portabrocas, los cuales, estudiará más adelante, en la figura 133 se muestra uno de estos portabrocas.

CUERPO DE LA BROCA

Aunque hay varios y diferentes tipos de brocas, usted estudiará ahora la de la figura 130 por ser el tipo más corriente. Las brocas de este tipo se llaman brocas espirales porque están hechas en forma de hélice. Generalmente la ranura es vaciada en una fresa; otras veces se fabrican forjándolas y arrollándolas hasta que forman la hélice.

Se hace el vaciado según se ve en la figura, para que el roce de la broca contra la pieza sea el mínimo posible, quedando solamente las fajas para mantener el filo y el diámetro nominal de la broca, de manera que por mucho que se afile la broca, siempre queda al mismo diámetro.

La forma de la hélice depende del material que se haya de taladrar, siendo más abierta para los materiales más blandos.

CABEZA DE CORTE

La cabeza de corte de la broca, como la de todas las herramientas, es la que determina las condiciones de corte y para que el corte se realice en las mejores condiciones de calidad y rendimiento han de observarse unos determinados ángulos.

Compruebe en la figura 134 que los ángulos determinantes del corte en las brocas son :

a. — Ángulo de punta.

Beta—Ángulo de filo.

y. — Ángulo de desprendimiento.

(a). Ángulo de punta. Es el formado por las dos aristas de corte o cortes principales y es el que facilita la penetración de la broca.

(B). Ángulo de filo. Es el formado por la punta de la broca y el corte principal.

(y). **Ángulo de desprendimiento.** Depende solamente de la inclinación de la hélice y, por tanto, del material que se trabaja.

En todas las herramientas tiene una gran importancia el afilado, pero esta importancia es, si cabe, aún mayor en las brocas hasta el extremo que debe efectuarse en máquinas especiales.

TALADRADO A MANO Y AUTOMÁTICO

El taladrado es una de las operaciones más sencillas que se efectúan en el torno. Una vez bien fijada la pieza y montada la broca en la contrapunta, tal como se ha explicado anteriormente, lo único que hay que hacer es poner el torno en marcha y empujar la broca mediante el accionamiento del volante de la contrapunta. La broca penetra en la pieza y la viruta sale según se aprecia en la figura 135.

Si bien todas las operaciones son en realidad fáciles una vez preparada la máquina y montadas la pieza y la herramienta, la operación de taladrar lo es más, puesto que no suele tener mucha importancia la medida que resulte del mecanizado, todas las precauciones a este respecto deben tomarse al afilar la broca. Interesa tener en cuenta que una broca bien afilada suele dejar un agujero de 0,1 a 0,2 mm. mayor que el diámetro de la broca.

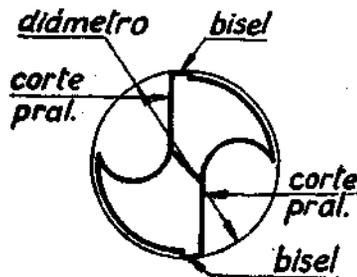
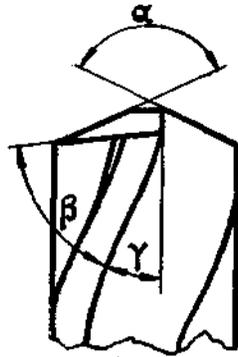


Figura 154. — Ángulos característicos de una broca espiral

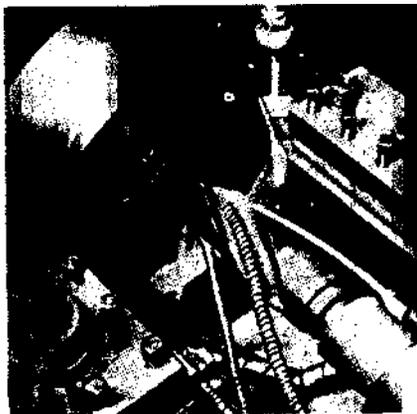


Figura 135. — Taladrado en tomo.

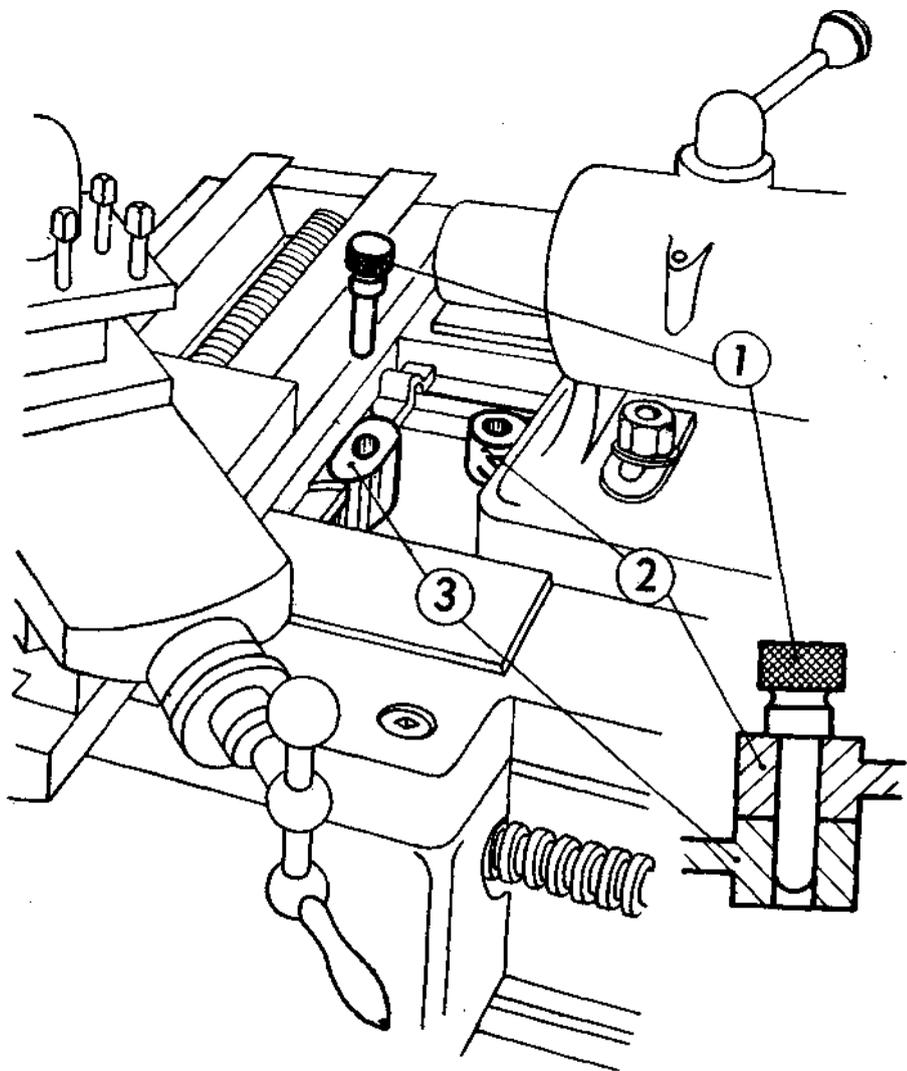


Figura 136. — Dispositivo para el avance automático de las contrapuntas.. 1, Pasador.
2 y 3, Orejas

Se dice que se **taladra a mano** cuando la penetración o avance de la broca se hace a mano, generalmente con el volante de la contrapunta. El taladro es **automático** cuando el avance de la broca es automático, es decir, cuando es llevado por el carro longitudinal.

Vea usted ahora cómo se procede en el taladro con avance automático.

Es ya sabido que el avance de la broca se efectúa siguiendo el eje de rotación de la pieza ; un avance en este sentido, de forma automática, solamente puede efectuarlo el carro longitudinal.

Por otra parte, si la broca va montada en la contrapunta, la única forma de taladrar con avance automático es la de acoplar la contrapunta al carro, de manera que el carro arrastre a la contrapunta en su avance.

Vea en la figura 136 una contrapunta preparada para el avance automático; este es el sistema empleado por los tornos «CUMBRE» mediante el dispositivo que se muestra en dicha figura. Fijese que en la parte inferior o suela y formando una sola pieza con ella, lleva una oreja (2), que se acopla con otra (3) situada en la parte posterior del carro; se introduce el pasador (1) a través de las dos orejas y el carro y la contrapunta queda unidos, formando un solo conjunto para el avance longitudinal.

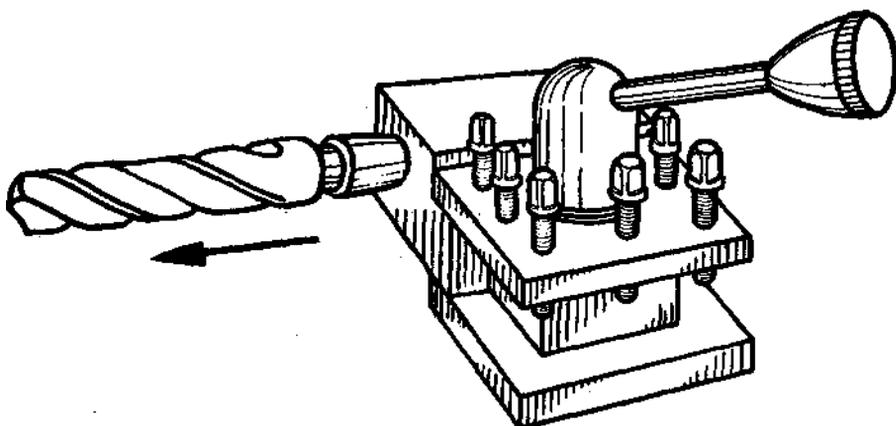


Figura 137. — Soporte portabrocas montado en la torre portaherramientas

Otra forma de taladrar con automático es montar la broca en un soporte especial dispuesto en la torre portaherramientas, de manera que el avance del carro hace que la broca penetre directamente en la pieza, tal como se muestra en la figura 137.

IMPORTANCIA DEL AFILADO DE LAS BROCAS

Aunque la operación de taladrar en el torno constituye siempre una operación de desbaste, hay que tener siempre en cuenta, al afilar una broca mantener los ángulos característicos de corte.

El afilado de las brocas, como el de todas las herramientas, tiene mucha importancia. Una broca mal afilada, aparte de no trabajar en buenas condiciones y de no obtenerse un buen rendimiento de ella, deja los taladros fuera de medida y con una superficie áspera y rugosa, llegando incluso a romperse.

Debe tenerse en cuenta que las brocas son unas herramientas muy caras, ya que se construyen de acero rápido, especial para el corte del acero. Se comprende, por lo tanto, la importancia de un buen afilado.

La broca es una herramienta que absorbe mucha potencia para efectuar su trabajo; para que este esfuerzo se reparta en partes iguales en los dos labios o filos de corte principal debe estar muy bien afilada. Un afilado defectuoso hace que uno de los labios trabaje excesivamente, provocando su rotura.

Vea en la figura 138 los tres principales defectos del afilado de una broca. Compruebe que en los tres casos el agujero queda mayor de la medida.

En los tres casos las fajas guía rozan demasiado contra las paredes del taladro y la broca se calienta excesivamente, las guías se desgastan y la broca pierde medida. Otras veces se agarrotan, provocando la rotura de la broca.

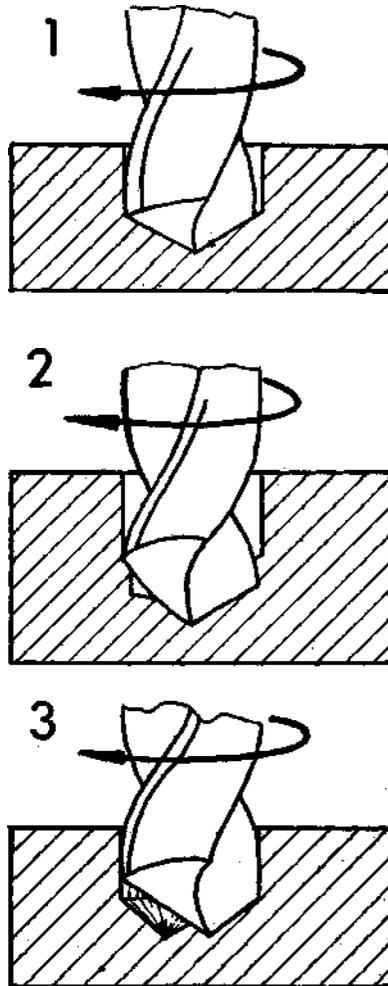


Figura 138. -- Defectos en el trabajo de las brocas mal afiladas. 1, Filo de longitud desigual: El diámetro del agujero producido es mayor que la broca. 2, Filos desiguales y ángulos de corte distintos: El agujero resulta excesivamente grande y la broca oscila. 3, Ángulos de cortes desiguales, punta descendrada: Sólo corta uno de los filos; la broca trabaja desequilibrada y oscila

CAUSAS DE ROTURAS DE LAS BROCAS
TABLA 2

AVERIA	CAUSA	FORMA DE CORREGIR LA AVERIA
Broca rota.	Alabeo en la máquina o en la pieza. Muy poco espacio de labio. Muy poca velocidad. Refrigerante inadecuado.	Examine la rigidez de la máquina o la pieza a taladrar. Reafiléese bien. Auméntese la velocidad Emplee el refrigerante adecuado.
Puntas exteriores de filos de cortes rotas.	El material que se taladra es sucio o muy duro. Demasiada velocidad.	Redúzcase la velocidad y limpie el agujero que se practica.
Cola de acoplamiento o espiga rota.	Demasiado avance o más probablemente la espiga no ajusta en el cono por estar sucia o gastada.	Reduzca el avance y vea si ajusta bien la espiga.
Labios o filos de corte astillados.	Excesivo avance o demasiado espacio de labio.	Reducir avance. Reafilar bien.
Agujero mayor que la broca.	Filos de corte o ángulos desiguales, o ambos defectuosos a la vez.	Reafilar bien.
Agujero con paredes rugosas.	Broca rota o mal afilada. Lubrificante malo o falta de él.	Reafilar. Lubricular bien.
El centro se raja.	Muy poco espesor de labio o excesivo avance	Reafilar. Reducir avance.

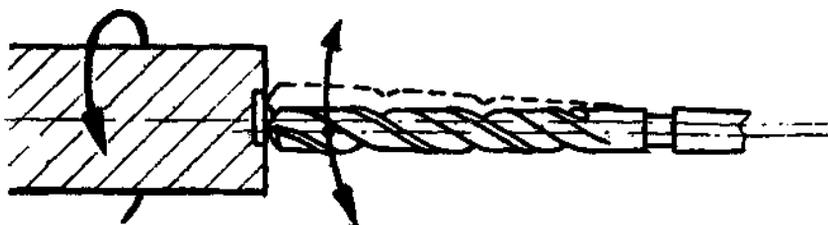


Figura 139. — La broca no está centrada y oscila

Para evitar la rotura de una broca, fíjese en la tabla núm. 2; en ella se indica la causa de la rotura y la manera de evitarla

Otras de las precauciones a tomar son :

Comprobar el centrado (figura 139).

Taladrando con la contrapunta puede ocurrir que esté desplazada; en este caso el centro de la broca no coincide con el centro de rotación de la pieza y la broca oscila hasta que se rompe.

Comprobar que la cara de entrada de la broca no tenga alabeo o tenga muy poco (figura 140).

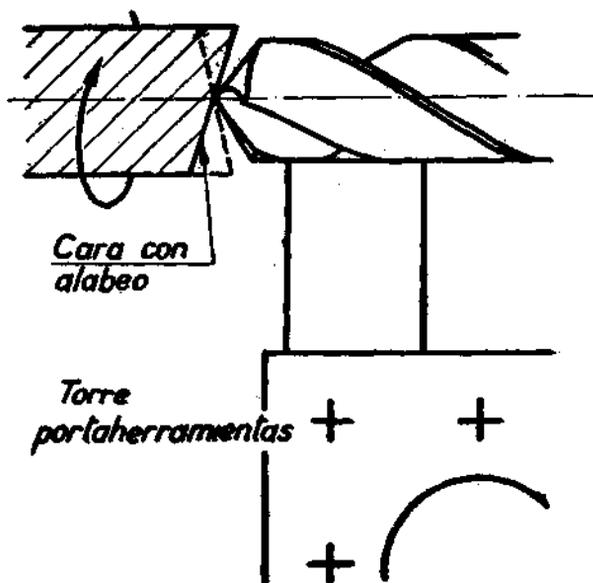


Figura 140. — El alabeo de la cara tiende a descentrar la broca

Al no poder entrar la broca perpendicularmente se desliza de centro, oscilando y rompiéndose; de no romperse, el agujero queda mayor de la medida.

Si la cara tiene mucho alabeo conviene darle una pasada de refrentar. La broca se guía como se indica en la figura.

Hacer descargas frecuentes.

En el caso de que el taladro a efectuar sea muy profundo, puede ocurrir que el canal de salida de viruta o espiral llegue a entrar completamente dentro de la pieza que se taladra, de forma que las virutas al no tener salida atascan la broca y la rompen.

Taladro de guía.

Cuando se emplean brocas grandes es conveniente hacer un agujero previo de menor diámetro; al hacerlo así se descarga algo el corte principal y la broca hace menos fuerza.

Otro aspecto que usted tendrá en cuenta es que cuando se taladra acero la broca debe refrigerarse bien. La velocidad de corte y el avance deben escogerse debidamente para que la utilización de la broca resulte económica.

OPERACIÓN DE MANDRINADO

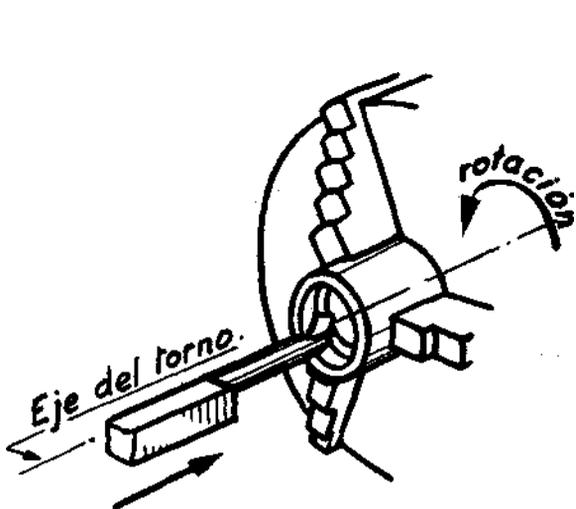


Figura 141. — Operación de mandrinado

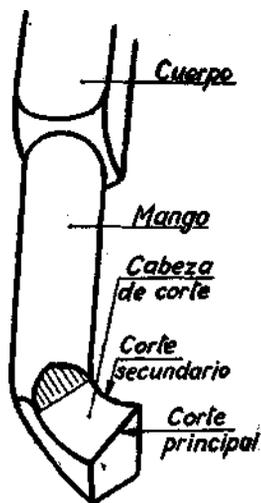


Figura 142. — Herramienta de mandrinar.

En teoría, la operación de mandrinado es igual a la del cilindrado, puesto que se trata de la construcción de superficies cilíndricas, pero por tratarse de superficies interiores las características del trabajo son distintas y deben emplearse herramientas completamente diferentes. Observe a tal respecto la figura 141 en la que se muestra cómo se realiza una operación de mandrinado y la figura 142 en la que se representa una herramienta de mandrinar.

En las herramientas de mandrinar, al igual que en las de cilindrar pueden distinguirse las siguientes partes:

Cuerpo de la herramienta.

Mango.

Cabeza de corte.

El **cuerpo** de la herramienta es la parte que se fija en el porta-herramientas y es siempre de sección cuadrada.

El mango es la parte que une la cabeza de corte con el cuerpo.

Esta parte será más o menos larga, cuando más profundo sea el agujero a mandrinar y debe procurarse siempre que sea todo lo grueso que permitan el cuerpo y el diámetro a mandrinar. Tenga en cuenta que en esta herramienta, como en todas, la punta del filo principal debe coincidir exactamente con el centro de la pieza y precisamente esta posición es la que limita las dimensiones del mango, tal como se aprecia en la figura 143. Por otra parte y salvo en casos especiales, al igual que se dijo para las herramientas de cilindrar que debían ser fijadas lo más cortas posible, las de mandrinar, para una pasada mediana, es decir, cuando se tenga que arrancan

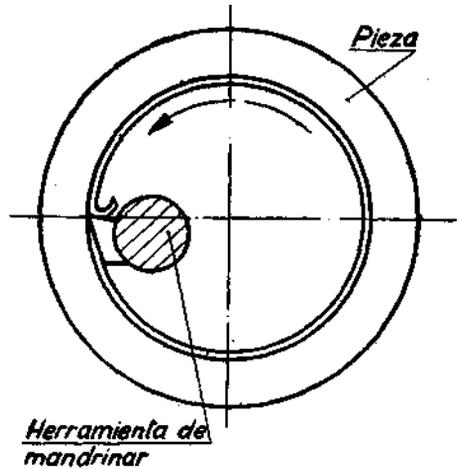


Figura 143. — Posición de la herramienta de mandrinar con respecto a la pieza.

una cierta profundidad (más o menos 3 ó 4 mm.), el mango no debe tener una longitud superior a seis veces la medida del cuadrado que forma el cuerpo.

Únicamente cuando la pasada a dar es muy fina puede trabajarse con

una longitud de mango mayor que la señalada y aun en este caso el diámetro es el que determina las dimensiones del mango, además de la fuerza de la pasada.

Quede entendido que con un mango excesivamente delgado y largo no se conseguiría nunca un acabado fino de la superficie mecanizada

CABEZA DE CORTE

En la cabeza de corte es donde se hallan los cortes principal y secundario y al igual que en la herramienta de cilindrar y refrentar, también es en donde están los ángulos determinantes del corte de la herramienta

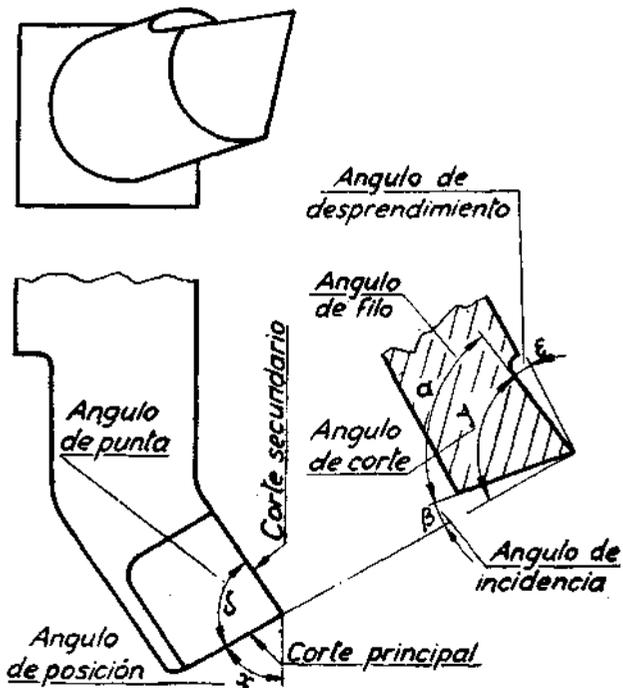


Figura 144. — Ángulos característicos de una herramienta de mandrinar.

Vea en la figura 144 los ángulos característicos de la cabeza de corte de la herramienta de mandrinar. Estos ángulos son los mismos que los de

la herramienta de cilindrar. Usted recuerda que estos ángulos se llaman **característicos** porque su valor depende del material a trabajar.

ϵ (épsilon) = **Ángulo de desprendimiento de viruta.**

α (alfa) = **Ángulo de filo.**

β (beta) = **Ángulo de incidencia.**

γ (gamma) = **Ángulo de corte.**

δ (delta) = **Ángulo de punta.**

ν (cappa) = **Ángulo de posición.**

No se dan ahora las descripciones de estos ángulos, puesto que usted ya las recordará. De no recordarlas le aconsejamos un repaso de la lección 3.

FIJACIÓN DE LA HERRAMIENTA PARA EL MANDRINADO

Las precauciones que deben tomarse para realizar perfectamente la operación de mandrinar son las mismas que han de tomarse para efectuar la de cilindrar, ya que la formación de la superficie es exactamente igual tanto para una como para la otra, pero el hecho de ser interior acentúa la importancia de la comprobación de la alineación del eje con la bancada.

Es sabido que una mala alineación del eje produce la formación de una superficie cónica en lugar de cilíndrica. Este defecto presenta a veces, en operaciones de mandrinado dificultades de comprobación. Por eso es recomendable siempre efectuar la comprobación con una superficie exterior.

Vea en la figura 141 la superficie de forma cónica producida por la mala alineación del cabezal. La comprobación de este error produce siempre dificultades y el corregirlas precisa más tiempo que si fuera exterior. Naturalmente, la importancia de este error depende siempre de lo acentuado que sea y de la medida más o menos exacta y del acabado que haya de lograrse en el agujero.

Conviene señalar que normalmente para proceder a una operación de mandrinado se parte de una pieza en la que se haya efectuado previamente una operación de taladro. Al estudiar esta operación ya vio usted que el agujero que se hace al taladrar es siempre más pequeño, a fin de dejar un excedente de material para rebajarlo en una operación posterior de mandrinado mucho más segura y precisa. Fíjese, a tal respecto en la representación de la figura 146.

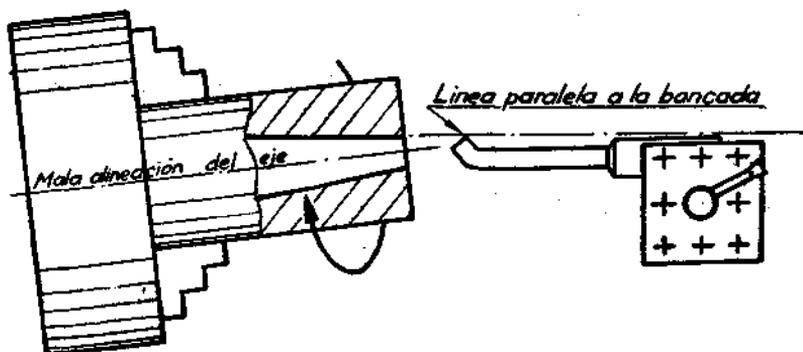
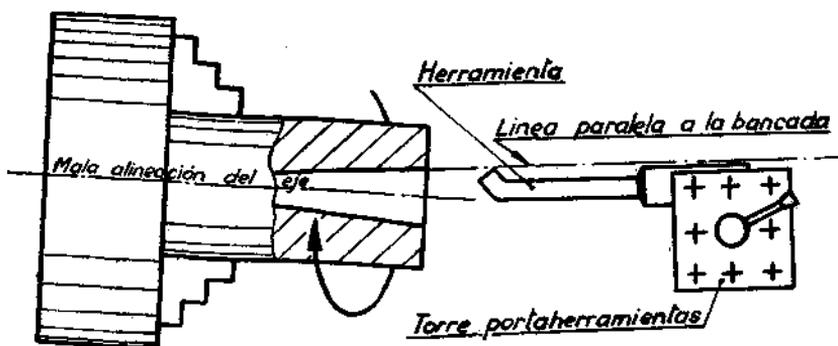


Figura 145. — Superficies interiores cónicas por defecto de alineación del eje del cabezal.

Para efectuar una operación de mandrinado ha de procederse ante todo a la fijación de la herramienta. Esta se fija fuertemente con la punta del filo a la altura conveniente, es decir a la altura misma del eje de la máquina, tal como se ve en la figura 143.

Debe fijarse fuertemente porque el corte principal trabaja muy separado de la torre portaherramientas debido a la especial forma de las herramientas y es mucho mayor el esfuerzo que soportan los mangos.

La longitud del mango de la herramienta es muy importante que sea

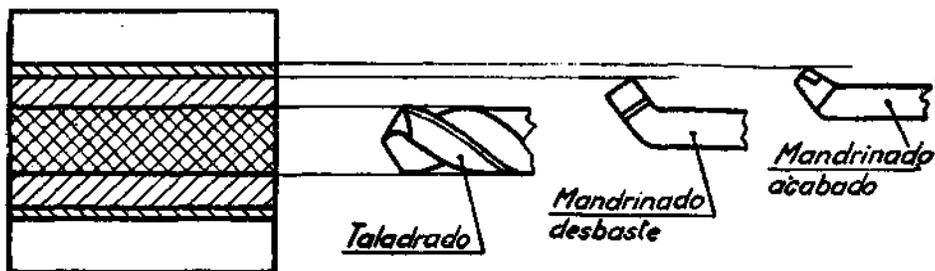


Figura 146. — Esquemas progresivos para un mandrinado de acabado

lo más corta que permita la pieza, pues el acabado de la superficie es más fina cuando la fijación es más rígida.

Hay a veces en que las dimensiones de la pieza obligan a que el mango sea muy largo. Esta longitud, no obstante, no debe exceder, para lograr un máximo aprovechamiento de la herramienta (potencia) y un buen acabado de la superficie, de una longitud igual a seis veces la medida del cuerpo de la herramienta, tal como se indica en la Figura 147.

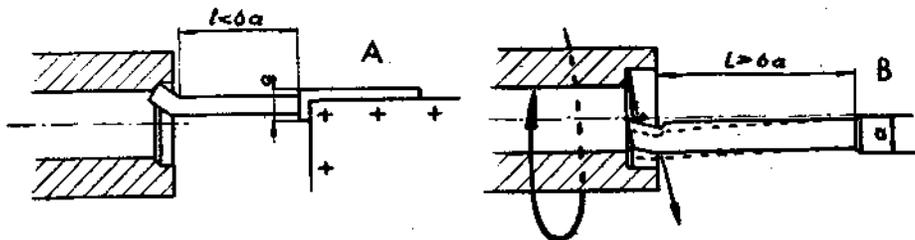


Figura 147. — A, Fijación buena. Longitud mango, menor o igual que $6 a$. B, Fijación defectuosa. Longitud mango, mayor que $6 a$. El esfuerzo de corte dobla la herramienta y la obliga a trabajar por bajo del centro. Posibilidad de rotura y un seguro mal acabado.

El trabajo con una longitud superior a la indicada hace que la herramienta flexe hacia abajo debido al esfuerzo de corte sin que se obtenga un buen acabado. Por esta razón, cuando han de trabajarse piezas demasiado largas, se mandrinan con unos soportes especiales tal como estudiará más adelante.

Por las dificultades que presenta el mandrinado es una de las operaciones en la que debe ponerse más cuidado. Preste atención a las siguientes

indicaciones y procure tenerlas en cuenta cuando realice un trabajo de mandrinado para realizarlo perfectamente.

- * Tener cuidado en la elección y fijación de la herramienta.
- * En los agujeros largos la salida de viruta debe procurarse que se efectúe normalmente, pues un atascamiento de ésta podría llegar a dominar la herramienta y al doblarse, variar la medida del agujero.
- * La potencia de corte depende más que en otra operación de un buen afilado.
- * La punta de corte del corte principal debe ser resistente y al propio tiempo afilada para lograr un buen acabado.
- * Al reemplazar una pasada, debe vigilarse que quede la misma medida.
- * La importancia de la alineación del eje es mayor, por las dificultades que presenta su comprobación.

En la operación de mandrinado conviene establecer una diferencia entre las operaciones de desbaste y de acabado. Generalmente en las operaciones de desbaste suelen darse pasadas fuertes y se utilizan herramientas de las máximas dimensiones que permiten el agujero y la salida de viruta. La punta del filo del corte principal interesa que sea fuerte y de forma ligeramente redondeada.

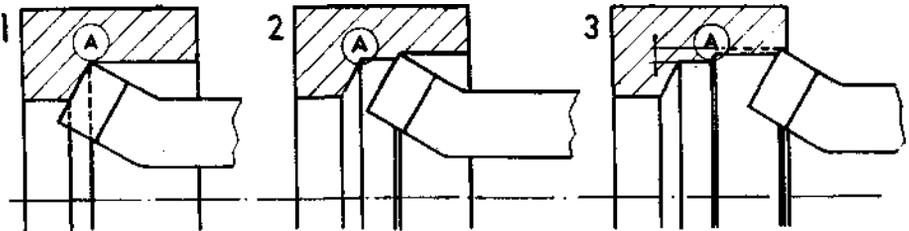


Figura 148. — Defecto ocasionado por realizar al mismo tiempo el desbaste y el acabado en una operación de mandrinado

Una vez graduada la medida, se regula con el micrómetro graduado y se embraga el automático sin ninguna comprobación de medida.

El descuido de estos detalles podría perjudicar las operaciones de acabado. Por esta razón, suelen separarse cuando se trata de mecanizar una serie de piezas la operación de desbaste y la de acabado, haciendo en una fijación el desbaste y en otra el acabado. Cuando se trata de una sola

pieza se procede a un reafilado de la herramienta después del desbaste o se cambia la herramienta.

Para el acabado interesa también que el mango de la herramienta sea lo más resistente posible, sin dificultar al operario la vista de la superficie que se mandrina.

Para lograr un acabado más fino el filo del corte principal debe ser más puntiagudo que para el desbaste. Cuando la medida a lograr es ya de una cierta precisión debe comprobarse cada vez. Vea en la figura 148 lo que puede ocurrir en el caso de hacerse conjuntamente el desbaste y el acabado. En el esquema 1, al mandrinar un agujero, la herramienta se retira cuando ha llegado al punto A para comprobar la medida y después de corregirla, se vuelve a embragar.

La herramienta da (esquema 2) una nueva pasada más fina y al llegar al punto A debe arrancar esta pasada además de la que cortaba antes. El esfuerzo es mucho mayor y la herramienta se resiste (recuerde que la longitud del mango de la herramienta influye constantemente, aunque sea el adecuado-) flexándose y dejando un pequeño retalón (esquema 3) en el punto A en el que ha aumentando la fuerza de la pasada.

En el caso de que el agujero ya estuviera a la medida, debe rebajarse el talón haciendo entrar de nuevo la herramienta sin adelantarla en nada con el micrómetro. Este caso se produce siempre que hay un aumento de esfuerzo de corte, siendo más acusado cuanto mayor es la pasada primera.

Claro está que, como es fácil comprender, también puede darse este caso dando pasadas finas de acabado, pero aun cuando así es muy poco acentuado, debe llevarse mucho cuidado, pues también la precisión a lograr en el acabado y en la medida serán mayores.

AGUJEROS PASANTES Y AGUJEROS CIEGOS

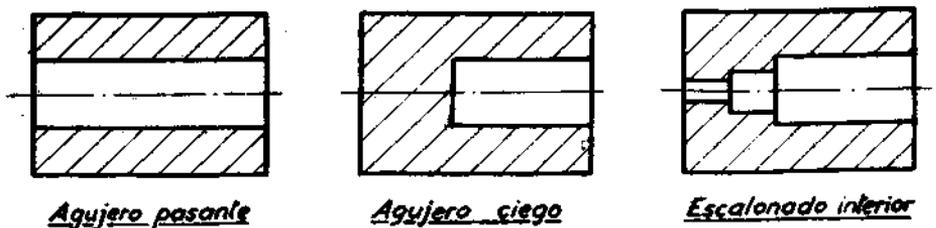


Figura 149

Fijese en la figura 149 y compruebe que **agujeros pasantes** son los que atraviesan por completo la pieza con la misma medida y **agujeros ciegos**, los que no atraviesan completamente la pieza.

Aun cuando unos y otros se realizan en la operación de mandrinar de la misma forma, para los pasantes la forma de la cabeza de corte es la que ha visto en la figura 142, mientras que para los ciegos debe ser diferente. Para conseguir un acabado de agujero como se indica en la figura 149, la forma de la cabeza de corte ha de ser tal que permita mandrinar y luego refrentar la pared de fondo, de manera que quede perfectamente perpendicular al eje principal.

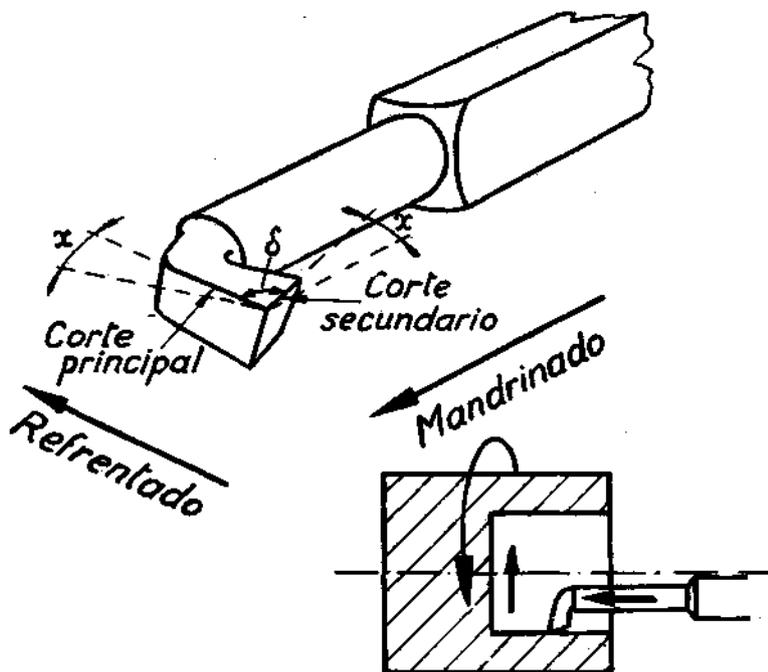
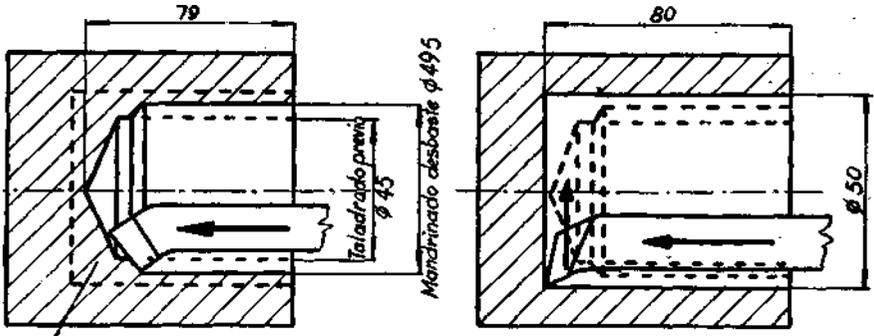


Figura 150. — Herramienta de mandrinar agujeros ciegos

Vea en la figura 150 una cabeza de corte de una herramienta de mandrinar agujeros ciegos. Observe que los ángulos de posición x y el ángulo de punta 8 son distintos de los de la figura 144. Los ángulos de posición deben ser tales que permitan mandrinar y refrentar con la misma punta,

pero si son demasiado grandes debilitan el ángulo de punta (entre los tres deben sumar 90°) y la herramienta queda con una cabeza de corte débil.

Es fácil deducir que con esta herramienta no pueden darse pasadas tan potentes como con la otra. En caso de un agujero ciego de un diámetro algo grande, lo que se hace es desbastar todo lo que se puede con la herramienta de la figura 144, efectuando el acabado y el refrentado de la pared con la herramienta de la figura 150, en pequeñas pasadas como se muestra en la figura 151.



forma a mecanizar

Figura 151. - Desbaste y acabado de un agujero ciego

Asimismo tiene más importancia la posición de la herramienta por tener que efectuar refrentados; a este respecto puede aplicarse cuanto se dijo de la posición de las herramientas de refrentar.

MANDRINADO CON HERRAMIENTAS MONTADAS EN SOPORTES

Se ha dicho anteriormente que cuando se trata de agujeros de gran longitud se efectúa el mandrinado con herramientas montadas en soportes o barrenas. Con este sistema se logra que la sección del soporte o barrena sea todo lo grande que permita el agujero, pues la herramienta solamente sobresale un poco de la barrena.

La fijación de estos soportes o barrenas puede hacerse en la torre portaherramientas o en la contrapunta, exactamente igual como se hace con las brocas.

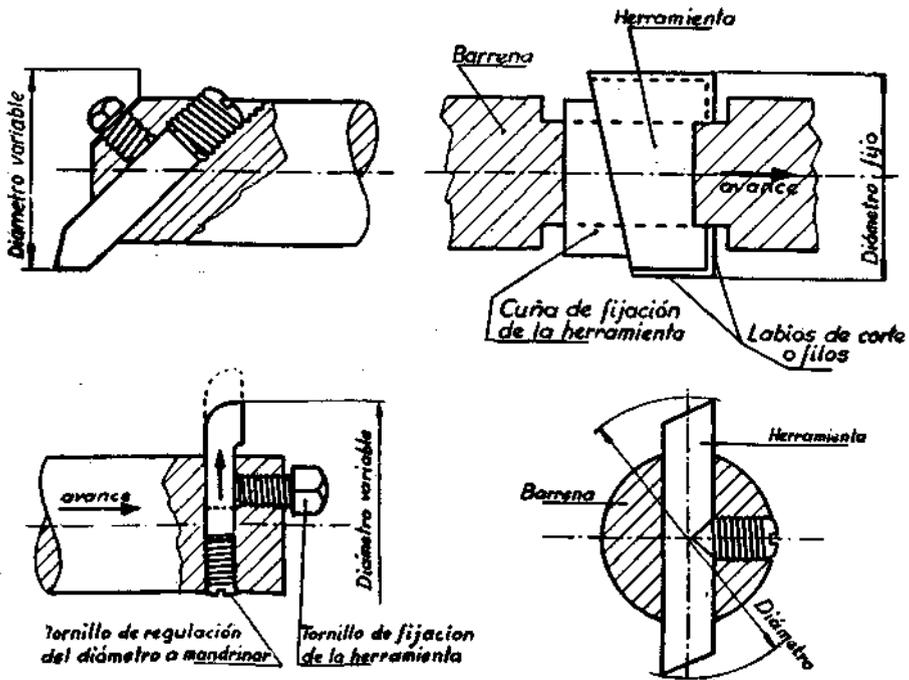


Figura 152. — Montaje de barrenas para cilindrar

Estos soportes se construyen de gran diversidad y en la figura 152 se representan algunas formas constructivas que dan buen resultado.

El diámetro de la barra se construye lo más grande posible a fin de evitar la flexión. En cuanto sea posible la herramienta debe estar guiada o apoyada hasta la misma proximidad del punto de trabajo.

La dirección o avance de la herramienta ha de estar exactamente centrada con el eje de giro. Un defecto en este sentido produce un trabajo defectuoso y agujeros cónicos e inexactos, así como la rotura de las barras.

Lo más recomendable, sobre todo cuando se trata de piezas grandes, es fijar la pieza sobre el carro en la forma conveniente y después colocar la barrena portaherramientas entre puntos, de forma que la herramienta gire al mismo tiempo que avanza la pieza montada sobre el carro.

El mandrinado de las piezas de este tipo rara vez se efectúa en el torno; es más frecuente efectuarlas en las máquinas especiales llamadas mandrinadoras.

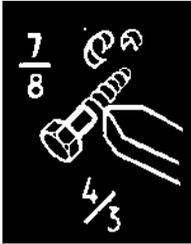
La gran importancia del mandrinado reside en que generalmente, es el

mecanizado de una superficie de apoyo o de fijación de un eje y tiene que ser perfectamente cilíndrico y de acabado muy fino.

En una pieza, un cabezal de torno, por ejemplo, o el cuerpo de una contrapunta o una pieza muy grande de una máquina, puede darse el caso de que se tengan que efectuar diversos mandrinados y además que hayan de dárseles un acabado perfecto, una relación exacta entre sus centros, los ejes exactamente paralelos, etc.

Este mecanizado se realiza en las mandrinadoras y la forma de trabajar en ellas y la técnica necesaria para ello es muy parecida a la del torno, pero se sale de la finalidad de este curso.





matemáticas para tornero

LECCIÓN

5

FRACCIONES DECIMALES EXACTAS

Ya en la lección 2.^a estudió usted que si se divide el numerador de un quebrado por el denominador, el quebrado se transforma en decimal.

Ejemplos:

$$\frac{1}{2} = 1 \overline{) 2} ;$$

$$\begin{array}{r} 0 \\ 0'5 \end{array}$$

$$\frac{9}{16} = 9 \overline{) 16}$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ 040 \\ 080 \\ 00 \end{array} ; \begin{array}{r} 0'5625 \end{array}$$

$$\frac{3}{8} = 3 \overline{) 8}$$

$$\begin{array}{r} 60 \\ 40 \\ 0 \end{array} ; \begin{array}{r} 0'375 \end{array}$$

En estos ejemplos las fracciones decimales que han resultado de los divisores son exactas, puesto que los cocientes tienen un número limitado de cifras, es decir, que con la última cifra del cociente el residuo ha sido cero.

Las fracciones decimales exactas proceden de un quebrado común irreductible, es decir, que no se puede reducir a otro quebrado equivalente y cuyo denominador sólo es divisible por 2 o por 5 o por 2 y por 5 a la vez.

Compruébelo en los siguientes ejemplos •

$$\frac{1}{4} = 1 \overline{) 4} \\ \underline{20} \quad 0'25 \\ 0$$

$$\frac{2}{5} = 2 \overline{) 5} \\ \underline{2} \quad 0'4$$

$$\frac{3}{20} = 3 \overline{) 20} \\ \underline{100} \quad 0'15 \\ 00$$

FRACCIONES DECIMALES PERIÓDICAS

Fijese ahora en estos otros ejemplos :

$$\frac{2}{3} = 2 \overline{) 3} \\ \underline{20} \quad 0'666 \\ \underline{20} \\ \underline{20}$$

$$\frac{7}{11} = 7 \overline{) 11} \\ \underline{040} \quad 0'6363 \\ \underline{070} \\ \underline{040}$$

$$\frac{1}{12} = 1 \overline{) 12} \\ \underline{040} \quad 0'0833 \\ \underline{040} \\ \underline{040}$$

Compruebe que en estos tres ejemplos se podría seguir operando sin acabar nunca la división; estas fracciones se llaman periódicas porque están formadas por un grupo o período de cifras que se repiten continuamente e indefinidamente.

Cuando el período empieza en las décimas, las fracciones periódicas son **puras**; así las fracciones 0'666... y 0'6363... son puras porque sus grupos o períodos respectivos son 6 y 63, es decir, empiezan en las décimas. En cambio no lo es la fracción 0'0833... porque el período empieza después de la cifra que ocupa el lugar de las décimas.

Las fracciones periódicas puras proceden de un quebrado común irreductible cuyo denominador no es divisible por 2 ni por 5. Compruébelo en los siguientes ejemplos de fracciones periódicas puras:

$$\frac{4}{13} = 4 \quad \begin{array}{r} | 13 \\ \hline 0100 \\ 090 \\ 120 \\ 030 \\ 040 \\ 0100 \end{array} \quad \begin{array}{r} | 13 \\ \hline 0'30769230 \end{array}$$

$$\frac{6}{7} = 6 \quad \begin{array}{r} | 7 \\ \hline 40 \\ 50 \\ 10 \\ 30 \\ 20 \\ 60 \\ 40 \\ 50 \end{array} \quad \begin{array}{r} | 7 \\ \hline 0'85714285 \end{array}$$

Las dos fracciones decimales $0'30769230\dots$ y $0'85714285\dots$ son fracciones periódicas puras porque el período o grupo de cifras empieza en la cifra de los decimales.

Cuando el período o grupo de cifras empieza en una cifra que no corresponde al lugar de las décimas, como en el caso de la fracción periódica $0'0833\dots$, la fracción periódica es mixta.

Las fracciones periódicas mixtas proceden de un quebrado común irreductible cuyo denominador es divisible por 2 o por 5 o por los dos a la vez y, además, por algún otro factor primo 3, 7, 11, 13, 23, etc.

Compruébelo en los siguientes ejemplos :

$$\frac{5}{6} = 5 \quad \begin{array}{r} | 6 \\ \hline 20 \\ 20 \\ 20 \end{array} \quad \begin{array}{r} | 6 \\ \hline 0'833 \end{array}$$

$$\frac{4}{15} = 4 \quad \begin{array}{r} | 15 \\ \hline 100 \\ 100 \\ 100 \end{array} \quad \begin{array}{r} | 15 \\ \hline 0'2666 \end{array}$$

Las dos fracciones $0'833\dots$ y $0'2666\dots$ son periódicas mixtas, ya que el período empieza después de la cifra que ocupa el lugar de las décimas.

TRANSFORMACIÓN DE UNA FRACCIÓN DECIMAL A QUEBRADO COMÚN EQUIVALENTE

A veces, en la práctica es necesario convertir una fracción decimal a quebrado común equivalente, es decir, a un quebrado que al ser dividido

su numerador por su denominador dé por resultado dicha fracción decimal. Vea a continuación cómo se procede según la fracción sea exacta, periódica pura o periódica mixta.

TRANSFORMACIÓN DE UNA FRACCIÓN DECIMAL EXACTA

El quebrado equivalente a una fracción decimal exacta tiene por numerador la misma fracción sin la coma y por denominador la unidad seguida de tantos ceros como cifras decimales tiene la fracción; así, por ejemplo, el quebrado equivalente de la fracción exacta 0'25 es $\frac{25}{100}$. Dividido el numerador de este quebrado por su denominador se comprueba que el resultado de la división es exactamente la misma fracción decimal:

$$25 : 100 = 0'25$$

Queda entendido, pues, que para convertir una fracción decimal exacta a quebrado equivalente basta con poner dicha fracción sin la coma por numerador y la cifra 1 seguida de tantos ceros como cifras decimales tenga la fracción.

Ejemplos:

$$0'36 = \frac{36}{100}; \quad 0'458 = \frac{458}{1.000}; \quad 0'7684 = \frac{7.684}{10.000}$$

TRANSFORMACIÓN DE UNA FRACCIÓN DECIMAL PERIÓDICA PURA

Cuando se trata de reducir a quebrado una fracción decimal periódica pura se pone por numerador el período o grupo que se repite y por denominador tantas veces el número 9 como cifras tiene el período. Así, por ejemplo, el período que se repite de la fracción 0'777... es de una sola cifra; por lo tanto, el quebrado es $\frac{7}{9}$. Compruebe usted que dividido

el numerador de este quebrado por su denominador el resultado es, en efecto, dicha fracción decimal periódica pura :

$$\begin{array}{r} 7 \quad | \quad 9 \\ \hline 70 \quad 0\overline{777}\dots \\ 70 \\ \hline 70 \end{array}$$

Otro ejemplo: en la fracción $0\overline{252}252\dots$ el periodo está formado por tres cifras, el quebrado es, por lo tanto, $\frac{252}{999}$. Para comprobarlo, basta con dividir el numerador por el denominador:

$$\begin{array}{r} 252 \quad 999 \\ \hline 5220 \quad 0\overline{252}2\dots \\ 2250 \\ \hline 2520 \end{array}$$

Fijese en estos últimos ejemplos :

$$0\overline{727}2\dots = \frac{72}{99}; \quad 0\overline{333}3\dots = \frac{3}{9}; \quad 0\overline{126}126\dots = \frac{126}{999}$$

TRANSFORMACIÓN DE UNA FRACCIÓN DECIMAL PERIÓDICA MIXTA

Fijese en este ejemplo : Se trata de convertir a quebrados la fracción decimal periódica mixta $0'45666\dots$

La parte no periódica de esta fracción es 45 y el primer período es 6. El numerador es la parte no periódica seguida del primer período menos la parte no periódica; en este caso es, pues, $456 - 45 = 411$. El numerador es, por lo tanto, 411.

Falta ahora el denominador; éste es un número formado por tantos nueves como cifras tiene el período, seguido de tantos ceros como cifras tiene la parte no periódica. El período de este ejemplo es de una sola cifra

y la parte no periódica tiene dos cifras. Así pues, el denominador será 900. De esta forma la fracción periódica mixta $0'45\overline{66}$... queda conver-

tida en el quebrado $\frac{411}{900}$, si se divide el numerador de este quebrado por su denominador se obtiene la misma fracción decimal periódica mixta :

$$\begin{array}{r} 411 \quad | \quad 900 \\ 5100 \quad 0'45\overline{66} \\ \underline{6000} \\ 6000 \\ \underline{600} \end{array}$$

Compruebe que en el siguiente ejemplo se ha procedido **tal** como **acaba de explicarse**:

$$0'345\overline{2727} = \frac{34527 - 345}{99000} = \frac{34182}{99000}$$

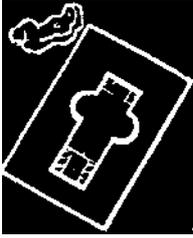
La parte no periódica es 345 y el primer período 27; del número formado por estas cifras se ha restado la parte no periódica; el resto 34182 es el numerador. El denominador ha quedado formado por dos nueves y tres ceros, puesto que el primer período tiene dos cifras y la parte no periódica tres cifras.

Compruebe, por último, este otro ejemplo :

$$0'32108\overline{108}... = \frac{32108 - 32}{99900} = \frac{32076}{99900}$$

Queda entendido, pues, que para reducir a quebrado una fracción decimal periódica mixta se pone por numerador la parte no periódica seguida del primer periodo, menos la parte no periódica, y por denominador un número formado de tantos nueves como cifras tiene el período, seguido de tantos ceros como cifras tiene la parte no periódica.

Con esto termina el estudio de los números quebrados comunes y de las fracciones decimales. **Interesa que Vd. los haya estudiado bien. Piense que en su trabajo necesitará muchas veces operar con ellos**; no deje de hacer un repaso para asegurarse mejor siempre que se le presente una duda.



interpretacion de planos

LECCIÓN

5

NECESIDAD DE INDICAR LAS MEDIDAS Y OTROS DATOS EN LOS PLANOS

En las lecciones anteriores de esta asignatura ha visto usted cómo se puede representar en un plano la forma de una pieza con todos sus detalles. No obstante, aunque en el plano se halla representada la pieza con todos sus detalles en la forma indicada y a la misma medida que tiene que tener una vez construida, esto sería suficiente para que el mecánico pudiese fabricarla con la única guía del plano, ya que se vería obligado a tomar las medidas de dibujo y la precisión de éste no, es suficiente en muchos casos, siendo por otra parte fácil cometer errores al tomar las medidas de esta manera.

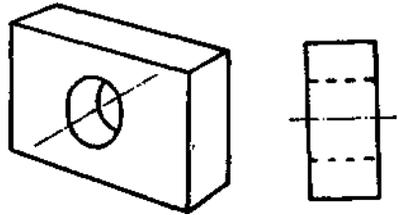
Es necesario, pues, que el plano esté completamente con una serie de indicaciones complementarias que representan las instrucciones concretas para que el mecánico pueda fabricar la pieza tal como la ha previsto el delineante o proyectista. Entre estas indicaciones son de fundamental importancia las **dimensiones precisas** que debe tener la pieza, sus **ejes o planos de simetría**, la posición de los **centros de los taladros**, la presentación de **acabado** que deben tener las superficies, las **tolerancias** que pueden admitirse en sus di-

mensiones, el material con que debe estar hecha la pieza y todos cuantos detalles puedan ser necesarios para que el operario que construye la pieza tenga una idea precisa de cómo ha de ser.

En la presente lección nos vamos a limitar a cómo se indican en los planos los ejes de simetría y las medidas o dimensiones de las piezas, dejando para más adelante el estudio de la forma en que se indican los restantes datos de la pieza.

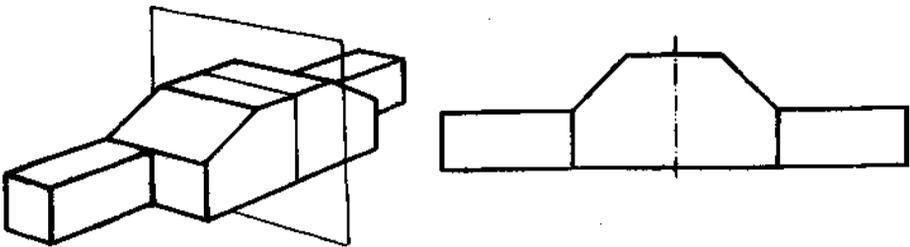
EJES DE SIMETRÍA

Para indicar en los planos un eje o un plano de simetría de una pieza se utiliza una línea de trazo y punto más delgada que las líneas que representan los límites de aristas de las piezas, por ejemplo el eje de simetría del taladro de la figura 65 se representa en el plano como se muestra en la figura 66 y el plano de simetría de la pieza de la figura 67 se representa como se muestra en la figura 68.



Figuras 65 y 66

La representación de los ejes y planos de simetría, como se indica con líneas de punto y trazo, nos permite la representación de una pieza que sea simétrica, mostrando en una sola vista la pieza cortada y la pieza sin cortar, como ya se vio en la figura 44 de la lección tercera de esta misma asignatura.



Figuras 67 y 68

INDICACIÓN DE LOS CENTROS DE TALADROS Y ARCOS DE CÍRCULOS

Para indicar en forma precisa la posición de los centros de taladros y de arcos de círculos o superficies cilíndricas, se utilizan también las líneas finas de trazo y punto.

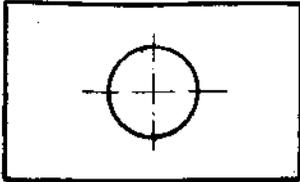


Figura 69

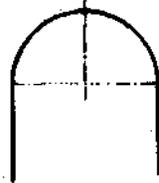


Figura 70

Cuando se trata de utilizar con exactitud la posición de un centro de un círculo o taladro, se señalan en el plano con dos rectas de trazo y punto delgadas que se cortan a noventa grados, como se muestra en la fig. 69. También en el caso de tener que representar el centro de un arco del círculo, puede procederse de la misma manera como se muestra en la figura 70.

Igualmente cuando se trata de fijar la posición de una serie de centros de una serie de taladros que se hallan a igual distancia de un punto, esto se hace por medio de una circunferencia de línea fina de trazo y punto con centro en el punto dado y que pasa por los centros de los taladros señalando la posición de éstos sobre la misma por medio de líneas de trazo y punto que la cortan en sentido de radios, como se muestra en la fig. 71.

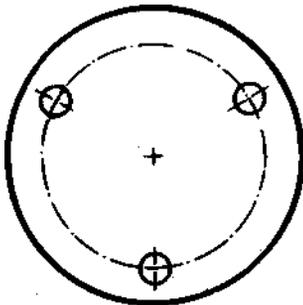


Figura 71



Figura 72

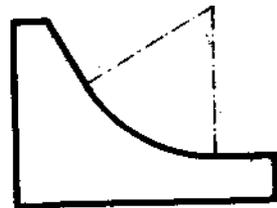


Figura 73

En algunos casos de centros de curvas que no se hallan situados en ningún eje de simetría, se señalan también con un par de trazos cruzados de *línea* delgada como se muestra en la figura 72 y en algunos casos con dos líneas finas de trazo y punto como se muestra en la figura 73, que llegan hasta los extremos de la curva.

LÍNEAS DE COTA Y LÍNEAS AUXILIARES DE REFERENCIA

La longitud de una parte de una pieza a la distancia de dos puntos de guía se señalan en los planos como se muestra en la figura 74, por medio de dos líneas finas de trazo



Figura 74

seguido perpendiculares a la *línea* cuya distancia o longitud se trata de *indicar* //amadas **líneas de referencia** y una línea fina trazada paralela a aquella cuya longitud se trata de *indicar* y cuyos extremos acaban en líneas de referencia en forma de flecha, sobre esta línea que se ama **línea de cota** se indica con un número la longitud de 'a misma.

En los planos con destino a la construcción mecánica, las medidas indican generalmente en milímetros y cuando esto se hace así sobre ; costas o línea de cota, solamente se pone el número de milímetros sin indicar que se trata de estas unidades.

Es también bastante corriente terminar los extremos de las líneas de con dos pequeños trazos a 45° en lugar de flechas, como se muestra en la figura 75.

Otra práctica bastante extendida también es disponer el número que ca la longitud cortando la línea de cota como se muestra en la figura 76.

En la figura 77 se muestra una pieza sencilla con sus medidas indicadas y en la figura 78 el plano acotado, es decir, con las medidas indicadas de esta pieza.

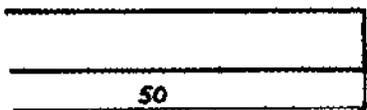
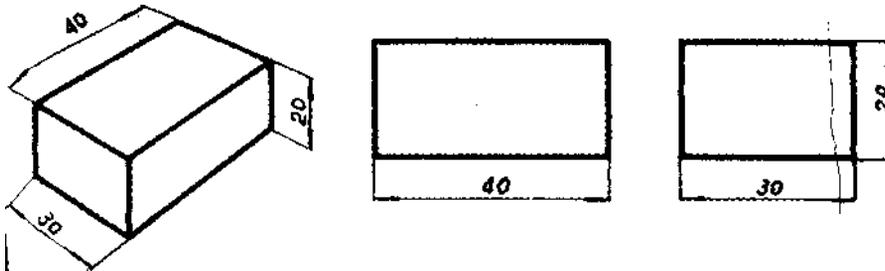


Figura 75





Figuras 77 y 78

CASOS ESPECIALES DE ACOTADO

La forma de indicar las medidas que acaba de ver en el párrafo anterior, se emplea siempre que se puede en los planos, pero, en algunos casos, debido a la falta de espacio en el plano o para una mayor claridad del mismo, se disponen las cotas o medidas de una forma distinta. Los casos más corrientes de estas formas especiales de acotación son los que va usted a ver seguidamente.

Distancias muy pequeñas entre las líneas de referencia.

En el caso en que la distancia entre las líneas de referencia es muy pequeña y no caben las flechas y el número de cota, se emplean distintos sistemas para indicar la medida. Uno de ellos es el que se muestra en la fig. 79 poniendo las dos puntas de flecha por la parte exterior de las líneas de referencia y entre estas líneas el número que indica su medida. Cuando la separación entre las líneas de referencia es tan pequeña que ni siquiera puede ponerse con claridad el número, éste se muestra fuera como se muestra en la figura 80. También una de las

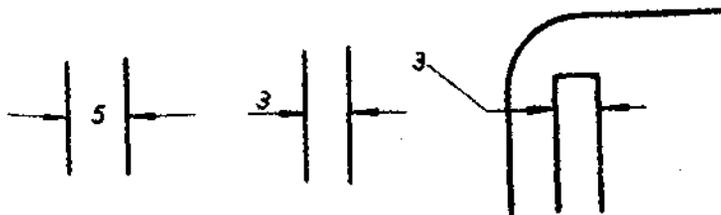


Figura 80

Figura

81

tas de flechas puede prolongarse con línea fina y disponer el número sobre la prolongación de esta flecha como se muestra en la figura 81.

Acotado de superficies cilíndricas vistas de perfil.

En una vista de un plano en que una parte cilíndrica o un taladro se vea de perfil, puede indicar que se trata de un cilindro o de un agujero circular por medio de la cota correspondiente a su diámetro, poniendo delante del número que indica su medida el signo diámetro como se muestra en la figura 82. Por ejemplo, la pieza de la figura 83 podría ser representada en un plano como se muestra en la figura 84, por medio de dos vistas, pero también puede representarse como se indica en la figura 85, con una sola vista e indicando que se trata de un cilindro poniendo delante de la medida del diámetro de 15 mm. el signo diámetro.

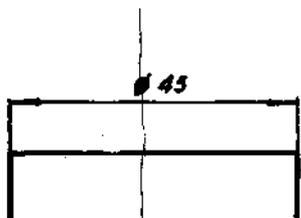


Figura 82

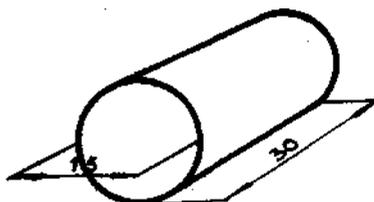


Figura 83

Acotado de radio.

Para indicar la medida del radio de una curva, la línea de cota se dispone según el radio de la curva con el extremo situado en el centro.

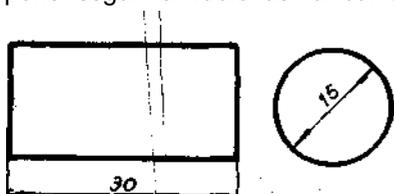


Figura 84

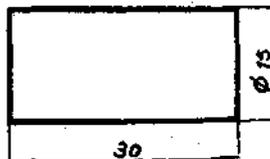


Figura 85

sin flecha y con una punta de flecha en el extremo correspondiente a la curva, vea la figura 86, delante del número que indica la medida se pone la letra R mayúscula; es también corriente poner una r minúscula pequeña a continuación de la medición de la parte superior, como se muestra en la figura 87.

Acotado de diámetros y radios pequeños.

Cuando los diámetros de los taladros o los radios de distintas partes de la pieza representada son muy pequeños en el dibujo, el acotado se hace sacando la línea de cota fuera como se muestra en las figuras 88 y 89.

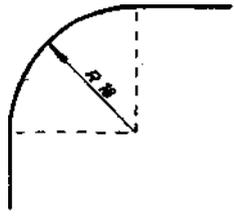


Figura 86

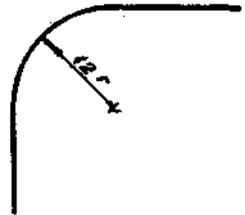


Figura 87

Desplazamiento de las líneas de referencia.

En algunos casos, para dar mayor claridad al dibujo, las líneas de referencia se trazan inclinadas en lugar de perpendiculares a la línea cuya distancia se trata de indicar, como se muestran en la figura 90, en cualquier caso las dos líneas de referencia se trazan siempre paralela una a la otra.



Figura 88

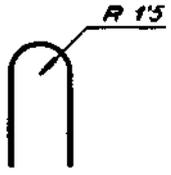


Figura 89

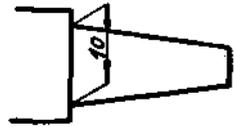


Figura 90

ACOTADO DE ANGULOS

En alguna pieza además de las medidas de longitud es necesario indicar también el **ángulo que forman dos superficies, dos aristas o incluso dos ejes de simetría.**

En estos casos la cota que indica la medida del ángulo es un arco de circunferencia de línea fina, cuyo centro se sitúa en el vértice del ángulo y cuyas puntas de flecha se apoyan bien sea sobre las líneas del dibujo que representan las partes que forman el ángulo, como se muestra en la figura 91, o bien sobre líneas finas de referencia que se di-

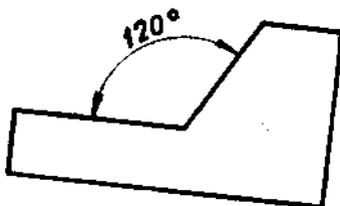


Figura 91

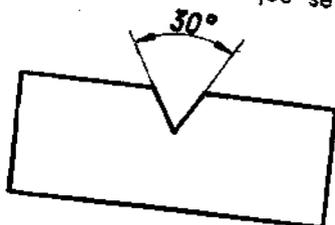


Figura 92

bujan como prolongación de las líneas que representan a estas partes como se muestra en la figura 92. Puede también acotarse un ángulo formado por una línea de la pieza por un eje de simetría como se muestra en la figura 93 y también el ángulo que forma una parte de la pieza con una línea de referencia perpendicular a otra línea o parte de la pieza como se muestra en la figura 94.

En cualquier caso que se indica sobre la cota en grados y minutos y segundos si es necesario, como se puede ver en las figuras anteriores, se refiere siempre al ángulo formado por las dos líneas en que se apoyan las puntas de la flecha.

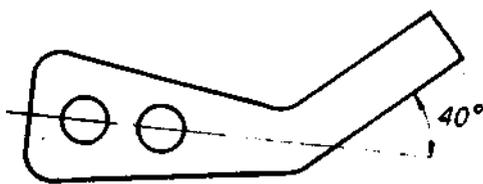
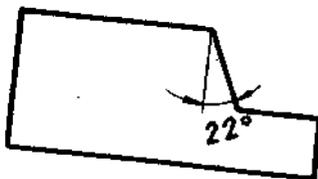


Figura 93



94

Indicación sobre determinados detalles que en el plano resultarían difíciles de acotar, se ponen en forma escrita determinadas indicaciones sobre tales detalles.

Chaflán de 1 a 45°

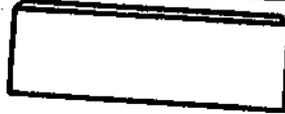


Figura 95

Esto se hace normalmente indicando con una flecha de línea fina el lugar en que se encuentra el detalle, escribiendo sobre la prolongación de esta flecha las indicaciones correspondientes, por ejemplo en la figura 95 se indica el chaflanado de un arista con un chaflan de un milímetro de ancho a 45° de las caras que forman la arista.

También en otros casos se ponen indicaciones de este tipo para simplificar el trabajo de dibujo. En la figura 96 se muestra un ejemplo típico de esto para indicar que en una pieza se han de hacer un número determinado de taladros repartidos uniformemente sobre una circunferencia.

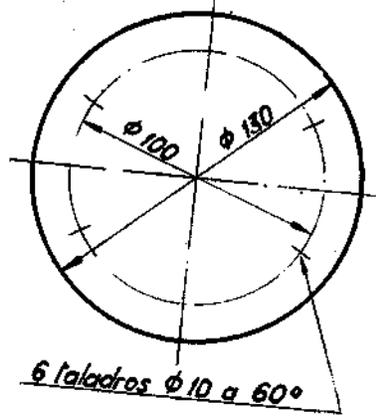
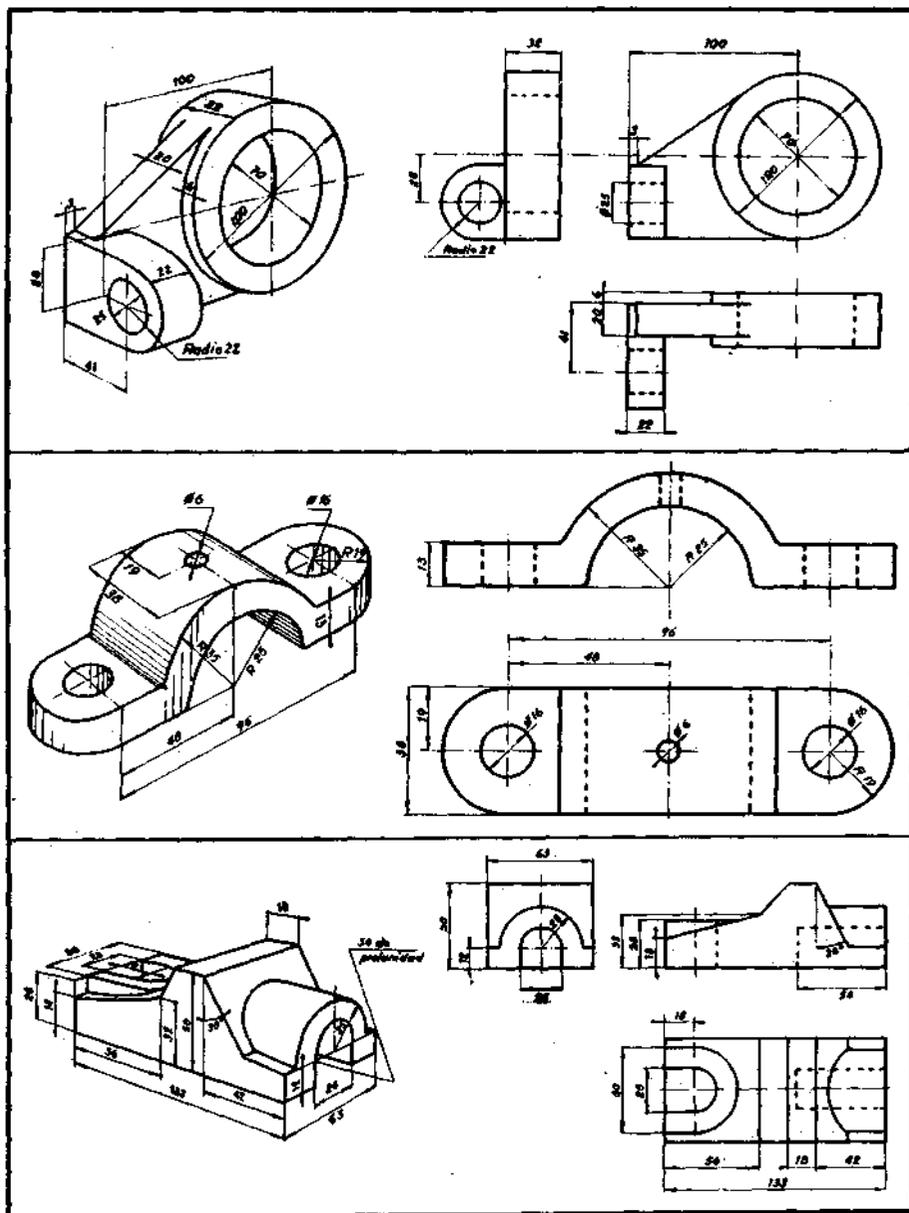


Figura 96.

En las lecciones posteriores verá usted otras aplicaciones de este tipo de indicaciones a la simplificación del dibujo en el caso de acotado de roscas y remache.

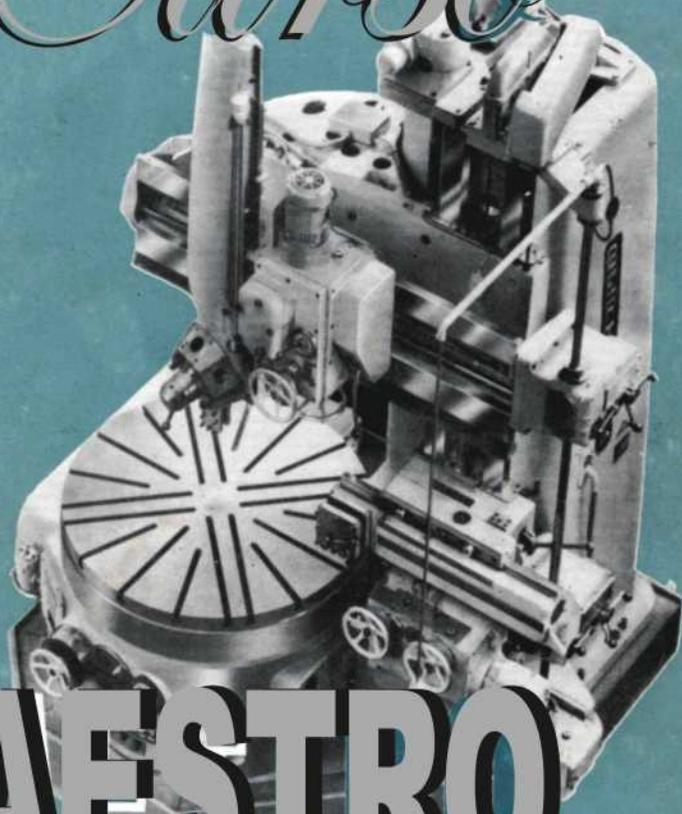
EJEMPLOS DE PLANOS ACOTADOS

En la lámina 7 se muestran los planos debidamente acotados de varias piezas, cuya forma y medidas se presentan al lado de los planos. Estudíese esta lámina con atención y compruebe en ella la aplicación de los distintos sistemas, de indicar las medidas que le han sido enseñados en la presente lección.



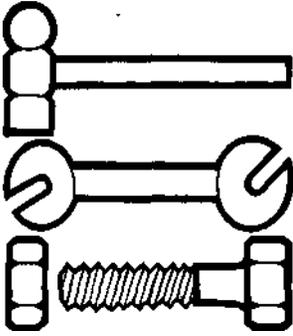
LAMINA 7

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 6



CONOCIMIENTOS GENERALES DE MECÁNICA

LECCIÓN 6

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Al escoger un material para construir una pieza, deben tenerse en cuenta una serie de características o propiedades que lo hagan útil para la función que ha de cumplir dicha pieza. Estas propiedades, claro está, son diferentes para cada tipo de material y es el proyectista el que los escoge atendiendo a los cálculos que previamente haya hecho. Las explicaciones que siguen son para que usted tenga una idea de las diferentes propiedades de los materiales.

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Es la propiedad que tiene los materiales para resistir los esfuerzos que tienden a romperlo o deformarlo cuando éstos actúan sobre el material de una forma determinada. Una pieza está sometida a un esfuerzo de tracción cuando las fuerzas que tienden a romperlas actúan en la misma dirección, pero en sentido opuesto.

Fíjese que en la figura 27 la pieza A está sometida a tracción, ya que tiene que aguantar una polea que sostiene un peso y por la parte opuesta está fijada en el techo. Es evidente que si se aumentara el peso continuamente, la pieza se rompería.

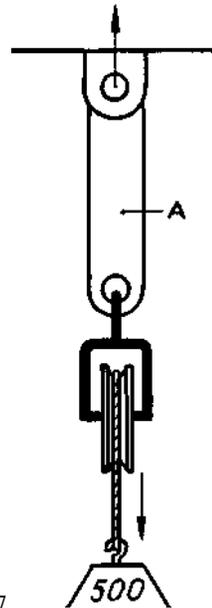


Figura 27

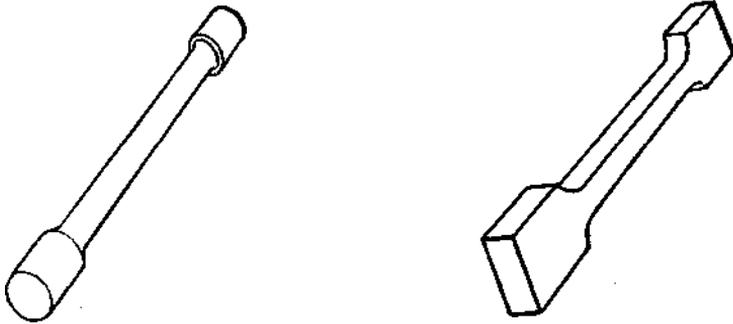


Figura 28

Para saber la resistencia a la tracción que tienen diversas piezas existen máquinas especiales de ensayo en las cuales se coloca un trozo del material a probar de unas dimensiones llamado **probeta**. Esta probeta se somete a una tracción que es ejercida por la máquina y que va creciendo continuamente hasta que rompe la probeta. De esta forma se determina la resistencia a la tracción de los diversos materiales, la cual se da en kilos por milímetro cuadrado que es la carga necesaria para romper la probeta dividido por la sección de la pieza. Así, si se tiene, por ejemplo, una probeta (fig. 28) cuya sección tiene 10mm^2 y ha sido necesario aplicar 600 Kg para probar la resistencia, el resultado

de dividir $\frac{600}{10} = 60 \text{ Kg /mm}^2$ es la resistencia a la tracción; en este caso 60 kilos por milímetro cuadrado.

ELASTICIDAD

Cuando un cuerpo se somete a un esfuerzo, el cuerpo cambia de dimensiones y forma. Usted mismo habrá tenido antes sus ojos muchos ejemplos de este hecho general; una pelota de goma que se aplasta por una presión, una vara que se dobla al someterla a una flexión, la ballesta de un automóvil que se aplanan al cargarlo, una banda de goma

que se alarga al estirarla para rodear un paquete, etc. Aunque no en forma tan visible, esto sucede con todos los cuerpos sólidos cuando se les aplican fuerzas exteriores que producen esfuerzos en ellos; aunque no lo apreciemos a simple vista, las columnas de un edificio se han acortado al recibir ellas la carga que soportan y las vigas se han doblado al poner sobre ellas el peso de los suelos y objetos cargados sobre ellos.

Si los esfuerzos a que se someten los cuerpos no son muy grandes, las **deformaciones** (cambios de forma y dimensiones) producidas en ellos, desaparecen al quitar el esfuerzo; en los ejemplos anteriormente citados la pelota vuelve a su forma esférica, la vara se endereza, la ballesta vuelve a curvarse y la tira de goma se acorta, cuando las fuerzas que los deformaban desaparecen.

A esta propiedad de los cuerpos de deformarse por la acción de los esfuerzos y volver a recuperar su forma al cesar el esfuerzo se le llama **elasticidad**, y un cuerpo que posee esta propiedad se dice que es **elástico**, y a las deformaciones producidas por un esfuerzo que desaparecen al cesar el esfuerzo se les llama **deformaciones elásticas**.

LIMITE ELÁSTICO

Ha visto usted cómo los esfuerzos producen las deformaciones elásticas de los cuerpos y cómo éstos recuperaban su forma primitiva al cesar el esfuerzo que los deformaba.

Sin embargo, no en todos los casos un cuerpo deformado por un esfuerzo, vuelve a su primitiva forma al cesar el esfuerzo. Usted puede doblar un alambre y al soltarlo, el alambre queda doblado, puede aplastar la cabeza de un remache con un golpe de martillo y cuando ya el martillo deja de aplicar la fuerza del golpe, el remache queda aplastado.

Esto es debido a que la elasticidad de los cuerpos es efectiva sólo mientras la magnitud del esfuerzo que produce la deformación no exceda de un cierto valor. Si el esfuerzo es superior a este valor la deformación producida en el cuerpo o una parte de ella no desaparece, cuando deja de actuar el esfuerzo. A esta clase de deformaciones se les llama **deformaciones permanentes** y también **deformaciones plásticas**.

Recibe el nombre de límite elástico de un material el valor del esfuerzo que puede aplicarse a los cuerpos constituidos por este material sin que experimente deformaciones permanentes. El límite elástico es una característica propia de cada material y en algunos varía según el estado de tratamiento térmico y mecánico a que se hayan sometido; así, por ejemplo, el límite elástico de un determinado acero es menor si está recocido que si está templado.

RESILIENCIA

Es la resistencia que ofrecen los cuerpos al romperse por choque; esta propiedad es la contraria de fragilidad, es decir, cuando un cuerpo por ejemplo el cristal, se rompe a causa de un pequeño golpe, se dice

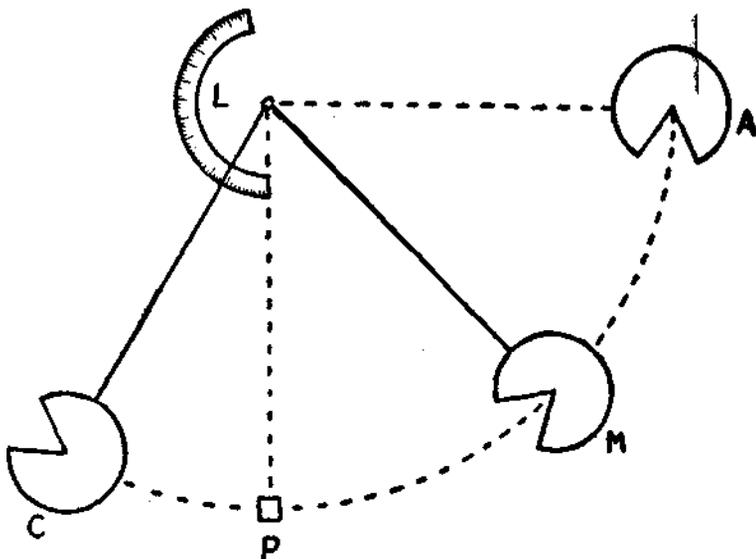


Figura 29

que es muy **frágil**; cuando golpeándolo cuesta mucho de romperse se dice que es un material muy **resiliente**. Para determinar el grado de resiliencia se emplea el péndulo de Charpy, que consiste (fíjese en la fig. 29) en un péndulo con un peso en su extremo que choca contra la probeta a ensayar que está colocada en el punto más bajo del recorrido del péndulo. Para hacer la prueba se deja caer el péndulo desde la posición (A); al caer choca con la probeta (P) el peso de la masa (M) y al romperla sigue su carrera marcando el final sobre la escala (L). La diferencia entre el recorrido del péndulo cuando cae sin encontrar resistencia y el recorrido cuando la encuentra es por la que se deduce la energía residual después de la rotura, determinándose así el grado de resiliencia del material.

COLABILIDAD

Es la propiedad que tienen los cuerpos una vez fundidos de llenar con mas o menos facilidad un molde. Se efectúa la prueba de colabilidad fundiendo el material a ensayar y después se echa en un molde espiral tal como se representa en la figura 30 dentro de

El material se echa por el centro de la espiral y se corre dentro de la espiral parándose en un punto. Según la longitud de espiral que alcanza se dice que el material es más o menos colable.

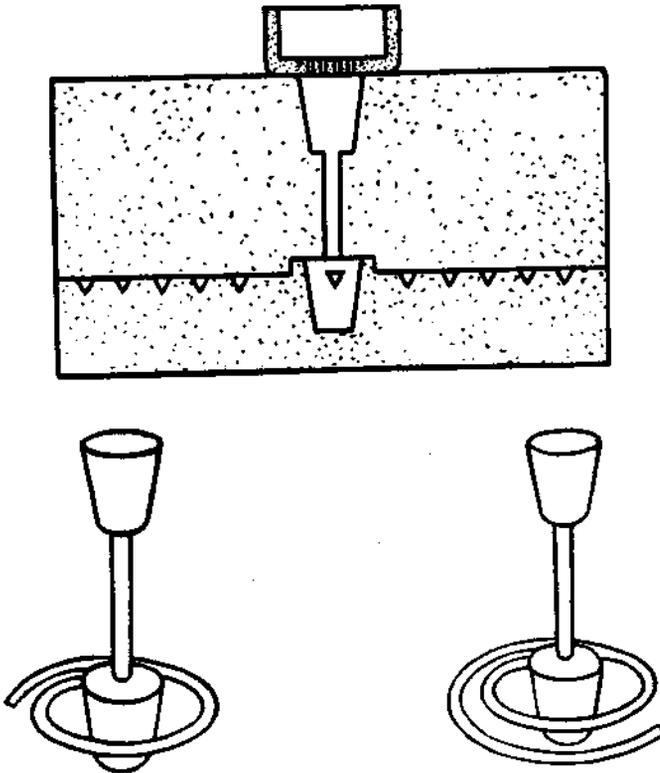


Figura 30

FORJABILIDAD

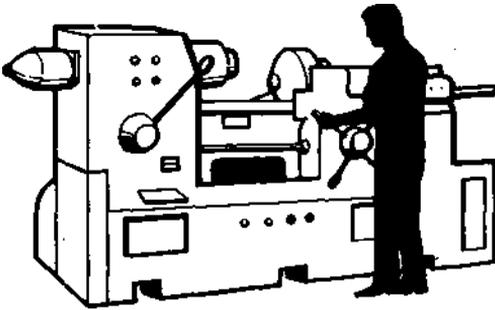
Es la propiedad que tienen los materiales de ser forjados, es decir, de darles forma mediante un golpeado después de calentar el material hasta cierta temperatura.

MALEABILIDAD

Es la propiedad que tienen los materiales de dejarse **extender en láminas** más o menos delgadas.

DUCTIBILIDAD

Es la propiedad que tienen **los cuerpos de dejarse estirar en hilos o alambres.**



PRACTICA DEL TORNEADO

LECCIÓN 6

FIJACIÓN DE PIEZAS DE GRAN LONGITUD

Recuerde usted que en la lección 2 al tratar de la contrapunta se indicó que una de sus principales funciones es la de servir de apoyo para el mecanizado de piezas muy largas que no pueden mecanizarse al aire, debido a su longitud.

Vea en la figura 153 dos piezas de igual diámetro, pero de distinta longitud, sujetas las dos en platos universales, o sea, **al aire**. Observe que el esfuerzo de corte de la herramienta hace flexar la pieza más larga, es decir, la dobla.

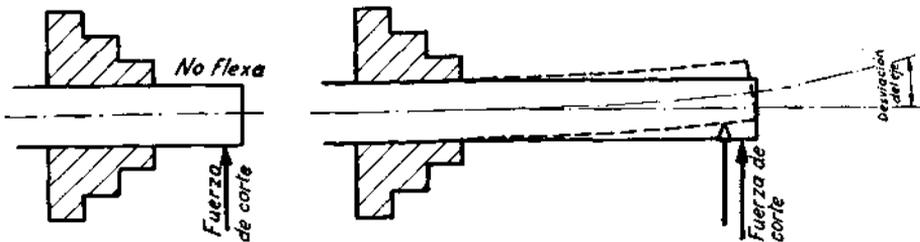


Figura 153. — Dos piezas de igual diámetro, pero distinta longitud sujetas en plato universal. La más larga flexa

- Para una mejor comprensión, suponga que usted tiene sujeta una barra delgada de hierro por un extremo y que por el otro, la empuja; este empuje torcerá la barra, desviándola de su posición inicial. La desviación será tanto más acusada cuanto mayor sea la fuerza que usted haga para empujar la barra. Al mismo tiempo, puede comprobar que a igualdad de fuerza, la barra se dobla más, cuanto más lejos del punto de sujeción se aplique dicha fuerza.

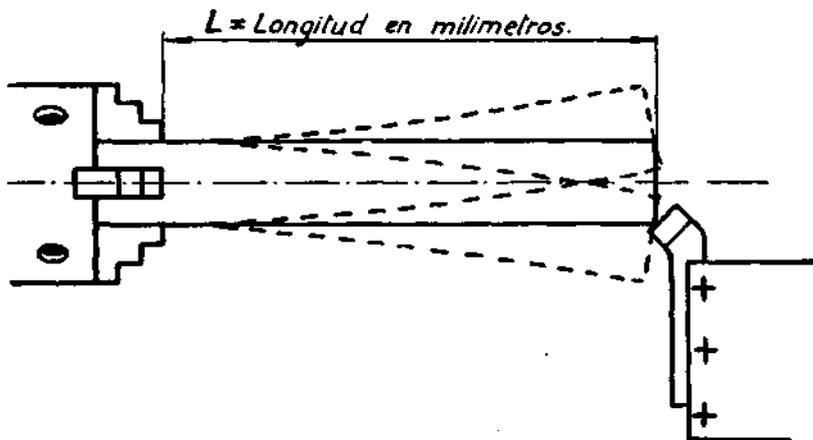


Figura 154. — Fijación al aire excesivamente larga

Vea ahora en la figura 154 la fijación de una pieza al aire (en plato universal) en la que se pretende efectuar una operación de refrentado. Debido a que la superficie a refrentar está excesivamente lejos de la fijación, la pieza flexa al contacto con la herramienta. Para evitar esta anomalía, lo que debe hacerse es procurar que la distancia L sea lo más corta posible.

La distancia L depende siempre, en realidad, del diámetro, pudiéndose establecer de acuerdo con esta relación una norma a seguir para saber cuando la longitud de la pieza será excesiva para trabajarla al aire. Esta norma es la indicada por la fórmula:

$$L_{mm} = 4 \times D$$

es decir, **la distancia en milímetros es igual al resultado de multiplicar el número 4 por lo que mide en milímetros el diámetro de la pieza.**

Observando la figura 155 se acabará de comprender el significado de esta fórmula.

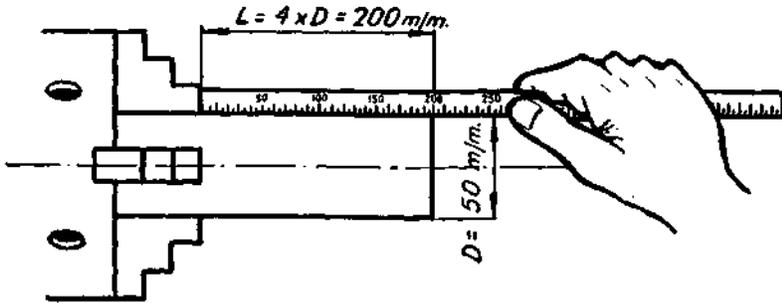


Figura 155. — Determinación de la longitud L

FIJACIÓN DE HERRAMIENTAS

La relación de la distancia o longitud del diámetro puede aplicarse en todos los casos de fijaciones, como, por ejemplo, en la fijación de herramientas. Es por esta razón que, aunque sea salimos ligeramente del tema de la presente lección, damos aquí las normas para las fijaciones de las herramientas de cilindrar y mandrinar, teniendo en cuenta su máximo aprovechamiento y que no se estropeen por flexión.

La norma para las herramientas de **cilindrar** llamado h a la altura es la establecida en la fórmula:

$$L_{mm} = 2 \times h_{mm}$$

o sea, que la distancia L en milímetros es igual al número 2 multiplicado por lo que mide en milímetros la altura (h) de la herramienta en milímetros.

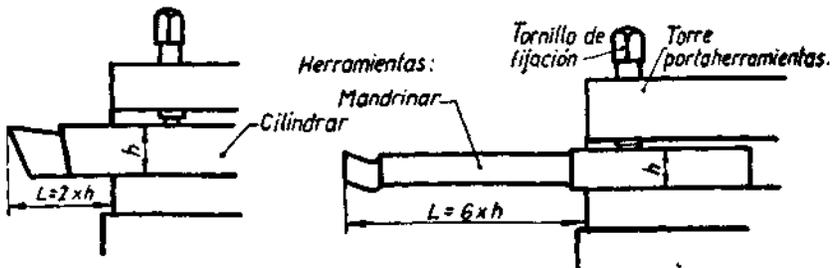


Figura 156. — Determinación de los voladizos para las herramientas de corte

Para las herramientas de **mandrinar** es la indicada en la fórmula:

$$L_{mm} = 6 \times h_{mm}$$

que significa que **la distancia L en milímetros de la herramienta de mandrinar es igual al resultado de multiplicar el número 6 por lo que mide en milímetros la altura (h) de la herramienta.**

Vea representadas gráficamente en la figura 156 las longitudes máximas de las herramientas para sacar de ellas el máximo rendimiento.

Dada su importancia no estará de más reunir los datos que acaba de estudiar en la siguiente tabla:

Longitud L a considerar	Número constante	Dimensiones que se relacionan	Fórmula final
Pieza fijada	4	Diámetro D de la pieza	$L = 4 \times D$
Longitud al aire de la herramienta de cilindrar.	2	Altura h de la herramienta.	$L = 2 \times h$
Longitud al aire de la herramienta de mandrinar.	6	Altura h de la herramienta.	$L = 6 \times h$

ACLARACIONES SOBRE LAS FORMULAS PARA DETERMINAR LOS APOYOS

Interesa señalar que estos datos no son completamente exactos, sino sólo aproximados y resultados de muchas experiencias realizadas por especialistas en fábricas y talleres. Se comprende, pues, que pueden presentarse casos, en que por la naturaleza del material u otra circunstancia tengan que variarse. No obstante, pueden admitirse como normales por encajar en la mayoría de los trabajos.

Por último, cabe indicar que también pueden presentarse casos en los que no haya posibilidad de aplicarse estas fórmulas por la especial forma de la pieza o por otra causa cualquiera. En tales casos, no queda más remedio que hacerlo en la forma que se pueda, si bien tomando las debidas precauciones. Una buena norma a tal respecto es trabajar con velocidades elevadas (si es que lo permiten las herramientas

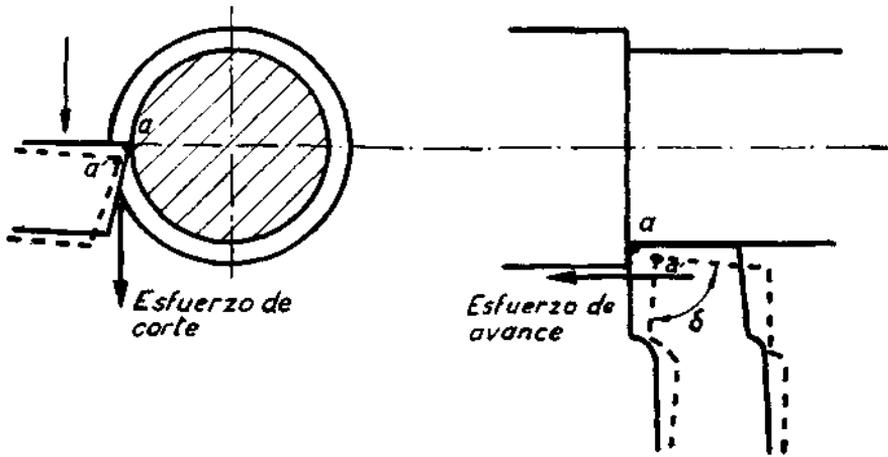


Figura 157.— Los desplazamientos de *a* hacia *a'* producidos por la flexión de la pieza no afectan apenas ni a la altura de la herramienta ni el diámetro torneado.— Herramienta afilada sin ángulo de desprendimiento.— & Ángulo de punta = 86° .

y la pieza), y profundidad de pasada y avance muy pequeños. Además, las aristas de corte deben ser perpendiculares a la superficie mecanizada, tal como se muestra en la figura 157.

LUNETAS

Después de lo dicho queda entendido que las piezas largas pueden deformarse mientras se tornan si no se apoyan con la contrapunta. Hay ocasiones, sin embargo, en las que no hay posibilidad de poder apoyar la pieza con la contrapunta y entonces hay que recurrir a otros accesorios. Uno de estos accesorios son las **lunetas** (1 y 2 de la fig. 158).

Los defectos que pueden sufrir las piezas de excesiva longitud si se montan al aire pueden ser debidas a las siguientes causas:

- a) A) mismo peso de la pieza que la hace flexar y, a veces, vibrar durante el corte.
- b) A la reacción de corte que hace flexar la pieza en rotación y que pueda influir de manera decisiva en que la pieza no siga completamente cilíndrica.

Las lunetas son unos accesorios de soporte de las piezas que evitan



Figura 158. — Torno ECHEA, de Sim Sebastián, en el que se observan claramente las dos lunetas. — 1, Luneta fija. — 2, Luneta móvil

o disminuyen las deformaciones por flexión y permiten un corte normal de viruta sin vibración.

Las hay de dos clases: **fijas y móviles** (1 y 2, respectivamente, de la fig. 158).

Se llaman **lunetas** fijas a las que una vez puestas en la posición adecuada ya no se mueven mientras se ejecuta el trabajo. Las **móviles** son las que se fijan sobre el carro y acompañan, por tanto, a éste en todos sus desplazamientos.-

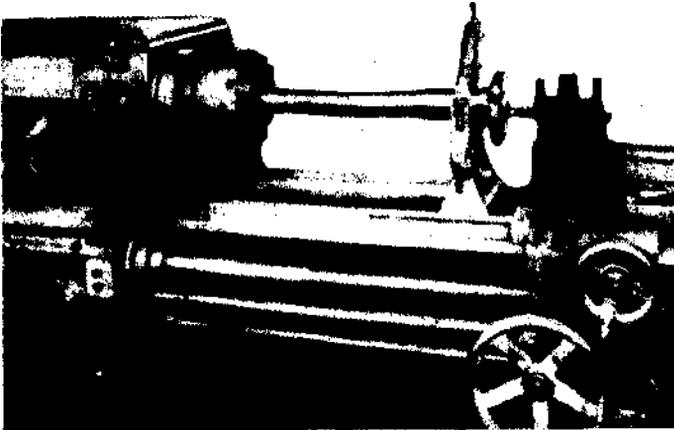


Figura 159. — Refrentando una pieza apoyada en luneta fija

Todos los tornos llevan una de cada tipo. Vea en la figura 158 cómo se fijan: la luneta fija a la bancada mediante una zapata como la de la contrapunta y la móvil mediante unos tomillos en la parte delantera del carro y sobre unos apoyos especiales dispuestos para este fin.

LUNETAS FIJAS

En la figura 159 se muestra un caso de aplicación de la luneta fija; observe que la pieza fijada en un plato universal por un extremo y a la que se va a efectuar una operación de refrentado en el otro, está apoyada por el extremo en el que se va a trabajar en una luneta fija, ya que la pieza es excesivamente larga para poder trabajar al aire, es decir, sin apoyo.

Las dimensiones de la luneta están siempre de acuerdo con la ca-

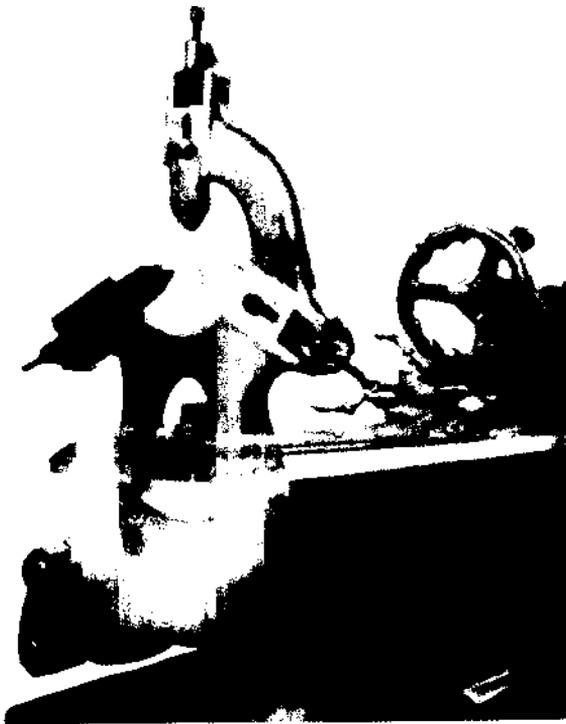


Figura 160. — Tipo de luneta fija para tornos ligeros de poca potencia Modelo CUMBRE 022 (Barcelona).



Figura 161. — Tipo de luneta fija para tornos de mediana potencia Modelo WERMELINGER (Alemania)

pacidad del torno y por consiguiente, el diámetro que admiten de las piezas a soportar es limitado, aunque puede graduarse, desde este máximo hasta un mínimo, mediante unos tornillos de regulación.

En las figuras 160 y 161 se presentan dos tipos de lunetas distintos. El de la figura 160 tiene todo el cuerpo de una pieza y las mandíbulas que sirven de soporte pueden abrirse o cerrarse y luego fijarse. La pieza roza directamente al girar apoyada en ellas.

La luneta de la figura 161 es de un torno de mayor capacidad y potencia que el de la luneta anterior. El cuerpo es de dos piezas, siendo la pieza *rie* la parte superior la que se levanta para dar entrada a la pieza a trabajar, después se cierra y se fija con un tornillo.

En la figura 162 se muestra una luneta de este tipo con el soporte levantado.

Observe que en los extremos de las mandíbulas-soporte van montados unos rodillos sobre los que apoya directamente la pieza. Este tipo de mandíbula-soporte con rodillos es de mucha utilidad y muy ventajoso para trabajar con piezas de peso y a velocidades altas.

A continuación estudiará usted, con detalle, el tipo de luneta fija con apertura del soporte, mandíbulas regulables y tornillos de fijación que acaba de ver en las figuras 161 y 162.

Todas las lunetas son más o menos iguales, por lo que una vez comprendido el funcionamiento de un determinado tipo, fácilmente podrá hacerse cargo del funcionamiento de todos los demás.

Fíjese en la figura 163 en la que se representa detalladamente la luneta vista en la figura 162. Para su estudio la consideramos dividida en dos partes.



Figura 162. — Tipo de luneta fija mostrando la forma en que se efectúa la apertura Modelo CUMBRE 023

- 1.^a Soporte y fijación a la bancada.
- 2.^a Mandíbulas y dispositivos de regulación.

SOPORTE Y FIJACIÓN A LA BANCADA

Siendo el principal objeto de la luneta fija el de servir de apoyo a una pieza fijada en el torno y que gira sobre su eje, se tiene como primera condición de la luneta, que dicho eje debe coincidir con el eje de la luneta (eje A A de la figura 163) para que la forma obtenida sea cilíndrica. Una desviación en el centro de la luneta respecto al eje principal, ocasionaría los mismos defectos que ocasiona el cabezal móvil mal alineado y que usted ya ha estudiado.

La fijación correcta de la luneta viene dada por un prisma pequeño que llevan las bancadas de todos los *tornos* y en el que se encasta la base de apoyo de la luneta. Este mismo prisma es el que sirve de guía (fig. 162) para los deslizamientos de la contrapunta sobre la bancada.

El cuerpo principal (3) es lo que se apoya directamente sobre la bancada de la que se fija mediante la zapata (4) y el tornillo (5), en la forma indicada en la figura.

El soporte o parte superior (6) es la parte que se abre, según ha visto en la figura 162, para poder montar la pieza. Esta apertura y cierre se efectúa mediante un tornillo bisagra (7) y una vez cerrado se fija con el tornillo (8), de forma que quede como si fuese una sola pieza.

La diferencia entre este tipo de luneta y el de la figura 160 es debida solamente a que, por pertenecer a un tipo de torno de mayor potencia, deberá mecanizar piezas de mayor peso y dando también mayores pasadas, por lo que precisa una rigidez absoluta en el cuerpo de la luneta, lo que no tendría en un tipo abierto como el de la figura 160 siendo ésta, no obstante, más que suficiente para tornos de tipo ligero.

En el cuerpo y en el soporte superior *van* alojadas, según se indica en la figura, las tres mandíbulas (9) que son las que en realidad sirven de apoyo a la pieza.

MANDÍBULAS Y DISPOSITIVOS DE REGULACIÓN

Las mandíbulas (9) son las que soportan directamente a la pieza y las que rozan con ella en su movimiento de rotación. Para facilitar este roce llevan encajadas en su extremo unos dados de bronce (1 1) o en otros tipos, según ha visto antes, unos rodillos que giran con la presión de la pieza.

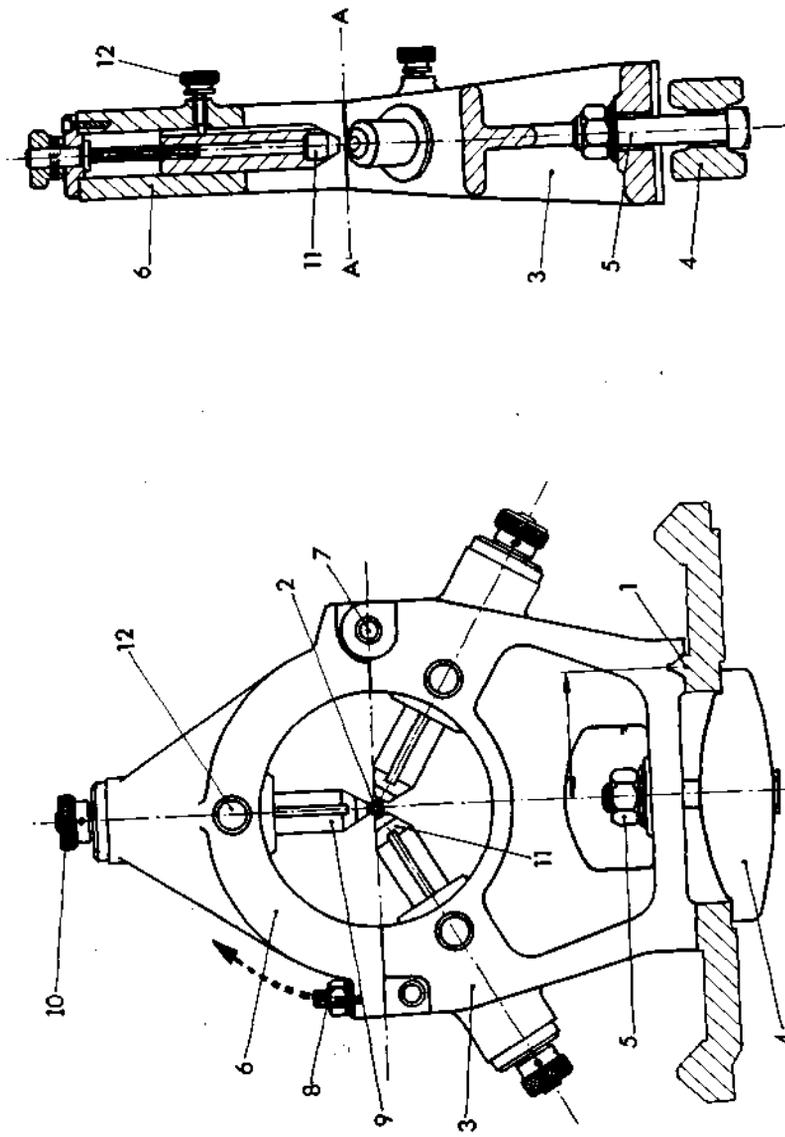


Figura 163. — Modelo de luneta fija de la casa CUMBRE. — 1, Prisma de guía de la luneta. — 2, Eje del torno. — 3, Cuerpo principal. — 4, Zapata de fijación. — 5, Tornillo de fijación. — 6, Soplete superior. — 7, Tornillo bisagra. — 8, Tornillo de fijación. — 9, Mandíbulas. — 10, Mandíbulas. — 11, Dados de regulación. — 12, Tornillos de fijación.

Estos rodillos (fig. 164) tienen sobre los dados de bronce, las siguientes ventajas: no tienen desgaste, no han de engrasarse de forma tan continuada y pueden trabajar a mayor número de revoluciones por minuto. Por el contrario, tienen el inconveniente de que en un momento dado, puede conseguirse mayor precisión con los dados de bronce, ya que los rodillos o cojinetes llegan a tener demasiados juegos entre las bolas y estos juegos producen vibraciones que son causa de desigualdades de acabado y defectos de concentricidad cuando se trata de dos diámetros.

Ya se ha dicho que una misma luneta puede apoyar piezas de diferentes tamaños y, por tanto, de diferentes diámetros. Para ello es necesario que las mandíbulas se separen más o menos del centro según el diámetro de la pieza a soportar.

Este desplazamiento se efectúa con los llamados tornillos de regulación (10 en la fig. 163). Al girar éstos hacen desplazarse la mandíbula en su alojamiento en la misma forma (como puede apreciar perfectamente en la sección de la fig. 163) en que usted vio que se efectuaba el desplazamiento del vástago de la contrapunta.

Al desplazarse las mandíbulas, los tres ejes de las tres mandíbulas deben cruzarse precisamente en el mismo punto en que coinciden con el eje principal, tal como se ve en la figura 163.

Al igual que en la contrapunta, la mandíbula lleva una ranura en toda su longitud en la que se aloja el extremo de un tornillo (12) con el que se evita que la mandíbula gire y al mismo tiempo sirve para fijarla una vez está en posición.

CUIDADOS PARA UNA CORRECTA UTILIZACIÓN DE LA LUNETAS

Para obtener un buen resultado con el empleo de una luneta debe procurarse:

- 1.º Tener perfectamente alineada la luneta con el eje principal.

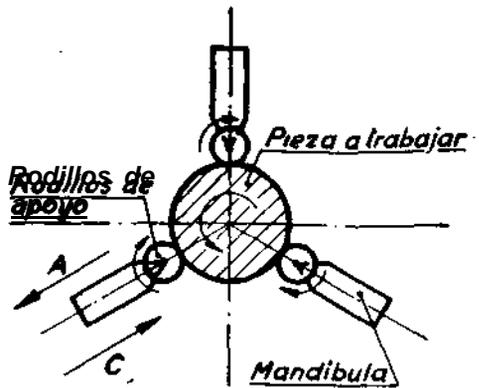


Figura 164. — La pieza al girar por rozamiento, hace girar a los rodillos. — Las flechas A y C indican respectivamente el desplazamiento de aperturas de las mandíbulas para diámetros grandes y el de cierre para los diámetros menores

El no estar bien alineados repercute en la concentricidad de los diámetros trabajados.

2.º Tener correctamente alineados y centrados los ejes de las mandíbulas. Puede comprobarse haciéndolas coincidir con el centro; si no están bien alineados no coincidirán los tres a la vez en el mismo punto.

3.º Apretar las mandíbulas de forma que las tres hagan la misma presión sobre la pieza para que no domine ninguna a las demás. De ser así, significaría una mala alineación de los ejes.

4.º De haber desgaste, comprobar si es igual en las tres mandíbulas e irlo corrigiendo.

5.º Un engrase en las superficies de contacto entre mandíbulas y pieza proporciona un roce más suave y facilita un mejor acabado.

LUNETA MÓVIL

La finalidad de la luneta móvil es la misma que la de la luneta fija, es decir, servir de apoyo a la pieza a mecanizar, pero con la particularidad de que ésta se fija de forma que acompaña a la herramienta en su desplazamiento; es por esta particularidad que se llama móvil.

Se usa sobre todo para trabajar piezas muy delgadas o muy deformables, o sea, las que no soportan el esfuerzo de corte de la herramienta sin deformarse.

Observe en el esquema de la figura 165, la forma en que tienen lugar los esfuerzos de deformación y de qué modo son contrarrestados por las mandíbulas.

Siendo la finalidad de la luneta móvil la de contrarrestar los esfuerzos de corte de la herramienta, se comprende que las mandíbulas de apoyo deben estar colocadas de forma que estén en las mejores con-

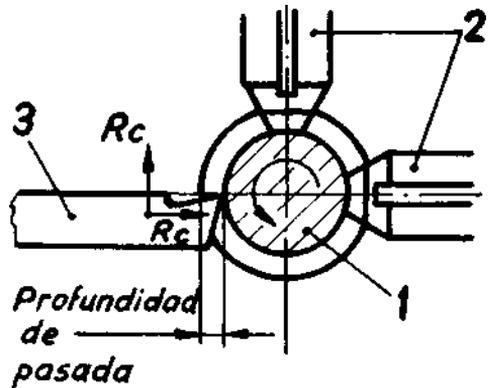


Figura 165. — Esquema de apoyo de las mandíbulas de la luneta móvil. — 1, Pieza a mecanizar. — 2, Mandíbulas. — 3, Herramienta. — Rc, Reacción de corte de la pieza que la deformaría sin el apoyo de las mandíbulas

diciones para poderlo efectuar. Para ello se colocan, a ser posible, enfrente mismo de la herramienta o un poco atrasadas, pero lo más cerca posible.

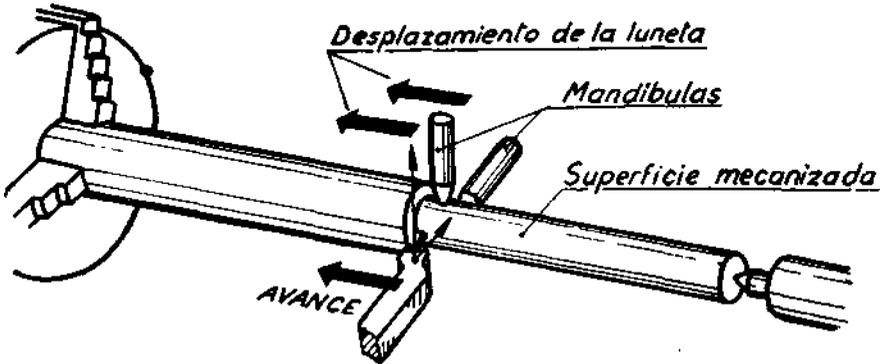


Figura 166. — Desplazamiento de la luneta móvil juntamente con la herramienta

En la figura 166 se muestra cómo se desplazan juntamente las mandibulas y la herramienta, pues ambas van montadas sobre el carro.

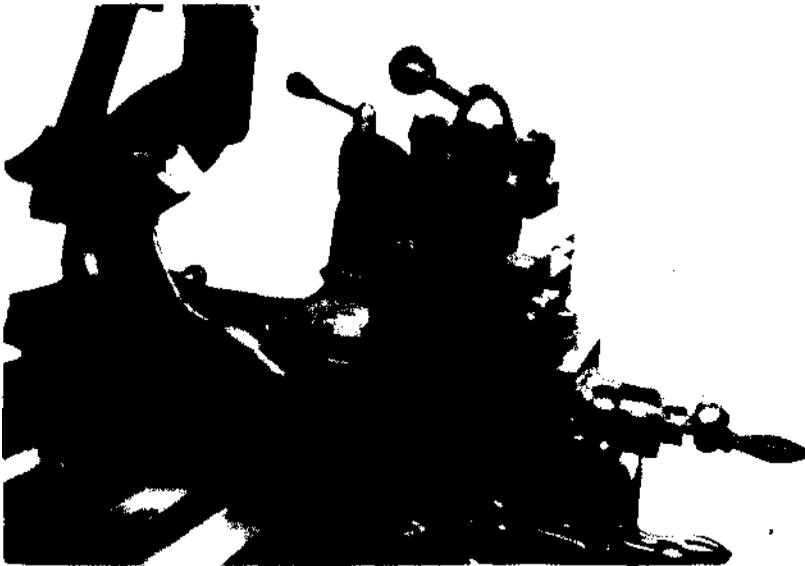


Figura 167. — Luneta móvil Modelo CUMBRE

Compruebe en la figura 158 que la luneta móvil va fijada sobre el carro delante mismo del carrito superior, pudiéndose adelantar éste hasta que la punta de la herramienta queda algo más adelantada que las puntas de las mandíbulas. De esta forma la herramienta al ir delante va cilindrando la superficie de apoyo para las mandíbulas.

Vea en la figura 167 un tipo de luneta móvil, en la que también se aprecia la fijación sobre el carro.

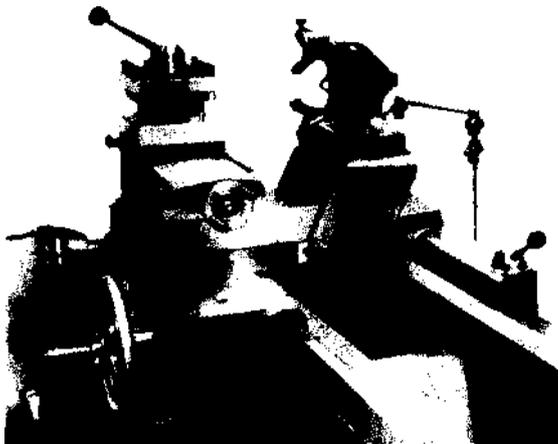


Figura 168. — Luneta móvil desplazable modelo ECHEA, San Sebastián

Otra disposición muy interesante de luneta móvil es la de la figura 168. Esta va montada sobre la parte posterior del carro transversal y lleva sobre la brida de fijación un carrito que permite un desplazamiento longitudinal del cuerpo de la luneta, hasta que se coloca, precisamente, enfrente de la punta de la herramienta.

Por último, en la figura 169, se ve otra luneta de este tipo, capaz de admitir en el torno de 40 CV (Caballos de vapor) en que va montada hasta diámetros de 500 milímetros.

Fíjese en la figura 170 que los elementos de que consta la luneta móvil son casi iguales a los de la fija.

OBSERVACIÓN IMPORTANTE SOBRE EL EMPLEO DE LUNETAS

Tanto en una clase como en otra de lunetas y en general en cualquier modelo de luneta, el apoyo mandíbula-pieza debe efectuarse

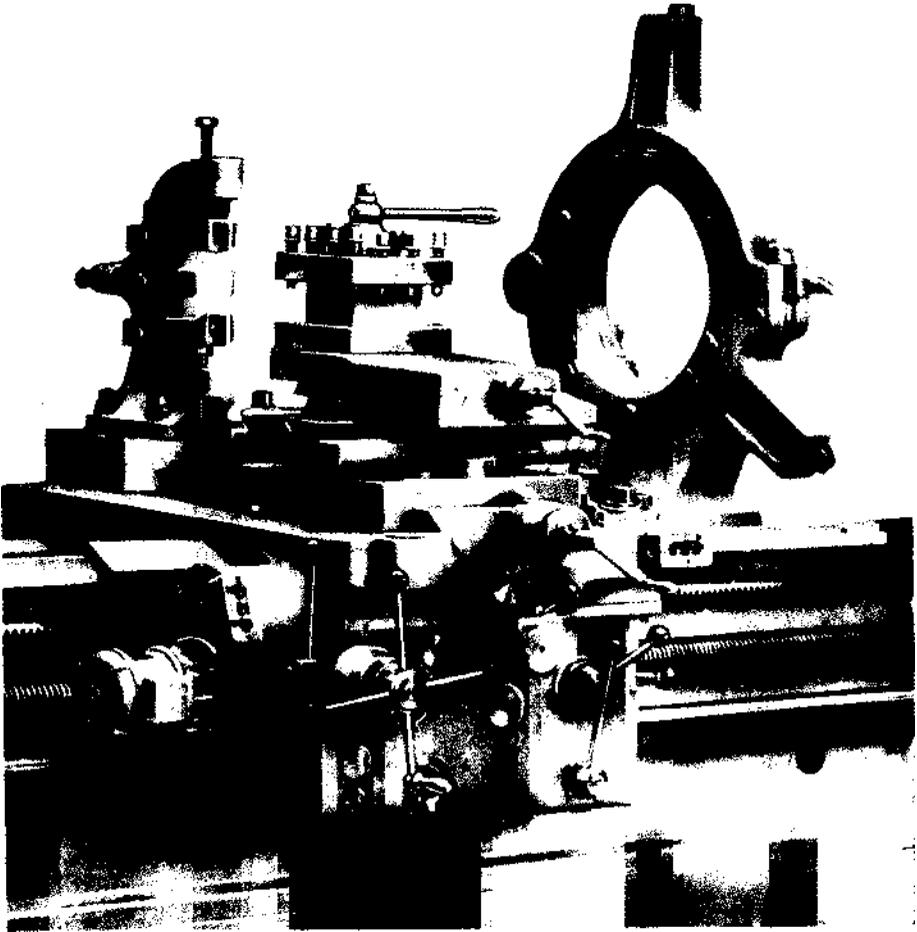


Figura 169. — Luneta fija y luneta móvil desplazable en un torno de gran potencia

siempre sobre superficies torneadas con anterioridad. Nunca debe apoyarse una luneta sobre superficies irregulares, pues lo único que se conseguiría sería doblar o romper la pieza y la herramienta.

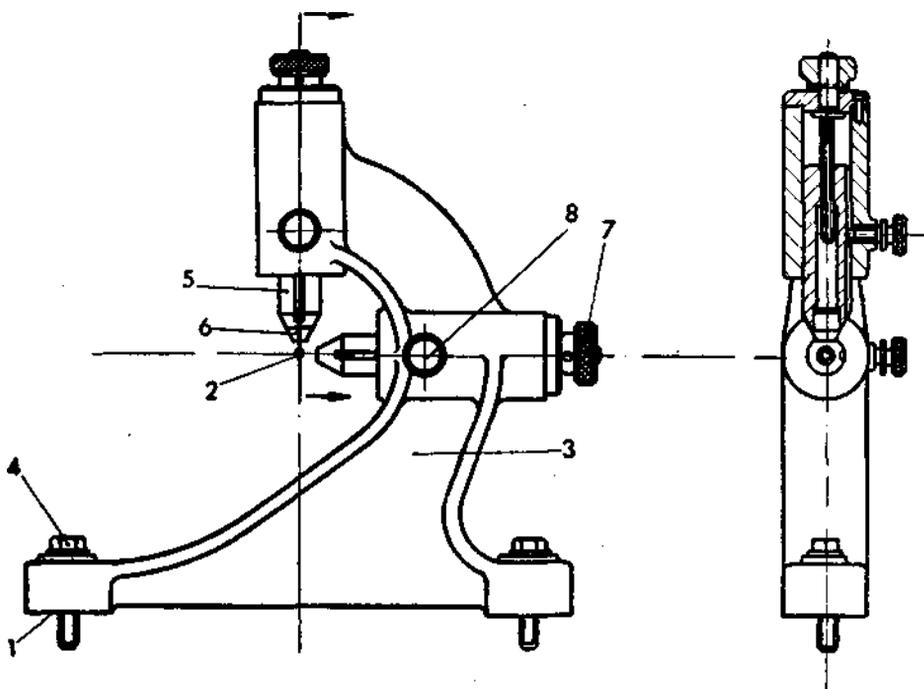


Figura 170. — Modelo de luneta móvil. — 1, Cara de apoyo sobre el carro. — 2, Eje del torno. — 3, Cuerpo principal. — 4, Tornillo de fijación. — 5, Mandíbulas. — 6, Dados de bronce. — 7, Tornillos de regulación. — 8, Tornillos de fijación

Partiendo, pues, de este principio no representa problema el mecanizado de una pieza apoyada en luneta, pues si primeramente se ha cilindrado una zona de apoyo, se regulan las mandíbulas hasta que se haya notado un roce suave sin juego y se podrá continuar el trabajo.

Cuando haya de trabajarse una serie de piezas con este sistema, hay que asegurarse antes de que en todas las piezas se ha dejado la misma medida en el diámetro de apoyo y, además, ha de comprobarse al apoyar cada pieza el ajuste de las mandíbulas. Toda pieza que se mecanice sin hacerse esta comprobación no quedará nunca bien cilindrada.

ZONAS DE APOYO PARA LUNETTA FIJA

Para efectuar un apoyo para una luneta fija se monta generalmente la pieza entre punto y en el lugar elegido para que apoye la luneta, se dan unas pasadas con poca profundidad de pasada y a una anchura aproximadamente el doble de la medida de las mandíbulas. El

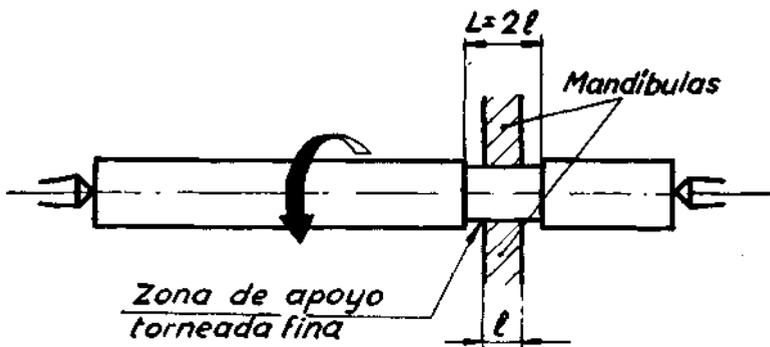


Figura 171. — Superficie de apoyo para luneta fija

diámetro a tornear para el apoyo no tiene ninguna relación con la luneta y depende de la cantidad de material que tenga la pieza, exce-

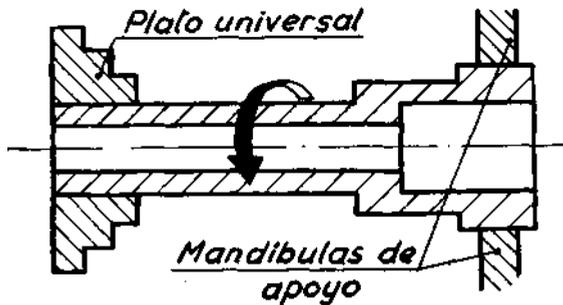


Figura 172. — Mandrinado de una pieza apoyada en luneta

dente, forma, etc. (figura 171). También se trabaja con luneta fija cuando ha de taladrarse, mandrinarse, o en general trabajarse el interior de piezas muy largas (fig. 172).

Siempre el torneado de la zona de apoyo debe hacerse de forma que la superficie queda fina para que el roce sea lo más suave posible.

Para piezas muy largas o muy flexibles puede interesar a veces hacer varias superficies de apoyo para las lunetas. El orden en que se



Figura 173. — Superficies de apoyo sucesivas

efectuarán estos apoyos viene impuesto por la necesidad de evitar la flexión como lo que interesa es reducir la distancia entre apoyos, el orden a seguir será el indicado en la figura 173, para poder ir apoyando lunetas en los sucesivos apoyos que se vayan mecanizando.

MONTAJE DE UN MANGUITO DE CENTRADO PARA LUNETAS FIJA

Se ha advertido antes que no pueden apoyarse nunca las lunetas sobre una superficie irregular, pero puede darse el caso de que no haya más remedio que soportar una barra irregular o bien cuadrada o exagonal.

En este caso se procede de la siguiente manera: se coloca alre-

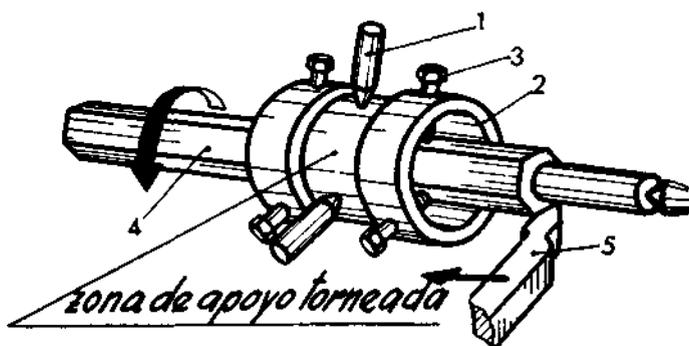


Figura 174. — Manguito de centrado. — 1, Mandíbulas. — 2, Manguito. — 3, Tornillos de fijación. — 4, Pieza. — 5, Herramienta

dedor de la barra, un manguito o anillo, fijado fuertemente con tornillos y se toma la zona de apoyo en la superficie exterior de este manguito (fig. 174).

COMPROBACIÓN DE CENTRADO Y REGLAJE

No siempre ha de tornearse al trabajar la pieza la zona de apoyo de la luneta, puesto que la mayoría de las veces, se utiliza como tal zona una superficie cualquiera ya torneada de la pieza que se ha de mecanizar. Cuando ocurre así es necesario comprobar que al fijar dicha pieza en el torno, va completamente redonda, es decir, que se ha colocado de forma tal, que su eje de giro coincide exactamente con el eje principal del torno. Para este centrado debe siempre comprobarse y graduarse la posición de las mandíbulas de forma que apoyen la pieza precisamente en el lugar indicado.

Este perfecto centrado influye de tal modo en la concentricidad de la pieza, que se recurre para lograr una mayor exactitud a los **comparadores** o **relojes centesimales** (fig. 175).

COMPARADOR O RELOJ CENTESIMAL

Este instrumento de medición (fig. 175) es parecido a un reloj. Al empujar el palpador el vastago (1) se mete hacia adentro y las agujas (3 y 5), señalan en la esfera graduada (2), lo que el vastago (1) se ha introducido. La aguja pequeña

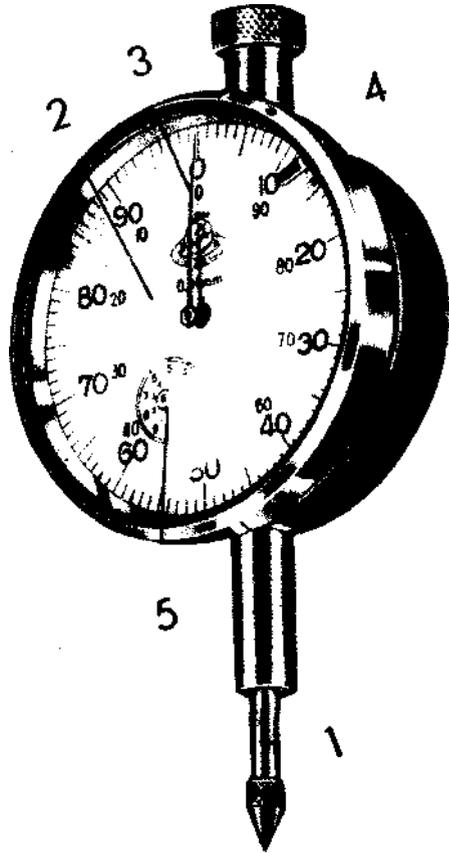


Figura 175. —• Comparador centesimal. 1, Vastago de toma de medida. — 2, Esfera. — 3, Aguja indicadora. — 4, Tornillo de regulación. — 5, Aguja que señala los milímetros

(5) señala los milímetros y la aguja grande (3), señala las décimas y centésimas.

Sirva de ejemplo la figura 176; compruebe que las agujas indican que el palpador al ser empujado ha recorrido 2 mm y 37 centésimas, es decir 2,37 mm.

Algunos comparadores permiten apreciar hasta milésimas de milímetro.

El tornillo de regulación 4 (figura 175) sirve para colocar las agujas de la esfera en el cero (0). Al girar el tornillo (4), se mueven las agujas como las de un reloj, hasta ponerlas en el lugar que se desea.

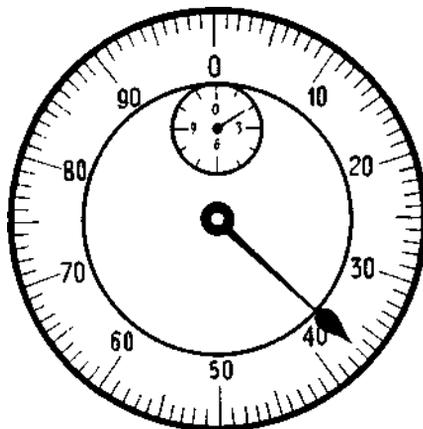


Figura 176. — Esfera de comparador.
notando una medida

CENTRADO DE LA PIEZA Y REGLAJE DE LA LUNETAS CON EL COMPARADOR CENTESIMAL

Observe en la figura 177 cómo se efectúa el centrado de la pieza y el correspondiente reglaje de la luneta. Una vez fijada la pieza (1) en el plato universal (7), y montada la luneta, se procede a la comprobación del centrado con el comparador (3).

El comparador (3) se monta en el extremo de una varilla (8) que a su vez es fijada en un soporte (5), que se coloca en la torre portaherramientas. Se hace avanzar el carro según las flechas A de forma que el palpador (6) del comparador roce con toda la longitud de la pieza.

Suponga usted que la pieza está bien cilíndrica y que, como se ha dicho repetidas veces, el eje principal es perfectamente paralelo a la bancada, que es la que por medio del carro guía el comparador. Si la aguja del comparador señala siempre la misma graduación, es que la pieza está perfectamente centrada. Si, por el contrario, la aguja oscila en un sentido o en otro, significa que una parte excéntrica de la pieza, al no estar centrada, ha empujado el palpador hacia arriba, indicando la importancia de descentrado de la pieza.

Observe en la figura 177 que se ha señalado una variación de

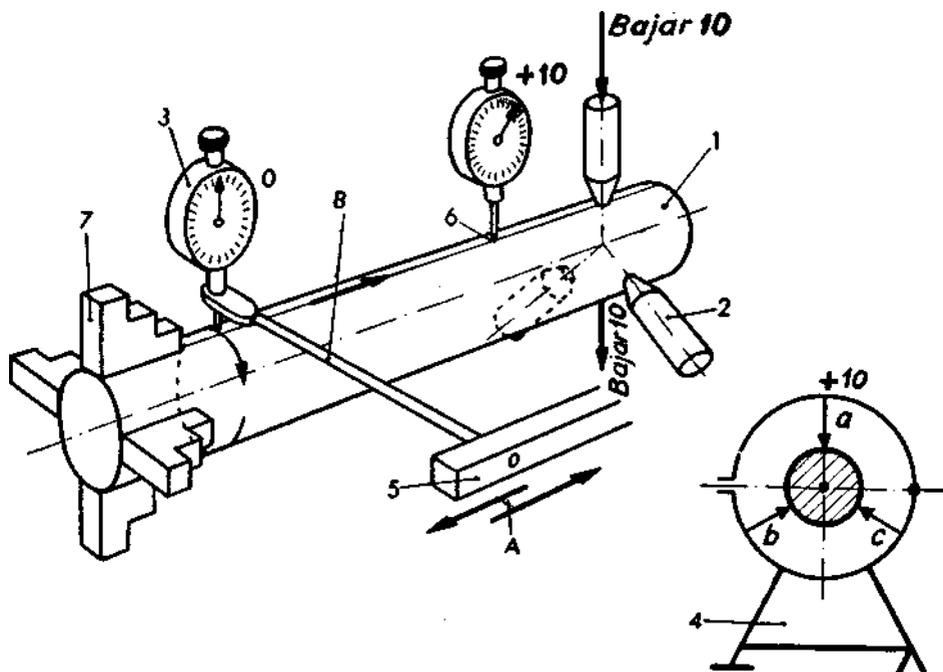


Figura 177. — Centrado con el comparador de una pieza apoyada en luneta. — 1, Pieza a centrar. — 2, Mandíbulas. — 3, Comparador. — 4, Esquema de la luneta. — 5, Soporte del comparador. — 6, Palpador. — 7, Plato universal. — 8, Varilla de fijación del comparador. — A, Desplazamiento del comparador. — a, b, c, Mandíbulas a reglar

10 graduaciones o centésimas en el extremo de la luneta; como esta variación es en más, quiere decir que este extremo es más alto que el otro. Lo que debe hacerse es aflojar y bajar las mandíbulas b y c, así como también bajar la mandíbula a hasta lograr una posición tal que el palpador del comparador no haga oscilar la aguja en ninguna de las posiciones en la que se comprobará en toda la longitud de la pieza.

Como es fácil comprender, la importancia de este reglaje debe estar siempre de acuerdo con la precisión que interese conseguir, pues mientras en unas piezas deberá centrarse a cero (0), en otras puede admitirse un salto más o menos grande.

APOYO PARA LUNETA MÓVIL

Ha estudiado que la luneta móvil se monta en el mismo sitio del carro transversal o longitudinal. Por consiguiente, la posición de la herramienta en relación con las mandíbulas se regula mediante el carrito superior portaherramientas y también en las lunetas del tipo de las figuras 168 y 169, desplazando ligeramente su posición hasta encajarlas con la herramienta.

El torno debe reglarse para que torne bien cilíndrico, pues las lunetas que siguen exactamente la línea de la bancada, en caso de estar el eje mal alineado, llegaría un momento en que no harían apoyo, ya que se habrían separado de la pieza.

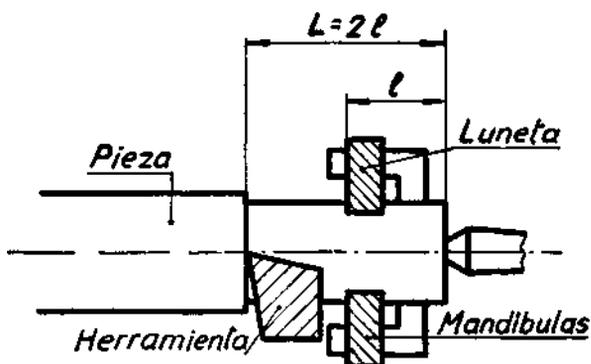


Figura 178. — Mecanizado de una zona de apoyo para luneta móvil

La superficie de apoyo para la luneta se hace siempre cerca del contrapunto del diámetro que se desee.

Debe tenerse siempre en cuenta que la herramienta ha de ir abriendo siempre el paso a la luneta; por tanto, los apoyos deben ser de una longitud tal, que permitan colocar la herramienta y las mandíbulas, fíjese a tal respecto en la figura 178.

Para trabajar con este tipo de luneta, tiene mucha importancia el que se engrasen abundantemente los dados de las mandíbulas para facilitar la evacuación de las virutas que van saliendo continuamente y refrigerar la pieza.

MONTAJES MIXTOS

También puede darse el caso de montajes mixtos, es decir, un trabajo en el que sea necesario utilizar los dos tipos de luneta. Para la preparación de las zonas de apoyo, cuando hayan de construirse se procede igual que se hacía por separado, pero empezando por los de la luneta fija.

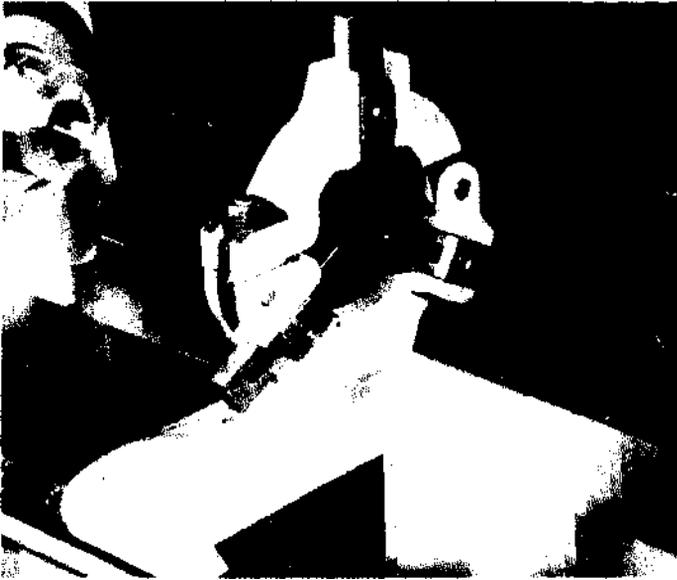


Figura 179. — Luneta fija. - Torno inglés de precisión HARDINGE

Vea, por último, en las figuras 179 y 180 los dos tipos de lunetas de un pequeño torno de precisión, con una disposición muy original de la luneta móvil.

TORRE PORTAHERRAMIENTAS

Es sabido que la torre portaherramientas es la parte en donde se fijan las herramientas, mediante unos tornillos, par poder efectuar las operaciones de corte.

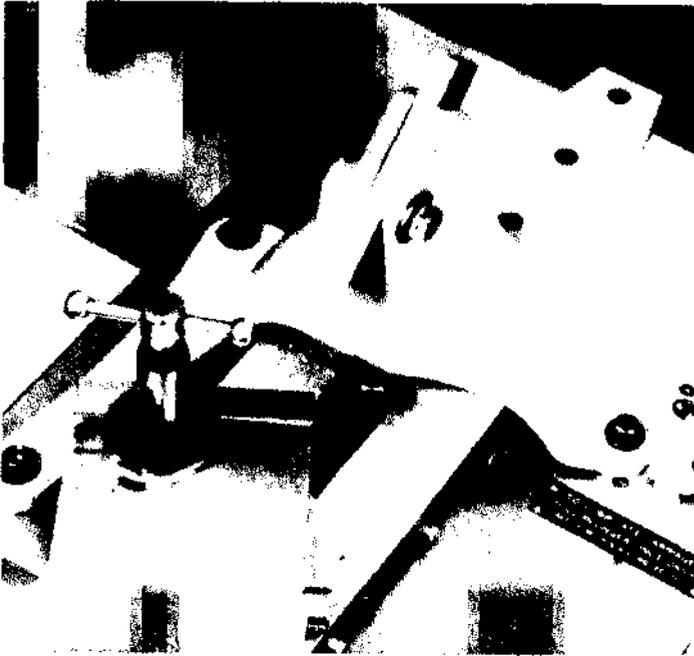


Figura 180. — Luneta móvil. - Torno inglés de precisión HARDINGE

La torre portaherramientas ha de reunir la condición de procurar un buen asiento a la herramienta, es decir, un asiento sobre una base bien plana y muy rígida.

En los tornos de calidad, la superficie de apoyo de la herramienta está rectificadas y toda la pieza se ha sometido a una fase de endurecimiento (temple) para evitar que el continuo esfuerzo que sobre ella hace la herramienta al resistir el esfuerzo de corte, llegue a producir desfondamientos del material de la base de la torreta, lo que en definitiva haría que al perder la planitud inicial, las herramientas no tuvieran buen asiento y no trabajaran en buenas condiciones. Observe en la figura 181 la torre portaherramientas de un torno, provista de una disposición muy interesante para poder colocar una herramienta en una torreta posterior.

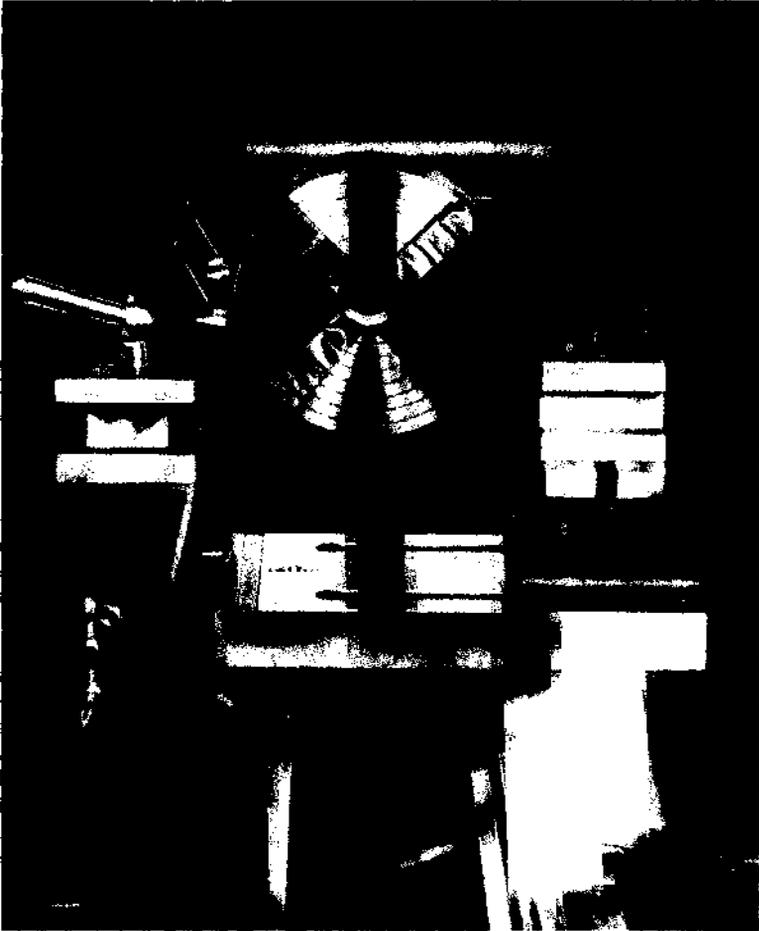


Figura 181. — Vista detallada de una torreta portaherramientas en un torno con disposición de torreta trasera

DIMENSIONES DE LAS HERRAMIENTAS

Al estudiar las herramientas se indicó que estaban formadas, en principio, por dos partes principales: el cuerpo o mango y la cabeza de corte.

Todos los fabricantes de herramientas de torno las fabrican a unas

medidas determinadas, es decir, puestos todos de acuerdo en normalizar dichas medidas, llegaron a la conclusión de que era conveniente unificar las medidas de los mangos de las herramientas para poder montarlas en cualquier marca de torno. Vea en la figura 182 una herramienta de cilindrar en la que se puede apreciar con claridad el cuerpo de la misma o mango.

En el croquis de la figura 183 se muestra la forma en que queda instalado el mango en la torre portaherramientas. Las dimensiones de los mangos de las herramientas más corrientes son:

Para tornos hasta 2 CV de potencia = h (altura) = 16 mm.

Para tornos hasta 6 CV de potencia = h (altura) = 20 a 22 mm.

Para tornos hasta 10 CV de potencia = h (altura) = 25 mm.

Usted ha de tener en cuenta que el filo de la arista de corte se halla casi siempre a una altura igual que la cara superior del mango de la herramienta, y que, por lo tanto, cuando se proyecta un torno de una potencia determinada, esta potencia determina las dimensiones de los mangos de las herramientas, es decir, están calculados, y los mangos, a su vez, determinan la cota h de la figura 183. Así, pues, siguiendo la aproximada equivalencia de potencia que se ha establecido anteriormente, se tiene que una herramienta de mango de 16 mm, puede colocarse en cualquier torno que tenga una potencia igual o inferior a 2 CV, en la seguridad de que quedará centrada sensiblemente, o sino, habrá que calzarse por su parte inferior con algún suplemento delgado, pero en ningún caso quedará más alta.



Figura 182. — Herramienta de cilindrar en la que se puede apreciar el cuerpo o mango

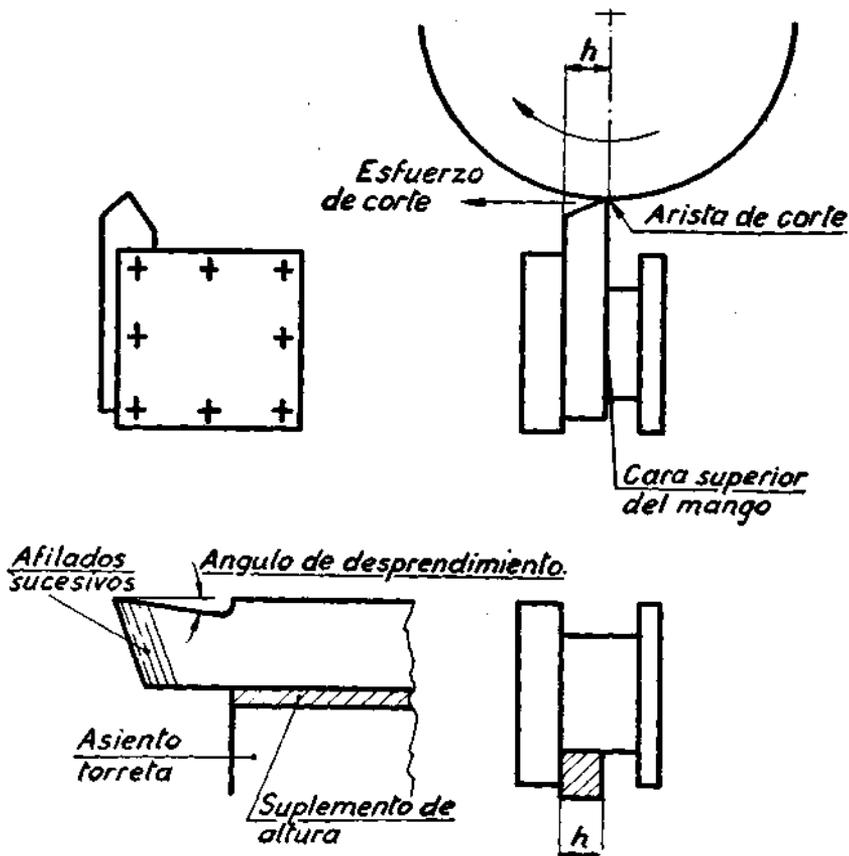


Figura 183. — Dimensiones del mango de la herramienta. — h = altura del mando.

Asimismo se podrá trabajar con la seguridad de que la potencia de corte del motor resistirá perfectamente la herramienta elegida.

Como es fácil suponer, al ir afilando la herramienta, la punta de corte va disminuyendo debido a la inclinación del ángulo de desprendimiento de virutas, pero esta diferencia de altura puede irse ganando, como se ha dicho, colocando suplementos de altura entre el asiento de la torreta y el mango de la herramienta.

TORRES PARA HERRAMIENTAS SENCILLAS

Las torretas portaherramientas pueden clasificarse en tres grandes grupos: sencillas, múltiples y especiales.

Se entiende por torre portaherramientas sencilla o simple la que solamente tiene capacidad para una sola herramienta. A las torres por-

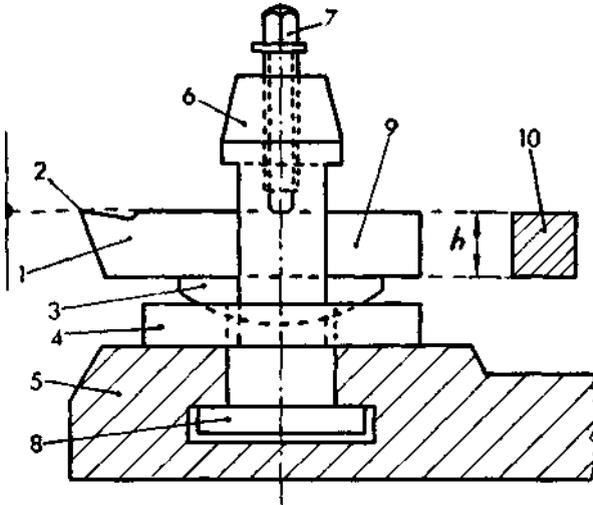


Figura 184. Soporte simple para herramienta.— Fijación con un solo tornillo.— 0, Centrado del torno.— 1, Cabeza de corte.— 2, Filo.— 3, Brazo oscilante.— 4, Arco del soporte.— 5, Carrito superior.— 6, Soporte de la herramienta.— 7, Tornillo de fijación.— 8, Reborde de apriete del soporte.— 9, Mango de la herramienta.— 10, Sección del mango.

taherramientas de este tipo se les llama también soportes. El croquis de la figura 184 corresponde a uno de estos soportes, en los que la herramienta queda fijada con un tornillo o dos, según las dimensiones, y en las que la base oscilante puede situarse de forma que levante o baje la punta de la herramienta hasta la altura conveniente.

INCONVENIENTE DE LAS TORRES PORTAHERRAMIENTAS

Estos soportes tienen el inconveniente de que por ser únicamente para una sola herramienta, cuando han de efectuarse varias operaciones

en una pieza es necesario cambiar continuamente la herramienta. Actualmente sólo la llevan los tornos muy sencillos o los dedicados a fabricar grandes series de piezas por operaciones separadas. Vea en la figura 185 una herramienta fijada en un soporte de este tipo.

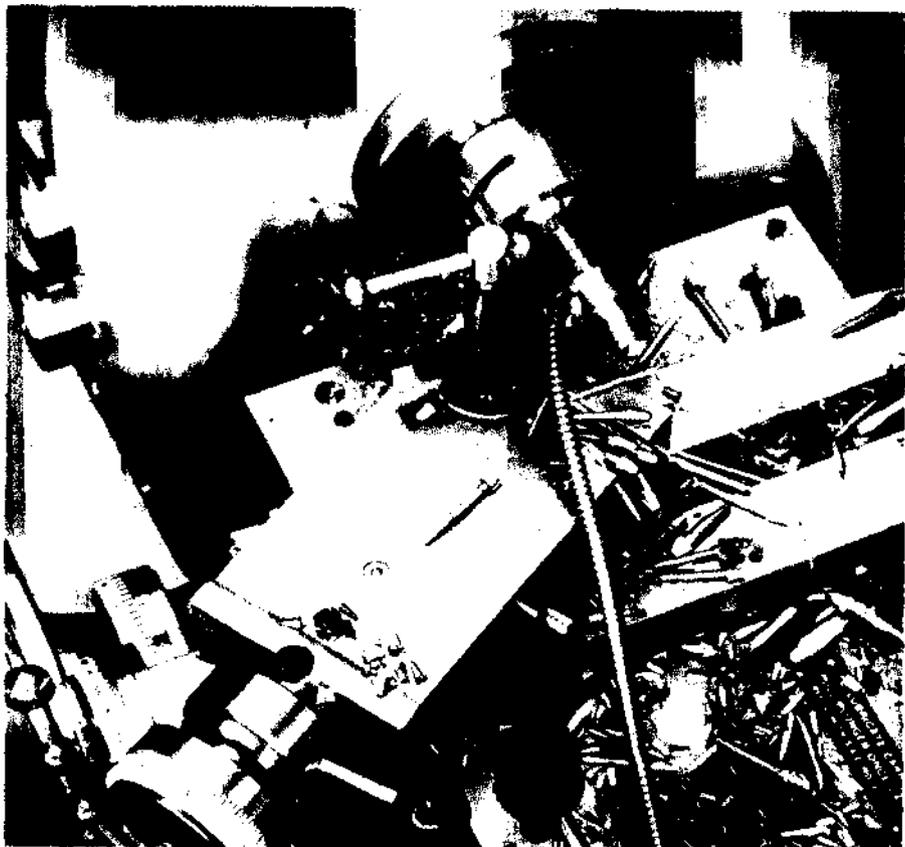


Figura 185. — Trabajo por operaciones con soporte simple y fijación de la pieza por pinza.

TORRE PORTAHERRAMIENTAS MÚLTIPLE

Este tipo de torre portaherramientas es el que ahora llevan montada la inmensa mayoría de los tornos, con algunas ligeras variantes que han ido introduciendo los distintos fabricantes.

En las torretas múltiples pueden montarse hasta cuatro herramientas (fig. 186) iguales o distintas según convenga para un trabajo determinado, con la ventaja sobre la torreta simple, de que una vez colocadas y fijadas, basta un simple giro de la torreta para poner en situación la que más convenga.

Esta gran facilidad de colocación permite que una vez puesta una determinada, herramienta, ya no hay necesidad de quitarla si no es para reafilarse.

También para fabricación de piezas en serie tiene mucha aplicación, pues pueden efectuarse varias operaciones en una sola fijación de pieza, al disponer de varias herramientas.

Otra de las ventajas de estas torretas es la de que a pesar de que para hacerla girar ha de aflojarse una vez puesta en posición, puede volver a fijarse con la seguridad de que cuantas veces se mueva y se vuelva a fijar quedará exactamente en la misma posición.

En la figura 187 se muestra una torre de este tipo de un torno de la marca ERNAULT, de Batignolles (Francia). Observe que la torreta va apoyada contra un tope, el cual permite que quede siempre en la misma posición y, por tanto, la punta de la herramienta en la misma posición con respecto del eje del torno.

Para facilitar el giro, se afloja la manivela y se da media vuelta al botón, de manera que entonces éste ya no dificultará el paso de la torreta.

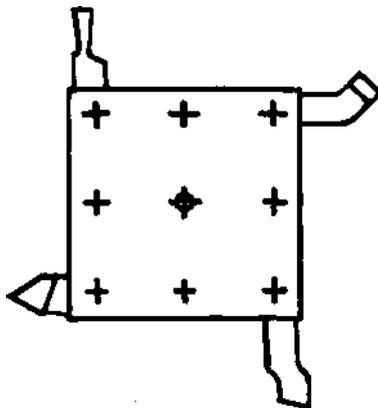


Figura 186. — Montaje de cuatro herramientas en una torreta múltiple.

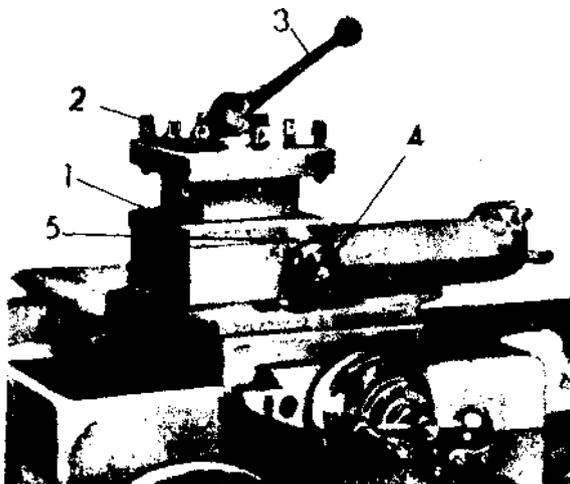


Figura 187. — Torre múltiple con dispositivo de tope. — 1, Asiento de la herramienta. 2, Tornillos de fijación. — 3, Manivela de fijación de la torreta. — 4, Botón de tope. — 5, Valona contra la que hace tope la torreta.

También la casa CUMBRE de Barcelona ha solucionado este problema de la fijación de la torreta de una forma sencilla y segura. Fíjese en la figura 188.

La torreta lleva en su parte inferior unas muescas en las que se clava un trinquete alojado en la cara superior del carrito superior. Ambas caras, la de la muesca de la torreta y la del trinquete, hacen tope clavando la torre en una determinada posición. En otro de sus modelos, al aflojar la manivela de la torre, automáticamente ésta da un cuarto de vuelta situándose en la posición siguiente y volviendo a fijarla seguidamente.

TORRETAS POSTERIORES

La moderna fabricación de piezas en serie acelera la aparición de nuevos métodos de trabajo y de nuevos accesorios que tienden a aprovechar cada vez más el trabajo de cualquier máquina. Así, en el torno se han ido adoptando dispositivos más o menos ingeniosos, pero muy prácticos todos a fin de sacar el máximo rendimiento de la máquina.

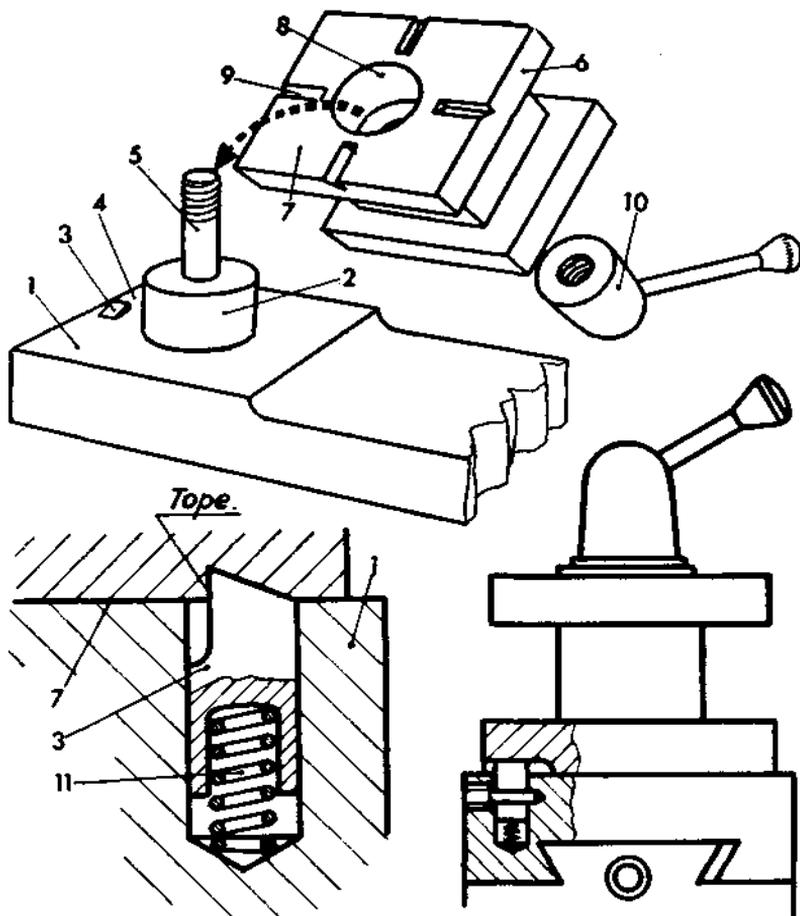


Figura 188. — Dispositivo de anclaje de la torreta en los tornos CUMBRE. — 1, Carrito superior. — 2, Botón de centrado de la torreta. — 3, Trinquete de anclaje. — 4, Base de apoyo para la torreta. — 5, Tornillo para fijación de la torreta. — 6, Torre portaherramientas. — 7, Base de apoyo de la torreta. — 8, Encaste de centrado. — 9, Muecas de anclaje. — 10, Manivela de fijación. — 11, Muelle.

La fabricación de piezas en grandes series ha especializado a los operarios y a los puestos de trabajo para una determinada tarea, de ma-

ñera que al especializarse, se adquiere una máxima habilidad que permite fabricar un máximo de piezas por unidad de tiempo.

La tendencia es, pues, lograr, con estos tipos de torno cilíndrico de múltiples aplicaciones mediante la inclusión de nuevos dispositivos,

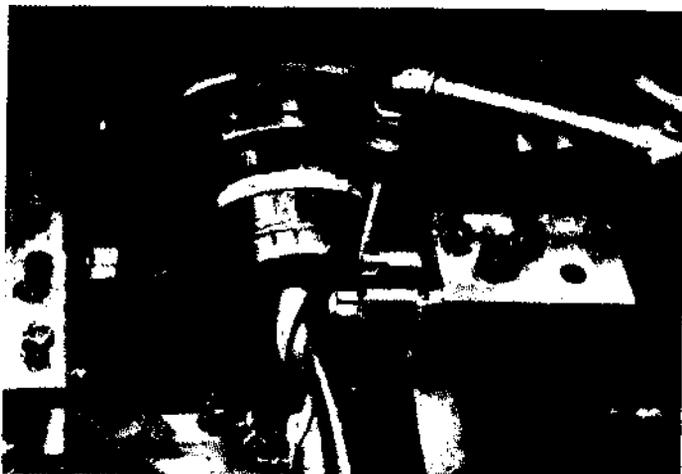


Figura 189. — Torneando un piñón en un torno SOMUA

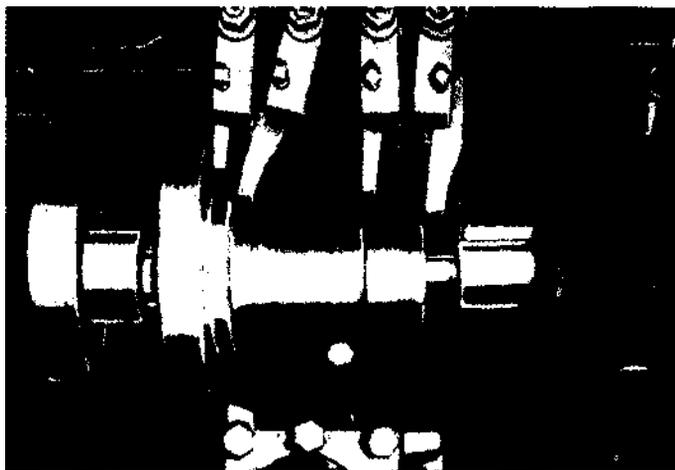


Figura 190. — Portaherramientas múltiple torneando un eje.

que su producción sea lo más elevada posible. Con el trabajo por operaciones se pretende efectuar un máximo de trabajo en una sola fijación de la pieza.

Esto dio lugar al acoplamiento en muchos de los tornos más o menos modernos, de las llamadas **torretas posteriores**. Estas torretas son del tipo de las sencillas, pero al ir montadas en la parte posterior del carro transversal, permiten montar tres o cuatro herramientas, que, junto con las montadas en la torre principal y eventualmente alguna otra en la contrapunta, convierten a cualquier torno cilíndrico en una máquina de gran producción. Vea en las figuras 189 y 190 dos ejemplos de trabajo combinado con las dos torretas y en la figura 189, además con una broca montada en la contrapunta.

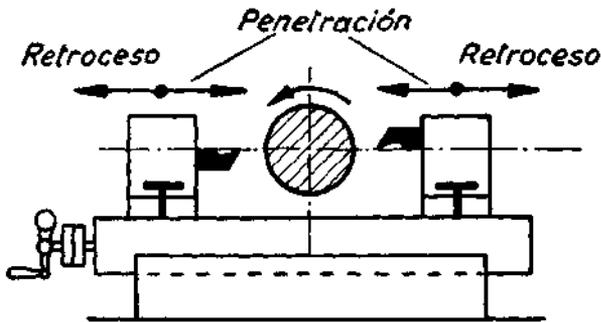


Figura 191. — Representación esquemática de las dos torretas y sus desplazamientos.

Observe, no obstante, que las herramientas de las torretas posteriores van montadas al revés de las colocadas en la torreta anterior (fig. 191), para aprovechar el mismo sentido de giro del eje.

Asimismo, por ir montadas sobre el mismo carro, exactamente en el transversal, y accionadas por el mismo husillo, al movimiento de penetración de pasada de una corresponde el movimiento de retroceso de la otra y viceversa.

TORRETAS ESPECIALES

Otra innovación la constituyen las **torretas de cambio rápido**. En este tipo de torretas se evita el ajuste de las herramientas a la altura conveniente por medio de calzos o gruesos, puesto que la altura puede graduarse mediante un tornillo que regula la posición de un soporte en

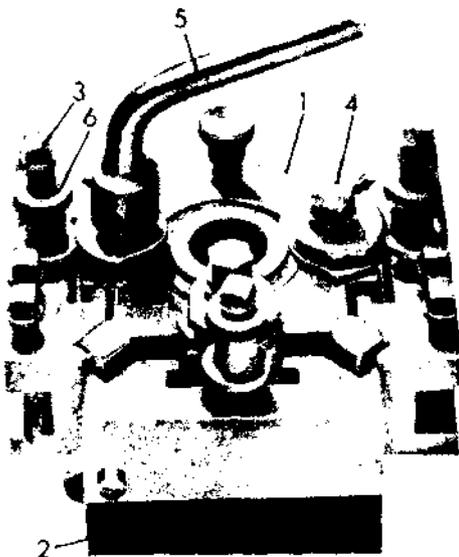


Figura 192. — Torreta especial de cambio rápido. — 1, Cuerpo de la torreta. — 2, Soporte portaherramientas. — 3, Tornillo de regulación de altura. — 4, Tornillo de fijación del soporte. — 5, Palanca de apriete. — 6, Contratuerca.

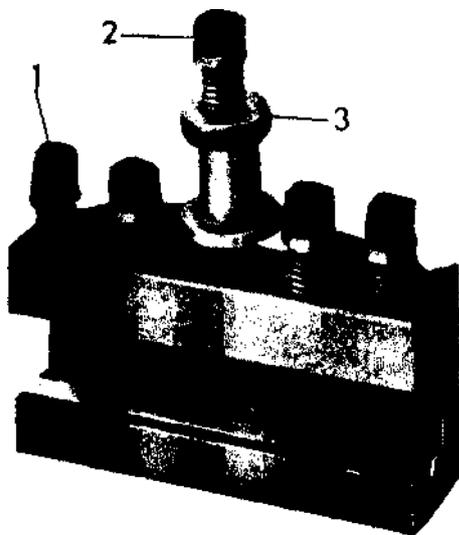


Figura 193. — Soporte portaherramientas. — 1, Tornillo fijación herramienta. — 2, Tornillo de nivelación. — 3, Contratuerca.

el que va fijada la herramienta, tal como se aprecia en la torreta de este tipo con tres portaherramientas montadas que se muestran en la figura 192.

Las herramientas se colocan en los soportes portaherramientas de la figura 193, fijándose con los tornillos 1; la altura se gradúa una vez montado en la torreta con el tornillo 2. Esto tiene la ventaja de que aun cuando se tenga que afilar la herramienta se desmonta todo el soporte, el cual no molesta para el afilado, y una vez afilada puede volverse a montar quedando a la misma altura que antes y en la misma posición (figura 194).

La posición viene determinada por las guías que llevan los soportes y que engarzan perfectamente en los encajes de la torreta, sirviendo además de perfecto apoyo para contrarrestar los esfuerzos de corte de la herramienta (fig. 195).

Una vez fijados los soportes en el cuerpo de la torreta, la forma de trabajar se efectúa ya normalmente, como se deduce de la figura 196.

Este procedimiento de fijación y centrado de las herramientas es

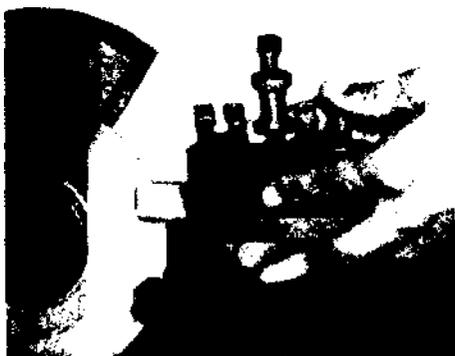


Figura 194. — Afilado de una herramienta sin desmontarla del soporte.

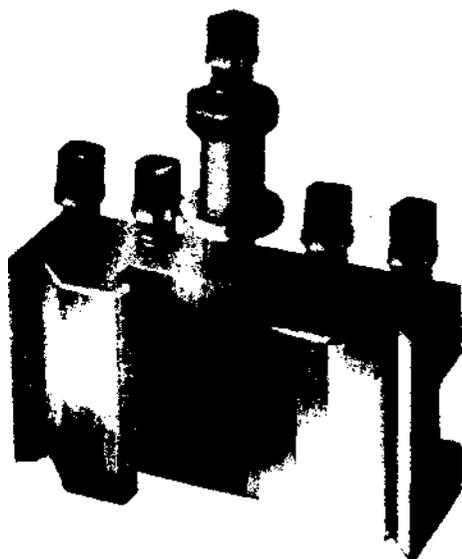


Figura 195. Vista de los prismas de asiento.

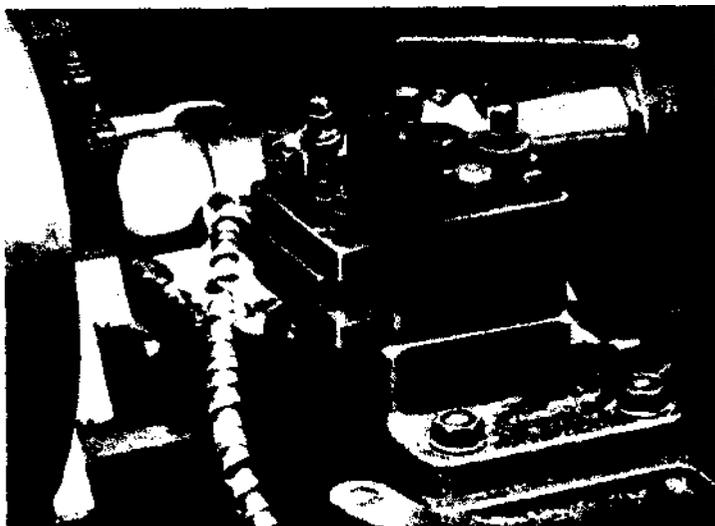


Figura 196. — Torneando un eje.

indudablemente el más exacto y el más práctico. Su generalización en los talleres reportaría una considerable economía de tiempo, ya que suprimiría los suplementos y los inconvenientes que presenta su utilización cada vez que ha de afilarse la herramienta.

Vea resumidas las ventajas que proporciona la utilización de este tipo de torretas:

- 1.º Ajuste de la altura de la herramienta mediante tornillo y contratuerca, sin utilizar suplementos.
- 2.º Afilado de las herramientas sin desmontarlas del portaherramientas.
- 3.º Gran rapidez en el cambio de herramientas sin parar el torno.
- 4.º Referencia segura de la posición de la herramienta para los trabajos en serie.
- 5.º Taladrado por avance automático del carro.
- 6.º Facilidad de poder hacer, con la precisión de un torno paralelo, todas las operaciones de un torno revólver.

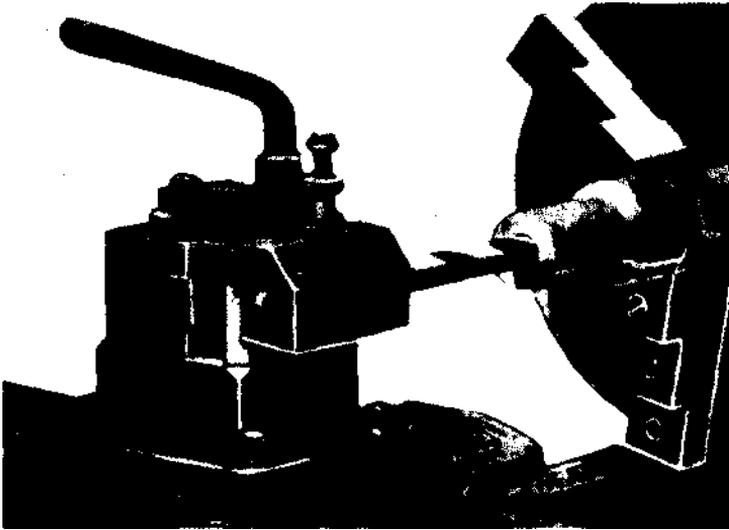
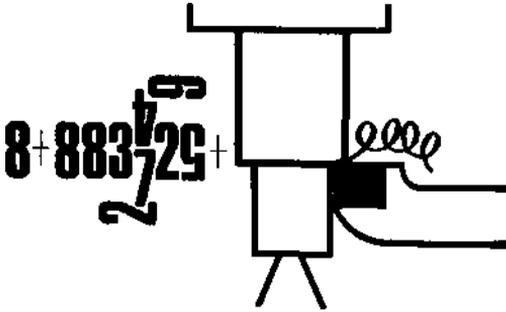


Figura 197. — Taladrando una broca fija en soporte especial.

En la lección anterior ya vio cómo se taladra por avance automático. Vea ahora en la figura 197 una demostración de taladro con el empleo de la torreta portaherramientas que acaba de estudiar.



MATEMÁTICAS PARA EL TORNERO

LECCIÓN 6

CUADRADO DE UN NUMERO

Se llama cuadrado de un número al resultado que se obtiene al multiplicar por sí mismo dicho número.

Ejemplos:

144 es el cuadrado de 12 porque $12 \times 12 = 144$

625 es el cuadrado de 25 porque $25 \times 25 = 625$

7396 es el cuadrado de 86 porque $86 \times 86 = 7396$

ELEVAR UN NUMERO AL CUADRADO

Fácilmente se comprende qué es lo que se ha de hacer para conocer el cuadrado de un número: Multiplicar por sí mismo dicho número, es decir: tomar dicho número dos veces por factor.

Ejemplo: Elevar al cuadrado el número 795:

$$795 \times 795 = 632.025$$

Con lo dicho queda entendido que un número se eleva al cuadrado cuando dicho número se toma dos veces por factor.

COMO SE INDICA EL CUADRADO DE UN NUMERO

Para indicar un número elevado al cuadrado se escribe el número, y a su derecha, en la parte de arriba y en tamaño más pequeño, la cifra 2.

Ejemplos: 12^2 ; 25^2 ; 86^2 ; 795^2 .

Escritos así los números 12^2 , 25 , 86 y 795 se indica que dichos números son elevados al cuadrado.

CUADRADOS DE LOS DIEZ PRIMEROS NÚMEROS

Interesa conocer bien, saberse de memoria, los cuadrados de los diez primeros números.

Números: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10.

Cuadrados: 1; 4; 9; 16; 25; 36; 49; 64; 81; 100.

RAÍZ CUADRADA DE UN NUMERO

Se ha dicho qué es lo que se entiende por cuadrado de un número; ahora se ha de explicar que todo número es la **raíz cuadrada** de su cuadrado, es decir, que 1 es la raíz cuadrada de 1; 2 es la raíz cuadrada de 4; 3 es la raíz cuadrada de 9; 4 es la raíz cuadrada de 16; 5 es la raíz cuadrada de 25; 6 es la raíz cuadrada de 36; 7 la raíz cuadrada de 49; 8 la raíz cuadrada de 64; 9 la raíz cuadrada de 81; 10 la raíz cuadrada de 100, y así sucesivamente, los demás números son las raíces cuadradas de sus respectivos cuadrados.

Después de esta explicación se comprenderá que un número es la raíz cuadrada de otro número cuando multiplicado por sí mismo da por resultado este otro número. Sirvan para aclarar esta definición los mismos ejemplos que han servido para explicar el cuadrado de un número:

12 es la raíz cuadrada de 144 porque $12 \times 12 = 144$.

25 es la raíz cuadrada de 625 porque $25 \times 25 = 625$.

86 es la raíz cuadrada de 7396 porque $86 \times 86 = 7396$.

795 es la raíz cuadrada de 632.025 porque $795 \times 795 = 632.025$.

SIGNO DE LA RAÍZ CUADRADA

La raíz cuadrada de un número se indica escribiendo este número debajo del signo $\sqrt{\quad}$ o, más sencillamente, sin la cifra 2, es decir, con sólo el signo $\sqrt{\quad}$, signo que se llama **radical**.

Ejemplos: Las raíces cuadradas de los números 144, 625, 7.396 y 632.025 se indicarán de esta forma:

$$\sqrt[2]{144} = 12; \quad \sqrt[2]{625} = 25;$$

$$\sqrt[2]{7.396} = 86; \quad \sqrt[2]{632.025} = 795$$

$$7.396 = 86; \quad \sqrt{632.025} = 795$$

o bien se indicarán así:

$$\sqrt{144} = 12; \quad \sqrt{7.396} = 86;$$

$$\sqrt{625} = 25; \quad \sqrt{632.025} = 795$$

RAÍZ CUADRADA INEXACTA

No todos los números tienen raíz cuadrada exacta; 7 es la raíz cuadrada exacta de 49, porque tomando el 7 dos veces por factor se obtiene por resultado exactamente 49; asimismo el número 8 es la raíz cuadrada exacta del número 64, porque tomando dos veces 8 por factor da exactamente por resultado el número 64. En cambio, el número 50, por ejemplo, no tiene raíz cuadrada exacta, porque no hay ningún número entero que multiplicado por sí mismo dé por resultado exactamente 50.

Cuando un número no tiene raíz cuadrada exacta se puede calcular por aproximación; esta aproximación puede ser **por exceso** o **por defecto**. Así la raíz cuadrada por exceso de 50 es 8 y la raíz cuadrada por defecto del mismo número es 7. En el primer caso el producto es mayor, puesto que $8 \times 8 = 64$, y en el segundo caso, el producto de multiplicar el 7 por sí mismo es menor de 50, puesto que $7 \times 7 = 49$.

CALCULO DE LA RAÍZ CUADRADA DE UN NUMERO MENOR QUE 100

Para hallar la raíz cuadrada de un número menor que 100 basta con saberse de memoria los cuadrados de los diez primeros números.

En el caso de **que el número cuya raíz se busca sea uno de estos** cuadrados la raíz es **el número al cual corresponde**.

Ejemplos:

$$\sqrt{64} = 8; \quad \sqrt{16} = 4; \quad \sqrt{49} = 7.$$

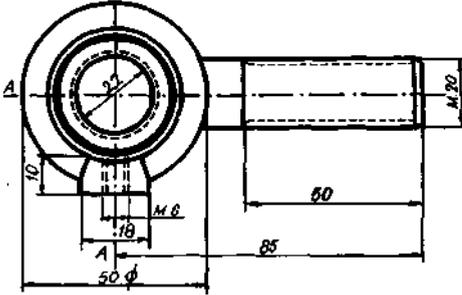
Si el número cuya raíz se busca está comprendido entre dos de los cuadrados de los diez primeros números, la raíz cuadrada por defecto será la del cuadrado exacto inmediatamente inferior, es decir, el más bajo, y la raíz cuadrada por exceso será el cuadrado exacto inmediatamente superior, es decir, el más alto.

Ejemplos:

$\sqrt{38}$ = por defecto 6 y por exceso 7, pues el número 38 está comprendido entre 36, que es el cuadrado de 6, y 49, que es el cuadrado de 7.

$\sqrt{89}$ = por defecto 9 y por exceso 10, pues el número 89 está comprendido entre 81, que es el cuadrado de 9 y 100, que es cuadrado de 10.

INTERPRETACIÓN DE PLANOS Y CROQUIS



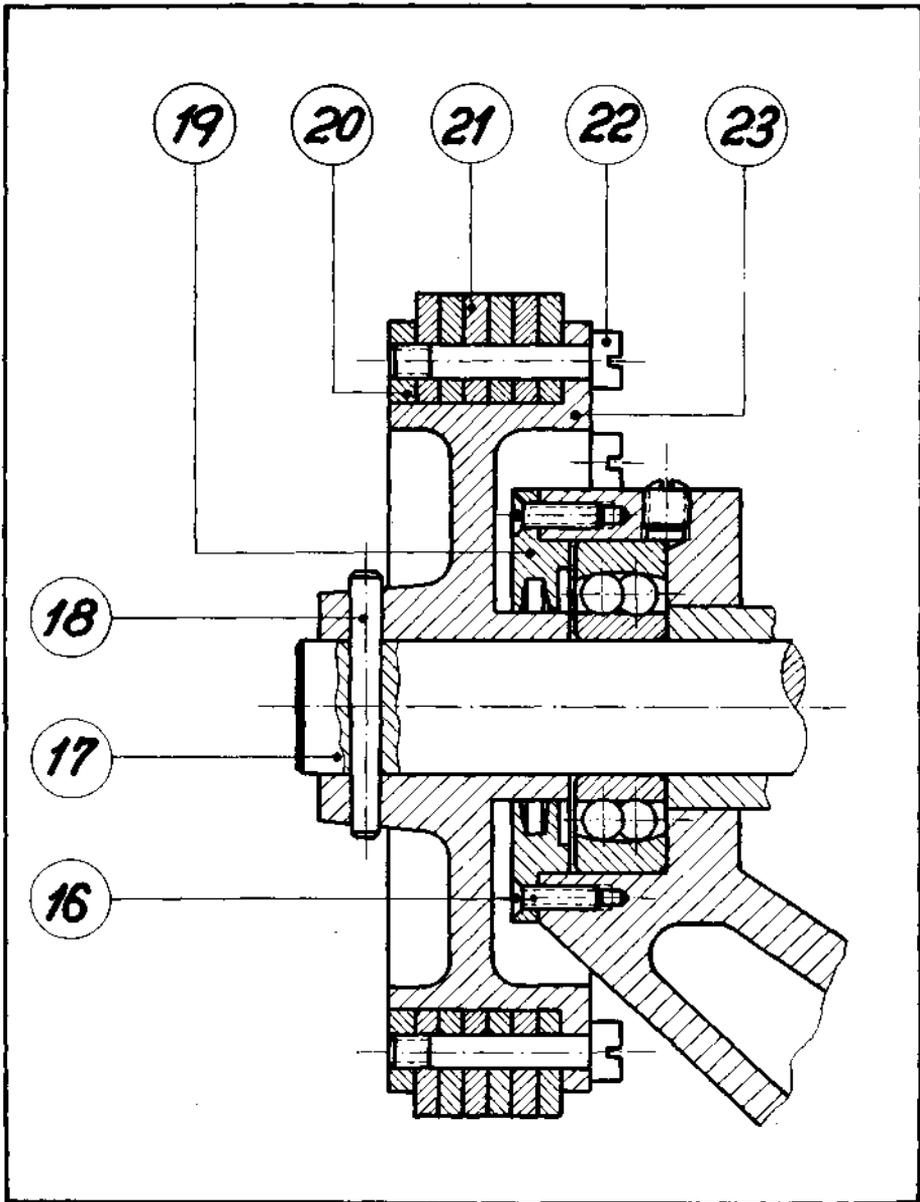
LECCIÓN 6

PLANOS DE CONJUNTO

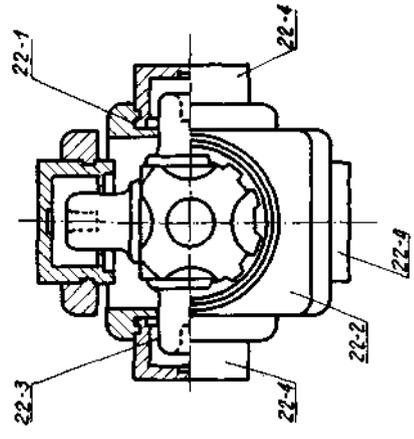
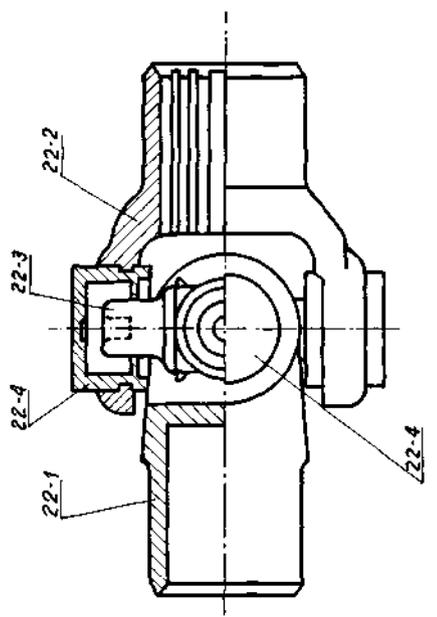
Ha estudiado usted en las lecciones anteriores la forma en que las piezas se presentan en los planos, así como la manera en que en estos mismos se indican las medidas y detalles de las piezas en ellos representadas. Antes de continuar con el estudio de los símbolos que se utilizan para representar determinadas formas de piezas concretas así como determinados detalles de su construcción, estudiará usted en esta lección la forma en que suelen representarse en los planos los conjuntos de piezas que forman una máquina, un mecanismo o una parte de ella.

A tales planos, que representan varias piezas unidas formando un mecanismo, una máquina o una parte de ella y muestran la relación de unas piezas con otras y los detalles de cómo están unidas, se les suele dar el nombre de **planos de conjunto**.

Los planos de conjunto que más corrientemente se encuentran en los talleres son aquellos que se utilizan para indicar a los operarios montadores cómo han de agrupar y montar las piezas, que les llegan sueltas, para formar un grupo mecánico o una máquina; tales planos son corrientemente llamados **planos de montaje**.



LAMINA 8



CEAC	
Junta Cardán	
22-4	4 Casquillo
22-3	1 Cruz
22-2	1 Horquilla tras.
22-1	1 Horquilla del.
Nº	Denominación

En los planos de conjunto puede representarse la máquina o grupo mecánico por una o varias vistas exteriores de la misma; pero es más corriente que se represente por medio de una o varias vistas en corte total o parcial. En las láminas 8 y 9 puede usted ver dos ejemplos de estos planos de conjunto.

REPRESENTACIÓN DE LAS DISTINTAS PIEZAS EN LOS PLANOS DE CONJUNTO

Para llegar a adquirir rapidez y seguridad en la interpretación de los planos de conjunto y en la diferenciación de unas piezas de otras en éstos, hace falta una cierta práctica y estar familiarizado con las piezas que en ellos se representan. No obstante el conocimiento de algunas de las normas que se siguen al dibujar tales planos, puede ayudar mucho y acelerar la adquisición de la experiencia necesaria para su correcta interpretación.

En primer lugar debe tener en cuenta que cuando en un plano de conjunto se presentan varias vistas, éstas se disponen siguiendo las mismas reglas que las que se utilizan para la representación de una única pieza, esto puede usted verlo en las láminas 9 y 11.

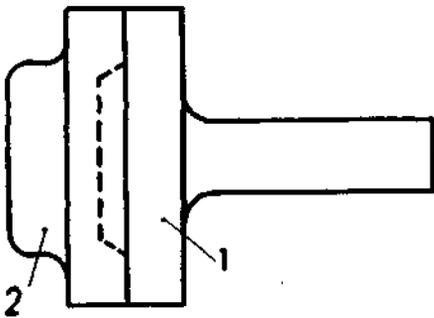


Figura 97

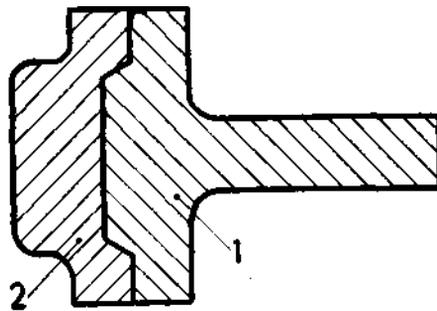
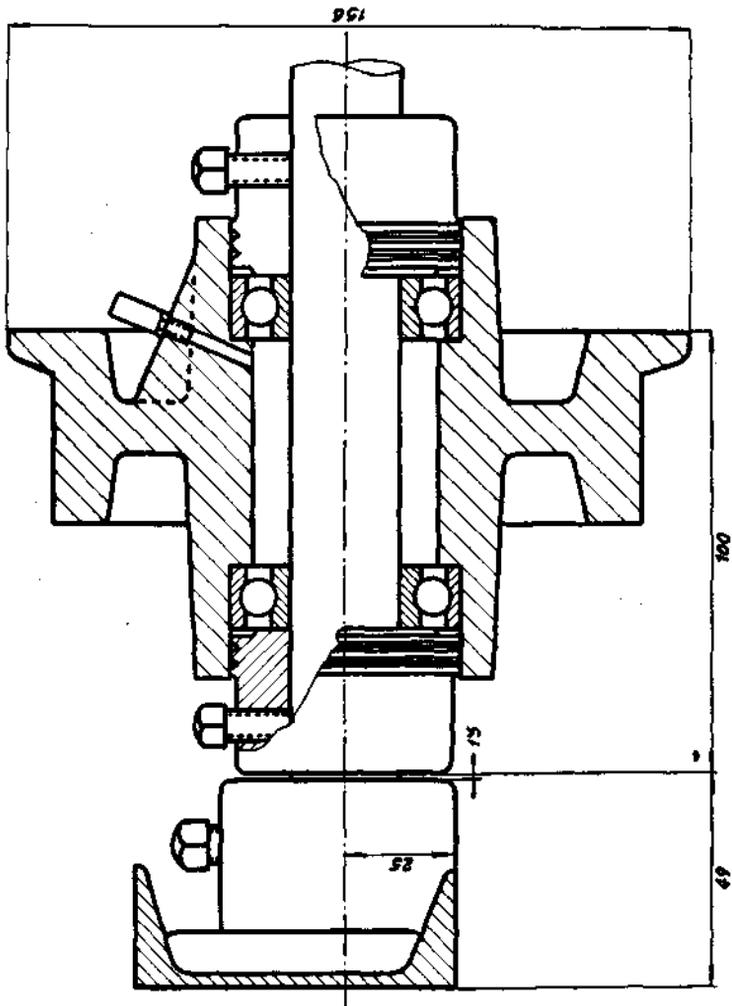
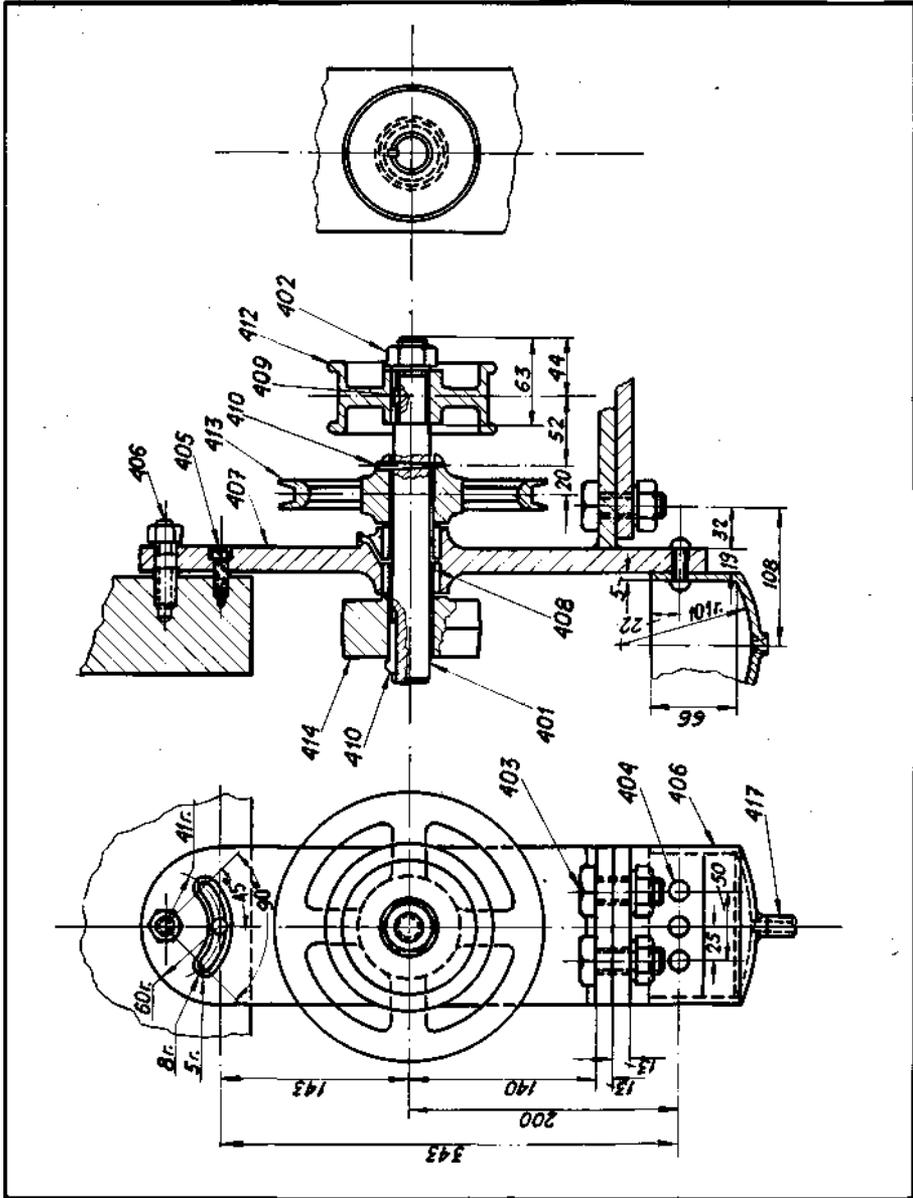


Figura 98

Dos piezas que se hallen en contacto no se representan con una doble línea en las partes o caras comunes, sino que se representa la superficie de separación como una única línea, como puede ver en la figura 97. Pero cuando las piezas se representan en corte, los rayados que representan la superficie de la sección de las piezas, se hacen de ma-



LAMINA 10



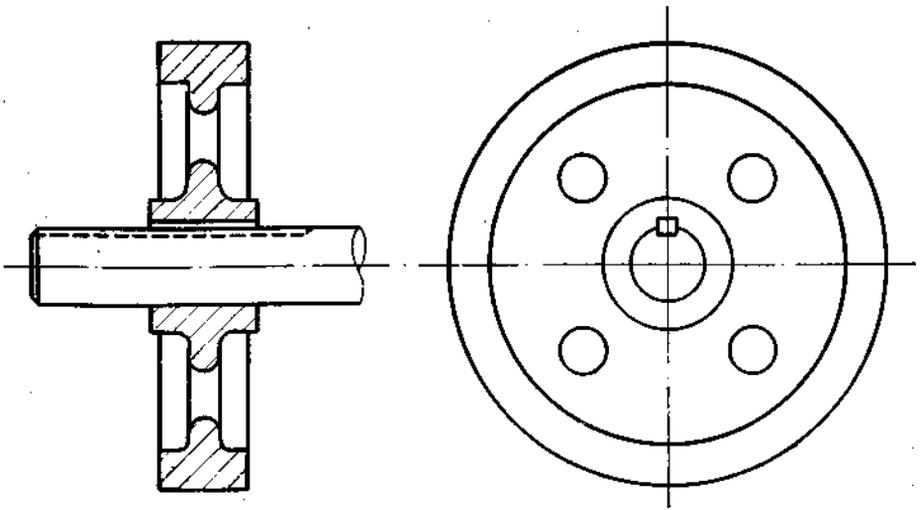


Figura 99

nera que sus líneas forman ángulos de 90° , como puede ver en la figura 98. En cambio, dos partes seccionadas en la misma pieza situadas en la misma vista del plano, tienen el rayado igual y en el mismo sentido aun cuando se encuentren separadas dentro del dibujo, como se muestra en la figura 99 y como puede apreciar en los planos de conjunto presentados en las láminas 8, 9 y 10.

Cuando un eje, un tornillo o una pieza maciza en un plano de conjunto queda en el plano de corte, esta pieza no se representa cortada, como puede apreciar en la figura 99.

Normalmente en los planos de montaje las piezas distintas representadas en ellos suelen ir numeradas con un número de referencia, que corrientemente coincide con el número empleado para diferenciarlas en su fabricación y con el cual suelen ir también numerados los planos individuales de cada una de ellas. En las láminas 8, 9 y 11 puede apreciar esta numeración con claridad.

DIMENSIONES Y COTAS EN LOS PLANOS DE CONJUNTO

No estando los planos de conjunto destinados a realizar, siguiendo sus instrucciones, ninguna operación en la que puedan variar las medi-

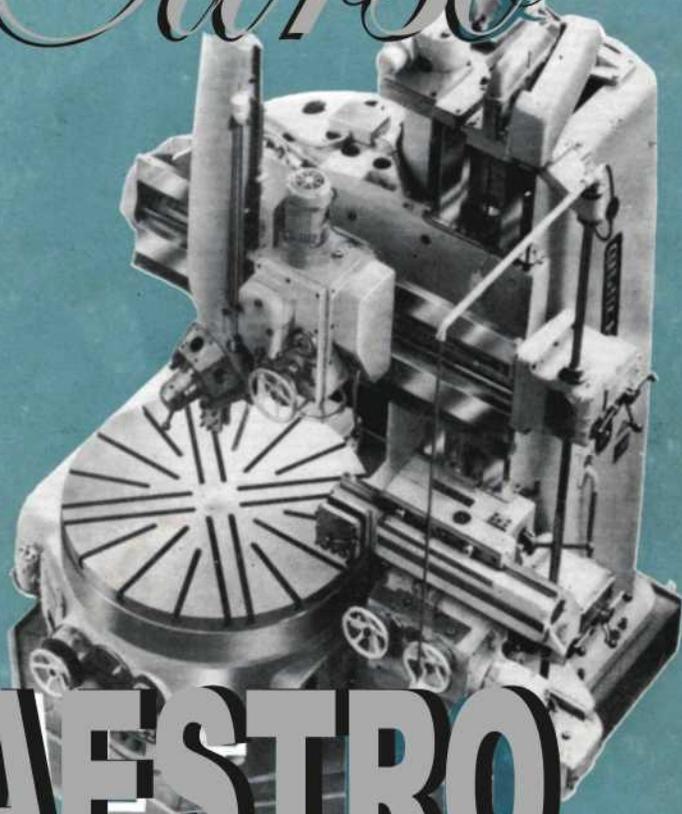
das de las piezas, estos planos van generalmente desprovistos de las cotas de indicación de las medidas de las piezas, que, por otra parte, si se pusiesen complicarían tanto el dibujo como la interpretación.

No obstante, en algunos casos para fijar con precisión la posición de algunas piezas con respecto a otras al hacer el montaje, es necesario indicar en los planos de montaje las medidas de algunas distancias de referencia. Un ejemplo de esto puede verlo en las láminas 10 y 11. En tales casos la representación de las medidas se hace por medio de líneas de cota siguiendo las mismas normas que usted ya vio en la lección anterior.

Depósito Legal B. 3134-1959

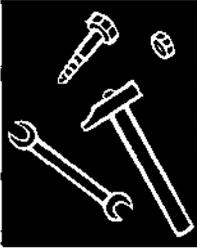
GERSA - Llorens y Barba, 38
Barcelona-13

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 7



conocimientos generales mecánica

LECCIÓN

7

DEFORMACIONES DE LAS PIEZAS POR ESFUERZOS EXTERIORES

Todos los cuerpos están sometidos a esfuerzos exteriores que tienden a deformarlos. Estos esfuerzos pueden ser más o menos considerables, pero siempre tienden a deformar los cuerpos o piezas sobre los que actúan. Como es fácil deducir, el que este esfuerzo sea pequeño o sea muy grande determina el que consiga deformar permanentemente o no a la pieza o cuerpo sobre el que actúa.

Usted recuerda que en la lección anterior estudió que se denomina **elasticidad** a la propiedad de los cuerpos de recobrar su forma en cuanto cesan de actuar sobre ellos las fuerzas que provocan su deformación; puede decirse, pues, que una fuerza no provocará una deformación permanente sobre una pieza determinada mientras no llegue al límite elástico, pero sobrepasado este límite, la pieza quedará deformada y si la fuerza es suficientemente grande llegará a romper la pieza.

Ahora bien, hay cuerpos en que la deformación elástica puede ser muy grande con una fuerza pequeña. Por otra parte, hay cuerpos que pueden deformarse plásticamente mucho más que otros antes de llegar a la rotura.

Usted puede comprobarlo tirando de una goma delgada por sus extremos. A poco que estire, la goma empezará a alargarse, es decir, a

deformarse, pues su forma anterior era de un grosor y una longitud determinada, mientras que a medida que usted va aumentando la fuerza con que tira de los extremos, el grosor va disminuyendo y la longitud va aumentando. Si deja usted de tirar, la goma recuperará sus medidas anteriores.

Si en lugar de la goma toma un cordel, podrá comprobar que la fuerza que usted debe aplicar para estirarlo es mucho mayor y el cordel se estira menos que la goma. Tendrá, pues, ya una diferencia entre la goma y el cordel, en lo que respecta a las deformaciones elásticas.

DEFORMACIONES MOMENTÁNEAS Y DEFINITIVAS

Se ha visto, que conforme aumentaba la fuerza, la goma se iba estirando. Si en un momento dado se deja de tirar de ella, la goma vuelve a su dimensión anterior, es decir, la deformación elástica que ha experimentado ha sido momentánea.

De ahí que por **deformación momentánea** se entiende la que experimenta un cuerpo sometido a una fuerza que al dejar de hacerla, vuelve éste a su dimensión anterior.

Vea ahora qué es una **deformación definitiva o plástica**; si se toman dos bolas, una de goma y otra de plomo, y se da un golpe a la de goma se verá que se aplasta pero recobra su forma anterior debido a que, como ya se ha comprobado anteriormente, la goma es un material elástico, mientras que si se hace lo mismo con la bola de plomo se ve que la parte en que se da el golpe se aplasta y no recobra su forma anterior; esta última es una deformación producida por la fuerza de choque que ha deformado la bola más allá del límite del plomo, es decir, ha producido una **deformación plástica o definitiva**.

Como se ha indicado en el párrafo anterior, hay materiales que permiten una deformación plástica considerable antes de llegar a la rotura, mientras que otros se rompen con muy poca deformación plástica. Estos últimos materiales suelen ser, además, frágiles, es decir, que se pueden romper con facilidad por choque.

Es necesario tener en consideración estos fenómenos, puesto que muchas veces, el operario que está realizando un trabajo de mecanizado en el que la pieza al ser fijada en la máquina por el procedimiento que sea, se ha deformado y esta deformación puede ser aumentada al efectuar la herramienta un esfuerzo de corte. Al quitar la pieza de la máquina se observa que la superficie, que tenía que quedar plana, o el cilindro, que tenía que quedar perfectamente cilíndrico, no lo son; si el

defecto no es de la máquina, la explicación está, precisamente, en la deformación producida al apretar la pieza; al ser quitada de la máquina la presión cesa y la pieza vuelve a recuperar su posición, falseándose las medidas y el acabado que esperaba obtenerse.

Tenga usted en cuenta que en estas deformaciones salvo en piezas muy grandes o en fijaciones especiales, las variaciones pueden ser del orden de centésimas de milímetro, y, en algunos casos, de décimas.

DEFORMACIONES PRODUCIDAS POR EL CALOR Y EL FRIO

Es sabido que las variaciones de temperatura influyen en todos los cuerpos, deformándolos en variaciones, en más o menos, según se aumente o disminuya la temperatura en mayor o menor grado y según el cuerpo de que se trate.

Un claro ejemplo es la variación de volumen, del mercurio en los termómetros, el cual con el calor se dilata, y con el frío, se contrae.

A cada cuerpo le corresponde, para la misma diferencia de temperatura, un cambio que depende del coeficiente de dilatación de cada uno, el cual ha sido fijado experimentalmente.

Vea la influencia que pueden tener estas deformaciones o variaciones en la práctica. Estas propiedades pueden aprovecharse para el montaje de piezas que han de montarse a presión, con ayuda de prensas, para facilitar el trabajo y conseguir una gran solidez, como ocurre con los cigüeñales de algunos motores que se fabrican por partes que después son entradas a presión, calentando la parte que sirve de alojamiento y enfriando por procedimientos especiales la parte que debe entrar en dicho alojamiento. Al recobrar la temperatura ambiente, las dos piezas quedan fuertes, como si el cigüeñal se hubiese construido de una sola pieza.

Ahora bien, estas variaciones deben tenerse en cuenta porque son perjudiciales en cuanto se producen en momentos en que lo ideal sería tener la pieza sin variación de temperatura. Tal es el caso de las operaciones de mecanizado de las piezas en el que el calor producido por las herramientas al cortar es absorbido en parte por la pieza y en parte por la herramienta. En este caso, se desbastan las piezas con una pasada fuerte de desbaste hasta dejarlas aproximadas de medida y se quitan de la máquina, para luego acabar la pieza, dándoles con una fijación más floja, a fin de evitar las deformaciones, una pasada más suave para evitar un calentamiento excesivo.

A pesar de que actualmente se emplea refrigerante, éste interesa

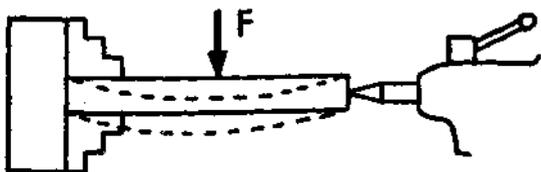


Figura 31

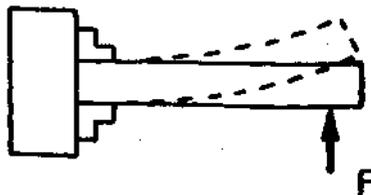


Figura 32

que actúe especialmente sobre la herramienta, por lo que la pieza se beneficia poco de esta ventaja.

FLEXIÓN

Se dice que un cuerpo está sometido a **flexión** cuando estando apoyado en dos puntos distantes entre sí o bien sujeto por un extremo, se le aplica un esfuerzo que tiende a doblarlo.

En las figs. 31 y 32 se ve un ejemplo de uno y otro caso; en los dos la fuerza es la producida por la herramienta al efectuar el corte, originando una deformación que será mayor o menor, según sea la distancia entre apoyos y el diámetro de la barra. Se han de tener muy en cuenta estas deformaciones al mecanizar piezas en las que se tenga de obtener una medida bastante exacta y sin conicidad. En el caso de que el barrote a mecanizar fuera fundición debe tenerse mucho cuidado, puesto que, por su falta de elasticidad y plasticidad, es fácil que se rompa con muy poca deformación.

COMPRESIÓN

Se dice que un cuerpo está sometido a un esfuerzo de **compresión** cuando este esfuerzo tiende a aplastarlo.

Observe en la figura 33 una pieza sometida a un esfuerzo de compresión. Generalmente, para lo que respecta a fijaciones en máquinas herramientas, este esfuerzo no puede poner en peligro ninguna pieza, ya que el esfuerzo para deformarla ha de ser muy considerable, exceptuado las piezas huecas, en las que se tomarán las precauciones necesarias para evitar que se aplasten.

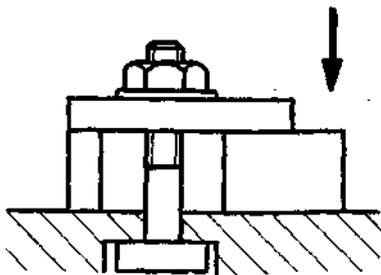


Figura 33



técnica torneado

LECCIÓN

7

ELEMENTOS DE FIJACIÓN

Repetidas veces se ha insistido en las lecciones anteriores sobre la importancia de una buena fijación de las piezas; asimismo se ha advertido de la necesidad de asegurarse siempre del perfecto estado de los elementos de dicha fijación.

Ahora va a estudiar usted estos elementos, los cuales presentan diversas características debido a la gran variedad de formas y dimensiones de las piezas que se mecanizan en los tornos.

Un buen elemento de fijación de las piezas al torno debe reunir tres condiciones esenciales:

1. **Arrastre positivo y regular**
2. **Centrado perfecto**
3. **Mantenimiento enérgico frente a la herramienta.**

Todos los montajes que han sido ideados para conseguir que se cumplan tales condiciones y que dependen de la forma de las piezas y de su flexibilidad, pueden clasificarse en tres distintos grupos:

1. **Montaje al aire**
2. **Montaje entre puntos**
3. **Montaje entre lunetas**

MONTAJE AL AIRE

Las piezas apropiadas para este tipo de montaje son generalmente cortas o de gran diámetro. En el montaje al aire son empleados los si-

güientes accesorios: **plato universal**; **platos de garras**, **platos lisos**, **torneadores** y **pinzas**.

El montaje con **plato universal** o **mandril americano** da excelentes resultados para la sujeción rápida de las piezas corrientes. Además, el torneado de las garras **dulces** o **blandas**, usadas en vez de las de acero templado, proporciona al tornero un excelente medio de precisar la sujeción de piezas por puntos rigurosamente concéntricos.

El montaje sobre platos es el que permite trabajar las piezas más variadas. Aparte los platos con garras independientes, los platos lisos con agujeros, con los suplementos, escuadras y soportes proporcionan los más variados medios de sujeción.

PLATO UNIVERSAL

La fabricación de platos de este tipo (fig. 198) se hizo tan compleja y precisa que se tuvo que crear una industria especial, o sea, que actualmente los fabricantes de torno no son los que los fabrican.

Las dimensiones y capacidades de los platos universales están normalizadas, es decir, todos los fabricantes los construyen, aproximada-

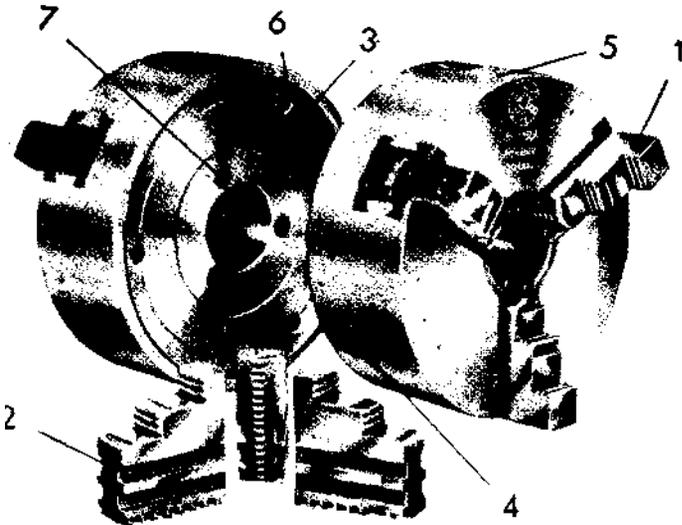


Figura 198. — Vista anterior y posterior de un plato universal de 3 garras. — 1, Juego de patas irreversibles para diámetros grandes. — 2, Juego de patas irreversibles para diámetros pequeños. — 3, Alojamiento del contraplato. — 4, Anclaje de la llave de apertura y cierre. — 5, Cuerpo del plato universal. — 6, Alojamiento tornillos fijación del contraplato. — 7, Tornillos fijación piñones y corona.

mente, de las mismas medidas, con sólo ligeras variaciones. La capacidad de estos piafas viene determinada por el diámetro exterior en milímetros de su cuerpo.

Como es sabido, los platos se montan en la parte delantera del eje principal. Dado que las medidas de los ejes varían para cada modelo y tipo de torno, los platos universales se construyen de forma que, acoplándoles una pieza llamada **contraplato** y que se entrega con el torno, encajan en ejes de distintas medidas.

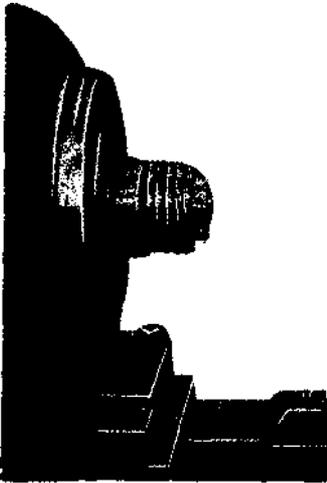


Figura 199. — Rosca del eje para la montura del plato universal.

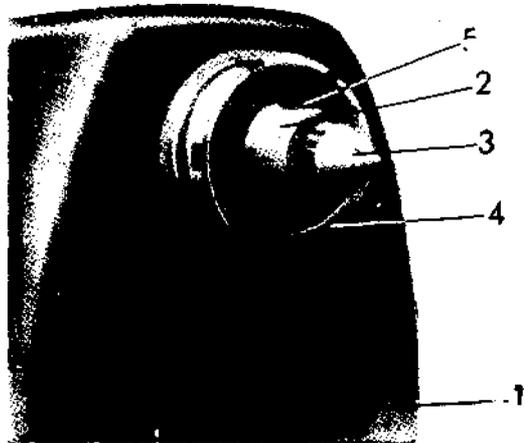


Figura 200. — Nariz cónica del eje para montaje del plato universal. Torno PEGARD-ECHEA de San Sebastián. — 1, Cuerpo del cabezal. — 2, Nariz cónica. — 3, Punto fijo en el eje. — 4, Tuerca de fijación. — 5, Chaveta de arrastre.

Aunque la mayoría de los tornos llevan el acoplamiento del plato sobre rosca (fig. 199), hay otro sistema (fig. 200) en el que sustituye la rosca por un cono, una chaveta y una tuerca de fijación. Este sistema se utiliza, sobre todo, en tornos de mediana potencia, elevado número de revoluciones y dispositivos de frenado instantáneo.

MONTAJE DEL PLATO SOBRE ROSCA

Vea representado en la figura 201 un montaje de plato universal sobre rosca. Observando dicha figura, así como la figura 198, se distinguen en el plato universal tres partes:

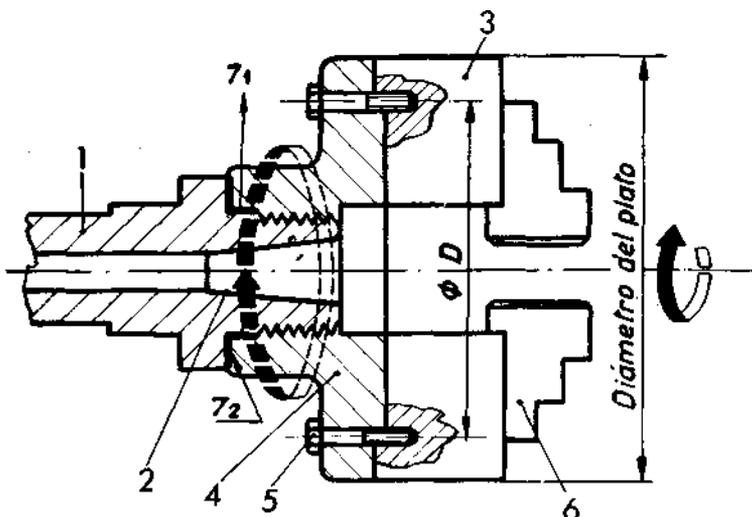


Figura 201. — Montaje sobre rosca. — 1, Eje principal. — 2, Alojamiento del punto. — 3, Plato universal. — 4, Contraplato de acoplamiento. — 5, Tornillos de fijación. — 6, Garras de fijación de la pieza. — 7, Superficie de centraje. — 7, Superficie de tope.

- 1.^a El cuerpo del plato universal, propiamente dicho, con sus mecanismos interiores y tornillos de fijación.
- 2.^a Los juegos de patas de agarre intercambiables e irreversibles.
- 3.^a Contraplato de acoplamiento.

Las partes 1.^a y 2.^a son las que, en realidad, forman el conjunto del plato universal como tal, mientras que el contraplato corresponde al torno, como lo indica el que sea el fabricante del mismo quien lo suministra con la máquina.

CONTRAPLATO DE ACOPLAMIENTO

El acoplamiento es fácil, puesto que el fabricante del torno indica la capacidad o diámetro del plato universal a montar y a un mismo diámetro de plato universal corresponde siempre un mismo diámetro (D en la figura 201) para el acoplamiento, aunque sean de distinto fabricante.

El contraplato (4) se ajusta en el diámetro (D) del plato universal y se fijan ambas piezas fuertemente con los tornillos (5) que se suministran con el plato. A veces, en el contraplato tienen que hacerse los agujeros de paso para estos tornillos, según la posición de éstos en el plato, aunque, generalmente, el centro de los mismos viene situado so-

bre el diámetro (D) del encaste y repartidos a 60 grados si son seis (ver, a este respecto, las figuras 201 y 198).

Una vez montados en esta posición el plato y el contraplato, y formando ya una sola unidad, se procede al montaje sobre el torno.

MONTAJE DEL PLATO UNIVERSAL EN EL TORNO

Lo primero que debe hacerse es limpiar cuidadosamente y engrasar ligeramente las superficies de contacto (7_2 de la figura 201) y las rosas, tanto del eje como del plato. Tenga usted en cuenta que la superficie de contacto T, está ajustada de manera que el plato, al ser montado, queda automáticamente centrado y como es fácil deducir, cualquier partícula de suciedad haría que el plato quedase descentrado.

Después de efectuada esta limpieza, se toma el plato con la mano derecha y se coloca ante la rosca del eje, entrándolo y girándolo con la mano hacia atrás, según indica la flecha de la figura 201, hasta que hace tope en la superficie 7_2 ; cuando el plato está a punto de hacer tope se bloca contra la superficie 7_2 de un golpe seco con la llave montada en los piñones de apriete (4 de la fig. 198). El esfuerzo de corte, tiende a clavar aún más el plato contra las superficies de contacto 7_2 .

MONTAJE DE PLATO UNIVERSAL SOBRE NARIZ CÓNICA

El sistema de fijación sobre rosca va siendo sustituido, sobre todo, en los tornos de mediana potencia (6 CV en adelante), por el sistema de montaje sobre nariz cónica (fig. 202), que ofrece la ventaja de que la misma superficie (9) sirve de centraje y de tope, y el esfuerzo de corte tiende a clavarlo todavía más fuerte, tanto si el eje gira en un sentido que en otro.

En el sistema de rosca puede darse el caso de que, girando el eje hacia atrás, se suelte el plato en un frenazo fuerte, o bien en una "clavada" de herramienta de segar, por ejemplo.

En el sistema de montaje representado en la figura 202, el plato, para montarlo, se toma también con la mano derecha y se monta sobre el cono, de forma que encaje la chaveta. Con el ajuste del cono y la chaveta se consigue el arrastre del plato.

Este arrastre se refuerza todavía más con la tuerca 7, que, además de ser un sistema de seguridad, fija al contraplato contra el cono, según indican las flechas, al hacer girar la tuerca con una llave que se apoya en las muescas 8 que se observan en las figuras 202 y 201.

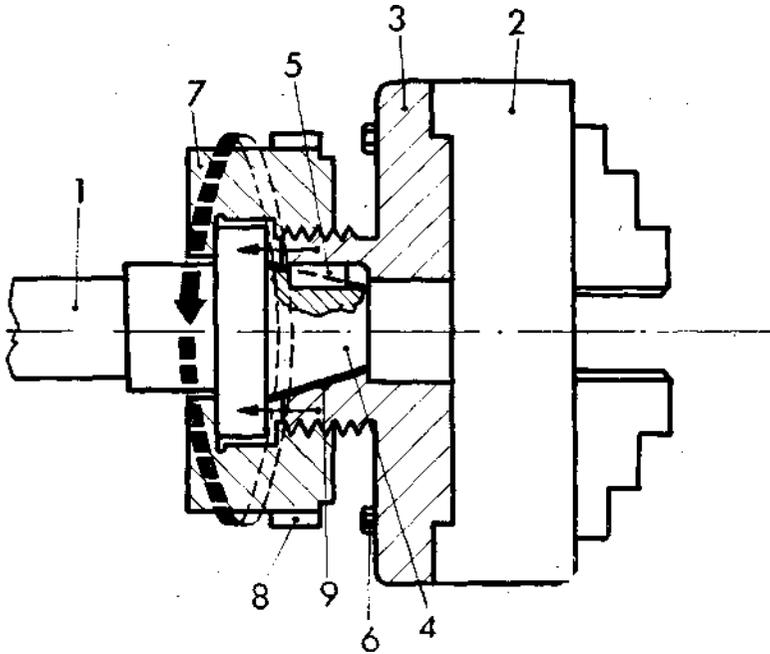


Figura 202. — Montaje sobre nariz cónica. — 1. Eje principal. — 2. Plato universal. — 3, Contraplato. — 4, Nariz cónica. — 5, Chaveta de arrastre. — 6, Tornillos de fijación. — 7, Tuerca de fijación. — 8, Tuercas de apriete. — 9, Superficie de centraje y tope.

DESMONTAJE DEL PLATO DEL TORNO

Se ha dicho ya que uno de los inconvenientes del sistema representado en la figura 201 es el de que un parón brusco puede aflojar el plato; pues bien, esto es lo que ocurre precisamente al ser desmontado.

Una forma correcta de desmontaje del plato montado sobre rosca es la representada en la figura 203. Para proceder al mismo se selecciona la velocidad más pequeña, engranando el eje de las velocidades reducidas y se abren las patas del plato hasta que sobresalen del diámetro del mismo. A continuación, se interpone un taco de madera o de metal (aluminio o bronce) entre una de las patas y la bancada, según se indica en la figura. La altura del taco ha de ser, aproximadamente, la altura de puntos sobre bancada que tenga el torna. Por último, se pone el torno en marcha, suavemente, según indica la flecha, es decir, hacia atrás, y

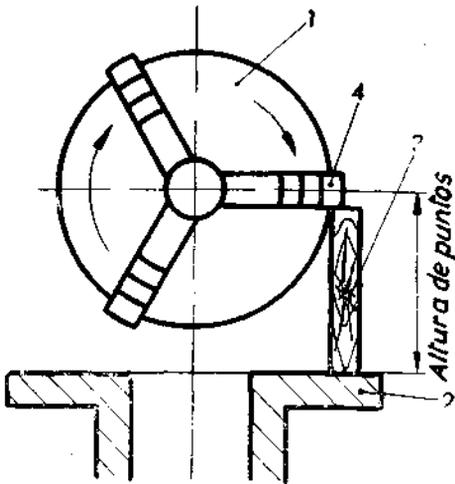


Figura 203. — Desmontaje del plato universal. — 1, Plato universal. — 2, Banchada. — 3, Taco de madera. — 4, Patas del plato.

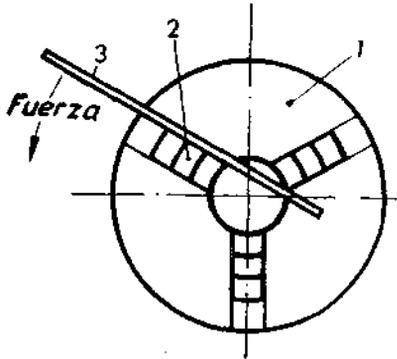


Figura 204. — Desmontaje del plato universal. — 1, Plato. — 2, Patas. — 3, Palanca.

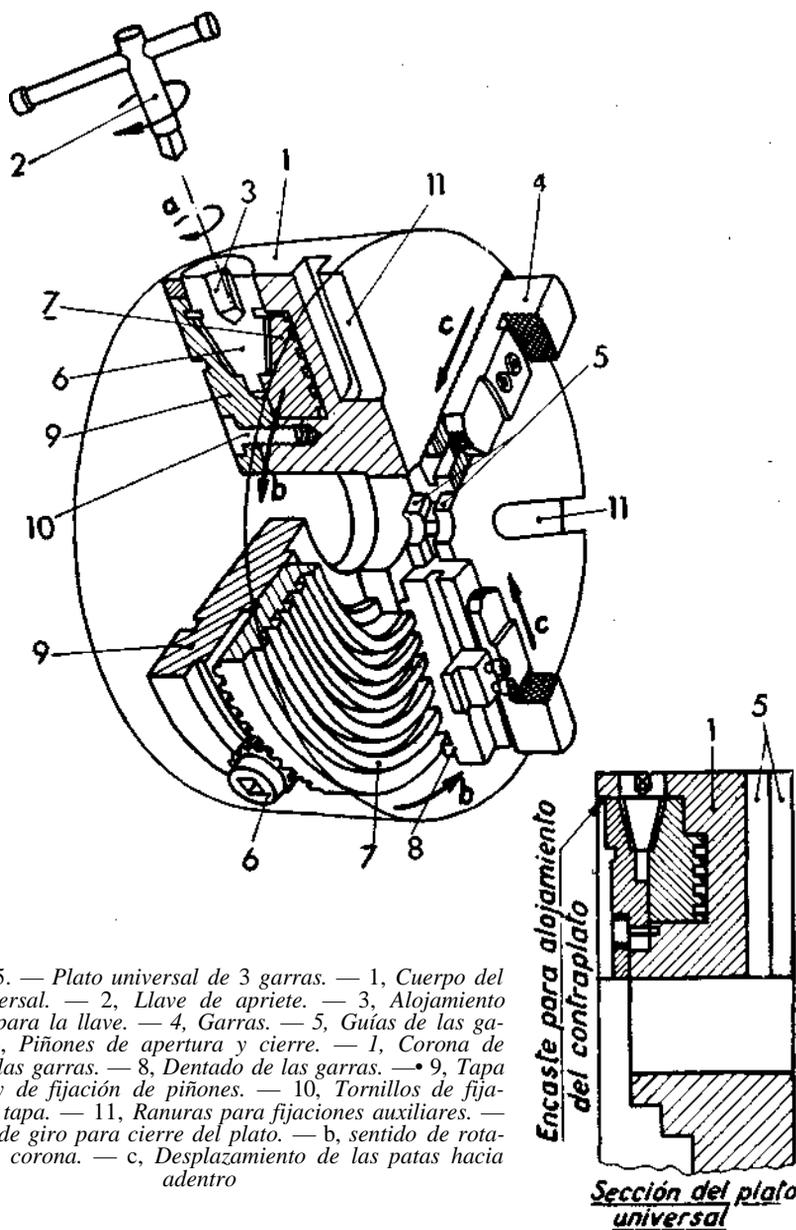
el golpe de la pata contra el taco, afloja el plato acabándose de desenroscar a mano.

Otra manera de proceder para el desmontaje del plato es intercalar una palanca (3 de la figura 204) entre las patas con la que se da una sacudida fuerte y seca hacia abajo. Esta presión equivale al frenazo contra el tope visto en el procedimiento anterior y es suficiente para desclavar el plato.

DESCRIPCIÓN Y MANEJO DEL PLATO UNIVERSAL

Fíjese en la figura 205 y observe la especial forma del cuerpo del plato (1) y las cavidades interiores para alojamiento de los mecanismos que hacen posible la fijación de piezas de distintos tamaños. Este cuerpo es de un acero especial de alta resistencia.

En su parte anterior van unas ranuras especiales que sirven de guía para las garras en sus desplazamientos; en su parte exterior están dispuestos unos agujeros, en los que se alojan los piñones que ordenan la apertura o cierre de las patas, según se accionen en un sentido o en otro, mediante la llave (2). Uno de los extremos de esta llave es *dé*, sección cuadrada y se introduce en un alojamiento también cuadrado (3)



de los piñones (6). Dando a la llave un movimiento de giro en un sentido o en otro, se abren o se cierran las garras. Así, por ejemplo, si se hace girar en el sentido de la flecha a, las garras se cierran.

Los piñones (6) engranan, a su vez, con la corona (7). La corona es una pieza en forma de disco, construida de un acero especial (cromoníquel), templado y rectificado, y de una gran resistencia al desgaste. Se trata, en realidad, de la pieza más difícil y más cara de todo el plato universal y, por tanto, es a la que debe prestarse más atención en cuanto a su limpieza y conservación se refiere.

La corona (7) lleva un dentado por su parte posterior, que es el que engrana con los piñones. Esta parte de la corona trabaja como una cremallera circular, por lo que el piñón es cónico, según usted puede observar en la figura.

En su parte delantera lleva tallada una **rosca plana** de sección cuadrada. Se llama **rosca plana** porque es como una espiral (figura 206), desarrollada toda ella sobre un mismo plano.

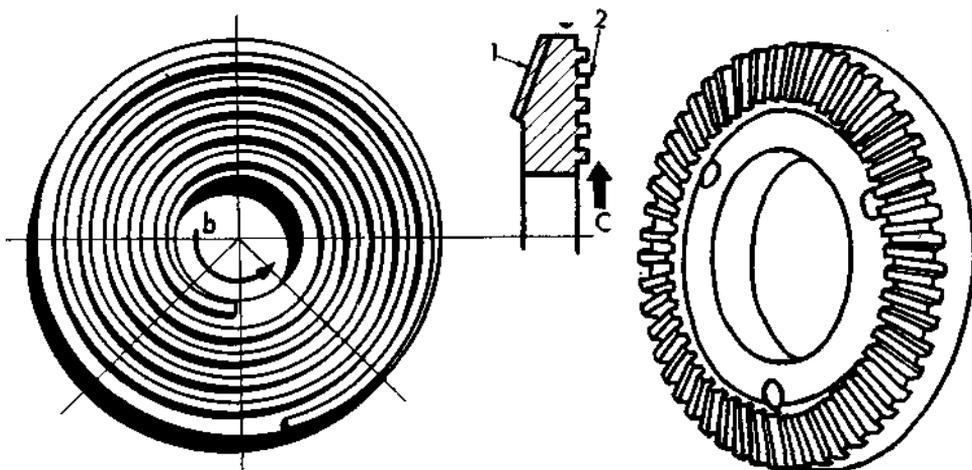


Figura 206. — Espiral de la corona del plato universal y sección transversal. — 1, Dentado que engrana con los piñones. — 2, Rosca plana que hace desplazar las patas. — b, Giro de la corona. — c, Desplazamiento de las patas que correspondería al giro (b).

Al hacer rodar la corona según la flecha b de la figura 205, como consecuencia del giro comunicado por la llave, la espiral hace que las garras, que también llevan una rosca de este tipo en su parte inferior (8), se comporten como una tuerca, desplazándose según la rosca de la corona y a lo largo de las guías del plato, según la flecha c de la figura 205.

La corona (7) y los piñones (6), que van simplemente alojados en el cuerpo (1) del plato, se sujetan con una tapa posterior (9), que se fija con unos tornillos (10), formando así un solo cuerpo. Una vez montado todo, queda un pequeño encaste para el exacto acoplamiento del contraplato.

LAS PATAS DE AGARRE

Las patas de agarre son las que, actuando directamente sobre la pieza la fijan fuertemente. Esta fijación debe ser lo suficientemente fuerte para resistir a los esfuerzos de corte y, a la vez, no ser demasiado fuerte para que no llegue a deformar ni a marcar las piezas.

La fuerza con que se debe sujetar la pieza varía para cada tipo y forma de pieza; como también según el trabajo a realizar, el acabado de las superficies en que se deben apretar las garras, etc. Así, pues, para una buena fijación deben tenerse en cuenta todos los aspectos del trabajo a realizar, lo que hace que la fijación precisa de cada pieza denota al operario experimentado. Este dominio se adquiere como un hábito y sin que uno mismo se dé cuenta; no obstante, nunca debe descuidarse este punto, pues es muy fácil que por una sujeción defectuosa la pieza se deforme o salte *con* el consiguiente riesgo de accidente.

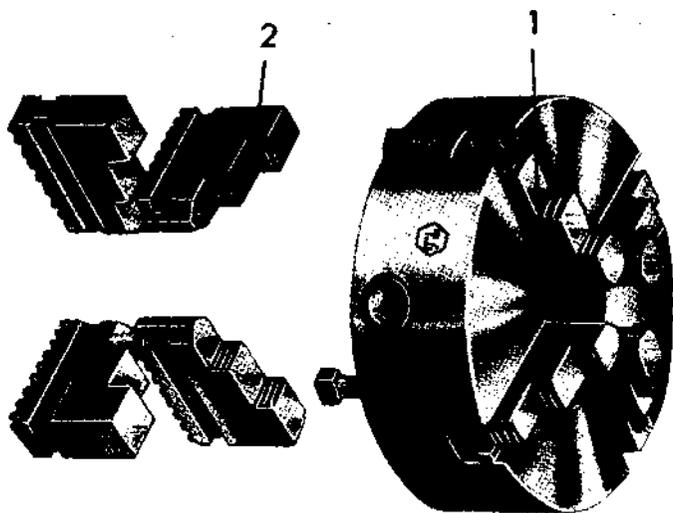


Figura 207. — Plato universal de 4 garras con los dos juegos de éstas. — 1, Garras al derecho. — 2, Garras vueltas.

En la figura 207 se muestra un plato universal de cuatro garras con los dos juegos que se entregan con el plato.

Se especifica siempre el número de garras de que dispone el plato, pues se construyen de dos, tres y cuatro garras. Llevan, generalmente, como usted ya habrá observado, tantos piñones de apriete como garras, situados precisamente en el centro de cada dos garras. Es indiferente el que la fijación se haga por uno u otro piñón, aun cuando se recomienda que en un mismo trabajo se efectúen las fijaciones desde el principio al fin por el mismo piñón, con el objeto de que siempre queden centradas las piezas.

Las patas de la figura 207 señaladas con el número 1 se llaman garras **al derecho** y son destinadas a fijar superficies exteriores o interiores medias, es decir, las que al fijarlas no hagan sobresalir demasiado las garras del diámetro exterior del plato. (Nunca deben salir más de la mitad de la garra).

Las garras 2 se llaman garras **vueltas al revés** y son las que han de fijar grandes superficies también exteriores o interiores.

Vea en la figura 208 esquemas de fijación con los dos juegos de patas.

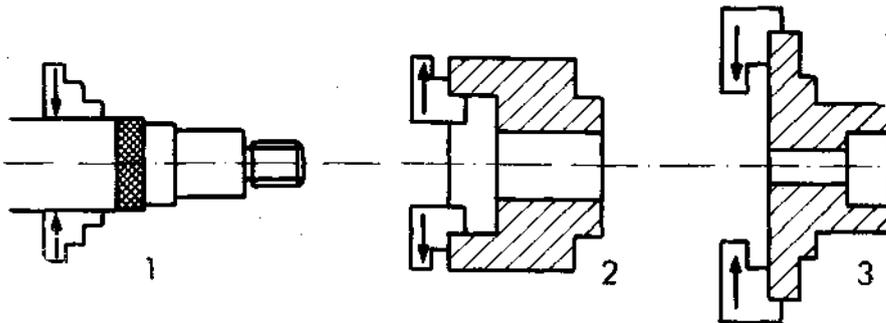


Figura 208. — 1. Fijación exterior con garras al derecho. — 2. Fijación interior con garras al derecho. — 3. Fijación exterior con garras al revés.

MONTAJE DE LAS GARRAS

Ya es bien sabido que siempre interesa que la pieza gire lo más concéntrica posible con el eje; para que ocurra así, las patas deben fijarla precisamente en la posición correcta, es decir, deben estar colocadas de forma que queden a la misma distancia del centro.

Para el correcto montaje de las patas conviene tener en cuenta que

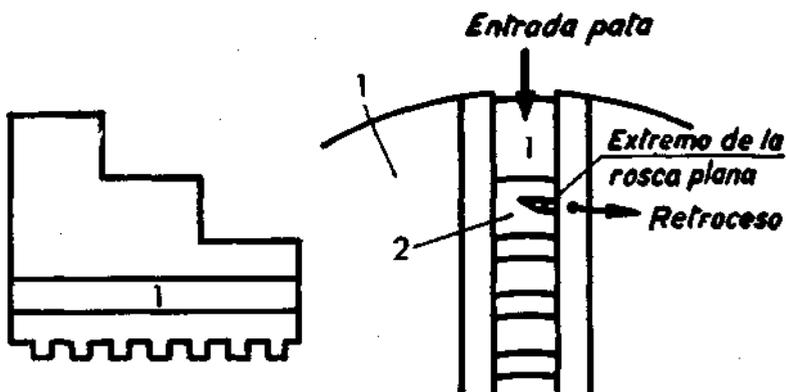


Figura 209. — Indicaciones para montar las garras.

van marcadas con un número, tal como se aprecia en la figura 209, del 1 al 3 ó del 1 al 4, según el plato sea, de tres o cuatro garras. También, el plato lleva los mismos números marcados en el fondo de las ranuras de guía, según se indica en la misma figura 209, en la que se aprecia la garra y plato marcadas con el número 1.

El montaje se efectúa de la siguiente forma:

Se introduce la llave en uno cualquiera de los piñones y se le hace girar hasta que en el alojamiento señalado con el 1 se ve aparecer el principio de la rosca. Luego, girando la llave al revés, se la hace retroceder, según indica la flecha, hasta que se esconde; se mete la pata marcada con el 1 y se vuelve a hacer girar la llave en sentido contrario al de la flecha hasta notar que la pata queda cogida.

Seguidamente, se da una vuelta y se procede igual con la segunda garra, y luego, con la tercera, y, si el plato es de cuatro garras, con la cuarta. De esta forma quedan montadas las garras concéntricas.

Para cambiarlas, basta hacer girar la llave de forma que las patas se desplacen hacia fuera y salgan de la rosca; por último, se montan las otras, exactamente siguiendo el mismo método que se ha explicado.

Antes de proceder a su montaje no debe descuidarse nunca el limpiar perfectamente las garras y las guías del plato.

La limpieza del plato universal es muy importante, pues la viruta entra fácilmente por las guías y puede atascar la rosca y los piñones, además de forzar la posición o deslizamiento de las patas; dificultando el centro de las piezas.

MONTAJE Y CENTRADO DE LA PIEZA

Al montar la pieza en el plato universal se procura ya dejarla sensiblemente centrada, pero la mayoría de las veces depende, claro está, del acabado que ya tenga la pieza y de su importancia; este centrado debe ajustarse en toda su longitud, y para ello se fija la pieza suavemente, y después, haciéndose girar el plato a mano o con una velocidad mínima, se señalan las partes salientes (fig. 210), golpeando éstas con un martillo o con una maza, hasta conseguir un perfecto centrado. Cuando el centrado requiere una muy acusada precisión, se lleva a cabo con comparador, tal como usted estudió en la pasada lección.

Una vez centrada la pieza, se fija fuertemente, y de nuevo se comprueba su fijación.

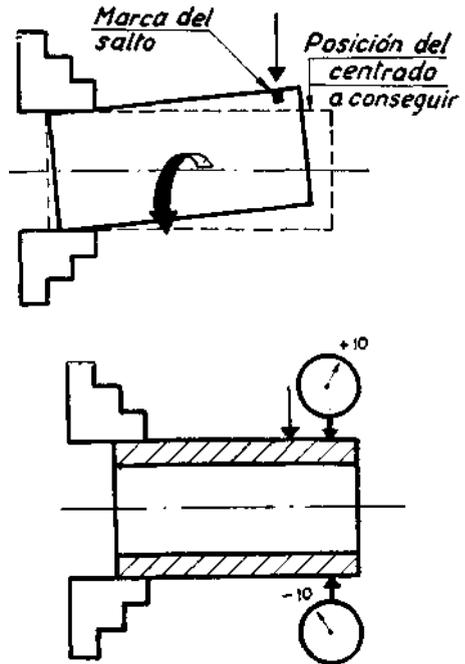


Figura 210. — Comprobación del salto de una pieza. — 1, Con tiza. — 2, Con comparador.

GARRAS BLANDAS

Fue precisamente para lograr un rápido centrado de las piezas en plato universal que se idearon las llamadas **patas o garras blandas**.

La garra normal (fig. 211) del plato universal rebajada de sus tres escalones y con una pieza postiza de acero dulce, fija a la primera con dos tornillos, constituye la garra blanda (fig. 212).

Se llama garra **blanda** porque siendo las garras de acero templado, son muy duras, y, sin embargo, los postizos interesaba fueran blandos para poderse mecanizar.

TORNEADO DE LAS GARRAS BLANDAS

Las garras blandas se utilizan para pequeñas series o trabajo repetitivo, pues para una sola pieza no es económica su preparación/aunque a veces sea aconsejable por su precisión.

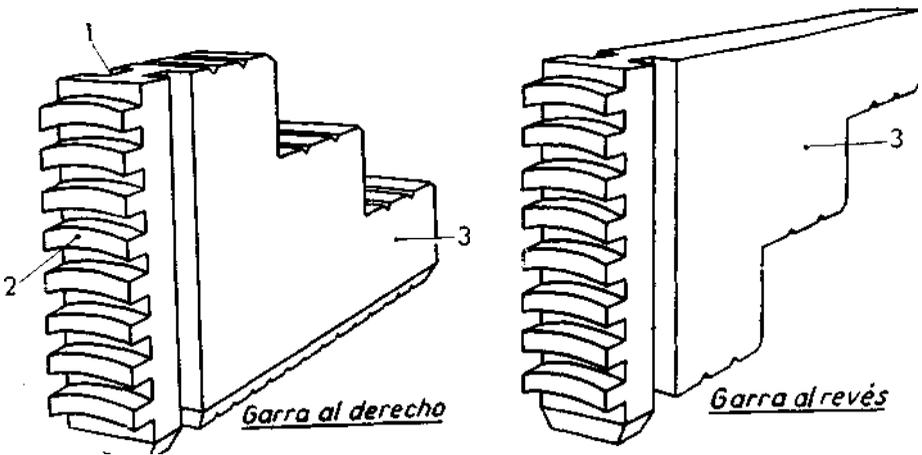


Figura 211. — Garras de plato universal. — 1, Guías de las garras a encajar en 'Las del plato universal. — 2, Dientes que «roscan» sobre la corona. — 3, Cabeza de las garras.

Para que la pieza quede bien centrada, las garras deben estar mandrinadas a la medida correspondiente a la pieza, es decir, interesa que las patas, una vez cerradas, fijen el diámetro justo de la pieza.

Por esta razón, se fija (fig. 213) entre las patas una arandela cualquiera, pero que tenga un diámetro tal, que una vez fijada, permita el mandrinado de las patas a la medida precisa, rebajando un mínimo de material. Después de mandrinadas a la medida precisa, se aflojan las garras, se saca la arandela y, al fijar la pieza, volverán las patas a la posición que tenían antes, quedando perfectamente concéntricas respecto del eje.

Como es fácil deducir, **la fijación con garras blandas debe hacer-**

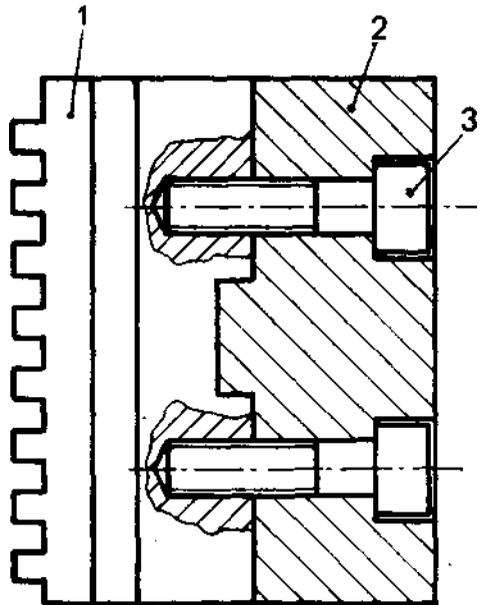


Figura 212. 1, Garra dura. — 2, Garra blanda. 3, Tornillos de fijación

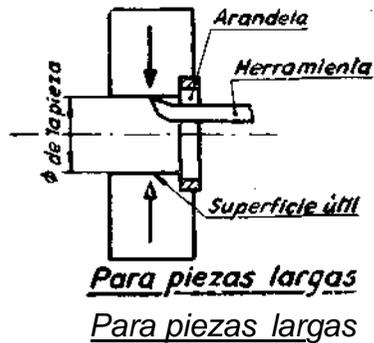
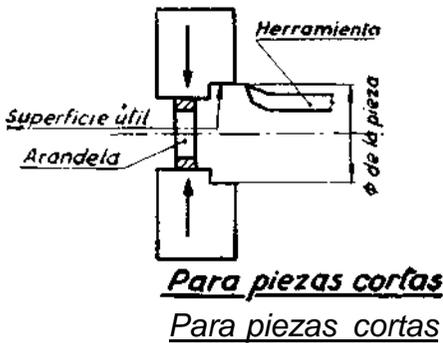


Figura 213. — Mandrinado de las garras dulces o blandas.

se siempre sobre una superficie de la pieza previamente torneada, aunque sea a desbaste.

PLATOS DE GARRAS

Si bien el elemento o accesorio de fijación más importante es el plato universal, el equipo completo de platos de un torno lo constituyen, además, el plato de garras, el plato liso y el plato de arrastre.

Vea en la figura 214 un plato de garras. Este tipo de plato sirve para fijar piezas de formas variadas irregulares. Las patas pueden maniobrase por separado, según convenga a la forma de la pieza, ya que el tornillo de apriete es independiente para cada una. Son, además, reversibles, es decir, que las mismas patas pueden montarse de las dos maneras, ya que según se aprecia en el esquema de la figura 215, basta con girar la garra y montar el tornillo por el otro extremo. Al hacer girar el tornillo, la pata se desliza

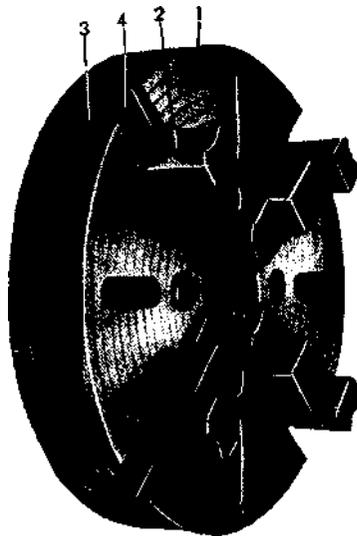


Figura 214. — Plato de garras. — 1, Cuerpo del plato. — 2, Patas reversibles. — 3, Tornillos de apriete. — 4, Guías de las patas.

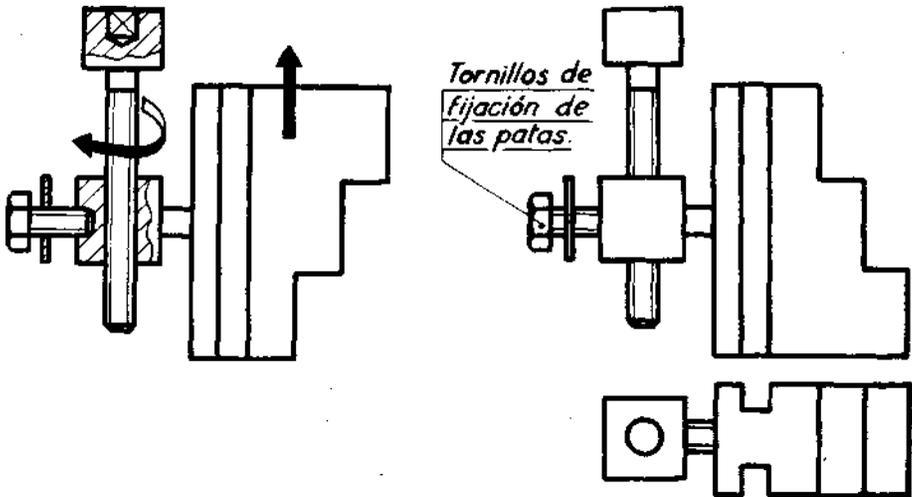


Figura 215. — Montaje de las garras.

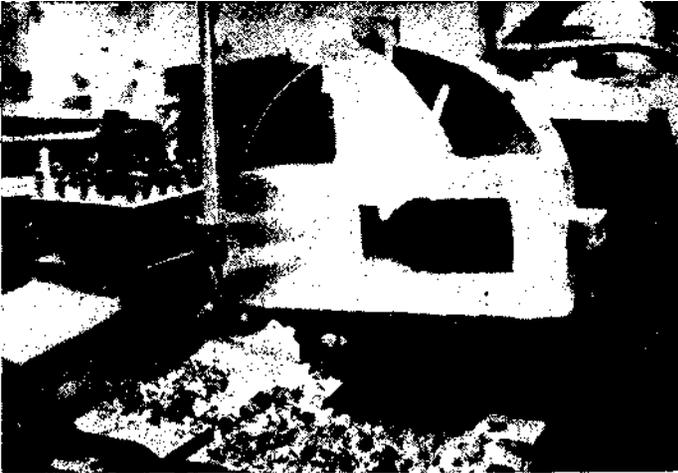


Figura 216. — Fijación de una pieza en un plato de garras.

por sus guías, debido al mismo principio que vió para el vástago de la contrapunta. Una vez centrada la pieza, las patas se fijan fuertemente con unos tornillos a la cara posterior del plato. En la figura 216 se ve la fijación de una pieza de forma muy irregular en un plato de este tipo.

PLATO LISO

El plato liso (figura 217) no es más que un disco completamente liso que se monta sobre la rosca del eje principal. Lleva una serie de agujeros roscados distribuidos por toda su superficie.

Su finalidad es la fijación de piezas de formas muy diversas por medio de bridas y tornillos (fig. 218) y aun, a veces, con escuadras auxiliares (figura 219).

En este tipo de montaje debe tomarse una importante precaución: neutralización del desequilibrio oca-



Figura 217. — Plato liso (vista posterior)

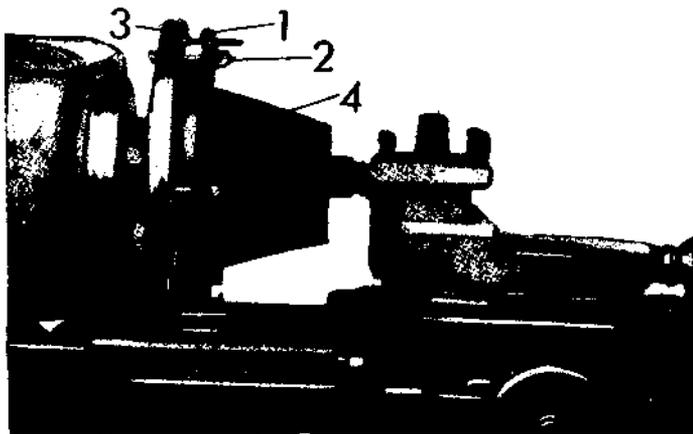


Figura 218. — Fijación en un plato liso con bridas y tornillos. — 1. Bidas de fijación. — 2. Tornillos. — 3. Plato liso. — 4. Pieza.

sionado por la concentración de pesos en una zona determinada del plato y que obliga al empleo de contrapesos bien repartidos y fijados en las zonas más ligeras del plato.

Como comprobación rápida de este equilibrado, puede observarse si proporcionando al plato con el eje principal desembragado un movimiento leve de rotación con la mano, o al pararse, no se vuelve hacia atrás.

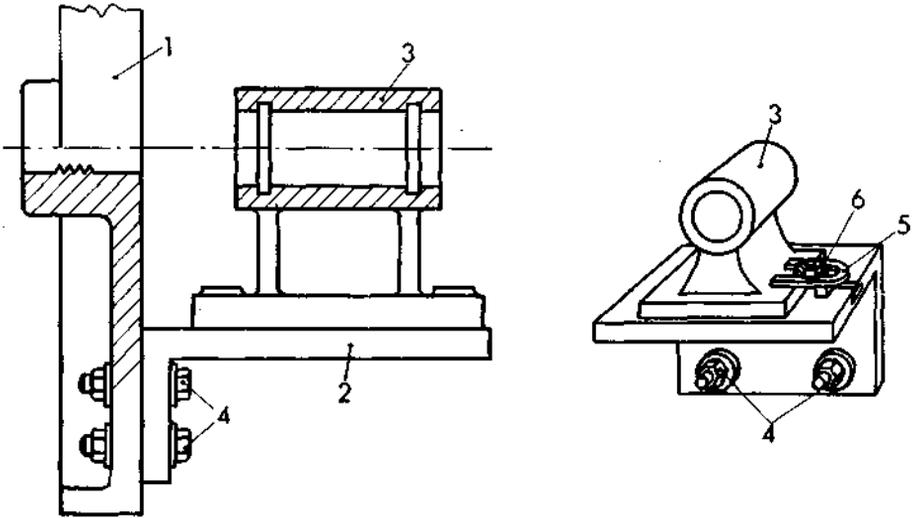


Figura 219. — Mecanizado de una pieza fijada en una escuadra montada en un plato liso. — 1, Plato liso. — 2, Escuadra. — 3, Pieza. — 4, Tornillos fijación de la escuadra. — 5, Bridas. — 6, Tornillos fijación pieza.

Además, tenga usted en cuenta que siempre es recomendable trabajar con una marcha ligeramente inferior a la normal.

PLATO DE ARRASTRE

El **plato de arrastre** (figura 220) es un plato liso de pequeño diámetro, sin agujeros y con un tope montado, cuya utilidad usted estudiará al tratar de los perros de arrastre para el mecanizado entre puntos.

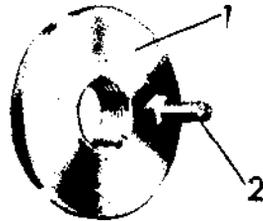


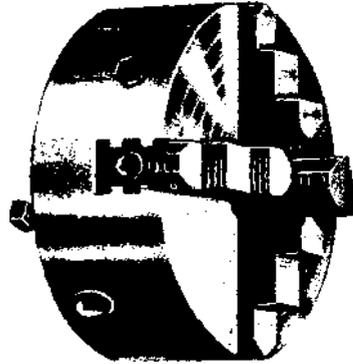
Figura 220. — Plato de arrastre. — 1, Plato. — 2, Tope conductor.

PLATOS ESPECIALES

Los trabajos en serie organizados ya en muchas fabricaciones distintas han hecho que aparecieran nuevos elementos de fijación, alguno de los cuales va a estudiar a continuación.

PLATO COMBINADO

Es, como su nombre indica, una combinación de plato universal y plato de garras y su manejo es igual que en los dos nombrados. En la figura 221 se muestra uno de estos tipos de platos.



PLATO DE PINZA

El mecanizado de pequeñas piezas en serie con los platos que con detalle acaba usted de estudiar presentaba el inconveniente de no lograr un centrado perfecto de la pieza en un tiempo mínimo. Para

Figura 221. — Plato combinado. — 1, Tornillos de apertura y cierre. — 2, Tornillos de mando individual de las garras.

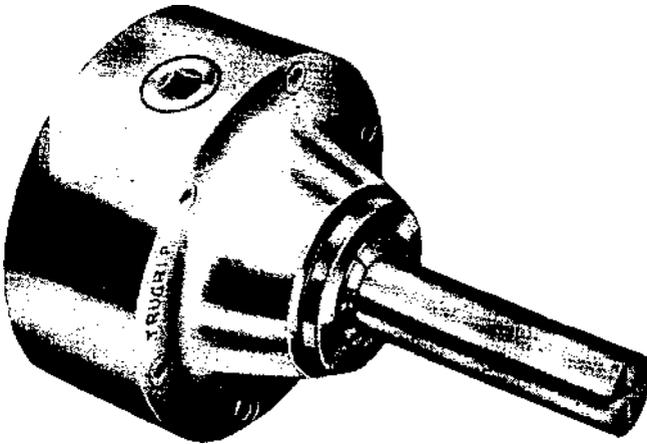


Figura 222. — Plato de pinza.

conseguir un rápido centrado se proyectó el plato de la figura 222, en el que las piezas de pequeño diámetro se fijan con una pinza especial para cada medida.

Estas pinzas son de acero muy elástico y llevan una abertura que les permite un pequeño cierre o apriete al ser llevadas hacia atrás y clavarse el cono del extremo.

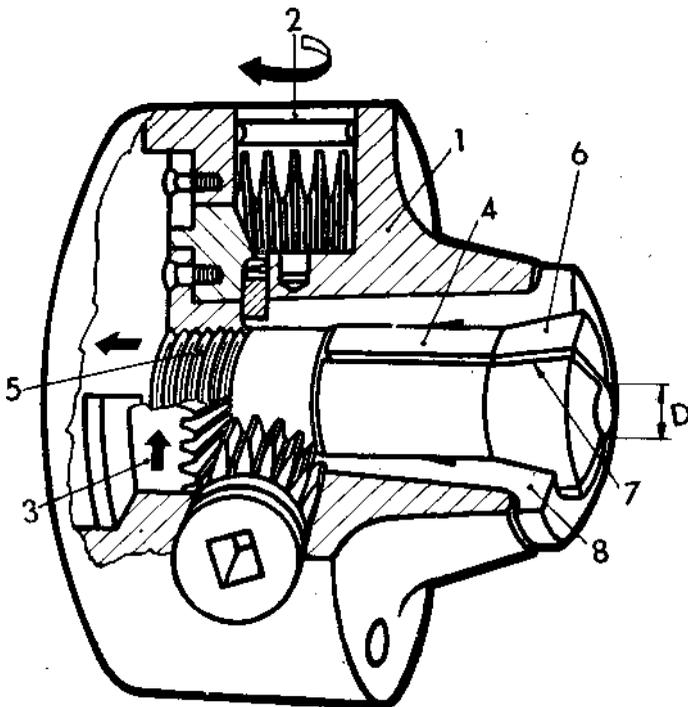


Figura 223. — 1. Cuerpo del plato. — 2. Piñones de apertura y cierre. — 3. Corona. — 4. Pinza. — 5. Rosca para el desplazamiento de la pinza. — 6. Parte cónica de cierre. — 7. Ranura de cierre. — 8. Cono de sujeción. — 9. Diámetro de la pieza.

Fijese en la figura 223 cómo está formado este plato. La abertura y cierre se hace exactamente igual que con el plato universal. Los piñones (2) hacen girar la corona (3) y montado juntamente con la corona y formando con ella una sola pieza, hay una tuerca especial que al rosar en un sentido o en otro ordena un desplazamiento a la pinza. Suponga usted que se rosca en el sentido de las flechas del dibujo: la parte cónica de la pinza, al clavarse, tiende a cerrar la ranura (7) y el diámetro D disminuye ligeramente, pero lo suficiente para fijar la pieza.

Apurando todavía más lo que respecta a la disminución del tiempo que se ha de invertir para fijar y centrar una pieza, estos datos presentan el inconveniente de tener que parar la máquina para montar o desmontar la pieza. Este inconveniente queda suprimido con el empleo de los platos de la figura 224, en los que la apertura y cierre de la pinza se efectúa mediante una palanca y sin necesidad de parar la máquina.

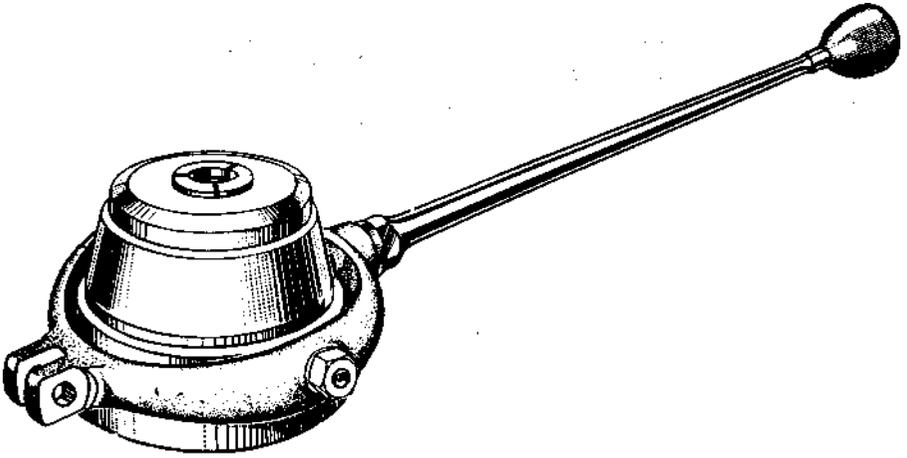


Figura 224. — Plato pinza de apertura rápida.



Figura 225. — Plato «CUMBRE» de apertura rápida. Se puede montar pinza o garras blandas.

Estando, a pesar de todo, la limitación de estos platos en las pinzas (una pinza de diámetro 14, por ejemplo, puede fijar piezas desde 13,8 mm a 14,2 mm de diámetro) se precisa una pinza para cada diámetro distinto de pieza que se trabaje (estas pinzas suelen construirse de milímetro en milímetro); el plato CUMBRE de la figura 225 presenta la gran ventaja de que, al poder aplicarle indistintamente pinza y patas, se consigue una amplísima variedad de diámetros a fijar, efectuándose la apertura y cierre para ambos casos, por medio de palanca y de una forma muy rápida.

PLATOS NEUMÁTICOS

El **plato neumático** es un tipo especial de plato universal, en el que la fuerza para la apertura y cierre de las patas la proporciona el aire comprimido, es decir, **a presión**. En la figura 226 se muestra un plato de este tipo montado en un pequeño torno.

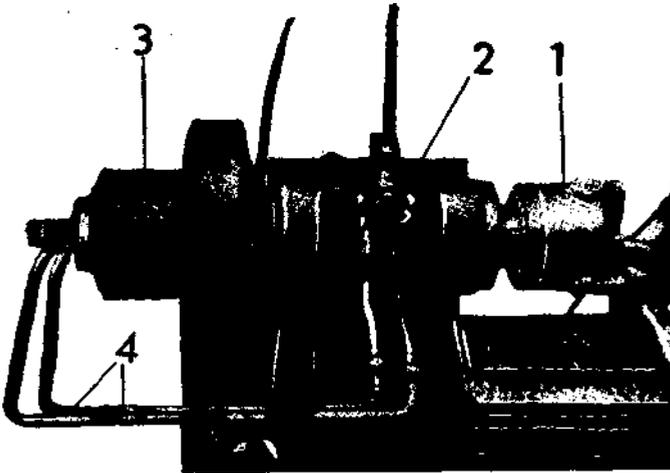


Figura 226. — Plato neumático acoplado en un pequeño torno. — 1, Plato. — 2, Válvula de mando. — 3, Cilindro de presión. — 4, Tubos de entrada y salida de aire.

El empleo del plato neumático reduce los tiempos de montaje y disminuye la fatiga del operario. Estos platos se adaptan fácilmente en tornos paralelos y los transforman en máquinas para trabajar en serie.

El funcionamiento es sencillo: mediante un compresor se manda aire comprimido y se abre la válvula de paso (a mano o con el pie, si

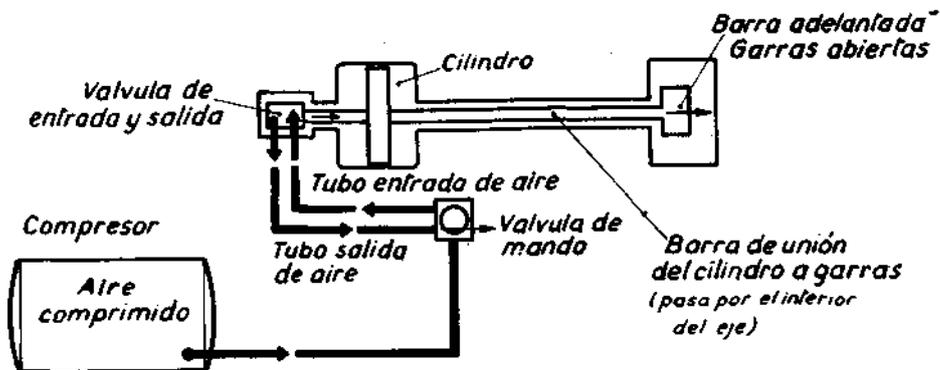


Figura 227. — Esquema de circulación del aire comprimido en el equipo de un plato neumático.

es de pedal) y el aire comprimido empuja un cilindro, según se indica en la figura 227. Este cilindro actúa por medio de una barra de unión

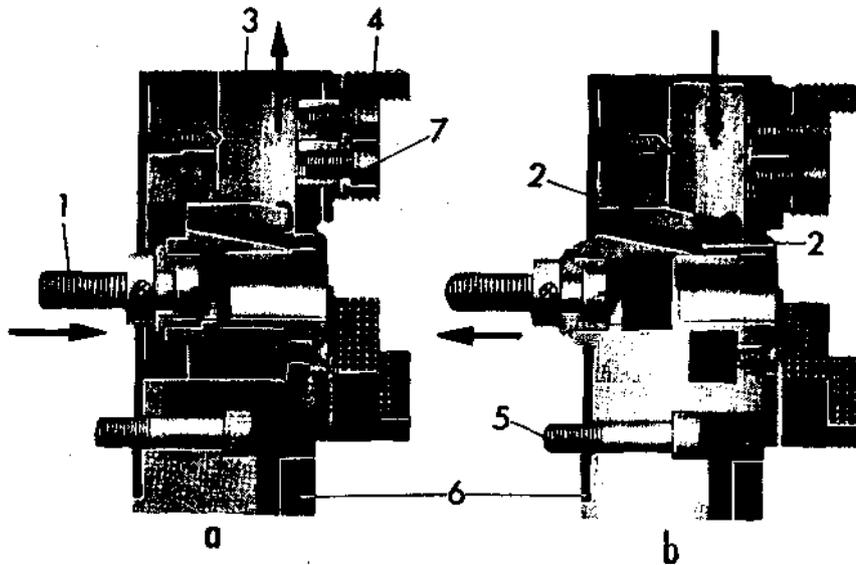


Figura 228. — Interior de un plato neumático. — a) Pistón en posición adelantada. Garras abiertas. — b) Pistón en posición retrasada. Garras abiertas. — 1, Barra de Unión. — 2, Cuñales de desplazamiento. — 3, Garras del plato. — 4, Garras postizas o blandas. — 5, Tornillos de fijación contraplato. — 6, Cuerpo del plato. — 7, Tornillos fijación garras postizas.

sobre unas cuñas que hay en el interior del plato, y que hacen desplazar las patas hacia arriba, es decir, las abre.

Para cerrarlas, se acciona la válvula de mando al revés; y el cilindro va hacia atrás, expulsando el aire a través de la válvula y arrastrando la barra de unión, que desplaza las patas hacia abajo, cerrándolas.

Vea en la figura 228 el detalle interior de un plato de este tipo, en el que se aprecian las cuñas que desplazan las garras en un sentido o en otro, según convenga.

Como es fácil deducir, los platos de este tipo se acoplan, sobre todo, en tornos muy rápidos y deben reunir unas ciertas seguridades. Vea en la figura 229 la forma en que van aseguradas las patas. Las cuñas, montadas en la parte inferior de las garras, van, además, sujetas con una especie de gatillo; en la figura 230 se muestra cómo se desmontan. Todas estas figuras pertenecen a un determinado plato neumático, el alemán FORKARDT, considerado de los mejores, pero, aunque cada fabricante los hace distintos, los principios y funcionamientos son siempre los mismos.

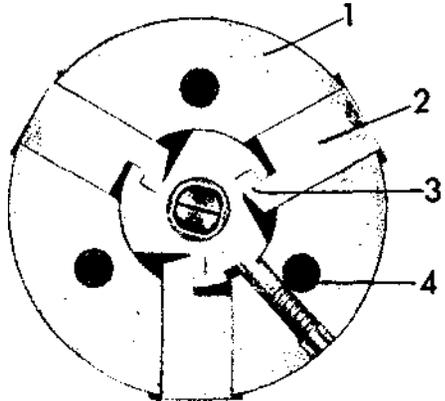


Figura 229. — Fijación de las garras. — 1, Cuerpo del plato. — 2, Garras. — 3, Cuña. — 4, Trinquete de seguro.

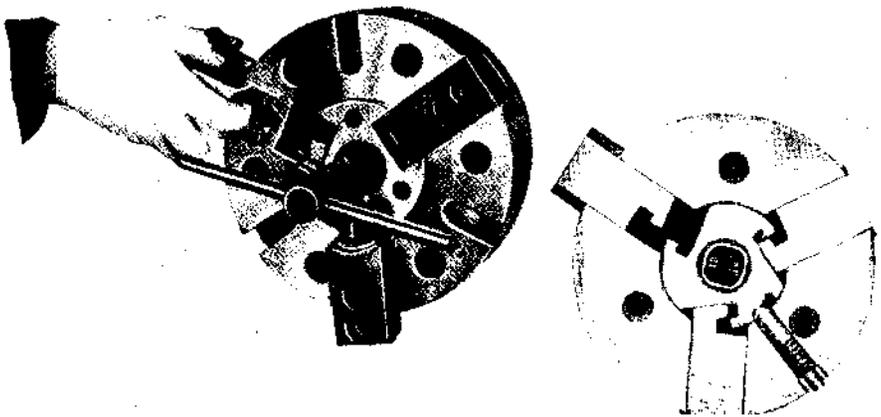


Figura 230. — Desmontado de las garras del plato neumático FORKARDT.

En la figura 231 se observa la facilidad con que se montan las piezas en estos platos; téngase en cuenta que el operario no debe hacer más fuerza que la precisa para sostener la pieza hasta ser fijada, pues el mando de la válvula ya no puede ser más suave.

La preparación y manejo de las garras dulces son iguales que en los demás tornos, pero en estos tipos las postizas suelen ser montadas sobre unas estrías y fijadas con unos tornillos, como se ve en la figura 231, presentando la ventaja de poderse desplazar las garras blandas a todo lo largo de las garras del plato. También en la figura 205 se observa este detalle.



Figura 231. — Montaje de una pieza en un plato neumático.

MONTAJES AL AIRE SOBRE TORNEADOR

En los montajes al aire vistos hasta ahora, todos los tipos de plato fijaban las piezas por sus diámetros exteriores. Para los casos en que las piezas hayan de ser fijadas por diámetros interiores se dispone de los **torneadores**. Aunque se hacen torneadores de muy diversos tipos, pueden agruparse en dos grupos: **los que se montan al aire y los que se montan entre puntos**.

En los del primer grupo, los torneadores se montan directamente sobre el cono del eje principal y pueden clasificarse en dos tipos: **torneadores fijos y torneadores extensibles**.

TORNEADORES FIJOS

Son aquellos en los que el diámetro de fijación es, como su nombre indica, **fijo**. Vea en la figura 232 la forma en que se sujeta la pieza por medio de una arandela y una tuerca. En un torneador de este tipo y para asegurar una perfecta concentricidad entre los diámetros, el diámetro interior ha de estar mecanizado con una tolerancia tal que entre

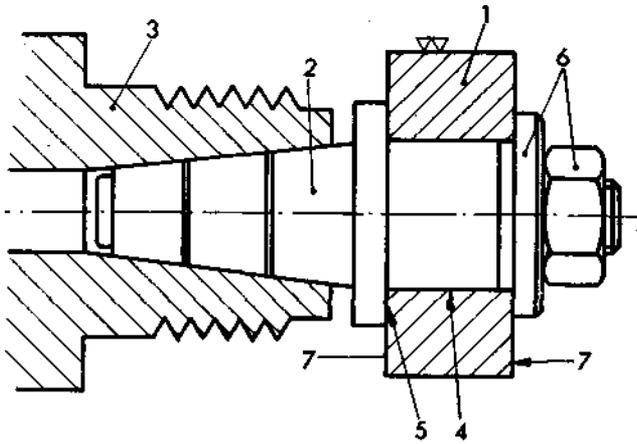


Figura 232. — Torneador fijo en el cono del eje principal. — 1, Pieza a cilindrar. — 2, Torneador. — 3, Eje principal. — 4, Superficie de centrado. — 5, Superficie de tope. 6, Tuerca y arandela de fijación. — 7, Caras refrentadas con anterioridad y bien perpendiculares al mandrinado.

perfectamente ajustado en el torneador. La pieza debe llevar, además, las caras refrentadas para evitar que al fijar la tuerca se incline la pieza hacia un lado por no hacer buen asiento la arandela sobre la cara lateral de la pieza.

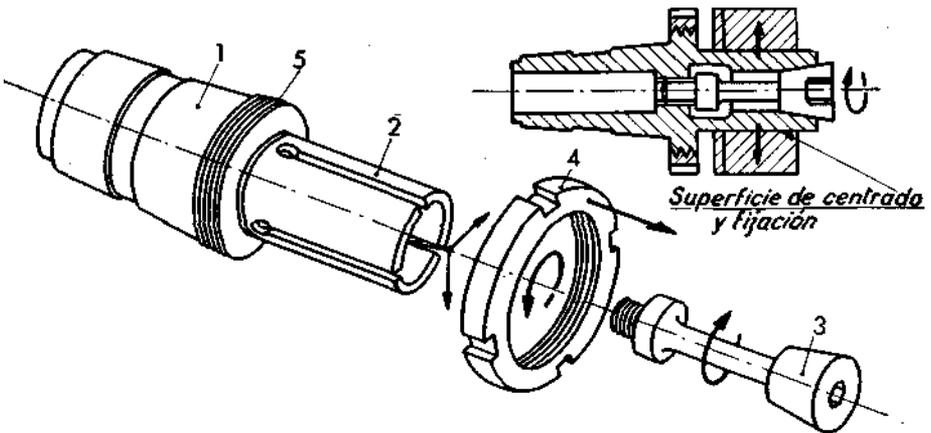


Figura 233. — Torneador extensible. — 1, Cono torneador. — 2, Parte extensible. — 3, Tornillo cónico de fijación. — 4, Tuerca para desmontaje de la pieza. — 5, Rosa para montar la tuerca.

TORNEADORES EXTENSIBLES

Los **torneadores extensibles** se emplean para facilitar el mecanizado de piezas sobre torneador, a las que previamente no se les ha podido refrentar las caras de apoyo. Se llaman así porque la superficie de centrado es una pieza de acero muy elástico y ranurada (fig. 233), de forma que, al fijar un tornillo especial con cono (3), extiende la superficie del torneador hacia fuera y sin necesidad de ninguna fijación más, aguanta perfectamente a la pieza, por dicha presión contra la superficie del mandrinado.

Para ayudar a desmontar la pieza, se dispone de una tuerca que, al girarla, como indica la flecha de la figura, expulsa la pieza hacia fuera.

Para piezas muy estrechas y delgadas constituye una buena solución la de la figura 234, que se aplica en un plato como el de la figura 223, cambiando únicamente el cono de sujeción y la pinza (especial en este caso) y que recibe el nombre de **pinza tulipa para exteriores**.

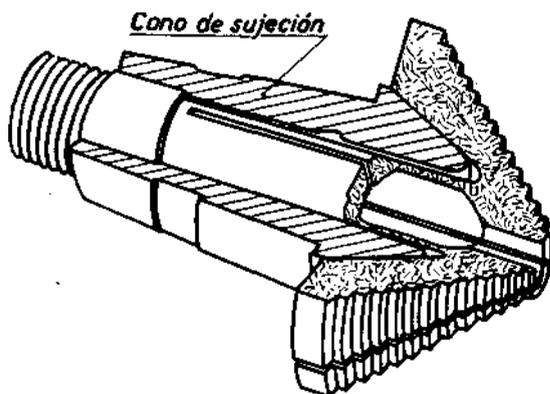


Figura 234. — Pinza tulipa para exteriores.

PINZAS

Otro de los montajes al aire de piezas es el que se realiza utilizando pinzas (figura 235). Las pinzas fijan por los diámetros exteriores, y el inconveniente es, precisamente, que estos diámetros de sujeción deben estar trabajados previamente y con cotas precisas. El montaje con pinza es el más exacto de todos.

Se utiliza tanto para piezas cortas como para barras largas, pues las pinzas agujereadas en toda su longitud, permiten el paso de la barra

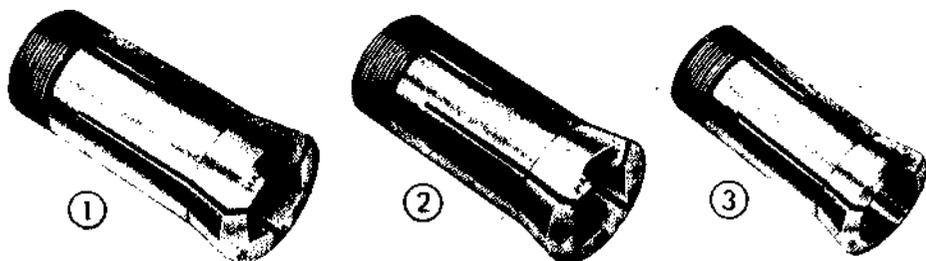


Figura 235. — Pinzas para fijaciones en torno. — 1, Para barra calibrada exagonal. — 2, Para barra cuadrada. — 3, Para barra calibrada cilíndrica.

a su través. Estas barras, que se encuentran en el comercio y de todas medidas, pueden adquirirse ya completamente calibradas y, aún, de formas diversas (cilíndrica, cuadrada, exagonal, etc.).

Todas las pinzas acostumbran a ser con pocas variaciones, casi iguales como las de la figura 235, aunque varía la forma en que se efectúa su cierre.

Se necesita, al igual que los torneadores, una pinza para cada medida nominal, pues al utilizarla por fuera de sus límites (de 0,2 a 0,3 mm por encima y por debajo de su medida nominal) pierden precisión.

Las pinzas pueden fijarse en platos del tipo de las figuras 223, 224 y 225, o bien directamente sobre el eje principal en los tornos que lo llevan especialmente dispuestos para esta fijación (fig. 236). En estos casos, el cierre de la pinza se efectúa por una palanca montada en el extremo posterior del eje, la cual acciona una barra que, unida a la pinza por la rosca posterior de ésta, mete la pinza hacia dentro, o bien maniobrando al revés hacia afuera para abrirla (fig. 237).

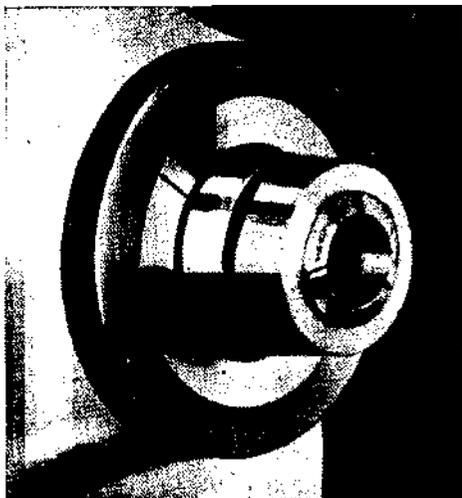
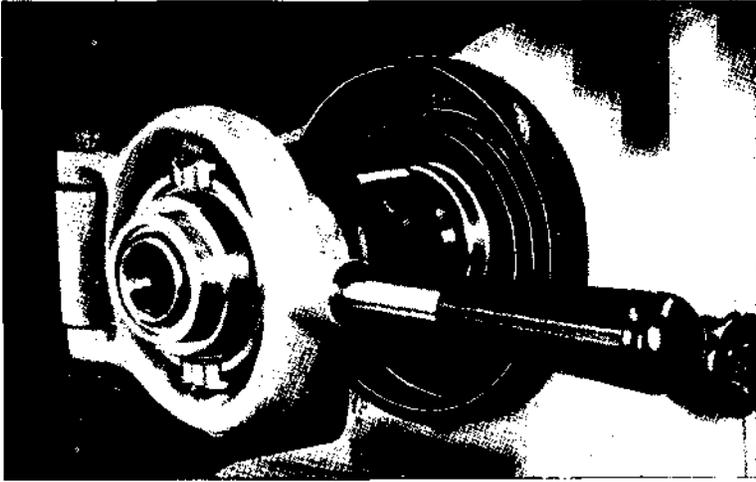


Figura 236. — Pinza montada directamente sobre el eje principal.

Igualmente que en el caso de los torneadores, para piezas de diámetros mayores y siempre aplicada al plato de la figura 223 (que tiene



*Figura 237. — Palanca de cierre de la pinza de la figura 236.
Situada en el extremo posterior del eje principal.*

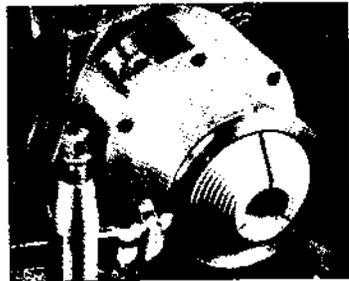
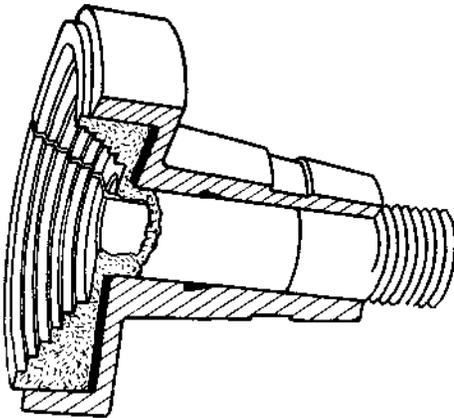


Figura 238. — Pinza tulipa para interiores.

muchas utilidades), pueden emplearse las llamadas pinzas de tulipas para interiores (fig. 238).

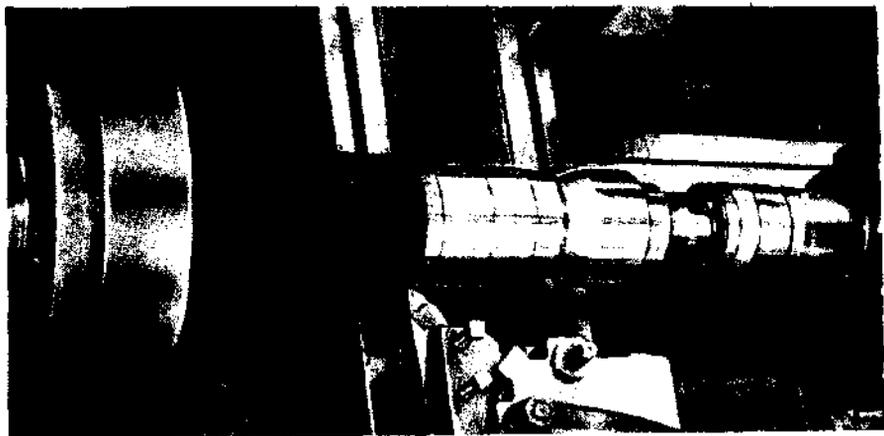


Figura 239. — Pieza fijada entre puntos.

MONTAJE ENTRE PUNTOS

El montaje entre puntos se reserva para las piezas largas y flexibles; resulta el dispositivo de sujeción más sencillo y sólo requiere accesorios poco costosos. El arrastre de las piezas queda asegurado por el enlace entre el plato de arrastre (fig. 220) y los perros de arrastre que se fijan solidarios a la pieza.

Asimismo, las piezas tubulares, o sea, en forma de tubos y alargadas, se montan sobre torneadores fijos y extensibles que se fijan entre puntos.

No obstante, y ante la importancia de este punto, lo desarrollaremos ampliamente en la próxima lección, así como los accesorios que se emplean. Vea un ejemplo de una fijación de este tipo en la figura 239, así como en la figura 240 la forma en que la pieza es fijada por el perro de arrastre.

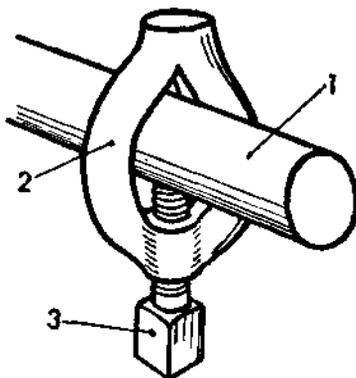
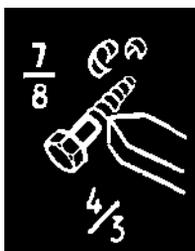


Figura 240. — Perro de arrastre fijando un eje. — 1, Eje. — 2, Perro de arrastre. — 3, Tornillo de fijación.



matemáticas para tornero

LECCION

7

CALCULO DE LA RAÍZ CUADRADA DE UN NUMERO MAYOR QUE 100

Fíjese bien en el procedimiento que se sigue para hallar la raíz cuadrada de un número mayor que 100. No es de extrema complicación, pero requiere estudiarlo bien para operar perfectamente.

Es muy posible que si usted desconoce cómo se calcula la raíz cuadrada de un número mayor de 100, se pregunte el porqué se opera de esta forma. Aunque en Aritmética todo tiene su explicación, ahora no interesa explicar dicho porqué para evitar confusiones. Lo que ahora importa es saber cómo se procede, que es como seguidamente se explica.

1. El número cuya raíz cuadrada se busca, se separa en grupos de dos cifras empezando por la derecha. El primer grupo de la izquierda tendrá una o dos cifras. Veámoslo con el número 9216.

$$\sqrt{\quad \quad \quad} \overline{92.16}$$

2. Se piensa cuál es la raíz cuadrada exacta o aproximada por defecto del primer grupo de la izquierda.

$$\sqrt{\quad \quad \quad} \overline{92.16} \quad \bigg| \quad \underline{9}$$

3. El cuadrado de la primera raíz se escribe debajo del primer grupo y, seguidamente, se restan. Si la raíz es exacta saldrá cero, pero si es inexacta por defecto quedará un resto.

$$\begin{array}{r|l} \sqrt{92.16} & 9 \\ 81 & \text{---} \\ \hline 11 & \end{array}$$

4. A la derecha del resto se escribe el segundo grupo de dos cifras del número cuya raíz se busca y se separa la primera cifra de la derecha con un punto.

$$\begin{array}{r|l} \sqrt{92.16} & 9 \\ 81 & \text{---} \\ \hline 11.6 & \end{array}$$

5. Se multiplica por 2 (siempre por 2) la raíz hallada del primer grupo.

$$\begin{array}{r|l} \sqrt{92.16} & 9 \\ 81 & \text{---} \\ \hline & 9 \times 2 = 18 \end{array}$$

6. Se dividen las dos o tres primeras cifras del resto, es decir, todas las cifras del resto menos la separada por un punto, por el resultado obtenido al multiplicar por 2 la raíz de primer grupo.

$$\begin{array}{r|l} \sqrt{92.16} & 9 \\ 81 & \text{---} \\ \hline 11.6 & 9 \times 2 = 18 \\ & 111 : 18 = 6 \end{array}$$

7. El resultado de la división se escribe a la derecha del divisor, es decir, del resultado de multiplicar por 2 la raíz del primer grupo.

$$\begin{array}{r|l}
 \sqrt{92.16} & 9 \\
 81 & 9 \times 2 = 18 \\
 \hline
 111.6 & 111 : 18 = 6 \\
 & 186
 \end{array}$$

8. El número así formado se multiplica por el resultado de la división.

$$\begin{array}{r|l}
 \sqrt{92.16} & 9 \\
 81 & 9 \times 2 = 18 \\
 \hline
 111.6 & 111 : 18 = 6 \\
 & 186 \times 6 = 1.116
 \end{array}$$

9. El producto de la multiplicación se escribe debajo del resto y se resta de éste.

$$\begin{array}{r|l}
 \sqrt{92.16} & 9 \\
 81 & 9 \times 2 = 18 \\
 \hline
 111.6 & 111 : 18 = 6 \\
 111.6 & 186 \times 6 = 1.116 \\
 \hline
 000.0 &
 \end{array}$$

10. Si resulta cero, el número hallado es la raíz exacta y si queda un resto, la raíz es inexacta. La segunda cifra de la raíz, exacta o inexacta por defecto, es el número que ha resultado de la división y se escribe junto a la raíz del primer grupo.

$$\begin{array}{r|l}
 \sqrt{92.16} & 96 \\
 81 & 9 \times 2 = 18 \\
 \hline
 111.6 & 111 : 18 = 6 \\
 111.6 & 186 \times 6 = 1.116 \\
 \hline
 000.0 &
 \end{array}$$

11. De haber más grupos se procede exactamente igual como se ha procedido después de haber hallado la raíz del primer grupo.

PRUEBA DE LA RAÍZ CUADRADA

Para comprobar si se ha operado bien, la raíz hallada se eleva al cuadrado, es decir, se multiplica por sí misma. Si la raíz es exacta el resultado ha de ser igual al número cuya raíz se ha buscado, si en cambio, es inexacta dará este número sumando al resultado de la multiplicación el resto del último grupo.

$$96 \times 96 = 9216$$

EJEMPLO DE CALCULO DE LA RAÍZ CUADRADA EN UN NUMERO MAYOR DE 100

Compruebe que en el siguiente ejemplo se ha procedido de acuerdo con las explicaciones anteriores.

Hallar la raíz cuadrada del número 58.564

$\sqrt{5.8564}$ $\underline{-4}$ <hr style="width: 100%;"/> 18.5 $\underline{-176}$ <hr style="width: 100%;"/> 0096.4 $\underline{-964}$ <hr style="width: 100%;"/> 000	242 <hr style="width: 100%;"/> $2 \times 2 = 4$ $18 : 4 = 4$ $44 \times 4 = 176$ <hr style="width: 100%;"/> $24 \times 2 = 48$ $96 : 48 = 2$ $482 \times 2 = 964$
---	---

$\underline{-000}$

CASOS PARTICULARES EN EL CALCULO DE LA RAÍZ CUADRADA

El cálculo de la raíz cuadrada presenta unos casos particulares que varían el procedimiento que usted ha estudiado. Suponga que se ha de buscar la raíz cuadrada 567. Usted recuerda cómo se procede:

$\sqrt{5.67}$ $\underline{-4}$ <hr style="width: 100%;"/> 16.7	2 <hr style="width: 100%;"/> $2 \times 2 = 4$
--	--

Compruebe que se ha operado tal como se ha explicado anteriormente. Fíjese ahora en lo que ocurre al buscar el segundo número de la raíz.

$$\begin{array}{r|l}
 \sqrt{\quad 5.67} & 2 \\
 \underline{-4} & 2 \times 2 = 4 \\
 & \mathbf{16 : 4 = 4} \\
 \underline{-16.7} & \mathbf{44 \times 4 = 176} \\
 \underline{-176} &
 \end{array}$$

¿Qué es lo que ocurre? Sencillamente, que no puede efectuarse la resta porque 176 es mayor que el 167 y ello indica que 4 no puede ser la segunda cifra de la raíz. Lo que debe hacerse en este caso es probar el número inmediatamente más bajo, en este caso el 3, haciendo con él lo mismo que se ha hecho con el 4.

$$\begin{array}{r|l}
 \sqrt{\quad 5.67} & 2 \\
 \underline{-4} & 2 \times 2 = 4 \\
 & \\
 \underline{-16.7} & 16 : 4 = 4 \\
 \underline{-129} & 44 \times 4 = 176 \\
 & \\
 \mathbf{038} & \mathbf{43 \times 3 = 129}
 \end{array}$$

Operando con 3 el resultado de la multiplicación ha podido restarse de 167 por ser menor; 3 es, por lo tanto, la segunda cifra de la raíz cuadrada inexacta del número 567. Haga usted la prueba:

$$\begin{array}{r}
 23 \\
 \times 23 \\
 \hline
 69 \\
 46 \\
 \hline
 529 \\
 + 38 \\
 \hline
 567
 \end{array}$$

En el caso de que con el 3 el resultado obtenido en la multiplicación hubiese resultado aún mayor para ser restado de 167 debía haberse probado la cifra inmediata inferior.

Otro caso es el que se presenta en el siguiente ejemplo:

Hallar la raíz cuadrada de 855.

$$\begin{array}{r|l} \sqrt{\quad 8.55} & 2 \\ -4 & 2 \times 2 = 4 \\ \hline 45.5 & 45 : 4 = 11 \end{array}$$

Fíjese que el número obtenido en la división es 11. Cuando esto ocurre, es decir cuando el cociente de la división es mayor de más de una cifra no se opera con este número. En su lugar se prueba la cifra 9.

$$\begin{array}{r|l} \sqrt{\quad 8.55} & 29 \\ -4 & 2 \times 2 = 4 \\ \hline 45.5 & 45 : 4 = 11 \\ -441 & 49 \times 9 = 441 \\ \hline 14 & \end{array}$$

Compruebe que 9 es la segunda cifra de la raíz cuadrada inexacta del número 855:

$$\begin{array}{r} 29 \\ \times 29 \\ \hline 261 \\ 58 \\ \hline 841 \\ \text{Resto } + 14 \\ \hline 855 \end{array}$$

Fíjese ahora, por último, en el caso que se presenta en este otro ejemplo:

Hallar la raíz cuadrada del número 164.836

$$\begin{array}{r|l} \sqrt{\quad 16.48.36} & 4 \\ 16 & 4 \times 2 = 8 \\ \hline 00.4.8 & 4 : 8 = \end{array}$$

Se ha multiplicado por 2 la raíz hallada del primer grupo y con el producto no puede dividirse el resto por ser éste menor y un número decimal no sirve en este caso; cuando esto ocurre, la segunda cifra es 0.

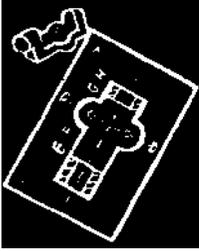
$$\begin{array}{r|l} \sqrt{\quad 16.48.36} & 40 \\ 16 & 4 \times 2 = 8 \\ \hline 004.8 & 4 : 8 = 0 \end{array}$$

Sabido esto se baja el tercer grupo del número y se opera con el resto normalmente.

$$\begin{array}{r|l} \sqrt{\quad 16.48.36} & 406 \\ 16 & 4 \times 2 = 8 \\ \hline 00483.6 & 4 : 8 = \\ 483.6 & 40 \times 2 = 80 \\ \hline 0000 & 483 : 80 = 6 \\ & 806 \times 6 = 4836 \end{array}$$

Compruebe que 406 es la raíz cuadrada exacta del número 164.836.

$$406 \times 406 = 164.836$$



interpretación planos

LECCIÓN

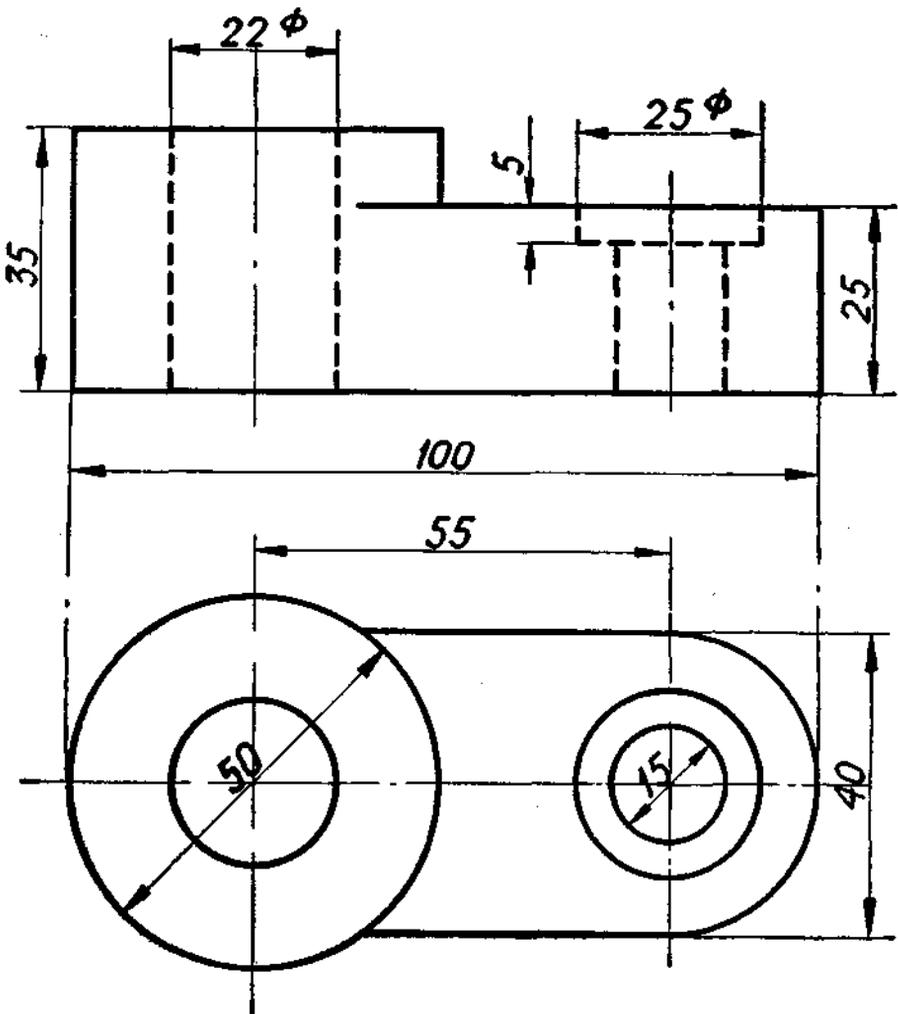
7

PLANOS Y TAMAÑO NATURAL

En la mayor parte de los planos que se utilizan en la industria de construcción mecánica, las dimensiones de las vistas son iguales a las dimensiones correspondientes a las piezas; es decir, que si una determinada dimensión de la pieza mide por ejemplo 45 mm, la misma dimensión en el plano mide también 45 mm en la vista correspondiente. De estos planos se dice que están dibujados a **tamaño natural**. En ellos cualquier medida tiene una longitud igual a la de la pieza que representa y por ello todas las longitudes acotadas en las vistas tienen una medida que coincide con las anotadas en las cotas. Vea en la figura 100 el plano a tamaño natural de una pieza y compruebe en él cómo cada longitud coincide con la anotada en la cota.

PLANOS A ESCALA

Aun cuando, como se acaba de decir en el párrafo anterior, la mayoría de los planos empleados en mecánica están dibujados a tamaño



Figuro 100.

natural, en algunos casos no es posible hacerlos así, unas veces porque las piezas son de tamaño muy grande y los planos resultarían de un tamaño difícil de manejar y de leer y, otras veces, porque las piezas son muy pequeñas o tienen detalles muy pequeños que en el plano no se podrían dibujar con precisión y claridad.

En estos casos los planos se dibujan con las vistas de un tamaño menor o mayor que la *pieza*, según sea necesario, para facilitar el manejo, la lectura y la interpretación de los mismos. A los planos así dibujados se les llama **planos a escala**. Así, pues, en los planos a escala el dibujo de las vistas es mayor o menor que la pieza real que representan.

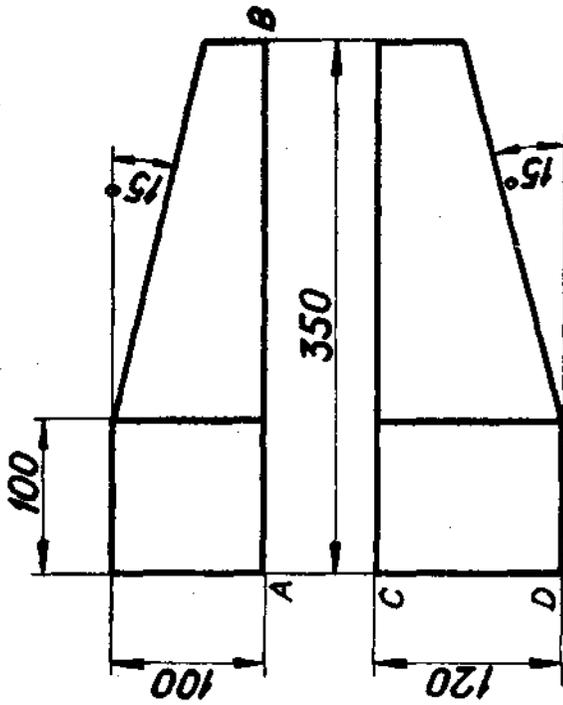
Sin embargo, para facilitar la lectura e interpretación de un plano de este tipo, todas las medidas de las distintas dimensiones en el plano están en la misma proporción con las correspondientes de la pieza, así, por ejemplo, si una medida del plano es la quinta parte de la longitud correspondiente, de la pieza, todas las otras medidas del plano son también iguales a la quinta parte de las medidas correspondientes de la pieza. En las cotas de un plano a escala se escriben las medidas de la pieza, no las medidas del dibujo, con la finalidad de que los que han de utilizar el plano para construir la pieza no tengan que hacer operaciones aritméticas para averiguar las medidas que ha de tener la pieza.

Fíjese en la figura 101; todas las medidas del dibujo son la quinta parte de las indicadas en las cotas, este es, pues, un dibujo a escala de la pieza que representa.

ESCALA

Ahora que usted sabe lo que es un plano a escala, va a estudiar lo que es la **escala de un plano**.

Usted ha visto que todas las medidas de un plano a escala eran un determinado número de veces mayores o menores que las medidas correspondientes de las piezas. Cuando con dos grupos de cantidades sucede esto, se dice que estas cantidades son proporcionales, o/también, que entre ellas existe una relación determinada. Cuando existen dos grupos de cantidades proporcionales como, por ejemplo, las medidas de un plano a escala y las medidas correspondientes de la pieza, al dividir cada una de las de un grupo por la correspondiente del otro, los cocientes de las divisiones son iguales. Por ejemplo, si se divide la longitud A-B del plano de la figura 101, que mide 70 mm , por la medida correspondiente de la pieza, que es de 350 mm , según indica la cota, el cociente es 0'20, si se divide la longitud de la línea C-D del mismo plano, que mide 24 mm , por la longitud correspondiente de la pieza que mide 120 mm , según indica la cota, se tiene también 0'20, y lo mismo sucede con cualquier otra de las medidas. A este cociente, que es igual para cualquier medida del plano y su correspondiente de la pieza, es a



Hierro	Dibujad (compas)	13.3.53 13.3.53	13.3.53 13.3.53	CEAC
1:5	Tope		125.438/01-2	

lo que se llama relación entre las medidas del plano y las medidas de la pieza, y también se le da el nombre de **escala del plano**.

Así pues, en resumen, a escala de un plano es la relación o cociente de dividir una medida del plano por su correspondiente medida de la pieza.

COMO SE REPRESENTA LA ESCALA EN LOS PLANOS

Aun cuando en los planos se indican las medidas por medio de las cotas, es una norma el indicar también la escala a que están dibujados, por si hay necesidad de tomar una medida o comprobarla.

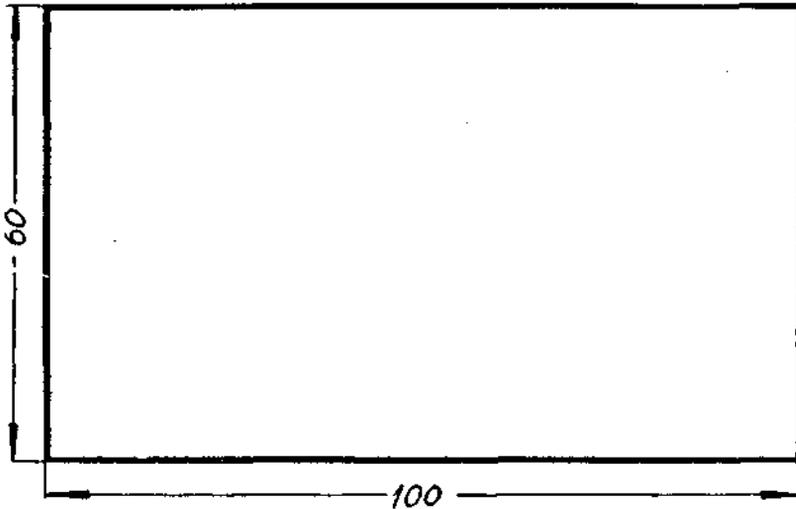
Como usted ha visto, la escala es un cociente o relación. Usted sabe que un cociente se puede representar por un quebrado, así, por ejemplo, en el caso de la figura 101, el valor de la escala, que es 0'20, podría indicarse por el quebrado $70/350$ o por el quebrado $2/10$ y también por cualquier otro cuyo cociente fuese 0'20, pero siempre en el quebrado el *numerador* representa una medida del plano, y el denominador la medida correspondiente de la pieza. Sin embargo, para simplificar la indicación de la escala se toma siempre el quebrado que tiene como numerador o como denominador la unidad. Así, en el ejemplo anterior, la escala se representaría por el quebrado $1/5$, cuyo valor, como usted puede comprobar, es igual a 0'20. También se suele escribir en los planos en forma de división indicada $1 : 5$. Estas expresiones se leen como si fuesen divisiones indicadas; así, por ejemplo, $1/5$ ó $1 : 5$ se leerá uno es a cinco.

ESCALAS DE REDUCCIÓN Y ESCALAS DE AMPLIACIÓN NORMALIZADAS

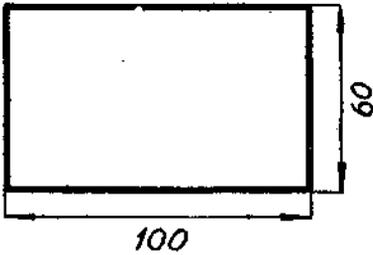
Aunque los planos podrían dibujarse a cualquier escala, para facilitar al máximo la interpretación de los cálculos, se han escogido y establecido como normales unas cuantas determinadas y los planos a escala suelen siempre estar hechos a una u otra de estas escalas **normalizadas**.

Las escalas normalizadas en España son:

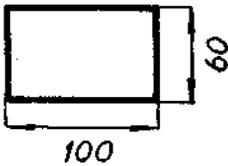
La **escala** $1 : 1$, ésta corresponde al *tamaño natural*, puesto que a una longitud 1 del dibujo corresponde una longitud 1 de pieza, o sea, que las longitudes del dibujo son iguales que las de la pieza.



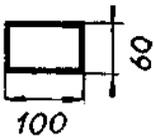
Escala 1:1



Escala 1:2'5



Escala 1:5



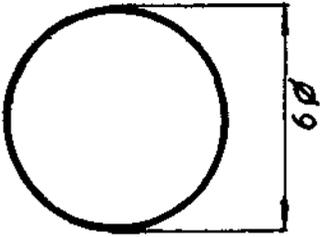
Escala 1:10



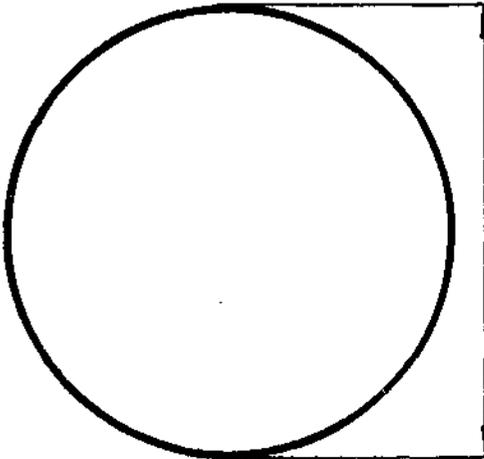
Escala 1:1



Escala 2:1



Escala 5:1



Escala 10:1

Las escalas 1:2'50; 1:5; 1:10; 1:20; 1:50; 1:100; 1:500 y 1:1.000. Estas escalas se utilizan para dibujar planos cuyas dimensiones son menores que las de las piezas y se llaman, por ello, **escalas de reducción**.

Las escalas 2 : 1,5 : 1 y 10 : 1. Estas se emplean para dibujar planos o detalles en los planos cuyas dimensiones son mayores que las correspondientes de la pieza y se llaman, por ello, **escalas de ampliación**.

Para que se haga mejor cargo, vea en la lámina 12 el dibujo de un rectángulo a tamaño natural (Escala 1 : 1) y el mismo dibujo a distintas **escalas de reducción**, compruebe que las medidas indicadas en las cotas son siempre las mismas, puesto que se trata de la misma pieza, y que las medidas de los dibujos son iguales a las de las piezas divididas por el denominador de la escala.

En la lámina 13 se presenta el dibujo de un círculo a tamaño natural y el del mismo círculo a distintas **escalas de ampliación**. Compruebe también aquí que las cotas tienen también la misma indicación de medida, pero en este caso las medidas del dibujo son iguales a las de la pieza multiplicadas por el número de la escala.

En los planos, la escala a que están hechos se escriben en el recua-

2	2	Arandela de obturación	5	S 400 2175	Acero 3815		
4	4	Tornillo hexagonal M6 x 10 Din 80	4	S 400 2176	Acero 3815		
1	1	Empaquetadura	3	S 400 2177	Papel		
1	1	Tapa	2	S 400 2178	Fundición	S 400 M 2	
1	1	Caja	1	S 400 2179	Fundición	S 400 M 2	
Denominaciones y Observaciones			Pieza	S 400 2175	Material y número de modificaciones	Material	Peza
(Modificaciones)							
		Fecha	Nombre	Firmas		Fabrica F. M. P.	
Dibujado		20-7-41					
Examinado		21-7-41					
Escala		1:1	Cojinete vertical de bolas para eje de 40 mm.		S 4003 Corresponde al dibujo S 4004 Sustitutivo del S 4001. Sustituido por		

Figura 102

dro donde se ponen las indicaciones generales del plano, tales como nombre y número de la pieza, empresa constructora, material de que se hace la pieza, etc.; en la figura 102 se muestra uno de estos recuadros, y en él puede ver la escala indicada.

A-2		Dibujo	Castro	19-4-59	CEAC
		Comprob	Menal	19-4-59	
1:1-(5:1)	Piñón			125.437/01-2	

Figura 103

Si en el plano, además de las vistas dibujadas a una escala determinada, hay detalles o vistas dibujadas a otras escalas; en el recuadro se indica la escala principal con caracteres más gruesos, y las otras escalas con caracteres más pequeños, como se muestra en la figura 103; y además, al pie de las vistas o detalles que están dibujados a distinta escala, se indica ésta, como se muestra en la figura 104.

Detalle de los dientes

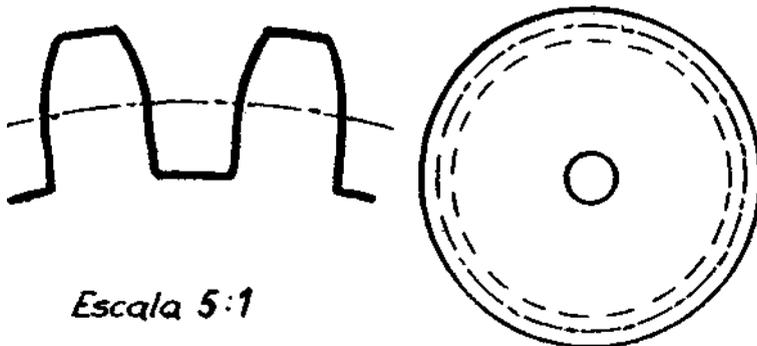


Figura 104

CALCULO DE UNA MEDIDA NO ACOTADA EN UN PLANO A ESCALA

Aun cuando en los planos deben figurar todas las medidas necesarias para realizar cualquier trabajo de construcción o fabricación de la

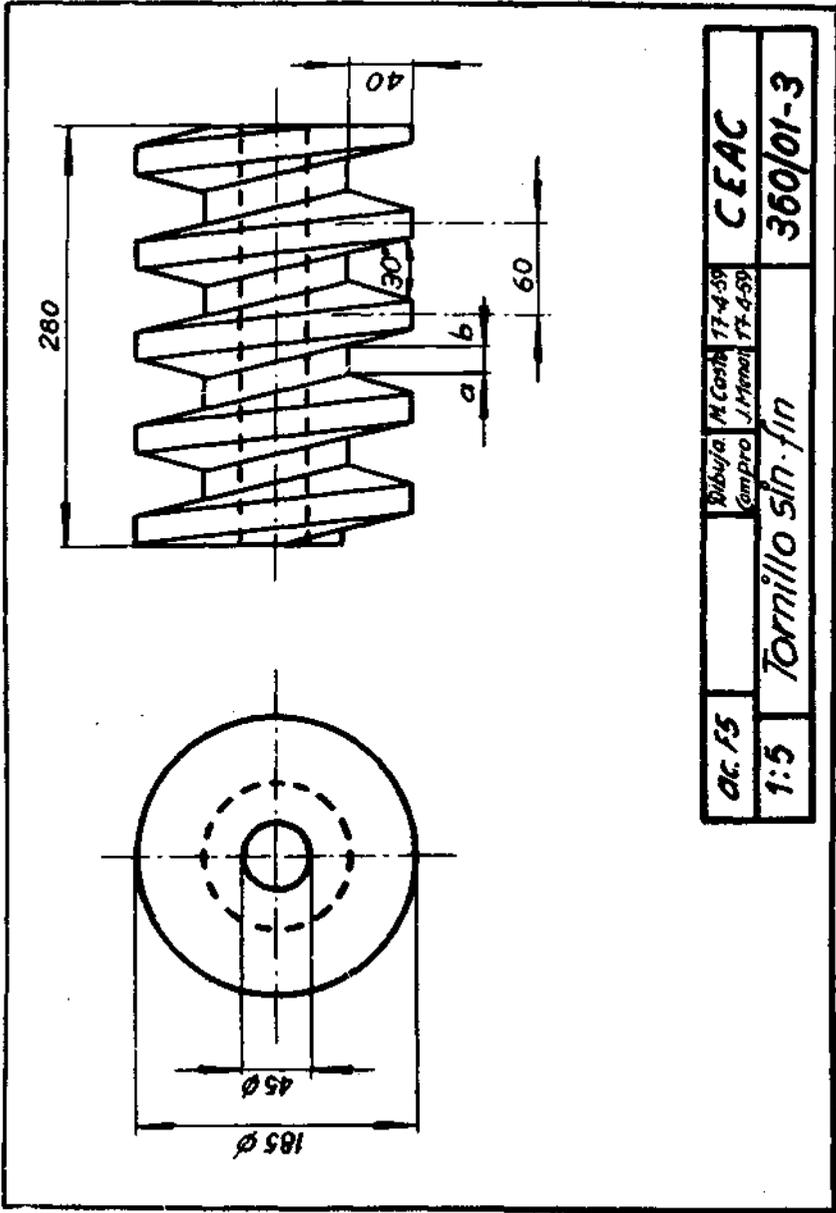
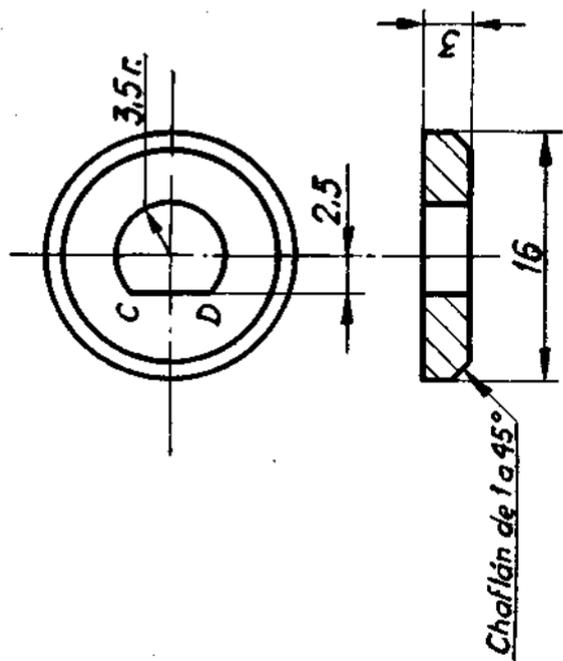


Figura 105



Latón	Dibujada 13-3-55	13-3-55	CEAC
	Comprada 13-3-55	Mena/	125.437/01-5
2:1	Arandela		

Figura 106

pieza representada, puede darse el caso de tener que calcular una medida de la pieza que no figure acotada en el plano hecho a escala.

Este cálculo es de gran sencillez si las escalas son las normalizadas tienen, como numerador o denominador, la unidad.

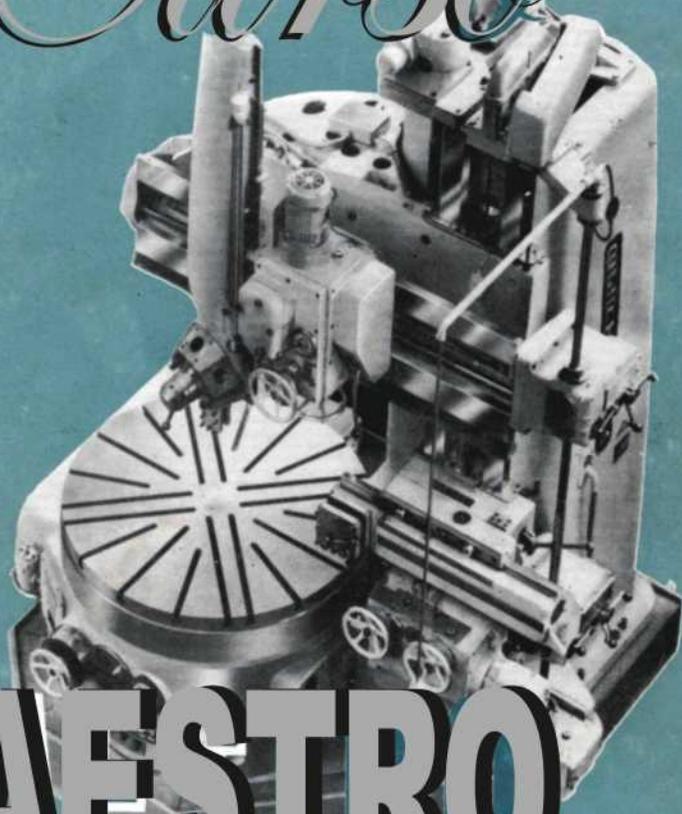
En los casos en que el plano esté dibujado a escala de reducción normalizada, bastará multiplicar la medida tomada sobre el plano por el denominador de la escala, y el producto será la medida de la pieza. Por ejemplo, en la figura 105, la medida desde a hasta b, es de 3'5 mm si el plano está representado a escala 1 : 5, la medida en la pieza es de $3'5 \times 5 = 17'5$ mm.

Tratándose de escalas de ampliación normalizadas, la medida de pieza se calcula dividiendo la medida del plano por el numerador de la escala; así por ejemplo, la medida C hasta D, en la figura 106, es de 10 mm, estando el plano a escala 2 : 1, la medida de la pieza será de $10 : 2 = 5$ mm.

En un plano dibujado a una escala cualquiera, la medida de la pieza puede calcularse multiplicando la medida tomada sobre el plano por el denominador de la escala y dividiendo el producto por el numerador de la escala: Por ejemplo, si es un plano dibujado a escala 5 : 7 se tomó una medida de 25 mm., la medida correspondiente en la pieza

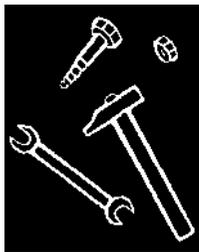
$$\text{será de } \frac{25 \times 7}{5} = 35 \text{ mm.}$$

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 8



conocimientos generales mecánica

LECCIÓN

8

PIEZAS DE FUNDICIÓN

Recuerde usted que en la lección 2.^a de esta asignatura se habló de las piezas fundidas y el modo de fundirlas. Interesa destacar la importancia de la función en todas las ramas de la industria mecánica. Debido a las necesidades en la construcción hoy en día se funden piezas de gran tamaño y formas complicadísimas, desde la bancada de una máquina de tipo corriente hasta el bloque de un motor Diesel de varias toneladas de peso, desde la pieza pequeña de fundición maciza hasta la culata de un motor con todos sus conductos de agua y de mezcla de gas que no pueden comunicarse, puesto que el motor no funcionaría. Estas necesidades han obligado a realizar estudios y ensayos del comportamiento y las posiciones de las piezas una vez en servicio.

En esta lección va a estudiar usted el proceso de la pieza fundida desde que está en el molde hasta que es colocada en una máquina para su mecanizado.

Es frecuente el caso de que dos piezas fundidas del mismo material, al mecanizarlas parecen tener diferentes estructuras incluso ser una más dura que otra. Ahora verá usted por qué.

Sabe ya que hay dos clases de fundición, la llamada **función gris** y la **fundición blanca**. La primera puede trabajarse sin dificultad, mientras que la fundición blanca no puede ser trabajada con herramienta a no ser que sea sometida a un tratamiento térmico. Sin embargo, la composición de los dos tipos de fundición es igual en cuanto a contenido de carbono. Lo único que las diferencia es la forma en que se encuentra el carbono. En la fundición gris está en forma de carbono libre, o grafito en su mayor partes mientras que en la fundición blanca la mayor parte del carbono se encuentra combinado. Es decir, que las propiedades físicas dependen principalmente de las cantidades relativas de estas dos formas de carbono.

Ahora bien, el que el carbono se encuentre de una forma u otra depende de la velocidad de enfriamiento de la pieza una vez fundida, o sea cuando se ha hechado el hierro líquido en el molde. Cuando se enfría rápidamente por procedimientos especiales se obtiene la fundición blanca.

El que en dos piezas de fundición gris, una parezca más dura que la otra, es debido a que a veces al fundir no se deja pasar el tiempo suficiente para que la pieza se enfríe lentamente y se saca del molde aún caliente, por lo que la capa superficial tiende a convertirse en fundición blanca y, por lo tanto, se endurece.

Debe tenerse en cuenta que las piezas de fundición son frágiles, es decir, que se rompen fácilmente si se las golpea y son más frágiles cuando más dura es la fundición. Por esto, debe tenerse cuidado cuando se trabaja con piezas de fundición de poco espesor en no dar golpes y, a fijarlas en la máquina, no apretarlas en falso, pues se rompen con facilidad a causa de que la fundición es poco flexible y sí muy quebradiza.

TENSIONES INTERNAS

Las piezas al enfriarse en el molde se contraen. Esta contracción ya se tiene en cuenta al hacer el modelo y por este motivo se hace más grande. Como dato curioso, sepa que los metros que utilizan los modelistas son más largos, contando que la contracción del hierro es de 1,5 % aproximadamente y varía según los materiales, siendo la contracción del aluminio del 4,6 % aproximadamente. La contracción no es instantánea ni uniforme, ya que la pieza se enfría progresivamente desde la parte exterior al núcleo.

Estas contracciones que se van efectuando unas después de otras producen unas tensiones entre las moléculas del material, tensiones que es necesario eliminar antes de mecanizar la pieza.

MOVIMIENTOS O DEFORMACIONES DEBIDOS A LAS TENSIONES

Fundida la pieza y sacada del molde, si la pieza es maciza y la función que ha de desempeñar en el mecanismo en el que va a ir montada, no es de precisión, puede mecanizarse tranquilamente; pero si la pieza es de forma complicada con paredes y diferencias de espesor en las mismas ha de tenerse en cuenta que la pieza tiene unas tensiones internas que deben ser eliminadas. De no eliminarlas, una vez la pieza esté mecanizada y acabada las tensiones la deformarán.

Sirva de ejemplo la bancada o la mesa de una máquina. Esta pieza tiene que quedar perfectamente acabada y ajustada, pues de ello depende la calidad y exactitud de la máquina. Pues bien, si acabado de fundir, se mecaniza y se monta, al cabo de un tiempo esta pieza hace movimiento y se deforma a causa de las tensiones internas.

Cuando se trata de obtener una pieza de fundición sin tensiones, se dice que debe estar **estabilizada**. La estabilización de la fundición se consigue con el «envejecimiento» del material. Este envejecimiento puede ser natural o artificial.

ENVEJECIMIENTO NATURAL

La estabilización por **envejecimiento natural** se consigue desbastando las piezas y exponiéndolas a la intemperie, de forma que le dé el sol, el fresco de la noche y que se mojen; en fin, que sufran todos los cambios del tiempo durante un período de 18 a 24 meses. Como es fácil comprender a más tiempo, más garantía de que la pieza está mejor estabilizada. Este sistema tiene el inconveniente de ser muy lento y necesita mucho espacio para tener gran cantidad de piezas almacenadas.

ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL

El hecho de que la fundición se estabilice en el procedimiento natural es debido a las diferencias de temperatura que se acusan durante el día y, sobre todo, con la diferencia que representa el día más caluroso del año con el más frío, o sea que, en realidad, se trata de un continuo calentar y enfriar de forma que al calentar se dilata y al enfriar se contrae. Estos movimientos hacen que los átomos se asienten y desaparezcan las tensiones internas.

Si estos cambios de temperatura se aplican a la pieza introduciéndola en un horno y elevando la temperatura hasta un nivel determinado y manteniéndolo durante un período más o menos largo y, por último, se deja enfriar lentamente, se habrá efectuado un **envejecimiento artificial**.

La marcha de la operación para envejecimiento artificial en horno, consiste en calentar hasta una temperatura entre 450 grados y 600 grados, mantenerla durante 20 a 60 horas y enfriar en 20 horas.

Cabe indicar que esos datos son aproximados, ya que según la forma, el volumen y la importancia de las piezas se varía ya el tiempo, ya la temperatura.



técnica torneado

LECCIÓN

8

MONTAJE ENTRE PUNTOS

En las lecciones anteriores vio usted que la longitud máxima aconsejable de una pieza para ser montada al aire es de cuatro veces su diámetro, siendo necesario cuando se tienen longitudes mayores recurrir a apoyar el extremo opuesto al plato, ya sea en un punto, ya sea en una luneta.

Al final de la pasada lección, vio también que el montaje entre puntos es la disposición de sujeción de piezas en el torno más sencilla y que los accesorios que requiere son poco costosos.

PUNTOS DE MONTAJE

Los puntos (fig. 241) se montan, como usted ha visto en lecciones anteriores, en los alojamientos especiales dispuestos uno en el eje del cabezal y otro en el vastago de la contrapunta.

Soportan las piezas a mecanizar y el eje de los dos puntos coincide exactamente con el del cabezal, siendo por lo tanto paralelo al eje de la bancada.



Figura 241. — Punto de torno: 1. Cuerpo del punto. 2. Cono de apoyo o superficie de referencia. 3. Cola del punto.

Están contruidos de acero especial muy duro, templado y rectificadod despúes con gran precisión. La forma cónica que se da al cuerpo del punto es para lograr un perfecto centrado y concentricidad del punto en su alojamiento.

NORMALIZACIÓN

Por normalización se entiende el acuerdo por el cual un grupo de fabricantes, institutos o incluso países, se comprometen a fabricar unas piezas determinadas siguiendo unas normas establecidas de común acuerdo.

Por lo que respecta a los puntos de montaje esta normalización consistió en establecer una variedad o gama mínima de medidas de puntos que cu-

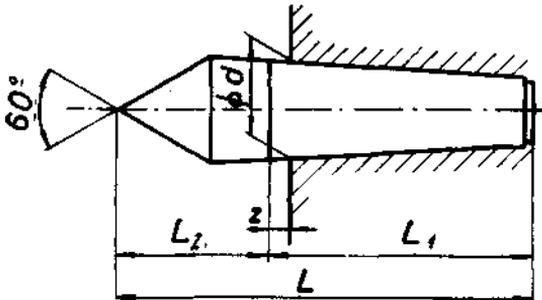


Figura 242. — Punto del torno normalizado

DIMENSIONES NORMALIZADAS DE PUNTOS DE CONOS MORSE

TABLA 3

Cono Morse	Dimensiones en m/m.				
	d	L	1	L ²	2
0	9,04	72	54	18	3,2
1	12,06	85	57,5	27,5	3,5
2	17,78	110	69	41	4
3	23,82	130	85,5	44,5	4,5
4	31,27	160	108,5	51,5	5,3
5	44,40	200	138	62	6,3
6	63,35	265	192	73	7,9

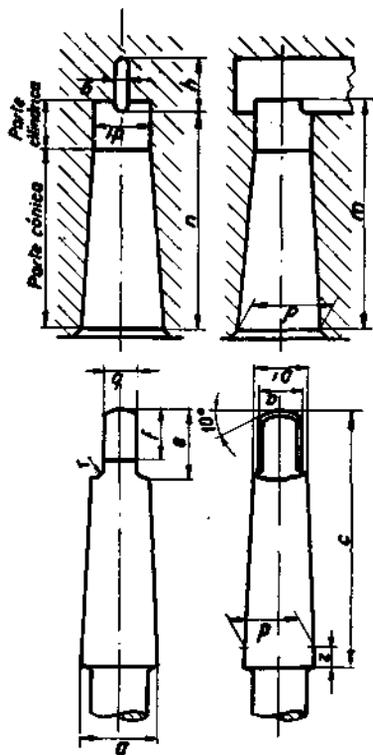


Figura 243. — Dimensiones normalizadas de los conos Morse para los casquillos de acoplamiento y brocas.

DIMENSIONES NORMALIZADAS DE CONOS MORSE

TABLA 4

Cono N.º	d	D	Coni- cidad	Z	a	b	c	e	f	r	d ₁	g	h	m	n	D
0	9,04	9,21	1:19,2	3,2	5,9	3,9	59,5	10,5	6,5	4	6,7	4,1	15	52	49	6,11
1	12,06	12,24	1:20	3,5	8,7	5,2	65,5	13,5	8,5	5	9,7	5,4	19	56	52	8,97
2	17,78	17,98	1:20	4	13,6	6,3	78,5	16,5	10,5	6	14,9	6,6	22	67	63	14,05
3	23,82	24,05	1:19,9	4,5	18,6	7,9	98	20	13	7	20,2	8,2	27	84	78	19,13
4	31,26	31,54	1:19,2	5,3	24,6	11,9	123	24	15	9	26,5	12,2	32	107	98	25,15
5	44,39	44,73	1:19	6,3	35,7	15,9	155,5	30,5	19,5	11	38,2	16,2	37	135	125	36,54
6	63,34	63,75	1:19,1	7,9	51,3	19	217,5	45,5	28,5	17	54,8	19,3	48	187	177	52,41

hiriesen todas la necesidades y capacidades de la industria de las máquinas herramientas, asignando a cada medida, un número que le identifica totalmente y que es el que se señala en las características de las máquinas.

Las normas que se utilizan en España para los puntos de centraje son las **normas de conos Morse** y las **normas de conos Americanas** siendo, en general, mucho más utilizada las de conos Morse, cuyas medidas y números respectivos dan la tabla 3 de acuerdo con la figura 242.

También estas dimensiones normalizadas sirven para todas las herramientas que se montan en la contrapunta y para los casquillos de acoplamiento que vio usted en las figuras 131 y 132 del envío 5; vea ahora en la tabla 4 estas normas de acuerdo con las indicaciones de la figura 243.

Obsérvese que la cota Z es común para los casquillos de acoplamiento y los puntos y es, además la que determina el diámetro d del alojamiento, independientemente de la forma que tenga el punto, acoplamiento o broca. Únicamente en casos muy especiales y para piezas muy pesadas la conicidad de la punta es de 90 grados.

MONTAJE DE LOS PUNTOS

Antes de montarlos, los puntos deben ser limpiados cuidadosamente con un trapo limpio, así como sus alojamientos, pues unas pequeñas partículas de suciedad son suficientes para descentrarlos, tal como se muestra en la figura 244.

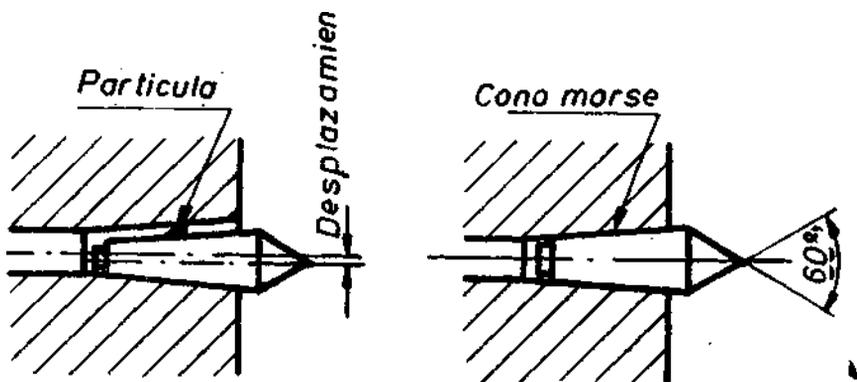


Figura 244. — Montaje de los puntos.

Para montarlos basta introducirlos de golpe con la mano en su alojamiento y ya quedan fijos sin moverse, puesto que su conicidad (1 :20) es tal, que quedan fuertemente adheridos, teniendo incluso fuerza para el arrastre de piezas en las que se dan pequeñas pasadas.

DESMONTAJE DE LOS PUNTOS

Usted recordará cómo se acciona el volante de la contrapunta para el desmontaje del punto de la contrapunta. Por lo que respecta al desmontaje del punto del cabezal, hay que golpearlo fuertemente por la cola con una barra de latón o hierro, introducida por el interior del eje (fig. 245). Esta barra debe ser siempre de un material más blando que el punto para que al golpear con ella se deforme ésta, pero no el punto.

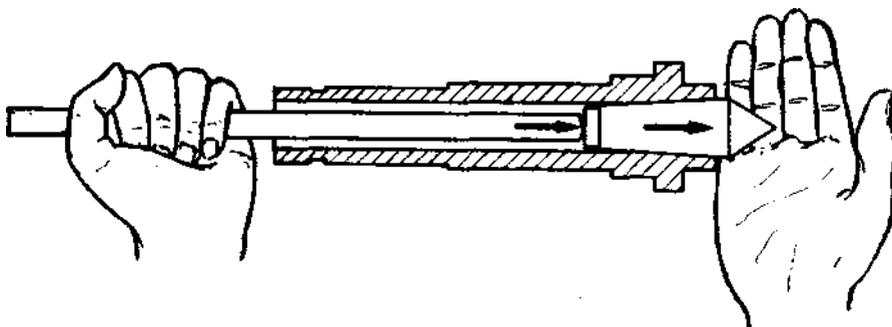


Figura 245 — Desmontaje del punto.

No debe olvidarse nunca que el punto es un accesorio de precisión, dependiendo de su exactitud la concetricidad de las superficies torneadas; por consiguiente, se tendrá especial cuidado en no darle golpes y en procurar que al desmontarlo no caiga al suelo, sujetándolo con la mano derecha mientras se golpea con la barra.

PUNTOS DE CENTRAJE

Se llaman **puntos o centros de centraje** a unos agujeros o alojamientos de forma especial que se mecanizan en los extremos de las piezas y de los ejes para alojar los puntos de sustentación de las piezas.

Con los puntos de centraje se logra que cuantas veces se ponga la pie-

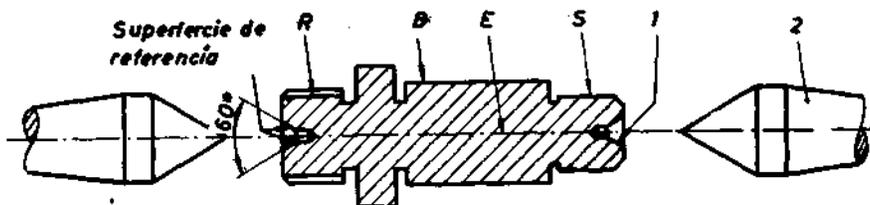


Figura 246. — Eje con puntos de centrado: 1. Puntos de centrado mecanizados en la pieza. 2. Punto del torno.

za entre puntos para mecanizar una superficie cualquiera de ésta, quede perfectamente concéntrica con las superficies torneadas anteriormente.

Vea en la figura 246 un eje con puntos de centrado (1) construidos a cada extremo. Estos puntos se mecanizan cuando la pieza está desbastada en bruto.

Al mecanizar así la pieza se consigue que quede la última superficie torneada (S) perfectamente concéntrica con el eje (E) que pasa por los puntos y con la superficie (B) y la rosca (R) mecanizados anteriormente. Estos centros constituyen, pues, las superficies de referencia para las sucesivas fijaciones.

Habrá usted observado que los puntos de centrado constan de dos partes : un tronco cilíndrico y otro cónico. La parte que realiza el centrado, o sea, la que constituye la superficie de referencia, es la cónica y forma siempre, al igual que los puntos, un ángulo de 60 grados.

Vea en la figura 247 cómo se adapta el punto de la máquina al punto mecanizado en la pieza. La parte a cónica es la que se apoya sobre el punto, la parte b cilíndrica sirve para desahogo de la parte puntiaguda del punto del torno y también para almacenar aceite y lubricar las superficies en contacto.

Es preciso que el ángulo de 60 grados sea correcto, pues si se varía y en cambio el ángulo del punto sigue siendo de 60 grados, disminuye notablemente la superficie de referencia, pasando a ser solamente una línea,

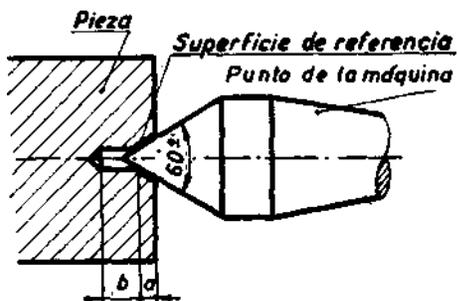


Figura 247. — Detalle del alojamiento de un punto de centrado. a.) Parte cónica, b) Parte cilíndrica.

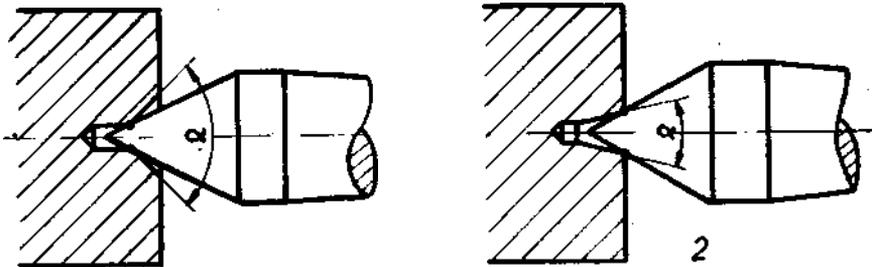


Figura 248. — Disposiciones defectuosas del punto de centraje. A la izquierda, el ángulo α es mayor de 60° . A la derecha, el ángulo α es menor de 60° . En ambas disposiciones, la superficie de referencia pasa a ser línea de referencia.

con lo que pierde mucho la seguridad de la fijación. Observe a este respecto la figura 248.

Observe en la figura 249 que lo mismo sucede con el eje mal orientado, aparte de que no se obtiene una superficie cilíndrica.

Pueden establecerse pues, dos condiciones para una perfecta utilización de los centros, es decir, para que las superficies de referencia de los centros, coinciden con las de los puntos :

1. Que cada centro tenga su superficie de referencia correcta (conicidad 60 grados).
2. Que los dos centros estén en el mismo eje.

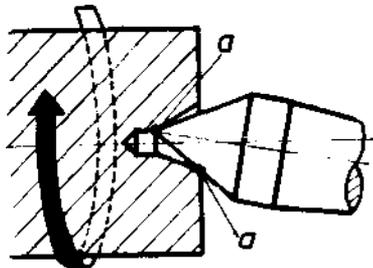


Figura 249. — El eje está mal orientado. La pieza saltará continuamente, pues con la presión de la herramienta no tendrá buen apoyo en el punto.

EJECUCIÓN DE LOS PUNTOS DE CENTRAJE

Aunque para el trabajo en serie hay máquinas especiales para mecanizar los puntos de centraje en las piezas, también pueden construirse fá-



Figura 250. — Broca de hacer puntos.

cilmente en el torno. Basta con fijar la pieza en el plato universal y la broca en un portabrocas montado en la contrapunta.

Las brocas que se utilizan son las de la figura 250. Estas brocas son de diferente diámetro, según se requiera un punto más o menos grande. Las dimensiones de los puntos son determinadas por el peso de la pieza a sostener o por las pasadas más o menos fuertes que se le hayan de dar. Más adelante estudiará usted este aspecto con detalle.

Si no se tiene a mano una broca de este tipo, se pueden construir los puntos de centraje, taladrando con dos brocas y según se muestra en la figura 251. Primero se taladra con una broca normal de pequeño diámetro (normalmente de diámetro 2 a diámetro 4 mm) y luego con otra broca mayor (de diámetro 5 a diámetro 10 mm, según sea la que se haya utilizado anteriormente) afilada a 60 grados, mecaniza la parte cónica del punto, guiándose por el agujero hecho en la primera operación.

Este último procedimiento tiene el inconveniente de que se emplea mucho más tiempo que con el anterior.

SELECCIONES DE LAS DIMENSIONES DE LOS PUNTOS DE CENTRAJE

Aunque lo corriente es que el operario elija la dimensión del punto instintivamente guiado por la práctica y según el tamaño de la pieza, y en las modernas organizaciones de talleres que se le indique al operario el punto a elegir por medio de una ficha de instrucciones que acompaña a cada trabajo, daremos aquí una norma que permita en un momento dado elegir la dimensión conveniente para un punto en relación con :

- El peso de la pieza a torner, peso que se reparte para los dos puntos.
- El esfuerzo de corte, esfuerzo concentrado a veces sobre uno de los puntos, si la herramienta ha de trabajar constantemente junto a uno de ellos, o bien si está al principio o al final de la pasada.

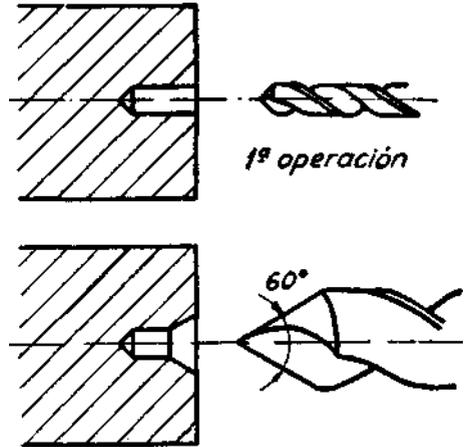


Figura 251. — Forma de hacer los puntos de centraje sin brocas especiales.

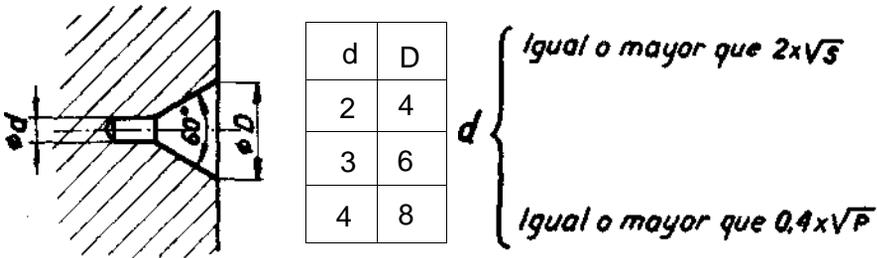
Si el punto se elige sin considerar el peso de la pieza, puede producirse un esfuerzo de rozamiento sobre una superficie demasiado pequeña, «gripándose» ésta.

Puede definirse el «gripado» como un arranque superficial de material entre dos superficies que rozan mal lubricadas, perdiendo por tanto los puntos toda la precisión que requieren.

Si no se tiene en cuenta el esfuerzo de corte, éste puede provocar la rotura del extremo del punto.

Los centros se miden por el diámetro del taladro cilíndrico. Vea en la figura 252 las dimensiones a considerar en un punto las relaciones entre los dos diámetros y las fórmulas con que se obtienen en función del **peso de la pieza y del esfuerzo de corte**.

El peso de la pieza debe contarse en kilogramos y la sección de viruta en milímetros cuadrados, siendo esta sección (S) igual al producto o resultado de multiplicar la profundidad de pasada por el avance, ambos factores en milímetros.



En el recuadro se indica la relación entre los dos diámetros que, como se observa, es siempre la misma, es decir, de 1 a 2

Figura 252. — Dimensiones de los puntos de centraje. d. Diámetro del centro. D = diámetro exterior del centro. S = sección de viruta en mm². P = Peso de la pieza en Kgs.

Con un ejemplo lo comprenderá perfectamente :

Suponga usted que se han de construir puntos en una pieza que pesa 144 kgs. en la que se ha de dar una pasada de 10 mm. de profundidad con un avance de 0,4 mm.

De acuerdo con lo dicho y según lo indicado en la figura 252 se sustituirán las letras de las fórmulas por los valores respectivos, en este caso:

S = 10 mm. de profundidad X 0,4 mm. de avance.

p = 144 kgs. que pesa la pieza.

Puestos los valores, se efectuarán las operaciones indicadas en las fórmulas:

$d = 2 \times \sqrt{S} = 2 \times \sqrt{10 \times 0.4} = 2 \times 2 = \varnothing 4 \text{ mm.}$ (el signo \varnothing significa diámetro).

$d = 0.4 \times \sqrt{P} = 0.4 \times \sqrt{144} = 0.4 \times 12 = \varnothing 4.8 \text{ mm.}$

De los dos diámetros debe escogerse siempre el mayor. El diámetro a elegir en este caso es, pues, el obtenido según el peso de la pieza, es decir, 4,8 mm., o sea redondeando 5 mm.

Otro ejemplo:

Se han de construir puntos en una pieza cuyo peso es de 49 kgs. y en la que se ha de dar una pasada de profundidad como la anterior de 10 mm. y avance de 0,4 mm. por vuelta.

Por el ejemplo anterior ya sabemos que el diámetro calculado según el esfuerzo de corte, es decir, según $d = 2 \times \sqrt{S}$ es de $\varnothing 4$ mm. Falta calcular el diámetro según el peso :

$d = 0.4 \times \sqrt{P} = 0.4 \times \sqrt{49} = 0.4 \times 7 = \varnothing 2.8 \text{ mm.}$

En este caso, el diámetro a escoger es el calculado según el esfuerzo de corte, es decir, de 4 mm.

Con estos ejemplos se aprecia el gran peso y la gran sección que soportan un punto de $\varnothing 5$ ó de $\varnothing 4$ mm., deduciéndose que en casi todos los casos con un punto de $\varnothing 2$ a $\varnothing 3$ que son los más corrientes habrá más que suficiente. Téngase en cuenta, además, que para piezas muy pesadas se aumenta la superficie de contacto. También las brocas de la figura 250 se piden según el diámetro de la espiga cilíndrica menor.

PUNTOS PROTEGIDOS

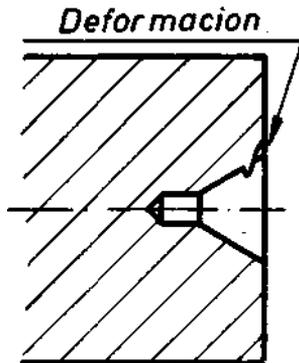


Figura 253. — Punto normal deformado por un golpe.

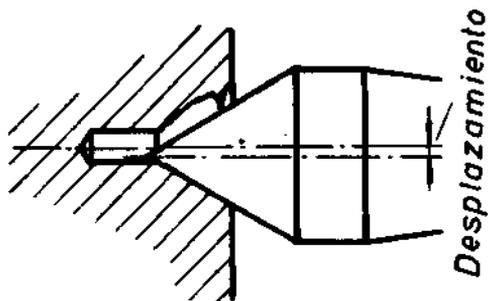


Figura 254. — Con el punto deformado no se centra bien la pieza.

Cuando una pieza con puntos de centrado debe ser transportada de un lado a otro para su mecanización, tratamiento térmico, etc., está expuesta a recibir golpes que deformen los puntos de centrado. Esto hace que el centrado una vez deformado el punto no sea bueno, como ocurre con la pieza de la figura 253, en la que un punto de centrado ha recibido un golpe en la arista que lo ha deformado. Al pretender colocar la pieza entre puntos no queda bien centrada y el mecanizado que se haga no quedará bien, como se muestra en la figura 254.

Para evitar este inconveniente en las piezas en las que se considere necesario, se construyen unos puntos protegidos como el de la figura 255. En realidad, el punto es igual al normal, pero tiene otro cono más a 120 grados junto a la superficie frontal de la pieza. El centrado sigue haciéndose por el cono a 60 grados de la longitud a .

De esta forma se logra que si el punto recibe un golpe que lo deforme, no llega a afectar a la zona (a) de

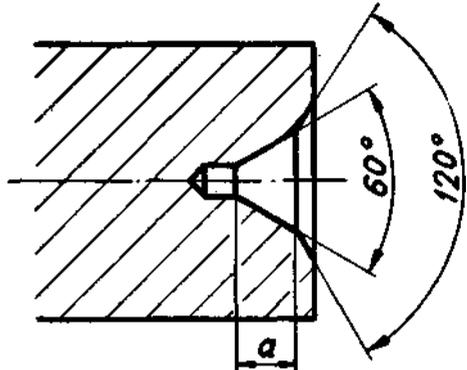


Figura 255. — Punto protegido.

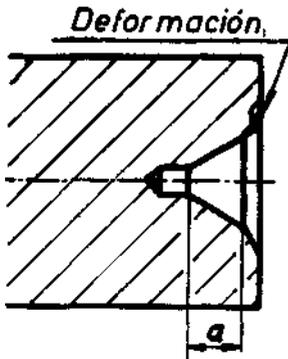


Figura 256. — Punto protegido deformado por un golpe.

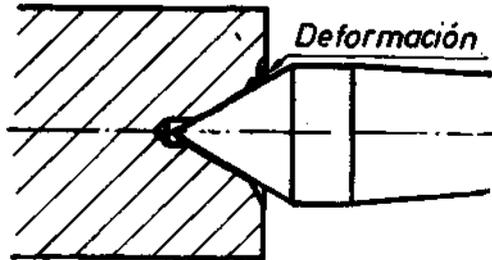


Figura 257. — A pesar de la deformación, la pieza sigue bien centrada con el punto protegido.

centraje, como se ve en la fig. 256 y, por consiguiente, al colocar la pieza entre puntos el centraje sigue siendo perfecto, como se aprecia en la figura 257. Vea en la figura 258 las brocas que se utilizan para estos puntos. De no disponer de ellas se pueden construir siguiendo el sistema de la figura 251 y terminando el punto con una tercera operación efectuada con un broca afilada a 120 grados, como se muestra en la figura 259.



Figura 258. — Broca para hacer puntos protegidos.

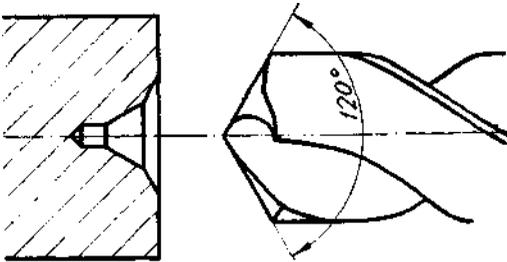


Figura 259. — Tercera operación necesaria, para hacer un punto protegido con brocas normales.

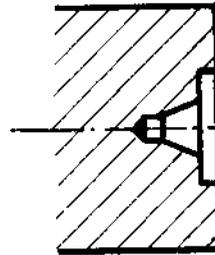


Figura 260. — Punto protegido.

Vea otro tipo de punto protegido en la figura 260 ; este tipo no es tan utilizado porque el encaste de protección debe hacerse con una broca plana o con una herramienta corriente.

Se recomienda el empleo de centros protegidos en todos los casos en que la pieza debe montarse varias veces entre puntos.

NORMALIZACIÓN DE LOS CENTROS

Los Comités de Normalización han definido para los trabajos entre puntos tres diferentes tipos de centros (fíjese a este respecto en la figura 261 y en la tabla 5).

- 1.º El centro ordinario construido por:
 - a) Una parte troncocónica con ángulo de 60 grados.
 - b) Un agujero cilíndrico de desahogo para facilitar la lubricación.
- 2.º El centro achaflanado para trabajos de precisión con el chaflán a 120 grados para protección del centro.

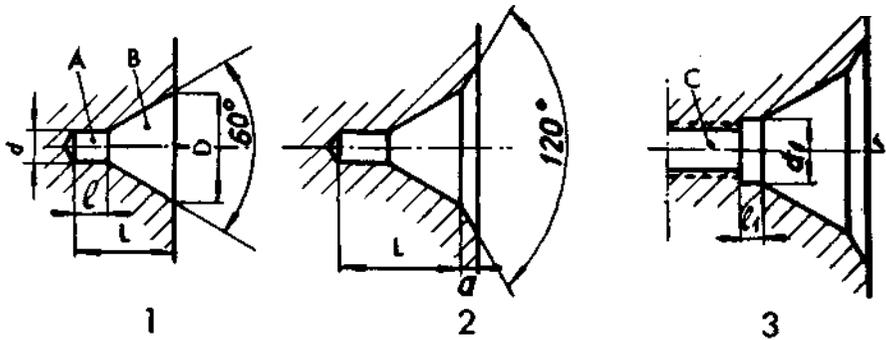


Figura 261. — Centros normalizados: 1. Centro ordinario. A. Parte cilíndrica de desahogo. B. Parte troncocónica para alojamiento del punto. 2. Centro protegido. a. Chaflán para protección del centro. 3. Centro con protección para agujero roscado. C. Parte roscada. l_v d_r Dimensiones del encaste s/rosca.

NORMALIZACIÓN DE CENTROS

TABLA 5

Diámetro nominal d	D		1	a	L mínimo para	
	Mínimo	Máximo			Mínimo	Mínimo
0,5	1	1,20	0,6	0,2	1	1,20
0,75	1,50	2	1	0,3	1,60	2
1	2	2,50	1,20	0,4	2	2,50
1,50	3	3,80	1,80	0,6	3	3,80
2	4	5	2,40	0,8	4	5
2,50	5	6,30	3	0,9	5,20	6,30
3	6	7,50	3,60	1	6,20	7,50
4	8	10	4,80	1,20	8,30	10
5	10	12,50	6	1,50	10,30	12,50
6	12	15	7,20	1,80	12,40	15
8	16	20	9,60	2	16,50	20
12	24	30	14	2,50	25	30

3.º El centro para agujero roscado, que tiene, además de las particularidades de los otros, un desahogo del fondo de la rosca que evita el contacto con la entrada de la rosca.

CONSERVACIÓN DE LOS CENTROS

Para la conservación de los centros en perfecto estado deben observarse rigurosamente las siguientes precauciones :

- No exagerar la presión del contrapunto; de ser excesiva, se calienta y dilata la pieza a trabajar. Al hacer girar la pieza mediante el perro de arrastre, debe notarse en la mano una sensación de suavidad.
- Engrasar frecuentemente las extremidades de los puntos con aceite o, mucho mejor, con sebo.
- Tener cuidado en verificar bastante a menudo la presión del contrapunto, sobre todo durante el trabajo de desbaste con el objeto de prevenir el agrandamiento de los centros e incluso el deterioro de los puntos.

Insistimos en la importancia de tener en cuenta estas observaciones, puesto que un centro deteriorado cuesta mucho repararlo.

Tenga usted presente que normalmente se habrán ya efectuado una o varias operaciones decilindrado cuando se «gripe» el punto. Al rehacerlo deberá hacerse de forma que coincida exactamente con el que había anteriormente. Esto no puede efectuarse con broca, puesto que es difícil de conseguirse. Se empleará una pequeña herramienta de mandrinar teniendo la pieza apoyada en luneta fija por su diámetro exterior, ya cilindrado y fijado el otro extremo en plato universal con garras blandas (fig. 262) y

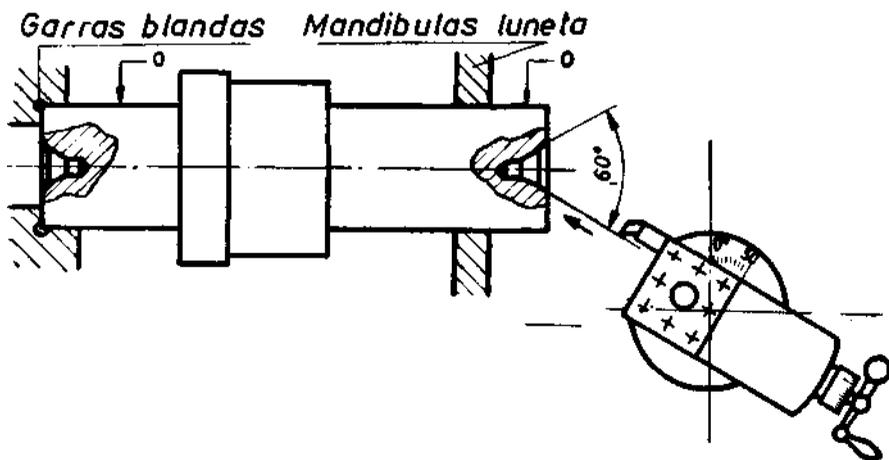


Figura 262. — Repasado de un punto con herramienta.

centrado todo el conjunto con comparador para lograr una exacta concen-
tricidad.

Puede incluso darse el caso de que una presión excesiva de los puntos
contra la pieza los caliente de tal forma que llegue a «quemar» la punta
dentro de la pieza. De producirse esta anomalía, ha de procederse a cam-
biar el punto y a reparar el centro, para lo cual, y dado que la parte de
punto que ha quedado fundida en el interior es durísima (recuerde que los
puntos están templados y no se pueden trabajar con herramienta), tendrá
que efectuarse una operación de recocido en ese extremo. Estos inconve-
nientes se evitan utilizando los puntos rotativos que usted va a estudiar
más adelante en esta misma lección.

ARRASTRE DE LAS PIEZAS FIJADAS ENTRE PUNTOS

Una vez colocadas entre puntos las piezas quedan perfectamente cen-
tradas, pero no quedan sujetas. Vea en la figura 263 que el eje (1) coloca-

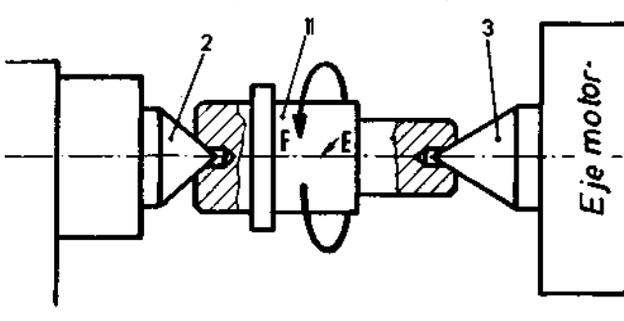


Figura 263. — Pieza colocada entre puntos sin arrastre.

do entre los puntos (2) y (3) queda perfectamente alineado y centrado
con respecto al eje del torno (E), pero en cambio queda suelto, ya que si
se hace girar según la flecha (F), nada hay que se lo impida y el eje pa-
tina sobre los puntos (2) y (3) que están separados.

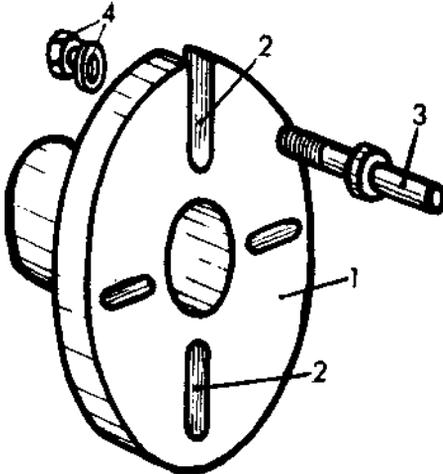
Por la misma causa, cuando gira el eje motor, lo que se intenta es hacer
girar la pieza (1) y lo que ocurre en realidad es que el punto (3) patina
sobre su alojamiento, con lo que gira el punto, pero no la pieza.

ELEMENTOS DE ARRASTRE PARA PIEZAS ENTRE PUNTOS

Va a ver ahora la forma en que se efectúa el arrastre de una pieza
fijada entre puntos y qué elementos se utilizan. En primer lugar, se

monta en el eje del cabezal el llamado plato de arrastre que ya vio usted en la lección anterior.

Recordará que este plato lleva unas ranuras en las que se monta el tope conductor (fig. 264). El tope conductor es el que transmite el movimiento



Figura, 264. - Detalle del plato de arrastre: 1. Cuerpo del plato. 2. Ranuras para fijación del tope conductor o del perro de arrastre. 3. Tope conductor. 4. Arandela y tuerca de fijación del tope conductor.

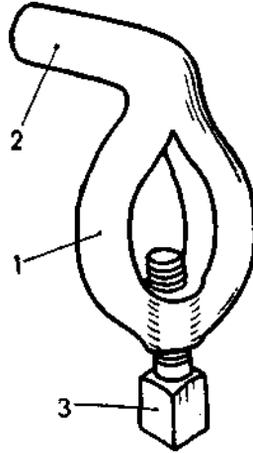


Figura 265. — Perros de arrastre: 1. Agujero de paso de la pieza. 2. Pata de arrastre. 3. Tornillo de fijación.

de giro a la pieza fijada entre puntos. El enlace entre el tope conductor y la pieza se efectúa mediante unas bridas especiales llamadas **perros de arrastre** (fig. 265).

El montaje se efectúa del siguiente modo :

Se monta el perro de arrastre en el extremo de la pieza que se ha de colocar sobre el punto de cabeza y se fija fuertemente el tornillo de fijación. Se coloca la pata de arrastre delante del tope conductor del plato de arrastre, de forma que al girar éste arrastre al perro y con él a la pieza (figura 266).

Esta fijación ha de ser suficientemente fuerte para contrarrestar al esfuerzo de corte que efectúa la herramienta sobre la pieza. Recuerde siempre que el arrastre debe efectuarlo el perro, nunca el punto. A tal respecto no estará de más insistir en que ha de cuidarse siempre la presión de los pun-

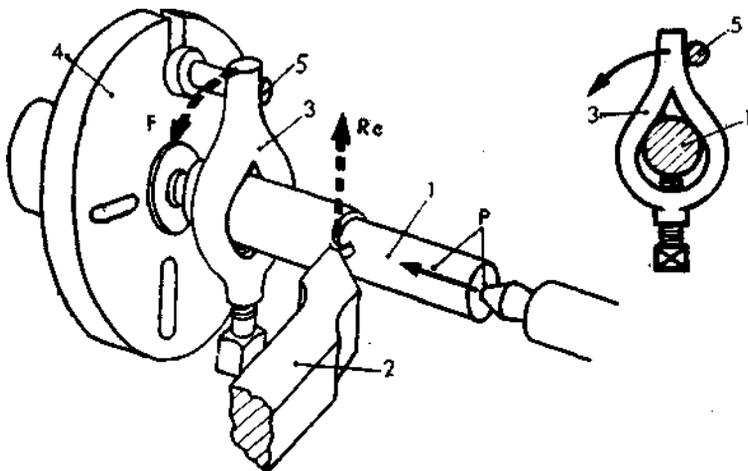


Figura 266. — Arrastre de una pieza fija entre puntos: 1. Pieza. 2. Herramienta. 3. Perro de arrastre, 4. Plato de arrastre. 5. Tope conductor. Rc. Esfuerzo de corte. F. Fuerza de arrastre. P. Presión del punto.

tos sobre la pieza, es decir, que no resulte excesiva, ni tampoco, claro está, demasiado floja.

Al montar la pieza entre puntos, téngase también en cuenta colocar la pata del perro junto al tope conductor según la figura 266. De lo contrario, al poner el torno en marcha, el tope golpearía bruscamente contra la pata, con el consiguiente peligro de aflojar el perro e incluso de producirse un accidente.

El perro de arrastre de pata acodada es más seguro, ya que con él se suprime el empleo del tope conductor. Con este tipo de perro, el arrastre se

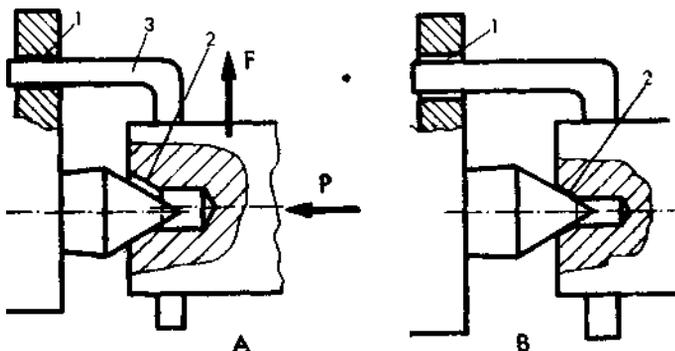


Figura 267. — A: Mala fijación. 1. Sin juego. 2. Con juego. 3. Pata acodada. P, Presión del punto. F. Flexión de la pieza. B: Buena fijación. 1, Con juego. 2, Sin juego.

efectúa colocando la pata acodada dentro de las ranuras del plato de arrastre, debiéndose comprobar que el acoplamiento perro-plato no sea rígida, es decir, que la pata acodada nunca debe entrar justa en las ranuras del plato. De lo contrario podían presentar los dos inconvenientes siguientes :

Posibilidad de flexión de los puntos, en el momento de bloqueo con mal contacto de las superficies de los puntos entre las piezas y los puntos del torno (fig. 267).

Dificultad de comprobar la presión de los puntos sobre la pieza, pues ésta quedaría anclada por la pata acodada.

PUNTO ROTATIVO

Al tratar de los puntos de centraje de las piezas se ha indicado que la parte cilíndrica se hacía con objeto de servir de desahogo del extremo del punto y también para depósito del aceite que lubrica las superficies de la pieza y del punto que están en contacto.

Sabido es que uno de los dos puntos que sostienen la pieza va montado en el eje del cabezal y gira conjuntamente con el eje y con la pieza, mientras que el que va montado en la contrapunta roza continuamente con la pieza que gira apoyada sobre él. Aunque los puntos son de acero templado, muy duros y, por lo tanto, muy resistentes al desgaste, llega un momento en que por causa de las muchas horas que lleva rozando con las piezas y a pesar del aceite, en los montados en la contrapunta llega a producirse por desgaste un escalón que imposibilita un trabajo de precisión. Debe entonces procederse al repaso para de nuevo poder disponer de una superficie de contacto perfectamente plana y pulida.

Conforme evolucionó la industria aumentó la necesidad de fabricar piezas cada vez más fuertes y resistentes, sobre todo al desgaste, lo que hizo que aumentaran las dificultades de trabajo de los puntos. Por otra parte, los nuevos materiales empleados para la fabricación de las herramientas han permitido que éstas resistan mayores velocidades, lo que también perjudica a los puntos en cuanto a desgaste.

Esto fue lo que hizo pensar en que se lograba que el punto montado en la contrapunta también girara, no sólo se evitarían los inconvenientes de desgaste, sino que al mismo tiempo habría más posibilidad de continuar mecanizando piezas cada vez más duras y a mayores velocidades de corte. De allí salió el llamado **punto rotativo**.

Se llama así porque al hacer presión contra la pieza, esta misma presión hace que el punto gire, apoyado como va en unos cojinetes que permiten velocidades de rotación verdaderamente elevadas.

Vea en la figura 268 un punto rotativo seccionado, en el que se observa que va alojado en el interior de una cola, que es la que se monta en el cono de la contrapunta y que va apoyada en unos cojinetes en ambos extremos, cuya combinación hace que su giro sea suave y sin holguras, aun cuando tenga que resistir grandes esfuerzos.

Si bien la disposición de los elementos interiores de un punto rotativo varían según cada fabricante, todos vienen a ser aproximadamente iguales, ya que se basan en los mismos principios mecánicos.

Debe tenerse siempre mucho cuidado en tener engrasados los cojinetes para facilitar una marcha más suave, así como una mayor duración y, por lo tanto, más precisión.

El desgaste de estos cojinetes se nota ante todo en que las bolas van dejando de ser completamente esféricas al irseles formando unos pequeños planos en su superficie. Esto dificulta su giro suave, ya que las bolas al perder su forma dan saltos que repercuten en la precisión del centrado y del acabado de la pieza.

Cuando se trate de tornejar entre puntos una pieza de elevado grado de precisión si se emplea un punto rotativo deberá comprobarse siempre su perfecto estado y engrase. A tal respecto conviene indicar que si no es para series muy grandes es preferible siempre utilizar un punto fijo bien rectificado, pues se obtendrá mayor precisión.

Vea en la figura 269 el torneado entre puntos con el punto rotativo de la figura 268.



Figura 268. —Punto rotativo: 1. Cono para alojar en la contrapunta. 2. Punta cónica rectificado del eje rotativo. 3. Cojinetes delanteros de apoyo. 4. Cojinete trasero de apoyo. 5. Tapa delantera. 6. Tapa trasera.



Figura 269. — Cilindrado entre puntos con punto rotativo.

PUNTOS ESPECIALES

la gran variedad de piezas que se han ido mecanizando en los tornos ha presentado cada vez problemas distintos, los cuales, en operaciones de torneado entre puntos, ha motivado la aparición de toda una serie de puntos especiales, entre los cuales los más importantes, y que usted va a estudiar brevemente, son:

- **Puntos con desahogo para refrentar.**
- **Puntos con punta piramidal o tronco-cónica.**
- **Punto automático de arrastre.**
- **Punto rotativo de pirámide de gran capacidad.**

PUNTO CON DESAHOGO PARA REFRENTAR

A veces es preciso refrentar las piezas que están montadas entre puntos. Puede interesar también conseguir una perpendicularidad completa entre la superficie cilindrada y la testa de la pieza para posterior apoyo en patas blandas. En estos casos, y como se muestra en la figura 270, la misma posición del punto que aguanta la pieza limita la penetración de la herramienta y, por tanto, el refrentado completo de la testa de la pieza.

Para evitar este inconveniente se utilizan los llamados **puntos de desahogo** (fig. 271) que permiten, como se observa en la figura 272, una mayor penetración de la herramienta, y si bien no permite un refrentado total de la cara limitando éste por el mismo punto en A, ya se considera suficiente.

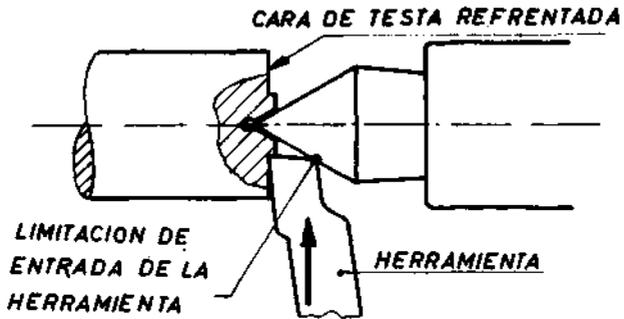


Figura 270. — Refrentado de la testa con punto normal.



Figura 271. — Punto especial con desahogo.

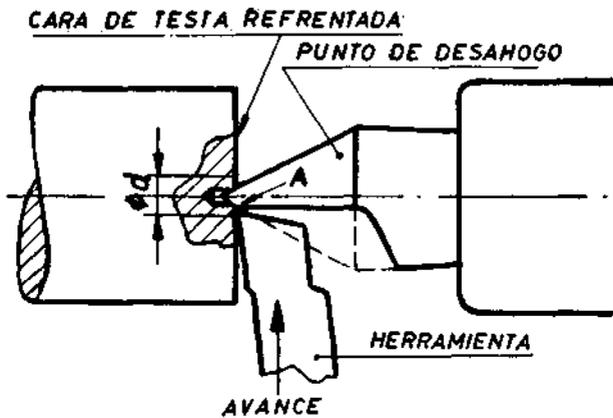


Figura 272.

Vea en la tabla 6 las dimensiones normalizadas de este tipo de puntos en los cuales la cota K indica el diámetro d (figura 272) del tetón que queda sin refrentar.

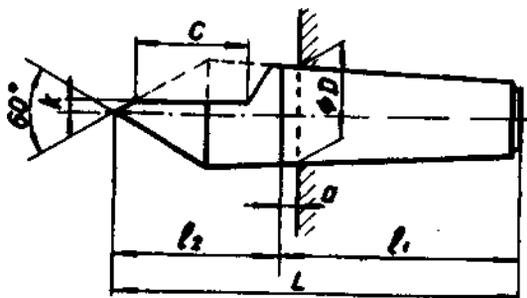


Figura 273.

DIMENSIONES NORMALIZADAS DE PUNTOS CON DESAHOGO TABLA 6

Cono Morsa	Dimensiones en m/m						
	D	L	1	1	a	C	K
0	9,04	72	54	16	3,20	15	2
1	12,06	85	57,50	27,50	3,50	23	2,50
2	17,78	110	69	41	4	37	3,20
3	23,82	130	85,50	44,50	4,50	40	4
4	31,27	160	108,50	51,50	5,30	47	5
5	44,40	200	138	62	6,30	57	6
6	63,35	265	192	73	7,90	68	8

INCONVENIENTES DEL CILINDRADO ENTRE PUNTOS CON PERRO DE ARRASTRE

Habrá usted observado en todas las fijaciones de piezas entre puntos vistas hasta ahora que precisamente la brida o perro de arrastre fijada en

un extremo de la pieza imposibilita el cilindrado completo de una pieza en toda su longitud.

Esto significa, claro está, un inconveniente, ya que a veces es preciso que la concentricidad y precisión sea absoluta en toda la longitud de la pieza. Si se fija la pieza entre puntos con perro de arrastre, se tendrá que

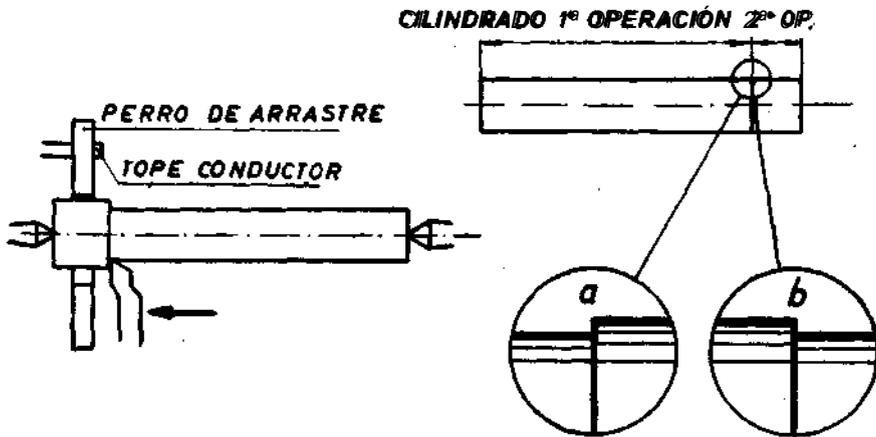


Figura 274. — Cilindrado de un eje entre puntos en dos operaciones: a y b. Dificultades de precisión.

dar vuelta a la pieza (figura 274) para cilindrar en una segunda operación la espiga que en la primera ha impedido cilindrar el perro de arrastre.

Una perfección completa en un trabajo de este tipo solamente se consigue cuando el torno es de precisión, su cabezal y contrapunta están rigurosamente alineados, sus puntos en perfecto estado y cuando se coincide exactamente en la *misma* medida que se ha cilindrado anteriormente, pues hay posibilidad de que quede un pequeño escalón al empalmar ambas superficies cilindradas en las dos operaciones (detalles a y b de la fig. 274). Estos escalones pueden ser pequeñísimos, pero casi nunca pueden evitarse, si no se *recurre* a otros sistemas, o mejor dicho, a otro sistema de arrastre de la pieza, según el tipo de la pieza a mecanizar.

Queda entendido que este inconveniente se presenta solamente cuando se ha de cilindrar un eje en toda su longitud o un mismo diámetro, pues si tiene dos o más diámetros distintos se mecanizan en distintas operaciones.

ARRASTRE POR TOPE ENCASTADO

Si el eje que se ha de cilindrar es macizo puede solucionarse según la figura 275. Se hace un pequeño taladro en su cara de testa en el que se

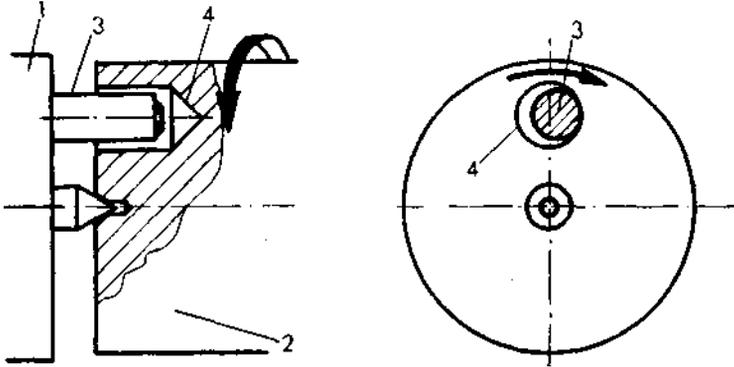


Figura 275. — Arrastre por medio del tope conductor encajado 1 Plato de arrastre. 2, piezas a cilindrar. 3, Tope conductor, 4, Encaste para introducir el tope conductor.

introduce el tope conductor que efectúa el arrastre. Como es fácil comprender, este agujero ha de hacerse de forma que no perjudique en ningún sentido a la pieza, si bien siempre queda el recurso de taponarlo.

PUNTO CON PUNTA PIRAMIDAL O TRONCO-CÓNICA

Cuando la pieza es hueca puede efectuarse el arrastre por medio de un

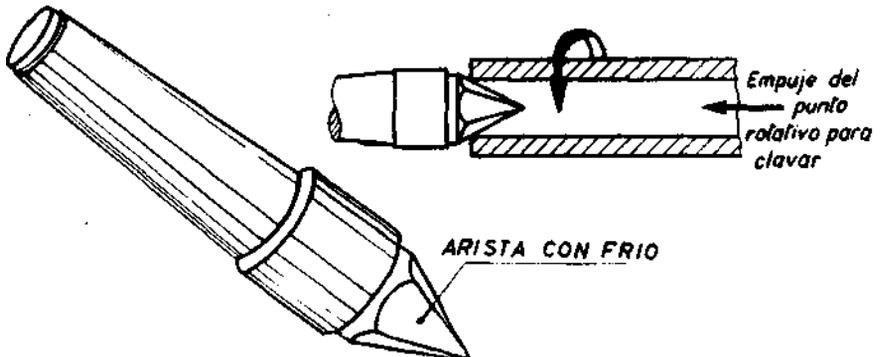


Figura 276. — Punto con punta piramidal para efectuar el arrastre.

punto de este tipo (fig. 276), siempre que los inconvenientes que presenta no afecten al acabado final de la pieza. Estos inconvenientes ,son :

- las aristas cortantes de la punta piramidal se clavan para efectuar el arrastre y marcan unas muescas.
- Las diferencias de presión y las desigualdades de penetración de las aristas hacen difícil el mecanizado de dos superficies completamente concéntricas en dos fijaciones distintas.

PUNTO AUTOMÁTICO DE ARRASTRE FRONTAL

Otro de los tipos de punto que se usan para el torneado entre puntos sin utilizar perros de arrastre es el llamado **punte automático de arrastre** (fig. 277).

El uso de este tipo de puntos tiene también sus ventajas y sus inconvenientes, aunque las primeras superan a los segundos. Se trata de una herramienta de moderna construcción y capaz de dar un elevado rendimiento, especialmente para trabajos en serie, Elimina por completo el uso del perro de arrastre e incluso permite el cambio de piezas sin parar la máquina, aunque esto sólo debe hacerse cuando se tiene mucha práctica.

Fijese usted en la figura 277 y compruebe, que este punto dispone de una serie de uñetas montadas alrededor de la punta cónica que son las que efectúan el arrastre de la pieza. Para trabajar con este tipo de puntos debe montarse siempre en la contrapunta un punto rotativo. Al montar la pieza entre puntos ha de apretarse fuertemente con el punto rotativo, de forma que las uñetas lleguen a clavarse en la testa o cara frontal de la pieza para efectuar el arrastre. Una pieza sujeta con esta fuerte presión de los puntos, agarrotaría el punto de la contrapunta si éste no fuera rotativo (fig. 278).

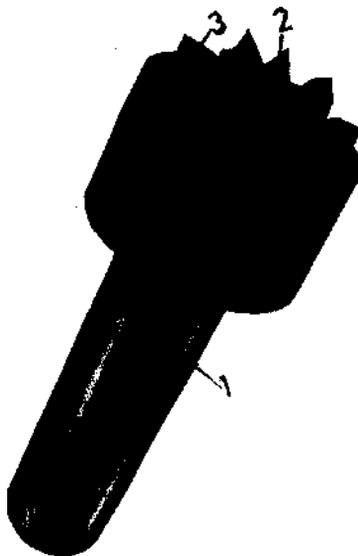


Figura 277. — Punto automático de arrastre. 1, Cuerpo del punto. 2, Punta de centrado fija. 3, Uñetas de arrastre con desplazamiento axial

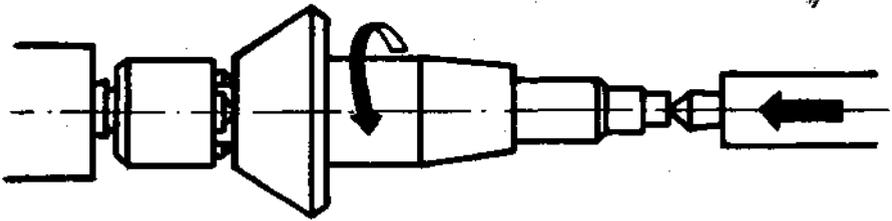


Figura 278 — Fijación de una pieza con el punto automático de arrastre.

Las uñetas de arrastre están montadas en unos encastes, en cada uno de los cuales va alojado un muelle que es el que mantiene a la uñeta contra la pieza y, además, hace que la uñeta trabaje más o menos salida según la cara frontal de la pieza, no siendo preciso con este sistema el que la pieza esté previamente refrentada, ni siquiera más o menos perpendicular al eje de rotación (fig. 279).

Vea resumidas a continuación sus ventajas y sus inconvenientes.

Ventajas:

- Anulación completa de los tiempos de montaje y desmontaje de los perros de arrastre.
- Por no utilizar los perros de arrastre se elimina el peligro de accidente.
- Las uñetas de arrastre longitudinalmente móviles se adaptan a las irregularidades de las caras frontales de la pieza, siendo indiferente el estado y calidad de las mismas, es decir, serrada, refrentada, fundida, forjada, etc., y perpendicular o en bisel con el eje de rotación.
- Las uñetas de arrastre independientes entre sí sujetan las piezas con una presión axial constante.

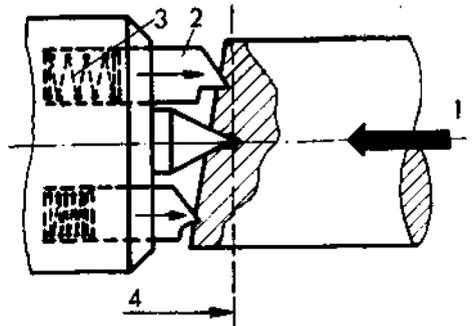


Figura 279. — Arrastre de una pieza sin refrentar: 1. Presión del contrapunto. 2. Uñetas de arrastre. 3. Resorte de precisión. 4. Línea de posición inicial de las uñetas.

Inconvenientes:

- Las uñetas señalan unas muescas en las caras frontales de las piezas.
- Cada punto es de limitada capacidad (por ejemplo: se necesitan cuatro puntos distintos de cono morse n.º 4 para torneár diámetros de 14 a 45 mm.).
- Deben cambiarse las uñetas según el arrastre haya de efectuarse girando al derecho o al revés (fig. 280).



Figura 280. — Uñetas de arrastre. El de la izquierda para giro al derecho. La de la derecha para giro al revés.

Como puede comprobarse, las ventajas son superiores a los inconvenientes, lo que hace recomendable su empleo siempre que sea posible.

PUNTO FIJO CON RESORTE

El trabajo en grandes series de piezas o ejes escalonados y aun con formas diversas, hizo necesaria la aparición de un punto especial con re-

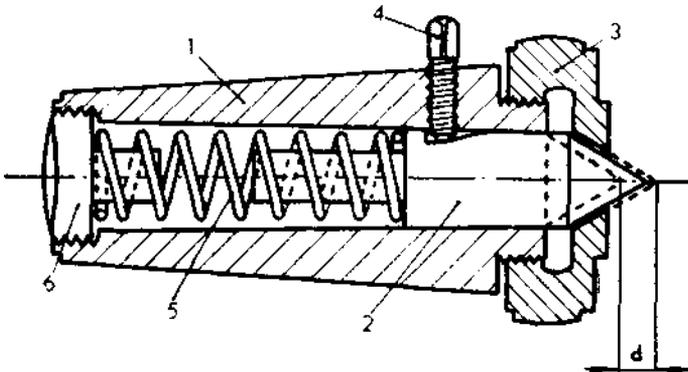


Figura 281. — Punto especial fijo con resorte: 1, Cuerpo de punto. 2, Punto. 3, Tuerca de tope, 4, Tornillo fijación punto. 5, Resorte de presión. 6, Tuerca de apriete del resorte, de Carrera del punto.

sorte (fig. 281) cuya finalidad es la de fijar las piezas de tal forma que sea posible su mecanizado con una referencia fija, independiente de las varia-

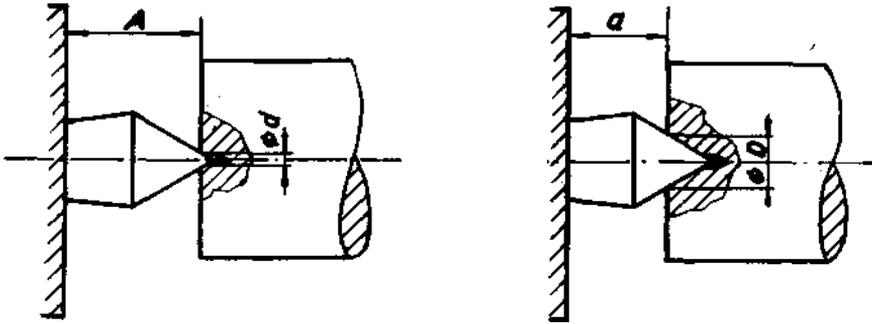


Figura 282. — Distintas posiciones de la pieza respecto de una referencia fija (plato de arrastre) según el diámetro del punto de centraje efectuado.

dones del diámetro de los puntos de centraje que anteriormente era lo que determinaba la posición de la pieza (fig. 282).

El poder determinar la posición de la pieza respecto a una referencia fija, es decir, a la que interese, tiene una importancia enorme para el trabajo de cilindrado de escalones de diferentes medidas con topes fijos, como verá usted más adelante, y para el trabajo con dispositivos copiadores, pues en ambos casos interesa situar la punta de la herramienta con una referencia exacta respecto de la pieza.

Aunque la variación en los diámetros de los puntos de centraje puede ser pequeña (de 0,2 a 0,4 mm.), influye considerablemente en el torneado de ejes escalonados con longitudes fijas.

Vea en la figura 283 un eje escalonado en el que se ha cilindrado un escalón; suponga usted que ha de mecanizarse una gran serie de piezas iguales y deducirá que sería muy interesante un método de trabajo que evitara el tener que tomar continuamente la medida en cada escalón que se cilindre. Pues bien, este método es el llamado **cilindrado a tope** y consiste en colocar unos topes (como verá en la próxima lección) que limitan el recorrido del carro y, por tanto, de la herramienta sobre la pieza, siempre a la medida que se ha determinado, pero para ello es preciso que haya siempre una misma relación entre la arista de la herramienta y una de las caras de la pieza.

La seguridad de esta relación entre la cara frontal de la pieza y la herramienta, se obtiene utilizando un punto de este tipo, ya que, como se muestra en la figura 284, la diferencia de diámetros de los puntos de centraje no influye para nada, debido a que la referencia la toma siempre de la misma cara.

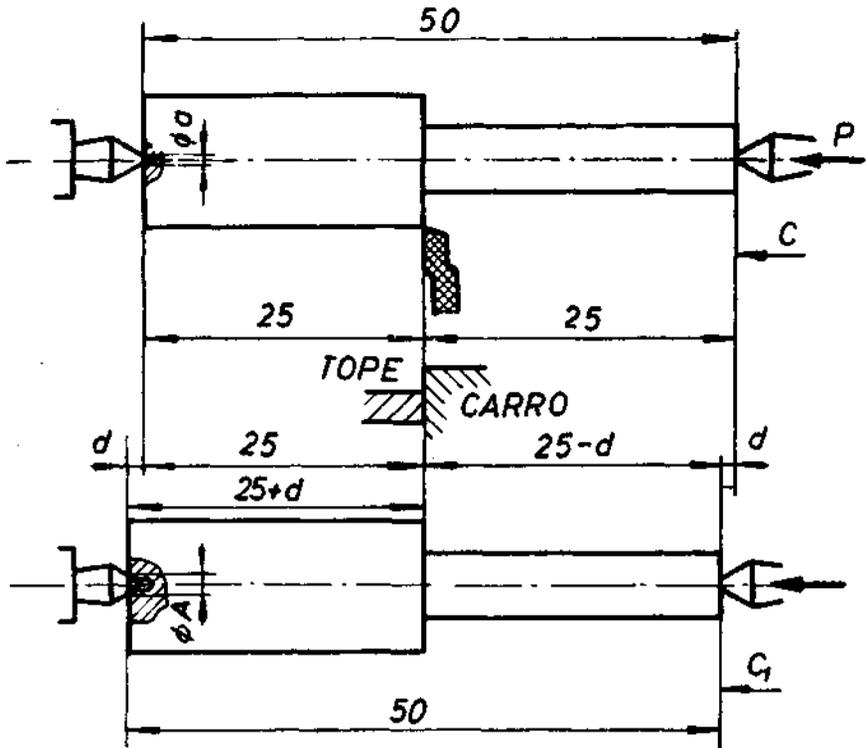


Figura 283. — Cilindrado a tope de un eje escalonado. La diferencia entre los diámetros a , y A de los puntos de centraje, origina un desplazamiento d de la pieza hacia la izquierda. C y C_1 . Distintas caras de referencia. P , Presión del contrapunto.

Observe en la figura 283 cómo la diferencia de los diámetros de los puntos de centraje origina un desplazamiento d en la segunda pieza. El carro está limitado en el mismo tope que en la anterior pieza y como ambas son iguales de longitud total, el desplazamiento d repercute en las longitudes de los escalones, lo que no ocurre en la figura 284, ya que ambas piezas hacen tope en el mismo sitio y la diferencia de diámetros de los puntos de centraje viene compensada por el desplazamiento conveniente del punto, según el resorte que lo empuja por atrás y lo mantiene siempre contra la pieza.

En la próxima lección se ampliarán las explicaciones sobre este punto, al estudiar la forma de trabajar con topes de fina! de carrera.

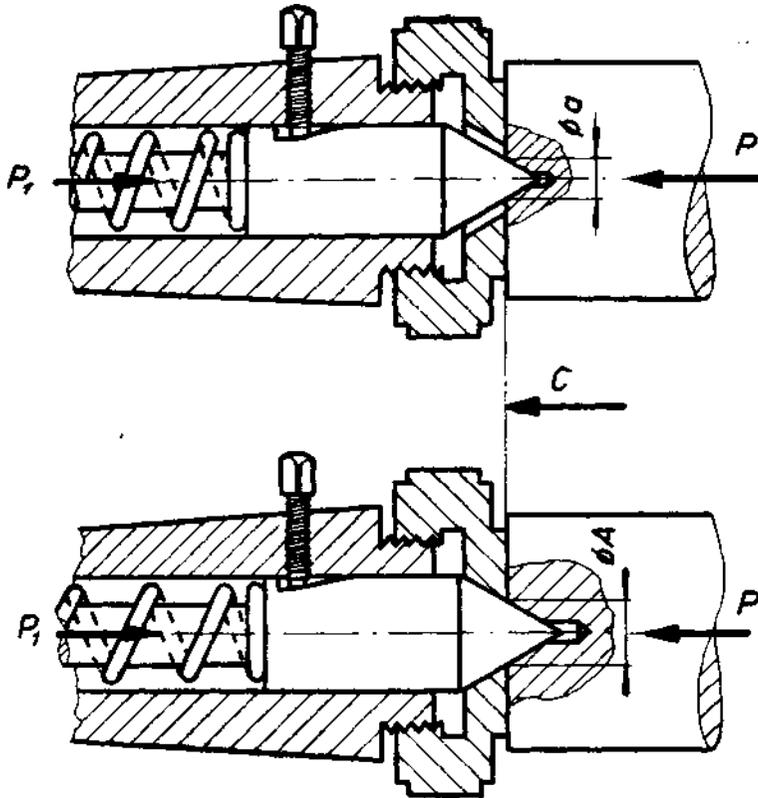


Figura 284. — Cilindrado a tope de un eje escalonado. La diferencia entre los diámetros a , y A de los puntos-de centrado no origina ningún desplazamiento de la pieza, manteniendo siempre la misma cara de referencia. C , Misma cara de referencia. P , Presión del contrapunto. P , Presión del muelle del punto.

PUNTOS CON EL EXTREMO PLANO

Puede presentarse el caso de tener que efectuar un cilindrado en piezas huecas. Si el agujero de las piezas está mandrinado fino y a una medida precisa con una tolerancia determinada, lo más correcto es que se monten estas piezas en torneadores, semejantes a los estudiados en la lección anterior si las piezas son muy cortas o bien en torneadores para montar entre puntos, como verá más adelante.

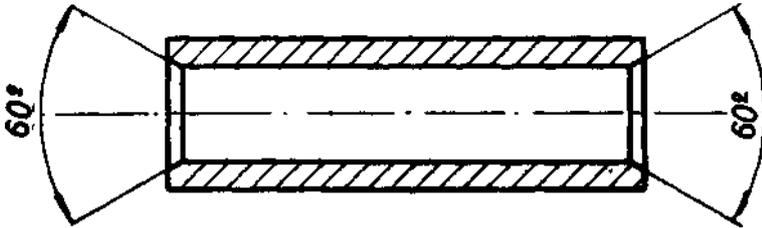


Figura 285. — Chafilanes en una pieza hueca para el torneado entre puntos.

Pero puede ocurrir que el agujero esté mandrinado basto o bien sin la precisión mínima requerida para el trabajo con torneador; de ser así se efectuará chaflán a 60 grados (fig. 285) con una herramienta de mandrinar que hará las funciones de punto de centraje.



Figura 286. — Punto fijo plano.

Ahora bien, los puntos que se utilizan son también distintos, ya que no precisan de una punta afilada. Vea en la figura 286 un punto plano fijo y en la 287 un punto rotativo plano, para sostener piezas huecas con diámetros grandes, puesto que en este caso no podría utilizarse punto fijo debido a que la superficie de rozamiento sería excesiva y calentaría mucho la pieza.

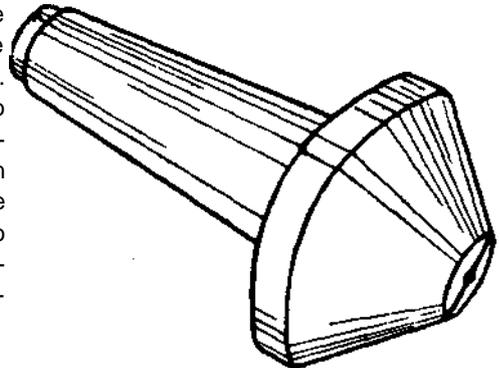


Figura 287. — Punto rotativo plano.

PUNTOS CÓNCAVOS Y EN V

Para sostener piezas en las que por su poco diámetro o por otra causa cualquiera no pudieran construirse centros, se hace a veces la operación

contraria, es decir, se mecaniza un cono en su extremo y entonces se utiliza un punto cóncavo como el de la figura 288.

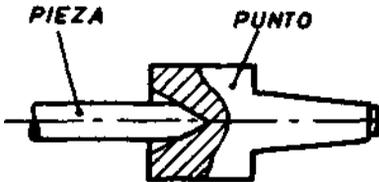


Figura 288. — Punto cóncavo.

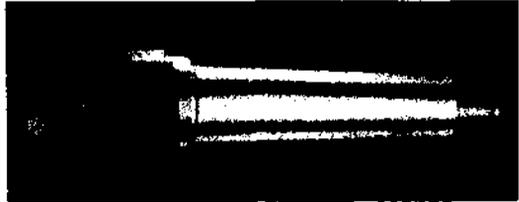


Figura 289. — Punto en V.

También se usa el punto de la figura 289 en algunos casos de piezas especiales.

PUNTO ESFÉRICO

Usted recordará que al hablar de una mala alineación del eje cabezal-contrapunta, se indicó que repercutía sensiblemente en el apoyo del punto de la contrapunta, ya que al estar desviado, solamente apoyaba una línea, pero también recordará que en otra ocasión decíamos que para torneear piezas cónicas muy largas y a fin de poder utilizar el avance automático, se desplaza la contrapunta transversalmente, ocurriendo el mismo caso anterior.

Pues bien, como en estas ocasiones no hay más remedio que trabajar con la contrapunta desplazada, se sustituye el punto normal que apoya defectuosamente, por el punto esférico, que aunque apoya solamente por una línea igual que el otro, es mucho más fuerte y resistente (fig. 290).

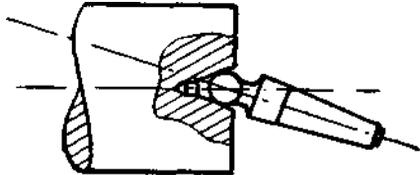


Figura 290. - Montaje del punto esférico.

TORNEADO ENTRE PUNTOS CON PIEZA MONTADA EN TORNEADOR

Recuerde usted que en la pasada lección estudió el mecanizado de superficies exteriores con las piezas montadas sobre torneador. Aunque se trataba de montajes al aire, es decir, con los torneadores fijos en el plato

o en el cono del eje, las dificultades que se presentan son del mismo orden que con el torneador montado entre puntos.

Para el montaje entre puntos los torneadores se clasifican también en dos grupos : torneadores fijos y torneadores extensibles.

Las piezas que se monten a los torneadores fijos deben estar mandrinadas a una medida exacta, es decir, con una tolerancia muy restringida y con una superficie muy bien acabada, ya que al ser el arrastre por adherencia, la superficie de la pieza y la del torneador deben «pegarse» al máximo y un torneado con rayas, disminuiría la superficie del contacto y, por consiguiente, de arrastre.

Los torneadores fijos se construyen de acero y se templean, a fin de proporcionarles una dureza que evite un desgaste prematuro. Téngase en cuenta que un pequeño desgaste es suficiente para que el torneador pierda

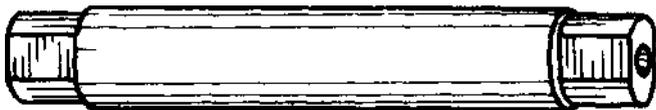


Figura 291. — Torneador fijo para trabajar piezas entre puntos.

la medida inicial de forma que ya no puede utilizarse para dicha medida. Se acaba su superficie exterior con muela, es decir, se rectifica, a la medida precisa, que se determina con una tolerancia muy pequeña y con una pequeña conicidad (0,02 mm.) para facilitar la entrada y salida de piezas (figura 291).

Como es fácil comprender, para trabajar una serie de piezas iguales en una operación de este tipo, se mandrinan todas exactamente iguales, mediante el empleo de un calibre de la misma medida que el torneador.

En el caso de que el diámetro de la pieza a tornear quedase más grande de la medida, aunque sólo fuese ligeramente, ajustaría mal en el torneador (fig. 292) y frecuentemente no tendría fuerza para efectuar el arrastre.

Al montar el torneador, procúrese siempre colocar la parte del diámetro mayor en el punto fijo del cabezal. De lo contrario, el esfuerzo de avance de la herramienta «desclava» la pieza. Generalmente, como la diferencia entre los diámetros externos no se aprecia a simple vista en el extremo del diámetro mayor, o sea el de fijación del perro de arrastre, llevan un plano que sirve además para colocar el tornillo de apriete del perro.

Otro de los inconvenientes de los torneadores fijos es el que se obser-

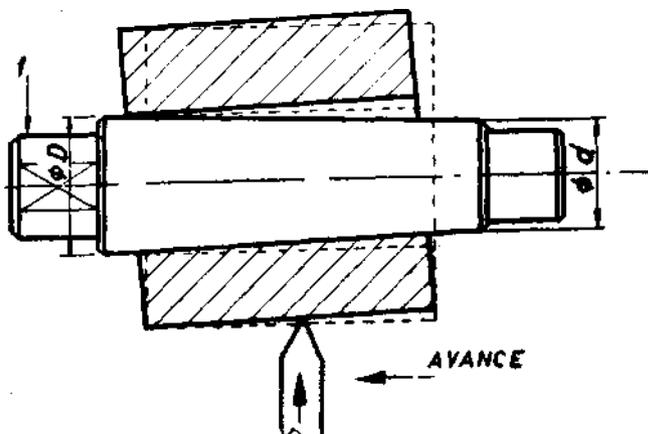


Figura 292. — Pieza con holgura sobre un torneador fijo. Al presionar la herramienta, la pieza se mueve $\varnothing D. > \varnothing d.$ 1. Cuello para fijación del perro de arrastre.

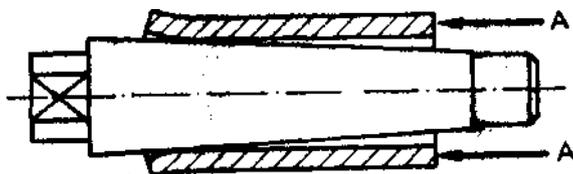


Figura 293. — A. Empuje para montar. La pieza débil se deforma.

va en la figura 293. Si la pieza es débil, es decir, de paredes demasiado delgadas, sucede que al clavar o montar la pieza en el torneador, éste hace de cuña, deformando la pieza.

A pesar de estos inconvenientes, si el torneador está perfectamente construido, con la tolerancia y conicidad precisas y las piezas que en él se montan están mandrinadas a la medida correcta, el torneado de superficies exteriores y perfectamente concéntricas mediante su empleo es de los más precisos y seguros.

TORNEADORES EXTENSIBLES

Para no tener que disponer de un torneador para cada medida y también para evitar el inconveniente de la figura 291, se proyectaron los **mandriles extensibles**.

Los mandriles extensibles, como en parte vio usted en la lección anterior, constan del cuerpo cónico y de una pinza cónica montada en su in-

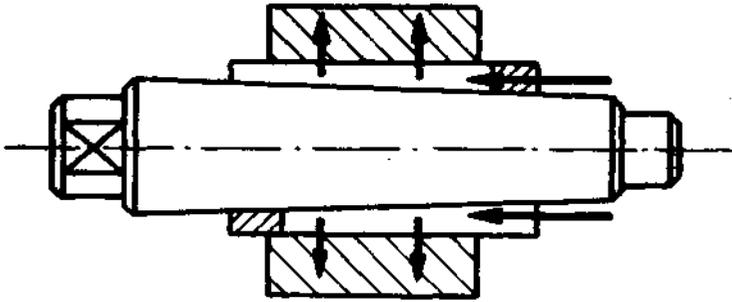


Figura 291. — Torneador extensible.

terior y con unas aberturas, cuyo desplazamiento sobre el *cuerpo* cónico, las abre de forma que aumenta el diámetro de la pinza (fig. 294). Este aumento del diámetro de la pinza es el que cubre las diferencias más o menos pequeñas que puede haber en el mandrinado de las piezas. Además, se ciñen a toda la superficie interior de la pieza, teniendo mayor adherencia y, por lo tanto, mayor potencia del arrastre.

Por el contrario presenta el inconveniente respecto de los fijos de ser mucho más caros y de precisar una mayor perfección tanto en la construc-



Figura 295. — Torneador extensible.

ción como en la elección de materiales y temple de la pinza. Si el material de ésta no reúne las debidas condiciones, se deforma fácil y rápidamente y entonces no quedan las superficies concéntricas.

Vea en la figura 295 un tipo especial de torneador extensible y en la 296 las partes de que consta.

Los llamados cuellos de verificación son exactamente iguales y tienen la misión de servir de apoyo para la verificación de piezas, tal como se ve en la figura 297.

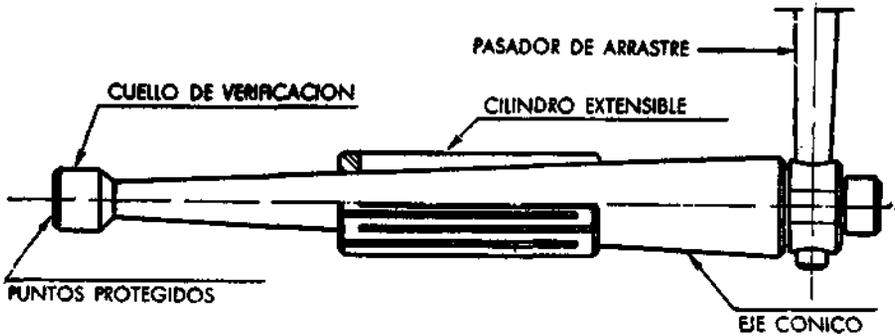


Figura 296. — Nomenclatura del torneador extensible «Emira».

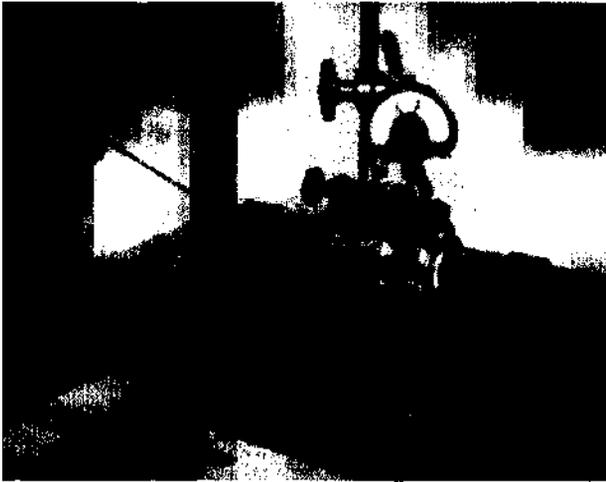


Figura 297. — Verificación de la concentricidad de la superficie torneada.

Este tipo de torneador tiene la ventaja de que con un solo cilindro extensible sirve para una serie de diferentes diámetros con una diferencia entre el mayor y el menor de unos 10 mm. a 20 mm., según el tipo.

El montaje y desmontaje de las piezas (figs. 298 y 299) se efectúa igual que en todos los torneadores de este tipo, golpeando una vez montada la pieza por el extremo mayor para que se clave y por el extremo menor para que se desclave.



Figura 298. — Montaje de una pieza en un torneador extensible.

Figura 299. — Desmontaje de una pieza de un torneador extensible.

TORNEADO CON CENTROS POSTIZOS

Cuando se trata de tornear piezas muy grandes o muy largas para las que no se dispone de torneadores o éstos deberían ser muy pesados, se disponen unos tapones postizos de los que se efectúan puntos y que cons-

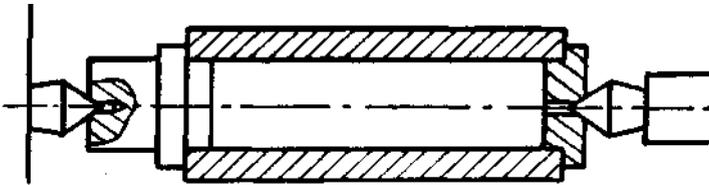


Figura 300. — Torneado con centros postizos.

tituyen en realidad una especie de torneador (fig. 300). Condición indispensable para su buena utilización es la de que la superficie de la espiga que se encasta en la pieza sea perfectamente concéntrica respecto del punto.

PROTECCIÓN CONTRA ACCIDENTES

Debe irse siempre con mucho cuidado con el perro de arrastre, pues su misma aparente insignificancia hace que a veces olvidemos que provoca o puede provocar gran número de accidentes, en forma de golpes o por engancharse en el vestido del operario.

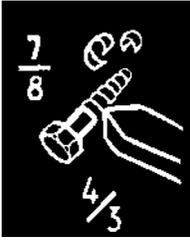


Figura 301. — Protector para el plato y perro de arrastre

La importancia de esta advertencia se deduce del hecho que se haya proyectado una protección especial que cubre el plato de arrastre y el perro evitando así que puedan engancharse o golpear (fig. 301).

Otras veces, cuando no se dispone de esta protección y cuando se

trata de trabajos de acabado en los que el trabajo de corte es muy *pequeño*, se suprime el perro de arrastre, efectuándose éste solamente por la presión de los puntos fijo y rotativo. El montaje del punto rotativo para este tipo de arrastre es imprescindible.



matemáticas para tornero

LECCIÓN

8

CALCULO DE LA RAÍZ CUADRADA CON APROXIMACIÓN DE DECIMALES

Cuando se busca la raíz cuadrada de un número y la raíz hallada resulta inexacta, puede aproximarse más con decimales.

$$\begin{array}{r}
 \sqrt{38619} \\
 \underline{1} \\
 28.6 \quad 28 : 2 = 9 \\
 \underline{26.1} \quad 29 \times 9 = 261 \\
 02.5
 \end{array}$$

Compruebe que la raíz cuadrada del número 386 es 19 con resto de 25. Para que la raíz cuadrada sea más aproximada se escriben dos ceros al lado del resto y después de poner una coma a la derecha de la última cifra de la raíz para indicar que las cifras que seguirán son decimales, se opera exactamente igual como antes y se van poniendo grupos de dos ceros como mayor aproximación se desee .

$\sqrt{3.86}$	19'646
-1	
<hr style="width: 100%;"/>	
28.6	$1 \times 2 = 2$
-26.1	$28 : 2 = 9$
<hr style="width: 100%;"/>	$29 \times 9 = 261$
02 50.0	$19 \times 2 = 38$
-2 31.6	$250 : 38 = 6$
<hr style="width: 100%;"/>	$386 \times 6 = 2316$
18 40.0	$196 \times 2 = 392$
-15 69.6	$1940 : 392 = 4$
<hr style="width: 100%;"/>	$3924 \times 4 = 15696$
2 70 40.0	$1964 \times 2 = 3928$
2 35 71 6	$27040 : 3928 = 6$
<hr style="width: 100%;"/>	$39286 \times 6 = 235716$
34 68 4	

Prueba:

	19'646
×	19'646
	<hr style="width: 100%;"/>
	117876
	78584
	117876
	176814
	19646
	<hr style="width: 100%;"/>
	385'965316
Resto +	0'034684
	<hr style="width: 100%;"/>
	386'000000

Fijese bien en la forma que se ha operado y tenga en cuenta siempre la colocación de la coma para separar las cifras enteras y las cifras decimales de la raíz.

**CALCULO DE LA RAÍZ CUADRADA
DE UN NUMERO CON DECIMALES**

Para calcular la raíz cuadrada de un número con decimales se opera exactamente igual que si fuera un entero, pero teniendo en cuenta que las cifras decimales siempre han de ser pares para hacer bien la separación en grupos de dos cifras puesto que nunca debe agruparse una cifra entera con un decimal. Si las cifras decimales son impares, se convierten en pares colocando un cero a su derecha.

Ejemplos:

Si el número es 76 se pondrá $\sqrt{7,60}$ y se buscará primero la raíz cuadrada del entero 7.

Si el número es 8'654 se pondrá $\sqrt{8'65.40}$ y se buscará primero la raíz cuadrada del entero 8.

Si el número es 176'762 se pondrá $\sqrt{1.76'76.20}$ y se buscará primero la raíz cuadrada del entero 1.

Queda entendido, pues, que las cifras del número entero siempre se separan en grupos empezando por la derecha independientemente de las cifras decimales; las cifras decimales siempre deben quedar en grupos de dos cifras sin ningún grupo de una sola cifra y sin unir ninguna con una cifra del número entero.

De lo dicho se deducirá que primero se busca la raíz cuadrada del número entero y que una vez hallada ésta se pone la coma que indica que las cifras siguientes son decimales.

Compruebe que en el siguiente ejemplo se ha procedido tal como acaba de explicarse :

Hallar la raíz cuadrada del número 6'263.

$\sqrt{6'26.30}$	2'50
-4	-----
22.6	2 × 2 = 4
22.5	22 : 4 = 5
00.13.0	45 × 5 = 225

	25 × 2 = 50
	13 : 50 = 0

Si se desea más aproximación, usted ya sabe qué debe hacerse: seguir la operación colocando sucesivamente grupos de dos ceros. En este caso, naturalmente, no ha de colocarse ninguna otra coma porque ya hay otras cifras decimales.

RADICANDO

El número cuya raíz cuadrada se busca se llama **radicando**. Téngalo en cuenta y recuerde también que el signo $\sqrt{\quad}$ se llama **radical**.

POTENCIACIÓN

Estudiado ya el cuadrado y la raíz cuadrada de un número, falta por ver qué se entiende por **potenciación**. Como va a estudiar seguidamente, elevar un número al cuadrado es una potenciación de dicho número.

Se llama **potenciación** a la operación aritmética que consiste en multiplicar un número por sí mismo un determinado número de veces :

Ejemplos de potenciación :

$$7 \times 7 = 49$$

$$3 \times 3 \times 3 = 27$$

$$5 \times 5 \times 5 \times 5 = 625$$

Queda ahora aclarada la afirmación de que el cuadrado es una potenciación de dicho número, puesto que un número se eleva al cuadrado multiplicándolo una vez por sí mismo.

FORMA DE INDICAR LA POTENCIACIÓN DE UN NUMERO

Para indicar una operación de potenciación, efectuada con un número, se escribe el número y a su derecha, en la parte derecha superior, y en tamaño más pequeño, el número de veces que el primero se ha de tomar como factor.

Ejemplos:

$$7^2, 3^3, 5^4$$

Usted sabe que 7^2 quiere decir que el número 7 se ha de tomar dos veces por factor; pues bien, 3^3 significa que 3 se ha de tomar tres veces por factor y 5^4 , cuatro veces el 5.

BASE, EXPONENTE Y POTENCIA

El número que se toma como factor se llama base y el número que indica las veces que se toma la base como factor se llama exponente y el resultado de la operación se llama potencia. Así, en los ejemplos 7^2 , 3^3 y 5^4 , las bases son 7, 3 y 5; los exponentes respectivos, 2, 3 y 4, y las potencias respectivas, 49, 27 y 625.

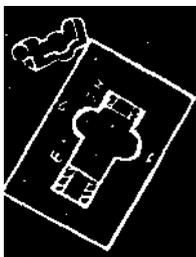
GRADO DE POTENCIA

Se llama grado de potencia al número de orden de su exponente. Por ejemplo en 5^4 la potencia es del 4.º grado.

Cuando el exponente es 2 , la potencia se llama cuadrado del número base, como usted ya estudió en la lección 6.

A la potencia de exponente 3 de un número se llama cubo de este número, por ejemplo, 27, que es igual a $3 \times 3 \times 3$, es decir, a 3^3 , es el cubo del número 3.

A las potencias de exponente 4 5, 6, 7, etc., de un número se las llama, respectivamente, potencia cuarta, quinta, sexta, séptima, etc. de este número.



interpretación planos

LECCIÓN

8

NECESIDAD DE INDICAR LA CALIDAD DE LAS SUPERFICIES EN LOS PLANOS

En las lecciones anteriores de esta asignatura ha visto usted cómo se representa en los planos la forma y las dimensiones de una pieza. Estas indicaciones no son, sin embargo, suficientes para que las personas que deben construirlas sepan exactamente cómo es la pieza.

En efecto, si usted observa las distintas piezas de una máquina, verá que en ellas hay distintas clases de superficies: unas son pulidas y brillantes, en otras se notan ligeramente las rayas de las herramientas con que se han trabajado y en otras las rayas de las herramientas son gruesas y bien distintas; aparte de esto, se encuentran superficies que no han sido trabajadas con herramientas y otras superficies que están recubiertas con distintos materiales tales pintura, cromado, niquelado, etc. Puede usted fácilmente comprender la necesidad de que en los planos figure una indicación precisa de cómo deben quedar las distintas superficies de las piezas. Estas indicaciones están normalizadas para evitar errores de interpretación y facilitar el entendimiento entre el delineante o proyectista que dibuja el plano y las personas encargadas de construir las piezas.

En esta lección estudiará usted los distintos símbolos utilizados para indicar en los planos las cualidades que deben tener las superficies y la forma en que estas superficies deben ser dejadas al construir la pieza; pero antes es necesario que conozca usted algunas de las cualidades de las superficies y los distintos tipos de superficies que se presentan en las piezas mecánicas.

CUALIDADES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE UNA SUPERFICIE

Puede decirse que la calidad de una superficie es el grado de mayor o menor perfección con que esta superficie está realizada.

Dos son los factores que determinan la calidad de una superficie

La uniformidad.

El alisado.

La uniformidad es el grado de precisión con que una superficie se adapta a la forma geométrica que debiera tener: forma de plano, forma de cilindro, forma de esfera, etc., considerando para ello todas las superficies o una parte grande de ella. El defecto opuesto a la uniformidad es la ondulidad.

El alisado, por el contrario, es una propiedad que refiere a cada pequeña porción de una superficie y el defecto contrario a esta propiedad es la rugosidad, o sea, las pequeñas rugosidades que pueden proceder, por ejemplo, de las marcas que la herramienta deja al trabajar la superficie.

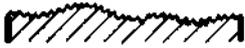
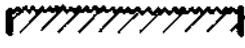
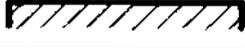
	UNIFORMIDAD	ALISADO
	MALA	MALO
	BUENA	MALO
	MALA	BUENO
	BUENA	BUENO

Figura 107.

Para mejor comprensión de estas propiedades y defectos, vea los esquemas de la figura 107, en los que se presentan en coste una superficie plana con distintos grados de uniformidad y alisado.

DISTINTAS CLASES DE SUPERFICIES

Prescindiendo del alisado y ya uniformidad que puede tener una superficie de una pieza, ésta puede presentarse en distintas formas que dependen de los procedimientos de obtención y trabajo por los cuales se haya elaborado. Desde este punto de vista, la superficie se puede clasificar en tres clases :

Superficie en bruto.

Superficie mecanizada.

Superficie tratada.

Se llaman **superficies en bruto** de una pieza aquellas que se dejan tal como quedan después de un proceso de fabricación sin arranque de viruta; tal como, por ejemplo, las superficies que quedan en las piezas después de fundirlas, forjarlas, laminarlas o cortarlas con soplete.

Se llaman **superficies mecanizadas** aquellas que quedan después de haber sido trabajada la pieza arrancando viruta con herramientas cortantes, tales como , por ejemplo, las que quedan después de limar, torneear, fresar, rectificar, etc.

Lo mismo en las superficies en bruto que en las superficies mecanizadas pueden posteriormente transformarse mediante tratamientos especiales para darles determinada apariencia o propiedades especiales, pueden, por ejemplo, pintarse, niquelarse, templarse, etc. A las superficies así transformadas se les da el nombre de **superficies tratadas**.

SIGNOS UTILIZADOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE LA SUPERFICIE DE LOS PLANOS

A continuación va usted a estudiar los signos normalizados que se utilizan para representar en los planos las distintas calidades de la superficie.

Cuando las superficies deben dejarse en bruto y no requieren ninguna especial atención ni su uniformidad ni su lisura, en los planos no se señala ningún signo especial.

Si las superficies deben ser en bruto, pero se requiere que para su buen aspecto tengan un cierto grado de uniformidad y lisura, se indican en los planos con el signo ~ (aproximado).

Si la superficie debe, ser mecanizada, esta condición se indica disponiendo uno, dos, tres o cuatro triángulos según el grado de uniformidad y lisura que deban tener (vea la figura 108).



fi- *Figura 108.*

Con **un triángulo** se indican las superficies que deben ser mecanizadas de **forma basta** sin que su uniformidad y alisado sean muy buenos, como por ejemplo las superficies obtenidas por desbastes en el torno, fresadora y otras máquinas herramientas. Las marcas producidas por el mecanizado pueden ser claramente apreciadas por el tacto y a simple vista.

Con **dos triángulos** se indican las superficies que deben dejarse con un grado de uniformidad y lisura como el que se logra trabajándolas con herramientas de corte en trabajos de alisado o acabado. Las marcas pueden ser visibles aún a simple vista, pero apenas pueden apreciarse al tacto.

Con **tres triángulos** se indican las superficies que deben dejarse con un grado bastante elevado de uniformidad y alisado superficial, como el que se logra por ejemplo en el rectificadado con muela, las marcas no deben ser ya visibles a simple vista ni apreciables al tacto.

Por último, se indican con **cuatro triángulos** aquellas superficies que deben dejarse con un grado muy alto de uniformidad y lisura, como solamente pueden lograrse con los procedimientos conocidos con el nombre de **superacabados**, tales como el lapeado. Las marcas no deben ser en absoluto visibles a simple vista.

DISPOSICIÓN DE LOS SIGNOS DE ACABADO EN LOS PLANOS

Normalmente los signos de acabado se disponen en las vistas de los planos apoyados sobre las líneas que representan la superficie correspondiente, como se muestra en la figura 109. Si en esta línea no hay espacio suficiente, se saca una línea de referencia y se apoyan sobre ella los signos indicadores del acabado, como se muestra en la figura 110.

Cuando una superficie se representa por líneas en distintas vistas, el signo que indica el grado de acabado superficial de esta superficie se dispone sobre la vista en que las dimensiones de la superficie estén acotadas, como se muestra en la figura 111.

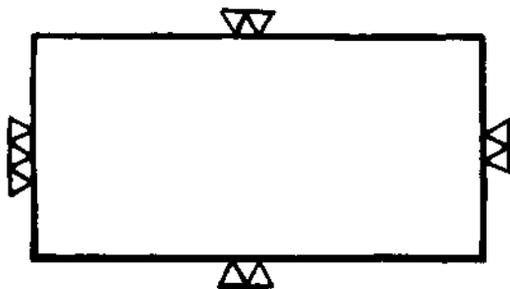


Figura 109.



Figura 110.

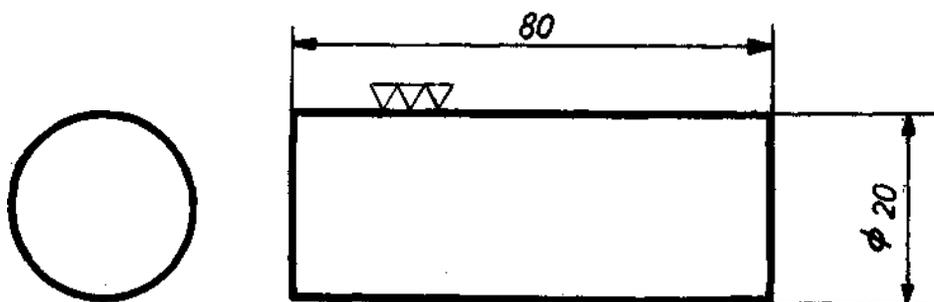


Figura 111.

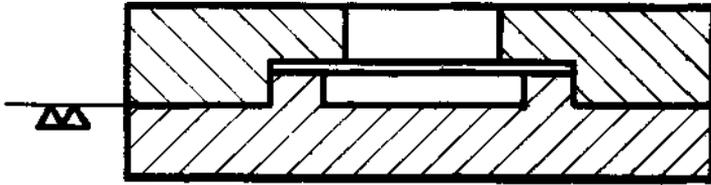


Figura 112.

En un plano en que se hallen representadas dos piezas con superficies en contacto, se dispone **un sólo signo** para indicar el grado de acabado de éstas cuando este grado de acabado es igual para ambas, como se muestra en la figura 112.

Puede darse el caso de que una superficie deba acabarse en parte con un grado de uniformidad y lisura distinto del resto de la superficie; en tal caso en los planos se dibuja el signo de acabado sobre una cota que indica la parte de la superficie a que afecta, como se muestra en la figura 113.

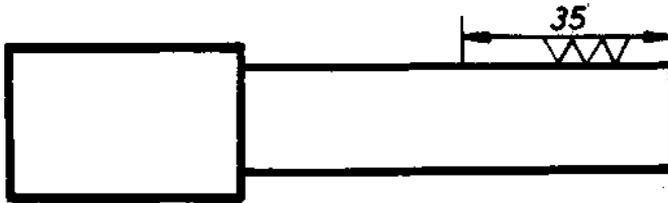


Figura 113.

Cuando todas las superficies de una pieza determinada deben tener el mismo grado de acabado, el signo de éste no suele colocarse sobre las superficies representadas en el plano, sino que se dibuja de tamaño mayor dentro del recuadro de las indicaciones reales del plano o bien al pie de éste, como puede ver en la fig. 114.

En general todas las superficies de una pieza deben ir trabajadas con el mismo grado de acabado excepto alguna o algunas de ellas; **sólo se indican sobre las vistas del plano los signos de superficie de las que hacen excepción** y en el casillero de rotulación o al pie del plano se indica el signo de acabado de todas las superficies seguido de aquellos que afectan solamente a alguna encerrados dentro de un paréntesis, como puede ver más adelante en la lámina 14.

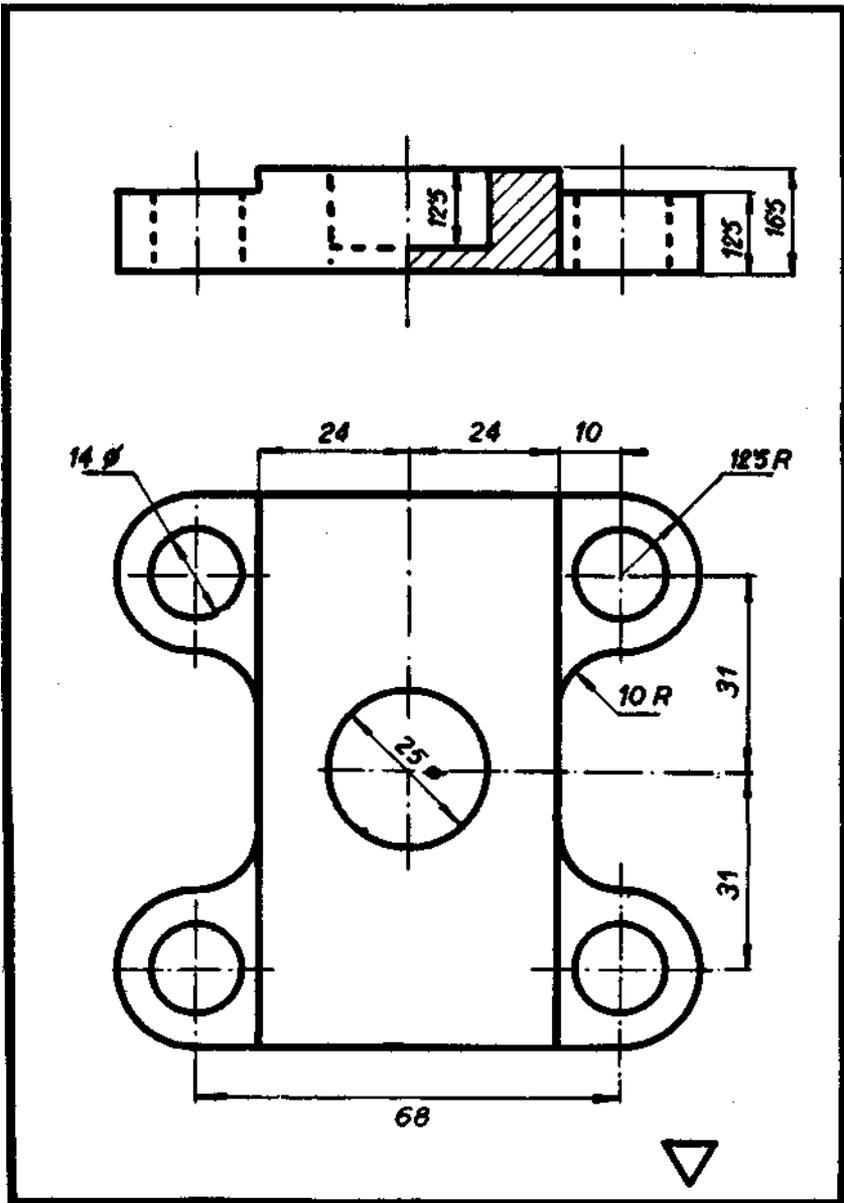


Figura 114.

INDICACIONES DE LAS SUPERFICIES TRATADAS

Ya ha visto usted al principio de la lección que, independientemente del grado de uniformidad y alisado de la superficie, éstas pueden sufrir un determinado tratamiento para proporcionarles determinadas cualidades o características especiales. Para indicar estos tratamientos en los planos se hace sacando una línea de referencia del signo superficial que indica el acabado de la superficie y escribiendo sobre ella el tipo de tratamiento a que debe someterse; en la figura 115 puede ver usted algunos ejemplos de esto.

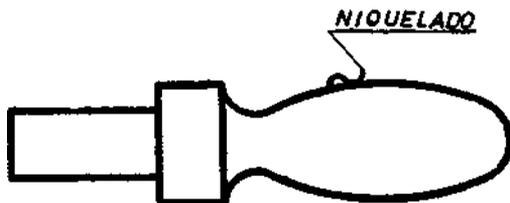


Figura 115.

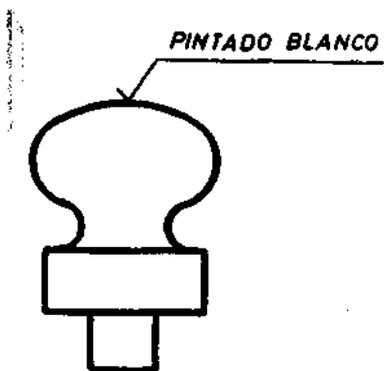


Figura 116.

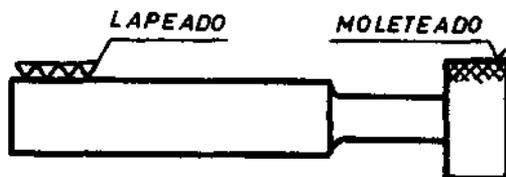
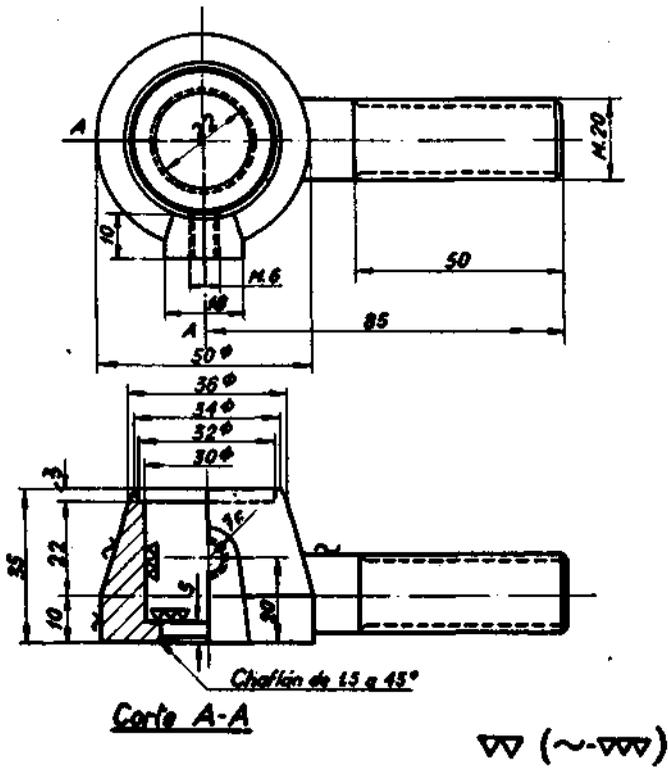
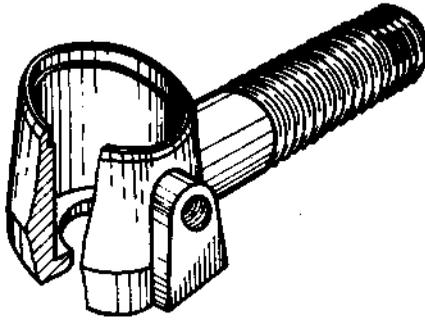


Figura 117.

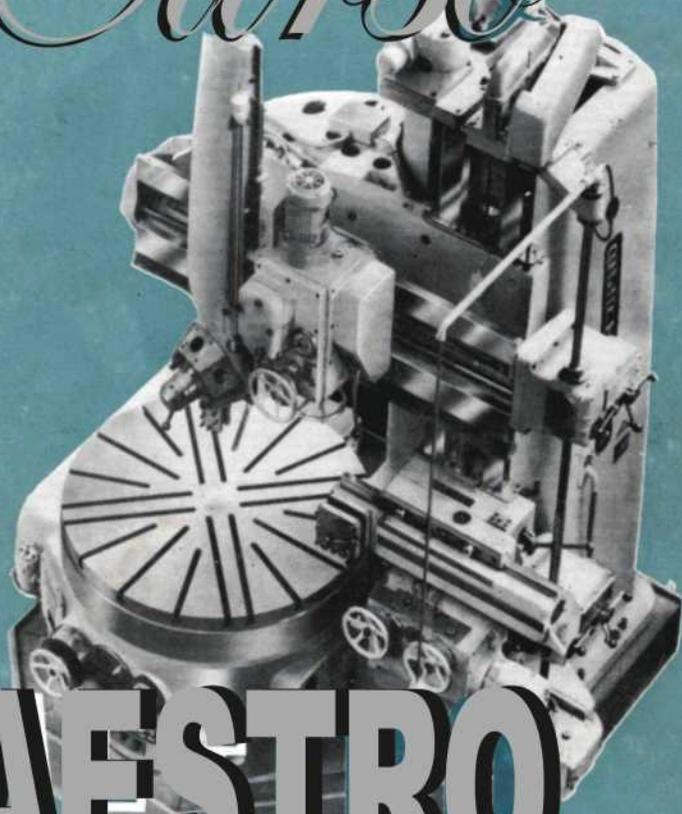


Si se trata de superficies en bruto que deben sufrir un determinado tratamiento, como éstas no llevan signo de acabado superficial, se dibuja en lugar de éste un ángulo como se muestra en la figura 116.

Puede darse el caso de que de un determinado valor de acabado se desee lograr por un determinado procedimiento de trabajo; en este caso el procedimiento de trabajo que se desee dar se indica en el plano en la misma forma en que se indican los tratamientos de superficie, como puede ver en la figura 117.

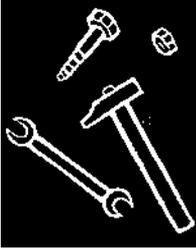
En la lámina 14, vea la aplicación de los signos de mecanizado en el plano de una pieza. En la parte superior de la lámina se ha representado la forma que tiene la pieza.

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 9



conocimientos generales mecánica

LECCIÓN

9

SOLDADURA

El objeto de la soldadura es unir permanentemente las piezas metálicas, de manera tal, que el conjunto así formado pueda ser considerado como una sola pieza. La soldadura consiste en calentar hasta su fusión los bordes o superficies a través de los cuales han de unirse las dos piezas, permitiendo después que solidifiquen juntos. Generalmente, aunque no siempre, se añade a la zona de soldadura metal procedente de una varilla, que se va fundiendo al mismo tiempo que los bordes de las piezas a unir y al que se da el nombre de **metal de aportación**.

En algunos tipos de soldadura, la varilla o metal de aportación empleado funde a una temperatura más baja que los metales a unir y éstos no llegan a fundirse, sino que solamente se calientan a una temperatura suficiente para que el metal de aportación quede firmemente unido o pegado a ellos; en otros casos, los metales a unir por soldadura no llegan tampoco a fundirse, sino que se calientan a una temperatura próxima a la fusión y se aprietan uno contra otro con una fuerte presión, quedando de esta forma unidos.

Los procedimientos de soldadura son muchos y muy variados, diferenciándose unos de otros en los métodos empleados para el calentamiento, en el material de aportación empleado y en la técnica de

ejecución de la soldadura, teniendo cada uno aplicaciones concretas a determinados trabajos, según los materiales a soldar y la resistencia exigida a la soldadura. Estos procedimientos pueden clasificarse según el material de aportación empleado y según el método de ejecución de la soldadura. Según el material de aportación empleado se pueden distinguir:

Soldaduras blandas, que emplean como material de aportación varillas de aleación de plomo y estaño en distintas proporciones.

Soldaduras de plata, que emplean como material de aportación varillas de aleación de plata y cobre en distintas proporciones.

Soldaduras al latón o amarillas que emplean como material de aportación varillas de latón o bronce de distintas composiciones.

Soldaduras de hierro o acero, que emplean estos materiales como material de aportación en forma de varillas sin recubrir o recubiertas con un material fundente.

Desde el punto de vista de los medios empleados para ejecutar el calentamiento de la soldadura, podemos clasificar en:

Soldaduras con hierro de soldar, en las cuales el calor se aplica por medio de un hierro o pieza metálica en forma especial, que se calienta previamente.

Soldadura con lámpara de gasolina, en la cual se emplea como elemento de calefacción la llama de vapores de gasolina producida en este aparato.

Soldadura al soplete oxiacetilénico u oxídrico.

Soldadura eléctrica por arco.

El hierro de soldar y la lámpara de gasolina se emplean para la ejecución de soldaduras blandas. El soplete oxiacetilénico y el oxídrico se emplean para la soldadura amarilla, soldadura con varilla de hierro desnuda y soldadura de planchas de hierro sin metal de aportación. El arco eléctrico se emplea para soldar con Varilla de acero recubierta y modernamente también con varillas recubiertas de toda clase de metales: aluminio, latón, bronce, acero inoxidable, etc.

Es muy corriente en la práctica llamar soldadura autógena a la que se ejecuta con el soplete oxiacetilénico; esta denominación no es técnicamente correcta, ya que solamente puede considerarse como soldadura autógena aquella en que el metal de aportación es igual al de las piezas que se sueldan. (Al metal de las piezas que se sueldan se le denomina **metal base**.)

En la actualidad, es también extensamente empleada la soldadura por resistencia eléctrica, en la que el calentamiento se logra por el paso de la corriente eléctrica entre las superficies a soldar, puestas en contacto, y la soldadura se produce al presionar una contra otra las superficies así calentadas.

Además de los procedimientos citados se emplean otros varios en casos especiales, basados en iguales o distintos principios y con detalles diferentes en la ejecución.

EMPLEO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE SOLDADURA

En la técnica de la construcción mecánica, los diferentes tipos de soldadura indicados en el párrafo anterior, se emplean con diferentes finalidades. A continuación se da una idea general de los principales empleos de cada uno.

Las soldaduras blandas se utilizan para la soldadura de pequeñas piezas que no deben presentar una resistencia mecánica elevada; se suele emplear corrientemente en trabajos de electricidad y lampistería para soldar piezas de plomo, cobre y latón. Se emplea también para rellenar huecos o defectos de uniformidad en superficies que deban presentar un aspecto liso, pero que no tenga importancia desde el punto de vista de resistencia.

La soldadura de plata se emplea en casos muy especiales de soldaduras delicadas de pequeñas piezas que requieran una soldadura de mediana resistencia, pero difícil de ejecutar.

Más empleada para la ejecución de uniones de mediana resistencia es la soldadura amarilla, empleada para uniones no muy cargadas de tubos, planchas de cobre, latón y hierro.

Cuando las soldaduras deben presentar una resistencia elevada se utiliza la soldadura autógena ejecutada con varilla desnuda y soplete oxiacetilénico o con el arco eléctrico y varilla recubierta; estos tipos de soldadura son aplicables actualmente a casi todos los materiales utilizados en construcción mecánica: aleaciones ligeras, latones, bronce, fundición de hierro y acero.

La soldadura por resistencia eléctrica es aplicada extensamente a la construcción de estructuras soldadas de planchas y perfiles laminados de diversos materiales.

EJECUCIÓN DE SOLDADURAS BLANDAS

En la ejecución de soldaduras blandas, como se ha indicado, la calefacción de las piezas y el metal de aportación se realiza por medio del hierro de soldar o la lámpara de gasolina y en algunos casos también con el soplete oxiacetilénico.

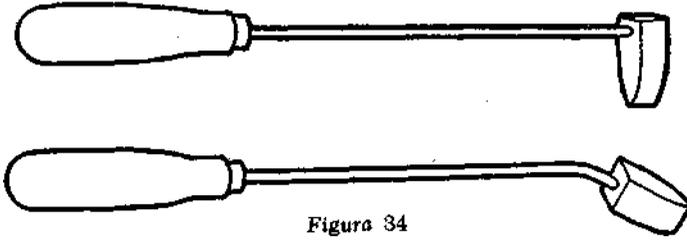


Figura 34

En la figura 34 se muestran unos hierros de soldar, también llamados **soldadores**. Estos hierros se calientan en una llama, que puede ser una lámpara de gasolina, un soplete de acetileno, una llama de gas u otro procedimiento cualquiera. Su empleo se reduce a la ejecución de la soldadura de piezas de muy poca masa, que por lo tanto, requieren muy poca cantidad de calor para ser calentadas. Las piezas se disponen juntas, por la parte en que se hayan de soldar y sobre la unión se funde una pequeña porción de metal de aportación de una varilla, por medio del hierro caliente. Con el mismo hierro se extiende y- hace *correr* el metal fundido para que penetre en las superficies a unir.

Para evitar tener que calentar constantemente el hierro de soldar y poder aumentar la velocidad en este trabajo, se ha ideado y construido soldadores de este tipo calentados eléctricamente.

Cuando las piezas a soldar son de una cierta masa, el calentamiento de éstas se realiza directamente por medio de una lámpara de gasolina e incluso cuando el material base presenta un elevado punto de fusión puede emplearse un soplete oxiacetilénico.

EL SOPLETE OXIACETILÉNICO

Para realizar la soldadura de metales de elevado punto de fusión es necesario el empleo de aparatos que produzcan una llama de ele-

vada temperatura y de éstos el más corrientemente empleado es el soplete oxiacetilénico.

En esencia un soplete es un tubo por el cual sale una mezcla de gases inflamables (un gas combustible y otro gas comburente), a una velocidad tal que al encenderse a la salida, la llama producida no tiene suficiente velocidad para penetrar dentro del tubo; en el soplete oxiacetilénico el gas empleado como combustible es el acetileno y el gas empleado como comburente, el oxígeno.

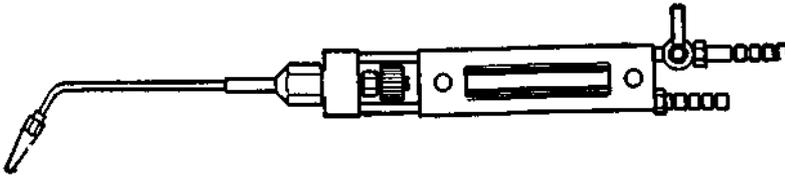


Figura 35

En la figura 35 se muestra la forma práctica de un soplete para la soldadura oxiacetilénica; estos sopletes se construyen de dos tipos: sopletes para la baja presión de acetileno y sopletes para alta presión de acetileno. El tamaño de la llama, también llamado **dardo**, del soplete debe ser más o menos grande según el trabajo que deba realizarse con él, o sea según el tamaño o espesor de las piezas que se han de calentar por lo cual las boquillas de los sopletes se construyen de distintos tamaños y son intercambiables.

SOLDADURA ELÉCTRICA POR ARCO

Se denomina **arco eléctrico** a una chispa eléctrica que salta continuamente entre dos puntos o piezas metálicas que reciben el nombre de **electrodos**, separados por una cierta distancia. La cantidad de calor y elevada temperatura desarrolladas en un arco eléctrico es más que suficiente para poder fundir incluso el acero, propiedad ésta que se aprovecha en soldadura.

La soldadura eléctrica se realiza haciendo saltar un arco entre las superficies a unir de las piezas que se sueldan y una varilla metálica, generalmente recubierta de una pasta fundente, que recibe el nombre de **electrodo**. Tanto el electrodo como el punto de la pieza sobre la

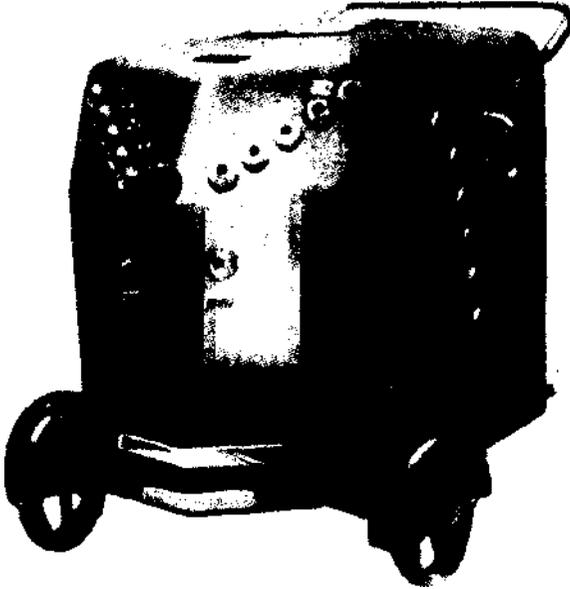


Figura 36

cual salta el arco se funden, y el metal de que está construido el primero salta en pequeñas gotas sobre el baño fundido de las piezas que hay que soldar. Poniendo dos piezas metálicas una junto a otra y recorriendo la línea de unión con un arco como el que acabamos de describir, se logra la soldadura eléctrica de éstas.

Para poder practicar la soldadura eléctrica se necesitan máquinas adecuadas que proporcionan una corriente eléctrica de voltaje y amperaje o intensidad determinados según el tipo de soldadura. Estas máquinas son de tipos muy variados. En la figura 36 se muestra una de este tipo, se trata de una máquina de corriente alterna.

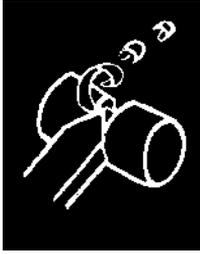
DEFORMACIÓN DE LAS PIEZAS AL SOLDARLAS

De lo estudiado hasta aquí se desprende que en las zonas de las piezas que se efectúa una soldadura éstas son sometidas a temperaturas elevadas y el calentamiento no es uniforme en la totalidad de la pieza, lo que origina una serie de deformaciones más o menos previsibles pero generalmente inevitables.

Pueden, no obstante, cuando el caso lo requiera y cuando se trate de soldar piezas que están mecanizadas total o parcialmente para su recuperación, prepararlas de forma que estas deformaciones se reduzcan a la mínima expresión.

Un procedimiento es sumergir la pieza en agua dejando sobresalir solamente la zona a soldar; en este caso el calor se disipa en el agua no afectando al resto de la pieza.

Otro procedimiento es calentar toda la pieza en un horno construido con refractarios y una vez alcanzada cierta temperatura se procede a soldar, produciéndose así un calentamiento uniforme, no tan brusco como si la pieza estuviese fría. Después de la operación se deja enfriar también lentamente; así se evitan además las tensiones que podrían producirse de no tomar estas medidas.



técnica torneado

LECCIÓN

9

MOLETEADO

Aparte del roscado del que nos ocuparemos en próximas lecciones, el **moleteado** o **estriado** es, de las operaciones elementales que pueden realizarse en el torno, la última que nos faltaba estudiar.

Recuerde usted que en la lección 1 definimos el moleteado (figura 302) como **la transformación de una superficie exterior mecanizada, mediante una herramienta especial, en una superficie que puede llamarse erizada de puntos o granulada.**

Esta transformación es producida por compresión del material y se efectúa mediante las herramientas llamadas **moletas**. Se trata (fig. 303) de unos discos de acero templado muy duro que en su superficie exterior cilíndrica llevan grabado en relieve el dibujo a obtener.

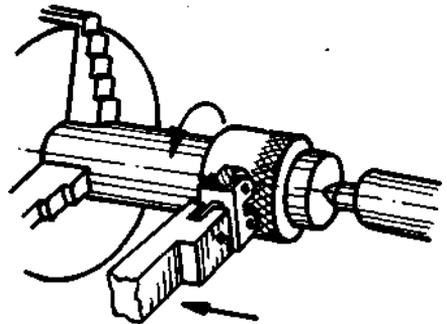


Figura 302. —Operación de moleteado.

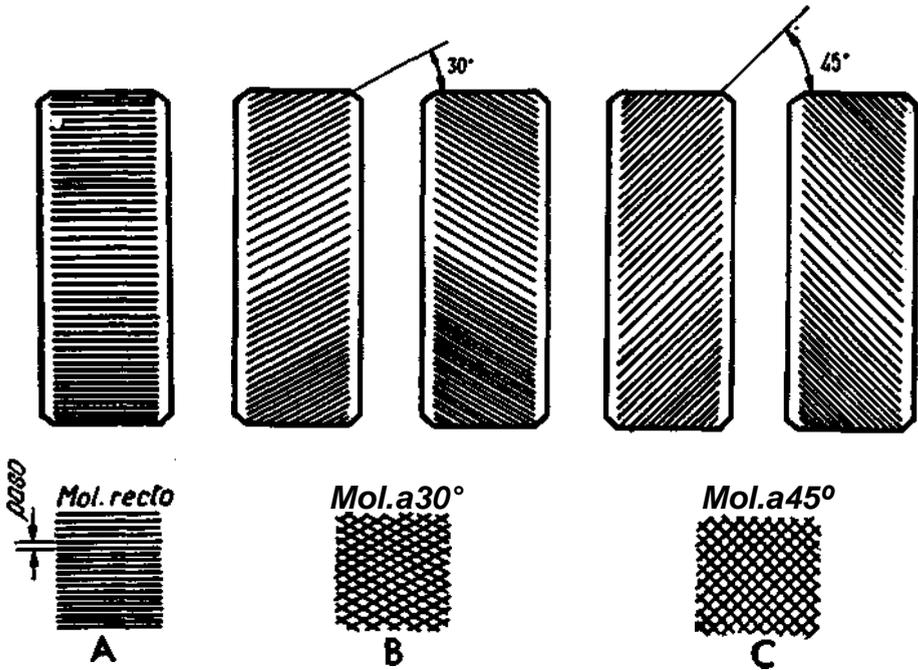


Figura 303. — Diferentes tipos de moletas y moleteados con ellas conseguidos: A, moletado recto; B, moletado a 30°; C, moletado a 45°.

Generalmente este dibujo es una estría afilada, que se clava sobre el material provocando en éste la formación de una ranura contraria o inversa de la estría.

CLASES DE MOLETEADOS

En la figura 303 se muestran los tres tipos más corrientes de moletas y el moletado con ellas conseguido: **moletado recto**, **moletado cruzado a 30 y a 45 grados**.

El moletado se utiliza sobre todo para superficies de piezas cilíndricas que han de ser manejadas a mano (fig. 304) como los pomos, cabezas de tornillo, etc. El objeto de moletar estas superficies es el de proporcionar una mayor adherencia a los dedos sobre la pieza a la que tiene que hacerse cierto esfuerzo.

En los planos debe indicarse siempre la clase de moletado a efec-

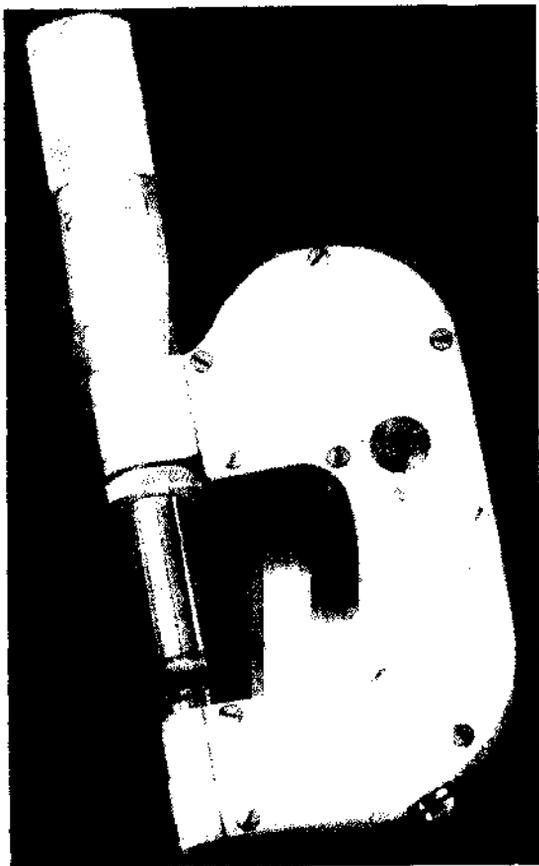
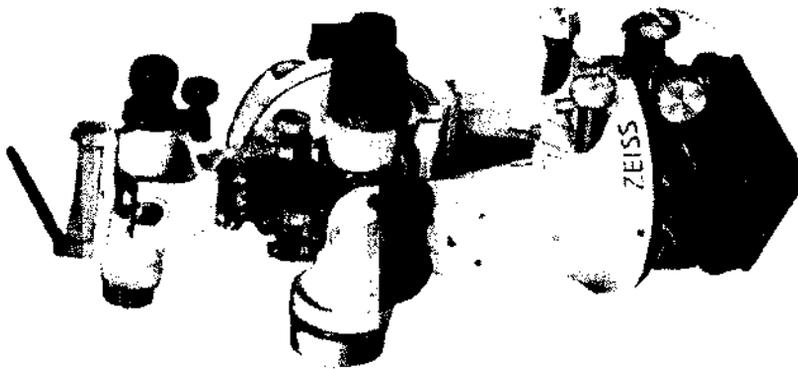


Figura 305. — Micrómetro con empuñadura moleteada a 60°.

Figura 304. — Aparato tipográfico con diversas piezas moleteadas.



Figura 306. — Micrómetro con moleteados rectos.

tuar. En el caso de que sea recto se indicará también el paso. Fíjese a este respecto en A de la figura 303.

Vea en la figura 305 un micrómetro con la empuñadura moleteada a 60 grados cruzado y en la 306 un moleteado *recto* de aspecto más fino. Seguidamente verá la forma de efectuar la operación y cómo se obtiene el grabado en diagonales cruzados.

PORTAMOLETAS

Los discos de la figura 303 se montan en un soporte llamado **portamoletas**. Obsérvese en la portamoletas de la fig. 307 los ejes en los que se montan los discos-moletas. En esta figura la montura lleva seis ejes, de los que solamente se ven cuatro, para poder montar tres juegos de moletas (basto, medio y fino).

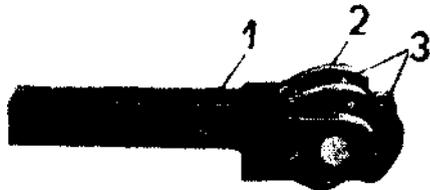


Figura 307. — Portamoletas sin las moletas montadas; 1, soporte portamoletas. 2, montura para las moletas. 3, ejes moletas.

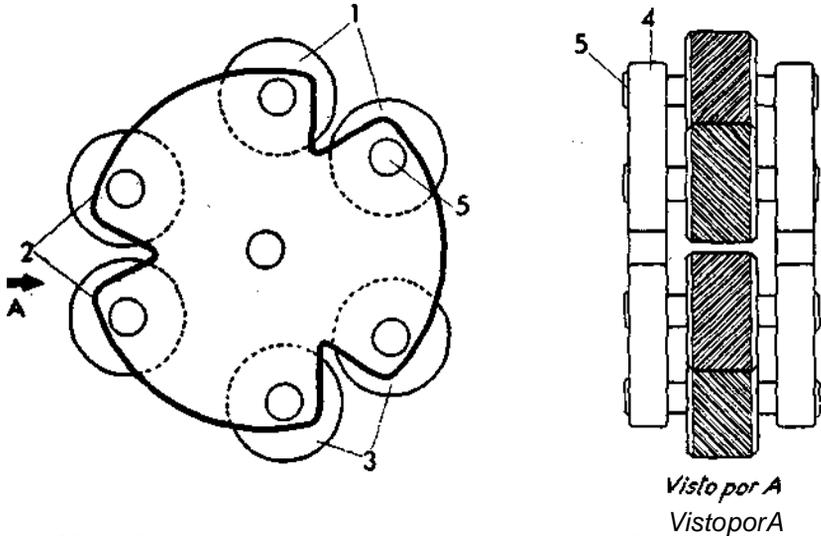


Figura 308.—Disposición de los tres juegos de moletas: 1, juego de moletas basto; 2, juego de moletas medio; 3, juego de moletas fino; 4, montura; 5, ejes de las moletas.

Lo corriente en los talleres es disponer de estos portamoletas con tres pasos para poder realizar en un momento dado moleteados de tres gados. Cada juego consta de dos moletas, una de las cuales lleva las estrías con una inclinación hacia la derecha y la otra hacia la izquierda (figura 308); la combinación de las dos es la que produce el moleteado en diagonal de la figura 305.

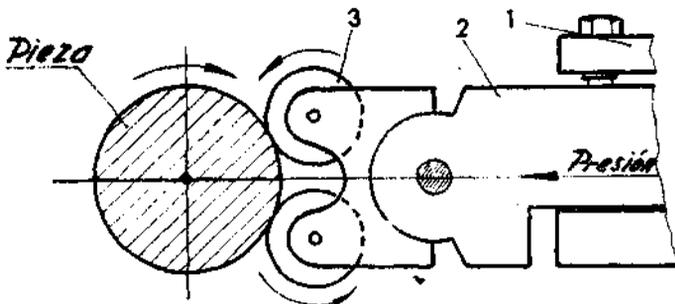


Figura 309.—Moleteado: 1, torreta portaherramientas; 2, portamoletas; 3, moletas.

FORMA DE EFECTUAR LA OPERACIÓN

El portamoletas se monta en la torreta como una herramienta cualquiera, es decir, centrada a la altura del eje (fig. 309). Se apoya el juego de moletas contra la pieza como se indica en la figura y se hace una fuerte presión que es la que provoca el moleteado, por la compresión de la moleta contra el material. La misma presión de las moletas contra la pieza es la que las hace girar.

PRECAUCIONES AL EFECTUAR LA OPERACIÓN

- Hay que tener en cuenta que el moleteado requiere mucha presión contra la pieza y, en consecuencia, deberán fijarse fuertemente la torreta y los carros portaherramientas para que no se levanten (fig. 310).
- Tampoco debe descuidarse el comprobar que tanto la pieza como el portamoletas están fuertemente fijados.
- Es necesario asegurarse de que el voladizo de la pieza no sea excesivo, debiendo apoyarse con puntos si es que sobresale mucho del plato (fig. 311).
- No debe perderse nunca de vista que el moleteado por efecto de la compresión del material aumenta el diámetro de la pieza, según el grado más o menos fino de moleta que se utilice, de hasta 0,3 mm. (fig. 312).

Como quiera que el moleteado puede hacerse perfectamente con avance automático, la operación se efectúa como sigue: se aplica fuertemente la moleta contra la pieza

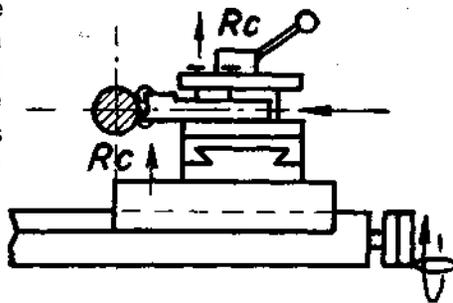


Figura 310.— R_c , reacciones.

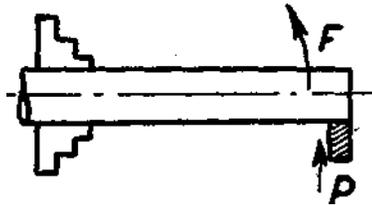


Figura 311.— P , presión moletas; F , flexión pieza.



Figura 312.— d , antes de moletear; D , después de moletear.

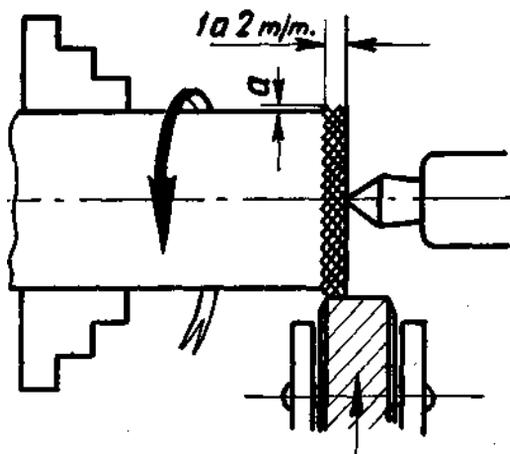


Figura 313. — Comienzo del moleteado: A, aumento del diámetro por la compresión del material.

en una anchura de 1 a 2 mm (fig. 313), se comprueba la formación de las rayas y se embraga el automático. Durante la pasada se refrigera con aceite o taladrina.

TIPOS ESPECIALES DE TORNOS

Hasta ahora hemos estudiado los diversos mecanismos y dispositivos que componen el más popular y conocido de todos los tipos de torno: el torno paralelo. También ha visto usted cómo se efectúan en estos tornos las más variadas operaciones.

En esta lección y en la próxima usted estudiará dos de los tipos especiales de tornos: **tornos al aire v tornos verticales**. A pesar de las diferencias de tamaño y de la distinta disposición de sus mecanismos, los trabajos que se efectúan en estos dos tipos tienen una gran similitud con los que realizan en el torno paralelo.

TORNOS AL AIRE

Es sabido de usted que las piezas de poca longitud son las ideales para trabajarlas montadas al aire, es decir, fijadas en cualquier clase de plato. Precisamente para piezas especiales de gran diámetro y de poca longitud fueron ideados los tornos al aire.

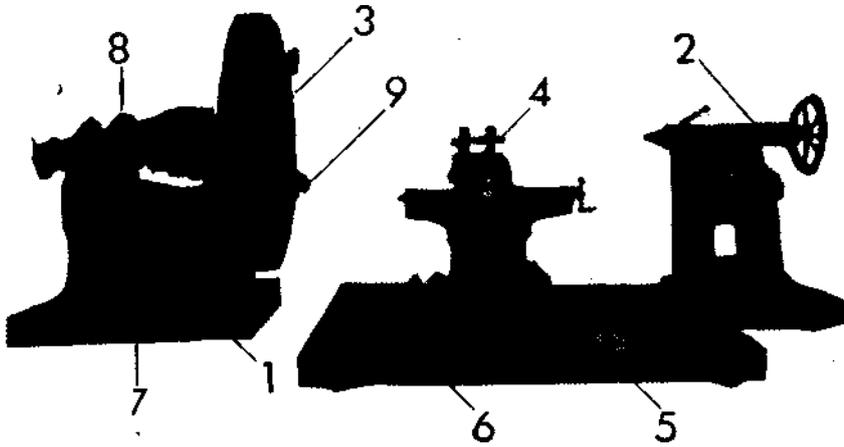


Figura 314. —Torno al aire: 1, cabezal fijo; 2, contrapunto; 3, plato portapiezas; 4, carro portaherramienta; 5, torreta graduada; 6, zapata fija; 7, polea escalonada; 8, dispositivo de reducción con triple eje auxiliar; 9, pernos pulidos.

Vea en la figura 314 un torno al aire de modelo antiguo y observe que la disposición de sus órganos es igual a la del torno paralelo, con la diferencia de su fijación sobre el piso en lugar de sobre una bancada y el correspondiente zócalo o patas. En todo caso, la zapata fija (6) hace de bancada y, por consiguiente, al fijarla en el suelo se habrá procurado que quedase perfectamente nivelada y paralela al eje principal del torno.

Se comprende en seguida que en este tipo de tornos se logra una muy considerable altura de puntos sobre la zapata fija, altura que a veces aún se aumenta con la construcción de un foso entre el cabezal fijo y la zapata, con lo que se consigue torneear diámetros muy considerables con una altura normal de su eje principal sobre el piso del taller.

INCONVENIENTES DE LOS TORNOS AL AIRE

No obstante, los tornos al aire tienen también inconvenientes los cuales han hecho que sean preferidos los tornos verticales.

Estos inconvenientes se derivan principalmente del montaje de las piezas en el plato. Como quiera que éstas son siempre de gran diámetro, requieren que sean alzadas hasta la altura del plano, cosa que no es fácil conseguir por su excesivo peso, que incluso puede ser causa de accidentes.

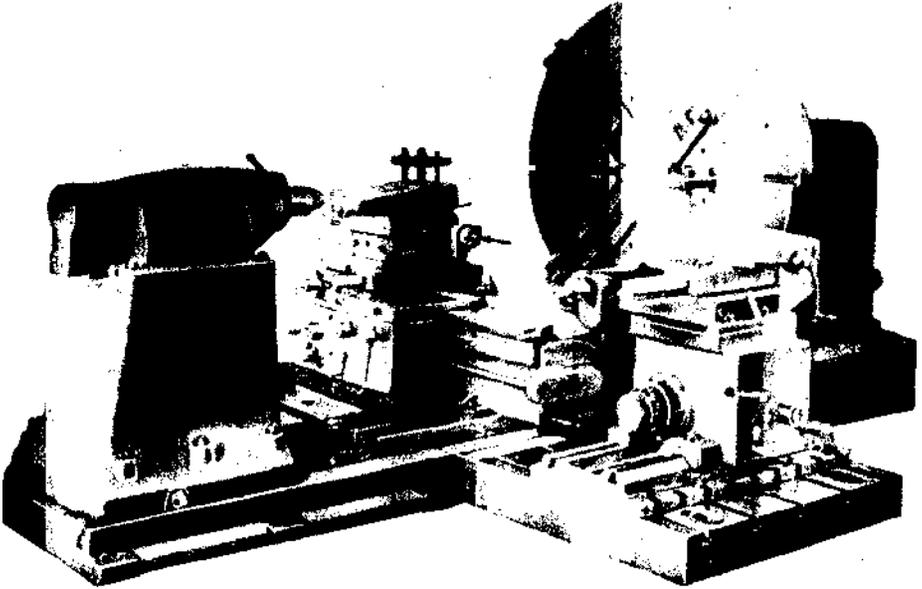


Figura 315. — Torno al aire moderno.

Otro inconveniente que proviene también del gran peso de las piezas es que deben fijarse muy fuertemente al plato para que no se muevan al trabajarlas. Ha de ser una fijación muy fuerte y muy centrada, de lo contrario al girar el plato se produce un gran desequilibrio que repercute en el acabado de la pieza y puede incluso llegar a aflo-

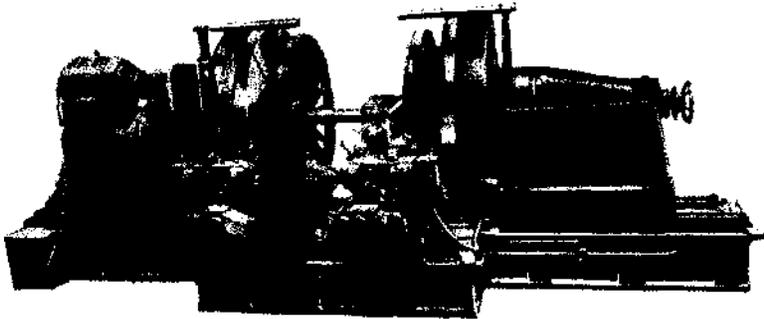


Figura 316. — Torneado de ruedas de locomotora en un torno especial.

jarla. Por otra parte, una fijación muy fuerte en una pieza hueca de paredes delgadas puede hacer que se deforme.

La utilización de tornos como el de la figura 315 ha quedado reducida, pues, a una determinada clase de trabajos para una también

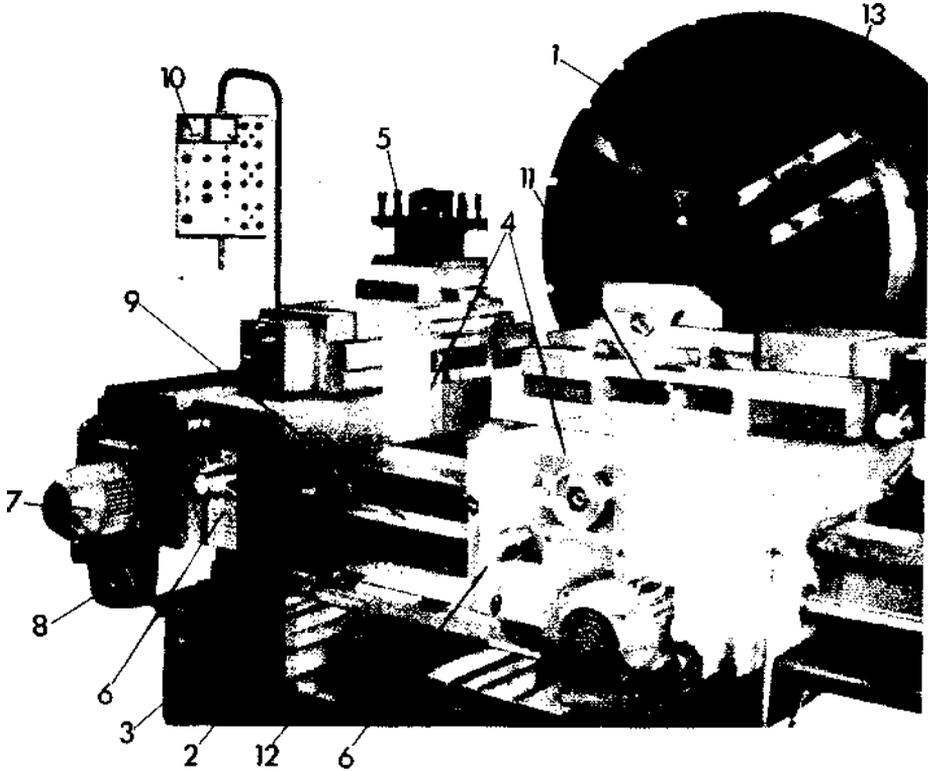


Figura 317. —Torno al aire frontal "Pontiggia": 1, plato de fijación de las piezas (neumático); 2, bancada; 3, carro longitudinal; 4, carros transversales (anterior y posterior); 5, torres portaherramientas; 6, cajas de avances de los carros transversales y tabla indicadora; 7, motores de traslación de los carros transversales; 8, motor de traslación del carro longitudinal; 9, husillo; 10, caja de pulsadores de los mandos; 11, fijación de los carros portaherramientas (giratorios); 12, cremallera de avance del carro longitudinal; 13, plato de estacadas con el plato neumático fijado.

determinada clase de piezas, aunque se introduce alguna variante según el trabajo; este es el caso del torno de la figura 316 en el que se tornean ruedas de locomotora en un torno especialmente equipado para su mecanización.

CARACTERÍSTICAS DE UN TORNO ESPECIAL AL AIRE

Fíjese en la figura 317, en la disposición de los mecanismos de un torno especial al aire producido por la casa PONTIGGIA y cuyas características son las siguientes:

Altura de puntos sobre el puente delantero	1.000 mm.
Diámetro admitido sobre el puente delantero	2.000 mm.
Diámetro admitido sobre la bancada	1.200 mm.
Longitud a tornearse sobre la bancada	1.000 mm.
Potencia del motor del cabezal.	50 CV.
Número de velocidades del eje principal ...	18
Gama de velocidades, en vueltas por minuto del eje.	2,5 a 118
Avances del carro.	6
Avances de los carros portaherramientas ...	18
Peso aproximado.	18.000 kg.

El modelo de torno que usted acaba de ver, de concepción moderna, es el también llamado **torno frontal**, muy apropiado para trabajos tales como el mecanizado de ruedas de ferrocarril. Está dotado de mandos electromagnéticos por medio de la caja de botones-pulsadores que se ve en la figura. Como es fácil suponer, el movimiento de sus mecanismos a brazo resultaría fatigoso y pesado en extremo.

En tornos como éste también pueden acoplarse platos de fijación neumática y dispositivos de reproducción por copiado.

En estos tornos, como es evidente, debe procurarse siempre efectuar el máximo de operaciones de torneado en una sola fijación, razón por la que van equipados con dos torres portaherramientas.

TORNOS VERTICALES

Los **tornos verticales** (fig. 318), así llamados porque su eje principal es vertical, llevan el plato portapiezas como una plataforma giratoria, a poca altura del suelo y en posición horizontal. Por esta disposición la carga y descarga de las piezas se efectúa con mayor comodidad que en los tornos al aire. Por otra parte, la sujeción de las piezas requiere mucha menos fuerza por descansar su peso en el mismo plato. Asimismo, se simplifican mucho las dificultades de centrado de la pieza, al propio tiempo que la velocidad de giro es más uniforme sin

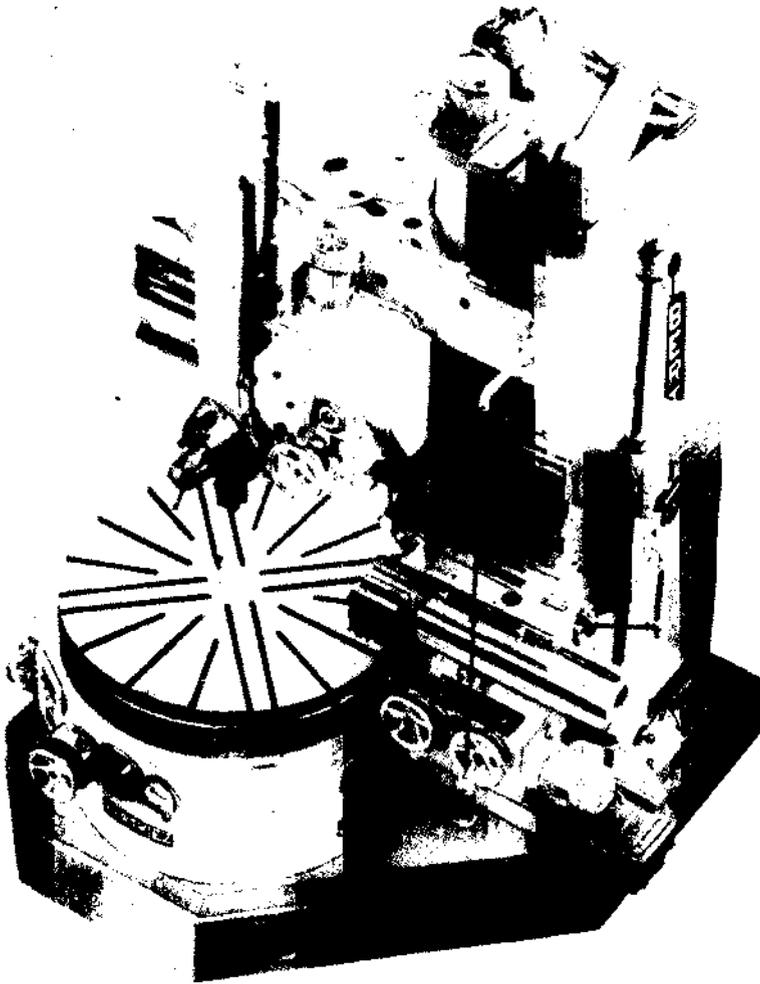


Figura 318. — Torno vertical BERTHIEZ.

originar los violentos roces de los tornos al aire. Por todo ello pueden tornearse piezas de mayores diámetros y de mayor longitud.

Observando las figuras 319 y 320 se aprecia que los tornos verticales se fabrican de muy variada gama de medidas, con capacidades para tornear diámetros desde 850 mm como el de la figura 320, hasta

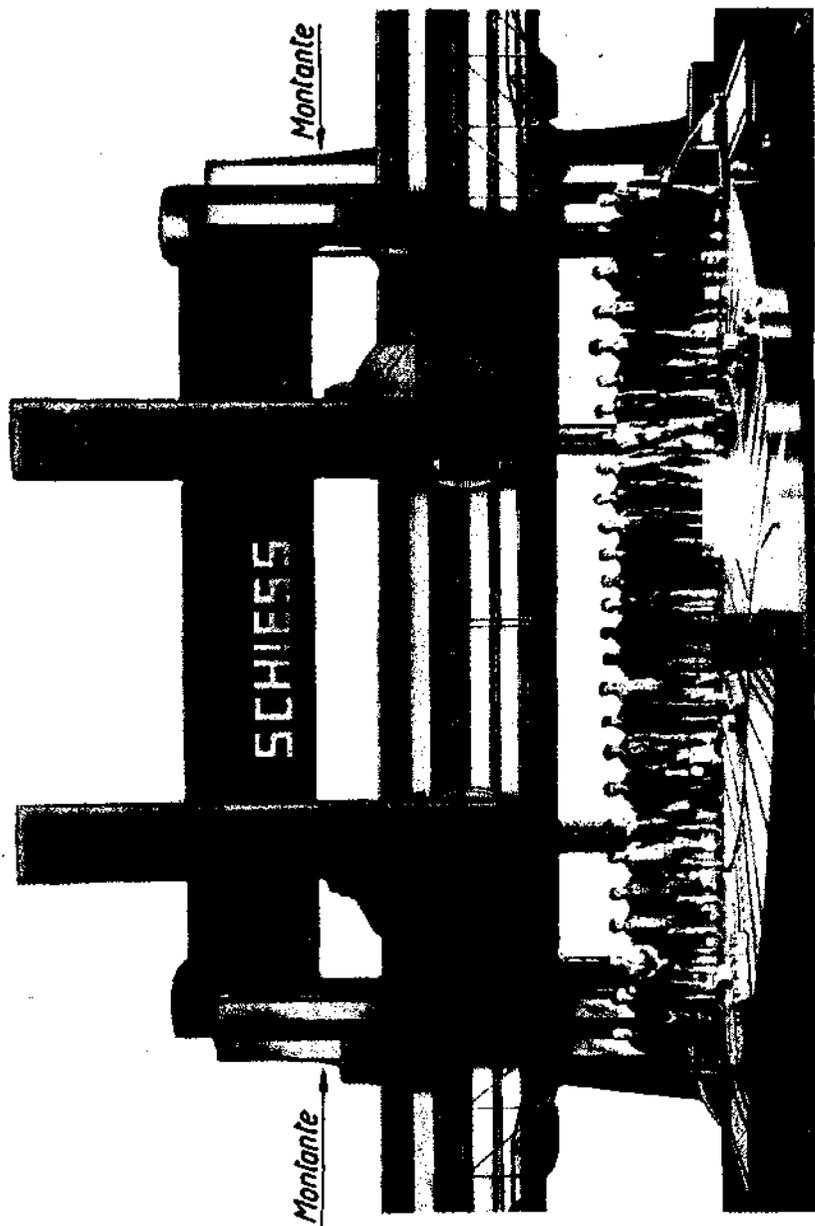


Figura 319. — Torno vertical SCHIESS (Alemania). Diámetro máximo a tornear, 18 metros.

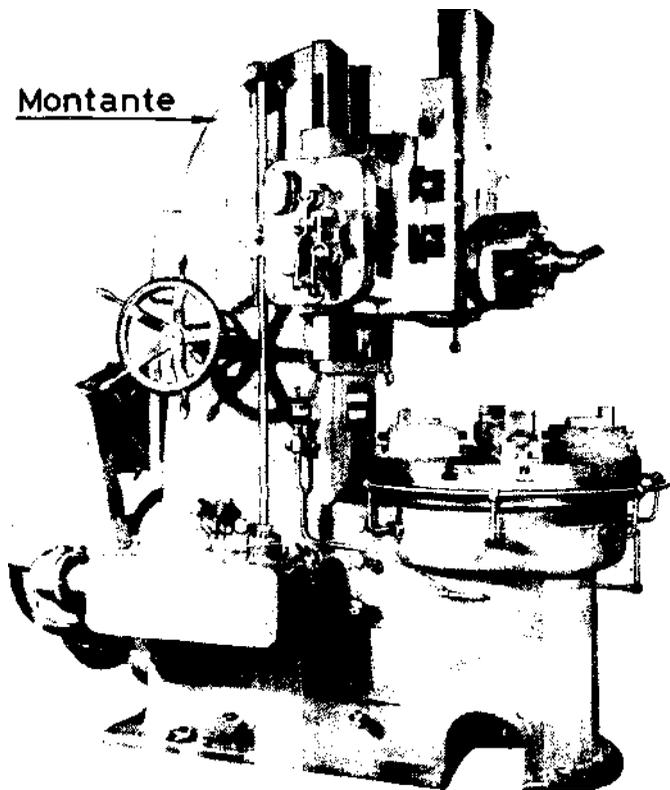


Figura 320. —Torno vertical AURRERA de Bilbao. Diámetro máximo a tor-
near, 850 milímetros.

18 metros, como el de la figura 319. Este último es considerado como el mayor torno vertical del mundo. Observe que con el fin de ahorrar potencia y aprovechar mejor la velocidad, el plato consta de dos partes que pueden acoplarse o desacoplarse a voluntad, según el diámetro a tornear. El plato inferior es para diámetros hasta 12 metros y el plato *exterior* hasta los 18.

HISTORIA Y CLASIFICACIÓN

Aunque el empleo del torno vertical no sea, ai menos en **los** talleres de pequeña importancia tan generalizado **como** las **otras máquinas-**

herramientas corrientes como tornos paralelos, revólver, fresadoras, etc., los primeros tornos verticales han sido concebidos y realizados en la misma época. Basta decir que en 1837 fue patentado por el suizo Georges Bodwer el primer torno vertical.

Desde un principio las dos grandes variantes de este tipo de torno han sido:

- **Torno vertical de un montante** (fig. 318 y 320).
- **Torno vertical de dos montantes** (fig. 319).

En el torno de un montante éste tenía la forma de una columna cilíndrica, mientras que en los de dos montantes los dos eran de sección rectangular.

Los mandos eran muy rudimentarios. El plato era arrastrado por una corona de dentado recto exterior de fundición sin mecanizar. El piñón de ataque era solidario a una simple polea o como máximo a una polea escalonada para obtener varias velocidades.

La máquina disponía solamente de un carro porta-herramientas y el avance se transmitía por un mecanismo de trinquete.

Es curioso que esta máquina, aunque inventada en Europa, no tuvo inmediatamente el éxito que merecía en el continente, siendo solamente en principio los constructores americanos e ingleses los que empezaron su fabricación. No obstante, más tarde los alemanes y los franceses también la desarrollaron habiendo alcanzado en la actualidad modelos magníficamente logrados, de tanta calidad y producción como los americanos.

La designación o nombre de los órganos de los tornos verticales según todas las disposiciones previstas para los tornos de uno o dos montantes, con diámetro a tornear fijo o variable y con todas las combinaciones posibles de carros porta-herramientas es la indicada en la figura 321.

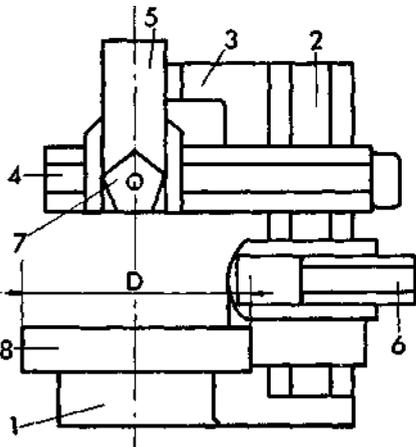


Figura 321. — Organos de los tornos verticales de uno y dos montantes: 1, banco; 2, montantes; 3, travesaño; 4, travesa o brazo para los de 1 montante; 5, carros portaherramientas sobre travesa o brazo; 6, carros portaherramientas sobre montante; 7, portaherramientas; 8, plato.

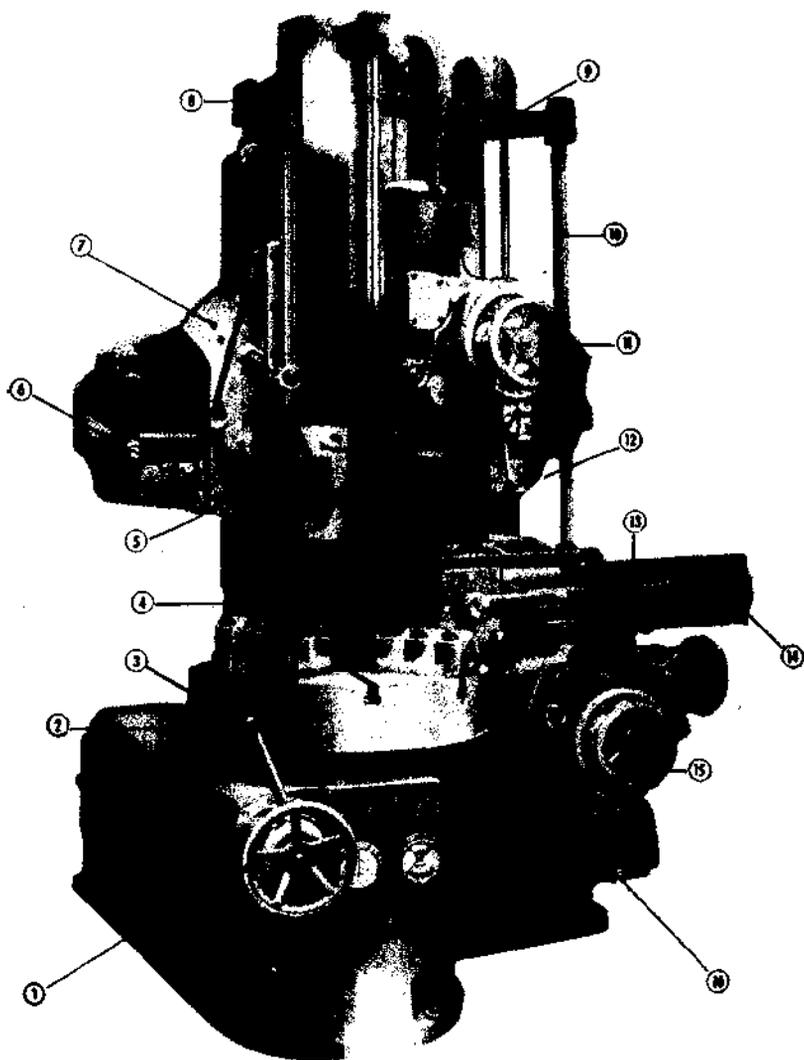


Figura 322. — Disposición de los mandos en un torno vertical de un montante: 1, selección de las velocidades del árbol principal; 2, embrague y freno; 3, plato portapieza; 4, torreta portaherramientas; 5, torreta revólver; 6, carro en el brazo; 7, sector de inclinación del carro; 8, tacos de desembrague; 9, dispositivo de elevación del brazo; 10, barra de cilindrar vertical; 11, desplazamiento manual del carro; 12, embrague de los avances; 13, desplazamiento rápido; 14, carro en el montante; 15, desplazamiento manual del carro; 16, accionamiento de los avances.

En la figura 322 se muestra la disposición de todos los mandos de un torno vertical de un montante.

ESTUDIO GENERAL DEL TORNO VERTICAL

Se comprende sin dificultad alguna que es más fácil de colocar una pieza voluminosa y pesada sobre un plato, que suspenderla, caso de los tornos al aire. Es igualmente más cómodo centrarla, porque la carga interviene mucho menos. En resumen, un torno vertical es un torno al aire que se ha dispuesto en una posición más racional.

Conviene destacar que la calidad del trabajo de un torno vertical y su precisión de ejecución dependen de la calidad y suavidad de las guías del plato, del buen deslizamiento de éste y de la ausencia de vibraciones.

Los tornos verticales están destinados a recibir piezas voluminosas, pesadas y, a menudo, embarazosas. Por consiguiente, la guía del plato debe ser bien dimensionada y así la gran masa que forma el plato y la pieza impide las vibraciones.

En un torno paralelo la precisión del trabajo está relacionada con la calidad de ejecución y el montaje del eje principal. Aunque en un torno vertical las soluciones adoptadas sean diferentes, ocurre lo mismo, y es por esta razón que empezaremos su estudio por la guía del plato y su engrase.

EL PLATO, SU GUIA Y SU ENGRASE

Se han adoptado varias soluciones:

- guía en cono, eje principal cilíndrico.
- 9 guía en V, eje principal cilíndrico con centraje por la cara exterior de la guía.
- guía en V, eje principal cilíndrico con centraje por la cara interior de la guía.
- guía en V, eje principal sobre rodamientos de rodillos.
- guía plana y rodamientos de rodillos cónicos.
- guía plana y eje principal cónico.
- guía plana y eje principal sobre rodamientos de rodillos cónicos.
- montaje sobre rodamientos cónicos.

Cada constructor, claro está, tiene sus buenas razones para justificar el empleo de la solución adoptada. Usted estudiará brevemente

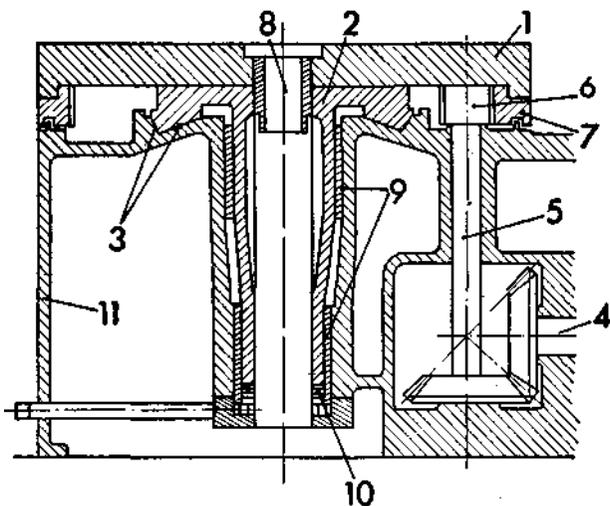


Figura 323. — Esquema de montaje del eje principal con guías en V: 1, plato de fijación de las piezas; 2, eje principal; 3, guías en V; 4, eje motriz de la caja de velocidades; 5, eje de transmisión al plato; 6, piñón de arrastre; 7, corona dentada fija al plato; 8, agujero de evacuación de virutas; 9, centrajes o semiejes; 10, gozne de cojinetes de bolas; 11, banco.

algunas de estas disposiciones lo suficiente para que pueda formarse una idea de todas.

GUIA EN V, EJE PRINCIPAL CILINDRICO CON CENTRAJE POR LA CARA EXTERIOR DE LA GUIA (fig. 323).

El eje principal está montado sobre el plato y la guía es en V asimétrica. El centraje lo hace por la cara exterior y la carga la soporta la cara interior de la V (más amplia). El eje principal guía en dos semiejes o centrajes lisos. El plato lleva un tubo central para la evacuación de virutas.

La parte inferior del eje principal descansa sobre un gozne con rodamientos de bolas.

Un dispositivo de elevación del gozne permite elevar el plato. Se puede igualmente considerar que para cargas fuertes se hace descargar el plato sobre la guía (velocidades lentas), mientras que para trabajos ligeros y a gran velocidad, descansa solamente sobre el gozne, eliminando así el rozamiento de las guías.

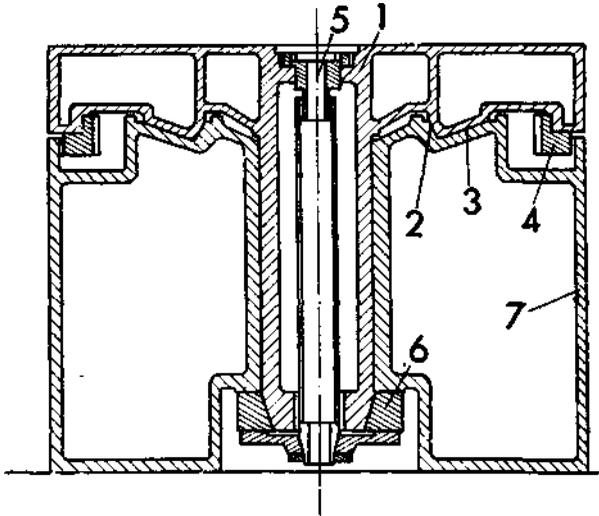


Figura 324.—Esquema de montaje del eje principal con guía de carga exterior: 1, plato-eje principal; 2, guía de centraje; 3, guía de carga; 4, corona de arrastre; 5, agujero evacuación de virutas; 6, centraje inferior cónico; 7, banco.

GUIA EN V, EJE PRINCIPAL CILINDRICO CON CENTRAJE POR LA CARA INTERIOR DE LA GUIA (fig. 324).

La cara de centraje de la guía es la interior y la cara de carga, la exterior, siendo la V asimétrica. El eje principal no está centrado por los semiejes como en la solución anterior, pero pivota o gira libremente.

La parte inferior del gozne es cónica y el centraje se hace, de una parte sobre el ala de centraje de la V y de otra, sobre el cono inferior.

La reacción del corte es absorbida por el ala de centraje de la V vertical. Las piezas a mecanizar son muy pesadas y casi siempre de gran diámetro. La carga aplicada sobre la superficie del plato tiende a deformarlo en forma convexa.

En el caso de centraje exterior (fig. 323) la deformación tiende a apretar contra las guías con peligro de agarrotamiento a menos que no se limite la carga y la velocidad. En el caso de centraje interior se tiende al contrario, a aliviar la cara de centraje para aplicarse al máximo sobre la cara de carga.

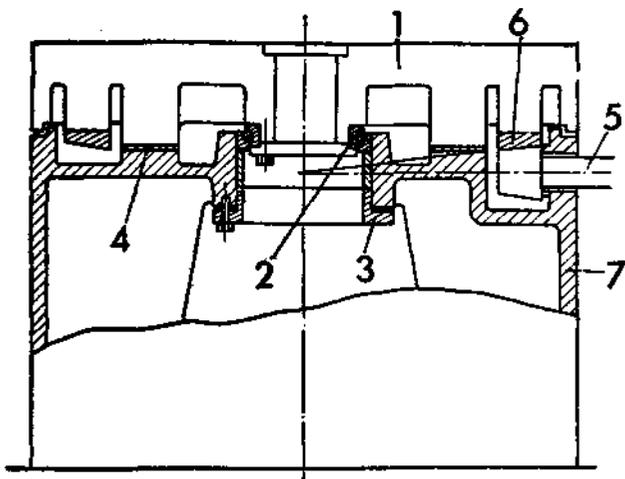


Figura 325.—Esquema de montaje del eje principal sobre guía plana y rodamientos de rodillos cónicos: 1, plato; 2, rodamiento de rodillos (centraje); 3, cosquillo de reglaje; 4, guía plana, cubierta de antifricción; 5, piñón de ataque de la caja de velocidades; 6, corona dentada fija al plato; 7, banco.

GUIA PLANA Y RODAMIENTO DE RODILLOS CÓNICOS (fig. 325).

El plato descansa sobre una guía cubierta de antifricción. El centraje reducido estrictamente al mínimo es asegurado por un solo rodamiento de rodillos cónicos. El reglaje de este rodamiento se efectúa por la parte inferior y debe hacerse cada vez que se observe un excesivo juego entre los aros interior y exterior del cojinete.

En los tornos de pequeños diámetros, la guía es de una sola banda de frotamiento. En los tornos mayores, hay dos o más bandas de frotamiento.

MONTAJE SOBRE RODAMIENTOS CÓNICOS (fig. 326).

Este montaje es adecuado particularmente para las máquinas de gran velocidad. La figura 326 muestra una disposición clásica de este tipo de montaje.

Por tratarse de máquinas de gran velocidad se comprende que es preciso utilizar rodamientos especiales de precisión y que el engrase debe ser objeto de un estudio minucioso. Asimismo, es importantísimo el engrase en las superficies de guía.

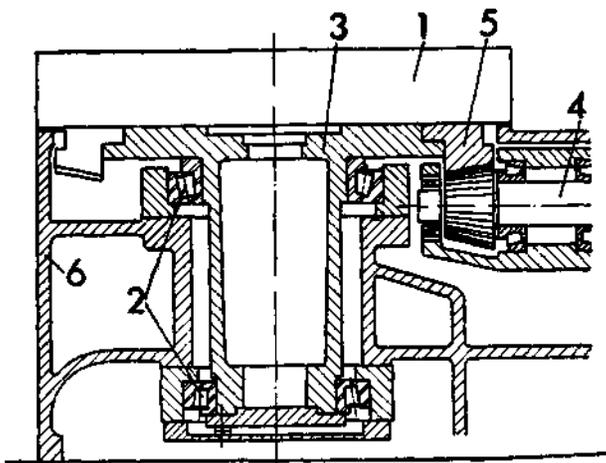


Figura 326.—Esquema del montaje del eje principal sobre rodamientos: 1, plato; 2, rodamientos de guía y centraje; 3, eje principal; 4, piñón de ataque; 5, corona del plato; 6, banco.

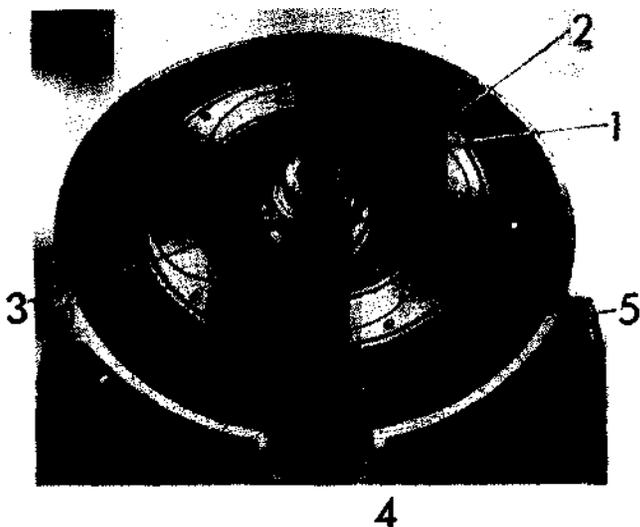


Figura 327.—Sistema de engrase en la superficie de guía del banco; 1, guía con ranuras de engrase; 2, tubos de comunicación del aceite; 3, rodamiento de centraje; 4, piñón de ataque (cónico); 5, banco.

Hay que tener en cuenta que un engrase demasiado abundante puede ser causa de calentamiento.

ENGRASE

En los tornos verticales se considera el engrase como el problema primordial para las guías del plato, ya sean éstas sobre rodamientos o sobre guías planas o en V.

Según el tamaño y la velocidad de las máquinas, la alimentación es diferente. El aceite es distribuido en varios puntos, variando el número de éstos según el diámetro de la guía. La distancia de un punto de alimentación a otro está ligada a la longitud de la guía.

La figura 327 representa el sistema de engrase adoptado sobre un torno en el cual el plato es centrado sobre un solo rodamiento de rodillos cónicos y que lleva guía plana. Sobre el banco, las cuatro ranuras radiales están alimentadas y entrelazadas entre sí; en la parte inferior de la guía va el piñón cónico de ataque al plato.

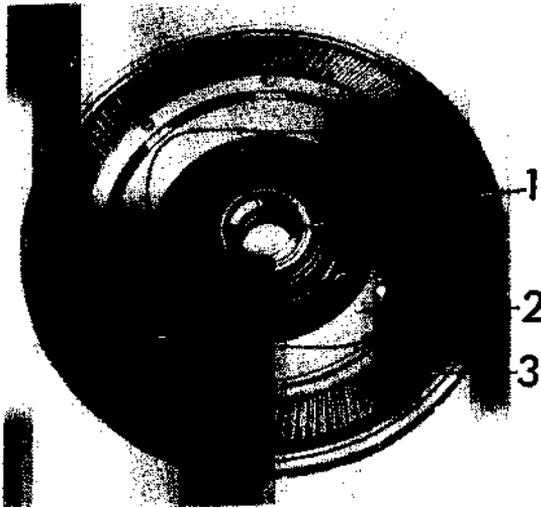


Figura 328. — Parte inferior del plato: 1, alojamiento del cojinete de centrado; 2, guía con ranura de engrase; 3, corona cónica de arrastre.

Vea en la figura 328 la parte inferior del plato que va montado sobre la guía de la figura 327. La guía plana lleva una ranura de perí-

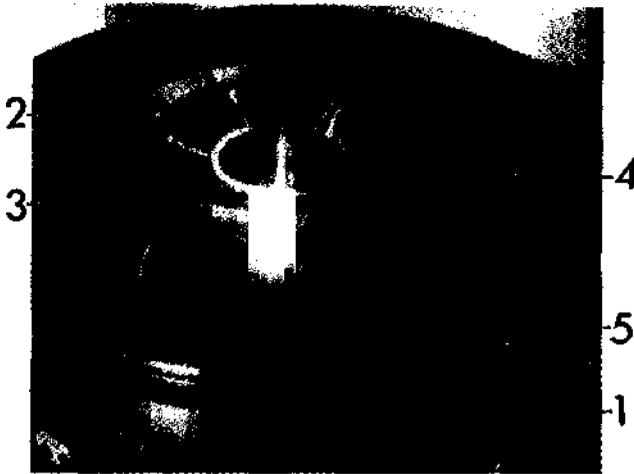


Figura 329. — Sistema de engrase en *una* guía en V: 1, banco; 2, *superficie* de la guía de carga; 3, *superficie* de la guía de centraje; 4, tubos de *alimentación* de engrase; 5, piñón de ataque.

metro rectangular que sirve para la distribución del aceite y a su alrededor dispone de la corona circular de arrastre.

La figura 329 muestra el engrase en la guía en V del banco. Una buena medida es supeditar el mando del motor principal al engrase. A tal efecto, se monta una válvula, controlada eléctricamente y que actúa parando el motor principal cuando se produce un defecto de presión de engrase debido a una fuga.

Para seguridad del funcionamiento se procede de forma que el botón de puesta en marcha ponga primeramente en marcha el motor de la bomba de engrase, y para que se ponga en marcha el motor principal es preciso que haya alcanzado la presión mínima.

EL ARRASTRE DEL PLATO

El arrastre del plato se realiza por uno de los dispositivos siguientes:

Corona cónico-recta.

Corona cónico-espiral (figs. 325 y 326).

Corona recta interior (figs. 323 y 324).

Corona recta exterior.

VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LAS CORONAS CÓNICO RECTA Y CONICO-ESPIRAL

El juego cónico-espinal provoca una pequeña reacción que tiende a levantar el plato. La carga que representa la pieza apoyada en él se opone a este levantamiento.

En el caso de un piñón recto no hay reacción sobre el eje principal.

Estas son las ventajas de estos dispositivos. Por lo que respecta a los inconvenientes cabe indicar los siguientes:

El diente de un piñón cónico recto es más débil que el de un engranaje recto normal.

En un piñón cónico-espinal, el diente es más fuerte y la línea de contacto más favorable, pero se está obligado a montajes más rígidos capaces de absorber las reacciones del juego corona-piñón.

CORONA RECTA-INTERIOR Y RECTA EXTERIOR

El sistema de corona recta tiene también sus inconvenientes y sus ventajas. Tanto si el engranaje es interior como exterior no tiene ninguna reacción axial, es decir, sobre el eje.

En el caso de corona exterior se calcula el juego de engranajes para transmitir la potencia de arrastre y corte sobre un solo diente, mientras que en el caso de dentado interior se puede holgadamente contar sobre dos dientes. En los dos casos se produce reacción sobre el centro, pero su sentido varía según el engranaje sea exterior o interior.

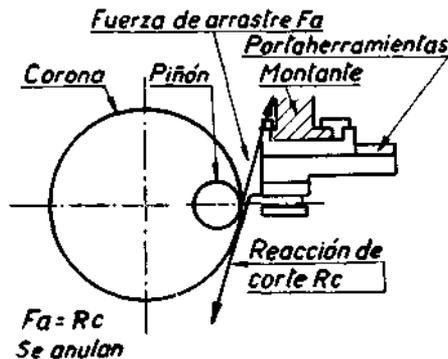


Figura 330.—Arrastre del plato por piñón situado en el plano de ataque de la herramienta.

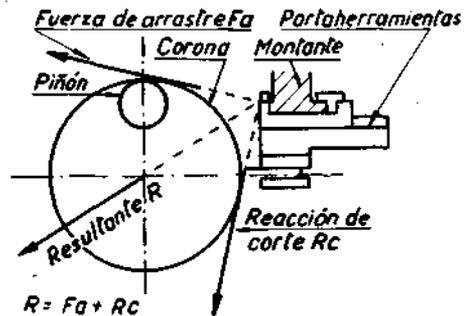


Figura 331.—Arrastre del plato por piñón no situado en el plano de ataque de la herramienta; $R = F_a + R_c$.

También la posición del piñón de ataque con respecto al plano de ataque de la herramienta tiene su importancia, por el hecho de que las reacciones pueden sumarse o anularse mutuamente. La posición más favorable es la de los tornos que los sitúan en el plano de ataque de la herramienta (fig. 330).

Viendo el esquema de la figura 331 se deduce la desventaja que representa el colocar el piñón de ataque alejado del plano de la herramienta. Mientras en la figura 330 se anulaban, en este caso se suman, resultando una fuerza aplicada en el centro del eje lo que perjudica sensiblemente su marcha.

Todos estos dispositivos son para tornos de pequeñas y medianas dimensiones, pues las máquinas mayores (con platos de 8 metros de diámetro) tienen dos platos concéntricos, como ya se vio en la figura 319, que pueden hacerse solidarios: se efectúa entonces el arranque de dos maneras distintas.

- por el plato interior, cuando éste gira solo.
- por el plato exterior, cuando giran solidarios.

EL BANCO

El diámetro máximo a tornear puede ser fijo o variable.

Cuando el diámetro a tornear es fijo, el banco portaplato es una pieza fijada en el suelo o formando cuerpo con el montante (fig. 318). Algunas otras veces, el mismo banco forma la caja de velocidades y recibe todos los órganos de transmisión.

Cuando el diámetro máximo a tornear es variable, pueden presentarse dos casos:

- el torno es de dos montantes.
el torno es de un montante.

En el primer caso presenta muchas dificultades, pues los carros portaherramientas situados sobre la traviesa, tienen su desplazamiento hacia los montantes, limitado por éstos mismos y por el carro portaherramientas sobre montante.

Una solución es la de la figura 332 en la que se monta una consola sobre la traviesa y sobre esta consola otro carro portaherramientas. El desplazamiento de éste por la consola señala, según se indica en la figura, el diámetro máximo a tornear, que por otra parte está limitado a su paso por entre los montantes.

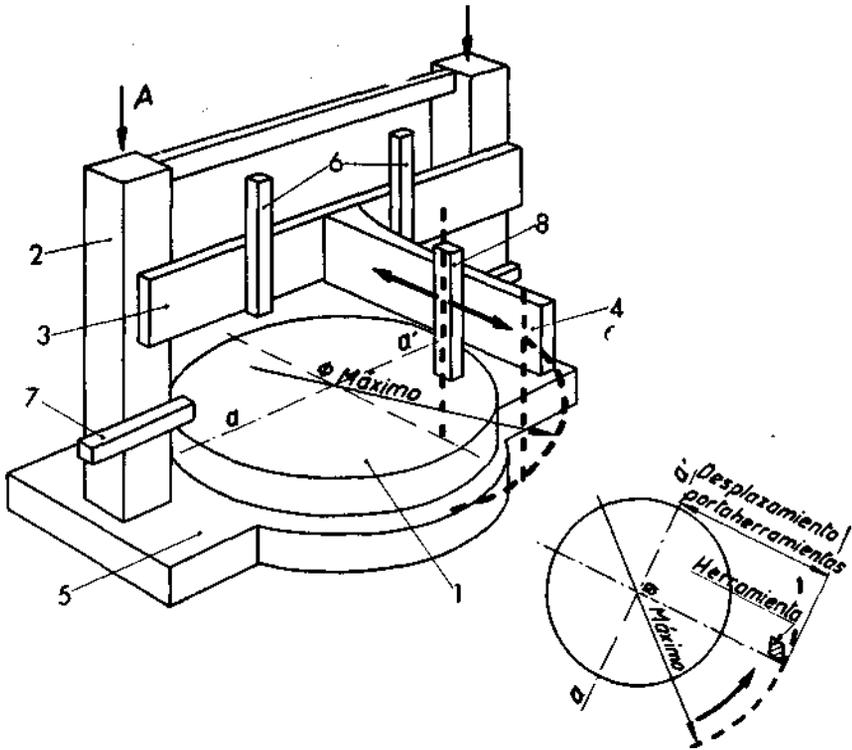


Figura 332.—Montaje de una consola para ampliar el diámetro máximo a tornearse: 1, plato portapieza; 2, montantes; 3, traviesa; 4, consola; 5, bancobastidor; 6, carros sobre traviesa; 7, carro sobre montante; 8, carro sobre consola. — a-a: eje de desplazamiento de las herramientas de los carros sobre traviesa.

Es de todas maneras muy difícil conservar un paralelismo riguroso del portaherramientas (8) durante su desplazamiento y una buena rigidez después del bloqueo.

TORNO DE UN SOLO MONTANTE

En este caso se han adoptado dos soluciones:

- desplazar el banco.
- desplazar el montante.

El constructor BERTHIEZ ha adoptado y patentado la primera solución. Desplaza el carro sobre un zócalo paralelo a las guías del



brazo, condición indispensable para conservar un plano horizontal de ataque del corte. Esta solución, ya hemos dicho que ha sido patentada, y todas las demás presentan inconvenientes.

En la disposición BERTHIEZ el conjunto montante-travesía que llevan los carros portaherramientas y la caja de avances, y que constituye la parte alta de la máquina, es fija.

La parte baja es más fácil de desplazar y es el banco el que se desplaza por el zócalo (fig. 333).

Otros constructores habían ensayado la segunda solución, es decir, desplazar el montante paralelo al plano de ataque de la herramienta, pero quitaba rigidez al conjunto y esta disposición fue abandonada.

No obstante, en esta solución del banco desplazable pueden aplicarse tres variantes en lo que se refiere a la posición de caja de velocidades del eje principal.

1.º — El banco es simple y la caja de velocidades está fijada en el suelo (fig. 334).

Esta solución permite disponer un banco extraordinariamente sencillo (fácil de manejar y conteniendo muy pocos órganos en movimiento, lo que limita el calentamiento y la deformación). Esta disposición emplea necesariamente el arrastre por un juego de corona y piñón cónico.

2.º — La caja de velocidades es incorporada el banco (fig. 335)

Esta es una solución moderna que se ha adoptado para las má-

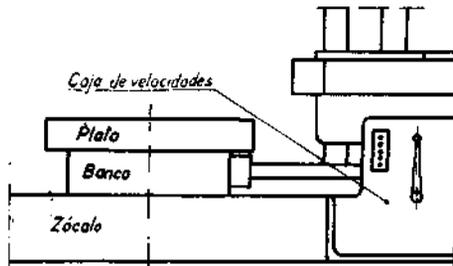


Figura 334.—Caja de velocidades fijada en el suelo.

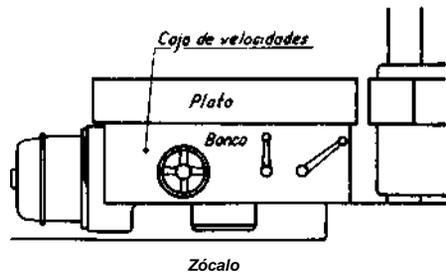


Figura 335.—Caja de velocidades incorporada al banco.

Figura 333.—Torno vertical de un montante y plato desplazable: 1, banco desplazable; 2, plato portapiezas; 3, montante; 4, travesía o brazo; 5, carros portaherramientas sobre travesía; 6, caja de avances de los portaherramientas (5); 7, portaherramientas sobre montante; 8, caja de avances del portaherramientas 7; 9, zócalo y guías; 10, asiento para posición inclinada del carro portaherramientas.

quinas medianas (hasta 20 Tm). El motor principal está aplicado directamente sobre el banco y el conjunto banco-plato se desliza sobre el zócalo.

En esta disposición, el motor que va unido a la caja de velocidades por un acoplamiento elástico es generalmente de velocidad constante. La caja de velocidades está construida y mecanizada directamente en el banco. Todas las palancas y órganos de mando están situados sobre la cara anterior y al alcance del operario.

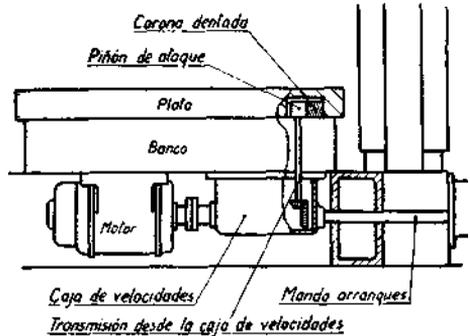


Figura 336.—Caja de velocidades bajo el banco.

3.º — La caja de velocidades está montada bajo el banco (figura 336).

Esta es la disposición mejor para los tornos verticales de banco desplazable de grandes dimensiones. El motor está suspendido bajo el banco. La caja de velocidades es poco accesible y, por tanto, necesita mandos a distancia ya eléctricos, ya hidráulicos.

MECANISMOS DE VELOCIDADES

De todos es conocido que para responder a las necesidades de la industria y utilizar las posibilidades de corte de las herramientas es necesario disponer de una gama extensa de velocidades.

Esta necesidad es todavía más precisa en los tornos verticales y más aún cuanto más grandes son, ya que las piezas que se han de mecanizar en ellos, por ser voluminosas y de grandes proporciones, requieren un especial cuidado al elegir la velocidad de corte.

Es evidente que en grandes piezas, una variación de diámetro (de una pieza a otra diferente) de medio metro, por ejemplo, pueden requerir ya una nueva velocidad por haber aumentado o disminuido extraordinariamente el perímetro de la pieza a trabajar y, por tanto, la velocidad lineal de corte.

En los tornos verticales de plato de hasta 1800 mm de diámetro, se disponen cajas de velocidades acopladas al motor que llegan a dar, hasta 18 velocidades distintas.

Para tornos que superan esa dimensión del plato, muchos constructores han preferido emplear motores eléctricos de cuatro velocidades a potencia constante. Así es posible ampliar una primera gama de velocidades a cuatro veces mayor.

Otros han preferido utilizar unos dispositivos llamados **variadores de velocidad**, con los que es posible ir variando constantemente la velocidad. Esto significa una gran ventaja en las piezas de grandes dimensiones: durante el refrentado puede mantenerse la misma velocidad de corte de la herramienta desde la superficie exterior hasta el mismo centro, ganando así muchísimo tiempo y aprovechando mejor el torno y la herramienta.

No es necesario advertir que el movimiento de todos estos mecanismos, así como el manejo de los distintos órganos del torno y sus desplazamientos no se efectúa a mano, sino que se lleva a cabo mediante sistemas de accionamiento eléctricos o hidráulicos, controlados desde unas cajas de pulsadores (fig. 333) o desde unos pupitres fijos en el suelo.

Para proporcionar una mejor información, damos unas gamas de velocidades de tornos verticales, según el diámetro del plato. Observe usted la diferencia con los tornos paralelos.

Diámetro del plato en mm	Velocidad de rotación en vueltas por minuto
800	6 a 320
1000	4 a 240
1400	2,5 a 150
1800	2 a 125
2250	1,3 a 80
2800	1 a 64
3750	0,7 a 45

Modernamente y con variadores de velocidad pueden encontrarse tornos como el de la figura 333 que con un diámetro del plato de 2800 milímetros cubre una gama de 0,5 a 100 r.p.m.

Si usted considera que en un torno vertical el diámetro máximo a tornearse puede ser, aproximadamente igual a 1,5 el diámetro del plato, advertirá las velocidades lineales verdaderamente elevadas que se alcanzan.

LOS MONTANTES Y LA TRAVIESA

Los tornos verticales están constituidos, como ya se ha visto, por uno o dos montantes. La gama de trabajos que pueden realizarse en un torno de dos montantes viene forzosamente limitada por la separación que haya entre ellos, ya que estando situados en éste (fig. 332).

Están fijados casi siempre sobre el zócalo y unidos en su parte superior por una fuerte vigueta o travesaño que asegura la rigidez de todo este conjunto, garantizando al mismo tiempo el paralelismo de los montantes y su posición respecto del plato que como usted ha visto descansa sobre el banco y éste a su vez sobre el zócalo si es que no forma una sola pieza con él.

Se monta la traviesa sobre los montantes y lleva los carros portaherramientas. Por consiguiente, debe asegurarse un suave desplazamiento de la traviesa en toda la altura del montante. Como quiera que la traviesa recibe el esfuerzo del corte a través del portaherramientas, su apoyo debe ser amplio para garantizar un buen asiento.

También se monta un carro portaherramientas en la parte baja de uno de los montantes, generalmente el derecho, y a veces hasta en los dos, si bien esta posición del carro no es tan favorable para recibir los esfuerzos de corte como la de los carros sobre traviesa, por lo que su utilidad es más reducida.

En el interior del montante, o mejor aún en un hueco que hay en toda su altura, van alojados los husillos que se utilizan para la elevación de la traviesa. Este dispositivo es igual que el de desplazamiento de los carros en el tomo paralelo. Se fijan las tuercas en la traviesa y

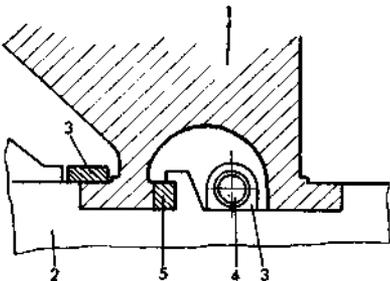


Figura 337.— Situación de los husillos de elevación de la traviesa. Vista por A de la -figura 332.

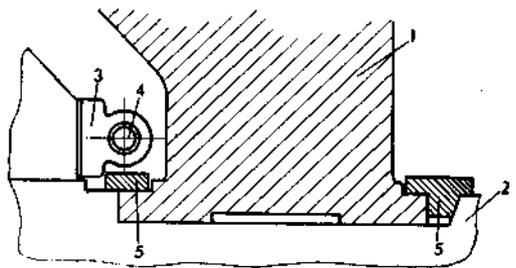


Figura 338.— Posición interior de los husillos (entre montantes): 1, montante; 2, traviesa; 3, tuerca; 4, husillo; 5, reglas.

al girar el husillo las hace desplazar y, junto con ellas la traviesa en un sentido o en otro, según sea el sentido de giro (fig. 337).

La disposición de la figura 338 tiene la ventaja sobre la anterior de que no se reduce la sección del montante por estar situados los husillos en la parte entre montantes y, al mismo tiempo, quedan de esta forma anulada las posibilidades de darles golpes con las piezas, así como son protegidos de la proyección de las virutas.

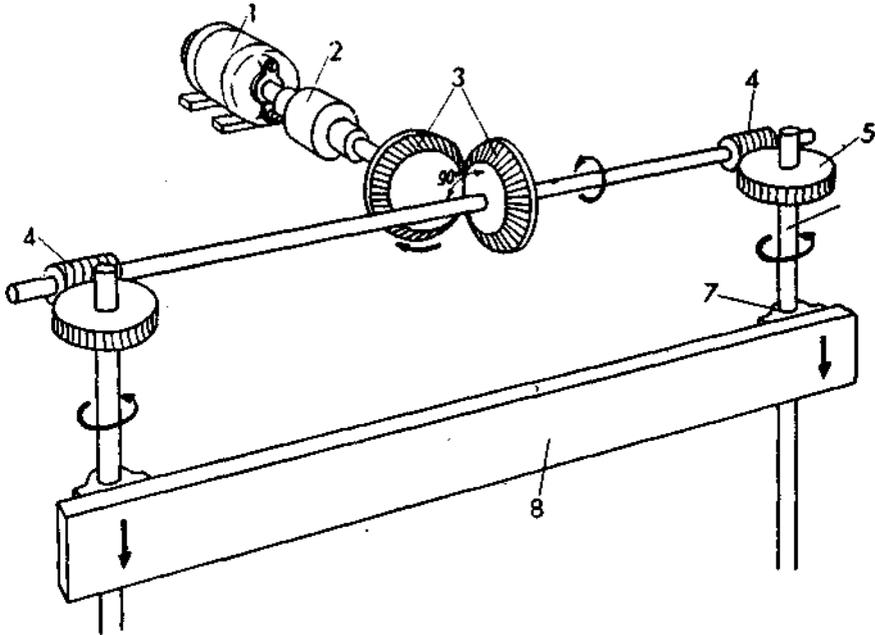


Figura 339.—Esquema del mecanismo de desplazamiento de la traviesa: 1, motor; 2, acoplamiento; 3, piñones cónicos; 4, rueda y tornillo sinfín; 5, ruedas receptoras; 6, husillos; 7, tuerca; 8, traviesa.

Como es fácil comprender, el desplazamiento de la traviesa se efectúa mediante un motor individual, el cual por medio de un par de engranajes cónicos los transmite a una barra sobre la que van montados unos mecanismos de rueda y tornillo sinfín que hacen girar a los husillos (fig. 339). El motor y el mecanismo van montados sobre el travesaño.

En los tornos de un solo montante, éste ha de tener la sección conveniente para resistir, además del esfuerzo de corte, el peso de la

traviesa de mayor sección también, que, por otra parte, no está apoyada en ningún otro sitio.

La altura del montante y con ello la altura máxima de subida de la traviesa señalan, claro está, un límite a la capacidad en altura del torno vertical.

Vea en el esquema de la figura 340 representada la sección de un montante y, la forma especial que toma la traviesa para lograr un mejor apoyo y, por consiguiente, una mayor resistencia a los esfuerzos que ocasiona el corte.

La elevación de la traviesa se efectúa con un dispositivo igual al de la figura 338, pero, como es natural, con un solo husillo.

En estos tornos el montante descansa directamente sobre el suelo y se nivela por medio de unos tornillos. En las máquinas de gran tonelaje se apoya sobre una placa prolongación, que aumenta la superficie de apoyo en el suelo.

La traviesa es, como ya ha vis-

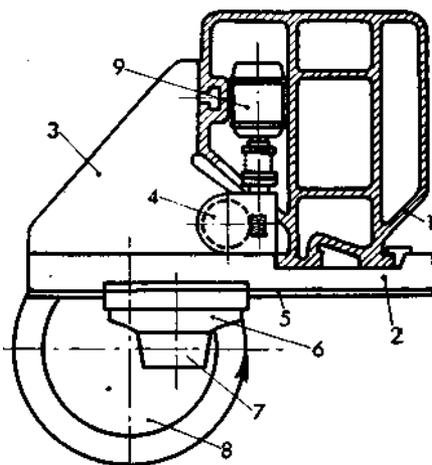


Figura 340.—1, montante; 2, traviesa; 3, escuadra; 4, tuerca y husillo de elevación; 5, guías para el carro portaherramientas; 6, carro portaherramientas; 7, torre portaherramientas; 8, plato; 9, motor.

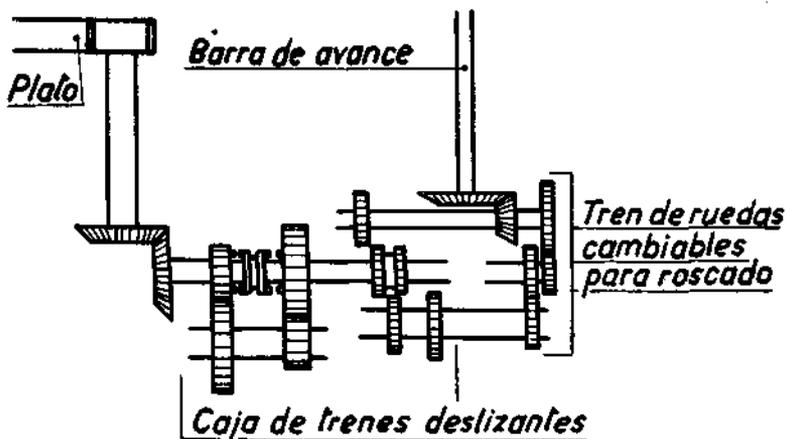


Figura 341.—Transmisión del movimiento del carro a la barra de avances.

to, la que lleva montados los carros portaherramientas que se deslizan por unas guías que deben ser rigurosamente paralelas a la superficie del plato.

Ha visto ya la forma en que tenía lugar el movimiento de elevación y descenso de la misma. Debe añadirse que es un punto importantísimo la forma en que se efectúa la fijación para el trabajo de la traviesa al montante o a los montantes.

Esta fijación debe ser muy fuerte y es mecánica para los tornos de pequeña capacidad pero para los mayores es hidráulica o eléctrica y lleva unos dispositivos que impiden la puesta en marcha del torno si esta fijación no es correcta y, otro dispositivo que impide poner en marcha el mecanismo de elevación o descenso, si no están todos los puntos de fijación sueltos.

MECANISMOS DE AVANCE

En un torno vertical, los avances son casi siempre accionados mecánicamente. Por lo tanto pueden obtenerse avances concretos, de forma que siendo avances por revolución del plato puedan efectuarse roscas.

Las máquinas de grandes dimensiones salen de esta regla y llevan a veces un mando de avances con un motor individual; en este caso, no tienen los avances por revolución, si no que son avances por minuto.

La disposición más corriente es el mando mecánico de la fig. 341.

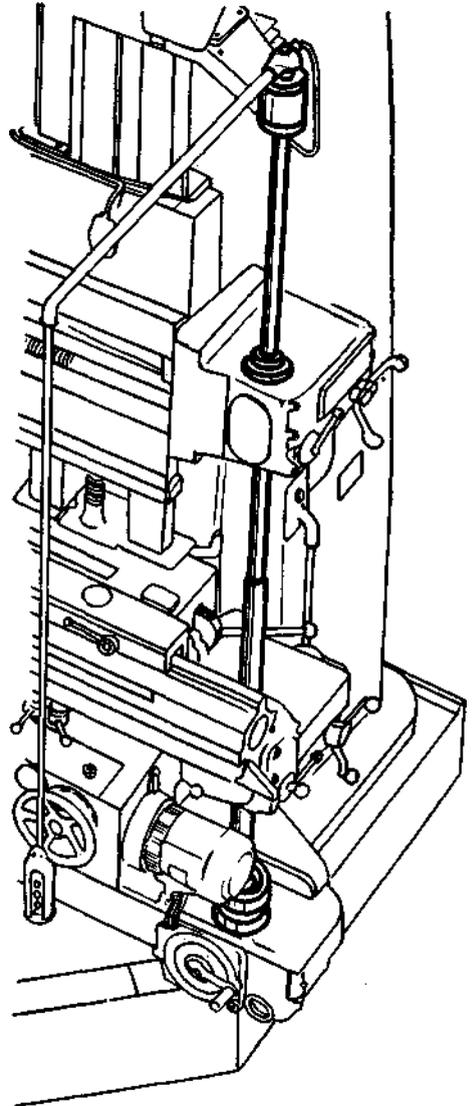


Figura 342. —Detalle de la barra de avances que manda los carros portaherramientas en un torno vertical.

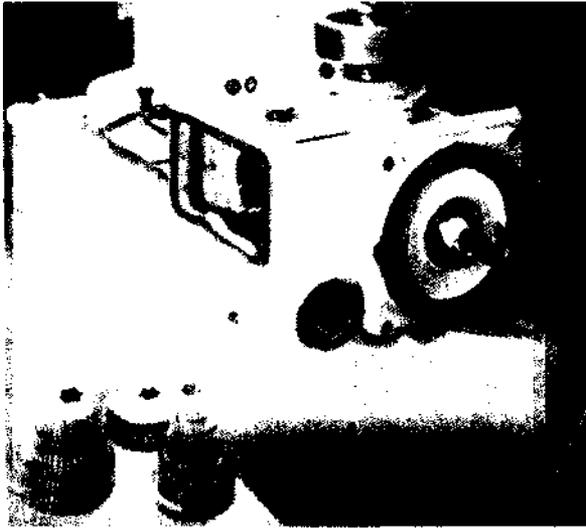
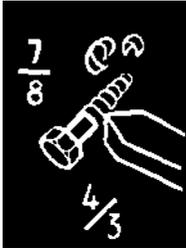


Figura 343. — Detalle del mecanismo de avances con el correspondiente equipo de ruedas.

El movimiento es transmitido desde el plato por mediación de piñones cónicos a una caja de cambios de los avances del tipo de trenes deslizantes que usted estudiará en una próxima lección. Desde esta caja se transmite el movimiento por otro engranaje de piñones cónicos al eje vertical de avances que mueve el carro portaherramientas lateral, instalado en el montante y el carro instalado en el extremo del brazo. Vea en la figura 342 cómo la misma barra de avances pone en movimiento tanto el carro del montante como el de la traviesa.

Observe que, al igual que en los tornos paralelos, se puede montar las ruedas que se precisen para trabajar con un avance determinado o bien tallar una rosca (fig. 343).

En las cajas de avances suele también ir montado un dispositivo especial con motor individual para el desplazamiento rápido del carro en sentido contrario al de trabajo. Esta disposición asegura al operario contra una falsa maniobra ya que este desplazamiento rápido tiende siempre a alejar la herramienta de la pieza.



matemáticas para tornero

LECCIÓN

9

MAGNITUD

Se entiende por **magnitud** todo aquello que puede aumentar o disminuir. Así, son magnitudes la velocidad de una máquina, el peso de un objeto, la abertura de un ángulo, la temperatura de un local, la superficie de una mesa, el trabajo y el salario de un obrero.

MEDIR UNA MAGNITUD

Para conocer el tamaño o el peso de una magnitud, esta magnitud se mide. Para medir una magnitud se toma otra magnitud de la misma especie y se comprueba las veces que la magnitud que se mide contiene a la magnitud que se ha tomado como unidad de medida. **Unidad de medida**, es pues, una magnitud que se fija para medir otras magnitudes de la misma especie.

METRO

El **metro** es una longitud que se fijó para la medición de longitudes. Con el metro se mide lo largo de las cosas y las distancias. El metro es, por lo tanto una unidad de medida.

Hay otras unidades de medida de longitudes, pero el metro es la más corrientemente empleada en España y otros países porque su empleo resulta mucho menos complicado que el de las unidades de otro tipo.

UNIDADES MAYORES Y MENORES QUE EL METRO

Dada la diversidad de longitudes a medir se emplean unidades de medida mayores y unidades de medida menores que el metro. Las unidades mayores son los **múltiplos** del metro y las menores los **submúltiplos**.

Tanto los múltiplos como los submúltiplos del metro siguen el orden decimal, es decir, las unidades derivadas del metro son 10, 100 1000... veces más grandes o más pequeñas que el metro. Esta es la principal ventaja que ofrece el empleo del metro sobre los demás tipos de medidas.

En Mecánica se trabaja mucho más con los submúltiplos del metro que con los múltiplos, razón por la que nos limitaremos al estudio de los primeros.

SUBMÚLTIPLOS DEL METRO

Los submúltiplos del metro son los siguientes:

Decímetro, que corresponde a 1 décima parte del metro.

Centímetro, que corresponde a 1 centésima parte del metro.

Milímetro, que corresponde a 1 milésima parte del metro.

Queda claro que el decímetro es diez veces más pequeño que el metro; el centímetro es cien veces más pequeño, y el milímetro mil veces más pequeño, por lo tanto, un decímetro es igual a 10 centímetros y un centímetro igual a 10 milímetros.

DÉCIMAS, CENTESIMAS Y MILÉSIMAS DE MILÍMETROS

En Mecánica se considera al milímetro dividido en décimas, centésimas y milésimas.

Una Décima de milímetro es una décima parte de milímetro.

Una Centésima de milímetro es una centésima parte del milímetro.

Una Milésima de milímetro es una milésima parte del milímetro.

Por lo tanto, el milímetro tiene 10 décimas, 100 centésimas y 1000 milésimas, así como una décima es igual a diez centésimas y una centésima a diez milésimas.

.USTED SABRÁ QUE _____

por ejemplo:

36 m. quiere decir 36 metros.

6 dm. quiere decir 6 decímetros.

84 cm. quiere decir 84 centímetros.

67 mm. quiere decir 67 milímetros.

0,7 mm. quiere decir 7 décimas de milímetro.

EXPRESIÓN EN FORMA DECIMAL DE UNA LONGITUD

Dado que los distintos múltiplos y submúltiplos del metro siguen el mismo orden de las distintas unidades de la numeración, pues tanto en un caso como en otro una unidad cualquiera contiene diez del orden inmediatamente inferior, la expresión en forma decimal de la unidad en cualquier longitud resulta en extremo sencilla, tal como puede apreciarse en los siguientes ejemplos:

1.º Una barra de hierro mide 3 m, 4 dm, 5 cm y 8 mm de longitud. Escribir esta longitud en metros.

Fíjese que en realidad, se trata de un número entero con tres decimales, es decir de un número entero con 4 décimas, 5 centésimas y 8 milésimas:

3'458 metros

2.º El diámetro de cierta pieza mide 4 cm y 5 mm. Expresar esta longitud en milímetros.

Compruebe que basta escribir 45 mm, puesto que un centímetro es igual a 10 mm y, por lo tanto $4 \times 10 = 40 + 5 = 45$ mm. Basta con saber el orden que siguen los distintos múltiplos y submúltiplos para expresar en forma decimal una longitud cualquiera en la unidad que se desee, sin efectuar operación alguna. En el caso de que faltara una unidad intermedia se sustituye con el cero, es decir, se hace como en el ejemplo siguiente:

3.º Expresar en milímetros 5 milésimas de milímetro.

0'005 mm.

Compruebe que se han puesto tres ceros. Uno antes de la coma para indicar que no hay milímetros y otros dos después de la coma para indicar que no hay décimas ni centésimas.

Otro ejemplo:

Expresar en metros una longitud de 1 m; 7 cm, 3 centésimas de mm y 6 milésimas de mm.

1'070036 m

Compruebe que el primer cero después de la coma sustituye a los decímetros y el cero después de los decímetros a los milímetros y el siguiente a las décimas de milímetro.

Fíjese por último, en estos ejemplos:

1.º) 7 dm 4 centésimas mm 15 milésimas mm = 0'700055 m

2.º) 6m 7mm = 6'007m

3.º) 6 dm 3 mm = 60'3 cm

4.º) 7 mm 75 centésimas mm = 7'75 mm

Si una longitud se ha medido por una determinada unidad derivada del metro, fácilmente se puede transformar la medida en cualquier otra de las unidades derivadas del metro. Basta multiplicarla o dividirla por 10, 100 1000, etc., de acuerdo con las diferencias de valor de las dos unidades.

Ejemplos:

1.º) Convertir en milímetros una longitud de 6 cm.

Un centímetro tiene 10 milímetros. Bastará, pues multiplicar $6 \times 10 = 60$ mm.

2.º) Convertir en centímetros una longitud de 25 milímetros.

$$25 : 10 = 2'5 \text{ cm.}$$

PULGADA

La **pulgada** es una medida inglesa de longitud, muy empleada en Mecánica que mide 0'0254 metros o, lo que es lo mismo 25,4 milímetros. Para convertir en metros o en milímetros un determinado número de pulgadas bastará, por lo tanto, con multiplicar el número de pulgadas por lo que vale una pulgada.

Ejemplo: **Cierta pieza circular mide 6 pulgadas de diámetro. Hallar lo que mide en milímetros.**

$$6 \times 25,4 = 152,4 \text{ mm.}$$

FRACCIONES DE PULGADA

Los submúltiplos de la pulgada son fracciones cuyo denominador es 2, 4, 8, 16, 32, 64. Las fracciones se expresan en forma de quebrado.

Ejemplos: $\frac{3}{4}$ de pulgada, $\frac{6}{8}$ de pulgada, $\frac{12}{32}$ de pulgada,

que se leen, tres cuartos de pulgada, seis octavos de pulgada, doce treinta y dosavos de pulgada.

Para conocer la equivalencia de las fracciones de pulgada, basta con multiplicar 25,4 mm por el numerador y dividir el producto por el denominador.

Para una mayor comodidad de usted incluimos en esta lección la tabla 7 mediante la cual puede conocerse la equivalencia de pulgadas y fracciones de pulgada sin cálculo alguno.

TABLA DE CONVERSIÓN DE PULGADAS EN MILÍMETROS

Con unos ejemplos se explicará a continuación el empleo de la tabla 7.

1.º Hallar a cuántos milímetros equivalen $8\frac{3}{16}$ pulgadas.

Compruebe que en la primera mitad de la tabla una de las columnas está encabezada con $\frac{3}{16}$. En esta parte de la tabla encontrará usted la equivalencia de $8\frac{3}{16}$ pulgadas. En la columna encabezada con $\frac{3}{16}$

EQUIVALENCIAS DE PULGADAS Y FRACCIONES DE PULGADA EN MILÍMETROS

TABLA 7

Pulgadas	0	1/16	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16
M i l i M E T R O S								
0	0,00	1,59	3.18	4,76	6,35	7,94	9,53	11,11
1	25,40	26,99	28,58	30,16	31,75	33,34	34,93	36,51
2	50,80	52,39	53,98	55,56	57,15	58,74	60,33	61,91
3	76,20	77,79	79,37	80,96	82,55	84,14	85,72	87,31
4	101,60	103,19	104,77	106,36	107,95	109,54	111,12	112,71
5	127,00	128,59	130,17	131,76	133,35	134,94	136,52	138,11
6	152,40	153,99	155,57	157,16	158,75	160,34	161,92	163,51
7	177,80	179,39	180,97	182,56	184,15	185,74	187,32	188,91
8	203,20	204,79	206,37	207,96	209,55	211,14	212,72	214,31
9	228,60	230,19	231,77	233,36	234,95	236,54	238,12	239,71
10	254,00	255,59	257,17	258,76	260,35	261,94	263,52	265,11
11	279,40	280,99	282,57	284,16	285,75	287,34	288,92	290,51
12	304,80	306,39	307,97	309,56	311,15	312,74	314,32	315,91
13	330,20	331,79	333,37	334,96	336,55	338,14	339,72	341,31
14	355,60	357,19	358,77	360,36	361,95	363,54	365,12	366,71
15	381,00	382,59	384,17	385,76	387,34	388,94	390,52	392,11

Pulgadas	1/2	9/16	5/8	11/16	3/4	13/16	7/8	15/16
M i l i M E T R O S								
0	12,70	14,29	15,88	17,46	19,05	20,64	22,23	23,81
1	38,10	39,69	41,28	42,86	44,45	46,04	47,63	49,21
2	63,50	65,09	66,67	68,26	69,85	71,44	73,02	74,61
3	88,90	90,49	92,07	93,66	95,25	96,84	98,42	100,01
	114,30	115,89	117,47	119,06	120,65	122,24	123,82	125,41
	139,70	141,29	142,87	144,46	146,05	147,64	149,22	150,81
	165,10	166,69	168,27	169,86	171,45	173,04	174,62	176,21
	190,50	192,09	193,67	195,26	196,85	198,44	200,02	201,61
	215,90	217,49	219,07	220,66	222,25	223,84	225,42	227,01
	241,30	242,89	244,47	246,06	247,65	249,24	250,82	252,41
10	266,70	268,29	269,87	271,46	273,05	274,64	276,22	277,81
11	292,10	293,69	295,27	296,86	298,45	300,04	301,62	303,21
11	317,50	319,09	320,67	322,26	323,85	325,44	327,02	328,61
13	342,90	344,49	346,07	347,66	349,25	350,84	352,42	354,01
14	368,30	369,89	371,47	373,06	374,65	376,24	377,82	379,41
15	393,70	395,29	396,87	398,46	400,04	401,63	403,22	404,81

Pulgadas se busca el número 8 y siguiendo horizontalmente la misma línea hasta la columna **3/16** se encuentra el número 207,96 que son

los milímetros a que equivalen $8\frac{3}{16}$ pulgadas.

2.º Hallar a cuántos milímetros equivalen $12\frac{9}{16}$ pulgadas.

En la segunda mitad de la tabla está una columna encabezada con **9/16**. Buscando en la columna **Pulgadas** el número 12 se halla en la misma línea de la columna **9/16** que $12\frac{9}{16}$ pulgadas equivalen a a 319'09 milímetros.

Observe que una de las columnas de la primera mitad de la tabla está encabezada con 0, significando que no hay fracciones.

Por tanto, en dicha columna se dan las equivalencias de las pulgadas sin fracciones.

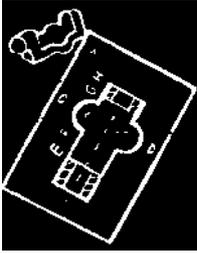
Ejemplo: ¿A cuántos milímetros equivalen 13 pulgadas?

Compruebe que hallado el número **13** en la columna **Pulgadas**, en la misma línea de la columna 0 se encuentra que equivalen a 330,20 milímetros.

Observe también que en las columnas de las fracciones hay, por ejemplo, una columna encabezada con $1/8$ y otra con $3/8$ mientras que no hay ninguna encabezada $2/8$. Esto es debido a que dicha fracción no es empleada porque, como usted ya sabe, $2/8$ es igual a $1/4$. Lo mismo cabe decir de las columnas de las demás fracciones: no está $12/16$ porque es igual a $3/4$, etc.

MILÉSIMAS DE PULGADA

Actualmente y en trabajos de precisión son empleadas en *meca-tea* las milésimas de pulgada. Se comprenderá fácilmente que una milésima parte de pulgada es una milésima parte de 25,4 mm.



interpretación Planos

LECCIÓN

9

SIGNOS CONVENCIONALES EN LOS PLANOS

Ud. ha visto hasta ahora cómo por medio de los planos pueden representarse las formas, dimensiones y hasta el acabado que deben tener las superficies de las piezas. En muchos casos, sin embargo, el Delineante no dibuja las piezas tal como son en sus vistas, sino que para evitarse un trabajo de delincación largo y complicado utiliza indicaciones simplificadas para representar determinadas formas cuyas dimensiones y características quedan bien determinadas con un número reducido de indicaciones y sin necesidad de dibujarlas tal como son. Naturalmente estos signos o formas abreviadas de representar las superficies deben ser conocidos por las personas que han de construir las piezas representadas en el plano y además no debe haber lugar a dudas en su interpretación. Han de ser, pues, una especie de clave convenida entre aquellos que dibujan los planos y todos aquellos que puedan tener necesidad de interpretarlos o leerlos, de aquí que estos signos y representaciones se denominen **signos o representaciones convencionales**.

Además del ahorro de trabajo de dibujo que se logra con las representaciones convencionales, el empleo de éstas, produce generalmente planos más sencillos y más claros. Por otra parte el dibujo con todo detalle de determinadas formas, como roscas, dentados, etc., en las que se emplean representaciones, convencionales, no aumentaría la precisión del plano, ya que en la actualidad los métodos de trabajo en mecánica permiten una precisión superior a la que se logra en los dibujos, y con los signos convencionales utilizados para estas representaciones y un acotado correcto, se pueden en cambio indicar con toda precisión la forma y medidas deseadas para la pieza.

Las representaciones convencionales se utilizan en aquellos casos en que con signos y anotaciones sencillas pueden representarse formas complicadas. Esto se puede hacer siempre que las formas y dimensiones estén normalizadas, es decir, que se empleen un número limitado de formas o dimensiones que se han escogido para utilizarlas por un grupo de fabricantes, por todos los fabricantes de una nación, o por todos los fabricantes de un grupo de naciones; en este caso se encuentran por ejemplo las roscas, los dentados normales y perfiles laminados. Se utilizan también signos convencionales para indicar pequeñas piezas normalizadas, que se emplean en cantidad en los conjuntos mecánicos y cuyo dibujo en detalle supondría un gran trabajo; tales son por ejemplo, los tornillos, tuercas, arandelas y remaches, etc.

Por último, los signos o representaciones convencionales se emplean para representar métodos o formas de ejecutar el trabajo, cuando éste debe ser hecho de una manera determinada y normalizada, como por ejemplo las soldaduras.

La correcta interpretación de un plano exige, por parte del que lo lee, un conocimiento completo de los signos o representaciones convencionales Utilizadas por el delineante. En la presente lección y las siguientes de esta asignatura estudiará Ud. las formas convencionales de representación más corrientemente utilizadas en España.

REPRESENTACIÓN DE LAS ROSCAS EN LOS PLANOS

En la figura 118 puede ver el dibujo de una rosca con todo deta-

lle y puede apreciar la complicación del mismo. Para poder construir la rosca no es necesario que en el plano aparezca dibujada como en esta figura; bastará con saber la forma del perfil, el paso y el diámetro de la parte roscada; así pues, en el plano bastará con indicar estos datos y señalar la superficie que está roscada según tales características.

Según las normas españolas (UNE 1041) las superficies roscadas con cualquier tipo de rosca se indican trazando una línea fina paralela a la que representa la superficie exterior de la pieza; como puede verse

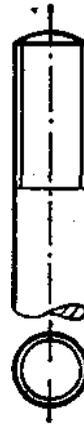
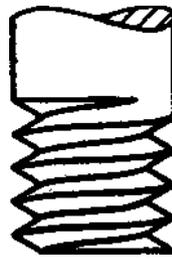


Figura 118

Figura 119

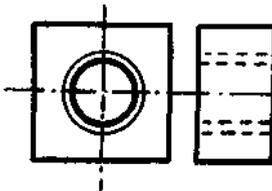


Figura 120

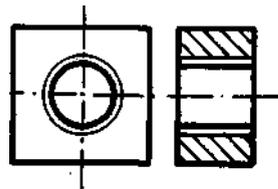


Figura 121

en la figura 119, la separación entre las dos líneas es aproximadamente la profundidad de la rosca. Cuando se trata de un taladro roscado se representa como se muestra en la figura 120, y si es en corte como en la figura 121. En España se encuentran aún muchos planos en que las superficies roscadas se representan por una línea de puntos en lugar de la línea fina, sin embargo lo correcto es representarlos como se muestra en las figuras 119, 120, 121.

En la figura 122 puede verse cómo se representa un espárrago roscado introducido en un agujero.

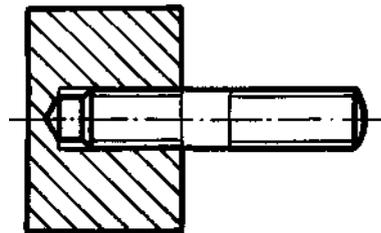


Figura 122

INDICACIONES DE LAS DIMENSIONES Y PERFILES DE LAS ROSCAS

La forma y dimensiones de las roscas en el plano se indican de distinto modo según las roscas sean normalizadas o no.

Si las roscas son de un perfil no normalizado, es necesario dibujar un detalle con las dimensiones y forma del perfil. Generalmente en la pieza se dibuja un corte parcial mostrando la forma del perfil, como se indica en la figura 123; pero no siendo

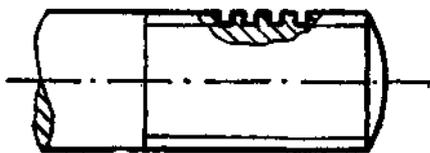


Figura 123

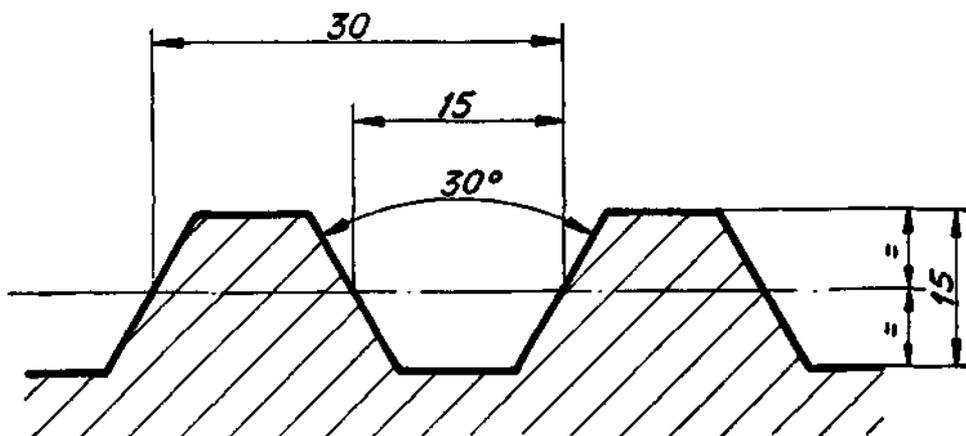


Figura 124

suficiente para aclarar las medidas y formas suele incluirse en el plano un detalle a escala mayor, como el que se muestra por ejemplo en la figura 124.

Si las roscas son normalizadas se indican por una sigla (combinación de letras y números) cada una de las cuales corresponde a una forma y dimensiones normalizadas. Aunque las roscas y su normalización serán estudiadas por usted en una lección de CONOCIMIENTOS GENERALES DE MECÁNICA, es conveniente que tenga una idea de este tema para que pueda comprender las indicaciones de las roscas en los planos.

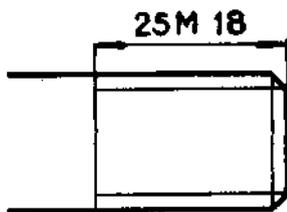


Figura 125

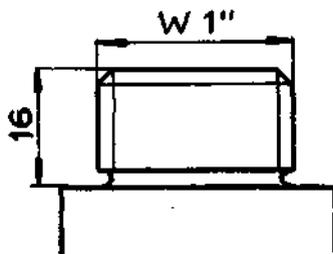


Figura 126

Hay distintas clases de roscas normalizadas, entre ellas pueden diferenciarse dos grupos principales:

Roscas de sujeción.

Roscas finas.

Las roscas de sujeción son las empleadas en los elementos normales de fijación para lograr un apriete firme, tales como tornillos, espárragos, tuercas, etc. En estas roscas a cada diámetro corresponde un paso determinado por la norma y así pues en los planos basta indicar el tipo de perfil y el diámetro de la rosca, para que se sepan todos los datos necesarios. Los tipos más corrientemente empleados son tres:

Rosca métrica, que en los planos se indica con la letra **M**.

Rosca Whitworth, que en los planos se indica con la letra **W**.

Rosca gas, que en los planos se indica con la letra **G**.

Los datos que se señalan en el plano para indicar estos tipos de rosca y sus dimensiones se reducen pues a la letra M, W o G, según el tipo, seguida de la medida del diámetro; así por ejemplo, en la figura 125 se muestra la forma en que aparecerá dibujada en un plano una parte roscada de 25 mm de longitud, con una rosca métrica (letra M) de un diámetro de 18 milímetros.

Las roscas Whitworth y gas son roscas cuyas dimensiones están normalizadas en medidas del sistema inglés. La medida de su diámetro se

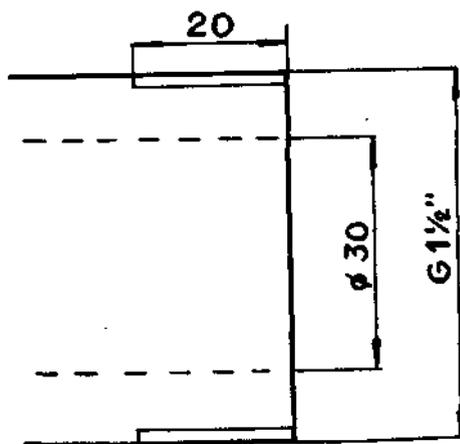


Figura 127

expresa, pues, en pulgadas y fracciones de pulgadas; así en la figura 126 se muestra la representación de una rosca Whitworth de 1" (1 pulgada) y en la figura 127 se muestra la representación de un extremo de un tubo roscado en la longitud de 20 mm con una rosca gas de 1 1/2" (una pulgada y media).

Las roscas finas se emplean para partes roscadas de diámetros generalmente grandes, a los cuales correspondería una profundidad de rosca superior a la admisible en la pieza, si se utilizasen las roscas de sujeción normalizadas. Por ejemplo, a una pieza roscada de 64 mm de diámetro, le correspondería un paso de rosca métrica de 6 mm y la profundidad de la rosca sería de 3,897 mm; si se desea que la profundidad de la rosca no sea superior a 3 mm será necesario utilizar una rosca fina, que en este caso podría ser una rosca métrica fina de 4 mm de paso, a la que corresponde una profundidad de rosca de 2.589 mm.

En las roscas finas, la forma y dimensiones del perfil son determinadas por el paso de la rosca, es decir, que para el mismo paso corresponden las mismas dimensiones y forma del perfil, independientemente del diámetro de la superficie roscada. Por otra parte, piezas de igual diámetro pueden roscarse con roscas finas de distinto paso. Así, pues, en los planos donde se representan partes roscadas con rosca fina, en

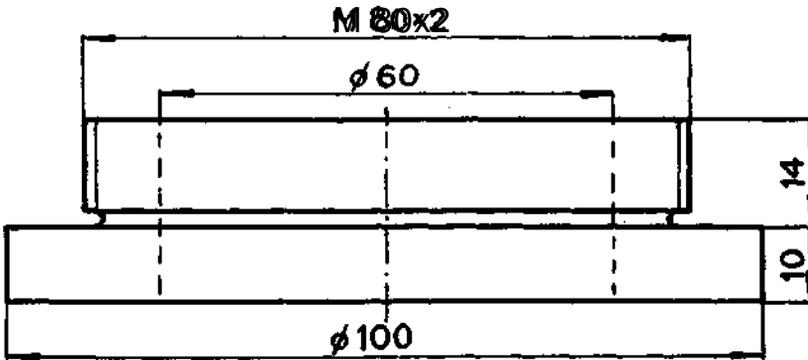


Figura 128

éstas se indica el tipo de rosca, el diámetro y el paso, por ejemplo, en la figura 128 se muestra la forma en que se representa en un plano una parte roscada con rosca métrica fina de 80 mm de diámetro y 2 mm de peso y en la figura 129 la forma de representar una rosca fina Whitworth de 70 mm de diámetro y 1/8" (un octavo de pulgada)

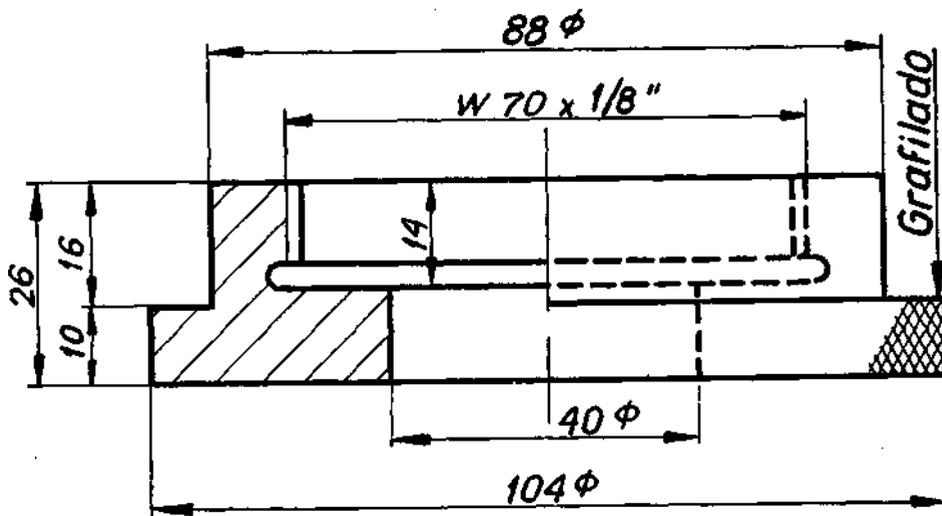


Figura 129

de paso; fijese en que en este último caso, aunque la forma y dimensiones del perfil de la rosca se miden en medidas inglesas (pulgadas), el diámetro de la parte roscada puede medirse, y se indica así, en milímetros.

Las indicaciones del tipo y dimensiones de la rosca se pueden disponer en el plano en distintas formas, como ha podido apreciar en las distintas figuras anteriores. Unas veces se encuentran a continuación de las cifras de la cota que indica la longitud de la parte roscada, siendo

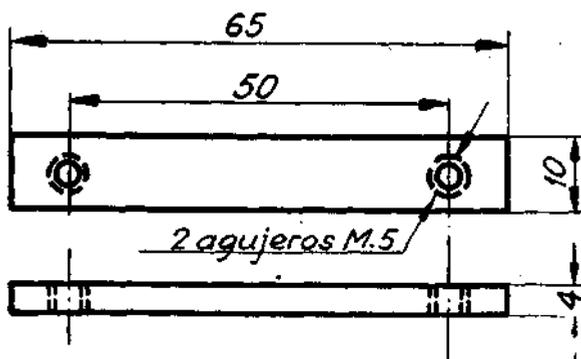


Figura 130

éste el caso más corriente, otras en la cota del diámetro de la parte roscada, generalmente es así en el caso de roscas finas, y otras veces sobre una línea de referencia que se saca de la superficie roscada; esto se suele hacer cuando con ello se gana claridad en el dibujo, si hay detalles pequeños, como en el caso de la figura 130.

OTRAS INDICACIONES RELATIVAS A LAS ROSCAS

En algunos casos de roscas que tienen determinadas particularidades no son suficientes las indicaciones del tipo de perfil, diámetro y paso, que, como usted acaba de ver, suelen ser las que figuran en los planos.

En efecto, el filete o parte saliente que forma la rosca puede estar arrollado en dos sentidos diferentes, como se muestra en la figura 131. Si al mirar la parte roscada, como se muestra en esta figura, los hilos o filetes de la rosca se ven desplazados hacia la derecha en la parte inferior, la rosca se llama **rosca a la derecha** (fig. 131 **A**); si, por el con-

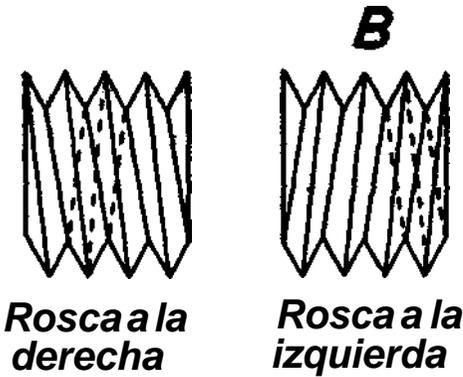


Figura 131

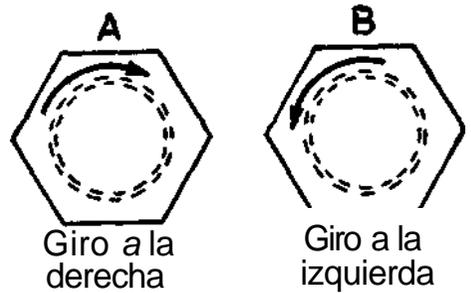


Figura 132

trario, los hilos o filetes se ven desplazados hacia la izquierda por su parte inferior, la rosca se llama **rosca a la izquierda** o simplemente **rosca izquierda** (fig. 131 **B**). Los tornillos o piezas macho con rosca derecha se roscan en su alojamiento o tuerca cuando, vistos desde la cabeza, se hacen girar en el sentido de las agujas del reloj (giro a la derecha, 132 **A**), mientras que para roscar un tornillo o pieza macho con rosca izquierda, debe hacerse girar en sentido contrario a las agujas del reloj (giro a la izquierda, figura 132 **B**).

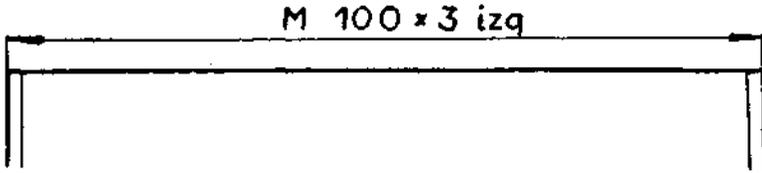
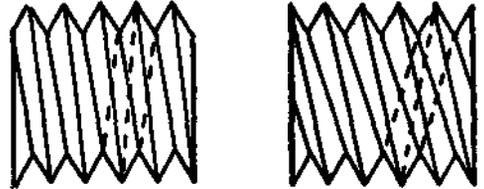


Figura 133

Las roscas normales son a la derecha y en tal caso no se añade en el plano ninguna indicación más a las que han estudiado. Pero si la rosca es izquierda, a la sigla de sus características se le añade la indicación **izq.** (izquierda), como se muestra en la figura 133, donde se puede ver la indicación en un plano de una rosca métrica fina izquierda de diámetro de 100 mm, de 3 mm de paso.

Las roscas estudiadas hasta ahora eran consideradas formadas por un solo filete o hilo arrollado sobre la superficie roscada (fig. 134), pero existen roscas formadas por más de un hilo, dos o tres paralelos, arrollados simultáneamente (fig. 135). A estas roscas se las llama en general **roscas de entrada múltiple** y las más corrientes son las de dos filetes y las de tres filetes, llamadas de **dos entradas** y de **tres entradas**, respectivamente.



Figuras 134 y 135

Si la rosca es de una sola entrada, en el plano no se indica ningún signo especial; pero si es de más de una entrada, el número de entradas se indica a continuación de la sigla del perfil y medida de la rosca, puesto entre paréntesis y seguido de las letras ent. Por ejemplo, en la figura 136 se muestra la representación de una rosca Whitworth fina de dos entradas de diámetro 60 mm y de paso 1/16" (un dieciseisavo de pulgada).

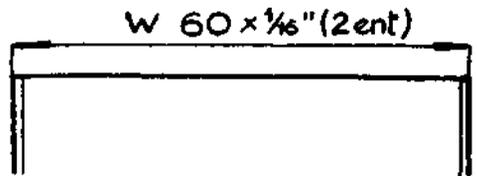
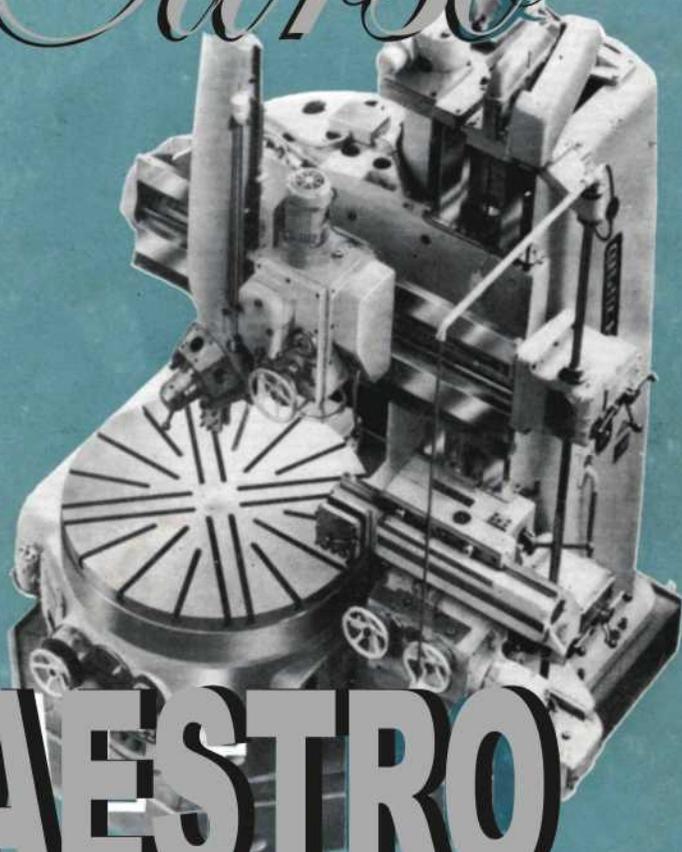


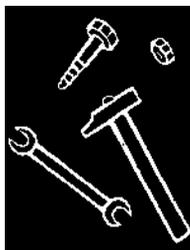
Figura 136

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 10



conocimientos Generales mecánica

LECCIÓN

10

RECUBRIMIENTOS DE PROTECCIÓN Y ASPECTO

Muchas de las superficies de una pieza no se dejan para su empleo tal como quedan después de efectuar la mecanización, sino que se recubren con otros metales distintos del que forma la pieza o con determinados productos. Estos recubrimientos tienen por objeto unas veces darle a las piezas mejor aspecto y otras proporcionar a las superficies unas propiedades distintas de las que tiene el metal de la pieza, como por ejemplo, hacerlas inoxidables o resistentes a la corrosión, o hacerlas más duras para evitar el desgaste por roce. Estos recubrimientos se llaman **de protección** cuando tienen por objeto, precisamente, el proteger las piezas contra la corrosión o la oxidación, o el roce, y se llaman **recubrimientos de aspecto** cuando únicamente tienen por objeto el mejorar la vista de las piezas.

Los recubrimientos de protección y aspecto pueden ser de muy diversas clases según los materiales empleados en ellos y la forma de aplicar estos materiales.

Si para recubrir la pieza se emplea un metal, el recubrimiento se llama **metálico**. Los metales más corrientemente empleados en la protección de las superficies de la pieza son: el cobre, el níquel, el cromo, el cinc, el estaño, el cadmio y, en algunos casos, el aluminio.

Los recubrimientos no metálicos más corrientes son: las pinturas, los barnices y los esmaltes.

RECUBRIMIENTOS METÁLICOS

Los recubrimientos metálicos se pueden aplicar a las piezas por distintos procedimientos, siendo los más empleados los siguientes:

Recubrimiento electrolítico.

Recubrimiento por inmersión.

Recubrimiento por metalización.

Los recubrimientos electrolíticos o recubrimientos galvánicos se obtienen introduciendo las piezas en un baño constituido por una disolución de sales del metal, que se trata de depositar; luego a través del baño se hace pasar una corriente eléctrica que sale por la pieza esta corriente hace que se descompongan las sales y se deposite el metal sobre la pieza a recubrir.

En los recubrimientos por inmersión las piezas se sumergen en un baño del metal fundido, el cual se adhiere a la superficie de la pieza, quedando ésta totalmente recubierta por el metal de baño.

En los recubrimientos por metalizado el metal con el que se recubre la pieza se lanza, fundido y pulverizado, sobre la superficie de la misma por medio de pistolas especiales durante el tiempo suficiente para formar la capa del espesor que se desee.

RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS

Los recubrimientos electrolíticos más corrientemente empleados para la protección y la mejora del aspecto de las piezas son: **el niquelado, el cromado, el cobreado y el anodizado.**

El niquelado, que consiste en recubrir la superficie de la pieza de una capa de níquel, casi siempre de muy poco espesor, se emplea generalmente para mejorar el aspecto de superficies que no deben estar sometidas a roce ni a la acción de agentes corrosivos tales como el aire húmedo; se emplea también como base para aplicar un recubrimiento de cromado posterior.

El cromado es el recubrimiento más corrientemente empleado para proteger las piezas contra la oxidación, teniendo, además, después de pulido un color blanco brillante azulado de muy buen aspecto.

Para aumentar la resistencia al roce de la superficie de las piezas se emplea un tipo especial de cromado llamado **cromo duro**, cuya característica especial es su elevadísima dureza que hace que sea muy resistente al desgaste, empleándose, por ejemplo, para recubrir el inte-

rior de los cilindros de motores de explosión, así como en las partes de roce de apoyo de ejes y cigüeñales.

El cobreado o recubrimiento de las superficies de las piezas con una capa de cobre, se utiliza como recubrimiento previo para aumentar la adherencia de las capas de níquel o cromo que se aplican, posteriormente, para fines de protección y aspecto menos en el caso de cromado duro, que se hace sobre la superficie misma de las piezas. También se emplea el cobreado para recubrir las superficies de las piezas que deben cementarse y no han de quedar cementadas.

El cadmiado, o recubrimiento de la superficie de las piezas con una capa de cadmio, se emplea para proteger las piezas contra la corrosión cuando su aspecto no tiene gran importancia.

El anodizado no es un recubrimiento metálico propiamente dicho, sino un procedimiento electrolítico para proteger las piezas de aluminio y aleaciones de este metal. Consiste en oxidar la superficie de las piezas de aluminio y sus aleaciones en un baño electrolítico especial. La superficie queda cubierta de una capa finísima de óxido de aluminio que es muy resistente a la corrosión, y que apenas quita brillo a las superficies de las piezas, pudiendo además ser teñidas con colorantes especiales para dar distintos colores con lo que quedan superficies muy atractivas.

RECUBRIMIENTOS POR INMERSIÓN

Los recubrimientos por inmersión más utilizados son: **el estañado** y el **cincado** o **galvanizado**.

El primero, que consiste en recubrir el metal con una capa de estaño introduciendo las piezas en un baño de estaño fundido, se emplea poco en construcción mecánica. Entre sus principales empleos en este campo está la preparación de superficies que se han de soldar o a las que se han de aplicar un recubrimiento de metal antifricción. Lo más corriente del estañado es el recubrimiento de planchas de acero para la fabricación de envases destinados a contener determinados productos, tales, como, por ejemplo, conservas vegetales. La plancha de acero estañada recibe el nombre corriente de **hojalata**.

El cincado, o recubrimiento con cinc se denomina más corrientemente galvanizado, o sea, el nombre de **hierro galvanizado** al hierro cuya superficie ha sido tratada de esta manera. Su empleo principal es protección del hierro y del acero, que han de estar sometidos a la acción atmosférica, teniendo la particularidad de que aún cuando la capa de

cinc se interrumpa en algún punto por efecto de rozadura o golpe el cinc se queda en las inmediaciones de éste y sigue ejerciendo una acción protectora contra la corrosión del metal que ha sido descubierto.

RECUBRIMIENTOS POR METALIZADO

Los recubrimientos por metalizado se emplean, cada vez más, para la protección de las piezas metálicas; su mejor empleo está en el tratamiento de grandes piezas, tales como grandes depósitos grúas, puentes metálicos, etc., y difícilmente pueden ser recubiertas por otro procedimiento.

El metalizado puede hacerse con los más diversos metales, pudiéndose recubrir las superficies con acero inoxidable, con bronce, con latón, con cinc, etcétera, según los usos a que se destinen las piezas que se protegen de esta manera.

OTROS RECUBRIMIENTOS DE PROTECCIÓN

Como ya se ha indicado, además de los recubrimientos de las piezas con materiales metálicos pueden ser recubiertos con otros materiales para mejorar su aspecto y protegerlas contra la oxidación. La pintura es el procedimiento más corrientemente empleado para esta finalidad. Las pinturas son productos líquidos que pueden aplicarse a las superficies de las piezas mediante brochas, pinceles o por inmersión de las piezas en un depósito conteniendo pintura. La composición de las distintas pinturas son muy diversas, siendo las más importantes, desde el punto de vista de su capacidad de producción y adherencia, para las superficies metálicas y su capacidad de formar una película dura y continua que resista bien la acción corrosiva, por lo menos, de los agentes atmosféricos.

Otro procedimiento de protección ampliamente empleado en la actualidad es el denominado fosfatado que se aplica a las piezas de acero y de hierro. Consiste en un tratamiento químico que produce, en la misma superficie de la pieza, una capa de fosfatos metálicos, formando así parte de la pieza misma, por lo cual su adherencia es perfecta. Esta capa de fosfato proporciona una buena protección contra la corrosión cuando se trata de aceite, cera o un barniz de pintura. El fosfato se hace también para tratar las superficies que han de ser posteriormente pintadas, haciendo aumentar la adherencia de la pintura y la capacidad de protección de ésta.



técnica torneado

LECCIÓN

10

Terminamos aquí el estudio, iniciado en la lección anterior, de los distintos mecanismos que componen el torno vertical con una reseña de los carros portaherramientas.

CARROS PORTAHERRAMIENTAS DE LOS TORNOS VERTICALES

Según la importancia y el tipo (uno o dos montantes) varía el número de carros portaherramientas de un torno vertical. Puede establecerse la siguiente clasificación:

- Tornos de uno o dos montantes con plato hasta 1.800 milímetros de diámetro:
 - Un carro portaherramientas sobre el brazo.
 - Un carro portaherramientas sobre el montante.
- Tornos de uno o dos montantes con plato mayor de 1.800 milímetros:
 - Dos carros portaherramientas sobre el brazo.
 - Un carro portaherramientas sobre el montante.

Los carros portaherramientas sobre brazo o traviesa son de tipos bien determinados: carro con torre revólver y carro desplazable.

Los tornos pequeños que están, generalmente, dedicados a trabajos en serie llevan casi siempre un carro con torre revólver. En los tornos mayores se prefieren carros desplazables.

CARRO PORTAHERRAMIENTAS CON TORRE REVOLVER (Fig. 344)

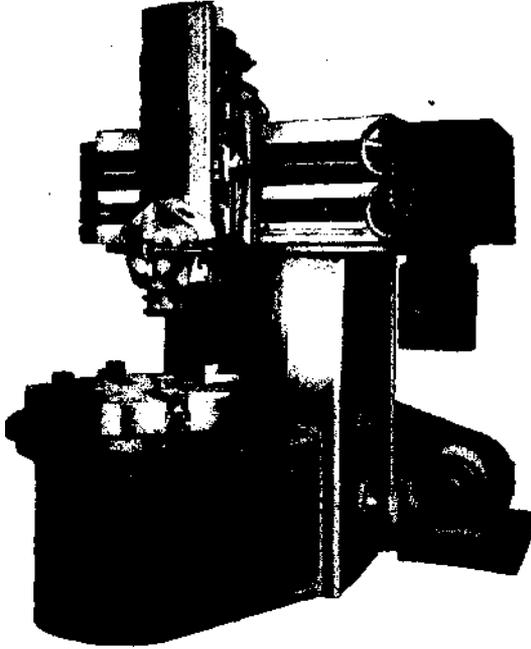


Figura 344. — Torno vertical SVF con carro portaherramientas con torre revólver.

La suela del carro se desliza sobre las guías del brazo o traviesa gracias a una tuerca acoplada al husillo sin fin que transmite el mismo movimiento del husillo en un movimiento de desplazamiento vertical del portaherramientas.

El portaherramientas es pivotante y va apoyado sobre él y guiado con un centraje; puede inclinarse según se desee y después fijarse. Como es de suponer, esto se efectúa con la ayuda de un volante que hace pivotar el portaherramientas desplazado, apoyándolo en una cremallera circular (figura 345).

Observe que la torre revólver tiene cinco o seis caras y recibe útiles o herramientas diversas como la de un torno revólver horizontal corriente.



Figura 345. — Cremallera para la inclinación del carro portaherramientas sobre travesa con torreta revólver.

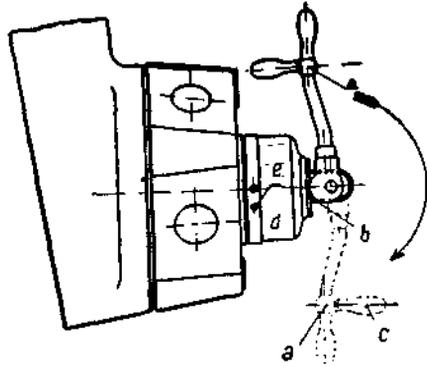


Figura 346. — Mecanismo fijación de la torre revólver.

En la figura 346 se muestra una disposición particular de apertura y cierre de una torreta revólver de torno vertical.

El desbloqueo y la apertura se hacen por pivotamiento de la palanca (sentido de la flecha); la palanca, puesta en su posición baja (dibujada en la figura con trazos), es utilizada como manivela para el giro de la torrecilla: cada vuelta de la manivela hace girar a la torre una cara. El cierre y bloqueo se obtiene al poner de nuevo la palanca en posición.

El interés de la torrecilla revólver reside en que pueden montarse varias herramientas, lo que permite numerosas operaciones sin desmontar la pieza ni las herramientas.

CARRO PORTAHERRAMIENTAS DESPLAZABLE (fig. 347)

La suela del carro y sus dispositivos de arrastre horizontal o vertical son iguales que para el carro con torre revólver. Se llama **desplazable** porque la suela dispone de una guía muy larga y el carro puede desplazarse a todo lo largo de ella y ser fijada en una posición que convenga. Este desplazamiento, que puede llamarse rápido, se hace por medio de una cremallera y se utiliza para mandrinados profundos.

Este tipo de carro se utiliza, sobre todo, para trabajos muy variados o que no sean de grandes series. Su torreta (fig. 348) acostumbra a ser cuadrada y admitir una sola herramienta.

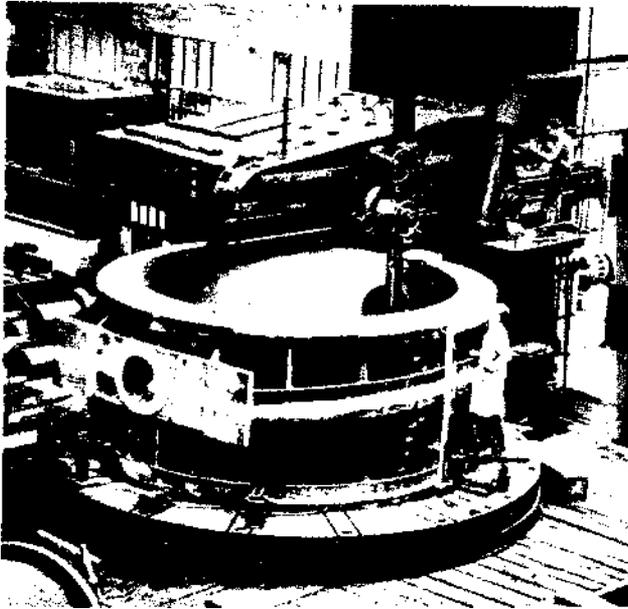


Figura 347. — Mandrinado profundo con carro portaherramientas desplazable.

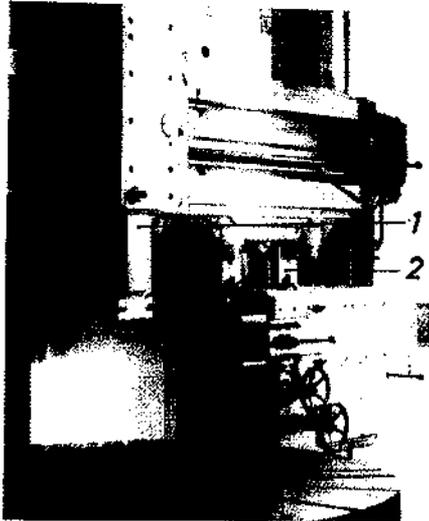


Figura 348. — Torre portaherramientas del carro desplazable. — 1. guío desplazable. 2, guía desplazamiento del carro del montante.

CARRO PORTAHERRAMIENTAS LATERAL SOBRE MONTANTE

(fig. 349)

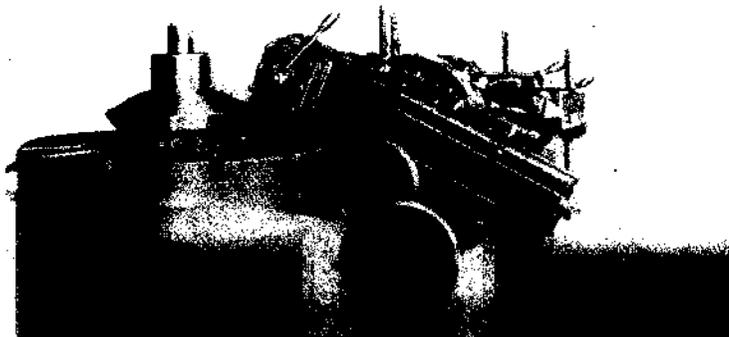


Figura 349. — Carro portaherramientas lateral sobre montante en posición inclinada, con torreta revólver.

Puede decirse que este tipo de carro es igual a los carros montados sobre la traviesa, aunque acostumbra a ser más simple por no ser inclinable. Solamente dos constructores franceses "L'ALSACIENNE" y "BERTHIEZ" los construyen inclinables.

Según la importancia de la máquina, el carro desplazable toma formas diferentes. En los tornos con diámetro de plato hasta dos metros se desplaza sobre guía, y lleva una torrecilla revólver de cuatro caras. Véalo en la figura 349 en posición inclinada.

Cuando los tornos sobrepasan ciertas dimensiones, el carro lateral sobre montantes es idéntico a los otros.

MOVIMIENTOS DE LOS CARROS

Se resumen a continuación los movimientos de los carros portaherramientas empleados en los tornos verticales:

Carros portaherramientas sobre traviesa o brazo:

Se montan en sentido perpendicular al eje y con movimiento automático.

Sobre la suela se monta el portaherramientas, que pivota sobre aquélla mediante una cremallera circular, pudiendo adoptar una posición inclinada o recta y teniendo en ambas un avance automá-

tico oblicuo o paralelo al eje, según posición (desplazamiento del portaherramientas sobre la guía de la suela o base del carro).

- **Carro portaherramientas sobre montante:**

Posee un avance automático paralelo al eje (desplazándose sobre el montante en sentido vertical (ver fig. 349).

Un avance automático perpendicular y oblicuo al eje (desplazamiento del carro en su guía).

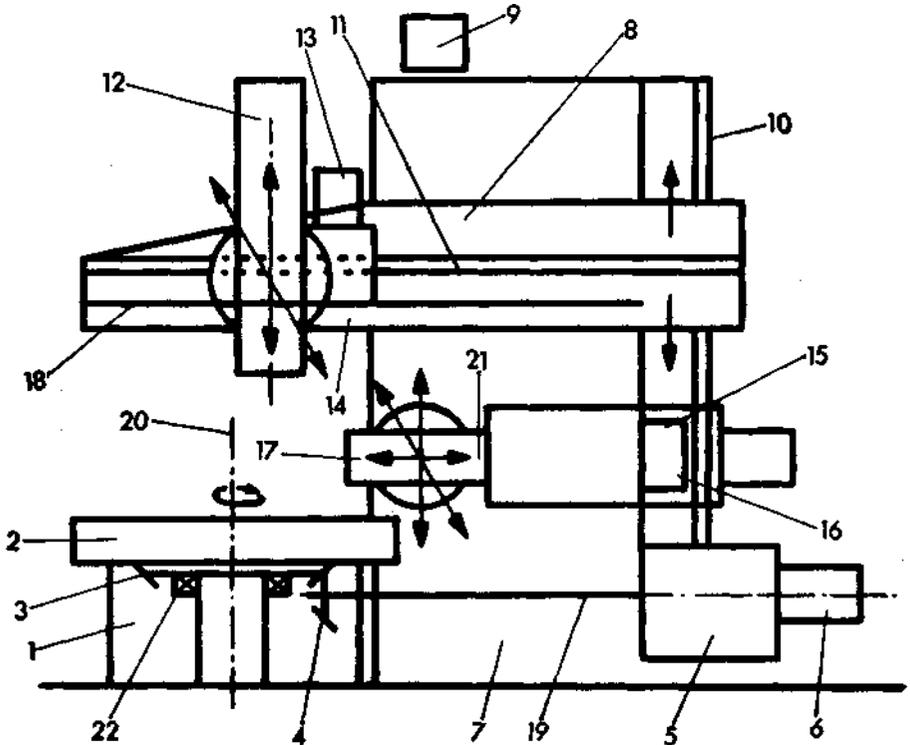


Figura 350. — Esquema de los movimientos del torno vertical de la figura 318 de la lección anterior: 1, banco; 2, plato; 3, corona arrastre del plato; 4, piñón de ataque; 5, caja de velocidades; 6, motor; 7, montante; 8, travesía; 9, motor desplazamiento vertical travesía; 10, husillo desplazamiento vertical travesía; 11, husillo avance carro travesía; 12, carro travesía; 13, motor carro travesía (desplazamientos); 14, caja avances carro montante; 15, caja avances carro montante; 16, motor carro montante (desplazamientos); 17, carro montante; 18, barra cilindrar carro travesía; 19, barra transmisión eje principal; 20, eje principal; 21, barra transmisión carro montante; 22, guías del plato.

ESQUEMA GENERAL DE DISPOSITIVOS Y CARACTERÍSTICAS

Vea, por último, en la figura 350 el esquema general de los movimientos del torno de la figura 318, cuyas características se dan a continuación.

Diámetro del plato	1.400	mm.
Diámetro máximo a tornearse con el carro travesía	1.520	mm.
Diámetro máximo a tornearse con el carro montante	1.720	mm.
Altura máxima libre bajo la travesía	935	mm.
Carrera vertical del carro travesía	800	mm.
Carrera horizontal del carro montante	500	mm.
Velocidades del plato		
Número de velocidades18	mm.
Valores gama normal	3	a 160 rpm.
extremos gama rápida	4'5	a 225 rpm.

Avances de los carros portaherramientas:

Número18	
Valores extremos	0'1	a 6 mm. por vuelta
Potencia del motor principal	50	CV
Peso neto aproximado	15000	Kg.

En este torno y en general en casi todos los tornos modernos verticales, pueden acoplarse dispositivos para roscar (si no llevan ya la caja especialmente dispuesta), para torneado cónico y para copiado por reproducción.

TORNEADO CÓNICO

Recuerde usted la definición del torneado cónico (fig. 351) que estudió en la lección 1.^a: **una superficie construida cuando la herramienta se desliza oblicuamente al eje; las superficies cónicas pueden ser exteriores o interiores.**

Recuerde también que al estudiar las alineaciones del cabezal fijo y de la contrapunta, respecto de las gulas de la bancada, para el primero y del eje principal para la segunda, vio que, precisamente, una desviación de uno de estos conjuntos respecto al otro, provocaba la formación de una superficie cónica. Pues bien, este principio es el que se aprovecha para el mecanizado de formas cónicas.

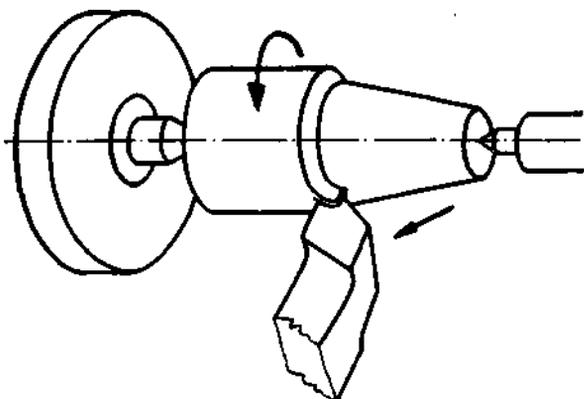


Figura 351.—Torneado cónico.

Definiremos, pues, como principio del torneado cónico:

- a) **El dar a la herramienta una trayectoria paralela a la generatriz del cono a obtener.**

Aunque después de la aplicación ya verá también que podría enunciarse en la forma inversa.

- b) **Colocar la generatriz del cono a obtener, paralela a la trayectoria de la herramienta.**

CARACTERÍSTICAS

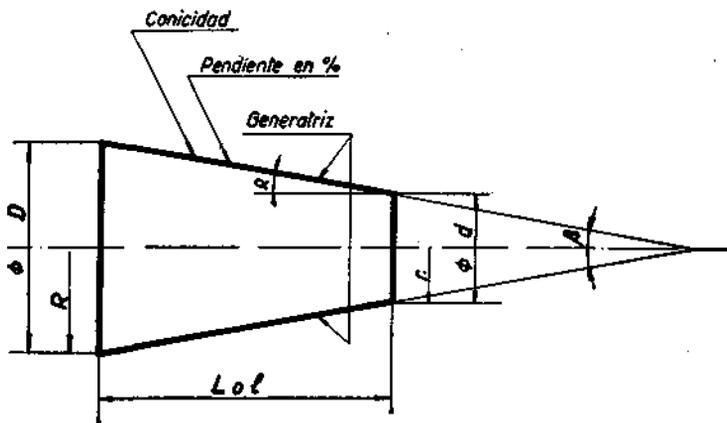


Figura 352.—Características de un cono.

Fíjese en la figura 352; en dicha figura están indicadas las características que determinan la dimensión de una pieza de forma cónica. Observe que:

- con $\emptyset D$ se indica el diámetro mayor del cono,
- con $\emptyset d$ el diámetro menor del cono,
- con R el radio mayor del cono,
- con r el radio menor del cono,
- con L o l , la longitud del cono,
- con β (beta), el ángulo de conicidad
- y con α (alfa) el ángulo pendiente.

CONICIDAD

El cono es un cuerpo de revolución cuyo diámetro va disminuyendo o, según se mire, aumentando de modo continuo esta disminución o aumento de diámetro se llama **conicidad**. Compruebe que el cono de la figura 353, por cada 15 mm. de longitud disminuye o aumenta 1 mm. de diámetro. Esto es lo que significa la indicación **conicidad 1:15**.

Con lo dicho, usted comprenderá que **la conicidad es la relación entre la diferencia de diámetro y la longitud del cono**. De ahí que se calcule según la fórmula:

$$\text{Conicidad} = \frac{D - d}{L}$$

Vea cómo se aplica esta fórmula para el cálculo de la conicidad del cono de la figura 353. El diámetro mayor D de dicho cono mide 33 mm., el diámetro menor d mide 30 mm. y la longitud L es de 45 mm. Por β tanto

$$\text{Conicidad} = \frac{D - d}{L} = \frac{33 - 30}{45} = \frac{3}{45} = \frac{1}{15}$$

Observe que el quebrado que se obtiene de las operaciones se simplifica.

Siguiendo con el cono de la figura 353, vea ahora, cómo, conociendo tres de sus características, pueden calcularse las demás.

Conociendo los diámetros y la conicidad, calcular la longitud

$$D - d = 33 - 30 = 3 \text{ mm.}$$

La conicidad es 1:15, es decir, para 1 mm. de diferencia la longitud es de $15 \times 3 = 45$ mm.

Conociendo el diámetro mayor, la longitud del cono y la conicidad, calcular el diámetro menor.

Datos: $D = 33 \text{ mm.}$, $L = 45 \text{ mm.}$, Conicidad $1 : 15$.

Para 15 mm. de longitud la diferencia entre los diámetros es de 1 milímetro.

Para 1 mm. de longitud la diferencia entre los diámetros es de $1/15 \text{ milímetros.}$

Para 45 mm. de longitud la diferencia entre los diámetros es de

$$45 \times \frac{1}{15} = \frac{45}{15} = 3 \text{ mm.}$$

El diámetro menor es, pues, $33 - 3 = 30 \text{ mm}$

PENDIENTE

La pendiente es la relación entre la diferencia de los radios y la longitud del cono. Se calcula su ángulo, o mejor dicho, la **tangente** de su ángulo (abreviadamente se escribe **tg a**), con la fórmula siguiente:

$$\text{tg } a = (\text{pendiente}) = \frac{R - r}{L}$$

En realidad, la pendiente o su ángulo de conicidad se llaman de

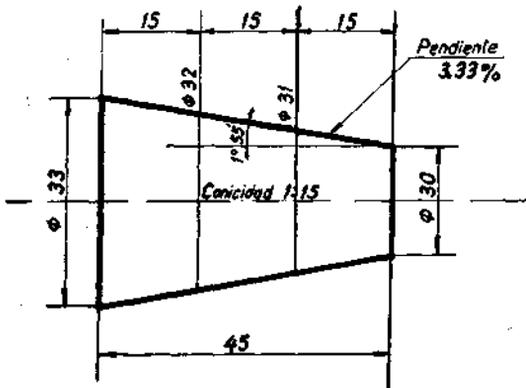


Figura 353.—Dimensiones de un cono.

una y otra manera, según se indique en el plano o croquis de la pieza a mecanizar (fig. 353).

La pendiente se indica en tanto por ciento: Pendiente %.

El ángulo a se indica siempre en grados y minutos.

Fíjese cómo se calcula la pendiente del cono de la figura 353. El radio mayor R mide 16,5, puesto que $33:2 = 16,5$, y el radio menor r , 15 milímetros ya que $30:2 = 15$. Así, pues,

$$\operatorname{tg} a = \frac{R-r}{L} = \frac{16,5-15}{45} = \frac{1,5}{45} = 0,03333$$

Esta dimensión 0,03333 es la tangente del ángulo de la pendiente. Para determinar el tanto por ciento de pendiente se multiplica la tangente por 100. Por consiguiente, $0,03333 \times 100 = 3,33 \%$ Pendiente.

TANGENTE DE UN ÁNGULO

Aunque usted, en una próxima lección de **Matemáticas**, estudiará el tema con más amplitud, adelantaremos aquí unos datos que serán suficientes para definir la tangente, calcularla, hallar su valor en grados y minutos y aplicar este valor al torneado cónico.

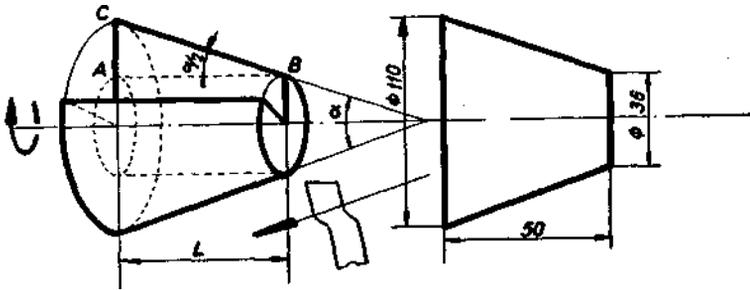
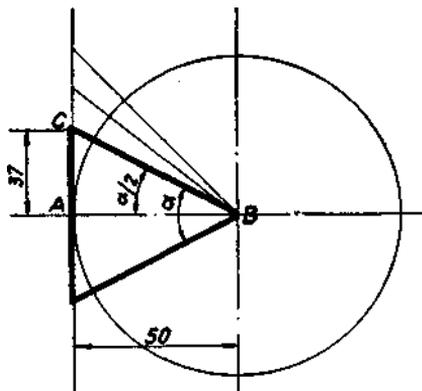


Figura 354. — Determinación del ángulo de un cono.

Fíjese en el ángulo $a/2$ de la pieza de forma cónica de la figura 354, que se aprecia por una sección efectuada en ella. Este ángulo $a/2$ es el determinante de la conicidad de la pieza. Dado que el cono es una superficie, como todas las que se forman en el torno, de revolución, es decir, que giran, el ángulo $a/2$ es el que determinará la trayectoria seguida por la herramienta, formándose el cono completo de ángulo a .

Por consiguiente, para calcular el valor del ángulo de un cono partirá usted del triángulo rectángulo **ABC** de la figura; éste es el caso con que se encuentra el tornero en la práctica.



El lado **AC** es igual a la mitad de la diferencia de los dos diámetros del cono y **L** es siempre igual a la longitud del cono.

En la figura 355 se ve que el ángulo $\frac{a}{2}$, mitad de la abertura del cono (pero que es el que interesa para el torneado), es uno de los ángulos agudos del triángulo rectángulo **ABC** en el cual **AB** es la longitud del cono y **AC** la mitad de la diferencia de los diámetros extremos del cono.

Figura 355. — El lado **AC** del triángulo **ABC** es la tangente de ángulo $a/2$.

El ángulo se puede expresar como fracción de una circunferencia de radio conocido; el lado **AC** del triángulo **ABC** es la tangente correspondiente al ángulo $a/2$ en la circunferencia de radio **AB**. Entre el ángulo y su tangente existe la siguiente relación:

$$\text{Tg. } a/2 = \frac{\text{AC}}{\text{AB}} = \frac{\frac{D - d}{2}}{L}$$

o también en función de los radios en lugar de los diámetros:

$$\text{tg. } a/2 = \frac{\text{AC}}{\text{AB}} = \frac{R - r}{L}$$

Es decir, en el primer caso la tangente del ángulo $a/2$ es igual al lado **AC** dividido por el lado **AB** o lo que es lo mismo igual a la mitad de la diferencia entre el diámetro mayor **D** y el diámetro menor de la pieza dividida por la longitud **L**; en el segundo caso es igual a la diferencia entre los dos radios **R** y **r** dividida por la longitud **L**.

Fijese cómo se calcula la tangente del cono de la figura 355:

$$\text{tg} \frac{110 - 36}{2} = \text{tg} \frac{74}{50} = \text{tg} \frac{37}{50} = 0,7400$$

Observe que calculando con los radios se **obtiene el mismo resultado**:

$$\text{tg} \frac{55 - 18}{2} = \text{tg} \frac{37}{50} = 0,7400$$

0,7400 es pues el valor de la tangente del ángulo $a/2$ y es el valor, del cual también partíamos para el cálculo de la pendiente de un ángulo que en el caso de la figura 355 sería:

$$\text{Pendiente } \% = \text{tg } a/2 \times 100 = 0,7400 \times 100 = 74 \%$$

Una vez hallado el valor de la tangente se busca su equivalente en grados y minutos en las tablas de tangentes. Fijese cómo:

Se empieza por buscar en la columna 0' (la coma ' significa minutos, así como el signo ° significa grados) de minutos de la tabla 8 de tangentes (pág. 530) el valor más aproximado a 0,7400; éste es 0,72654 que corresponde a la línea encabezada con el número 36 de la columna GRADOS; se sigue la línea hasta encontrar el número más aproximado al lado; éste es 0,73996 que se encuentra con la columna encabezada con 30'. El número 30' encabezando la columna nos da los minutos. Así, pues, a la tangente 0,7400 le corresponde un ángulo de $36^\circ 30'$ que será precisamente el ángulo que tendremos que dar a la trayectoria de la herramienta respecto del eje del torno.

Aunque hay tablas en que se dan los valores de minuto en minuto en ésta están dados solamente de 10' en 10', puesto que rara vez se requiere tanta precisión. Sin embargo, para aquellos casos en que interese más exactitud del cálculo daremos la norma para hacer una **interpolación**, es decir, hallar un valor desconocido pero que está comprendido entre dos valores conocidos y correlativos de la tabla.

VALORES DE LA TANGENTE

TABLA 9

Grados	MINUTOS					
	0'	10'	20'	30'	40'	50'
45	1'00000	1'00583	1'01170	1'01761	1'02355	1'02952
46	1'03553	1'04158	1'04766	1'05378	1'05994	1'06613
47	1'07237	1'07864	1'08496	1'09131	1'09770	1'10414
48	1'11061	1'11713	1'12369	1'13029	1'13694	1'14363
49	1'15037	1'15715	1'16398	1'17085	1'17777	1'18474
50	1'19175	1'19882	1'20593	1'21310	1'22031	1'22758
51	1'23490	1'24227	1'24969	1'25717	1'26471	1'27230
52	1'27994	1'28764	1'29541	1'30323	1'31110	1'31905
53	1'32704	1'33511	1'34323	1'35142	1'35968	1'36800
54	1'37638	1'38484	1'39336	1'40195	1'41061	1'41934
55	1'42815	1'43703	1'44598	1'45501	1'46411	1'47330
56	1'48256	1'49190	1'50133	1'51084	1'52043	1'53010
57	1'53987	1'54972	1'55966	1'56969	1'57981	1'59002
58	1'60033	1'61074	1'62125	1'63185	1'64256	1'65337
59	1'66426	1'67530	1'68643	1'69766	1'70901	1'72047
60	1'73205	1'74375	1'75556	1'76749	1'77955	1'79174
61	1'80405	1'81649	1'82906	1'84177	1'85462	1'86760
62	1'88073	1'89400	1'90741	1'92098	1'93470	1'94858
63	1'96261	1'97680	1'99116	2'00569	2'02039	2'03526
64	2'05030	2'06553	2'08094	2'09654	2'11233	2'12832
65	2'14451	2'16090	2'17749	2'19430	2'21132	2'22857
66	2'24604	2'26374	2'28167	2'29984	2'31826	2'33693
67	2'35585	2'37504	2'39449	2'41421	2'43422	2'45451
68	2'47509	2'49597	2'51715	2'53865	2'56046	2'58261
69	2'60509	2'62791	2'65109	2'67462	2'69853	2'72281
70	2'74748	2'77254	2'79802	2'82391	2'85023	2'87700
71	2'90421	2'93189	2'96004	2'98869	3'01783	3'04749
72	3'07768	3'10842	3'13972	3'17159	3'20406	3'23714
73	3'37085	3'30521	3'34023	3'37594	3'41236	3'44951
74	3'48741	3'52609	3'56557	3'60588	3'64705	3'68909
75	3'73205	3'77595	3'82083	3'86671	3'91364	3'96165
76	4'01078	4'06107	4'11256	4'16530	4'21933	4'27471
77	4'33148	4'38969	4'44942	4'51071	4'57363	4'63825
78	4'70463	4'77286	4'84300	4'91516	4'98940	5'06584
79	5'14455	5'22566	5'30928	5'39552	5'48451	5'57638
80	5'67128	5'76937	5'87080	5'97576	6'08444	6'19703
81	6'31375	6'43484	6'56055	6'69116	6'82694	6'96823
82	7'11537	7'26873	7'42871	7'59575	7'77035	7'95302
83	8'14435	8'34496	8'55555	8'77689	9'00983	9'25530
84	9'51436	9'78817	10'07803	10'38540	10'71191	11'05943
85	11'43005	11'82617	12'25051	12'70621	13'19688	13'72674
86	14'30067	14'92442	15'60478	16'34986	17'16934	18'07498
87	19'08114	20'20555	21'47040	22'90377	24'54176	26'43160
88	28'63625	31'24158	34'36777	38'18846	42'96408	49'10388
89	57'28996	68'75009	85'93979	114'58865	171'88540	343'77371

VALORES DE LA TANGENTE

TABLA 8

Grados	MINUTOS					
	0'	10'	20'	30'	40'	50'
0	0'00000	0'00291	0'00582	0'00873	0'01164	0'01455
1	0'01746	0'02036	0'02328	0'02619	0'02910	0'03201
2	0'03492	0'03783	0'04075	0'04366	0'04658	0'04949
3	0'05241	0'05533	0'05824	0'06116	0'06408	0'06700
4	0'06993	0'07285	0'07578	0'07870	0'08163	0'08456
5	0'08749	0'09042	0'09335	0'09629	0'09923	0'10216
6	0'10510	0'10805	0'11099	0'11394	0'11688	0'11983
7	0'12278	0'12574	0'12869	0'13165	0'13461	0'13758
8	0'14054	0'14351	0'14648	0'14945	0'15243	0'15540
9	0'15838	0'16137	0'16435	0'16734	0'17033	0'17333
10	0'17633	0'17933	0'18233	0'18534	0'18835	0'19136
11	0'19438	0'19740	0'20042	0'20345	0'20648	0'20952
12	0'21256	0'21560	0'21864	0'22169	0'22475	0'22781
13	0'23087	0'23393	0'23700	0'24008	0'24316	0'24624
14	0'24933	0'25242	0'25552	0'25862	0'26172	0'26483
15	0'26795	0'27107	0'27419	0'27732	0'28046	0'28360
16	0'28675	0'28990	0'29305	0'29621	0'29938	0'30255
17	0'30573	0'30891	0'31210	0'31530	0'31850	0'32171
18	0'32492	0'32814	0'33136	0'33460	0'33783	0'34108
19	0'34433	0'34758	0'35085	0'35412	0'35740	0'36068
20	0'36397	0'36727	0'37057	0'37388	0'37720	0'38053
21	0'38386	0'38721	0'39055	0'39391	0'39727	0'40065
22	0'40403	0'40741	0'41081	0'41421	0'41763	0'42105
23	0'42447	0'42791	0'43136	0'43481	0'43828	0'44175
24	0'44523	0'44872	0'45222	0'45573	0'45924	0'46277
25	0'46631	0'46985	0'47341	0'47698	0'48055	0'48414
26	0'48773	0'49134	0'49495	0'49858	0'50222	0'50587
27	0'50953	0'51320	0'51688	0'52057	0'52427	0'52798
28	0'53171	0'53545	0'53920	0'54296	0'54673	0'55051
29	0'55431	0'55812	0'56194	0'56577	0'56962	0'57348
30	0'57735	0'58124	0'58513	0'58905	0'59297	0'59691
31	0'60086	0'60483	0'60881	0'61280	0'61681	0'62083
32	0'62487	0'62892	0'63299	0'63707	0'64117	0'64528
33	0'64941	0'65355	0'65771	0'66189	0'66608	0'67028
34	0'67451	0'67875	0'68301	0'68728	0'69157	0'69588
35	0'70021	0'70455	0'70891	0'71329	0'71769	0'72211
36	0'72654	0'73100	0'73547	0'73996	0'74447	0'74900
37	0'75355	0'75812	0'76262	0'76713	0'77166	0'77621
38	0'78129	0'78598	0'79070	0'79544	0'80020	0'80498
39	0'80978	0'81461	0'81946	0'82434	0'82923	0'83415
40	0'83910	0'84407	0'84906	0'85408	0'85912	0'86419
41	0'86929	0'87441	0'87955	0'88473	0'88992	0'89515
42	0'90040	0'90569	0'91099	0'91633	0'92170	0'92709
43	0'93252	0'93797	0'94345	0'94896	0'95451	0'96008
44	0'96569	0'97133	0'97700	0'98270	0'98843	0'99420

Para ello calcularemos el cono de la figura 356.

Para la fórmula establecida calcularemos primeramente la tangente. Ya recuerda usted como:



Figura 356. — Cálculo de un ángulo con interpolación.

$$\text{tg.} \frac{50 - 43,2}{2} = \frac{6,8}{136} = \frac{2}{136} = \frac{3,4}{136} = 0,0250$$

Compruebe que este valor no se encuentra en las tablas, pero que se halla entre 0,02328 y 0,02619 que corresponden respectivamente a 1° 20' y 1° 30'.

La diferencia entre 0,02328 y 0,02619 es de 0,00291 para 10'.

La diferencia entre 0,0250 y 0,02328 es de 0,00172 y se calculará como sigue:

Si a 10' corresponde una diferencia de 0,00291 a 1' corresponderá: 0,00291 : 10 = 0,000291, y a una diferencia de 0,00172 corresponderá:

$$\frac{0,00172}{0,000291} = \frac{1720}{291} = 5,8' = 6' \text{ aproximadamente}$$

A la tangente 0,0250 corresponde por lo tanto un ángulo

$$1^\circ 20' + 6' = 1^\circ 26'$$

MÉTODO PRACTICO PARA EL CALCULO DEL ÁNGULO SIN TABLAS

Como quiera que no se dispone siempre de tablas, el ángulo puede calcularse rápidamente con aproximación suficiente para su aplicación al torneado cónico de la forma que ahora va a estudiar aplicada al mismo como el de la figura 356.

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$a/2 = 28,6 \times \text{conicidad}$$

Aplicando la fórmula de la conicidad tendremos:

$$a/2 = 28,6 \times \frac{D - d}{L} = 28,6 \times \frac{50 - 43,2}{136}$$

$$28,6 \times \frac{6,8}{136} = 28,6 \times \frac{0,05}{1}$$

La conicidad calculada para el cono de la figura 356 es, pues de $\frac{5}{100}$

$$\frac{5}{100} = \frac{1}{20} \text{ conicidad } 1 : 20$$

El cálculo para el ángulo será, por consiguiente:

$$a' = 28,6 \times \frac{1}{20} = \frac{28,6}{20} = 1,43$$

El resultado sale en grados y decimales de grado; estos decimales han de convertirse en minutos. Usted ya sabe **que** cada grado tiene sesenta minutos; por consiguiente si

$$1^\circ = 60'; 0,01^\circ = 0,6' \text{ y } 0,43^\circ \times 0,6 = 25,8'$$

El resultado es, por lo tanto el mismo que el calculado con la tabla de tangentes.

No obstante, esta fórmula sólo da resultados exactos para ángulos menores de 10° aunque puede emplearse con mucha aproximación en ángulos de hasta 15° . Para ángulos mayores debe recurrirse siempre a las tablas de tangentes.

OBTENCIÓN DE CONOS

Definido el principio del torneado cónico y vista la forma en que se calcula el ángulo de inclinación que se debe dar a la trayectoria de la herramienta, usted estudiará los procedimientos que se utilizan para el torneado cónico. Estos procedimientos son los siguientes:

- Por inclinación del carro portaherramientas
- Por desplazamiento del cabezal móvil
- Por directriz del aparato reproductor
- Por penetración directa de la herramienta
- Por inclinación del cabezal fijo,

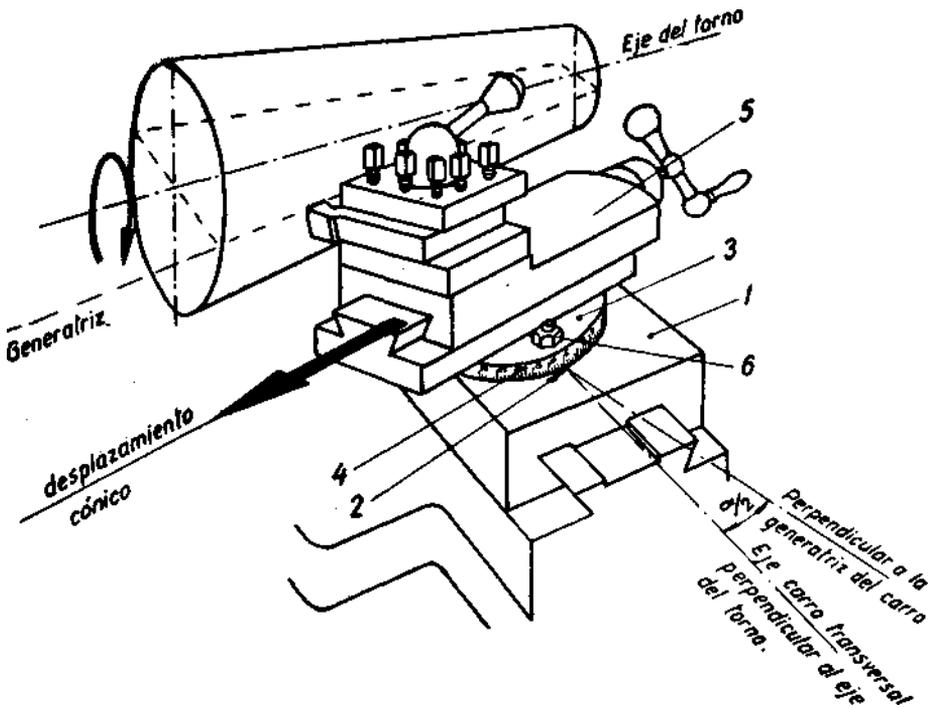


Figura 357.—Torneado cónico por inclinación del carro portaherramientas.- 1, carro transversal; 2, índice fijo; 3, placa de base; 4, graduación de la placa; 5, carro portaherramientas; 6, tornillo fijación base.

Interesa advertirle que sea el que sea el procedimiento adoptado usted pondrá especial cuidado en colocar la herramienta a la altura requerida, es decir, exactamente a la altura del eje.

POR INCLINACIÓN DEL CARRO PORTAHERRAMIENTAS (fig. 357)

Sabido es que el carro superior o portaherramientas tiene, además del movimiento de traslación un movimiento de rotación sobre su eje que lo convierte en rotativo y que permite que este movimiento de traslación sea paralelo al eje principal o bien inclinado de un ángulo determinado para el torneado cónico.

Para ello la placa de base del carro portaherramientas va graduada en grados que se relacionan con un índice fijo en el carro transversal y que permite el control exacto de la inclinación a dar.

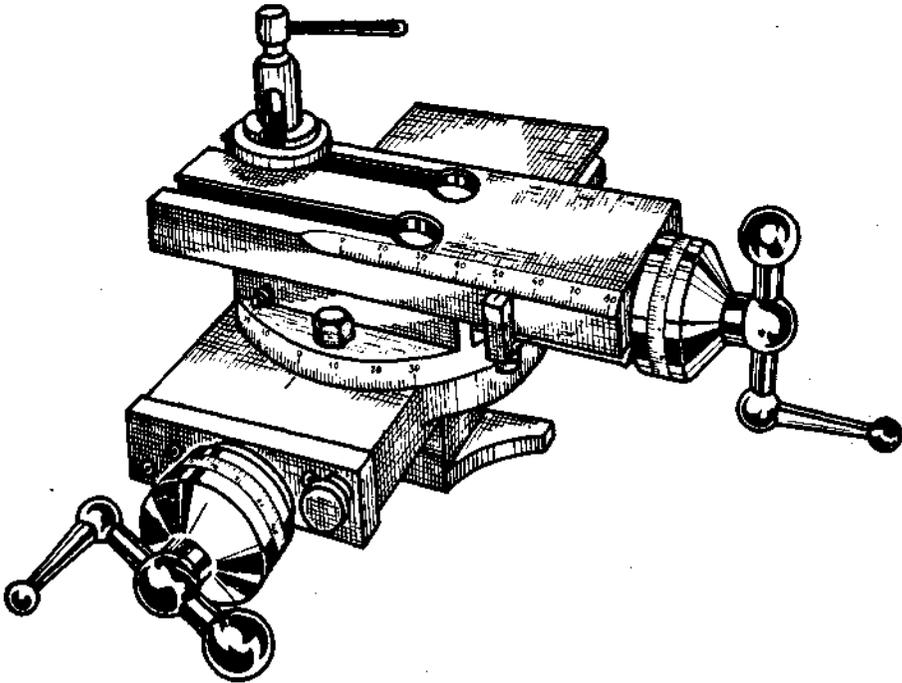


Figura 358.—Carro superior con graduación circular en la base y graduación milimétrica para las carreras.

Las letras de esta fórmula tienen los siguientes significados:

L = longitud entre puntos.

(Igual a longitud de la pieza — parte oculta de los puntos en la pieza.)

R = radio mayor;

r = Radio menor;

l = longitud de la parte cónica.

INCONVENIENTES

Este procedimiento presenta una serie de inconvenientes por lo que su empleo no se aconseja más que en contadas ocasiones. Estos inconvenientes son:

- Sólo puede utilizarse para conos muy largos de poca pendiente y de poca precisión.
- No pueden darse pasadas demasiado fuertes.

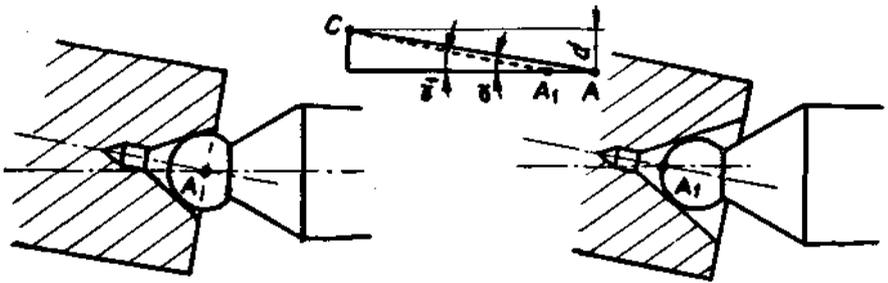


Figura 361. — Las diferencias de los diámetros de los puntos de centrado hacen variar la posición del punto A y, por tanto, la distancia exacta entre puntos. Entonces el ángulo es distinto; C, posición junto al cabezal; A y A₁ posiciones del punto de la contrapunta; x y x' ángulos distintos de pendiente; d, desplazamiento.

- El cálculo de la desviación del contrapunto es sólo aproximado (figura 361).
- Es muy difícil y costoso volver a alinear de nuevo el cabezal móvil después de realizado el torneado cónico.
- En la fabricación en serie para que no varíe la conicidad no debe haber diferencias entre los longitudinales de las piezas ni en la profundidad de los centros (fig. 361)
 - No permite el mecanizado de conos interiores.
 - Deben de utilizarse siempre puntos esféricos.

POR DIRECTRIZ DE APARATO REPRODUCTOR (fig. 362)

Este aparato, especialmente diseñado para el torneado cónico consta de una escuadra (1) que se fija a la bancada y que lleva en su parte superior un patín graduado (5) y en su extremo, sobre el que se desliza, un patín móvil, ordenando con sus movimientos y por medio del brazo (6) el desplazamiento del carro transversal que, combinado con el del carro longitudinal, da como resultado la formación de la generatriz del cono. Para trabajar con este aparato, debe, no obstante, desacoplarse la tuerca del husillo transversal.

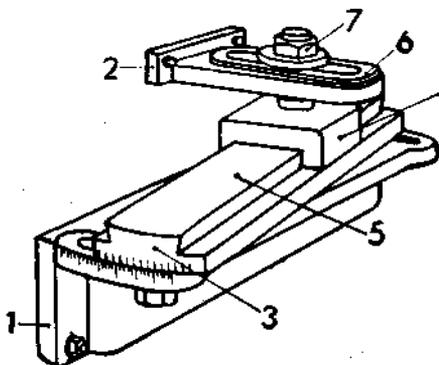


Figura 362. — *Reproductor orientable:* 1, parte de fijación a la bancada; 2, parte de fijación del carro transversal; 3, graduación para la inclinación; 4, patín de desplazamiento; 5, patín orientable; 6, brazo de mando del patín; 7, tornillo de fijación.

El procedimiento de torneado cónico por reproductor orientable es sencillo, rápido en su reglaje y seguro como se desprende de la figura 363 en la que se representa otro tipo de reproductor. Pueden mecanizarse conos exteriores e interiores y puede utilizarse el avance automático.

La regla 3 se coloca en el ángulo de posición mediante el tornillo de regulación 5. Se aprietan después los tornillos de fijación 6 bloqueando la regla orientable 3 y se fija, también, la guía 2 con la palanca 7.

La herramienta movida por la combinación de los dos movimientos del carro longitudinal y transversal describe una trayectoria paralela al reproductor y que constituye la generatriz del cono.

Vea en la figura 364 otro tipo de reproductor montado en un torno.

Como inconveniente puede indicarse el que no pueden construirse conos muy obtusos. En todo caso, si el ángulo es muy pronunciado debe probarse antes en el vacío, para evitar que la inclinación del patín orientable sea excesiva y clave el carro transversal.

El aparato reproductor es un accesorio especial que no forma parte del equipo normal del torno.

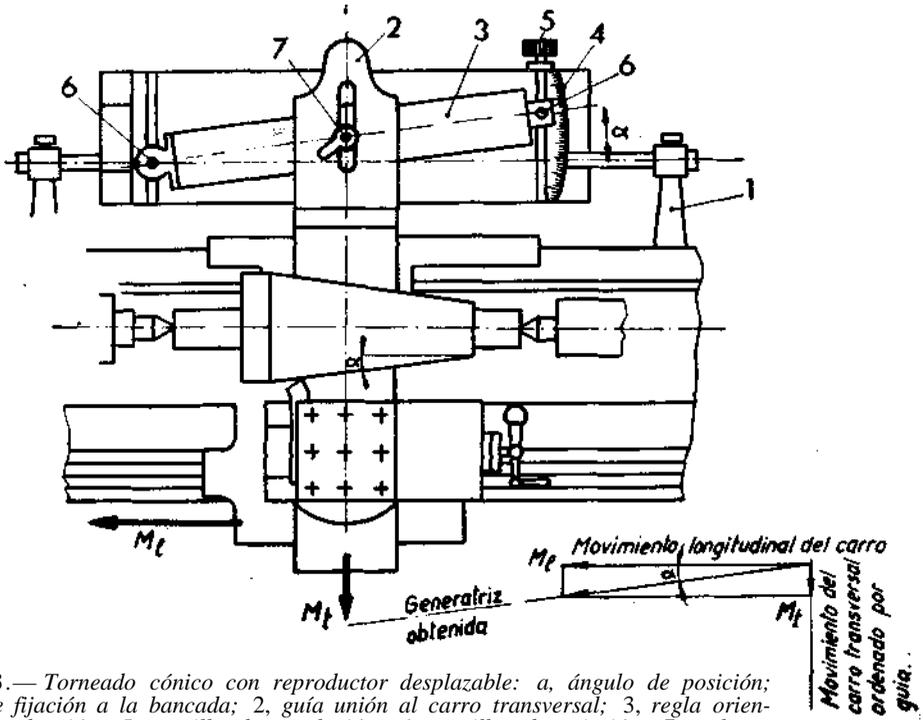


Figura 363.—Torneado cónico con reproductor desplazable; α , ángulo de posición; 1, brazo de fijación a la bancada; 2, guía unión al carro transversal; 3, regla orientable; 4, graduación; 5, tornillo de regulación; 6, tornillo de sujeción; 7, palanca de fijación de la guía de unión.

Movimiento del carro transversal ordenado por guía.

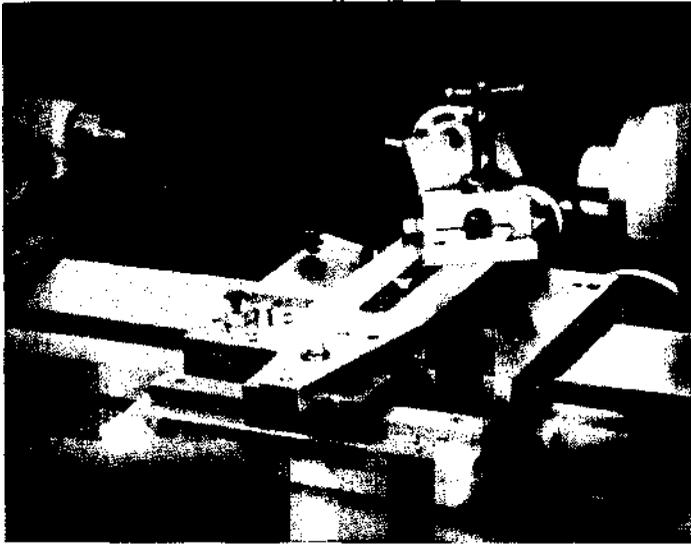


Figura 364.—Reproductor orientable de carro montado en un torno.

POR PENETRACIÓN DIRECTA DE LA HERRAMIENTA (fig. 365)

En realidad, los conos conseguidos por penetración directa de la herramienta son muy pequeños, puesto que se trata de los llamados **chaflanes**. La herramienta puede hacerse penetrar con el carro longitudinal o con el carro transversal.

Tal como se muestra en la figura 365 se emplea una galga que tiene el ángulo igual al que se trata de conseguir; esta galga sirve para situar la herramienta en la posición precisa, que se orienta con la torre portaherramientas. La arista de la herramienta o corte principal debe quedar paralela a la generatriz a producir.

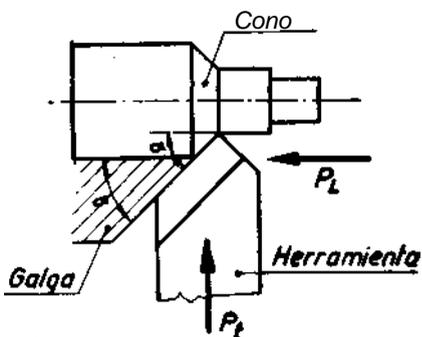


Figura 365.— Formación del cono por penetración de la herramienta P_t penetración transversal - P_L , penetración longitudinal.

POR INCLINACIÓN DEL CABEZAL FIJO (fig. 366)

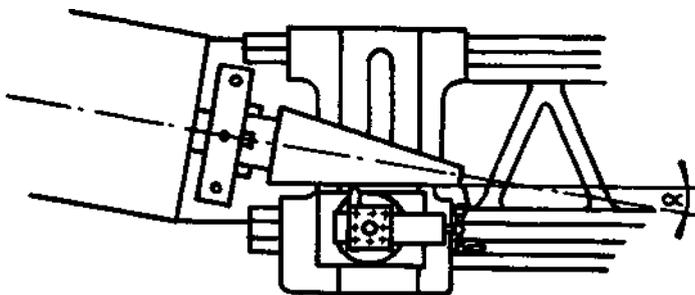


Figura 366.— Formación del cono por inclinación del cabezal fijo.
(Vea fig. 81 de la lección 3.^a)

Tiene el inconveniente de su reglaje largo y difícil. Igualmente el volver a alinearlos requiere una operación precisa y larga.

Este procedimiento permite conos interiores y exteriores sobre piezas "al aire" con avance automático, aunque sólo interesa para las grandes series.

COMPROBACIÓN DE LA TRAYECTORIA DE LA HERRAMIENTA. — CONTROL ANTES DE MECANIZAR

Empleo del desbaste cilíndrico (fig. 367).

Se tornea un cilindro de un diámetro igual al mayor del cono. Se hace que la herramienta toque en el punto A de partida y después se desplaza en la longitud L del cono hasta B. Por último, se mide la distancia BC (punta de la herramienta a la pieza) con una galga de espesor R-r.

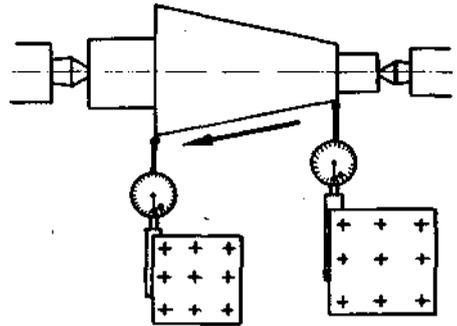
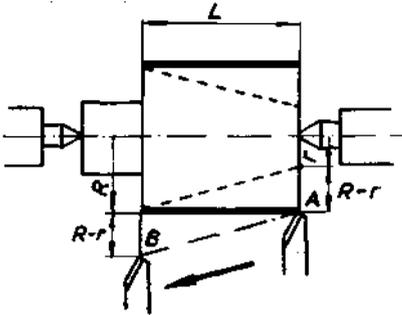
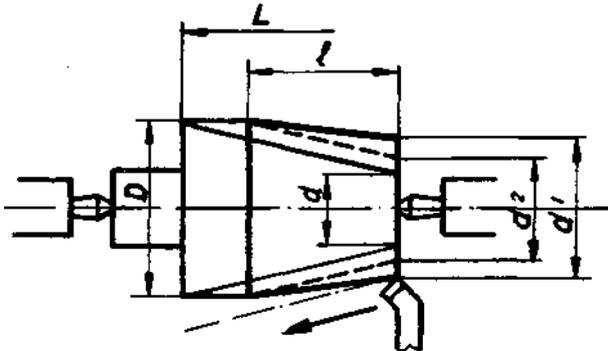


Figura 367. — Control de la trayectoria.

Figura 368. — Control de la trayectoria con comparador.



- Cono obtenido
- Cono a obtener
- - - Corrección

Figura 369. — Control y corrección de la trayectoria de la herramienta. Línea gruesa, cono obtenido; línea fina, cono a obtener; línea a trazos, Corrección.

Con un cono patrón de la misma longitud de la pieza (fig. 368).

Se monta el cono patrón igual que ha de montarse la pieza y se regla la posición del carro portaherramientas con un comparador. El comparador, fijo en la torre portaherramientas, se desplaza igual que lo hará la herramienta y la aguja del comparador debe indicar la misma graduación en toda la trayectoria.

CONTROL MIENTRAS SE MECANIZA (fig. 369).

Por medida de la longitud l y del diámetro d_1 del cono obtenido. — Se miden estas cotas y se calcula el diámetro d_2 teórico con relación a la longitud l obtenida:

$$d_2 = D \frac{(D-d)l}{L}$$

Otra forma de control de la superficie, y, en realidad, es la más usada, consiste en el empleo de un calibre.

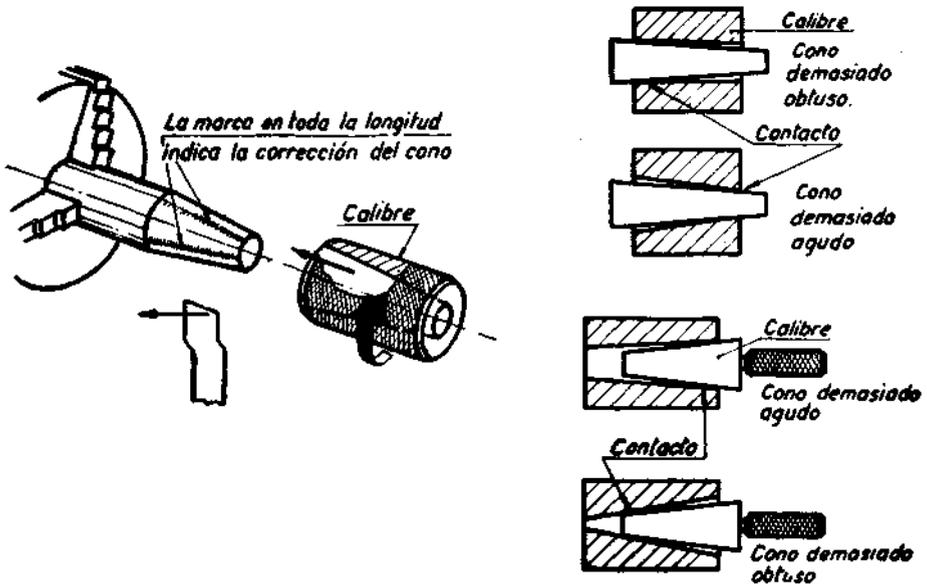


Figura 370. — Comprobación con calibre.

Se marcan unas rayas con tiza a lo largo de la superficie obtenida o bien se unta ligeramente con óxido de plomo {minio}. Se entra el calibre y se hace girar de forma que entren en contacto las dos superficies cónicas; en las zonas en donde se ajusten quedarán las marcas, que nos señalarán la corrección a efectuar (fig. 370).

Se observan las siguientes reglas características:

- 1.^a Reglaje correcto.
El calibre roza en toda longitud.
- 2.^a Reglaje incorrecto de un eje cónico.
Cono demasiado agudo, el calibre toca por atrás.
Cono demasiado obtuso el calibre toca por delante.
- 3.^a Reglaje incorrecto de un mandrinado cónico:
Cono demasiado agudo, el calibre toca por atrás.
Cono demasiado obtuso, el calibre toca por delante.

MÉTODO PRACTICO PARA TERMINAR UN CONO

Vamos a ver un método práctico para terminar un cono a medida una vez reglada la conicidad y torneado con el carro portaherramientas (figura 371).

Se desbasta el cono con un excedente de 0,5 mm. sobre el diámetro. Se presenta el calibre (posición 1) y se mide la distancia y , que llamaremos insuficiencia de penetración hasta la medida). Se retrasa la herramienta con el carro portaherramientas (trayectoria paralela a la generatriz) hasta la posición 3.

Se afloja el carro longitudinal y se desplaza de derecha a izquierda la medida y empleando con una galga patrón de dicha medida. La herramienta pasará entonces a la posición 4 (con trayectoria paralela al eje principal). Se efectúa la nueva pasada y el calibre ocupará posición 2.

Generalmente los conos torneados se acaban de ajustar y se pulen con lima y tela.

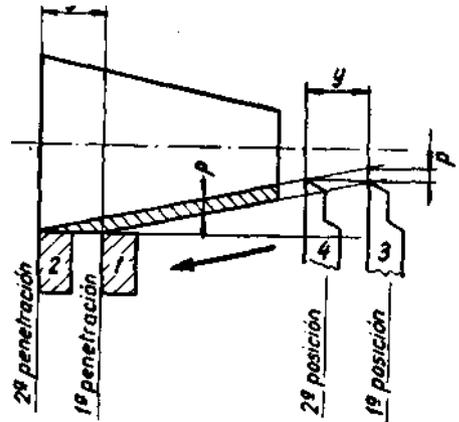


Figura 371. — Reglaje para hacer que penetre el calibre una distancia y .

SUPERFICIES DE PARTIDA Y DE REFERENCIA

Como usted ha estudiado en lecciones anteriores muchas veces interesa mecanizar las piezas haciendo referencia a alguna de sus caras ya mecanizadas o aun sin mecanizar. Esto, sobre todo tiene mucho interés para los trabajos en serie.

Cuando la cara está sin mecanizar se llama **superficie de partida** y si está mecanizada recibe el nombre de **superficie de referencia**.

TOPES PARA SUPERFICIES DE PARTIDA

Ahora estudiará usted cómo ha de fijarse una pieza para efectuar el mecanizado de una primera superficie.

Si la pieza es de un diámetro relativamente mediano (hasta unos 200 milímetros) y se ha de fijar el plato universal utilizaremos un tope como el de la figura 372. Este tope, montado en el cono del eje principal, es regulable y permite asegurar una posición más o menos igual de todas las piezas que, por otra parte, servirá para trabajar una primera cara con un mínimo de pasada para garantizarnos excedente en la segunda.

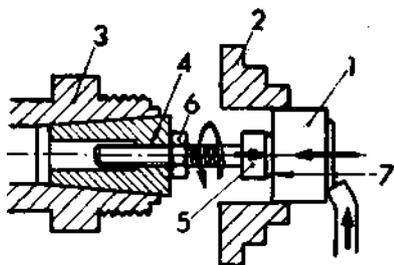


Figura 372. — Fijación de una pieza a tope: 1, pieza; 2, plato universal; 3, eje principal; 4, cono del tope; 5, tornillo de tope regulable; 6, contratuerca de fijación; 7, superficie de partida.

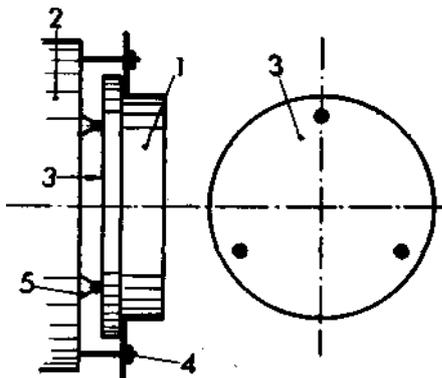


Figura 373. — Fijación de una pieza a tope con el plato liso: 1, pieza; 2, plato liso; 3, superficie de partida; 4, bridas y tornillos de fijación; 5, grilletes de apoyo.

Si la pieza es muy grande y ha de fijarse en un plato liso, puede utilizarse unos topes, también regables y fijarla después con bridas (fig. 373). El número de topes debe ser siempre tres, ya que este número es el que determina un plano. En la figura 374 se muestra uno de estos topes que reciben los nombres de gatos o grilletes y que además, tiene la cabeza articulada para lograr un buen apoyo en cualquier superficie.

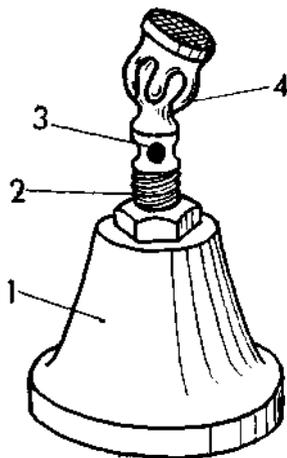


Figura 374. — Grillete de apoyo: 1, base; 2, rosca de graduación; 3, rótula; 4, soporte inclinable.

SUPERFICIES DE REFERENCIA

Una vez mecanizada la primera

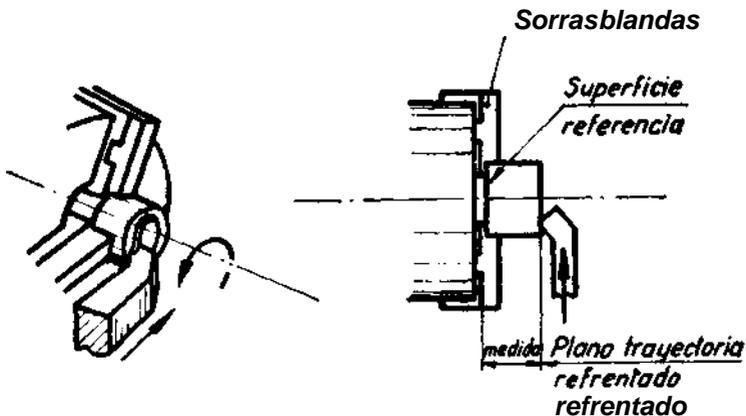


Figura 375. — Refrentado de una pieza fijada en patas blandas.

cara, todas las demás se tornean con referencia a ésta; de ahí que se le dé el nombre de **superficies de referencia**. Vea, por ejemplo, en la figura 375 cómo una vez mecanizada la primera superficie, puede utilizarse fácilmente ésta para, haciendo tope en las garras blandas, refrentar toda una serie de piezas a la misma medida, siempre que, además, pueda también fijarse la trayectoria de la herramienta en el mismo plano.

Naturalmente que puede lograrse esto último fijando el carro longitudinal sobre la bancada y acercando y separando la herramienta con el solo accionamiento del carro transversal, pero esto no siempre es posible, pues en piezas cortas debe fijarse el carro muy cerca del plato universal, lo que puede dificultar extraordinariamente el montaje y el desmontaje de la pieza.

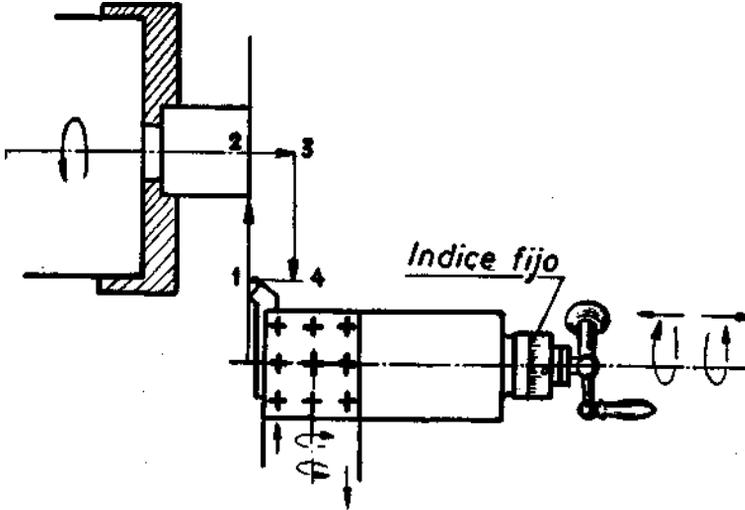


Figura 376. — Refrentado a una misma medida.

Observe, no obstante, en la figura 376 cómo se efectúa el refrentado de una serie de piezas a una misma medida. Suponga usted que tiene ya la herramienta a medida (con el índice del carro superior a 0) y el carro fijado en la bancada. El orden de operaciones es el siguiente:

- Montaje de la pieza en las garras blandas.
- Acercar la herramienta y refrentar pieza (de 1 a 2).
- Retirar la herramienta con carro superior (de 2 a 3).
- Acercar la herramienta con carro superior hasta la graduación de medida (de 3 a 4).
- Desmontaje de la pieza.

De esta forma, pueden refrentarse muchísimas piezas, pues pueden quedar todas iguales de medidas con diferencias máximas de 0,05 mm.

TOPE SENCILLO FIJO

Cuando no hay posibilidad de trabajar con el carro fijado muy

cerca del plato, por los inconvenientes que hemos señalado, conviene prepararlo de forma que aun cuando se tenga que hacer retroceder el carro, pueda volverse luego a llevar a* su posición adecuada para poder mecanizar una serie de piezas iguales.

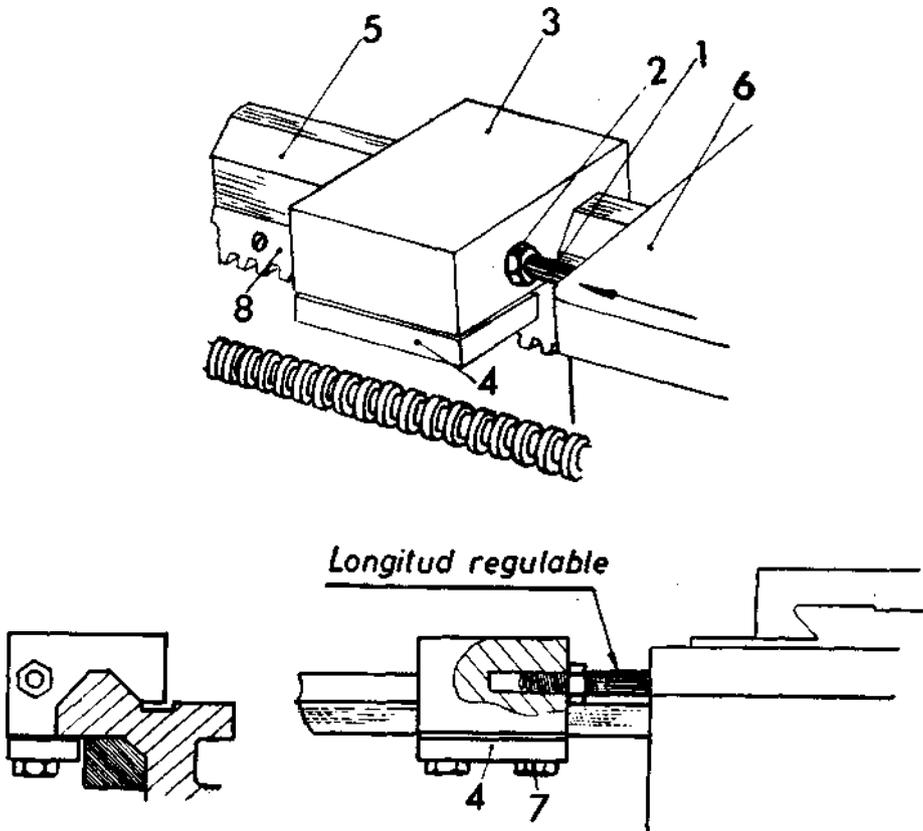


Figura 377.—Tope fijo en bancadas: 1, tope; 2, contratuerca de fijación; 3, cuerpo de tope a fijar en el prisma; 4, suela de fijación; 5, prisma de la bancada; 6, carro longitudinal; 7, tornillos de fijación de la suela; 8, cremallera.

Lo único que hay que hacer es poner un obstáculo o tope en una posición tal que pueda ponerse el carro en la misma posición tantas veces como convenga. Generalmente se fija en el prisma de la bancada, haciendo tope el carro en una varilla cuya longitud puede regularse fijándola después con una contratuerca (fig. 377).



Figura 378. — Tope múltiple de 4 posiciones «Cumbre».

Trabajando, pues, con este tope el desplazamiento de la herramienta se hace con el carro longitudinal, en lugar de como ha visto en la figura 376, pero, insistiremos de nuevo, cada vez que se ponga el carro en posición para el torneado, debe fijarse a la bancada y aflojarse para retirarlo.

TOPE MÚLTIPLE

El tope múltiple se basa en el mismo principio que el tope sencillo y se utiliza para el mismo fin. Su diferencia consiste en que, por medio de un tambor, puede trabajar con varios topes (fig. 378).

Vea en la figura 379 la forma en que puede ir disponiendo de los cuatro topes de la figura 378.

La barra 1 es la que hace tope contra el carro. Para pasar a la posición siguiente se procede como sigue: Como quiera que la barra solamente puede desplazarse según indican las flechas lo que tiene que girar es el dado tope 6, fijo en el tambor 5, de forma que tiene tantas posiciones como tornillos regulables 3 (normalmente cuatro).

Se regula a medida el primer tornillo regulable de forma que estando éste en contacto con el dado, queda la barra tope en la posición adecuada.

Para cambiar la medida de la posición de tope se saca la barra ha-

cia delante (flecha A) se hace girar el tambor (flecha B) hasta su nueva posición y entonces será otro tornillo el que quedará en posición de hacer tope con el dado; se echa la barra hacia atrás (flecha C) y ya puede acercarse el carro hasta la nueva posición de tope. Los tornillos 3 pueden regular la distancia por ir roscados en 2

La barra se desliza por el interior del cuerpo 4, orientada por su ranura 10, su aplicación es especialmente ventajosa para mecanizar piezas como la de la figura 380 en la que una misma fijación y mediante la utilización de los cuatro topes escalonados, se pueden terminar cuatro medidas distintas, con referencia a una misma cara, con lo que se evitan el ir sumando posibles *errores en* las medidas de las longitudes de los escalones si se tomaran cada una, respecto de la anterior (fig. 381) o bien para conseguirlo, trabajando con un solo tope habiéndose de efectuar cuatro fijaciones distintas.

Cuando no se dispone de un tope de este tipo y se tiene que realizar un trabajo como el de la figura 380 se *prepara* el tope sencillo para la medida más próxima a la superficie de referencia y las otras se hacen intercalando varillas auxiliares de medidas determinadas para conseguir la longitud que se busca (fig. 382).

Esta solución es más segura que la de la figura 381, pues utiliza siempre la misma cara de referencia. Tiene el inconveniente de que el tornero ha de estar sujetando la varilla con la mano izquierda, lo que le dificulta el trabajo, ya que la forma de ajustar el carro a tope es a mano, es decir, se desembraga el automático con la izquierda cuando está a punto de entrar en contacto el carro con el tope y se acaba de *acercar a mano*.

Naturalmente cuanto más topes hay que poner a medida o sea, cuantas más longitudes se han de mecanizar, más largo es el tiempo de preparación por lo que este sistema que es ventajosísimo para medianas y grandes series, no es aconsejable para un número pequeño de piezas.

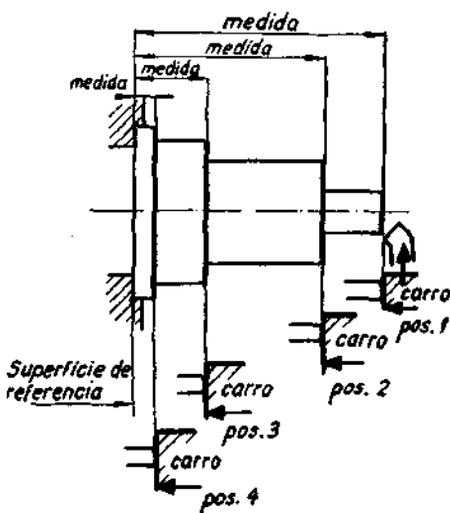


Figura 380. — Trabajando con un tope de 4 escalones.

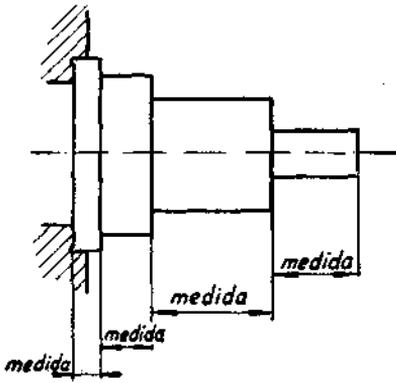


Figura 381. — Mecanizado de un eje escalonado.

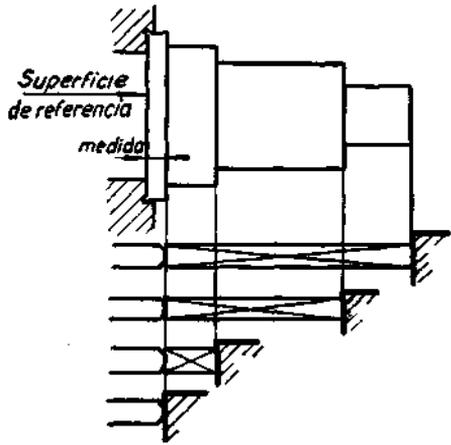


Figura 382. — Mecanizado de 4 longitudes con tope fino y varillas auxiliares.

Vea en la figura 383 un tope de este tipo para el carro transversal y en la figura 301 de la lección 8, otro tipo de tope múltiple para el carro longitudinal. Otros tornos llevan el tope múltiple dispuesto en la parte anterior del cabezal, tal como se ven en la figura 384, pero tiene el inconveniente de que las varillas son excesivamente largas y, a pesar de eso, no puede trabajarse muy lejos del plato.

Otra variante es para trabajar con medidas muy precisas, la de la figura 385 cuando la tolerancia de la longitud a mecanizar (también puede tratarse de la profundidad de un encaste mandrinado) exige tolerancias menores de 0,05 milímetros, se utiliza el tope con comparador, de forma que al entrar en contacto el carro longitudinal con la varilla de tope, ésta empuja el vastago del comparador (vea lección 6.^a) hasta una graduación determinada pudiendo controlar así la longitud o penetración exacta.



Figura 383. — Tope múltiple para el carro transversal.



Figura 384. — Tope múltiple situado en el cabezal.

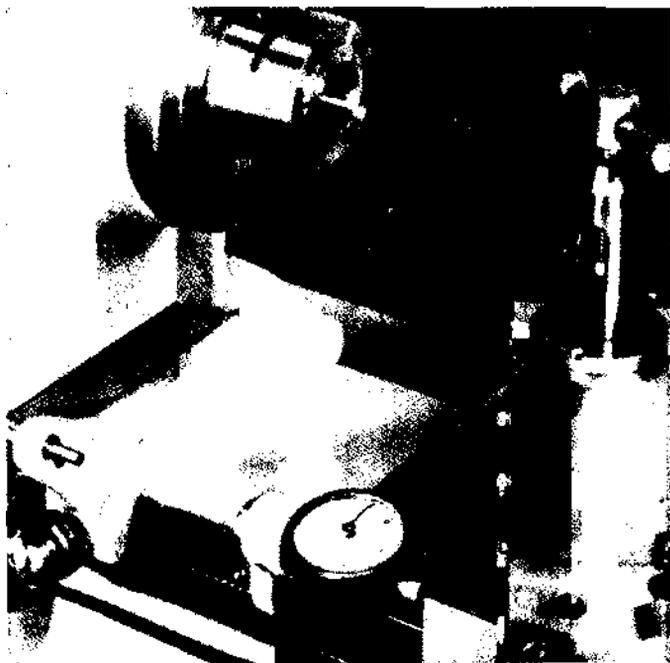


Figura 385. — Tope de precisión (con comparador) para longitudes o profundidades de mandrinado con tolerancias muy restringidas.

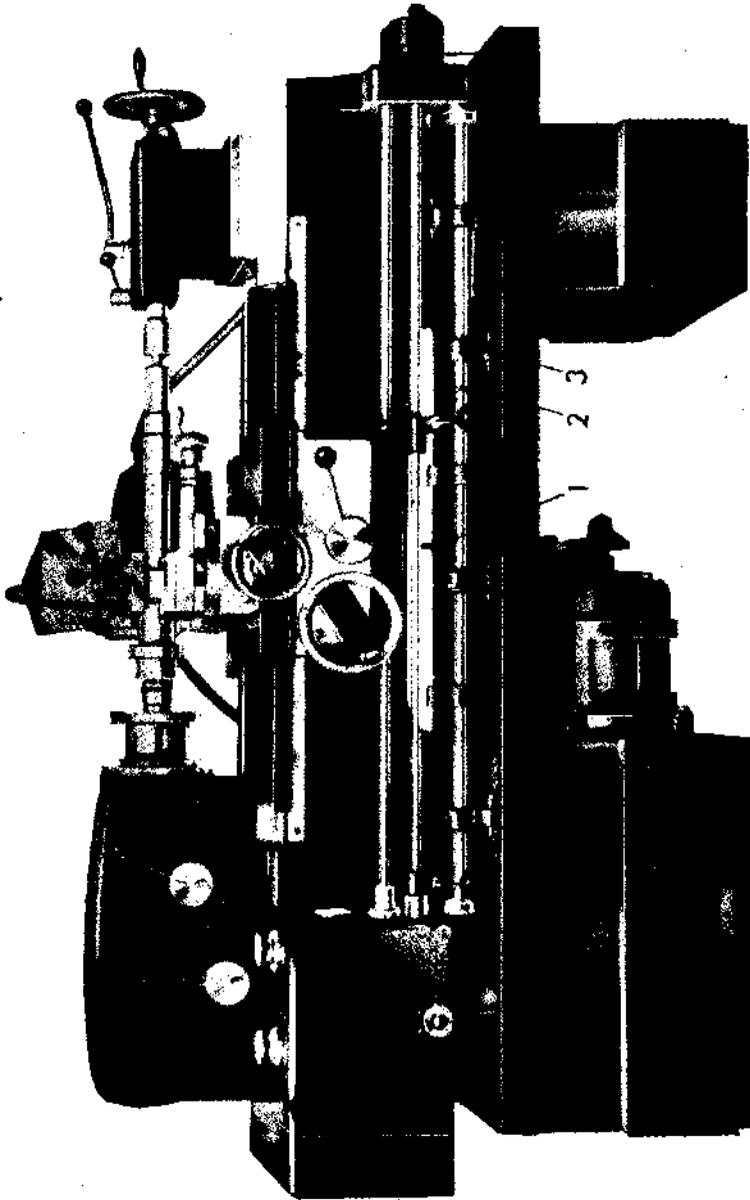


Figura 386. — Torno con barra de topes longitudinal: 1, oreja de tope fija en el delantal; 2, barra; 3, topes.

BARRAS DE TOPES

Los topes múltiples presentan no obstante el inconveniente (en realidad no es inconveniente más que para unos trabajos más bien especiales) de la limitación de longitud entre el primero y el último tope, es decir, que en caso de una pieza muy larga no son suficientes para cubrir una distancia entre escalones de más de 150 mm., salvo los de tipo de la figura 384 que por otra parte, al ser tan largos, pierden precisión por la flexión a que es sometida la varilla al presionar con el carro.

Para solucionar este problema se diseñaron las llamadas barras de topes que vienen a cubrir toda la longitud de la bancada.

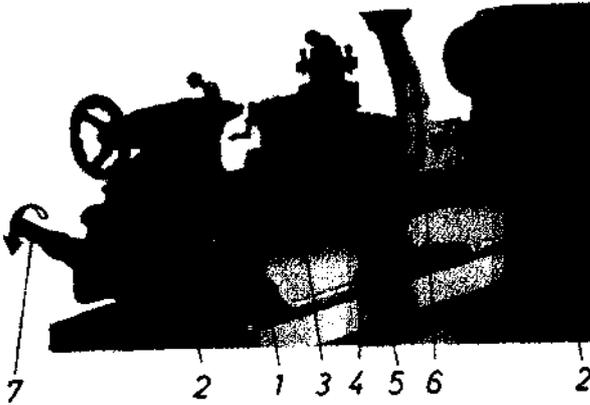


Figura 387.—Barra de topes longitudinal CUMBRE: 1, barra longitudinal; 2, soporte de la barra; 3, ranuras para desplazamiento de los topes; 4, topes; 5, tornillos fijación; 6, oreja de tope fijo en el carro; 7, empuñadura de mando.

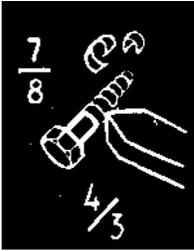
La barra de topes, dispuesta en la parte exterior de la bancada (figura 386), es una barra ranurada en la que pueden montarse seis topes distintos (uno en cada ranura). Al mismo tiempo en la parte inferior del delantal hay una oreja que es la que entra en contacto con el tope, esta oreja es desplazable para dejar paso al carro después de llegar a cada tope. Los topes pueden situarse en toda la longitud de la barra y ésta puede girar para ir presentando frente a la oreja cada tope.

Observe en la figura 387 la barra de topes del torno Cumbre 022. En ella se aprecia fácilmente la oreja de tope y las ranuras por las que pueden deslizarse los topes para ponerlos a la medida que interese.

En este torno, la barra va montada en la parte posterior de la má-

quina por las especiales características de ésta, pero esto no afecta para nada a la forma de prepararla ni a la manera de efectuar el trabajo. La oreja de tope va en este caso fijada en la parte inferior del carro que en la figura está en contacto con un tope; girando la empuñadura girará la barra librando el paso al carro hasta el próximo tope que está montado en la otra ranura.

Estas *barras* de topes permiten indudablemente el trabajar ejes tan largos como quepan sobre el torno, pero recordando siempre que las caras de referencia deben ser las mismas para la serie de piezas, ya sean fijadas éstas en patas blandas o bien entre puntos especiales como vió en la lección 8 (figura 284) para que las diferencias de los puntos de centraje no influyan en una diferente situación de las caras de referencia (figura 283 de la lección 8).



matemáticas para tornero

LECCION

10

GEOMETRÍA

El mecánico trabaja con piezas de diferentes formas y medidas; en Geometría se estudian las formas y los tamaños de las cosas. Así queda explicada la necesidad de los conocimientos geométricos para el mecánico.

ESPACIO Y EXTENSIÓN

Todas las cosas están en el **espacio** y cada cosa ocupa un lugar, una parte determinada del espacio. La cantidad que mide esta parte del espacio se llama **extensión**. En Geometría se estudian las cosas con respecto a su extensión o, lo que es lo mismo, se estudian las formas y los tamaños de las cosas.

DIMENSIONES

La extensión de una cosa en una dirección determinada es llamada **dimensión**. La extensión de una cosa puede tener tres dimensiones:

Largo o longitud

Ancho o latitud

Grueso o espesor, altura o profundidad.

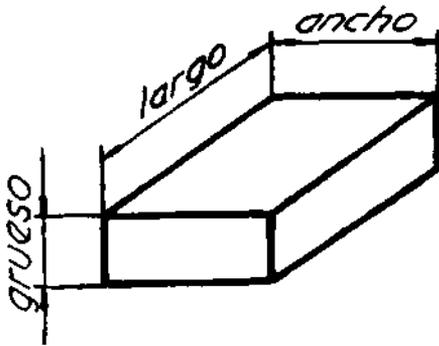


Figura 1

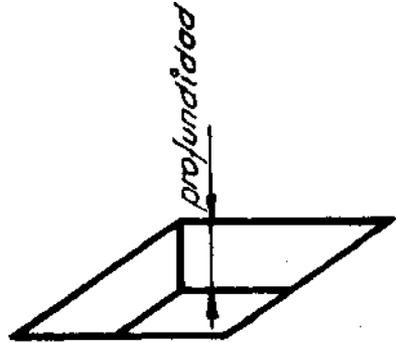


Figura 2

Obsérvese a este respecto las figuras 1 y 2.

Toda cosa cuya extensión tiene tres dimensiones es llamada en Geometría, **cuerpo**. Ejemplos: una casa, un libro, una mesa.

VOLUMEN Y SUPERFICIE

Cuando la extensión tiene tres dimensiones se llama **volumen**. Así, pues, todo cuerpo tiene volumen.

Superficie es la extensión considerada en dos dimensiones: longitud y anchura. Esta página en la que ahora lee es una superficie de papel, es decir, las letras han sido impresas en una superficie de papel. Otro ejemplo: si en una pared se pega un cartel, este cartel ha sido pegado en una superficie de la pared.

PUNTO Y LINEA

El **punto** es el límite mínimo, el extremo más pequeño de la extensión. Al punto se le considera sin longitud, anchura ni profundidad; sólo indica una posición en el lugar donde se tocan dos rectas, lo que se llama una **intersección de dos rectas** (fig. 3). No es que la intersección de dos rectas sea un punto; es sólo una manera de representarlo, es decir, una forma de expresarlo, pues el punto es una posición del espacio que carece de extensión.



Figura 3

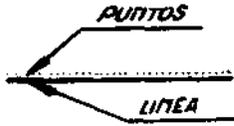


Figura 4



todas unidas formarían una superficie.

Figura 5

Línea es la extensión considerada como una sola dimensión: la longitud. Una línea está formada por una sucesión de puntos (fig. 4) y a su vez una sucesión de líneas forman una superficie (fig. 5).

LINEAS RECTAS Y SEGMENTO

Línea **recta** es la línea en la que todos los puntos que forman su extensión siguen una misma dirección; también puede decirse que es el camino más corto que existe entre dos puntos (fig. 6).

Cuando la línea está limitada en sus extremos, se llama **segmento** (figura 7); sus límites son: puntos A y B que se llaman **origen y extremo del segmento**.

LINEA CURVA Y LINEA ONDULADA

Una línea es **curva** cuando todos sus puntos cambian continuamente de dirección (fig. 8).

Cuando una línea consta de varias curvas que siguen direcciones distintas es **ondulada** (fig. 9).



Figura 8



Figura 9



Figura 10



Figura 11

LINEA QUEBRADA Y LINEA MIXTAS

Línea **quebrada** es la compuesta por varias rectas unidas por sus extremos, pero cada una de ellas en distintas direcciones (fig. 10).

Es la llamada **mixta** la línea compuesta por rectas y curvas (fig. 11).

POSICIONES DE LAS RECTAS

Según su posición en el espacio, una línea recta puede ser: **vertical**, **horizontal** e **inclinada**.

RECTA VERTICAL

Es la que sigue la dirección de los cuerpos al caer, es decir, es la que va de arriba a abajo sin ladearse. Ejemplo práctico es la plomada: Si se ata un peso cualquiera al extremo de un hilo, cuando el peso quede en reposo el hilo seguirá la dirección de la vertical (fig. 12).

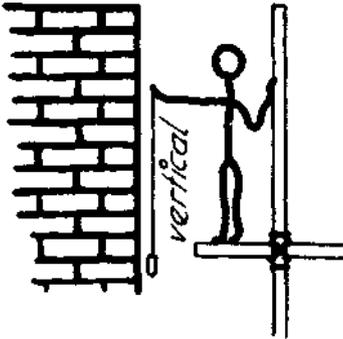


Figura 12

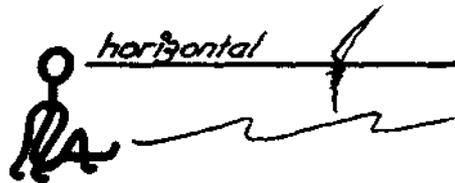


Figura 13

RECTA HORIZONTAL

Es la que va de izquierda a derecha sin inclinarse a ningún lado. El agua en estado de reposo, toma la dirección horizontal (fig. 13).

RECTA INCLINADA

Recta **inclinada** es la que no es horizontal ni vertical (fig. 14).



Figura 14

POSICIÓN DE DOS RECTAS

Acaba de estudiar la línea recta según la posición que ocupa en el espacio, es decir la recta aislada. Si en lugar de una sola recta se estudian dos según la posición en el espacio de una con respecto a otra, resulta que estas dos rectas pueden ser **paralelas**, **convergentes** o **dos rectas que se cruzan**.

RECTAS PARALELAS

Cuando dos líneas rectas guardan siempre igual distancia entre sí, es decir, cuando colocadas a igual distancia una de otra no se encuentran por mucho que se alarguen son **paralelas** (fig. 15).



Figura 15

RECTAS CONVERGENTES

Si dos rectas se alargan hasta llegar a tocarse en un punto (fig. 16).

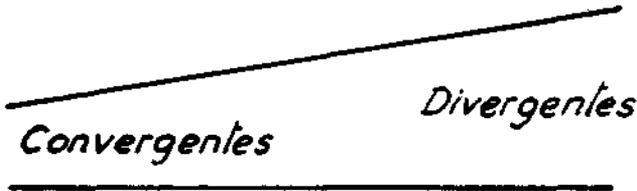


Figura 16

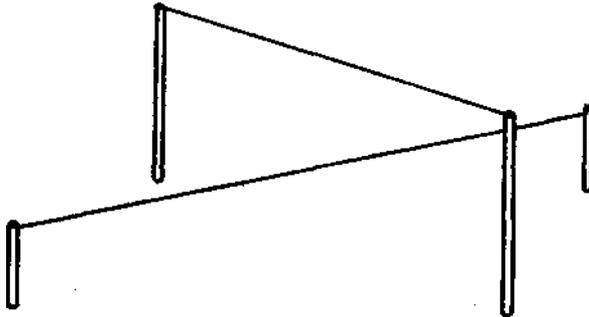


Figura 17

se llaman **convergentes** por la parte que se acercan y **divergentes** por la parte que se separan.

RECTAS QUE SE CRUZAN

Dos rectas pueden alargarse hasta cruzarse por un punto sin tocarse. En la figura 17 verá dos hilos sostenidos por unos palos, los cuales se cruzan, es decir, pasa uno por encima de otro sin tocarse en punto alguno.

ÁNGULO

Ángulo (fig. 18) es la abertura formada por dos rectas que parten de un mismo punto.



Figura 18

LADOS Y VÉRTICE

Lados de un ángulo son las rectas que lo forman. **Vértice** es el punto del que parten las dos rectas. Así los lados del ángulo de la figura 18 son las rectas AB y BC y el vértice el punto B.

Para facilitar el trabajo con los ángulos en definitiva para entendernos mejor, un ángulo se nombra, se expresa con las letras **ABC**. Los lados son llamados A y C y el vértice B. Por esto, la letra B siempre se nombra en medio de los otros dos y decir **BAC** resulta incorrecto. Debe ser **ABC** o **CBA** (la letra B o sea el vértice, siempre en medio).

También, tal como ya ha estudiado respecto a los llamados ángulos de corte, se suele nombrar el ángulo con una letra griega. Fíjese en la forma y el nombre de algunas de ellas que se emplean corrientemente en la técnica mecánica.

α alfa	δ delta	τ_i eta
β beta	ϵ epsilon	π pi
γ gamma	ζ zeta	ω omega

CLASIFICACIÓN DE LOS ÁNGULOS

Según su abertura, los ángulos pueden ser: **rectos, agudos y obtusos.**

Fíjese en la figura 19. Si se traza una recta en un punto cualquiera de otra recta de modo que formen dos ángulos iguales, es decir, de igual abertura, estos dos ángulos son llamados **ángulos rectos** y las dos rectas son **perpendiculares**. Por lo tanto, **ángulos rectos son los formados por dos rectas perpendiculares.**

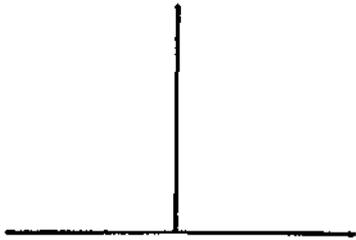


Figura 19

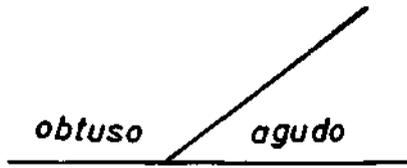
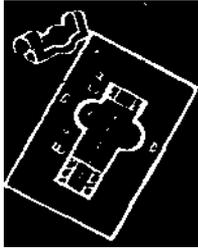


Figura 20

Cuando las dos rectas no son perpendiculares (fig. 20), es decir, cuando la abertura de uno de los ángulos que forman las dos rectas es mayor que la del otro, se llama **obtuso** al ángulo de mayor abertura y **agudo** al de menor abertura. En este caso las rectas son **oblicuas**. Queda, pues, entendido que el ángulo obtuso es el ángulo mayor que el recto y el agudo, el menor.



Interpretación planos

LECCIÓN

10

ENGRANAJES

Un engranaje es un par de ruedas dentadas, es decir, dos piezas, como las de la figura 137, que tienen forma de ruedas y presentan en su periferia unas partes entrantes (**huecos**) y otras salientes (**dientes**), aunque comúnmente suele llamarse engranaje a cada una de las dos ruedas. Estas piezas están construidas de tal forma que los dientes de cada una se acoplan a los huecos de la otra. Con esto se consigue que si se hace girar una de ellas el movimiento se transmite a la otra por empuje directo entre los dientes; por ejemplo en la figura 137, si se hace girar el piñón (1) en el sentido que indica la flecha, los dientes de éste empujarán a los de la rueda (2) y la harán girar en el sentido indicado por la flecha dibujada sobre ella.

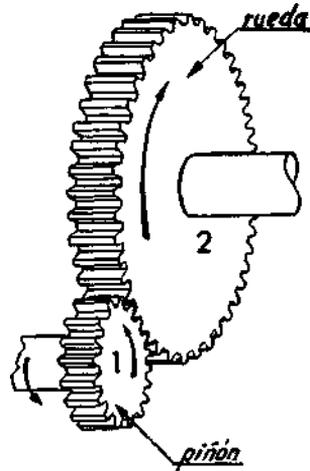


Figura 137

Usted ya conoce la importancia de los engranajes. Por ello, usted estudiará su representación en los planos.

CIRCUNFERENCIA PRIMITIVA

Desde el punto de vista de la transmisión del movimiento, un engranaje puede ser considerado como dos ruedas que se mueven rodando una sobre otra sin deslizamiento, cada una de las circunferencias de contacto de estas ruedas imaginarias es lo que se llama **circunferencia primitiva** de la rueda dentada a que corresponde. En la figura 138 se ha representado esquemáticamente un engranaje y en ella puede ver las circunferencias primitivas de las ruedas, dibujadas con línea de trazo y punto.

El diámetro correspondiente a la circunferencia primitiva de una rueda dentada se llama **diámetro primitivo**.

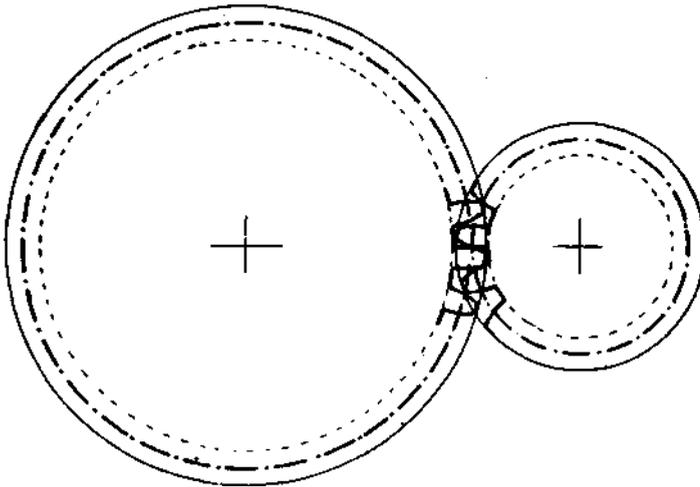


Figura 138

CIRCUNFERENCIA EXTERIOR Y CIRCUNFERENCIA DE FONDO

Otros datos interesantes de las ruedas dentadas son la circunferencia que limita las partes más salientes de los dientes que se llama **circunferencia exterior** y la circunferencia que determina la parte más interna o fondo de los huecos que recibe el nombre de **circunferencia de fondo**.

En el esquema de la figura 138 se han representado estas circunferencias: las circunferencias exteriores con línea seguida y las circunferencias de fondo con líneas de puntos.

El diámetro de la circunferencia exterior se llama diámetro exterior y el de la circunferencia de fondo se llama diámetro de fondo.

PERFIL DEL DIENTE

En una rueda dentada se llama perfil del diente a la línea de intersección de la superficie de los dientes con un plano normal (perpendicular) a esta superficie, en la figura 139 se presenta el perfil de un diente.



Figura 139

PASO CIRCULAR

Se llama paso circular de una rueda dentada a la longitud del arco de la circunferencia primitiva abarcado por un hueco y un diente. En la figura 140 verá claramente este arco.

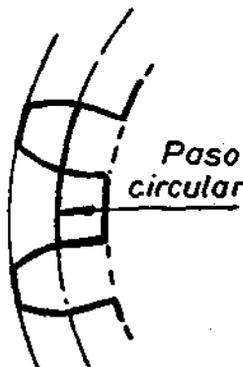


Figura 140

CONDICIONES PARA QUE ENGRANEN DOS RUEDAS DENTADAS

Para que dos ruedas dentadas puedan engranar es decir, formar un engranaje capaz de transmitir el movimiento de giro de una a otra de forma correcta, en primer lugar el paso circular de las dos ruedas debe ser el mismo y por otra parte los perfiles de los dientes deben estar construidos de una determinada manera.

Con el fin de que se puedan construir series de ruedas dentadas que puedan engranar unas con otras y ser sustituidas o repuestas sin

dificultad, los perfiles de los dientes y sus dimensiones se han normalizado. Esto ha permitido al mismo tiempo, dibujar los planos de las ruedas dentadas sin necesidad de dibujar todo el perfil de los dientes, cosa que por otra parte es engorrosa y difícil, indicando mediante representaciones convencionales las superficies dentadas.

REPRESENTACIÓN CONVENCIONAL DE LOS DENTADOS

Para simplificar el dibujo de las piezas dentadas se utiliza una representación convencional del dentado de las mismas. Esta representación es variable según la escala y el objeto del plano y consiste en general en representar la superficie del dentado por sus circunferencias

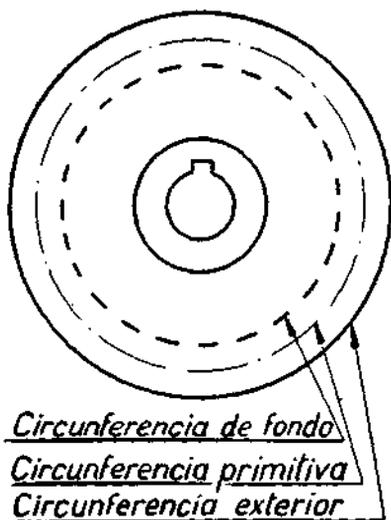


Figura 141

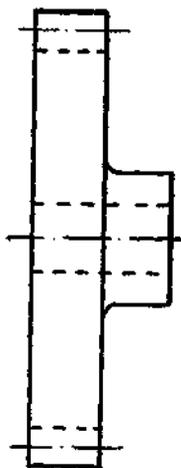


Figura 142

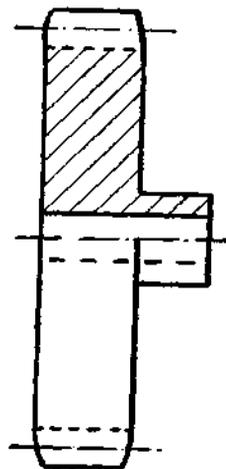


Figura 143

Si se trata de planos en detalle de piezas dentadas sueltas que han de servir para fabricar tales piezas, el dentado se suele representar

por las tres circunferencias citadas, como se muestra en la figura 141. De ellas la circunferencia primitiva se dibuja con línea de trazo y punto, la circunferencia exterior se traza de línea seguida y la circunferencia de fondo se traza con línea de puntos.

La representación del dentado visto de perfil sé hace en este caso como puede verse en la figura 142; la línea correspondiente a la circunferencia de fondo se dibuja con puntos. Si el dentado se representa

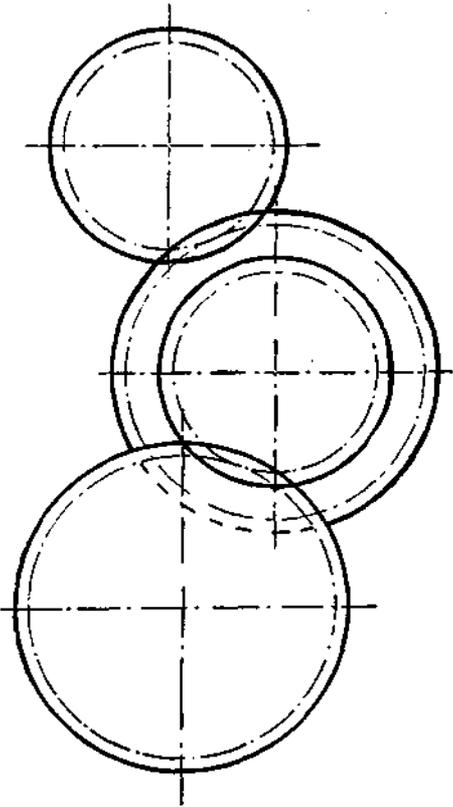


Figura 144

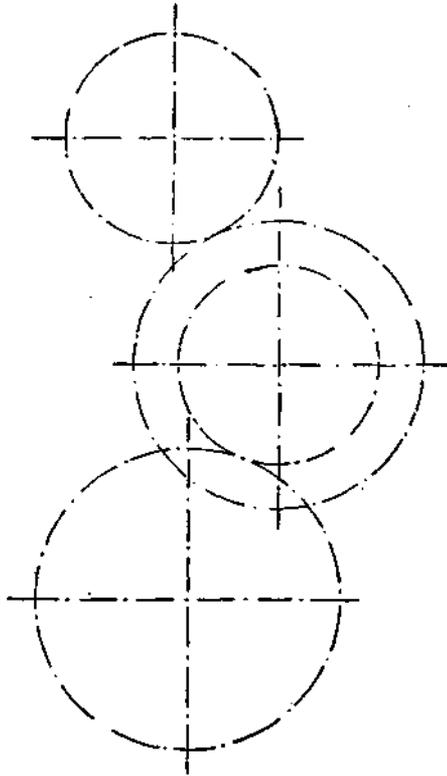


Figura 145

según un corte de perfil se dibuja como se muestra en la figura 143; el corte se dibuja hecho de manera que pase por el fondo de un hueco y

el diente aparece así sin cortar, señalándose además con línea de trazo y punto la línea correspondiente a la circunferencia primitiva.

Si los planos son de conjuntos que deben servir para el estudio de las dimensiones totales de los engranajes se suelen representar los dentados sólo por dos circunferencias: la circunferencia primitiva, dibujada con línea de trazo y punto y la exterior trazada con línea continua, como se muestra en la figura. 144.

Cuando los planos son conjuntos esquemáticos que sólo tienen por objeto mostrar las posiciones relativas o el funcionamiento de los engranajes el dibujo se simplifica al máximo y los dentados se representan solamente por la circunferencia primitiva dibujada con línea de trazo y punto como se puede ver en la figura 145.

COMO SE INDICA EN LOS PLANOS LA FORMA Y DIMENSIONES DE LOS DENTADOS

Naturalmente no basta con señalar en los planos que una superficie está dentada, utilizando la representación que se acaba de estudiar en el párrafo anterior. Para poder construir el dentado son necesarios además ciertos datos que determinen la forma y dimensiones del dentado.

Cuando se trata de dientes normalizados, basta con la indicación de unos pocos datos que son los que determinan con toda exactitud el perfil del diente.

Los más importantes de estos datos son:

El módulo.

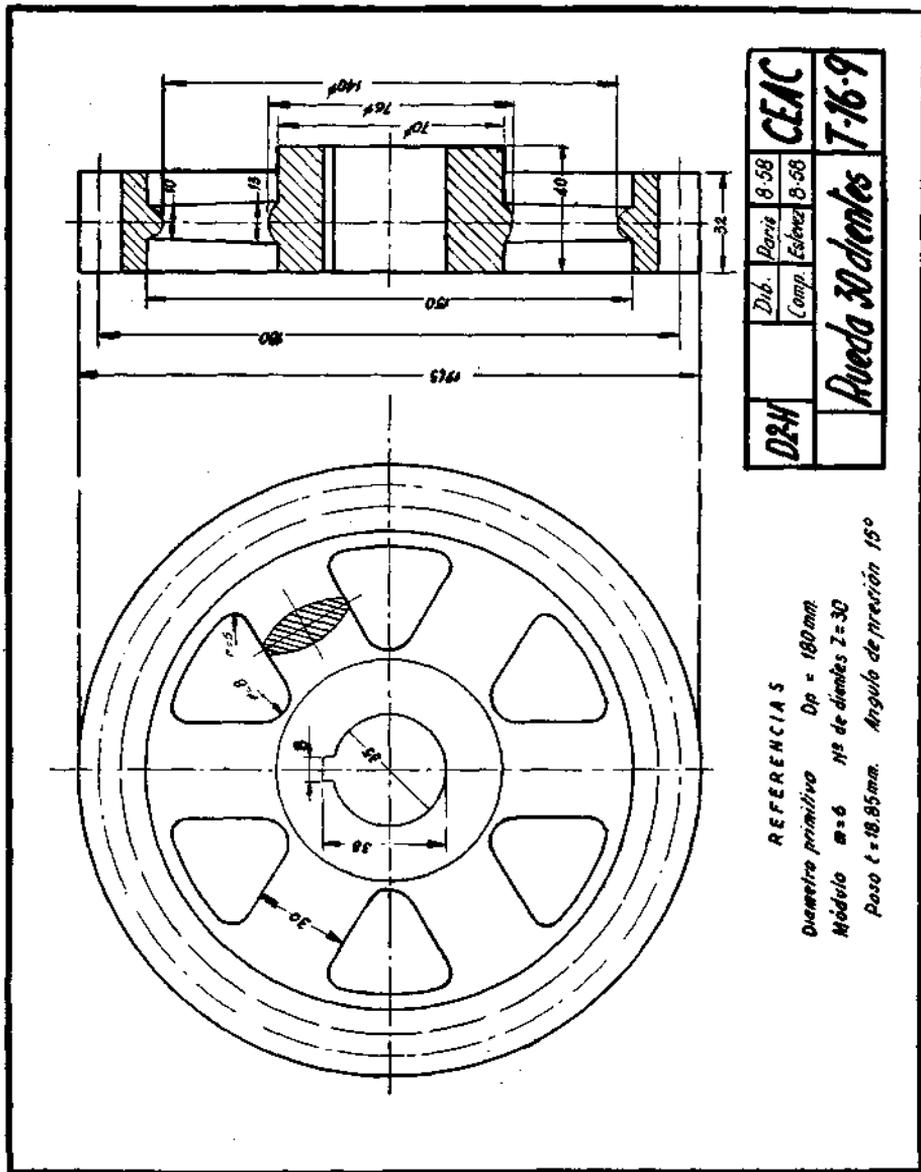
El número de dientes.

El ángulo de presión.

El tipo de perfil.

El empleo y total significado de estos datos lo estudiará usted en lecciones posteriores, aquí sólo se estudiará su indicación en los planos.

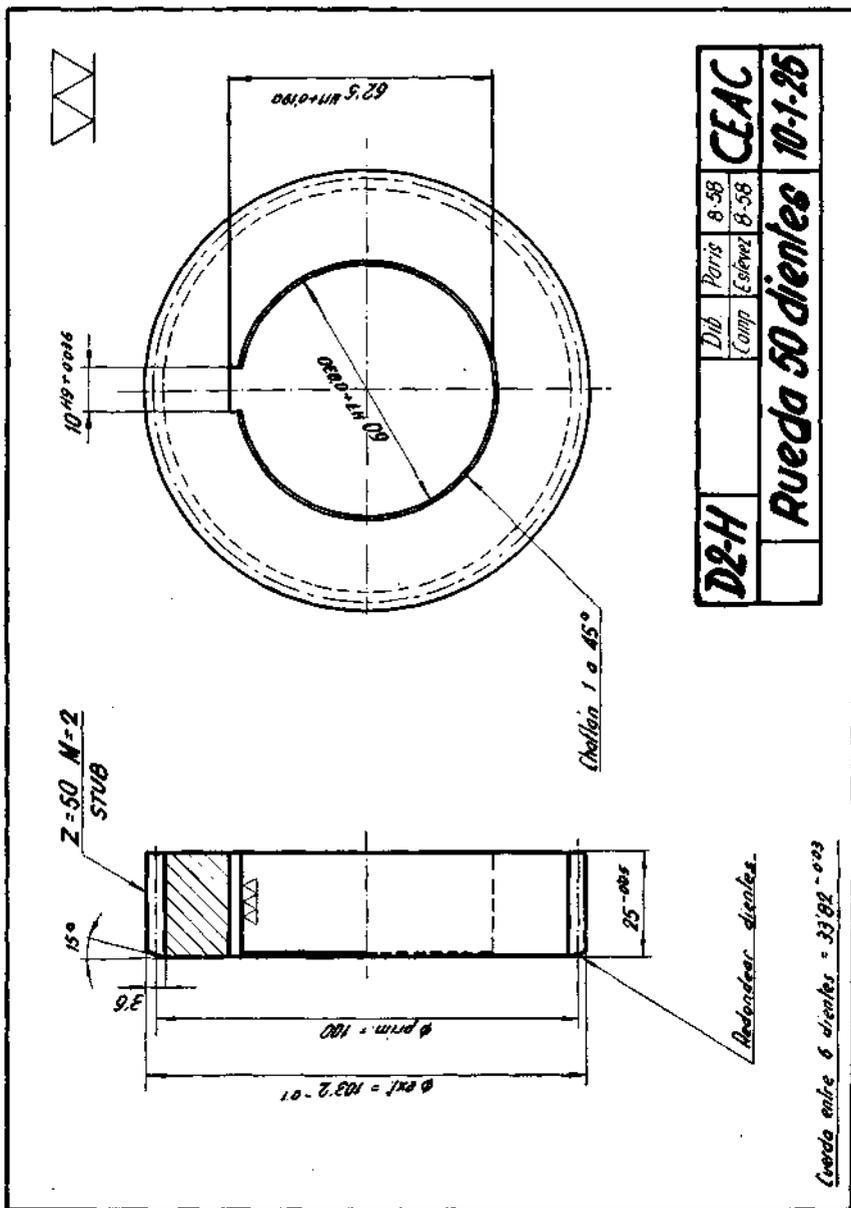
En los dentados normalizados se distinguen dos tipos de perfil, el **diente normal** y el **diente corto** también llamado **diente stub**. En los planos no se pone ninguna indicación si se trata de diente normal, como puede ver en la lámina 15, pero si se trata de diente corto se hace constar rotulándolo como se puede ver en la lámina 16 donde se indica con la palabra **stub** que se trata de un dentado de este tipo.



REFERENCIAS

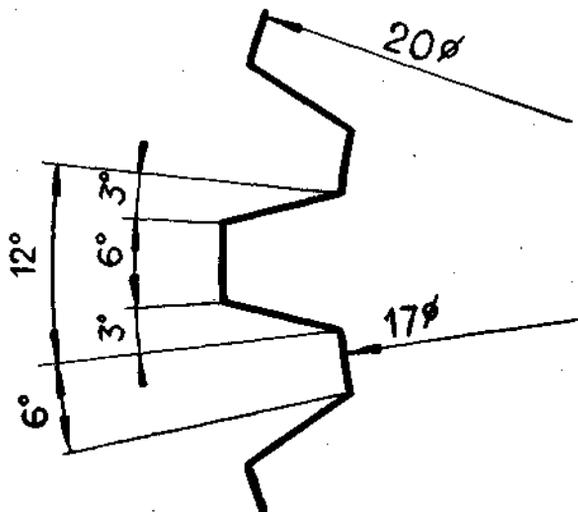
Diámetro primitivo $D_p = 180 \text{ mm}$
 Modelo $m = 6$ $1/2$ de dientes $Z = 30$
 Paso $t = 18,85 \text{ mm}$. Ángulo de presión 15°

LAMINA 16



En cuanto al ángulo de presión, éste en los dentados normalizados españoles es de 20° , pero se admiten también ángulos de presión de $14^\circ 30'$ y de 15° . Como en el caso del tipo de perfil, este dato sólo se hace constar en el plano cuando es distinto del normal de 20° , como puede verse en la lámina donde se hace constar que el dentado tiene un ángulo de presión de 15° .

Otro de los datos que se consigna siempre en los planos de dentado es el número de dientes, pues aunque podría calcularse partiendo de otros datos que figuran en el plano, como son el diámetro primitivo y el módulo, tiene sin embargo una gran importancia como dato de



Detalle del dentado 10:1

Detalle del dentado 10:1

Figura 146

partida para la mecanización por lo cual no deja de hacerse constar en los planos. En algunos casos se indica detrás de las palabras número de dientes, como en la lámina 15 y en otros se indica con la letra z como se muestra en la lámina 16 donde puede apreciar el rotulado $z = 50$ que indica que el dentado tiene 50 dientes.

Por último se indica en los planos el valor conocido con el nombre de **módulo del dentado**. Este valor es el cociente resultante de dividir la longitud del diámetro primitivo medida en milímetros por el número de dientes de la rueda. Este valor es de extraordinaria importancia, pues como verá cuando estudie los engranajes la forma y dimensiones del perfil de los dientes dependen de él. El módulo se indica en los planos con la palabra **módulo** o con la letra M precediendo a su valor, como puede ver en las láminas 15 y 16 respectivamente.

Cuando los dentados son de perfiles especiales no normalizados, además de la representación convencional de la superficie dentada en la forma estudiada en el párrafo anterior, se dibuja detalladamente y debidamente acotada la forma de perfil. Este dibujo se hace sobre el mismo dibujo de la pieza, si es suficiente grande para que el detalle quede claro o en una vista de detalles separada y a escala mayor, como por ejemplo, el que se muestra en la figura 146.

En los planos de piezas dentadas se acota el diámetro primitivo que es el que sirve de base para el cálculo de los engranajes y, además, el diámetro exterior este último es necesario como dato para construir la pieza, pues es el diámetro a que debe quedar la pieza mecanizada antes de dentar.

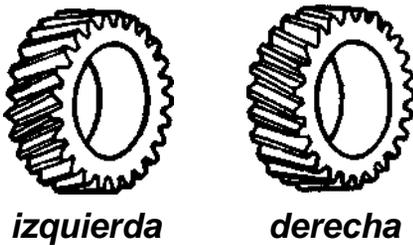


Figura 147

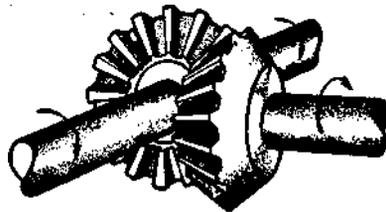


Figura 148

OTROS DATOS EN LOS PLANOS DE PIEZAS DENTADAS

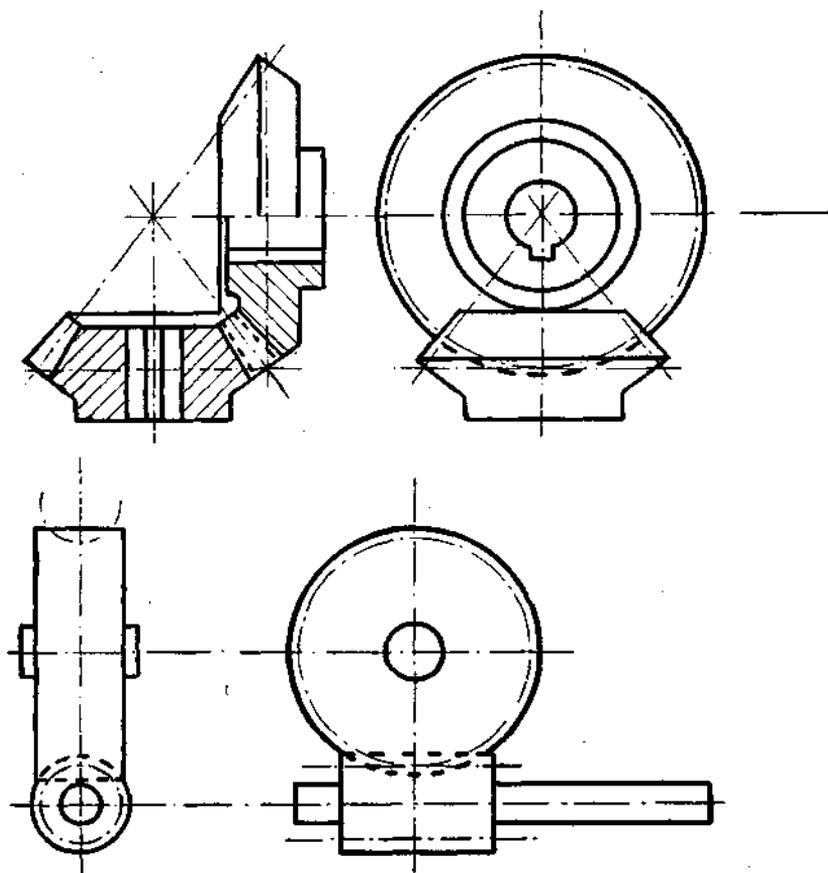


Figura 149

La representación convencional y los datos para indicar la forma y dimensiones del dentado que se acaban de estudiar son suficientes para la representación en los planos de los llamados engranajes cilíndricos de dentado recto, que son los que tienen el dentado como los de la figura 137.

Además de este tipo de ruedas dentadas hay otros empleados para distintas finalidades tales como los de dentado helicoidal (fig. 147), los engranajes cónicos (fig. 148), los de tornillo sin fin (fig. 150) y otros. La representación convencional de estos engranajes se hace de forma similar a la de los engranajes cilíndricos de dentado recto, como puede apreciarse en la figura 149, pero además de los datos que se han citado en el párrafo anterior, en los planos de estas piezas figuran otros datos complementarios para su construcción precisa. Estos datos complementarios se indican en los planos por escrito, como los otros.

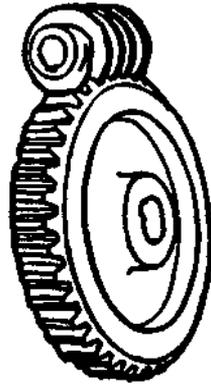
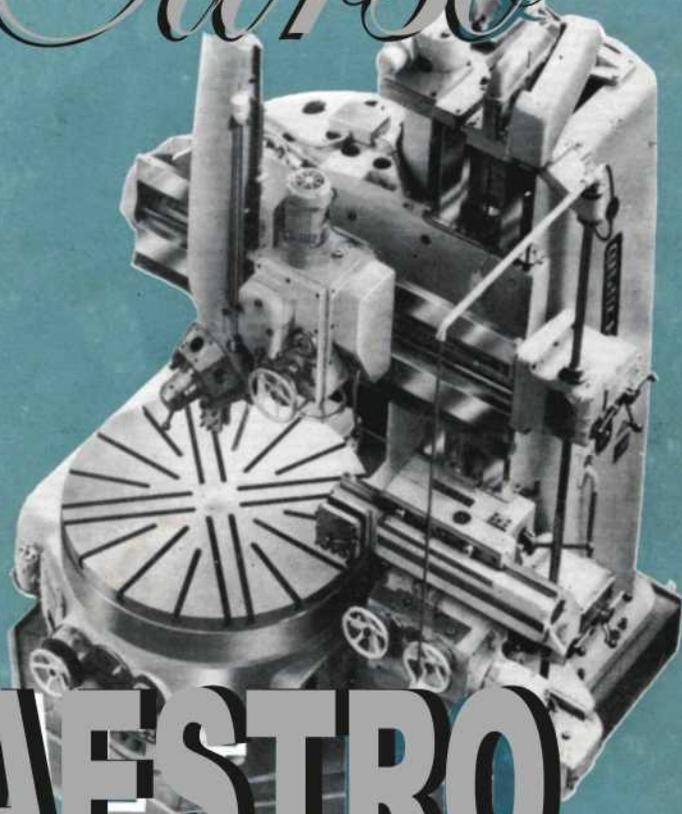


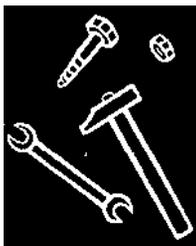
Figura 150

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 11



conocimientos generales mecánica

LECCIÓN

11

ROSCAS

Usted ya sabe qué es una rosca y a qué se llama paso de rosca y, por otra parte, en la lección 9.^a de INTERPRETACIÓN DE PLANOS estudió su representación en los planos. Ahora estudiará otros detalles que usted necesita conocer.

Debido al gran empleo que se hace de los tornillos y tuercas se han normalizado, es decir se han fijado unas formas, unos pasos y unas medidas de manera que cualquier tornillo de una forma y características determinadas fabricado en un país cualquiera pueda ser sustituido por otro fabricado en otra parte siguiendo las normas establecidas. A continuación veremos los dos tipos de rosca más empleados: **Rosca métrica y rosca Whitworth.**

DIMENSIONES A CONSIDERAR EN UNA ROSCA

En el esquema de la figura 37 se indican las dimensiones a considerar en una rosca de perfil triangular, que es el más corriente. El significado de las letras es el siguiente:

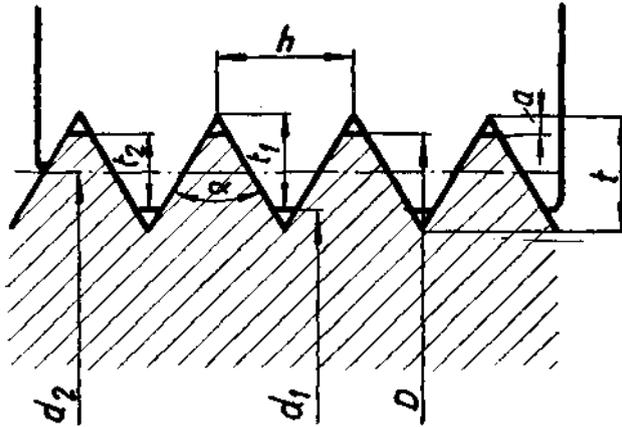


Figura 37

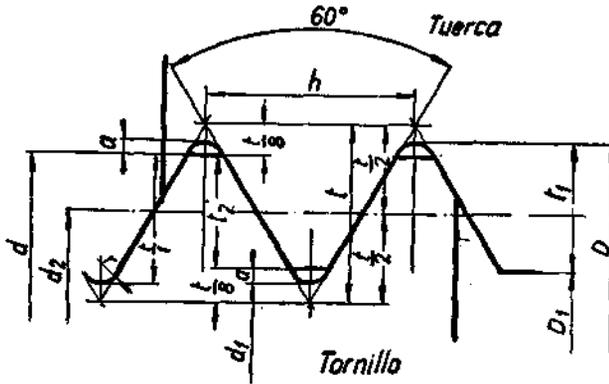
- h — paso de la rosca
- D = diámetro exterior del tornillo
- d_1 = diámetro en el fondo del tornillo
- d_2 = diámetro de flancos o diámetro medio
- t = altura del triángulo generador
- t_1 = profundidad del filete
- t_2 = altura de contacto
- a = ángulo de filete
- a = altura de la truncatura

Con estas dimensiones puede determinarse una rosca y, por lo tanto, construirse.

ROSCA MÉTRICA INTERNACIONAL

Este sistema fue adoptado en el Congreso Internacional para la normalización de las roscas, celebrado en Zurich, en 1898. La forma de la rosca es triangular con un ángulo alfade 60° y la altura a es igual a $1/16$ de la altura del triángulo generador o igual a $0,054$ por el paso, recomendándose que el perfil del fondo sea redondeado ($0,054 \times$ paso).

Este sistema ha sido adoptado por la mayoría de los países europeos que usan el sistema métrico. En la figura 38 se determinan las dimensiones del triángulo en función del paso.



Paso d	Profund. de la rosca t1	Profund. portante t2	Radio r
0,5	0,347	0,325	0,03
0,6	0,417	0,390	0,04
0,7	0,486	0,455	0,04
0,75	0,521	0,487	0,05
0,8	0,556	0,520	0,05
1	0,695	0,650	0,06
1,25	0,868	0,812	0,08
1,5	1,042	0,974	0,09
1,75	1,215	1,134	0,11
2	1,389	1,299	0,13
2,5	1,736	1,624	0,16
3	2,084	1,949	0,19
3,5	2,431	2,273	0,22
4	2,778	2,598	0,25
4,5	3,125	2,923	0,28
5	3,473	3,248	0,32
5,5	3,820	3,572	0,35
6	4,167	3,897	0,38

$$t = 0,8660 h$$

$$t1 = 0,6945 h$$

$$t2 = 0,6495 h$$

$$a = 0,054 h$$

$$r = 0,0633 h$$

Figura 38

En la tabla 10 de roscas métricas se determinan para cada diámetro el paso que le corresponde, así como los correspondientes datos más importantes para su construcción.

ROSCA WHITWORTH

Este es el tipo utilizado para los ingleses según el sistema inglés de medidas ; la forma del filete difiere poco de la forma del métrico y el paso se

Tornillo				Tuerca		
Diámetro de la rosca d	Diámetro en el núcleo d ₁	Sección en el núcleo cm ²	Diámetros en los filetes d ₂	Diámetro de la rosca D	Diámetro en el núcleo D ₁	Diámetro en el núcleo D ₂
3	2,506	0,0418	2,675	3,044	2,350	
3,5	2,966	0,0558	3,110	3,554	2,720	
4	3,028	0,072	3,545	4,002	3,060	
4,5	3,688	0,118	4,480	4,572	3,960	
5	4,510	0,167	5,500	5,080	4,700	
6	5,510	0,247	6,350	7,080	5,700	
7	6,284	0,308	7,188	8,112	6,376	
8	7,264	0,411	8,183	9,112	7,376	
9	7,918	0,492	9,025	10,136	8,052	
10	8,916	0,624	10,026	11,136	9,052	
11	9,570	0,718	10,863	12,156	9,728	
12	11,222	0,989	12,701	14,180	11,402	
14	13,222	1,373	14,701	16,180	13,402	
16	14,828	1,627	16,376	18,224	15,452	
18	16,928	2,145	18,376	20,224	17,552	
20	19,528	2,900	20,376	22,224	19,552	
22	21,828	3,469	22,051	24,270	21,552	
24	24,832	4,004	25,051	27,270	23,552	
27	28,832	5,004	28,051	31,270	27,552	
30	33,138	6,004	31,727	35,270	31,552	
33	38,138	7,218	35,727	40,270	36,552	
36	43,444	8,544	40,402	45,270	41,552	
39	49,150	9,984	45,402	50,270	46,552	
42	55,250	11,544	50,402	55,270	51,552	
45	61,750	13,230	55,402	60,270	56,552	
48	68,750	15,044	60,402	65,270	61,552	
51	76,250	17,004	65,402	70,270	66,552	
54	84,250	19,124	70,402	75,270	71,552	
57	92,750	21,404	75,402	80,270	76,552	
60	101,750	23,844	80,402	85,270	81,552	
63	111,250	26,444	85,402	90,270	86,552	
66	121,250	29,204	90,402	95,270	91,552	
69	131,750	32,124	95,402	100,270	96,552	
72	142,750	35,204	100,402	105,270	101,552	
75	154,250	38,444	105,402	110,270	106,552	
78	166,250	41,844	110,402	115,270	111,552	
81	178,750	45,404	115,402	120,270	116,552	
84	191,750	49,124	120,402	125,270	121,552	
87	205,250	53,004	125,402	130,270	126,552	
90	219,250	57,044	130,402	135,270	131,552	
93	233,750	61,344	135,402	140,270	136,552	
96	248,750	65,904	140,402	145,270	141,552	
99	264,250	70,724	145,402	150,270	146,552	
102	280,250	75,804	150,402	155,270	151,552	
104	296,750	81,144	155,402	160,270	156,552	

Tornillo				Tuerca		
Diámetro de la rosca d	Diámetro en el núcleo d ₁	Sección en el núcleo cm ²	Diámetro en los filetes d ₂	Diámetro de la rosca D	Diámetro en el núcleo D ₁	Diámetro en el núcleo D ₂
109	100,666	79,59	105,103	109,540	101,206	
114	105,666	87,69	110,103	114,540	106,206	
119	110,666	96,18	115,103	119,540	111,206	
129	120,666	114,35	125,103	129,540	121,206	
134	125,666	124,04	130,103	134,540	126,206	
139	130,666	134,09	135,103	139,540	131,206	
144	135,666	144,10	140,103	144,540	136,206	
149	140,666	155,40	145,103	149,540	141,206	
154	145,666	168,65	150,103	154,540	146,206	
159	150,666	178,29	155,103	159,540	151,206	
164	155,666	190,32	160,103	164,540	156,206	
169	160,666	202,74	165,103	169,540	161,206	
174	165,666	216,55	170,103	174,540	166,206	
179	170,666	228,76	175,103	179,540	171,206	
184	175,666	242,36	180,103	184,540	176,206	
189	180,666	256,36	185,103	189,540	181,206	
194	185,666	270,74	190,103	194,540	186,206	
199	190,666	285,52	195,103	199,540	191,206	
204	195,666	302,21	200,103	204,540	196,206	
209	200,666	318,56	205,103	209,540	201,206	
214	205,666	336,30	210,103	214,540	206,206	
219	210,666	354,44	215,103	219,540	211,206	
224	215,666	372,96	220,103	224,540	216,206	
229	220,666	391,88	225,103	229,540	221,206	
234	225,666	412,30	230,103	234,540	226,206	
239	230,666	434,90	235,103	239,540	231,206	
244	235,666	458,00	240,103	244,540	236,206	
249	240,666	482,48	245,103	249,540	241,206	
254	245,666	508,00	250,103	254,540	246,206	
259	250,666	534,66	255,103	259,540	251,206	
264	255,666	562,48	260,103	264,540	256,206	
269	260,666	591,65	265,103	269,540	261,206	
274	265,666	622,32	270,103	274,540	266,206	
279	270,666	654,66	275,103	279,540	271,206	
284	275,666	688,66	280,103	284,540	276,206	
289	280,666	724,32	285,103	289,540	281,206	
294	285,666	761,66	290,103	294,540	286,206	
299	290,666	800,66	295,103	299,540	291,206	

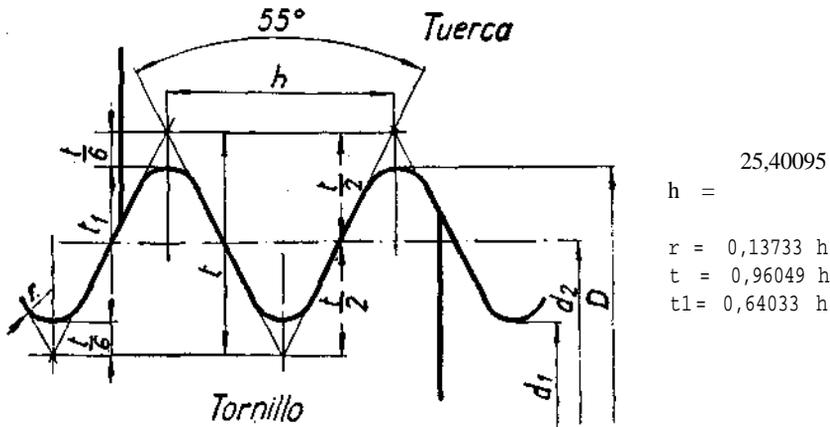


Figura 39

mide en hilos por pulgada, es decir: las espiras completas comprendidas en una pulgada de longitud. Observe usted en la figura 39 el perfil de la misma y las relaciones que guardan las dimensiones del filete.

Como puede ver el perfil de rosca de este sistema, comparado con el métrico, el ángulo del filete varía siendo de 55°. Asimismo, el radio r es más pronunciado, siendo la altura del triángulo mayor con respecto al paso.

En la tabla 11 se indican en la primera columna los diámetros nominales en pulgadas y en las demás columnas se indican las correspondientes dimensiones en milímetros.

Así, por ejemplo, para conocer las dimensiones que corresponden a una rosca de 5/16" (5/16 de pulgada) se busca este número en la primera columna y en la misma línea de la columna de diámetro se halla que le corresponde un diámetro de 7,938 mm.

Además, sabemos que el número de hilos por pulgada que debe tener esta rosca es de 18 h" (se indica 18 h" y se lee 18 hilos) a la que corresponde un paso de 1,411 ; efectivamente, si dividimos 25,4 por 18 obtenemos dicho paso.

OTROS SISTEMAS DE ROSCAS

Estos dos sistemas de roscas son los empleados corrientemente, aunque

TORNILLO Y TUERCA									
Diámetro nominal Pulgadas	Diámetro exterior D mm.	Diámetro en el núcleo d ₁ mm.	Sección en el núcleo cm ²	Profundidad de la rosca l ₁ mm.	Radio r mm.	Diámetro en los flancos d ₂	Paso h mm.	Filetes por pulgada z	Diámetro nominal Pulgadas
3/16 "	4,762	3,408	0,638	0,677	0,145	4,086	1,058	24	3/16 "
1/4 "	6,350	4,724	0,175	0,813	0,174	5,537	1,270	20	1/4 "
5/16 "	7,938	6,131	0,235	0,904	0,194	7,034	1,411	16	5/16 "
3/8 "	9,525	7,492	0,441	1,017	0,218	8,509	1,568	16	3/8 "
7/16 "	11,113	8,789	0,607	1,162	0,249	9,951	1,816	14	(7/16 ")
1/2 "	12,700	9,990	0,764	1,355	0,291	11,345	2,117	12	1/2 "
5/8 "	15,876	12,918	1,311	1,479	0,317	14,397	2,309	11	5/8 "
3/4 "	19,051	15,798	1,960	1,627	0,349	17,424	2,540	10	3/4 "
7/8 "	22,226	16,611	2,720	1,807	0,368	20,419	2,822	9	7/8 "
1 "	25,401	21,335	3,575	2,033	0,436	23,368	3,175	8	1 "
1 1/8 "	28,576	23,920	4,497	2,324	0,498	26,253	3,629	7	1 1/8 "
1 1/4 "	31,751	27,104	5,770	2,324	0,498	29,428	3,629	7	1 1/4 "
1 3/8 "	34,926	29,505	6,837	2,711	0,581	32,215	4,233	6	1 3/8 "
1 1/2 "	38,101	32,680	8,368	2,711	0,581	35,391	4,233	6	1 1/2 "
1 5/8 "	41,277	34,771	9,495	3,253	0,696	38,024	5,080	5	1 5/8 "
1 3/4 "	44,452	37,946	11,310	3,253	0,696	41,199	5,080	5	1 3/4 "
1 7/8 "	47,627	40,398	12,818	3,614	0,775	44,012	5,645	4 1/2	(1 7/8 ")
2 "	50,802	43,573	14,912	3,614	0,775	47,187	5,645	4 1/2	2 "
2 1/4 "	57,152	49,020	18,873	4,066	0,872	53,086	6,350	4	2 1/4 "
2 1/2 "	63,502	55,370	24,079	4,966	0,872	59,438	6,350	4	2 1/2 "
2 3/4 "	69,853	60,558	28,804	4,647	0,997	66,206	7,257	3 1/2	2 3/4 "
3 "	76,203	66,909	35,161	4,647	0,997	71,556	7,257	3 1/2	3 "
3 1/4 "	82,553	72,544	41,333	5,005	1,073	77,548	7,816	3 1/4	3 1/4 "
3 1/2 "	88,903	78,894	46,885	5,005	1,073	83,899	7,816	3 1/4	3 1/2 "
3 3/8 "	95,254	84,410	55,959	5,422	1,163	89,832	8,467	3	3 3/8 "
3 1/2 "	101,604	90,760	64,697	5,422	1,163	96,182	8,467	3	3 1/2 "
4 1/4 "	107,954	96,633	73,349	5,657	1,213	102,297	8,835	2 7/8	4 1/4 "
4 1/2 "	114,304	102,990	83,307	5,657	1,213	108,647	8,835	2 7/8	4 1/2 "
4 3/4 "	120,655	108,825	93,014	5,915	1,268	114,740	9,237	2 3/4	4 3/4 "
5 "	127,005	115,176	104,185	5,915	1,268	121,090	9,237	2 3/4	5 "
5 1/4 "	133,355	120,963	114,922	6,196	1,329	127,159	9,677	2 5/8	5 1/4 "
5 1/2 "	139,705	127,313	127,304	6,196	1,329	133,509	9,677	2 5/8	5 1/2 "
5 3/4 "	146,055	133,043	139,022	6,506	1,393	139,549	10,160	2 1/2	5 3/4 "
6 "	152,406	139,394	152,608	6,506	1,393	145,990	10,160	2 1/2	6 "

hasta ahora se utilizaba en casi todos los países el sistema inglés a causa de que la mayoría de las máquinas fabricadas por éstos estaban difundidas por toda Europa y la fabricación de recambios, así como la disposición de estas máquinas se prestaba a utilizar dicho tipo, actualmente parece ser que los países europeos intentan imponer el sistema métrico y utilizar éste en todos sus productos.

A continuación se exponen otros tipos de roscas que han sido adoptados por algún fabricante por reunir algunas ventajas particulares para su producto, habiendo sido después normalizado y adoptado por los demás fabricantes del mismo ramo.

ROSCA ACMÉ

Esta rosca de perfil trapecial está indicada para tornillos de transporte, tales como husillos de máquinas herramientas que no son más que tornillos en los que interesa un avance largo. En la figura 40 puede verse el perfil de la rosca ACMÉ, aunque existen variantes para casos muy particulares.

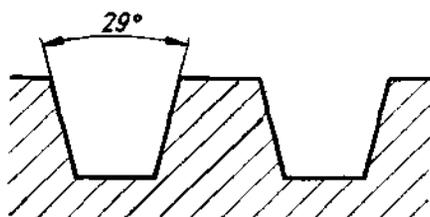


Figura 40

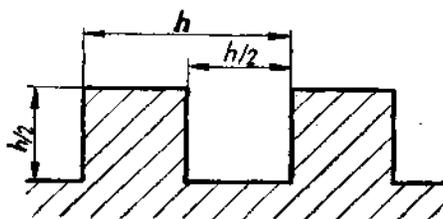


Figura 41

ROSCA CUADRADA

Los lados del filete de rosca cuadrada (fig. 41) son paralelos. La profundidad del filete es igual al ancho del espacio entre dientes, siendo este espacio la mitad del paso. Sin embargo, en la práctica es necesario construir en la tuerca este espacio un poco más ancho a fin de permitir el deslizamiento.

ROSCA EDISON

Esta es la rosca utilizada para las lámparas y tapones fusibles; esta rosca generalmente no es labrada sino estampada en los casquillos de latón.

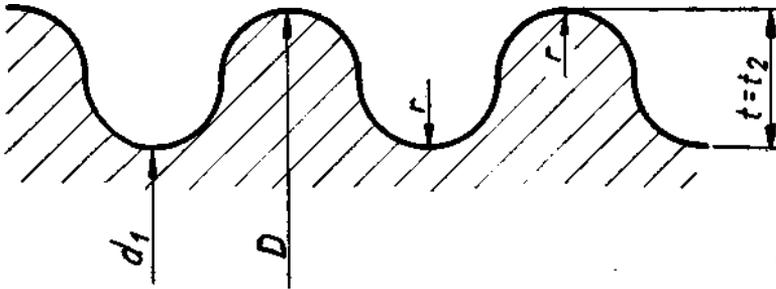


Figura 42

En la figura 42 se muestra el perfil de esta rosca; las letras corresponden a las dimensiones, las cuales varían según el tipo de rosca a construir.

Hay otros tipos de roscas pero se utilizan en muy contados casos no siendo, por consiguiente, de interés práctico para usted.

ROSCAS PE VARIOS FILETES O ENTRADAS

Las roscas de varios filetes son las que tienen dos o más hélices paralelas entre sí, de forma y dimensiones iguales. Su empleo está indicado en aquellos casos en que el paso es muy grande con relación al diámetro exterior, de manera que es muy grande con relación al diámetro exterior, de manera que casi siempre tienen grandes pasos. Se adopta esta disposición de filetes múltiples porque si se quisiera construir un tornillo de rosca proporcionada al paso con un sólo filete el hueco de éste resultaría muy profundo y por lo tanto el núcleo muy debilitado.

Para el tallado de estas roscas se procede de la siguiente forma: se mecaniza primero un hilo y una vez acabado éste se empieza el otro haciendo entrar la herramienta con un desplazamiento de la pieza de 180° , o media vuelta si son dos entradas o dos filetes. Si son tres se efectúa una entrada desplazando la pieza 120° o un tercio de vuelta y si son cuatro, cada 90° o cuarto de vuelta de la pieza.



técnica torneado

LECCIÓN

11

HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

Es ya sabido de todos que las herramientas para el torneado tienen generalmente forma de cuña, así como también que para producirse el esfuerzo de corte es necesario que se origine el movimiento de rotación de la pieza y el avance longitudinal de la herramienta; sólo cuando tienen lugar ambos movimientos simultáneamente se van desprendiendo virutas de la pieza de forma continua.

Las herramientas de torno, como todas las herramientas en general, para máquinas herramientas, deben ser concebidas teniendo en cuenta los siguientes cuatro datos variables : la composición química y tratamiento del acero utilizado para construir la herramienta, la duración del corte de la herramienta, la forma de la herramienta y ángulos que determinan sus aristas cortantes y la presión de la viruta sobre la herramienta.

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y TRATAMIENTO DEL ACERO UTILIZADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA HERRAMIENTA

Con este punto se atiende a lograr en la herramienta y especialmente en la arista de corte una mayor dureza que la de la pieza para que pueda penetrar en ésta y cortar las virutas del tamaño deseado.

DURACIÓN DEL CORTE DE LA HERRAMIENTA

Cuanto mayor sea la diferencia de durezas entre la pieza y la herramienta, tanto mejor será el corte y mayor su duración. Se entiende por duración el tiempo que puede emplearse la herramienta sin necesidad de reafilarse,

FORMA DE LA HERRAMIENTA Y ÁNGULOS QUE DETERMINAN SUS ARISTAS CORTANTES Y PRESIÓN DE LA VIRUTA SOBRE LA HERRAMIENTA

La forma de la herramienta y los ángulos que determinan sus aristas, dependen sobre todo del trabajo a efectuar. Por otra parte, estas condiciones, junto con la velocidad de rotación de la pieza determinan la presión de la viruta sobre la herramienta.

CLASIFICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS

De acuerdo con lo que acabamos de ver pueden clasificarse las herramientas de torno como sigue:

- Según la materia prima de que están construidas.
- Según su forma, determinada por su utilización.
- Según sus condiciones de corte.

Antes de entrar en la descripción de estos tres apartados, haremos unas breves consideraciones sobre las principales características de las herramientas.

FUERZAS QUE INTERVIENEN EN EL CORTE

Para que pueda producirse el corte es necesaria la intervención de una fuerza, ya que la pieza que se corta opone una cierta resistencia a la penetración de la herramienta; esta resistencia, cuyo punto de aplicación radica en la punta de la cuchilla, puede considerarse como el resultado de las tres fuerzas representadas en la figura 388.

La fuerza P_1 se opone al corte propiamente dicho, la P_2 al avance de la herramienta a lo largo de la pieza, y la P_3 a la penetración de aquella en esta última. De estas fuerzas dependen el espesor y anchura de las virutas, así como la velocidad de los movimientos de rotación de la pieza y avance de la herramienta.

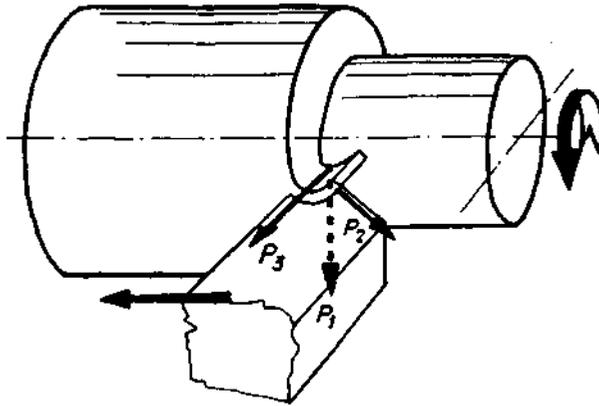


Figura 388. — Representación del esfuerzo de corte.

El torno debe efectuar su trabajo siempre con la máxima economía, con un mínimo de fuerza y de tiempo. Ni la fuerza puede aumentarse de forma caprichosa ni tampoco el tiempo puede reducirse de modo arbitrario; ambos elementos dependen del estado y calidad de la herramienta empleada y el rendimiento del torno está limitado por su potencia.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS HERRAMIENTAS

Dentro de la clasificación que hemos visto anteriormente, cada herramienta de torno (fig. 389) se caracteriza por :

- **Materia prima de que están construidas:**
Material de la cabeza de corte.
- **Forma determinada por su utilización :**
Según el trabajo a realizar.
Sentido del avance.
Forma del cuerpo.
Sección del cuerpo.
- **Condiciones de corte:**
Cortes principal y secundario.
Ángulos característicos.

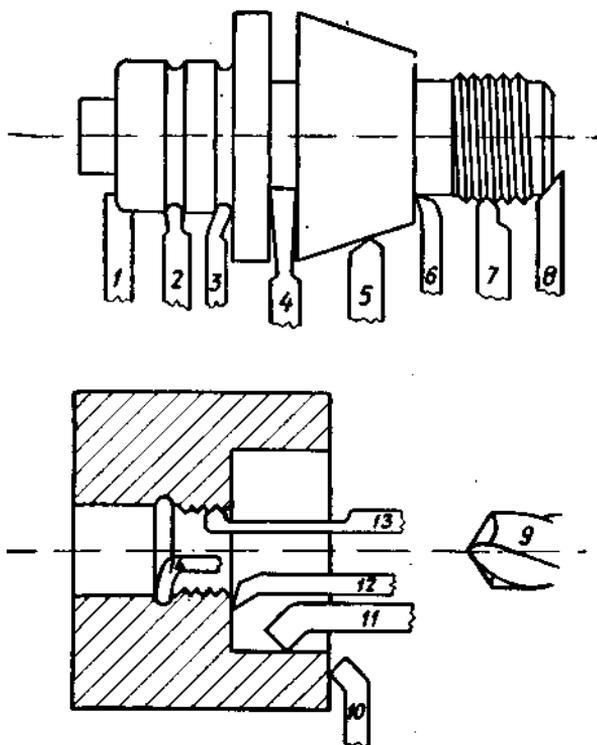


Figura 389. — Diferentes tipos de herramientas. 1. Hacer radios. 2, Ranurar. 3, Ranurar izquierda. 4, Tronzar. 5, Cilindrar. 6, Refrentar. 7, Roscar. 8, Hacer chaflanes. 9, Broca. 10, Refrentar-cilindrar. 11, Mandrinado. 12, Mandrinar-re frenar. 13, Roscar interiores. 14, Ranurar interiores.

MATERIAL DE LA CABEZA DE CORTE

Los aceros utilizados para la fabricación de las herramientas de corte deben poseer tales cualidades cortantes que permiten un máximo rendimiento con un mínimo desgaste. Este punto es importantísimo por ser el principal determinante de su calidad, duración y velocidad de corte.

FORMA SEGÚN SU UTILIZACIÓN

El trabajo a realizar es el que determina la clase de herramienta que ha de escogerse en cuanto se refiere a su clase o tipo: de cilindrar, roscar, etc.

La forma de la pieza y, en algunos casos, la fijación de la misma es la que fija el sentido del avance de la herramienta. Podrá ser de derecha o de izquierda, según la posición de corte principal conforme estudió en la lección 3.^a

La forma del cuerpo (recto, acodado, etc.) de la herramienta y su sección (cuadrada, rectangular, circular) determinan su fijación, directamente en la torreta o bien en portaherramientas o soportes especiales.

CONDICIONES DE CORTE

En realidad las condiciones de corte van íntimamente ligadas al material de que está hecha la herramienta, aunque después pueden introducirse muchas variaciones según el material de la pieza a trabajar.

La cabeza de corte es la que efectúa el corte del material por medio de unas aristas cortantes preparadas con unas inclinaciones especiales que forman los llamados **ángulos característicos**.

Usted ya estudió en la lección 3.^a los ángulos principales de las herramientas. Vea ahora la finalidad de estos ángulos de acuerdo con la figura 390.

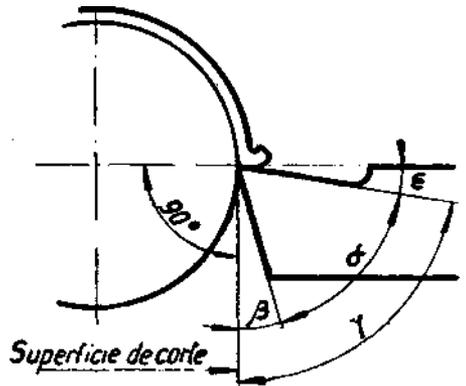


Figura 390. — Principales ángulos característicos.

Ángulo de filo (alfa). Es el que define el poder cortante de la herramienta.

Ángulo de desprendimiento (epsilon). Es el ángulo calculado para una buena salida de viruta.

Ángulo de incidencia (beta). Se llama también **ángulo de despulla**, y es el que impide un rozamiento entre la pieza y la herramienta.

Ángulo de corte (gamma). Es la suma de los ángulos de filo y de incidencia.

Más adelante estudiará cómo se procede para dar estos ángulos a las herramientas, así como qué ángulos son los más apropiados para cada material y trabajo.

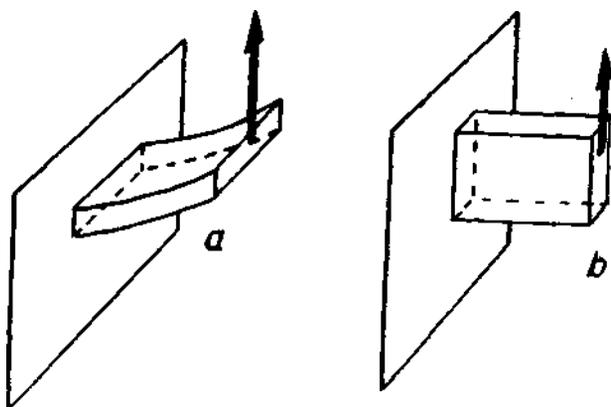


Figura 393. — Arranque de la viruta.

yor cuanto más grande es la anchura s , como fácilmente puede comprobarse tomando una regla e intentar doblarla en el sentido de su menor anchura (a de la figura 393) lo que se consigue con poco esfuerzo o pro-



Figura 394. Arrollamiento de la viruta.

bando a doblarla de canto (b de la figura 393) cosa imposible de lograr.

Para una misma sección de viruta, esta resistencia varía según el material. Para que la viruta vaya encorvándose con el menor esfuerzo posible (fig. 394) hay que procurar que tenga el espesor mínimo, pero con objeto de que la sección de viruta sea la misma y, por lo tanto, que el rendimiento no varíe, no obstante el menor esfuerzo, no se hace el filo normal como en la figura 395 sino oblicuo como representa la figura 396.

La oblicuidad del filo está dada por el ángulo de posición (x), cuyo valor oscila entre 40 y 50° .

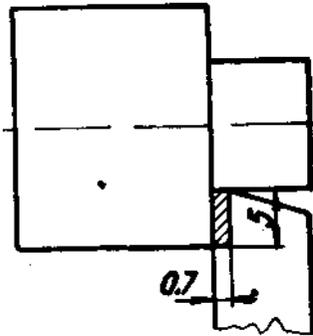


Figura 395. —• Sección de viruta con filo recto. Sección = $0,7 \text{ mm} \times 5 \text{ milímetros} = 3,5 \text{ milímetros cuadrados}$.

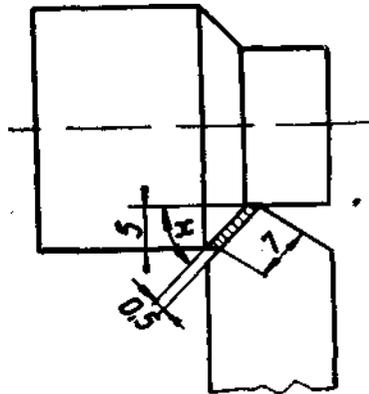


Figura 396. — Sección de viruta con filo oblicuo. Sección = $0,5 \text{ mm} \times 7 \text{ milímetros} = 3,5 \text{ milímetros cuadrados}$.

VENTAJAS DEL CORTE OBLICUO

- El filo de la herramienta, más ancho, no se calienta tan pronto, por lo que dura más. El esfuerzo sobre el filo está mejor repartido y la viruta se va formando sin saltos ni sacudidas.
- La flexión de la viruta requiere menos esfuerzo a igualdad de sección de la misma que con el filo perpendicular al eje del tornillo. A igualdad de potencia empleada, se obtiene un rendimiento más alto con el filo oblicuo.

VARIACIÓN PARA LOS ACABADOS

Naturalmente este tipo de arista de corte, muy interesante y de mucha aplicación para los trabajos de desbaste, no puede utilizarse para tra-

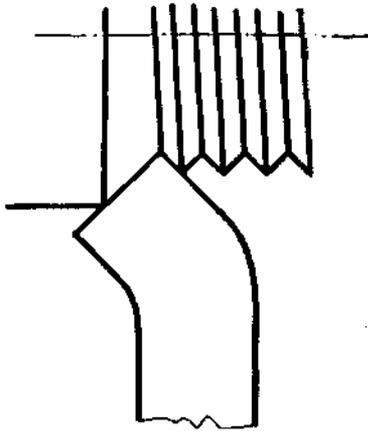


Figura 397. — Esquema representativo en forma exagerada del acabado con herramientas de corte oblicua y punta aguda.

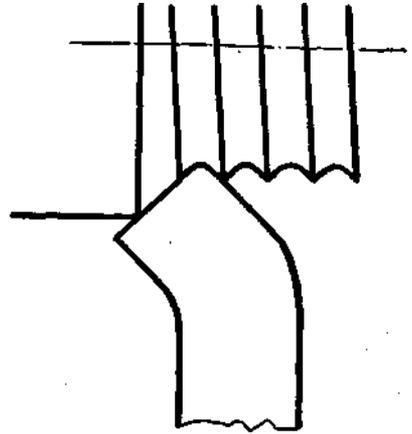


Figura 398. — Acabado con la herramienta de punta redondeada.

bajos en los que la superficie a conseguir haya de ser muy fina, pues su acabado podríamos representarlo, en forma exagerada, como en la figura 397. Redondeando la punta de la herramienta ligeramente con un radio de 0'1 a 1 mm., se evitan los surcos profundos y se disminuye aún más el calentamiento del filo (figura 398).

ACEROS PARA HERRAMIENTAS DE TORNO

Usted sabe ya que los aceros para la construcción de herramientas deben poseer unas ciertas cualidades que les permitan un máximo rendimiento con un mínimo desgaste. Su composición ha de permitir alcanzar después del tratamiento térmico, durezas mayores cuanto más resistente sea el material a trabajar. Nunca resultará excesiva la atención puesta en la elección de un acero.

Los aceros para herramientas de torno pueden clasificarse, atendiendo su dureza creciente, en cuatro categorías: **Aceros fundidos al carbono, aceros de corte rápido, stelitas y carburos metálicos.**

ACEROS AL CARBONO

Con este nombre se conocen todos los aceros que como elemento determinante de sus principales cualidades (dureza, capacidad de temple, te-

nacidad, etc.) no contienen esencialmente más que carbono en mayor o menor proporción.

El contenido de carbono en estos aceros oscila entre el 0,6 y el 1,4 % ; este porcentaje es el que decide su elección, pues la resistencia, dureza y capacidad de temple aumenta con él, mientras que el alargamiento y la tenacidad disminuyen. Una ligerísima adición de manganeso (0,3%) y de silicio (0,2 %) le proporcionan una más apreciable resistencia al desgaste.

Modernamente este tipo de acero ha sido completamente desbancado por el acero rápido que permite unas más elevadas velocidades de corte por tener una mayor resistencia al desgaste y una mayor capacidad de temple, conservando su dureza a temperaturas mucho más altas que el acero al carbono.

No obstante, damos a continuación las informaciones necesarias por si alguna vez tuviera usted que proceder a la preparación de una herramienta con acero de este tipo.

Punto de transformación de los aceros al carbono

Cuando un acero se calienta a elevadas temperaturas, su punto de transformación corresponde a aquella en que los elementos que lo constituyen entran en disolución. Este tránsito se caracteriza por un corto estacionamiento de la temperatura a pesar de continuar calentando.

El punto de transformación del acero es el fundamento de todo tratamiento térmico; es la temperatura más baja a la cual puede ser templado. El punto de transformación de los aceros fundidos está comprendido entre 700 y 720° C. Vea en la figura 399 representados los colores de incandescencia en relación con sus temperaturas respectivas, para el control visual de éstas.

Tratamientos térmicos.

Aun cuando la primera operación para la preparación de herramientas es el forjado, hemos creído conveniente estudiar antes los tratamientos térmicos.

Usted estudió en el envío 4 (**Conocimientos Generales de Mecánica**) en qué consisten los tratamientos térmicos y cuáles eran los más corrientes. Para la preparación de herramientas sólo se aplican los de recocido , temple y revenido.

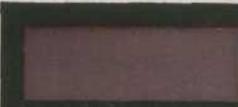
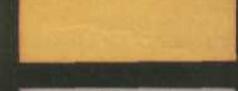
COLORES DE INCANDESCENCIA		° C
Castaño oscuro		520
		580
Rojo castaño		580
		650
Rojo oscuro		650
		750
Rojo cereza oscuro		750
		780
Rojo cereza		780
		800
Rojo cereza claro		800
		830
Rojo claro		830
		830
Rojo ama- rillento		880
		1050
Amarillo oscuro		1050
		1150
Amarillo claro		1150
		1250
Blanco		1250
		1350

Figura 399. —Colores de incandescencia.

Recocido

Se recomienda el recocido después del forjado a fin de que el acero conserve sus primitivas cualidades. Su duración puede variar de una a dos horas y debe seguirla un enfriamiento lento, con una disminución de temperatura de 20° C por hora.

El recocido se practica entre los 720 y 780° C, o sea, desde el rojo obscuro al rojo cereza.

Temple

El temple tiene por objeto endurecer la cabeza de corte para comunicarle una mayor resistencia al desgaste producido por el trabajo de corte.

La operación consiste en calentar la cabeza de corte hasta una temperatura determinada y enfriarla después con una cierta rapidez. Este enfriamiento rápido provoca un cambio en la estructura del acero, proporcionándole una mayor dureza.

Esta operación de templado es particularmente delicada, pues de su acierto dependerá que la herramienta tenga una utilización económica. En realidad, debería realizarse siempre en unos hornos especiales de forma que el calentamiento puede ser controlado, así como la observación de las temperaturas críticas.

No obstante, y a pesar de que debería siempre evitarse, se efectúa muchas veces el templado de herramientas en las fraguas.

En éstas no es posible comprobar la temperatura por medio de aparatos. Una idea aproximada de la misma, según el color que adquiere el acero, solamente es posible cuando hay una claridad uniforme sin rayos de sol directos ni radiaciones de lámparas que perturben la vista.

Cuando deba efectuarse el templado en fragua, como el calentamiento en ésta no se hace por igual y además el acero absorbe elementos que perjudican su resistencia, debe procurarse que el acero no se ponga en contacto directo con la llama. Por esto se introduce la herramienta en un tubo metálico colocado entre las brasas.

El temple de los aceros al carbono se efectúa entre 750 y 800° C, es decir, a la temperatura correspondiente al rojo cereza.

(Nótese que todos los tratamientos se efectúan a temperaturas superiores a las indicadas como correspondientes al punto de transformación.)

Una vez calentada la herramienta a esta temperatura se sumerge en un baño para su enfriado rápido. Este fluido refrigerante puede ser agua a 20° C o aceite, aunque este último líquido reduce mucho su resistencia.

Los aceros al carbono tienen la particularidad de adquirir, después de templados, una buena dureza superficial, con una débil penetración del temple. De ello resulta que los aceros al carbono son indicados cuando se quiere que el núcleo de las herramientas no sea frágil.

Revenido

Para no destruir los beneficiosos efectos del temple, el revenido practicado en las herramientas no debe sobrepasar los límites de 200 a 250°C.

ACEROS RÁPIDOS

Los aceros de corte rápido, llamados también **aceros rápidos**, poseen la propiedad de conservar su dureza y capacidad de corte hasta una temperatura próxima a los 600° C sin destemplarse.

Esta persistencia en el temple es la propiedad más importante de los aceros rápidos (que se templean a elevadas temperaturas), lo cual explica la gran capacidad de producción de las herramientas construidas con este material. Esto es debido principalmente a su contenido elevado de tungsteno que varía del 14 al 23 %, si bien no es el tungsteno, junto con el hierro y el carbono, el único componente de los aceros rápidos; el cromo, el molibdeno y el vanadio, les comunican cualidades tan preciosas como resistencia al choque, dureza y resistencia al calor y resistencia a la fatiga respectivamente.

Punto de transformación

En los aceros rápidos varía entre los 850 y los 900° C.

Recocido

Se practica después del forjado para destruir las tensiones internas y disminuir la fragilidad, operándose el enfriado lentamente, cubriendo con cenizas muy secas.

La temperatura del recocido es ligeramente superior a los 820° C.

Temple

El temple es, para los aceros rápidos, una operación muy delicada que debe llevarse a cabo a una temperatura muy elevada, próxima al punto de fusión.

Para evitar los peligros de descarbonación y sobrecalentamiento, **dicha** elevada temperatura no debe ser mantenida más que el tiempo estrictamente necesario y sin caer, por otra parte, en el error de un calentamiento demasiado brusco. Estas dos condiciones pueden conciliarse practicando un doble calentamiento:

- 1.º Precalentamiento o calentamiento lento hasta 800 a 825°C.
- 2.º Calentamiento acelerado hasta alrededor de 1300°C.

El acero, después de adquirir la temperatura de temple, se debe mantener algún tiempo a dicha temperatura. Este período de tiempo, según las dimensiones de la herramienta varía de 0'5 a 1 minuto.

La temperatura de temple admite una muy pequeña variación que oscila entre los 1275° y los 1300° C.

En este tipo de aceros se hace todavía más imprescindible el empleo de hornos especiales. Estos hornos tienen dos compartimentos para facilitar la doble operación del calentado.

El fluido de temple es generalmente aire comprimido y a veces, el aceite. El petróleo da igualmente buenos resultados. Con estos elementos se consigue un temple suave que podría «endurecerse» más, utilizando otros. La velocidad de enfriamiento disminuye en el siguiente orden según el baño que se utiliza :

Mercurio (muy poco usado, a lo más para puntas de aguja).

Agua.

Agua con adición de glicerina.

Aceite especial de temple.

Aire en movimiento.

Aire tranquilo.

Cuando se utilizan los **tres** primeros elementos se dice **que se hace un temple rápido**.

Revenido

Después de un temple a elevada temperatura es necesario un cierto revenido que en algunos casos da lugar a la máxima dureza del acero. Este tratamiento térmico, practicado en un baño de plomo a 550° C, debe **ser** bastante prolongado, pudiendo variar su duración de veinte minutos a media hora.

Precauciones a tomar en el temple

Podríamos agrupar estas precauciones a tomar en dos grupos: por posibles defectos de la pieza y por defectos propios en la operación de temple.

Defectos de la pieza :

- por defecto de material.
- por tensiones anteriores debidos al trabajo.
- por defectos de forma de la herramienta (diferencias de masas, ranuras, aristas, etc.).

Defectos en el temple:

- en el calentamiento (haberlo excedido, no haberlo alcanzado o desigual, etc.).
- en el enfriamiento (excesivamente suave o demasiado brusco, no remover la pieza en el fluido refrigerante o haberla metido al revés, etc.).

STELITAS

Las **stelitas** son aleaciones de alto contenido de cromo, tungsteno y cobalto, *con* molibdeno y níquel en ocasiones. Su composición e influencia de los diversos componentes son los indicados en la siguiente tabla.

INFLUENCIAS DE LOS ELEMENTOS COMPONENTES EN LAS PROPIEDADES DE LA STELITA

TABLA 12

Componente	Proporción	Influencia o efectos
Carbono	2 a 6 %	Determinante de la calidad
Cromo	20 a 30 %	Resistencia al choque
Tungsteno	10 a 20 %	Dureza y resistencia al calor
Cobalto	30 a 50 %	Extraordinaria dureza
Molibdeno	0 a 10 %	Dureza y resistencia al calor
Níquel	0 a 15 %	Resistencia y tenacidad
Hierro	2 a 10 %	Elemento básico del acero
Manganeso	15 %	Resistencia
Silicio	0,4 %	Dureza

La dureza que tienen estas aleaciones es extraordinaria y permite, por tanto, tornearse aceros de gran resistencia, con velocidades de corte bastante elevadas.

Como su dureza disminuye al calentarse, se venden en el comercio en barritas especiales que se acoplan directamente en mangos especiales o en portaherramientas como el de la figura 394 no pudiéndose forjar ni trabajarse más que con muela. Se venden ya con el tratamiento adecuado.

Sus dos formas son las siguientes :

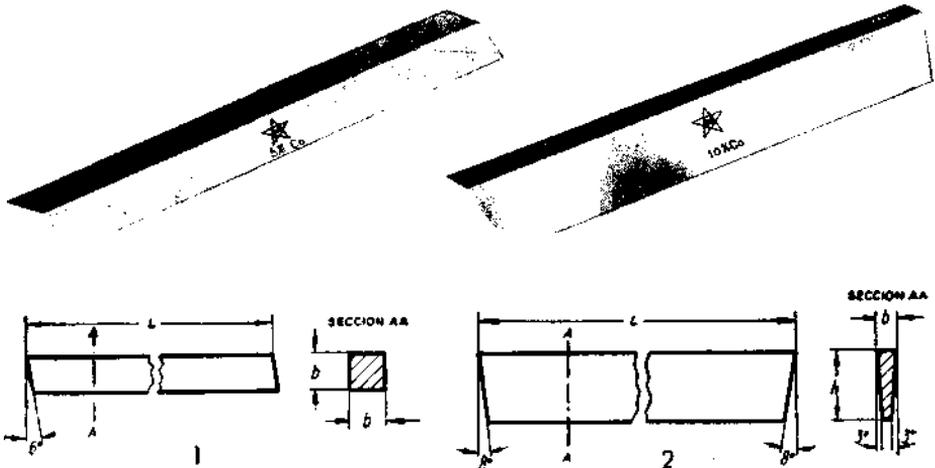


Figura 400. — Herramientas de stelita. 1, De cilindrar, refrentar, etc. 2, De tronzar, ranurar, etc.

- En pastillas pequeñas que pueden soldarse en el mango postizo.
- En barritas moldeadas de forma y dimensiones normalizadas (figura 400) y que pueden montarse en portaherramientas especiales.

Sus dimensiones oscilan entre 5 y 12 mm para las de la primera de la figura 400 y 1,5 X 6 hasta 4 x 1 6 para las de la segunda.

CARBUROS METÁLICOS

Los carburos metálicos extraduros provienen de los metales refractarios siguientes, cuyos puntos de fusión son muy elevados :

Tungsteno funde a 3.44° C.
Tántalo funde a 2.850° C.

Molibdeno funde a 2.600° C.
Titanio funde a 1.800° C.

La dureza de estos materiales se mantiene hasta temperaturas más elevadas que las de los aceros rápidos e igualmente su resistencia al calor producido por el corte; por consiguiente sus velocidades de corte pueden ser muchísimo más elevadas. Si se tiene en cuenta al mismo tiempo que son materiales durísimos, se comprende que tienen también una gran resistencia al desgaste, lo que proporciona, pues, una calidad tal a las herramientas que permiten obtener elevadísimos rendimientos.

FABRICACIÓN Y COMPOSICIÓN DE LOS CARBUROS METÁLICOS

Los carburos metálicos no son aleaciones, sino aglomerados. Sus primeros elementos son el carburo de tungsteno y el cobalto. Reducidos a polvo y mezclados, se somete el conjunto a presiones que varían entre 4.000 y 5.000 Kgs. El producto obtenido se somete a una cocción a 800° C con objeto de darle la cohesión necesaria para poderlo trocear en pastillas. Se procede entonces a una segunda cocción a 1.450° C en un horno eléctrico, que le da toda su dureza. Nótese que esta temperatura, muy elevada, es sensiblemente igual a la de fusión del metal que hace de aglomerante (cobalto), mientras que resulta insuficiente para fundir el carburo refractario.



Figura 401. — Herramienta de carburo. 1, Cuerpo. 2, Cabeza de corte. 3, Pastilla de carburo.

Estas pastillas se montan en unos mangos corrientes y así queda constituida la herramienta de carburo metálico de gran rendimiento (fig. 401). Su preparación la estudiará usted más adelante.

El carburo más empleado es el de tungsteno aglomerado con el cobalto, cuya composición es: carbono 6 %; tungsteno 88 % y cobalto 6 %.

Los demás carburos también se utilizan aglomerados con el cobalto, excepto el de tántalo que se aglomera con níquel.

PREPARACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE CARBUROS

Los carburos metálicos, duros por naturaleza, conserven toda su dureza hasta los 900° C; por tanto, no es necesario ningún tratamiento térmico, ya que hasta dicha temperatura conservan íntegra su capacidad de corte.

La única regla para trabajarlos consiste en el afilado con muelas especiales : muelas de carborundo y muelas de diamante.

Utilizando muelas de carborundo se tiene una para el desbaste y otra más fina para el acabado. También puede efectuarse el acabado con muela de diamante que deja un acabado más correcto y una arista perfecta.

En ambos casos, muela de carborundo y muela de diamante, debe hacerse un rociado con agua para refrigerar, evitando en absoluto los calentamientos. También para ambas muelas, la velocidad periférica de éstas, debe ser de unos 25 metros por segundo.

APLICACIÓN Y ENSAYOS DE LAS HERRAMIENTAS DE CARBUROS

Los carburos metálicos permiten el torneado con gran velocidad de corte de todos los metales: aceros de todas calidades y tipos, acero moldeado, fundiciones, bronces, metales blandos, cobre, ebonita, fibras, vidrio, porcelano, pizarra, etc.

Si se denomina capacidad o potencia de corte al producto o resultado de multiplicar la velocidad de corte, por la sección de viruta, y duración del corte al tiempo que la herramienta puede trabajar en buenas condiciones entre dos afilados, esta última resulta a veces hasta cuarenta veces superior a la del acero rápido, trabajando, por ejemplo, ebonita.

Diversos ensayos efectuados han permitido llegar a la siguiente conclusión : En acero normal (R = 60 Kgs), para arrancar un mismo volumen de viruta se precisan :

- 48 minutos con los aceros fundidos al carbono.
- 18 minutos con aceros de corte rápido ordinarios.
- 11 minutos con aceros de corte rápido superiores.
- 3 minutos con herramientas de carburo metálico.

TIPOS DE HERRAMIENTAS DE CARBUROS METÁLICOS

Los tipos de herramientas son los mismos que los de acero rápido (ver figura 389), pero con la diferencia de que éstas llevan una pastilla de carburo montada en su cabeza de corte (fig. 402).

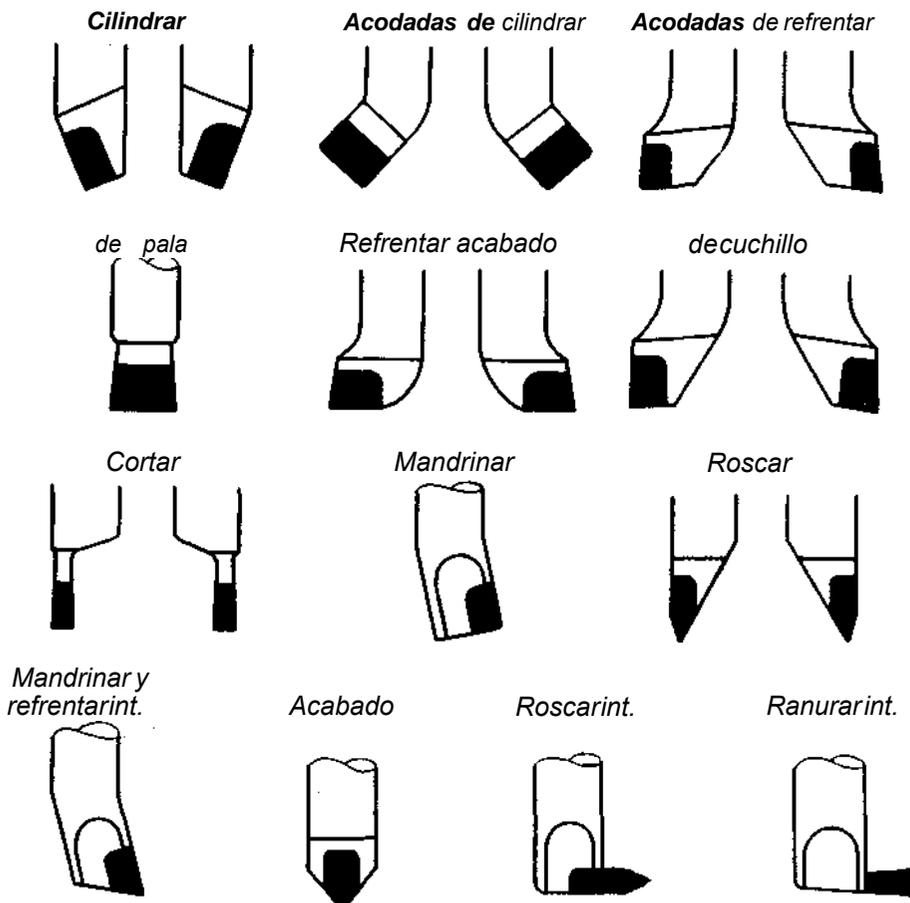
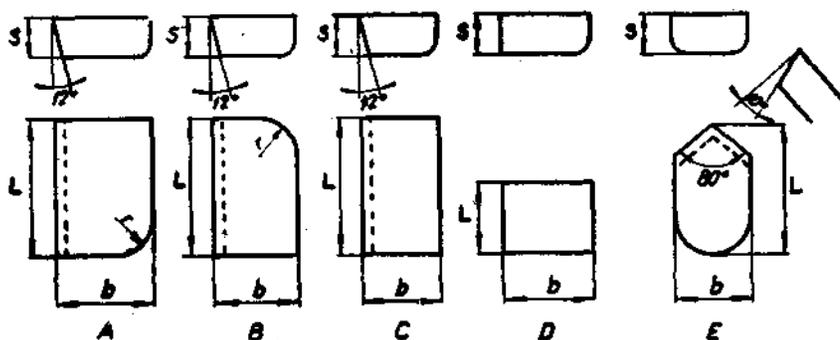


Figura 402. — Tipos de herramientas con pastilla de carburo.

Siendo muchos los fabricantes de pastillas de carburos metálicos, en cada país cada uno de ellos ha puesto una marca propia. La Marca WIDIA



DIMENSIONES DE LAS PASTILLAS EN MILÍMETROS

Longitud L.	Formas A y B			Forma C		Forma D		Forma E	
	b	s	r	b	s	b	s	b	s
4						6	3		
5						8	4		
6						10	5		
8	5	3	3	5	3	12	6	4	3
10	6	4	3	6	4	16	8	5	3
12	8	4	4	8	4	20	10	6	3
16	10	5	4	10	5	25	12	8	4
20	12	6	8	12	6			10	5
25	16	8	8	16	8			12	6
32	20	10	10	20	10			16	8
49	25	12	10	25	12				
50	32	16	12	32	16				

fabricada por la casa KRUPP de Alemania, ha alcanzado tanta fama y popularidad que ha dado pie que al referirse a pastillas de carburo, se diga pastilla de «widia» en forma general, de manera que son muchos los profesionales que ignoran la verdadera denominación de las pastillas de

carburo de tungsteno y hasta que WIDIA es solamente una marca comercial de un fabricante.

Vea en la tabla 13 las dimensiones normalizadas de las pastillas de carburo con las cuales pueden prepararse todas las herramientas de la figura 402.

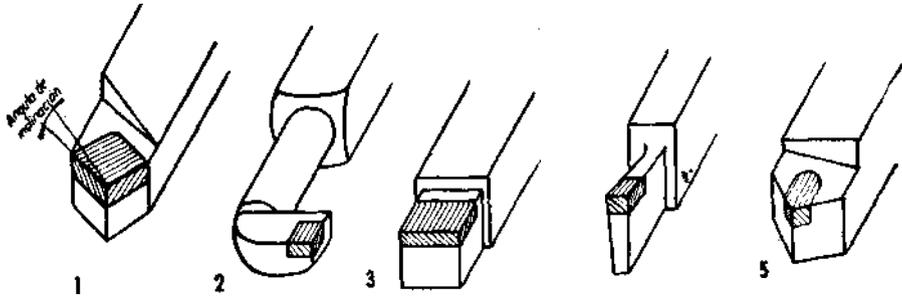


Figura 403. — Utilización de las pastillas de metal duro. 1, Cuchilla recta para desbastar, formas A y B de la tabla 13. 2, Cuchilla para interiores (acabados y refrentados), forma A. 3, Cuchilla para acanalar, forma C. 4, Cuchilla para tronzar, forma D. 5, Cuchilla para cilindrar, forma E.

En la figura 403 se observa la forma en que quedan montadas las pastillas de carburo o metal duro en los mangos preparados a tal fin.

CALIDADES DE LOS CARBUROS SEGÚN EL MATERIAL A TRABAJAR

Dentro de la clasificación de carburos metálicos para herramientas de carburo se han estudiado diferentes calidades según el material a trabajar.

La variación en tanto por ciento de sus componentes hace que sus propiedades experimenten unas variaciones que se aprovechan como condiciones especiales para determinados trabajos. Así, por ejemplo, la dureza tan grande que llegan a alcanzar estas pastillas, las convierte en sumamente frágiles, es decir, que se rompen fácilmente si se les da un golpe. Naturalmente en el caso de que se tuviera que torneear una superficie con interrupciones, el golpe que daría la pieza contra el filo al reanudar el corte, lo estropearía.

Pues bien, para trabajos de este tipo se utiliza una composición especial en la que se ha hecho variar el tanto por ciento de cobalto, pasando del 6% normal a un 15%. El resultado es que siendo menos dura, resulta mucho menos frágil.

EMPLEO DE LAS DISTINTAS CALIDADES DE CARBURO DE TUNGSTENO DE LA MARCA WIDIA

TABLA 14

	Marca Widia	EMPLEO
Para toda clase de aceros y acero colado	S-1	Trabajo a altas velocidades de corte con avances hasta de 1 mm por vuelta.
	S-2	Trabajo a mediadas velocidades de corte con avances hasta de 2 mm por vuelta, especialmente al emplear estas herramientas en máquinas antiguas, así como al efectuar cortes interrumpidos o al trabajar a profundidades de corte variables. Las velocidades de corte son aproximadamente un 40% inferiores a las empleadas con la calidad S-1. Esta calidad S-2 es especialmente apropiada para trabajar aceros moldeados (en fresas y tornos).
	S-3	Trabajo a bajas y mediadas velocidades con avances hasta de 3 mm por vuelta, especialmente para profundidades de corte muy variables o para corte interrumpido. Las velocidades son aproximadamente un 60 % inferiores al S-1. La calidad S-3 es especialmente apropiada para el cepillo de aceros y aceros moldeados (en cepilladoras y limadoras).
Para trabajar otros materiales	F-1	Para el acabado finísimo del torneado y taladrado del acero, es decir, para trabajar con velocidades de corte muy elevadas y secciones de viruta muy reducidas.
	G-1	Para trabajar hierro fundido no duro (hasta 200 Brinell) cobre, latón, metales ligeros, resinas. Para proveer de Widia los puntos de torno, calibres y otras herramientas de medición así como piezas de máquinas expuestas a un desgaste muy fuerte.
	G-2	Para trabajar maderas artificiales y maderas duras, materiales fibrosos, resinas prensadas así como para herramientas perforantes a golpes.
	G-3	Para trabajar carbón de electrodos.
	H-1	Para trabajar fundición endurecida en coquilla, hierro fundido duro (mas de 200 Brinell) capas duras en piezas de fundición, vidrios, porcelanas, papel y metales aleados con silicio.
	H-2	Fundición endurecida en coquilla. Para el acabado finísimo del torneado y taladrado de fundición gris dura.

Vea en la tabla 14 las diferentes calidades de carburo de tungsteno de la *marca* Widia y los trabajos más apropiados para cada calidad.

VENTAJAS EN EL TRABAJO CON HERRAMIENTAS DE CARBURO Y DE TUNGSTENO

Las ventajas que reporta la utilización de estas herramientas pueden resumirse en la siguiente forma :

- Considerable aumento de la velocidad de corte y del tiempo de conservación del filo.
- Reducción de tiempo.
- Conservación de la exactitud de medidas y acabado más fino de la superficie.
- Posibilidad de desbastar y acabar con una sola herramienta. Especialmente apropiadas para piezas con paredes delgadas.
- Aumento de la producción.

Como inconveniente puede presentarse el de su mayor coste de adquisición, pero queda sobradamente compensado por sus ventajas.

ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN EL TRABAJO CON HERRAMIENTAS DE CARBURO

Las herramientas deben fijarse fuertemente y lo *más cortas* posibles de voladizo.

- Es conveniente lograr un buen asiento en la torreta, para lo cual, puede rectificarse la base de apoyo.
- La máquina no debe pararse de repente sin haber desembragado el avance. En caso de pararse la máquina por alguna razón imprevista (corte de corriente, exceso de esfuerzo de corte, etc.), hay que aflojar los tornillos de fijación de la herramienta antes de retirar ésta de la pieza.
- El trabajo puede efectuarse con o sin refrigeración. En el caso de que se utilice el refrigerador (aumentar la velocidad), éste debe ser seguido, pues si trabaja alternativamente en seco y en húmedo se estropea más rápidamente el filo.
- La colocación de estas herramientas respecto al centro de la pieza, debe cuidarse todavía más que si se tratasen de herramientas de acero rápido.

CAUSAS DEL DETERIORO DE LAS PASTILLAS DE CARBURO

1. — Antes de emplear la herramienta.

Grietas en la pastilla.

Mango demasiado débil o de material no adecuado.

Montaje incorrecto de la pastilla en el mango.

Calentamiento excesivo al afilar en seco, por apretar demasiado.

Refrigeración insuficiente durante el afilado húmedo.

Enfriamiento repentino en agua fría de la herramienta caliente por el afilado.

Empleo de muelas inadecuadas.

2. — Durante el trabajo.

Deterioro del filo de la herramienta.

Reafilado malo, piedra de afilar demasiado basta.

Herramientas fijadas con demasiado voladizo.

Sección del mango demasiado débil o poco espesor de pastilla.

En piezas con interrupciones de corte ángulo de inclinación demasiado pequeño.

Filo de herramienta que ya no corta.

Trepidación al torner ejes delgados.

Velocidad de corte demasiado pequeña.

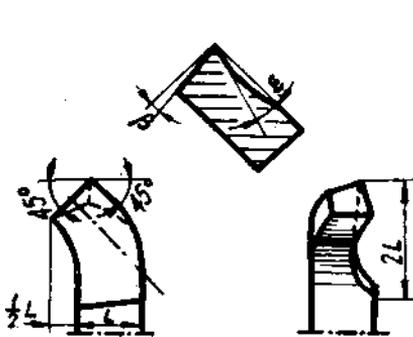
Ángulos de corte no apropiados.

FORMA Y UTILIZACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE TORNO

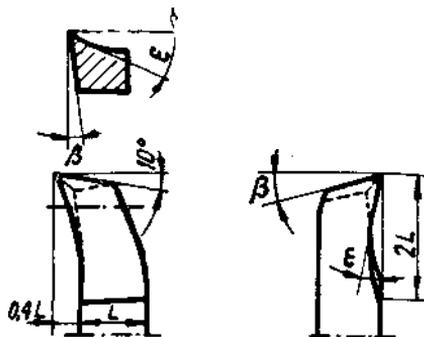
La constitución de la herramienta no es el único factor que determina su forma. Las operaciones que pueden ejecutarse en el torno determinan también variedades de herramientas de características diferentes: **herramientas forjadas con barra de acero fundido o rápido, herramientas amoladas en barra de acero tratado, herramientas con pastilla soldada de carburo de tungsteno, herramientas de perfil constante y herramientas de forma.**

HERRAMIENTAS FORJADAS

Estas herramientas (figura 404) se construyen partiendo de barras de acero al carbono o acero rápido, batiéndolas y forjándolas en caliente has-

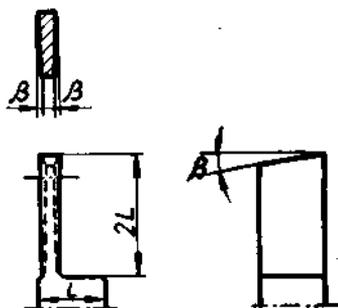


Herramienta de cilindrar

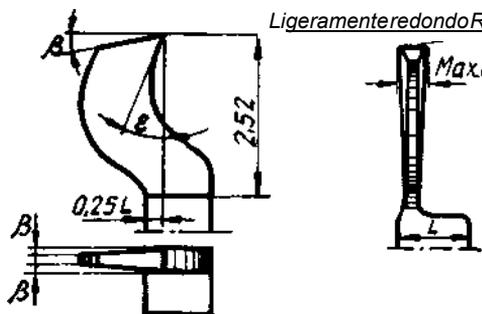


Herramienta para refrentar (acero)

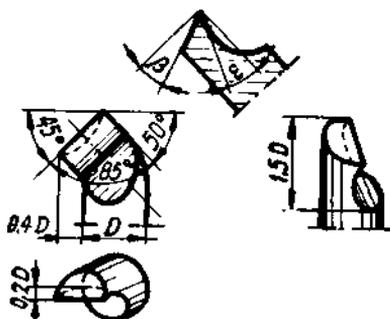
Ligeramente redondo $R=20$



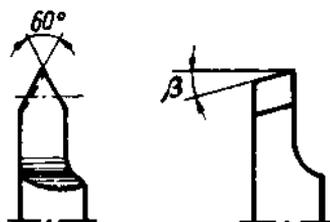
Herramienta para sesgar recta



Herramienta para sesgar cuello de cisne

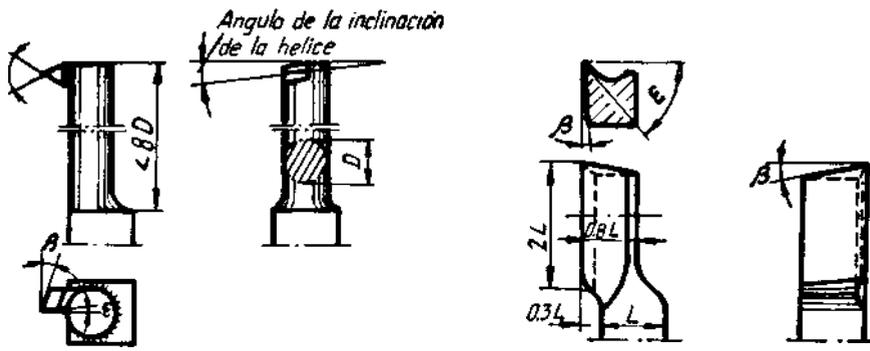


Herramienta para desbaste de inferiores



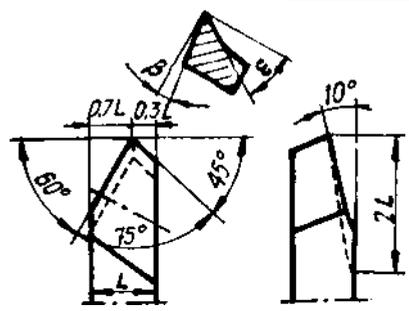
Herramienta de roscar

Figura 404. — Herramientas forjadas (continua).



Herramienta para roscar interiormente

Herramienta para grandes desbastes



Herramienta para desbaste

Figura 404 (continuación). — Herramientas forjadas.

ta darles las formas particulares correspondientes a las operaciones de torneado a las que han de ser destinadas.

Forjado

El forjado de las herramientas de acero fundido no tiene nada de particular, exceptuando la precaución de que la temperatura de forjado no debe exceder de 950°C .

El forjado de acero rápido ha de efectuarse con ciertas precauciones. Debe comenzar por ser calentado regularmente hasta alcanzar la temperatura correspondiente al rojo claro (800°C). Este precalentamiento debe ser lento.

Después rápidamente se hace subir hasta la de forjado (1.100°C),

amarillo claro; los golpes deben darse rápidamente y con fuerza. Si durante el forjado la temperatura descendiese hasta el rojo cereza, sería necesario volver a calentar el acero, ya que un forjado a temperatura demasiado baja lo deteriora y agrieta. Por el contrario, el calentarlo repetidas veces no altera su calidad.

Debe tenerse, además, la precaución de no golpear las partes demasiado frías o no calentadas a fondo.

Para su enfriamiento deben cubrirse de cenizas secas y frías. Si el acero rápido se disgrega al ser forjado y su fractura es granulosa, se dice que se ha «quemado», ya que se ha forjado a una temperatura demasiado elevada.

A veces, sobre todo en las herramientas de filo muy largo, interesa templar solamente las puntas para conservar mayor tenacidad en el resto de la cabeza de corte. Un tratamiento de recocido a 780° C seguido de un enfriamiento lento entre cenizas, quita a la herramienta la dureza adquirida en el forjado, pudiéndose templar entonces la parte que interese.

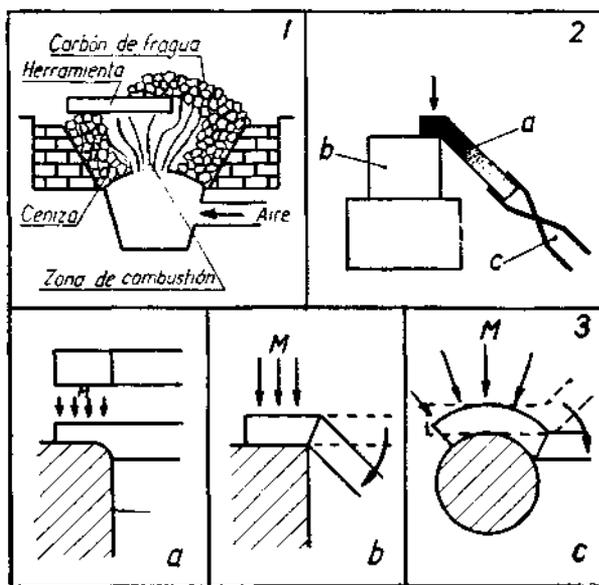


Figura 405. — Forjado de una herramienta de tronzar. 1, Fuego de fragua. 2, Forma de operar; a, herramienta; b, yunque; c, tenazas. 3, Forja (herramienta de cuello de cisne); M, martillo; a, hacer escalón; b, hacer codo; c, curvar. •

Vea en la figura 405 el procedimiento a seguir para el forjado de una herramienta de tronzar.

El que la herramienta sea destinada a hacer desbastes o afinados influye naturalmente también en su concepción, ya que mientras las de desbaste precisan ser muy robustas para resistir avances grandes, en las de afinados en que el arranque de viruta es poco, las cabezas de corte tienden a tener una punta muy fina.

AFILADO DE LAS HERRAMIENTAS DE ACERO RÁPIDO

Después del forjado debe procederse al afilado, o sea, a la preparación de los ángulos característicos. Tanto en este caso como en un reafilado, se procede del mismo modo.

Después de haber trabajado una determinada cantidad de tiempo, las herramientas pierden el filo y, en consecuencia, pueden incluso modificarse algunos de sus ángulos. El reafilado debe hacerse tan pronto se note su trabajo defectuoso, cuidando de poner otra vez en condiciones sus aristas de corte y sus ángulos.

Aunque hay máquinas especiales para el afilado de herramientas, difícilmente se dispone de ellas en todos los talleres, debiendo entonces proceder al afilado el propio tornero, haciendo uso de la muela.

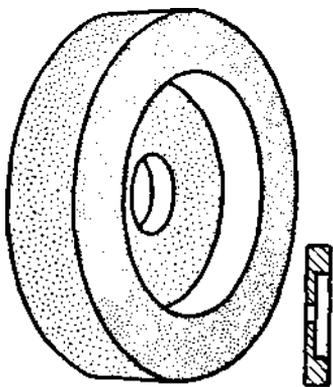


Figura 406. — Muela de vaso.

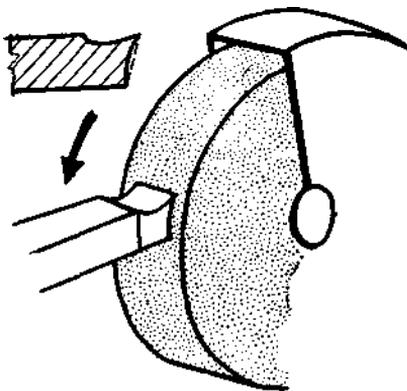


Figura 407. — Afilado frontal en muela plana.

Este afilado, llamado a mano, puede hacerse en dos operaciones: desbastando en una muela basta y acabando en una muela fina. Es conve-

niente que estas muelas tengan la forma llamada **de vaso** (fig. 406) para que pueda apoyarse la herramienta contra la superficie lateral plana, evitando así la deformación que puede producirse si se afila como en la figura 407 ya que esto puede llegar a cambiar completamente los ángulos en sucesivos afilados.

Mientras se procede al afilado, deben controlarse frecuentemente los ángulos por medio de unas galgas especiales, a fin de tener la certeza de un correcto afilado (fig. 408). La herramienta debe apretarse con moderación para no deformar la muela y evitar el peligro de que se «clave». Para controlar esta presión la herramienta debe apoyarse en un soporte que estará lo más cerca posible a la cara de la muela, para que no pueda meterse la punta de la herramienta en caso de una «clavada». La muela estará limpia y se usará al refrigerante adecuado debiéndose evitar siempre un calentamiento excesivo que podría reducir el temple.

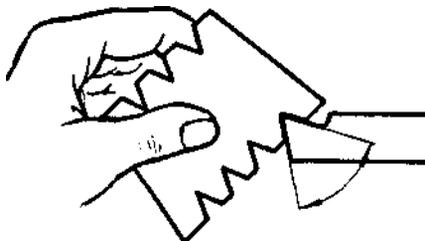


Figura 408. — Comprobación de los ángulos de afilado con galga.

El afilado puede servir también para reconocer la calidad del acero de que está constituida la herramienta. El acero al carbono produce un haz abundante y corto, de color blanco y chispas estrelladas (fig. 409). El acero

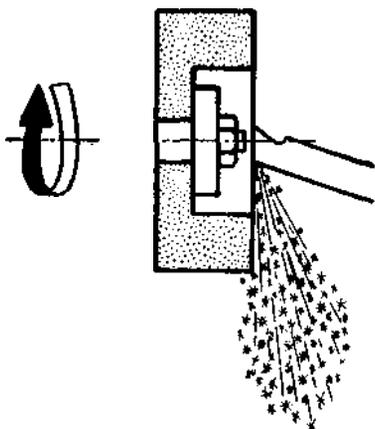


Figura 409. Haz de acero al carbono.

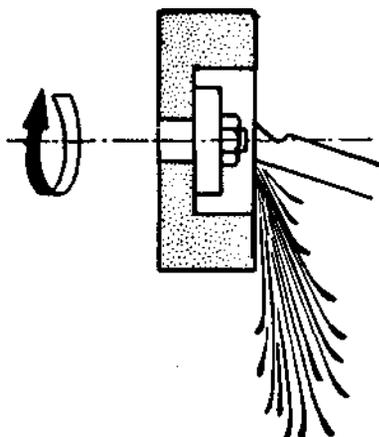


Figura 410. — Haz de acero rápido.

TABLA 15

 <p>Angulo de incidencia β</p>	 <p>Angulo de filo α</p>	 <p>Angulo de desprendimiento ϵ</p>	MATERIAL A TRABAJAR	FORMA
8°	52°	30°	Aluminio y metales ligeros Cobre Antifricción Materiales prensados	
6°	58°	26°	Aceros hasta 60 Kgs/mm ²	
6°	68°	16°	Aceros de 60 a 100 Kgs/mm ² Acero inoxidable Fundición gris « semidura « maleable Acero moldeado Bronces blandos	
5°	85°	0°	Fundición dura Bronces duros Acero duro (12% Manganeso)	

rápido produce unas chispas detrás de rayos ligeramente curvos y de un color rojizo tanto más espeso y más denso, cuanto de peor calidad es el acero (fig. 410).

Vea en la tabla 15 los ángulos de las herramientas de acero rápido según el material que se ha de trabajar.

HERRAMIENTAS AMOLADAS

La forma de estas herramientas se obtiene sin forjado previo, directamente de la barra tratada mediante un amolado apropiado. Estas barras son generalmente de acero rápido superior (stelitas). Este procedimiento tiene la ventaja de evitar el forjado y además su costo resulta más bajo.

Las partes útiles determinantes de corte son idénticas a las obtenidas por forjado. Valen para ellas las mismas observaciones y los mismos ángulos que los señalados para el afilado de las herramientas de acero rápido.

HERRAMIENTAS CON PLAQUITAS SOLDADAS

Las herramientas con plaquita soldada están constituidas por un cuerpo de herramienta rígido que forma el soporte, sobre el cual se suelda una plaquita de carburo metálico que presenta las aristas de corte necesarias para trabajar.

Elección del cuerpo de la herramienta y preparación

Para los mangos de las herramientas con plaquita soldada puede escogerse un acero al carbono con 0,6 a 0,7 % de carbono. Debe tenerse en cuenta, al escoger sus dimensiones, que cuanto más fuerte sea con tanta mayor facilidad absorberá las sacudidas y vibraciones alejándolas de la lengüeta de metal duro.

Conviene tener en cuenta, al mismo tiempo, la dimensión de la plaquita, que debe ser suficientemente amplia para que el calor producido por el trabajo, y que depende de la velocidad de corte y la sección de viruta, pueda pasar rápidamente al mango.

Se prepara en el mango un encaste en el que deberá alojarse la pastilla. Este encaste puede mecanizarse con fresa y será suficiente para que toda la pastilla quede perfectamente apoyada, así como perfectamente plano y bien ajustado de forma que la soldadura que las ligue forme una película regular y fuerte. Un basculamiento de la pastilla e irregularidades en la película de soldadura arrancarían la pastilla al menor esfuerzo.

La base del encaste ha de ser ligeramente mayor que la pastilla para

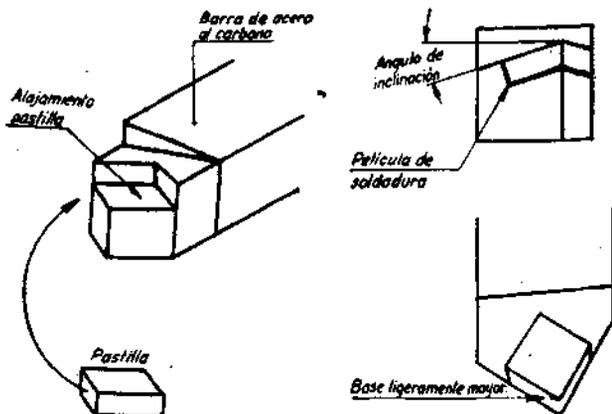


Figura 411. — Preparación del encaste en el mango.

facilitar la entrada de la soldadura y evitar un levantamiento de la pastilla (fig. 411).

Al mismo tiempo el encaste debe mecanizarse con una inclinación de unos 12° para facilitar el ángulo de inclinación sin debilitar la pastilla. El ángulo de inclinación tiene por objeto, sobre todo en trabajos con interrupción de corte, recoger y distribuir el choque que de otra manera, con filo recto, deteriorará todo el filo de la herramienta.

Soldadura de la pastilla

Se limpia perfectamente el mango y la plaquita. Se calienta por separado la plaquita y la cabeza del mango hasta unos 800°C , evitando la oxidación (con llama reductora y polvos de bórax). Seguidamente se cepilla enérgicamente con un cepillo de acero el alojamiento de la plaquita, se llena de polvo de soldar y se sitúa en él la plaquita.

Se calienta de nuevo hasta la temperatura de soldadura (900°C), observando la fusión de la soldadura y si ésta va corriendo se añaden polvos de bórax. Por último, se retira la herramienta del horno y con una varilla de metal se aprieta la plaquita durante unos 20 segundos, para reducir y regularizar el espesor de la soldadura

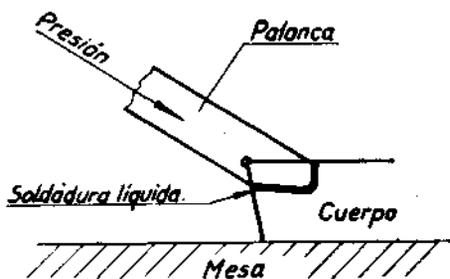


Figura 412. — Regulación de la película de soldadura.

(fig. 412). Esta varilla no debe ser mayor que el mando de la herramienta, para que no absorba demasiado calor, ya que un enfriamiento muy rápido de la pastilla podría perjudicarla.

Las herramientas una vez soldadas se enfrían despacio, metiéndolas en polvo de carbón de madera o de electrodos para evitar grietas.

El material soldante puede ser cobre electrolítico o bien unas láminas de plancha de cobre o latón que se colocan entre pastillas y alojamiento y que se funde al alcanzar la temperatura de soldadura (1.100° C para el cobre).

AFILADO Y ÁNGULOS DETERMINANTES

En el afilado de las herramientas de carburo, al igual que en el de las de acero rápido tienen muchísima importancia los ángulos y su conservación en los sucesivos afilados. Puede establecerse el siguiente orden de operaciones:

- 1.—**Afilado de mango.** Se hace con muela basta y se deja un ángulo con 2° más que el ángulo de incidencia señalado en las tablas. El material del mango, mucho más blando, no entra así en contacto con la muela especial de carburo y no la embota.
2. — **Afilado previo de desbaste de la lengüeta de carburo.** En muela especial de carburo basta, quedando el filo aún imperfecto y mellado.
3. — **Afilado final de la lengüeta.** En una muela fina de carburo, dejando ya los ángulos correctos indicados en las tablas.

En ocasiones para trabajos de acabado muy fino se hace un afilado extrafino en un disco de afilar con polvo de diamante.

En todos los casos debe emplearse una plantilla de afilar.

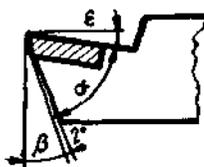
El afilado en seco es suficiente en algunos casos, pero el afilado húmedo puede recomendarse siempre, teniendo en cuenta que no es suficiente con gotas, sino que el líquido debe correr libremente y caer en chorro directo sobre la pastilla.

En la tabla 16 se relacionan los diferentes ángulos de afilado para los distintos materiales de más corriente uso.

ÁNGULOS CARACTERÍSTICOS PARA HERRAMIENTAS
DE TORNO CON PASTILLA

TABLA 16

Material a trabajar	Resistencia y dureza del material a trabajar	Calidad Widia	Ángulos			
			$\beta \pm 1^\circ$	α	ϵ	$\beta + \alpha$
ACERO	Hasta 50 Kgs/mm ²	S-1, S-2	6°	62°	22°	68°
	50-60 Kgs/mm ²	S-1, S-2	6°	65°	19°	71°
	60-70 Kgs/mm ²	S-1, S-2	5°	67°	18°	72°
	70-85 Kgs/mm ²	S-1, S-2	5°	71°	14°	76°
	85-110 Kgs/mm ²	S-1, S-2	5°	74°	11°	79°
	110-140 Kgs/mm ²	S-1, S-2	5°	77°	8°	82°
	140-180 Kgs/mm ²	S-1, S-2	5°	80°	5°	85°
	50-70 Kgs/mm ²	S-1, S-2	5°	75°	10°	80°
Acero moldeado	70-100 Kgs/mm ²	S-1, S-2	5°	80°	5°	85°
Acero duro (12 % Manganeso)		S-1, S-2	4°	82°	4°	86°
Acero inoxidable	60-70 Kgs/mm ²	S-1, S-2	5°	73°	12°	78°
Fundición gris	Hasta 200 Brinell	G-1	5°	75°	10°	80°
Fundición gris	De 200 ÷ 400 Brinell	H-1	4°	77°	9°	81°
Fundición endurecida	Dureza Shore 75-90	H-1	3°	85°	2°	88°
Hierro maleable		H-1	5°	78°	7°	83°
Bronce		G-1	6°	69°	15°	75°
Bronce fosforoso		G-1	5°	77°	8°	82°
Cobre		G-1	6°	58°	26°	64°
Latón		G-1	6°	70°	10°	76°
Aleaciones de aluminio	Blandas	G-1	6°	70°	14°	76°
Aleaciones de aluminio	Duras	G-1	6°	74°	10°	76°
Duraluminio		G-1	6°	70°	14°	76°



β Ángulo libre o incidencia
 α Ángulo de filo
 ϵ Ángulo de desprendimiento
 $\beta + \alpha$ Ángulo de corte

REGLAS A OBSERVAR EN EL AFILADO

- Para torneado de interiores o exteriores, el ángulo de desprendimiento debe ser mayor cuando más blando es el material a cortar (a excepción del bronce y latón).
- Para los torneados exteriores el ángulo de incidencia β debe aumentar con el diámetro de la pieza.
- Para torneados interiores, el ángulo de incidencia β debe ser mayor cuando menor es el diámetro a trabajar.

HERRAMIENTAS DEL PERFIL CONSTANTE

Estas herramientas tienen la forma de láminas, anillos o arandelas, cuya sección, apropiada a la clase de trabajo a que se destinan, es invariable cualquiera que sea el desgaste que sufran.

Fácilmente se comprende la ventaja que representa esta forma de utilizar la herramienta, sobre todo en el roscado y en el torneado de forma, operaciones en los que el perfil de la herramienta debe conservarse rigurosamente, aún después de los frecuentes reafilados.

Suelen construirse en tres formas distintas :

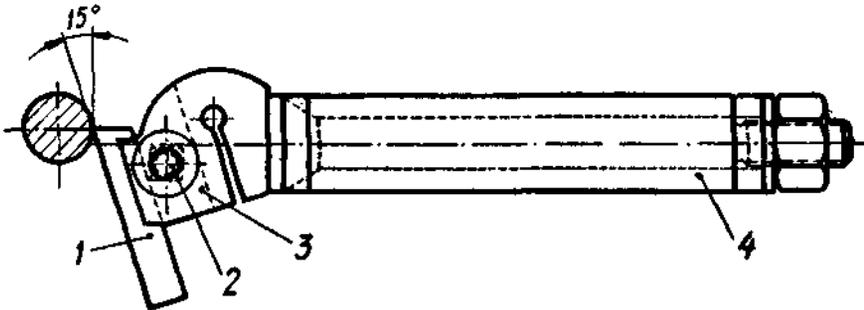


Figura 413. — Perfil constante. Prisma recto. 1, Prisma. 2, Dispositivo de fijación. 3, Cuerpo orientable. 4, Soporte fijo.

- **Láminas rectilíneas** (portaprismas para tronzar, roscar, *ranurar*, etc.) (figura 413).
- **Láminas circulares** (roscados y formas varias) (fig. 414).
- **Láminas curvas** (tronzar, ranurar, roscar, etc.) (fig. 415).

Todas las operaciones de torneado pueden practicarse con herramientas de perfil constante, cuya sección dependerá del trabajo a efectuar.

Su utilización exige siempre el empleo de portaherramientas especiales.

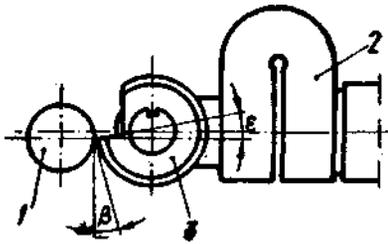


figura 414. — Perfil constante. Lámina circular. 1, Pieza a roscar. 2, Portamoleta. 3. Moleta de roscar.

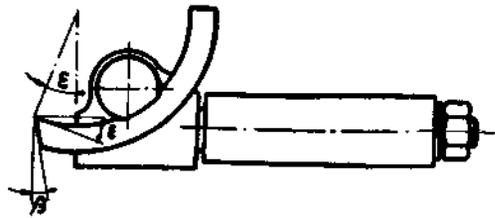


Figura 415. — Perfil constante. Lámina curva.

PORTAHERRAMIENTAS

En las herramientas forjadas resulta desproporcionado el volumen del cuerpo con respecto a la cabeza de corte, ya que la mayor parte del material sirve como soporte del filo cortante.

Los portaherramientas remedian en gran parte este inconveniente y sus ventajas en cuanto a su utilización con respecto a las herramientas ordinarias son numerosas. Entre otras cabe señalar: economía de acero, supresión del forjado, utilización de las herramientas hasta un mínimo y disminución del capital invertido en herramientas.

Los portaherramientas deben poseer las siguientes cualidades:

- * **Tener la cara de asiento absolutamente plana.**
- * **Ajuste perfecto de la lámina o cuchilla en sus guías, a objeto de que la herramienta forme un solo cuerpo con el portaherramientas**

Normalmente en el comercio se venden láminas de dimensiones-normalizadas para su acoplamiento en los portaherramientas. Vea en la figura 416 tres portaherramientas, con láminas y cabeza de perfil constante.

Si para una operación corriente es ya ventajosa la utilización de herramientas de este tipo, todavía lo es más, cuando se trata de un perfil complicado.

Siempre que' la cantidad de piezas a mecanizar sea interesante, incluso pueden prepararse láminas circulares en el torno, construidas de acero rápido y que, templadas convenientemente, dan lugar a un perfil cons-

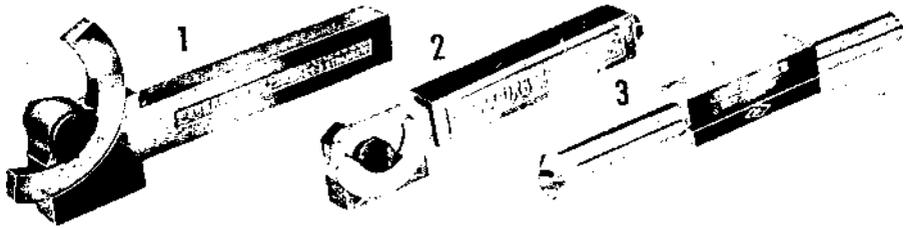


Figura 416. — Herramientas de perfil constante. 1. De tronzar. 2. De roscar. 3. De mandrinar.

tante que de otra forma sería, no ya difícil de lograr, sino más difícil de mantener a través de los diversos afilados (fig. 417).

HERRAMIENTAS DE FORMA

Cuando las piezas a ejecutar tienen formas complicadas y su número es importante, resulta interesante por economía de tiempo y para conseguir su intercambiabilidad, utilizar herramientas de forma.

A menudo tienen estas herramientas un perfil cuya ejecución resulta más ventajosa con la lima, utilizándose la muela para el desbaste.

Para conservar el perfil con su forma exacta es necesario dar el mínimo valor posible al ángulo de desprendimiento. Es conveniente, además, conseguir el máximo de piezas mecanizadas entre dos afilados, aunque se tenga que disminuir la velocidad de corte, que, por otra parte, proporciona un más perfecto acabado de las superficies y suprime las vibraciones que a gran velocidad provoca la excesiva longitud de la línea de corte de una herramienta de forma.

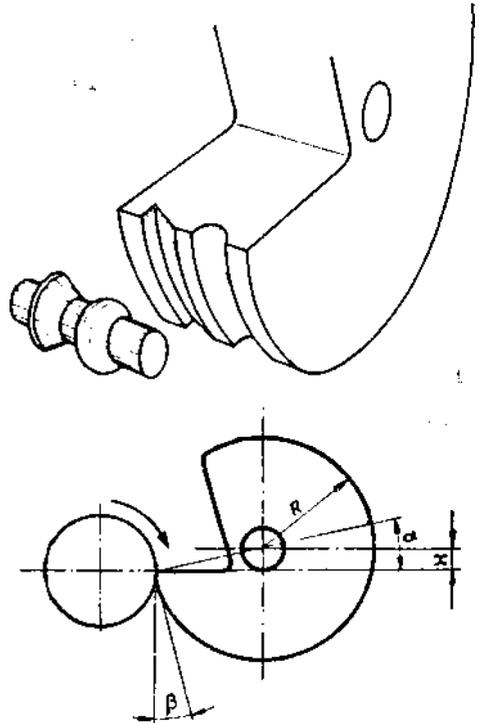
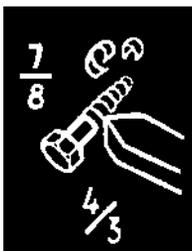


Figura 417. — Herramienta de forma de perfil constante. $\beta = x; \quad x = \frac{R}{10}$.

De todas maneras, tal como hemos indicado antes, es preferible que estas herramientas se construyan de perfil constante.



matemáticas para tornero

LECCIÓN

11

MEDIDA DEL ÁNGULO

Un ángulo se mide por su abertura y no por la longitud de sus lados. Que los lados de un ángulo sean más o menos largos no afecta para nada a su valor. Los ángulos de la fig. 21 tienen los lados de igual medida, pero son ángulos de distinto valor; el primero es agudo, y por tanto, menor que el segundo que es recto.

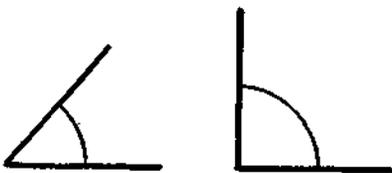


Figura 21

SISTEMA SEXAGESIMAL

Si a todo alrededor de un punto se trazan líneas como en la figura 22 hasta formar 360 ángulos iguales, cada uno de estos ángulos será de un grado. Para medir un ángulo cualquiera se toma el grado como unidad de medida, es decir, se comprueban los ángulos de un grado que hay en el ángulo que se mide.

Si alrededor del punto se siguen trazando líneas hasta que cada uno de los 360 ángulos quede dividido en otros 60 ángulos iguales, cada uno de estos 60 ángulos será de un **minuto** y si por último se trazan líneas hasta que cada uno de estos 60 ángulos quede dividido en otros 60, cada uno de estos 60' será de un **segundo**. Así pues, un grado tiene 60 minutos y un minuto 60 segundos. Divididos los grados en minutos y segundos, se pueden medir los ángulos con mayor exactitud.

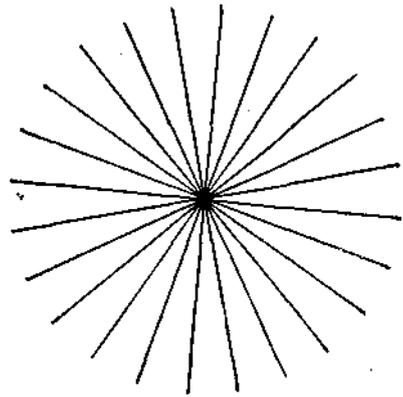


Figura 22

Cuando se escribe la medida de un ángulo los grados se indican con un pequeño cero en la parte superior de la cifra, por ejemplo 90° ; los minutos se indican con una coma: $32'$; y los segundos con dos comas: $30''$. Si un ángulo mide 70 grados con 15 minutos y 26 segundos se escribirá $70^{\circ} 15' 26''$.

A esta manera de medir los ángulos se le da el nombre de sistema **sexagesimal**. Hay establecido otro sistema llamado **centesimal** que va a estudiar a continuación.

SISTEMA CENTESIMAL

En este sistema se consideran 400 los ángulos trazados alrededor de un punto, en vez de 360 y cada uno de los 400 ángulos es de un **grado centesimal**. Asimismo se considera al grado dividido en 100 minutos y al minuto en 100 segundos.

Los grados centesimales se indican con la letra g al lado de la cifra, los minutos con una coma y los segundos con dos comas, es decir, los minutos y los segundos igual que por el sistema sexagesimal. Así, en el ejemplo anterior de 70 grados, 15 minutos y 26 segundos, si éstos fueran centesimales se escribiría $70\text{ g } 15' 26''$. Esta es la forma actual de indicar los grados centesimales. Sin embargo interesa tener en cuenta que antes se escribían los grados, minutos y segundos centesimales añadiendo las letras g, m, s, respectivamente, en la parte alta de la cifra $70\text{g } 15\text{m } 26\text{s}$.

GONIÓMETROS,

Los goniómetros son instrumentos empleados para la medición de ángulos; su forma más sencilla es el transportador que generalmente se utiliza para medir ángulos en el papel, es decir, en planos y croquis.

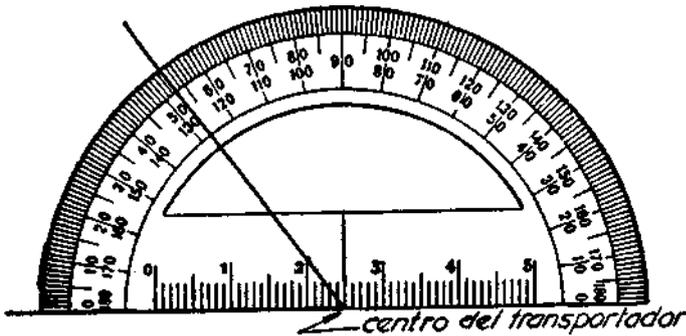


Figura 23

Fijese en la fig. 23. En él están señalados los grados desde 0° a 180° en sentidos contrarios; esta doble graduación está dispuesta con el fin de que se puedan medir ángulos partiendo de ambos lados. El centro del transportador está señalado con una rayita o hendidura. Para medir un ángulo se coloca el centro del transportador sobre el vértice del ángulo y el cero de la graduación sobre uno de los lados. El lugar por donde pase el otro lado indicará los grados del ángulo. En la fig. 23 puede ver la medición de un ángulo de 53° .

Los utilizados en el taller mecánico tienen la disposición que se muestra en la figura 24 con una regla que gira alrededor del centro del transportador.

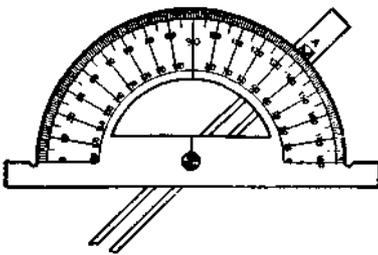


Figura 24

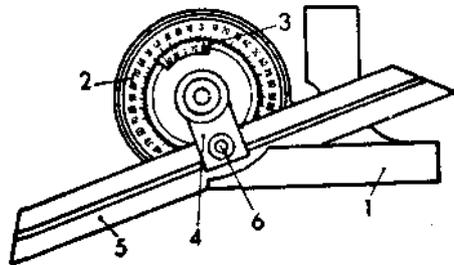


Figura 25

Una forma muy práctica y de gran empleo de goniómetro, es el denominado comprobador universal o vaivel (fig. 25). Está formado por una regla (1) unida a un disco graduado (2); concéntrico con este disco gira otro que lleva un nonio (3) y un brazo (4), en este brazo puede fijarse una regla deslizante (5) por medio de un tornillo (6). El disco graduado lo está en grados de 0 a 90, comenzando en ambos sentidos desde dos puntos extremos de un diámetro perpendicular a la regla fija. El cero de nonio corresponde a un extremo del diámetro, perpendicular a la regla móvil y permite medir ángulos de 5 minutos, para lo cual tiene una longitud que abarca un arco de 23° y está dividido en 12 partes, también la escala del nonio es doble y dirigida en ambos sentidos a partir de 0.

En una próxima lección de CONOCIMIENTOS GENERALES DE MECÁNICA dedicada al estudio de los instrumentos de medida estudiará usted con más detalle el funcionamiento de este aparato y la forma de efectuar distintas mediciones de ángulos.

MEDIDA DEL ÁNGULO RECTO

Alrededor de un punto pueden formarse 4 ángulos rectos (fig. 26). En el sistema sexagesimal siempre se consideran 360 el total de grados

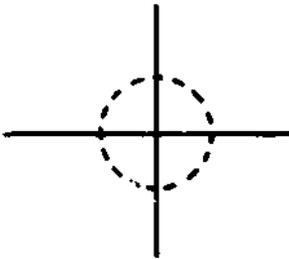


Figura 26

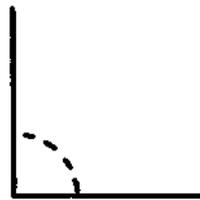
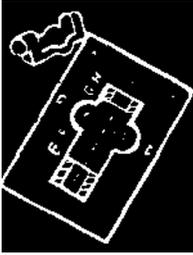


Figura 27

que suman los ángulos trazados alrededor de un punto, sean los ángulos que sean. Así, pues, un ángulo recto (fig. 27) vale una cuarta parte de 360 grados, es decir, 90° ; un ángulo obtuso vale más de 90° y un ángulo agudo menos de 90° .



interpretación planos

LECCION

11

REPRESENTACIÓN CONVENCIONAL DE AGUJEROS Y ELEMENTOS DE UNION

En algunos planos de piezas o conjuntos, los agujeros y elementos de unión tales como tornillos, tuercas, y remaches se representan con todo detalle con sus vistas trazadas según se ha estudiado en lecciones anteriores. Sin embargo es más corriente utilizar una representación convencional de tales detalles, especialmente en planos a pequeña escala, donde los detalles serían difíciles de dibujar, y en los planos de conjunto o estructuras en las que se deberían dibujar gran número de ellos con la consiguiente pérdida de tiempo.

También en este caso la representación convencional es posible gracias a la normalización de los elementos de unión, tales como tornillos, tuercas y remaches.

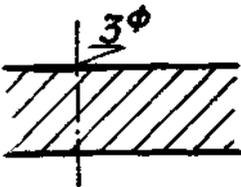


Figura 151

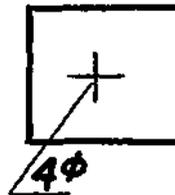


Figura 152

La representación simplificada de un taladro se hace dibujando en el plano solamente el eje geométrico del taladro e indicando el diámetro del mismo. Si en la vista el taladro debe verse longitudinalmente se indica el eje con una línea de trazo y punto, como se muestra en la figura 151, si es visto transversalmente se indica por el cruzamiento de dos líneas, como se muestra en la figura 152. Si los agujeros son ciegos.

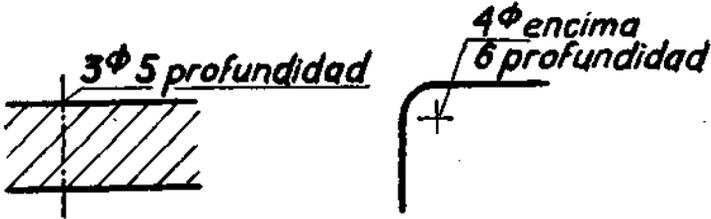


Figura 153

es decir no atraviesan la pieza de lado a lado se indica también la profundidad del taladro como puede verse en la figura 153. Si la entrada del taladro es avellanado o refundida para alojar la cabeza de un tornillo o remache, esto se indica también haciendo constar el elemento normali-

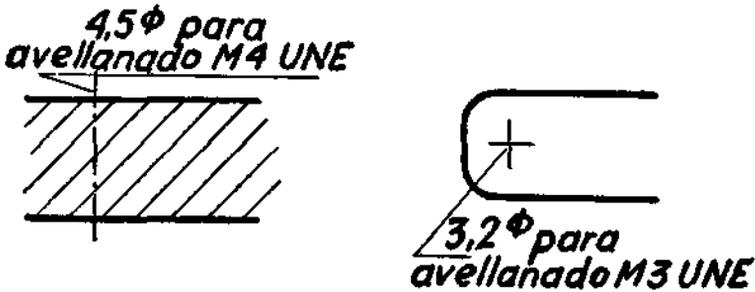


Figura 154

zado que debe ir alojado en el taladro; ejemplos de esto son las representaciones de taladro avellanados que se muestra en la figura 154.

La indicación de taladros roscados se hace también con los ejes o cruzamientos como en el caso anterior pero indicando las características de las roscas; en la figura 155 puede ver la forma como se representa un agujero roscado pasante de rosca métrica M 10 y un agujero ciego roscado con una rosca métrica M 5 y 15 milímetros de profundidad.

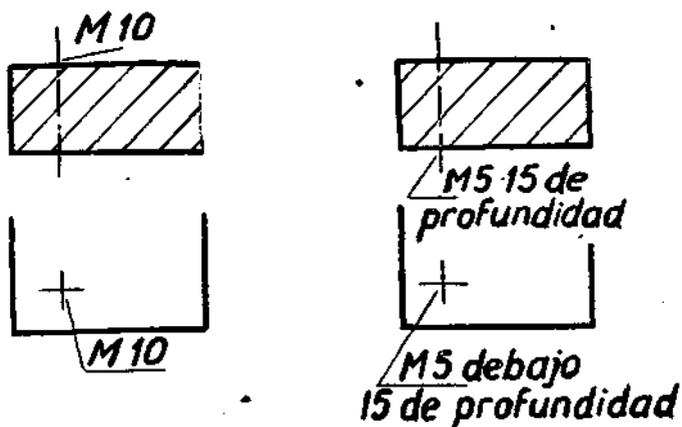


Figura 155

Los tornillos y remaches se indican igualmente por medio de sus ejes o cruzamientos, indicando además la sigla de los elementos normalizados, tornillos, tuercas, arandelas o remaches. En la figura 156 pueden verse

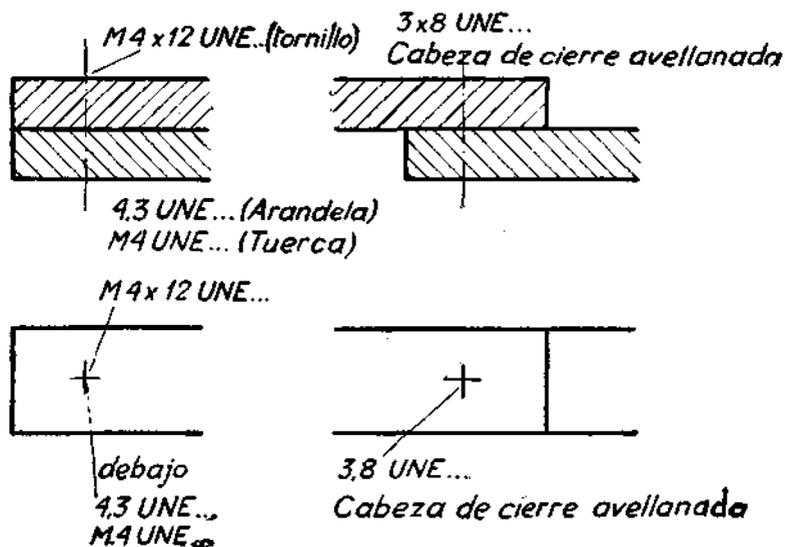


Figura 156

SIGNOS CONVENCIONALES

TORNILLOS

	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36
Díametro de la rosca													
Díametro de la caña mm	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36
Sección del núcleo mm ²	31,9	50,9	74,3	102	141	171	220	276	317	419	509	636	745
Díametro del agujero mm	8,4	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37
Tornillos en agujero pasante normal													
Tornillos en agujero pasante de otra clase													
Agujeros roscados													
Tornillos que se han de colocar en el montaje													
Agujeros para tornillos que se taladraron en el montaje													
Simbolos para	<p>Círculo con indicación de diámetro de agujero y de tornillo, por ejemplo </p> <p>Doble círculo con indicación de cota, por ejemplo </p>												

Figura 158

SIGNOS CONVENCIONALES

REMACHES

	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36
Diámetro del remache en bruto m.m.													
Diámetro del agujero m.m.	8,4	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37
Simbolos para:	8,4	+	●	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37
	Cabeza redonda por ambos lados	+	●	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37
	Cabeza superior embutida	+	●	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37
	Cabeza inferior embutida	+	●	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37
Ambas cabezas embutidas	8,4	+	●	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37
Remachar en el montaje	8,4	+	●	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37
Taladrar en el montaje	8,4	+	●	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37

Figura 157

unos ejemplos de representación de una unión con un tornillo y su arandela y tuerca correspondiente y una unión por medio de un remache.

Si en el plano se han de señalar gran, cantidad de tornillos o remaches de distintas medidas y características la rotulación de cada uno en la forma que se acaba de ver daría lugar a una gran confusión y, por ello, se recurre a símbolos diferentes para cada tipo de elementos de unión los distintos símbolos normalizados en este caso son los que se presentan en las figuras 157 y 158.

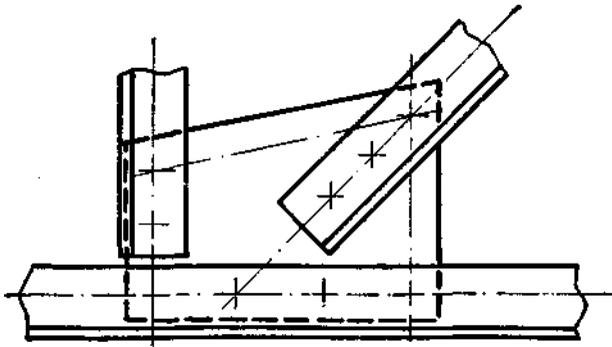


Figura 159

En el caso de un plano en que se representen gran número de elementos de unión iguales, se hace señalando sus ejes y sus cruzamientos como se ve en la figura 159, señalando en el mismo plano en lugar aparte de las vistas o sobre uno de los elementos indicados, qué tipo de elemento es el que se debe emplear.

UNIONES POR SOLDADURA

La representación de la unión de piezas por soldadura exige el empleo de signos convencionales, ya que el dibujarlos tal como se presenta en las piezas una vez unidas, por los procedimientos de delineación normales no daría idea de cómo deben ejecutarse ni cómo son las piezas separadas, antes de la soldadura, puesto que este sistema de unión produce en muchos casos una verdadera pieza única partiendo de dos o más piezas separadas.

Así, pues, en los planos se dibujan las piezas soldadas como conjunto

de las varias piezas que las forman y se indican en los lugares donde se hallan las soldaduras, por medio de signos o representaciones convencionales, la forma en que éstas deben hacerse.

Los métodos de soldadura más importantes y diferentes desde el punto de vista de su representación en los planos son :

La soldadura por presión.

La soldadura por fusión.

En la soldadura por presión las partes de las piezas que se han de unir se calientan hasta llegar al estado pastoso y en este estado se aprietan unas a otras por medio de martillo o presión, produciéndose así la soldadura. Entre las soldaduras por presión se distinguen la soldadura por forja, la soldadura por resistencia eléctrica, la soldadura por presión y arco eléctrico y la soldadura con termita. En estas soldaduras no se añade otro material a las piezas que se sueldan.

Las soldaduras por fusión se hacen calentando hasta llegar a la fusión las superficies que se han de unir, puestas en contacto, y dejando solidificar de nuevo el material fundido que produce así la unión entre las piezas. En estas soldaduras no se ejerce presión entre las piezas y en general se añade material que se funde de barras o varillas adecuadas y al que se le da el nombre genérico de material de aportación. Entre las soldaduras por fusión se cuentan la soldadura por arco eléctrico y la soldadura por soplete de gas.

Tanto las soldaduras por presión como las soldaduras por fusión pueden ejecutarse de distintas formas y estando las piezas en diferentes posiciones relativas, lo cual debe reflejarse en los planos en forma de indicaciones diferentes para que sirvan de guía a quien debe ejecutar el trabajo.

REPRESENTACIÓN DE LAS SOLDADURAS POR PRESIÓN EN LOS PLANOS

Entre las uniones soldadas por presión se pueden distinguir las soldaduras de barras o secciones macizas y las soldaduras de planchas.

La soldadura de barras o secciones macizas se suelen realizar en la forma denominada a tope: los extremos de las barras se calientan y comprimen uno contra otro en el sentido de la longitud; esta soldadura puede hacerse sin que los extremos que se sueldan lleguen a fundirse y entonces la soldadura se indica como se muestra en la figura 160, por medio

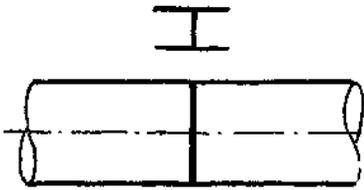


Figura 160

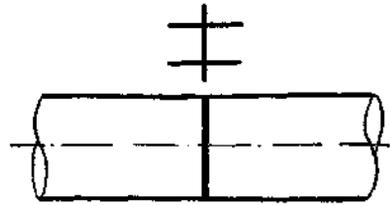


Figura 161

de una línea que indica la sección y el signo que se ve en ella. Se puede realizar también haciendo que las superficies se calienten hasta fusión antes de aplicar la presión y entonces se representa en el plano como se muestra en la figura 161.

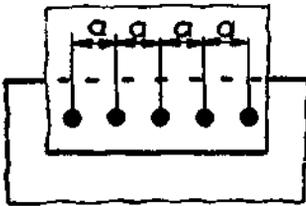


Figura 162

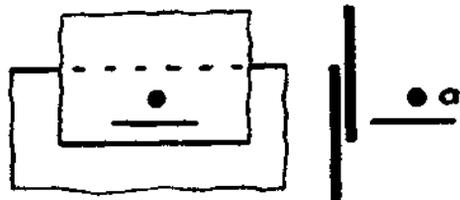


Figura 163

La soldadura de planchas por presión se realiza generalmente por resistencia eléctrica. Pueden unirse solamente por una serie de puntos y se llaman entonces **soldaduras por puntos** o puede soldarse toda una línea de las piezas llamándose **soldadura por costura continua**.

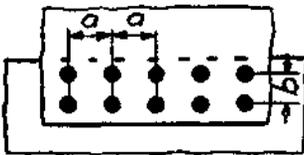


Figura 164

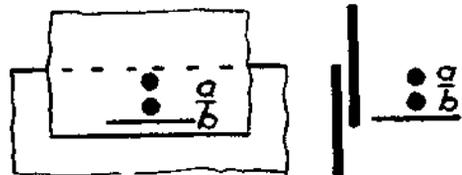


Figura 165

Una soldadura por puntos puede hacerse con una sola línea de puntos como se muestra en la figura 162, se llama entonces **soldadura por puntos en serie** y en los planos se representa como se muestra en la figura 163. Puede hacerse también con dos líneas de puntos como se muestra en la figura 164 llamándose a este tipo **soldadura por puntos en cadena** y representándose como se muestra en la figura 165. Y puede hacerse también con los puntos distribuidos como se muestra en la figura

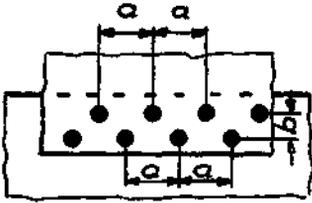


Figura 166

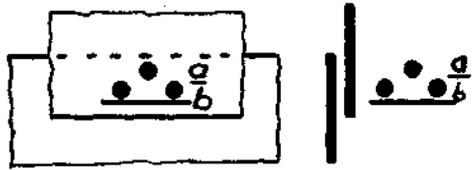


Figura 167

ra 166, llamada **soldadura por puntos a tresbolillo** y en este caso se indica en los planos como se muestra en la figura 167.

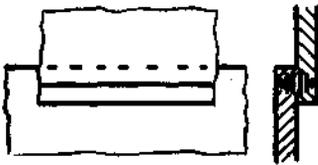


Figura 168



Figura 169

Las distancias entre los puntos de soldadura se indican como se muestra en las figuras 163, 165 y 167, siendo en estas figuras las letras **a** y **b** los valores de las cotas indicadas con las mismas letras en las figuras 162, 164 y 166.



Figura 170

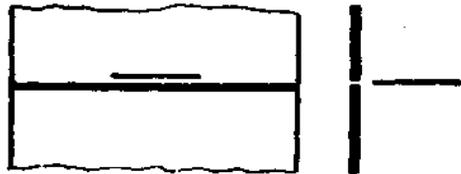


Figura 171

Las soldaduras por costura continua pueden ser **a solape**, cuando las planchas se unen superpuestas como se muestra en la figura 168 y **a tope**, cuando se unen por los bordes como se muestra en la figura 170. La soldadura a solape se representa en los planos como se muestra en la figura 169 y la soldadura a tope como se muestra en la figura 171.

REPRESENTACIONES DE UNIONES SOLDADAS POR FUSIÓN

Como se ha dicho anteriormente también las soldaduras por fusión se presentan en distintas formas de unión de las piezas, independientemente del procedimiento que se emplee para su ejecución (soplete de gas, arco eléctrico, etc.). Como también se ha dicho, la soldadura por fusión se suele realizar añadiendo material a las piezas que se sueldan entre las superficies de unión (material de aportación). Este material forma una línea llamada **cordón de soldadura**, como puede verse por ejemplo en la figura 172.

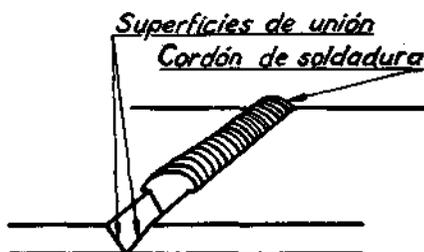


figura 172

En la representación en los planos de uniones soldadas por fusión se indican la posición de las superficies que se sueldan, la forma del cordón y las dimensiones de éste.

Según la posición relativa de las superficies que se sueldan se distinguen tres tipos de uniones :

Soldadura en borde.

Soldadura a tope.

Soldadura en ángulo.

Las soldaduras a tope pueden hacerse a su vez con distintos tipos de unión ; los principales de ellos son :

Unión en I.

Unión en V.

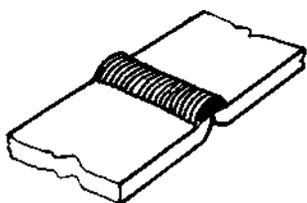
Unión en X.

Las soldaduras en ángulo pueden también ser ejecutadas con cordones de distinta forma, siendo los normales los siguientes :

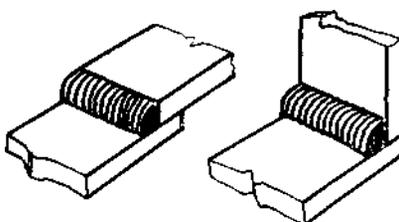
Cordón reforzado.

Cordón plano.

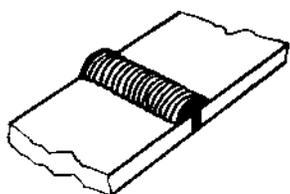
Cordón aligerado.



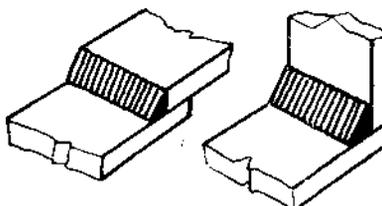
Soldadura en borde



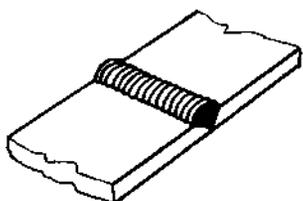
*Soldadura en ángulo
cordón reforzado*



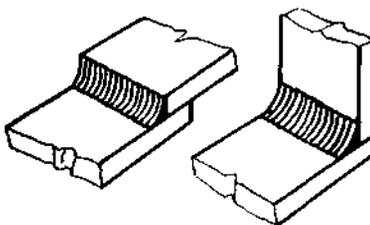
Soldadura a tope en l



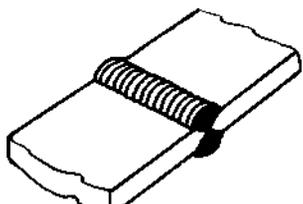
*Soldadura en ángulo
cordón plano*



Soldadura a tope en V



*Soldadura en ángulo
cordón aligerado*



Soldadura a tope en X

Denominación		Representación a escala		Representación simbólica	
Soldadura en borde					
Soldadura a tope	Unión en I				
	Unión en V				
	Unión en X				
Soldadura en ángulo	Cordon reforzado continuo				
	Cordon plano continuo				
	Cordon aligerado continuo				

1) Las uniones soldadas fijas se indicarán con una línea recta en lugar de arcos en círculo



Figura 173

En la lámina 17 puede usted ver las formas de estos distintos tipos de unión.

En los planos estas uniones pueden representarse a escala si el tamaño y claridad del dibujo lo permite o representarse simbólicamente si la escala del plano es pequeña y debe simplificarse el dibujo para que sea claro. En la figura 173 se han agrupado las representaciones de estas diferentes uniones tanto como simbólicamente.

Puede apreciar en esta figura que en la soldadura en ángulo se indica una cifra, representada en la figura por la letra a. Esta cifra es el espesor del cordón en milímetros, medido según la cota a que se muestra en la figura 174. Cuando las uniones deben ser lisas, sin que sobresalga el cordón, la representación se hace utilizando una línea recta en lugar del arco, como se muestra en la figura 175.

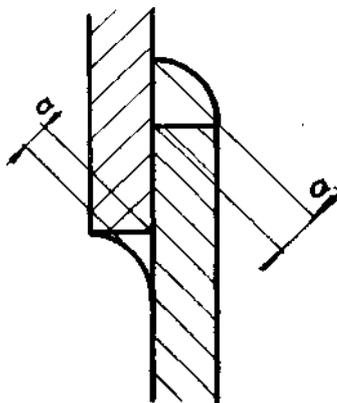


Figura 174

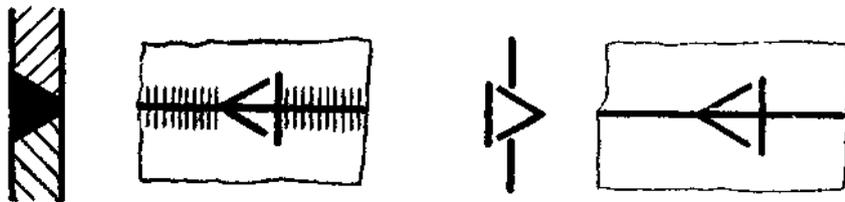
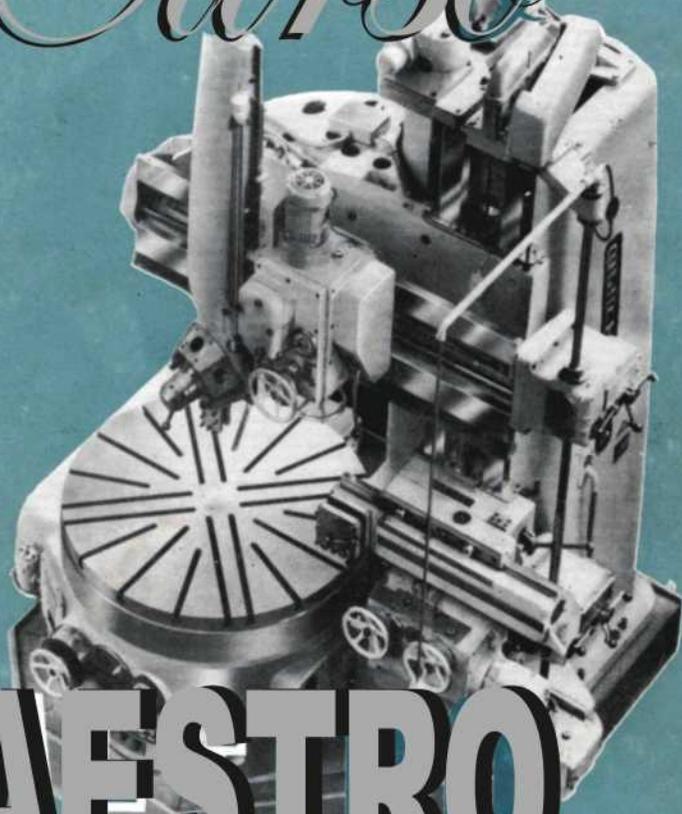


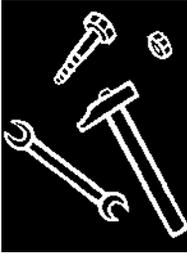
Figura 175

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 12



conocimientos generales mecánica

LECCIÓN

12

TOLERANCIA

Los métodos de trabajo de la industria no permiten en ningún caso la obtención de una forma o dimensión matemática exacta, pero las exigencias de la misma industria requieren una determinada exactitud en las dimensiones, especialmente cuando se trata de trabajar en serie y lograr piezas intercambiables. Este es el motivo que ha dado lugar a las llamadas tolerancias.

Se da el nombre de **tolerancia** o el de **campo de tolerancia** a la inexactitud admisible en la fabricación de una pieza de una determinada dimensión; se designa con la letra **t** y es igual a la diferencia entre las medidas máxima y mínima admitidas para la pieza, figura 43.

Por ejemplo, una pieza debe ser cortada a una longitud de 300 mm, pero se admiten como buenas las piezas que tengan como mínimo 299 mm

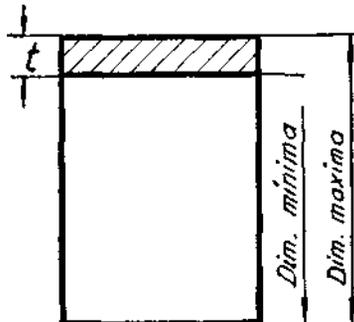


Figura 43

y como máximo 301 mm. La tolerancia en este caso será de $301 - 299 = 2$ mm. Como se ve, la tolerancia está comprendida entre unos límites; un **límite inferior** que indica la medida mínima que debe tener la pieza y un **límite superior** que indica la medida máxima que ha de tener la pieza. En el ejemplo anterior, el límite inferior de la tolerancia es un milímetro menos de la longitud de 30 mm deseada para la pieza, o sea, -1 (menos 1 mm); el límite superior, en este caso, es un milímetro más de la longitud de 300 mm, o sea, $+1$ mm (más 1 mm). Para estudiar las tolerancias, el límite superior, en general, se indica con las letras L_s y el límite inferior, con las letras L_i .

A la medida que teóricamente debería tener una dimensión, se la llama **dimensión nominal**, y esta medida se toma como referencia de valor cero para contar las tolerancias por encima o por debajo de ella, dándosele el nombre de **línea de O**.

La diferencia entre la dimensión máxima admisible y la dimensión nominal se llama diferencia superior y se representa por las letras D_s ; la diferencia entre la dimensión nominal y la dimensión mínima admisible se llama diferencia inferior y se representa por D_i . En el esquema de la figura 44, se muestran gráficamente estos valores.

A la medida real de una pieza ya fabricada se la llama **dimensión efectiva**; si, por ejemplo, una de las piezas de 300 milímetros del ejemplo anterior, después de cortada tiene una longitud real de 299'5 mm este valor será su dimensión efectiva,

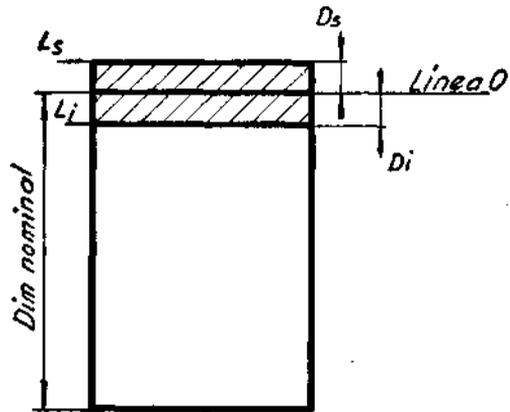


Figura 44

ENCAJE

Se llama **encaje** al acoplamiento entre dos piezas, una interior y otra exterior. Por ejemplo, el gorrón, o parte de apoyo de un eje, y su cojinete correspondiente, forman un encaje; un tornillo y su tuerca forman también un encaje; en una rueda que tenga clavado un eje en un agujero, el eje y el agujero forman un encaje.

En mecánica, los encajes deben ser, según los casos, más o menos **ajustados**, es decir, las piezas que forman el encaje deben tener un mayor o menor grado de libertad de movimiento una con respecto a la otra; por ejemplo, una rueda, según su función, debe poder girar sobre su eje, o, por el contrario, estar fuertemente acoplada a él para que le transmita su movimiento. Según el menor o mayor grado de ajuste, se distinguen distintos tipos de encajes, que se estudiarán más adelante.

JUEGO E INTERFERENCIA

El grado de ajuste de un encaje se caracteriza por la diferencia entre la dimensión efectiva de la pieza hembra y la dimensión efectiva de la pieza macho.

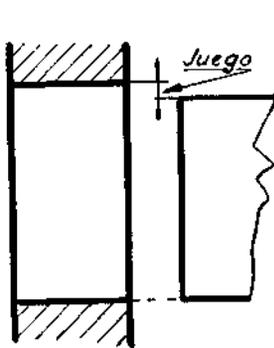


Figura 45

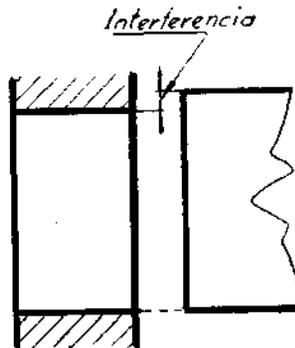


Figura 46

Esta diferencia se llama **juego**, si la dimensión efectiva de la pieza hembra es mayor que la de la pieza macho, como se muestra en la figura 45. Si, por el contrario, la dimensión efectiva de la pieza hembra es menor que la de la pieza macho, la diferencia se llama **interferencia**, como se muestra en la figura 46.

Hasta hace no muchos años, el ajuste de dos piezas que habían de formar un encaje se hacía especialmente entre estas dos piezas y dependía de la habilidad del operario que lo ejecutaba. Si una de las piezas debía reponerse, era necesario disponer en el taller de la otra pieza que había de ajustarse con la nueva. En la actualidad, el empleo de sistemas de tolerancias permite fabricar piezas en serie, de tal forma, que se ajust-

ten a otras con los juegos e interferencias deseados en cada caso. En efecto, limitando las tolerancias de la pieza hembra y de la pieza macho, queda limitado el juego o la interferencia entre un límite máximo y un límite mínimo, como se verá en seguida.

Si se tienen dos piezas con tolerancias determinadas como las que se muestran esquemáticamente en la figura 47, si la dimensión mínima admisible de la hembra es mayor que la dimensión máxima admisible de la pieza macho entre estas dos piezas habrá siempre juego, cualquiera que sea la dimensión efectiva de ellas siempre que esté comprendida en las

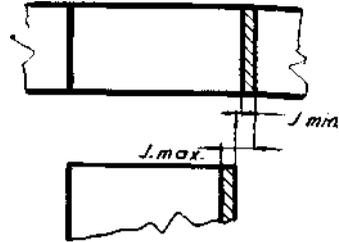


Figura 47

tolerancias. Además, el juego estará comprendido entre un juego máximo y un juego mínimo. El **juego máximo** que podrán tener dos de estas piezas, comprendidas en las tolerancias, será igual a la diferencia entre la dimensión máxima admisible del agujero y la dimensión mínima admisible del eje o pieza macho. El **juego mínimo** que podrán tener dos de estas piezas será igual a la diferencia entre la dimensión mínima admisible del agujero y la dimensión máxima admisible del eje. En la figura 47 puede apreciarse claramente el significado de las expresiones **juego máximo** **juego mínimo**.

Si las tolerancias de las piezas para formar un encaje se toman como se muestra en la figura 48, de tal forma que la dimensión máxima del agujero sea menor que la dimensión mínima del eje cualquier par de piezas que se tomen presentarán siempre interferencias. La **interferencia máxima** será igual a la diferencia entre la medida máxima admisible del eje

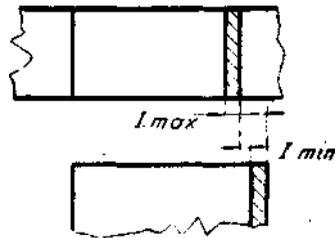


Figura 48

y la medida mínima admisible del agujero; la **interferencia mínima**, será igual a la diferencia entre la medida mínima admisible del eje y la medida máxima admisible del agujero. En la figura 48 pueden verse gráficamente el significado de la **interferencia máxima** y **mínima**.

Escogiendo adecuadamente las tolerancias puede lograrse encajes en serie de las características de ajuste que se deseen.

Para simplificar el empleo de las tolerancias, los valores de éstas se han normalizado, formando sistemas de tolerancias, de ellos, el más empleado por los constructores de maquinaria europeos, es el Sistema Internacional ISA.

TOLERANCIAS ISA

A fin de unificar las normas de tolerancias existentes en los distintos países, se ha elaborado un sistema internacional, llamado Sistema de Tolerancia ISA, del cual se toman los datos siguientes :

1.º La temperatura de referencia para medidas lineales es la de 20º centígrados.

2.º Sistema ISA de tolerancias comprende las de las dimensiones nominales entre uno y 500 mm , dividiendo estas medidas en grupos y subgrupos, cuyos límites son los números de la siguiente serie :

1—3—6—10—14—18—24—30—40—50—65—80—100—120—140—160—180—200—225—250—280—315—335—400—450—500.

3.º Para cada grupo de dimensiones, el sistema de tolerancias ISA establece 16 grupos de tolerancias (llamados de calidad de elaboración o simplemente **calidad**) y se designan por **IT 1** a **IT 16** (**IT** significa I = ISA y T = Tolerancia).

4.º Los valores de las tolerancias fundamentales en micrones para las calidades de 1 a 16 y para las distintas dimensiones se dan en la tabla 17.

5.º Además del valor de la tolerancia, las normas ISA determinan su posición con respecto a la línea de cero (que corresponde a la dimensión nominal); para indicar estas posiciones se emplean letras mayúsculas para los agujeros y minúsculas para los ejes (fig. 49). La posición del campo de tolerancia queda determinado por la diferencia nominal o inferior con respecto a la línea de cero. A esta diferencia se le da el nombre de diferencia de referencia y en la tabla 18 se dan los valores de la diferencia nominal superior para los ejes en las posiciones de las tolerancia de **a** a **h** y las diferencias inferiores para los agujeros en las posiciones **A** a **H**; los valores anotados deben señalarse con signo negativo (—) para los ejes y positivos (+) para los agujeros.

6.º Según lo expuesto, un campo de tolerancia vendrá perfectamente

VALORES DE TOLERANCIA SOBRE CALIDAD

TABLA 17

Grupo de dimensiones	Calidades															
	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
	de 1 a 3	1'5	2	3	4	5	7	9	14	25	40	60	90	140	250	400
más de 3 a 6	1'5	2	3	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
más de 6 a 10	1'5	2	3	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
más de 10 a 18	1'5	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
más de 18 a 30	1'5	2	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
más de 30 a 50	2	3	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
más de 50 a 80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
más de 80 a 120	3	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
más de 120 a 180	4	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
más de 180 a 250	5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
más de 250 a 315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
más de 315 a 400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
más de 400 a 500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000

VALORES DE LA POSICIÓN DE LA TOLERANCIA

TABLA 18

			Posición							
Grupo	Ejes		a	b	c	d	e	H	e	h
en mm	Agujeros		A	B	C	D	E	F	G	H
más de 1 hasta 3			270	140	6	20	14	7	3	0
más de 3 hasta 6			270	140	70	30	20	10	4	0
más de 6 hasta 10			280	150	80	40	25	13	5	0
más de 10 hasta 18			290	150	95	50	32	16	6	0
más de 18 hasta 30			300	160	110	65	40	20	7	0
más de 30 hasta 40			310	170	120	80	50	25	9	0
más de 40 hasta 50			320	180	130	80	50	25	9	0
más de 50 hasta 65			340	190	140	100	60	30	10	0
más de 65 hasta 80			360	200	150	100	60	30	10	0
más de 80 hasta 100			380	220	170	120	72	26	12	0
más de 100 hasta 120			410	240	180	120	72	36	12	0
más de 120 hasta 140			460	260	200	145	85	43	14	0
más de 140 hasta 160			520	280	210	145	85	43	14	0
más de 160 hasta 180			580	310	230	145	85	43	14	0
más de 180 hasta 200			660	340	240	170	100	50	15	0
más de 200 hasta 225			740	380	260	170	100	50	15	0
más de 225 hasta 250			820	420	280	170	100	50	15	0
más de 250 hasta 280			920	480	300	190	110	56	17	0
más de 280 hasta 315			1050	540	330	190	110	56	17	0
más de 315 hasta 355			1200	600	360	210	125	62	18	0
más de 355 hasta 400			1350	630	400	210	125	62	18	0
más de 400 hasta 450			1500	760	440	230	135	68	20	0
más de 450 hasta 500			1650	840	480	230	135	68	20	0

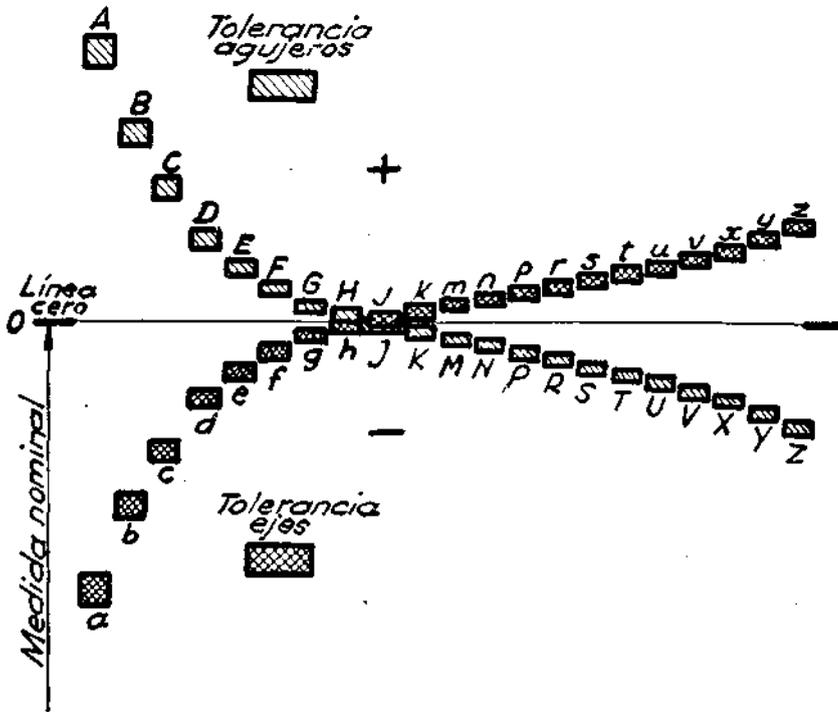


Figura 49

determinado en valor y posición por las normas ISA y se designa por el número de calidad y la letra de la posición.

Para buscar una tolerancia en las tablas **ISA** ha de tener usted siempre en cuenta que cuando la letra que indica la posición está por debajo de la línea **cero**, (figura 49), el valor de la tabla llevará el signo — (**menos**), o sea, que dicho valor habrá de restarlo del valor de la dimensión nominal de la pieza y, por el contrario, si está por encima de la línea cero llevará el signo + (**más**). **En los agujeros la letra indica el diámetro mínimo y en los ejes el diámetro máximo.**

Vea usted un ejemplo:

Supongamos un agujero de 60 mm de diámetro con tolerancia H7; la letra H indica la posición y el número 7 la calidad. Así pues el valor de la tolerancia según las tablas **ISA** será:

En primer lugar debe fijarse que la letra H está por encima de la línea

cero en la figura 49, luego los valores de las tablas llevarán el signo + (más). Ahora procederemos de la siguiente forma:

En la primera columna de la izquierda de la tabla 17 se busca el diámetro correspondiente de la pieza, que en este caso está comprendido donde se indica de 50 a 80; siguiendo la línea horizontal, cuando llegamos a la columna IT 7 encontramos el número 30, lo cual quiere decir que la calidad será de 30 micrones (0,030 mm). Ahora en la tabla 18 se ve que para la posición H (última columna de la derecha) la posición es cero. Luego la tolerancia correspondiente a 60H7 será: 60 + cero y 60 + 0,030 milímetros. Es decir, que el agujero tendrá que construirse entre las dimensiones 60 y 60,030 mm. El valor de la tolerancia se indica así:

$$\begin{array}{ccc}
 + 0,03 & & + 0,03 \\
 60 & \text{o bien} & 60 \\
 + 0 & & - 0
 \end{array}$$

puesto que al tratarse de cero el valor es el mismo.

Otro ejemplo para que acabe de verlo más claramente.

Buscar las dimensiones entre las que debe construirse un eje de 40 mm de diámetro con tolerancia d 12 (40 d 12). El valor de la misma será: según la tabla 17 para un diámetro de 40 el valor de la calidad (IT 12) será 250 micrones (0,250 mm); como la letra d de la figura 49 está por debajo de la línea cero dicho valor llevará el signo menos. Ahora en la tabla 18 vemos que el valor de la posición d será de 80 micrones (0,080 milímetros) y también llevará el signo menos; luego tenemos que el diámetro máximo del eje será 40 — 0'080, o sea 39'920 y el diámetro mínimo será 39'920 — 0'250; o sea 39'670 mm. Esta tolerancia se indicará así:

$$\begin{array}{l}
 - 0'080 \\
 40 \\
 - 0'330
 \end{array}$$

Otro ejemplo:

Se trata de hallar las dimensiones a que debe construirse un agujero de 25 mm de diámetro con tolerancias F5. Como se trata de un agujero y la letra F está por encima de la línea **cero** en la figura 49, las tolerancias llevarán el signo + ; esto significa que el agujero debe construirse a una medida mayor que su valor nominal, en este caso mayor que 25. Primero, en la tabla 18 hallaremos la posición. En la primera columna de la izquierda de la tabla 18 se busca el diámetro correspondiente de la pieza, que en este caso está comprendido entre 18 a 30, y siguiendo la línea horizontal llegamos a la columna F, donde encontramos el número 20, lo cual indica que la posición se halla 20 micrones por encima del diámetro nominal. Estos 20

micrones convertidos en milímetros serán: $20:1000 = 0'020$ mm. Luego tendremos que la dimensión mínima del agujero será $25 + 0'020$ mm. Ahora en la tabla 17, siguiendo el mismo procedimiento encontramos que *para un diámetro* de 25 en la columna IT5 encontramos el número 9. Estos 9 micrones convertidos en milímetros equivalen a $0'009$ mm. Luego tenemos que la calidad es $0'009$ mm y también llevará el signo +. Por tanto, el agujero deberá construirse a una medida comprendida entre $25'020$ como mínimo y $25'029$ como máximo, puesto que $0'020 + 0'009 = 0'029$. La tolerancia se expresa de la siguiente manera:

$$\begin{array}{r} + 0'029 \\ 25 \\ + 0'020 \end{array}$$

Habrá podido usted observar que en las tablas solamente se indican las tolerancias desde las letras **A-a** hasta la H-h, esto es debido a que, como usted puede darse cuenta, las letras siguientes hasta la zeta corresponden a casos en que el eje sería mayor que el agujero, es decir, casos con interferencias, y los valores se hallan siguiendo una serie de cálculos bastante complicados y que no incluimos en esta lección porque sale fuera de los límites del curso y porque interferencias, y para éstos no existen tablas de tolerancia y consideramos que un Maestro Tornero difícilmente se encontrará en casos semejantes.

FORMA DE EJECUTAR LOS ENCAJES CON UN SISTEMA DE TOLERANCIAS

Para ejecutar los encajes con distinto grado de ajuste y empleando un sistema de tolerancias, pueden utilizarse dos formas o sistemas: uno, es utilizar siempre una posición fija de la tolerancia para todos los ejes o piezas macho, variando la posición de la tolerancia de los agujeros, para lograr los distintos ajustes; a esto se llama sistema de ajuste de **eje único**; el otro sistema consiste en utilizar una posición fija para las tolerancias de los agujeros y lograr distintos grados de ajuste, variando la posición de las tolerancias de los ejes, llamándose a este sistema de **agujero único**.

En el sistema de tolerancias ISA cuando se emplea el sistema de ajuste de eje único, la tolerancia del eje o pieza macho está siempre en posición h,

y si se emplea el sistema de ajuste de agujero único, la tolerancia de los agujeros está siempre en posición H.

El utilizar como sistema de ajuste el de eje único o el de agujero único depende casi siempre de la finalidad de la máquina que se fabrica. La fabricación con el sistema de ajuste de agujero único resulta menos costosa que con el sistema de eje único pero, en cambio, los productos fabricados suelen ser más costosos de reparación. En líneas generales, puede decirse que el sistema de ajuste por agujero único se emplea para la construcción de máquinas herramientas y vehículos, mientras que el de eje único es empleado para mecánica fina, máquinas eléctricas, máquinas agrícolas y transmisiones.

TIPOS DE ENCAJE

Teniendo en cuenta las tolerancias, los encajes se clasifican en :

Móviles, si cualquiera que sean las dimensiones efectivas dentro de las tolerancias las piezas que constituyen el encaje presentan siempre un cierto juego (fig. 47).

Estables, si las piezas que constituyen el encaje presentan siempre una cierta interferencia (fig. 48).

Indeterminados, si las tolerancias son tales que las piezas pueden presentar juego o interferencia indistintamente (fig. 50).

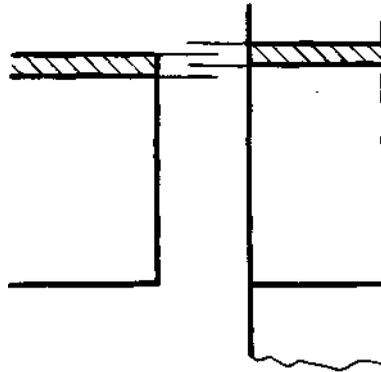


Figura 50

EMPLEO DE LOS DISTINTOS ENCAJES

Los distintos encajes se emplean según las condiciones de funcionamiento de las piezas encajadas. Para el empleo de los encajes móviles debe tenerse en cuenta la precisión de guía del eje, la capacidad de contacto del soporte, las condiciones de la marcha y las temperaturas de funcionamiento.

Las normas ISA recomiendan :

Ejes g en agujeros H o ejes h en agujeros G, para obtener una buena guía del eje en el agujero.

Ejes f, e, d, en agujeros H, o ejes h, en agujeros F, E, D, para reducir al mínimo los frotamientos y obtener una capacidad de contacto máxima, en el caso DE funcionamiento a temperaturas que no difieren mucho de la fabricación.

Ejes c, b, a, en agujeros H, o ejes h, en agujeros C, B, A, para lograr una marcha tranquila y reducir al mínimo las pérdidas por rozamiento, en el caso de máquinas de gran velocidad o cuya temperatura de funcionamiento sea notablemente superior a la de fabricación.

Los encajes móviles en que las piezas giran sólo de vez en cuando, no efectúan la rotación completa o tienen movimientos de oscilación, etc., se pueden escoger todos los tipos de ejes y agujeros, según las condiciones del funcionamiento.

Los encajes indeterminados más usuales son los de ejes con posición de tolerancia j, k, m, n, con agujeros H, y los agujeros con posición de tolerancia J, K, M, N con los ejes h.

Como directrices para su empleo pueden tomarse las siguientes :

Para piezas que deban desplazarse unas con respecto de otras o desmontarse con frecuencia a mano o con ligera presión, ejes j en agujeros H o ejes h en agujeros J.

Para las piezas que deben asegurarse contra su rotación recíproca y deban montarse sin excesivo esfuerzo ejes k con agujeros H y ejes h con agujeros K.

Las piezas aseguradas contra la rotación y que se monten bajo presión, pueden tomarse los ejes m y n, con agujeros H, y los ejes h, con los agujeros M y N.

La elección de los encajes estables es más compleja en general; se recomienda el encaje de ejes h, con agujeros P, R, S, T, U, y de agujeros H, con ejes p, r, s, t, u. Sólo en casos muy especiales, en que se requiera una interferencia especialmente elevada, emplearán los ejes h y agujero H con los agujeros V, X, Y, Z y los ejes v, x, y, z, respectivamente.



técnica torneado

LECCIÓN

12

CONDICIONES DE CORTE

Para que el torneado sea económico hay que tener en cuenta diversos elementos que influyen en la operación. Estos elementos son el **torno** y la **herramienta** empleados, la **sección de viruta** y la **velocidad de corte**.

Por lo que respecta al torno empleado, difícilmente podrá ser resultado de una libre elección. Lo más probable es que usted se vea obligado a trabajar en un torno determinado. No obstante, interesa indicar este punto para considerarlo siempre que exista la posibilidad de elegir la máquina.

Ya vio en la lección anterior las diversas consideraciones que pueden hacerse sobre la conveniencia de escoger una u otra herramienta por lo que respecta al material con que están construidas. (La forma viene obligada por el tipo de trabajo a realizar).

La velocidad de corte y el avance elegidos deciden, junto con la elección de la herramienta, las condiciones de corte.

Pese a los completísimos estudios científicos realizados para establecer las condiciones ideales de corte, son tantos los factores que influyen que es difícil establecer sobre el papel las condiciones exactas en que puede efectuarse un determinado trabajo de torneado. Sin embargo, los estudios citados nos permiten proporcionarle a usted unas normas que le sirvan

de orientación general para saber a qué atenerse en cada uno de los problemas que se le plantean.

El rendimiento de un torno y, en consecuencia, su producción, se refiere siempre, como característica del mismo, al volumen de viruta arrancada por la herramienta en un tiempo dado, antes de su primer reafilado. Generalmente se considera el número de decímetros cúbicos de viruta arrancada en una hora.

Vea usted enumeradas a continuación las distintas condiciones que deciden la producción de una herramienta de corte :

1. **Tipo de trabajo a realizar**
2. **Material a trabajar**
3. **Material de la herramienta**
4. **Torneado con refrigerante o sin él**
5. **Potencia del torno**

Estas cinco condiciones pueden considerarse como fijas, es decir, que no las podemos variar, pues las cuatro primeras nos vienen impuestas por la operación en sí y la 5.^a por el torno en que se efectúa.

- ó. **Clase y solidez de la Fijación de la pieza**
7. **Colocación de la herramienta.**

Estas dos pueden variarse, pero dentro de los límites fijados por la forma y el material de la pieza y el tipo de trabajo a realizar. Es evidente que la forma de fijación de la pieza y la fuerza con que podrá sujetarse deben estar de acuerdo con la forma de la pieza, solidez, acabado de sus superficies, etc. Asimismo, la clase y colocación de la herramienta dependerán de la operación, constituyendo una desventaja si no se ajusta a las normas que usted estudió en la lección 6. Como ejemplo le diremos que ésta es la causa de que las velocidades de corte en el mandrinado sean siempre inferiores a las de cilindrado para una misma pieza y fijación.

Las condiciones que usted más puede variar en el torno, combinándolas en la mejor forma posible, a fin de obtener un máximo rendimiento son las tres últimas, que citamos a continuación :

8. **Profundidad de pasada**
9. **Avance.**
10. **Velocidad de corte.**

PROFUNDIDAD DE PASADA Y AVANCE

Se denomina profundidad de pasada a la diferencia p ; expresada en milímetros de los dos radios de la pieza, antes y después del paso de la herramienta. Observe usted, de acuerdo con esta definición, la figura 418.

Avance es el desplazamiento longitudinal o transversal de la herramienta durante una vuelta del eje principal o árbol de trabajo. Este valor a (fig. 418) se expresa siempre en milímetros.

Para comprender mejor esta definición diremos que en el roscado el paso que va tallando la herramienta es un avance más o menos largo.

La profundidad de pasada y el avance determinan, tal como usted estudió en la lección anterior, la sección de la viruta en mm^3 .

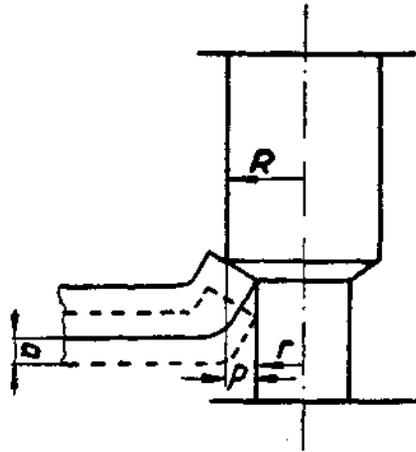


Figura 418. — P = profundidad de pasada; a = avance

La sección de viruta no modifica, pues, más que en pequeña proporción la producción de la máquina-herramienta, ya que, en realidad, tanto el avance como la profundidad de pasada pueden ser variados dentro de unos límites muy estrechos.

De lo dicho se deduce que la principal condición que decide la producción es la velocidad de corte.

Vea indicada en la tabla 19 la máxima sección de viruta que puede arrancarse, con una herramienta cuyo mango sea de dimensiones normalizadas y las fórmulas para el cálculo de la sección máxima de viruta que puede cortarse según las dimensiones de la pieza.

VALORES DE LA SECCIÓN DE VIRUTA

TABLA 19

CAPACIDAD DE TRABAJO DE LAS CUCHILLAS NORMALIZADAS						
Sección de viruta en mm	1-3	2-5	5-10	10-40	14-18	18-25
Cuchilla rectangular en mm	14x 18	16 x 25	20 x 30	25 x 40	30x50	40 x 60
Cuchilla cuadrada en mm^3	15 x 15	20x20	25 x25	32x32	40 x 40	50x50

**VALORES PRÁCTICOS MÁXIMOS DE LA SECCIÓN DE VIRUTA PARA
PIEZAS CILINDRICAS. MONTADAS ENTRE PUNTAS SEGÚN ANDRONIU**

Piezas cortas	$L < 8 D$	$S \text{ mm}^2 = 0,032 \frac{D^3}{L}$
Piezas largas :	$L > 8 D$	$S \text{ mm}^2 = 2 \frac{D^5}{L^3}$

VELOCIDAD DE CORTE

Es sabido que todos los materiales no se prestan a ser cortados en el torno con la misma facilidad. Cuando menos duro es un material, más fácil es de ser cortado, puesto que precisamente de la dureza depende la mayor o menor facilidad de arrancamiento de la viruta.

Usted ya sabe qué se entiende por velocidad; en la lección 3 de CO-NOCIMIENTOS GENERALES estudió este concepto. Fíjese ahora en la siguiente definición:

Velocidad de corte es el desplazamiento en metros por minuto de los puntos situados en la periferia (superficie exterior) de la pieza, ante la punta de la herramienta.

Vea usted en la figura 419 la representación del espacio que, recorrido en la unidad de tiempo (1 minuto), forma la velocidad de corte en metros por minuto.

El recorrido en metros del punto P para cada vuelta de la pieza se halla multiplicando el diámetro D en milímetros, por 3'14 (siempre este número) y dividiendo el resultado por 1.000 tal como se indica en la siguiente fórmula:

$$\text{Recorrido en metros} = \frac{D \times 3'14}{1.000}$$

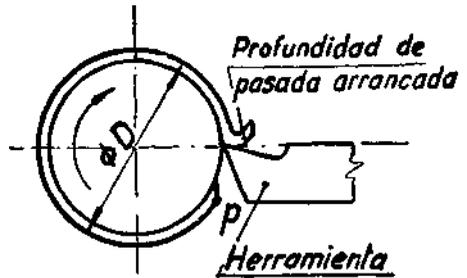


Figura 419. — Velocidad de corte. Recorrido del punto P, de la periferia de la pieza, en cada vuelta completa.

Conocido el número **n** de vueltas que la pieza da por minuto, la velocidad de corte en metros por minuto será, de acuerdo con la fórmula anterior:

$$\text{Velocidad de corte} = \frac{D \times 3'14 \times n}{1.000}$$

Teniendo en cuenta que las velocidades de corte admisibles y recomendadas vienen dadas siempre en tablas en las que se consideran los materiales a trabajar y la clase de operación a efectuar (desbaste, acabado, refrentado, roscado, etc.) lo que prácticamente le interesa al tornero es hallar la **velocidad de rotación** del eje principal, es decir, la marcha en rpm a que debe poner el torno para que corresponda a la velocidad de corte elegida.

Conocida la velocidad de corte por las tablas y conociendo también el diámetro en milímetros de la pieza a mecanizar, la velocidad de rotación se calcula según la siguiente fórmula :

$$N = \frac{V \times 1000}{3'14 \times D}$$

En esta fórmula la letra N significa la velocidad de rotación del eje principal en rpm, la letra V representa la velocidad de corte en metros por minuto y la D, el diámetro de la pieza a tornearse en milímetros.

Ejemplo:

Se ha de tornearse a desbaste un eje de acero al cromo de \varnothing 40 mm (resistencia = 90 Kgs/mm²) con una herramienta de carburo metálico. Calcular la velocidad de rotación que corresponda a esta operación.

Según se ha hallado en tablas le corresponde una velocidad de corte de 100 metros por minuto; así pues, sustituidas las letras por los valores respectivos en este caso particular y efectuadas las multiplicaciones y la división indicadas resulta:

$$N = \frac{100 \times 1000}{3'14 \times 40} = \frac{100000}{125,6} = 796 \text{ rpm}$$

El eje principal ha de girar, por consiguiente, a 796 revoluciones por minuto. Difícilmente coincidirá esta velocidad con ninguna de las indicadas en la tabla de velocidades del torno en que usted trabaje.

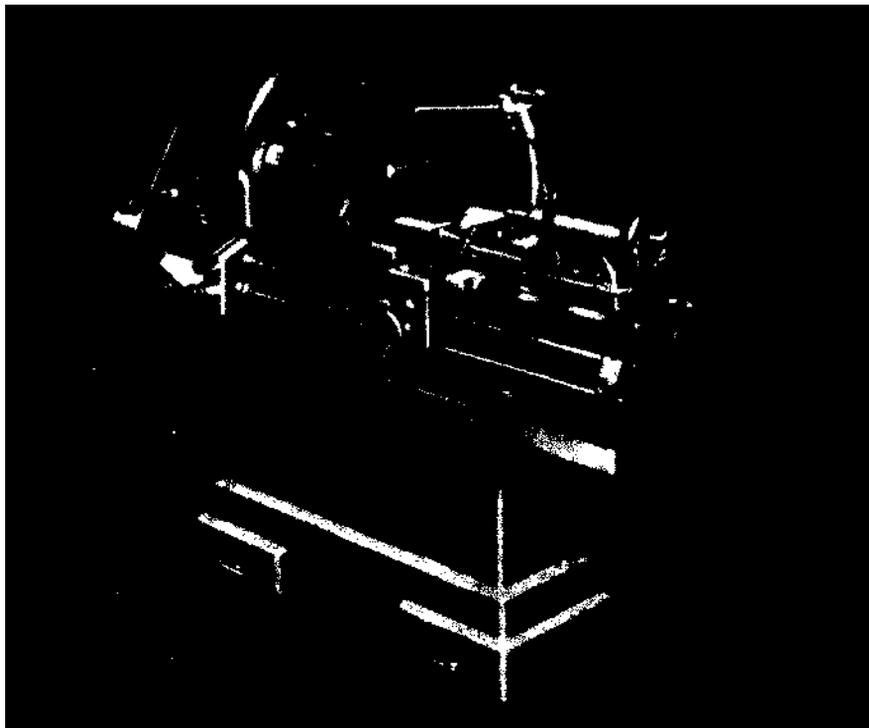


Figura 420. — Torno CUMBRE 022.

Suponga usted que se trata por ejemplo del torno de la figura 420. Vea en la figura 421 la tabla de velocidades de dicho torno que va colocada en el cabezal. Compruebe que en ella se indican 16 velocidades distintas con las correspondientes advertencias para seleccionarlas. Compruebe asimismo, que no hay ninguna velocidad que sea la hallada por el cálculo efectuado. Lo que hará usted será escoger la velocidad inferior más aproximada. Por lo tanto, la velocidad elegida en este caso será la de 768rpm.

VELOCIDADES SERIE RÁPIDA					
CORREA DEL MOTOR	253	166	(09	72	REDUCIDAS
IZQUIERDA	1518	996	654	432	DIRECTAS
TORNO					
MODELO					
CORREA DEL MOTOR	195	12S	84	55	REDUCIDAS
A LA DERECHA	1170	768	504	530	DIRECTAS
VELOCIDADES SERIE NORMAL					

022

Figura 421. — Tabla de velocidades del torno CUMBRE 022.

Se escoge siempre la velocidad inferior más inmediata con el fin de disponer de un margen de seguridad para la velocidad de corte, pues al poner un número de revoluciones de distinto valor varía, claro está, la velocidad asignada en un principio y de este modo, tomando una velocidad inferior se tiene siempre la certeza de no sobrepasar nunca el límite elegido de antemano.

Con la fórmula vista anteriormente para el cálculo de la velocidad de corte.

$$V = \frac{D \times 3,14 \times n}{1000}$$

podremos calcular esta variación en el ejemplo que acabamos de estudiar

$$V = \frac{40 \times 3,14 \times 768}{1000} = \frac{96460,8}{1000} = 96,46 \text{ m/minuto}$$

Por consiguiente con la velocidad de rotación elegida tenemos un margen de seguridad para la velocidad de corte de $100 - 96,46 = 3,54$ metros por minuto.

El número de revoluciones por minuto puede hallarse también con el empleo de otra fórmula deducida de la que nos hemos servido para resolver el ejemplo que usted ha estudiado :

$$N = \frac{318 \times V}{D}$$

Compruebe que con el empleo de esta fórmula el cálculo del mismo ejemplo resulta simplificado y que la diferencia del resultado no tiene importancia alguna:

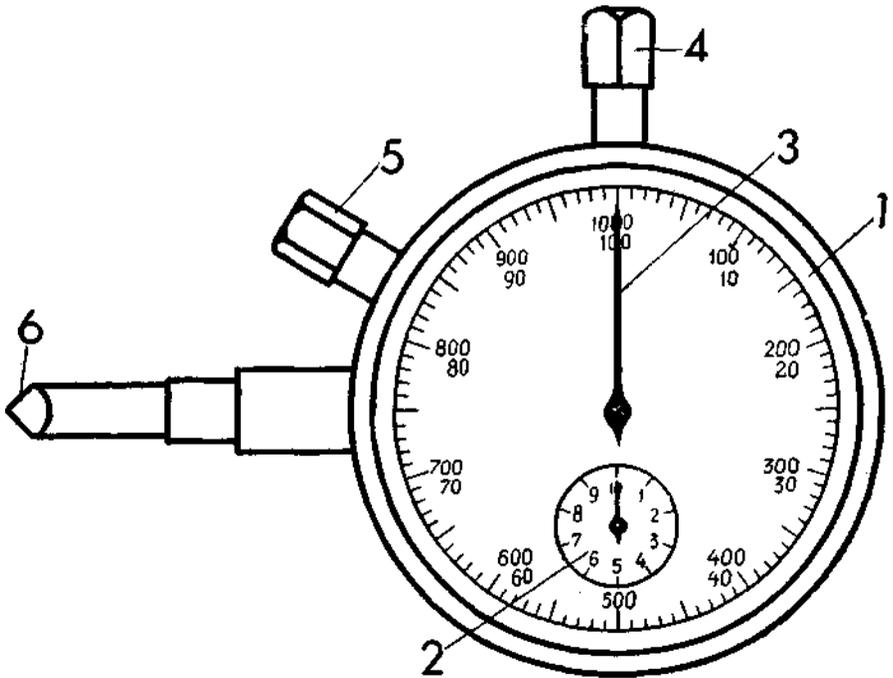


Figura 422. — Cuenta revoluciones; 1, escala indicadora de las centenas, decenas y unidades; 2, escala indicadora de los miles; 3, aguja indicadora; 4, botón de puesta en marcha; 5, botón de retorno; 6, punta que se pone en contacto con la pieza.

$$N = \frac{318 \times 100}{40} = \frac{31800}{40} = 795 \text{ rpm}$$

Cuando se trabaja con velocidades extremas es necesario comprobar las velocidades reales del torno con las indicadas en la tabla. Quede entendido que al decir **velocidad real** nos referimos a la que en verdad lleva el eje principal cuando el torno está instalado definitivamente en su lugar de trabajo y conectado su motor a la red general o a la transmisión principal, si es que va con correas.

La velocidad real se mide con unos aparatos llamados **tacómetros** o **cuenta-revoluciones**. Vea en la fig. 422 uno de estos aparatos y en la figura 423 la forma de emplearlo.

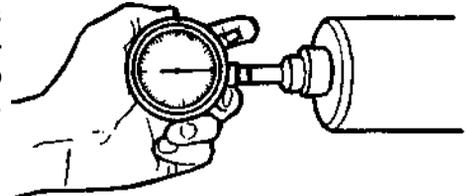


Figura 423. — Forma de utilizar el cuenta-revoluciones.

Fácilmente se comprende la necesidad de esta comprobación si se considera que las velocidades indicadas en la tabla son casi siempre teóricas es decir, resultado de los cálculos efectuados al proyectar el torno suponiendo unas condiciones determinadas de alimentación y que cualquier variación en la velocidad de la transmisión principal si el torno es de correas, o en la tensión de la línea eléctrica, en los tornos con motor acoplado independiente, puede hacer variar la gama de velocidades por debajo o por encima de las indicadas en la tabla.

Interesa señalar que no deberían admitirse variaciones superiores a un 5 % del valor indicado en las tablas.

CALCULO DE LA VELOCIDAD DE ROTACIÓN POR MEDIO DE GRÁFICOS

En la práctica de taller suele disponerse de unos gráficos que simplifican mucho el cálculo o que lo eliminan por completo.

Vea en la figura 424 un gráfico de este tipo. Fijese que este gráfico está formado por un encasillado de líneas horizontales y verticales cruzado por unas líneas inclinadas. Las líneas horizontales representan velocidades de corte, las líneas verticales diámetros de las piezas en mm y las líneas inclinadas las velocidades de rotación del torno. De esta forma quedan representadas las distintas velocidades de rotación que correspon-

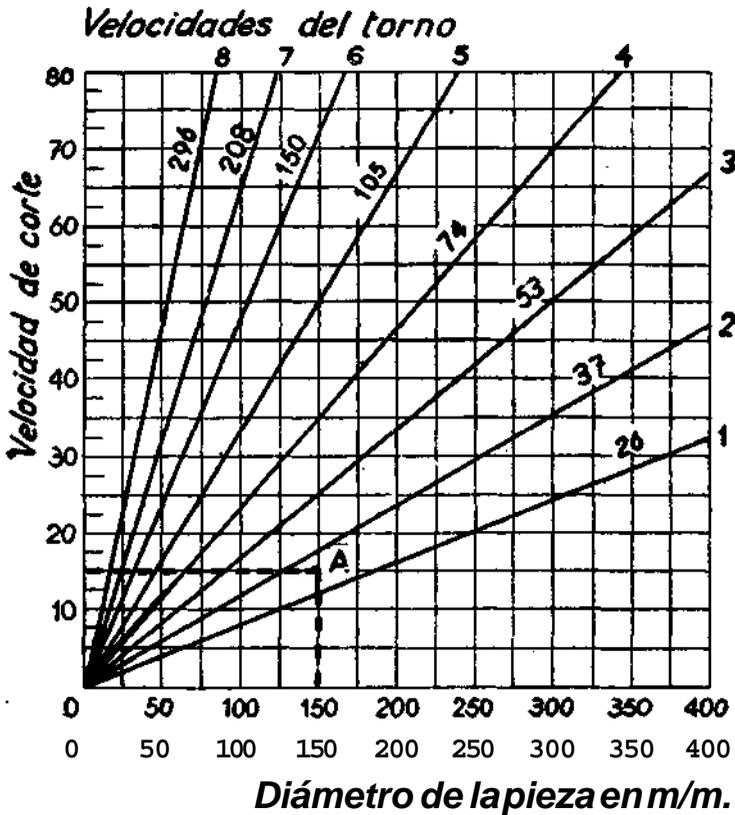


Figura 424. — Gráfico para el cálculo de la velocidad de rotación.

den a los distintos diámetros de las piezas y a las correspondientes velocidades de corte, tal como comprenderá usted con el siguiente ejemplo:

Hallar el número de revoluciones para una pieza de 150 mm de diámetro de acero ordinario (Resistencia — 75 kgs/mm²) empleando una herramienta de acero rápido. Según las tablas, le corresponde una velocidad de corte de 15 metros por minuto.

Se busca la línea correspondiente a la velocidad de corte de 15 m/min, y se sigue hasta encontrar la línea vertical que corresponde al diámetro de 150 mm. El punto donde se cortan señala en las líneas inclinadas el número de revoluciones. Observe que el punto en que se cortan y que se ha señalado con la letra A está situado entre 26 y 37 de forma que le correspondería una velocidad intermedia, pero al no disponer de ella, se pone la de 26.

Compruebe ahora que se obtiene el mismo resultado operando según ha estudiado anteriormente:

$$N = \frac{318 \times V}{D} = \frac{318 \times 15}{150} = 32 \text{ rpm aproximadamente}$$

Habrá observado usted que el gráfico de la figura es para una gama de 8 velocidades con límite inferior de 26 rpm y superior de 296 rpm, sirviendo por lo tanto, solamente para tornos de la misma gama.

Muchas casas constructoras equipan sus tornos con gráficos semejantes, que si bien difieren en la manera que están dispuestos, todos se utilizan de igual forma.

ELECCIÓN DE LA VELOCIDAD

Aunque para la mayoría de los casos puede elegirse la velocidad de corte en las tablas que usted va a estudiar a continuación, hay veces que deben considerarse algunas de las condiciones que influyen en su elección debiendo entonces disminuirla de acuerdo con su influencia.

La elección de la velocidad de corte depende principalmente de las condiciones siguientes:

1.º — De la resistencia y otras propiedades físicas y químicas del material que se trabaja.

Cuanto mayor es la resistencia, menor debe ser la velocidad elegida.

Dado que el trabajo de corte produce una gran cantidad de calor, si el material no es buen conductor del mismo, también limita la velocidad de corte.

2.º — De la sección de viruta (avance X profundidad).

Para una misma sección de viruta, la velocidad será tanto mayor cuanto mayor sea la profundidad y menor el avance.

3.º — Del desgaste, duración, resistencia y grado de finura de la herramienta.

Cuando hay interés especial en prolongar al máximo la duración de la herramienta debe reducirse la velocidad.

4.º — De la finura del trabajo a obtener.

Caso de querer obtener un alisado muy fino ha de aumentarse la velocidad al máximo y reducir el avance a un mínimo aún a costa de reducir la sección de viruta.

5.º — De la refrigeración empleada.

Un refrigerante adecuado acelera el enfriamiento de la pieza y de la herramienta. Permite aumentar la velocidad en los acabados y aumentar al mismo tiempo el grado de alisado de la superficie.

6.º — De la rigidez de la pieza y de su fijación.

Una relación anormal entre el diámetro y su longitud al aire hace que deba reducirse la velocidad.

VELOCIDADES DE CORTE (V_0) PARA HERRAMIENTAS DE ACERO FUNDIDO Y DE ACERO RÁPIDO (14 a 18 % T)

TABLA 20

Clase de herramienta	Acero fundido				Acero rápido			
	Cilindrado desbaste	Cilindrado acabado	Refrentado	Roscado	Cilindrado desbaste	Cilindrado acabado	Refrentado	Roscado
MATERIALES A TRABAJAR	Velocidad en metros por minuto				Velocidad en metros por minuto			
Aceros:								
30 a 45 Kgs/mm ²	18	22	13	11	26	30	20	16
45 a 75 Kgs/mm ²	12	16	10	8	19	23	18	12
75 a 95 Kgs/mm ²	6	10	7	5	11	14	15	10
Aceros especiales:								
140 a 180 Kgs/mm ²	5	7	5	4	8	10	8	6
Hierro fundido	7	12	8	6	18	20	12	8
Fundición maleable	10	11	6	6	16	15	10	8
Acero moldeado	9	8	5	5	13	15	9	8
Metales ligeros:								
Latón	30	40	20	16	48	65	35	25
Bronce	12	12	9	6	15	20	14	9
Duraluminio	80	100	90	65	130	170	120	100

CONDICIONES DE CORTE PARA HERRAMIENTAS DE METAL DURO

TABLA 2T

MATERIAL A TRABAJAR	Calidad Widia	Velocidades Extremas. Profundidad de Pasada. Avances máximos		Valores medios de Vo en Metros/minuto	
				Desbaste	Afinado
ACEROS ORDINARIOS 40 - 50 Kgs/mm ²	S1 S2	V V P a	200 - 350 60 - 200 1 - 8 0.2 - 1	200 a 250 m. 60 a 150 m. 5 a 8 mm. máx. 1 mm.	250 a 350 m. 150 a 200 m. aprox. 1 mm. máx. 0.2 mm.
50 - 60 Kgs/mm ²	S1 S2	V V P a	160 - 250 45 - 200 1 - 8 0.2 - 1	160 a 200 m. 45 a 160 m. 5 a 8 mm. máx. 1 mm	200 a 250 m. 70 a 200 m. aprox. 1 mm. máx. 0.2 mm.
60 - 70 Kgs/mm ²	S1 S2	V V P a	140 - 210 40 - 160 1 - 8 0.2 - 1	140 a 160 m. 40 a 140 m. 5 a 8 mm. máx. 1 mm.	160 a 210 m. 50 a 160 m. aprox. 1 mm. máx. 0.2 mm.
70 - 85 Kgs/mm ²	S1 S2	V V P a	120 - 160 35 - 150 1 - 8 0.2 - 1	120 a 140 m. 35 a 140 a. 5 a 8 mm. máx. 1 mm.	140 a 160 m. 45 a 150 m. aprox. 1 mm. máx. 0.2 mm.
ACERO AL CROMO 85 - 100 Kgs/mm ²	S1 S2	V V P a	80 - 140 25 - 110 1 - 8 0.2-1	80 a 110 m. 25 a 110 m. 5 a 8 mm. máx. 1 mm.	110 a 140 m. 35 a 110 m. aprox. 1 mm. máx. 0.2 mm.
ACERO AL NÍQUEL 100- 140 Kgs/mm ²	S1 S2	V V P a	70 - 110 25 - 90 1 - 8 0.2 - 1	70 a 90 m. 25 a 75 m. 5 a 8 mm. máx. 1 mm.	90 a 110 m. 30 a 90 m. aprox 1 mm. máx. 0.2 mm.
ACERO AL MOLIBDENO 140-160 Kgs/mm ²	S1 S2	V V P a	50 - 90 20 - 60 0.5-8 0.2 - 0.5	50 a 60 m. 20 a 50 m. 5 a 8 mm. máx. 0.5 mm.	60 a 90 m. 25 a 60 m. aprox 0.5mm. máx. 0.2 mm.
ACERO INOXIDABLE 60 - 70 Kgs/mm ²	S1 S2	V V P a	70 - 120 30 - 90 1 - 7 0.2-1	70 a 90 m. 30 a 70 m. 4 a 7 mm. máx. 1 mm.	90 a 120 m. 35 a 90 m. aprox. 1 mm. máx. 0.2 mm.
ACERO DURO AL 12% DE MANGANESO	S1 S2	V V P a	15 - 45 1 - 8 0.2 - 0.5	15 a 35 m. 3 a 8 mm. 0.3 a 0.5 mm.	35 a 45 m. aprox 1 mm. máx 0.2 mm.
ACERO MOLDEADO 30 - 50 Kgs/mm ²	S1 S2	V V P a	90 - 140 30 - 110 1 - 8 0.2-1	90 a 120 m. 30 a 95 m. 5 a 8 mm. máx. 1 mm.	100 a 140 m. -45 a 110 m. aprox. 1 mm. máx. 0.2 mm.

TABLA 21 (Continuación)

MATERIAL A TRABAJAR	Calidad Widra	Velocidades Extremas. Profundidad de Pasada. Avances máximos		Valores medios de Vo en metros/minuto	
				Desbaste	Afinado
FUNDICIONES Hasta 180 Brinell	GI	V P a	65 - 140 1 - 5 0.2 - 2	65 a 95 m. 5 a 10 mm. aprox. 1 a 2mm.	95 a 140 m. aprox. 1 mm. máx. 0,2 m.
180 - 250 Brinell	HI	V P a	45 - 110 1 - 10 0.2-2	45 a 75 m. 5 a 10 mm. aprox. 1 a 2mm.	75 a 110 m. aprox. 1 mm. máx. 0.2 mm.
250 - 400 Brinell	HI	V P a	35 - 75 1 - 10 0.2-2	35 a 55 m. 5 a 10 mm. aprox. 1 a 2mm.	55 a 75 m. aprox. 1 mm. máx. 0.2 mm.
FUNDICIÓN ENDURECIDA	HI	V P a	10 - 25 1 - 6 1 - 3	10 a 15 m. 3 a 6 mm. aprox. 2 a 3 mm.	15 a 25 m. aprox. 1 mm. máx. 1 mm.
FUNDICIÓN MALEABLE	HI	V P a	60-95 1-4 0.2-2	60 a 75 m. 2 a 4 mm. aprox. 1 a 2mm.	75 a 95 m. aprox. 1 mm. máx. 0.2 mm.
COBRE Y SUS ALEACIONES Cobre	GI	V P a	320 - 570 0.2 - 5 0.2 - 1	320 a 370 m. aprox. 5 mm. aprox. 1 mm.	370 a 570 m. aprox. 0.2mm. aprox. 0.2mm.
Cobre y mica (colectores eléctricos)	GI	V P a	270 - 450 0.2-5 0.2-1	270 a 370 m. aprox. 5 mm. aprox. 1 mm.	370 a 450 m. aprox. 0.2mm. aprox. 0.2mm.
Latón	GI	V P a	350 - 650 1 - 8 0.2 - 1	350 a 550 m. 5 a 8 mm. aprox. 1 mm.	550 a 650 m. aprox. 1 mm. aprox. 0.2mm.
Bronce	GI	V P a	140 - 380 0.2 - 1	140 a 280 m. 5 a 8 mm. aprox. 1 mm.	280 a 380 m. aprox. 1 mm. aprox. 0.2mm.
METALES LIGEROS Aluminio	GI	V P a	1500-2000 1 - 8 0.2-1	1500 m. 5 a 8 mm. aprox. 1 mm.	2000 m. aprox. 1 mm. aprox. 0.2mm.
Alpaca	GI	V P a	100 - 250 1 - 8 0.2-1	100 a 180 m. 5 a 8 mm. aprox. 1 mm.	180 a 250 m. aprox. 1 mm. aprox. 0.2mm.
Duraluminio	GI	V P a	220 - 400 1 - 8 0.2-1	220 a 320 m. 5 a 8 mm. aprox. 1 mm.	320 a 400 m. aprox. 1 mm. aprox. 0.2 mm
MATERIALES AISLANTES Ebonita	GI	V P a	200 - 400 0.5 a 3 mm. 0.3 a 0.5mm.	200 a 300 m. 1 a 3 mm. 0.3 a 0.5 mm.	300 a 400 m. 0.5 a 1 mm. 0.3 a 0.5mm.

TABLA 21 (Continuación)

MATERIAL A TRABAJAR	Calidad Widia	Velocidades Extremas. Profundidad de Pasada. Avances máximos		Valores medios en Vo en metros/minuto	
				Desbaste	Afinado
Baquelita	G1	V P a	80 - 300 0.5 a 3 0.3 a 0.5	80 a 160 m. 1 a 3 mm. 0.3 a 0.5mm.	160 a 300 m. 0.5 a 1 mm. 0.3 a 0.5mm.
MATERIAS DIVERSAS Vidrio	H1	V P a	40 - 110 0.1 a 3 0.1 - 0.4	40 a 70 m. 1 a 3 mm. aprox. 0,4mm.	70 a 110 m. 0.1 a 0.2mm. 0.1 a 0.2mm.
Porcelana	H1	V P a	8 a 30 0.5 a 1 0.2 a 0.5	8 a 24 m. 0.5 a 1 mm. aprox 0.5mm.	15 a 30 m. máx. 0.5 mm. aprox 0.2mm.
Marmol	H1	V P a	25 - 45	25 a 35 m. (a ser posible)	35 a 45 m. a mano)
Granito	H1	V P a	4 - 12 1 a 4 1 a 2.5	4 a 6 mm. máx. 4 mm. máx. 2.5 mm.	8 a 12 m. máx. 1 mm. máx. 1 a 2mm.

VELOCIDAD DE MENOR DESGASTE

En las tablas 20, 21 y 22 se indican las velocidades de corte que permiten obtener la máxima producción (Pm) con la herramienta, antes de proceder a su reafilado y siempre en las mejores condiciones.

Esta velocidad, igualmente óptima cuando se trata de torneear o trabajar el mayor número de piezas iguales, toma el nombre de **velocidad de menor desgaste Vo**.

VELOCIDAD DE CORTE PARA EL MANDRINADO

Conviene destacar que, aunque es difícilísimo determinar la velocidad ideal de corte para una operación de mandrinado, debido a las muchas consideraciones a hacer (rigidez de la herramienta, etc.) puede indicarse como norma general y contando con una buena fijación de la pieza y de la herramienta :

Velocidad máxima de corte para mandrinado = 3/4 de la Vo de las tablas.

VELOCIDADES DE CORTE PARA OPERACIONES DE TALADRADO

TABLA 22

MATERIAL A TALADRAR	VELOCIDADES DE CORTE EN METROS / MINUTO			
	CON BROCA DE PUNTA DE WIDIA			CON BROCA DE ACERO RAPIDO
	Calidad Widia	Velocidad, metros/1'	Avance por revolución	
Acero hasta 75 Kgs/mm ²	S-3	40-50	0.015 X Ø	24
Acero 75-110 Kgs/mm ²	S-3	25-35	0.01 x Ø	16
Acero 110-140 Kgs/mm ²	S-3	20-25	0.006 x Ø	8
Acero mas de 140 Kgs/mm ²	S-3	15-20	0.005 X Ø	6
Acero fundido hasta 50 Kgs/mm ²	S-3	40-50	0.01 X Ø	18
Acero fundido más de 70Kgs/mm ²	3-3	25-35	0.01 X Ø	12
Fundición gris hasta 200 Brinell	G-1	60-75	0.02 X Ø	20
Fundición gris más de 200 Brinell	H-1	30-40	0.02 X Ø	15
Bronce y latón	G-1	80-100	0.02 X Ø	Bronce 38 Latón 80
Metales ligeros	G-1	100-200	0.03 X Ø	100
Aleaciones aluminio	G-1	60-80	0.02 X Ø	80
Materiales plásticos	G-1	80-100	0.015 X Ø	26
Acero inoxidable	S-1	30-40	0.01 X Ø	6
MetalMonel	S-1	50-80	0.015 X Ø	12

Para las brocas hasta 8 mm. de diámetro, hacer el avance a mano

VELOCIDAD DE CORTE PARA EL TRONZADO

TABLA 23

Material a tronzar Calidad de la herramienta	Acero 30-45 Kg/mm ²	Acero 45-75 Kg/mm ²	Fundición	Fundición maleable	Latón	Aluminio	Aleaciones magnesio	Plástico prensados
Acero fundido	10	8	5	4	20	40	70	5
Acero rápido	18	15	12	16	30	80	100	12

VELOCIDADES DE CORTE PARA EL TRONZADO

Aunque para esta operación también deben elegirse con precaución según la fijación de la herramienta, su anchura, etc., indicamos en la tabla 23 unas velocidades que pueden considerarse como buenas.

El avance para esta operación casi siempre es a mano, suele ser de 0'04 a 0'020 mm por vuelta, según la dureza del material.

DURACIÓN DE LA HERRAMIENTA

Se llama duración de la herramienta al tiempo que transcurre hasta que debe procederse a su reafilado, es decir, hasta que se embota, o sea que se ha producido un desgaste en su filo y éste ya no rinde. El momento, en que la herramienta se embota se caracteriza por :

a) En herramientas de acero rápido, cuando se trabaja con materiales duros, **por una repentina fusión del filo.**

b) **Por una rotura del filo**, como ocurre por ejemplo en los metales duros, acompañada a menudo por un desprendimiento de chispas.

c) **Por un desgaste de filo en la cara de incidencia o en la de ataque**, lo que sucede trabajando ciertos materiales que no pueden destruir la herramienta por rotura ni por desarrollar cierta temperatura al cortarlos; ejemplo : los metales ligeros, el latón, etc.

Si bien el embotamiento generalmente es producido por una sola de estas causas, también puede serlo por una combinación de los tres.

RELACIÓN ENTRE LA DURACIÓN Y LA VELOCIDAD DE CORTE

La duración de la herramienta es distinta según sea la velocidad de corte con que se trabaja. Los estudios realizados sobre este particular han permitido trazar el gráfico que se muestra en la figura 425. En este gráfico la curva indica la duración de la herramienta en minutos según la velocidad de corte empleada. Puede verse en él que, a medida que disminuye la velocidad de corte, aumenta la duración de la herramienta.

El gráfico de la figura corresponde a las herramientas de acero rápido torneando acero de 40 a 50 Kgs/mm² de resistencia en trabajo de des-

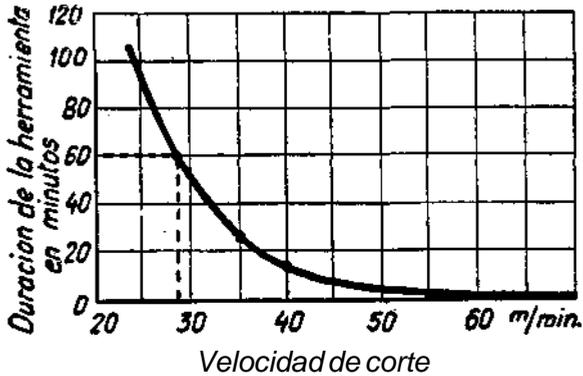


Figura 425. — Gráfico de duración de la herramienta según la velocidad.

baste con avance de 0,4 a 0,5 mm. En estas condiciones la duración de la herramienta es normalmente de 60 minutos y en el gráfico puede ver que a este tiempo corresponde una velocidad de 28 metros por minuto, similar a la velocidad V_0 indicada en las tablas para este caso.

Las velocidades de corte dadas en las tablas son las de menor desgaste y a ellas corresponde una duración aproximada de una hora. Si para realizar el trabajo se adopta una velocidad mayor o menor que la indicada en las tablas la duración de la herramienta será menor o mayor de una hora.

El cálculo aproximado de la duración de la herramienta, cuando se utilizan velocidades de corte diferentes a las dadas por las tablas, puede hacerse utilizando la tabla 24, de la forma siguiente :

Se divide la velocidad adoptada para el trabajo por la velocidad indicada en las tablas. El resultado de esta división es el coeficiente de corrección y la duración de la herramienta es la que corresponde a este coeficiente en la tabla 24.

Por ejemplo, si la velocidad dada en las tablas fuese 28 m/min y se tomase 34 m/min, el coeficiente de corrección sería $34/28 = 1,2$ que corresponde a una duración de la herramienta de 15' (15 minutos); si, por el contrario se tomase para realizar el trabajo una velocidad inferior a la indicada en las tablas, por ejemplo 22 m/min se tendría $22/28 = 0,8$

coeficiente de corrección que corresponde a una duración de la herramienta de 4 horas, según puede ver la tabla.

TABLA PARA EL CALCULO DE LA DURACIÓN DE LA HERRAMIENTA

TABLA 24

Duración de la herramienta	15 min	30 min	1 hora	2 h	4 h	8 h
Coeficiente de corrección	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7

VELOCIDAD ECONÓMICA

Ya ha visto Vd. que, si se aumenta la velocidad de menor desgaste, disminuye la producción de la herramienta a consecuencia de su rápido desgaste. Ahora bien, si tal aumento es limitado y el tiempo ahorrado en el torneado de una pieza es superior al tiempo necesario para el reafilado de la herramienta, resulta interesante utilizar una velocidad particular correspondiente a un régimen económico de trabajo. Tal velocidad es la llamada **velocidad económica Ve**.

Gracias a experiencias que se han hecho, se ha demostrado que en la mayor parte de los trabajos de torneado, para esta velocidad puede tomarse el valor siguiente:

$$Ve = Vo + 1/3 Vo = 4/3 Vo$$

VELOCIDAD LIMITE

Más allá de la velocidad económica se alcanza una velocidad de corte que provoca casi inmediatamente el deterioro de la herramienta. La producción se hace entonces nula. Esta velocidad, que conviene no adoptar, toma el nombre de **velocidad límite VI**. Su valor, aproximadamente es:

$$VI = Vo + 2/3 Vo = 5/3 Vo$$

TORNEADO CON LUBRICACIÓN

Para ciertos metales el empleo de un fluido lubricante permite aumentar bastante las posibilidades de incrementar la velocidad de corte V_o . Puede alcanzar el valor siguiente :

$$V_b = V_o + 1/2 V_o = 3/2 V_o$$

Más adelante en esta misma lección ampliaremos los detalles del trabajo con lubricación, e indicaremos los lubricantes más adecuados para cada material.

PRODUCCIÓN DE VIRUTA Y ESFUERZO

La invención de los aceros rápidos, primero, y de las herramientas de carburo después, han permitido, como ha visto, aumentar los valores de los elementos de corte V , a y P (velocidad, avance y profundidad).

Al principio de la lección ha estudiado V_d . que la **producción de viruta** en dm^3 caracteriza la rapidez de corte. Esta rapidez o producción es proporcional a los tres elementos de corte citados.

$$\text{Producción de viruta en } \text{dm}^3/\text{hora} = V \times a \times p.$$

Ejemplo: $V = 20 \text{ m/min}$; $a = 0,5 \text{ mm}$; $p = 5 \text{ mm}$

Producción en $\text{dm}^3/\text{hora} = 20 \times 1000 \times 0,5 \times 5 = 50000 \text{ mm}^3/\text{min}$

$$50000 \text{ mm}^3/\text{min} = 50 \text{ cm}^3 = 0,05 \text{ dm}^3/\text{min}$$

$$0,05 \text{ dm}^3/\text{min} \times 60' = 3 \text{ dm}^3/\text{hora}$$

El **esfuerzo de corte** es proporcional a la resistencia del metal, al corte en kg ya la sección de viruta en mm^2 .

Esta resistencia al corte, tiene aproximadamente el valor siguiente:

100 Kg para fundición.

$K \sim 150 \text{ Kg}$ para el acero semiduro (resistencia = 60 kg/mm^2)

y por tanto:

$$\text{Esfuerzo de corte } F = K \times S \text{ mm}^2 = K \times a \times p$$

POTENCIA ABSORBIDA POR EL CORTE

V_d puede encontrarse en un momento dado con la necesidad de efec-

tuar un torneado de desbaste de gran rendimiento con un torno de una potencia determinada. A fin de hacer lo que hemos definido como torneado económico debe Vd conocer lo máximo que puede exigir a su torno según la potencia que éste tenga.

La potencia en CV, útil y necesaria para efectuar el corte es proporcional :

1.º Al esfuerzo de corte **F** en kg

2.º A la velocidad de corte por segundo (**V** metros/seg).

$$\text{Potencia útil en CV} = \frac{\text{F . kg X V metros/min}}{75 \text{ X } 60}$$

Ejemplo: Tornear una pieza de fundición con las siguientes condiciones de corte: **V** = 20 m/min, **a** = 0,5 mm, **p** = 6 mm. Calcular la potencia útil necesaria.

$$\begin{aligned} \text{Potencia útil} &= \frac{\text{F X V m/min}}{75 \text{ X } 60} = \frac{\text{K.a.p.V.}}{75 \text{ X } 60} = \\ &= \frac{100 \text{ X } 0,5 \text{ X } 6 \text{ X } 20}{75 \text{ X } 60} = \frac{300 \text{ X } 20}{75 \text{ X } 60} = 1,33 \text{ CV} \end{aligned}$$

Observe que hemos dicho que la potencia era proporcional a la velocidad en metros/segundo y como ésta la encontramos siempre en metros/minuto la pasamos a segundos dividiendo por 60. La cifra 75 es la relación entre el trabajo y la potencia en CV (vea envío 3).

TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PASADA

La última de las fórmulas de aplicación directa y rápida en los trabajos de taller es la del cálculo del tiempo de duración de la pasada.

La duración o tiempo de pasada, expresada en minutos, viene dada por la fórmula siguiente:

$$\text{Tmin} = \frac{\text{L}}{\text{a X N}}$$

siendo **L** = Longitud de la pasada en milímetros

a = Avance en milímetros/vuelta
 N = Velocidad de rotación en vueltas/minuto.

Ejemplo de aplicación de la fórmula :

Supongamos una longitud de pasada de 300 mm con un avance de 0,25 mm y una velocidad de rotación de 500 vueltas por minuto. Calcular el tiempo de pasada.

$$T = \frac{300}{0,25 \times 500} = \frac{300}{125} = 2,40 \text{ min.}$$

T = 2,40 min.

0,40 min X 60 = 24 segundos

T = 2 min 24 segundos

CALCULADOR PARA TIEMPOS DE FABRICACIÓN SEGÚN LAS rpm, AVANCE POR REVOLUCIÓN Y LONGITUD DE CORTE EN MILÍMETROS

En la figura 426 se muestra un ábaco o gráfico de cálculo para determinar el tiempo de duración de pasada conociendo la velocidad de giro del torno, el avance por revolución y la longitud a tornearse (longitud de corte). Este ábaco se utiliza de la manera siguiente: Se unen con una recta

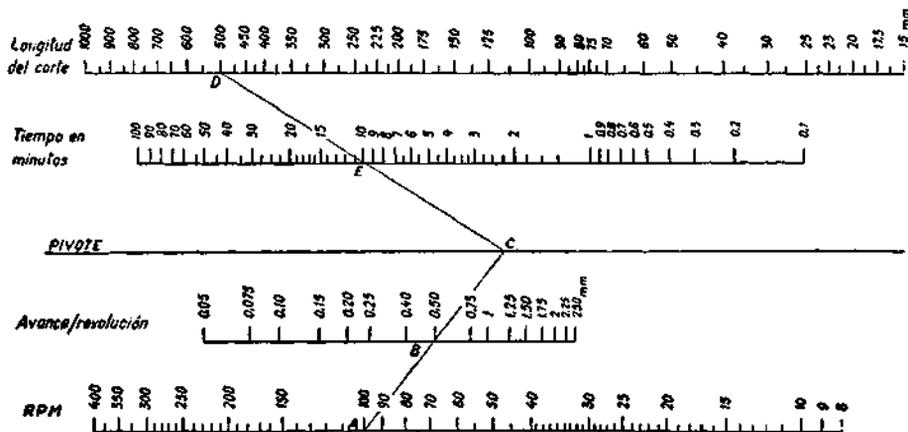


Figura 426. — Abaco para calcular la duración de pasada.

los puntos correspondientes a los datos en las escalas **rpm** y **avance/revolución** prolongando la recta hasta encontrar a la línea pivote. El punto así encontrado en esta línea se une con el punto correspondiente al dato de la escala **longitud de corte** con una recta que cortará a la escala de **tiempos en minutos** en el valor correspondiente al resultado. En la misma figura se han señalado las líneas de resolución del siguiente ejemplo.

Calcular el tiempo de pasada para una longitud de corte de 500 mm, con un avance de 0,5 mm y una velocidad de 100 rpm. Se resuelve así:

Se une el punto 100 rpm (A) con el punto 0,5 mm de avance (B) y continúa la recta hasta que corta a la línea pivote en el punto C. Se une el punto C con el punto 500 mm de longitud de corte (D). Esta última recta corta a la recta tiempo en minutos en el punto E, que corresponde al valor 10 minutos y este es el resultado del cálculo.

LUBRICANTES DE CORTE

La lubricación tiene como principal misión la de enfriar el filo de la herramienta y la pieza a fin de conservar el primero logrando una mayor duración y conseguir más finura en los acabados. En cuanto a la pieza, el calentamiento excesivo puede llegar a deformarla e incluso, debido a la dilatación del material por efecto del calor, a falsear sus dimensiones ya que, según el diámetro de la pieza, al enfriarse puede llegar a perder las medidas. Como precaución, cuando se mecaniza una pieza a unas medidas muy restringidas y que a causa de su gran velocidad se calienta mucho, deben tenerse en cuenta estas variaciones de medida que se producen al enfriarse la pieza.

En las herramientas de acero rápido, el chorro de líquido refrigerante debe aplicarse sobre el filo, y en las de carburo sobre la pastilla de una forma abundante, regular y seguida.



Figura 427. — Torneado con lubricación.

Otros de los cometidos del lubricante son : lubricar y disminuir el roce de las virutas sobre la herramienta facilitando su deslizamiento, mejorar el alisado de las superficies torneadas, evitar oxidaciones y hacer escurrir las virutas del área de corte.

En la figura 427 puede apreciar la disposición de los chorros de líquido de corte en un torno revólver trabajando con dos herramientas simultáneamente.

El refrigerante más usado es la mezcla de aceite y agua (taladrina) en la proporción de 1/10 ó 1/15 es decir una parte de aceite por 10 ó 15 de agua. Mediante la emulsión queda el aceite muy íntimamente mezclado con el agua. De vez en cuando hay que comprobar el contenido de aceite de la mezcla, así como ver si contiene impurezas o suciedad. Un refrigerante sucio ataca la superficie de la pieza que se tornea.

El hierro colado, la ebonita y los plásticos de resina sintética han de trabajarse en seco. Las aleaciones de magnesio no deben enfriarse nunca

LUBRICANTES DE CORTE PARA TRABAJOS DE TORNEADO TABLA 25

MATERIAL A TRABAJAR	OPERACION			MATERIAL A TRABAJAR	OPERACION		
	Tornear	Roscado en torno	Tala- dredo		Tornear	Roscado en torno	Tala- dredo
Aceros R = 50 Egs/mm ²	① ②	② ⑨	②	Aluminio y aleaciones	⑤ ⑥	⑥	⑥
Aceros R = 90 Egs/mm ²	③	③ ④	③	Bronce y latón	① ②	① ⑨	②
Aceros más de R = 90 Egs/mm ²	③	③ ⑩	③	Cobre	①	⑩	⑥
Acero inoxidable	③	⑩	③ ⑧	Magnesio y aleaciones	① ⑦	①	⑦
Metal monel	④	⑩	④	Materiales plásticos	①	①	①
Fundición gris	①	④	①	Fibra y goma dura	①	⑥	①
Cada uno de los números corresponde a uno de los siguientes lubricantes							
Número	Lubrificante	Número	Lubrificante				
1	En seco	6	Petróleo con 10% de aceite mineral				
2	Agua con 5% de aceite soluble (Taladrina)	7	Agua con 5% de fluoruro de sodio				
3	Agua con 8% de aceite soluble (Taladrina)	8	Aguarrés 40%, Azufre 30% Albayaide 30%				
4	Aceite mineral con 5% de azu- fre en polvo	9	Aceite mineral con 1% de Azufre en polvo				
5	Petróleo	10	Aceite mineral con 12% grasa de cerdo				
		11	Grasa de cerdo con 30% de Albayaide				

con agua por el peligro de incendio que ello supondría. En este caso se emplea como refrigerante una solución al 5 % de fluoruro sódico.

En la tabla 25 se indican los lubricantes a emplear según los distintos materiales y operaciones.

Como es natural cuando se hagan algunas de estas operaciones juntas en una sola fijación, no hay necesidad de cambiar el lubricante. Esta tabla, pues, es solamente para aquellos casos en que sea posible, ya por tratarse de operaciones separadas, ya por otra causa.

REGLAS DE LAS CONDICIONES DE CORTE DE LAS HERRAMIENTAS. — ACERO FUNDIDO Y ACERO RÁPIDO

Pueden establecerse las siguientes reglas para obtener el trabajo económico de corte He estas herramientas :

- Tomar una profundidad de pasada tan grande como sea posible.
- Emplear un avance máximo pero que sea compatible con la profundidad de pasada elegida, con la potencia del torno y con la rigidez de la pieza.
- Calcular lo más exactamente posible las velocidades de rotación según las velocidades de corte indicadas en las tablas.

HERRAMIENTAS DE CARBUROS METÁLICOS

Construidas para obtener mejores condiciones de corte, los métodos de trabajo difieren sensiblemente de los empleados con las herramientas de acero. Tenga en cuenta siempre que haya de trabajar con herramientas de carburos metálicos las siguientes normas :

- Poner la herramienta a plena velocidad de corte y a un uno por ciento por encima del eje de la pieza a tornear cuando se trata de trabajar acero, y exactamente en el centro cuando se ha de tornear fundición, latón, bronce y similares.
- No descender por debajo de las velocidades indicadas, pues de lo contrario la herramienta arranca el material, se desgasta muy rápidamente y la superficie queda rugosa.
- Conservar uniforme la velocidad de rotación.
- Como consecuencia de las grandes velocidades de rotación no deben utilizarse grandes avances, que exigirían demasiada potencia; además, las virutas salen mejor y la pieza se calienta mucho menos, reduciendo al mismo tiempo el desgaste de la herramienta.

POSICIÓN DE LA HERRAMIENTA CON RELACIÓN A LA PIEZA

- Para que una herramienta trabaje en buenas condiciones es necesario:
- Que sea rígida y no esté apoyada en falso.
- Que esté bien templada y perfectamente afilada.
- Que la profundidad de pasada y el avance sean los convenientes.
- Que esté perfectamente sujeta y colocada a la altura conveniente.

AMPLIACIÓN DEL ESTUDIO SOBRE LAS HERRAMIENTAS

ÁNGULO NEGATIVO DE LA VIRUTA

Este método está en contradicción con las definiciones dadas hasta ahora.

El torneado de los metales utilizando un ángulo de desprendimiento negativo es un nuevo sistema de operar que consiste en arrancar la viruta por cizallamiento más bien que por corte. En general, y sobre todo para trabajos de desbaste, es de un gran rendimiento. Debe evitarse de todas formas una generalización del trabajo con este sistema y es preferible para los trabajos corrientes seguir con los ángulos de corte normalizados (fig. 248).

Su característica principal consiste en que la superficie de ataque llega a formar un ángulo de 100° (figura 429) en lugar de los 90° como máximo.

El torneado con estas herramientas exige un importante aumento de la potencia del motor, si bien las grandes velocidades de corte que pueden utilizarse ablandan la viruta y hacen más fácil su deslizamiento.

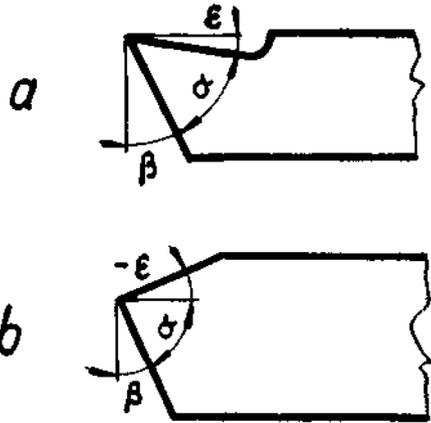


Figura 428. — Ángulos característicos. — a, herramienta con ángulo positivo. — b, herramienta con ángulo negativo.

Figura 429. — Diferencia entre una herramienta de ángulo de ataque negativo y una de ángulo positivo..

Con su utilización se logran las siguientes ventajas :

- Mayor duración de la herramienta entre afilados.
- Menor fragilidad de las herramientas, por ser de corte más robusto.
- Insensibilidad a los choques.
- Perfecto aspecto de la superficie.
- Calentamiento casi nulo de la pieza.

Puede decirse, por ensayos que se han hecho, que en tornos con potencia suficiente y en trabajos muy fuertes, una herramienta con ángulo negativo puede llegar casi a triplicar la producción de viruta arrancada por una de ángulo positivo.

HERRAMIENTAS DE CARBURO CON ROMPE-VIRUTAS

Las herramientas de acero rápido se consideran ya hoy día como herramientas de "corte lento".

La viruta producida por estas herramientas suele ser una viruta segmentada que se enrolla sobre sí misma y que es relativamente frágil y quebradiza (fig. 430 a).

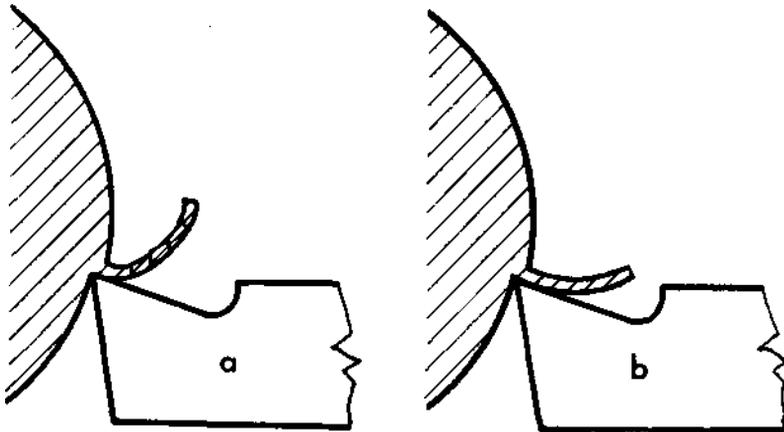


Figura 430. — Formación de las virutas. — a, con herramienta de acero rápido. — b, con herramienta de carburo.

La viruta producida, a velocidades elevadas por las herramientas de carburo, se obtiene sin tendencia al arrollamiento y sin trazos de segmen-

tación (fig. 430 b). Estas no son fragiles, son más delgadas para avances de corte idénticos, es decir, no se comprimen y su velocidad de desplazamiento sobre la cara de la herramienta está muy cerca de la velocidad de corte, mientras que en el caso de la viruta segmentada esta velocidad no llega al tercio de la de corte.

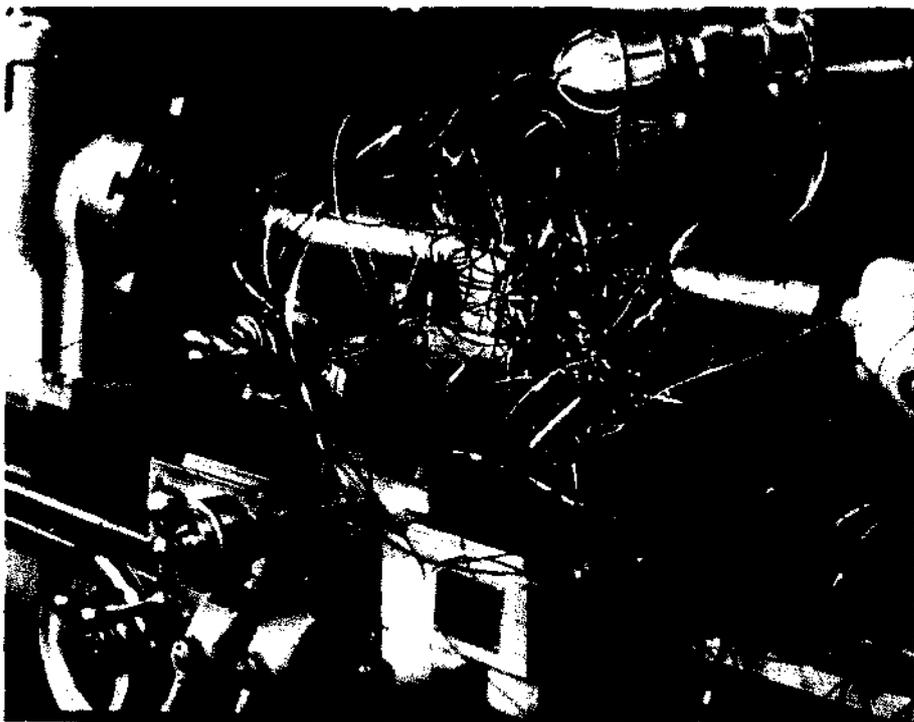


Figura 431. — Inconvenientes de la viruta rápida.

Sin embargo, presenta los siguientes inconvenientes (fig. 431):

- Obstrucción de la máquina por acumulación de virutas.
- Interposición de las mismas entre la pieza y el grifo del lubricante dificultando la refrigeración.
- Peligro de manipulación de las virutas a consecuencia de sus bordes cortantes.

ACCIÓN DE LOS ROMPE-VIRUTAS

Para eliminar estas dificultades, se construye una ranura o espaldón en toda la longitud del filo (fig. 432) que se llama rompe-virutas y cuyo objeto es el de hacer que las virutas se arrollen en igual forma a como lo hacen las virutas segmentadas a velocidad lenta de la figura 430a.

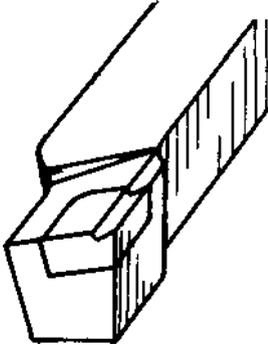


Figura 432. — Herramienta de carburo con rompevirutas.

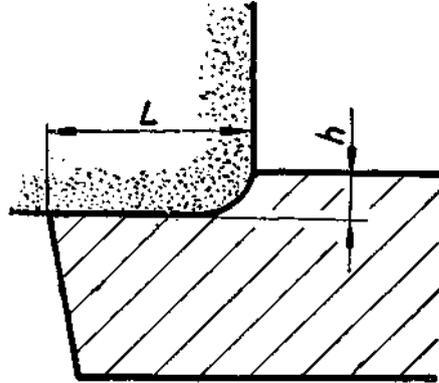


Figura 433. — Mecanizado del rompevirutas.



Figura 131. -- Viruta segmentada con rompevirutas.

Los rompe-virutas se mecanizan con una muela de diamante (fig. 433) y sus dimensiones L y h dependen de la naturaleza del material y de las condiciones de corte (V, a, p) siendo estas dos dimensiones las que determinan el grado de curvatura de la viruta.

Variando, pues, estas dos dimensiones puede pasarse de una viruta recta a una viruta de arrollamiento muy cerrado y muy fragmentada. En definitiva, la curvatura debe ser tal que la viruta se rompa antes de haber dado una vuelta completa (fig. 434).

Aunque las características de los rompe-virutas varían para cada material, podemos dar un valor medio a L, de 3 a 3,5 mm y a h 0,4 a 0,6 mm, para aceros de 45 a 65 kg/mm². La propia experiencia le aconsejará a usted variarlas ligeramente o modificar el avance, atendiendo a los siguientes detalles:

- La viruta se fragmenta en forma más pequeña cuando mayor es el avance.
- El ángulo de ataque debe estar comprendido entre 0 y 15°.
- La velocidad de corte ha de ser de 120 a 250 metros/min. Para velocidades inferiores deberá aumentar ligeramente el avance.
- La profundidad de pasada será de 2,5 a 7,5 mm, debiendo disminuir ligeramente el avance para profundidades menores.
- Un espaldón demasiado estrecho y profundo provoca un roce muy fuerte (se oye bien) y causa la rotura de la punta y de la arista del espaldón (fig. 435).

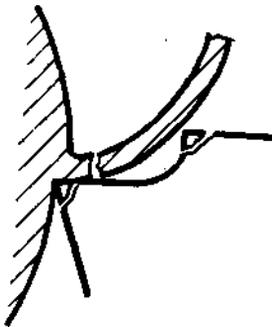


Figura 435. — Espaldón de rompevirutas demasiado estrecho y profundo.

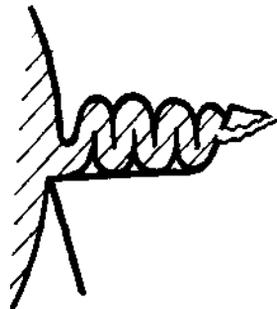


Figura 436. - Espaldón demasiado ancho.

- **Un espaldón demasiado ancho permite un arrollamiento prematuro de la viruta y la presión que ejerce rompe también la arista del espaldón (fig. 436).**

**VALORES DE ORIENTACIÓN PARA LAS CONDICIONES DE CORTE
CON HERRAMIENTAS CERÁMICAS TABLA 26**

Material	Resistencia en kgs./mm.2	Avance mm/rev.	Profundidad de viruta	Velocidad de corte en m./min.	
				Liso	interrump.
Hierro colado GG 12-GG 26	hasta 250 dureza Brinell	0,05-0,15 0,15-0,3 0,15-0,6	hasta 0,5 hasta 2,5 hasta 8,0	350-150 350- 40 300- 40	300-100 250- 40 200- 40
Acero St. 34.11 C10 St. 37.11 etc.	hasta 50	0,05-0,15 0,15-0,3 0,15-0,6	hasta 0,5 hasta 2,5 hasta 8,0	350-250 300-100 250-100	300-200' 250-100
Acero St. 50.11 C60 St. 60.11 etc.	50-90	0,05-0,15 0,15-0,3 0,15-0,6	hasta 0,5 hasta 2,5 hasta 8,0	300- 60 300- 60 250- 60	250- 60* 200- 60*
Acero oleado	70-130	0,05-0,15 0,15-0,3 0,15-0,6	hasta 0,5 hasta 2,5 hasta 6,0	250- 60 200- 60 180- 60	—
Acero colado	30-70	0,05-0,15 0,15-0,3 0,15-0,6	hasta 0,5 hasta 2,5 hasta 6,0	300- 60 250- 60 200- 60	—
Cobre latón	-	a deseo		100- 60	
Metales ligeros	-	a deseo		hasta 1500	
Ebonita	-	a deseo		500-150	
Papel prensado	-	a deseo		500-200	
Carbón	-	a deseo		800-250	

Recomendable solo o interrupciones pequeñas y ligeras

HERRAMIENTAS CERÁMICAS PARA EL CORTE DE METALES

La característica más importante de esta clase de herramientas es la elevada velocidad con que pueden trabajarse todos los metales.

Su composición química es, al igual que la porcelana, a base de óxido de aluminio y su proceso de fabricación es muy similar al empleado para las plaquitas de carburo metálico.

La razón que puedan alcanzar tan elevadas velocidades de corte reside en la estabilidad de su dureza a temperaturas mucho mayores que las de

los carburos metálicos. Las cerámicas pueden alcanzar, antes de desafilarse, hasta 1.200°, contra 800° de las otras. Esto permite, no solamente trabajar a mayor velocidad (doble o triple), sino que por ser tan 3jén más duras, su duración y la precisión de su filo son mucho mayores.

Estas herramientas de óxido de aluminio se presentan en forma de dados o plaquitas que se sujetan por presión en un portaherramientas (figura 437), poniéndose además otra plaquita menor que actúa como rompe-virutas.

Estos cubitos solamente pueden reafilarse con muela de diamante y siguiendo una técnica adecuada.

A pesar de su gran dureza, las hay preparadas incluso para torneear superficies discontinuas sin que se rompan

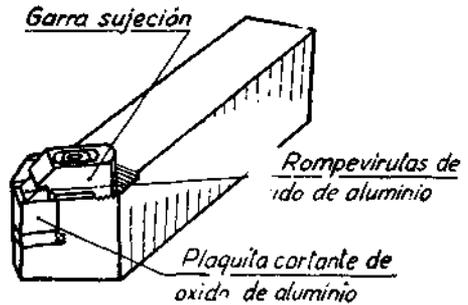


Figura 437. — Portaherramientas para plaquitas de cerámica.

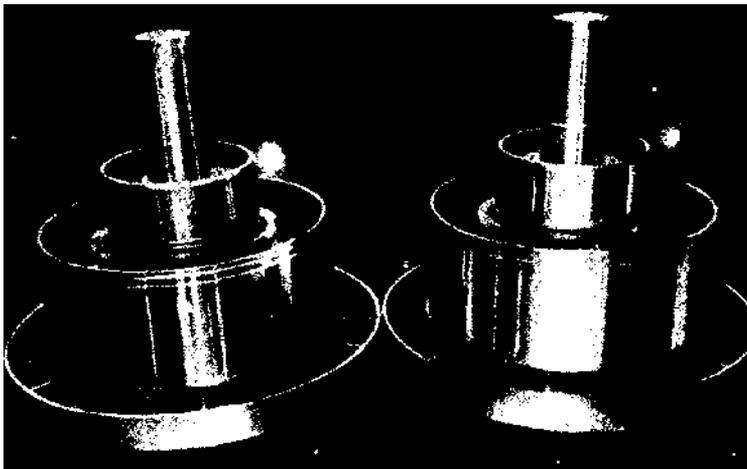


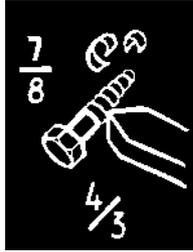
Figura 438. — Izquierda, pieza trabajada con cerámica; derecha, pieza rectificada.

ni se perjudique su filo aunque, como es natural, deben tomarse las máximas precauciones en cuanto a la fijación de la pieza y de la herramienta y no sobrepasar nunca las longitudes en voladizo indicadas.

En resumen, puede decirse que estas herramientas, cuyo uso debe ir generalizándose, si bien no es recomendable en máquinas que no estén en buenas condiciones, ofrecen las siguientes ventajas sobre las herramientas de metal duro:

- Disminución del tiempo de mecanización.
- Mayor duración del filo de cada corte.
- Mejor acabado de las superficies y mayor precisión en el acabado (figura 438).
- Eliminación o reducción del rectificado piezas de acero endurecido, aun cuando la rugosidad sea ligeramente mayor.

Las condiciones de trabajo de estas herramientas se dan en la tabla 26; los valores dados en ella sólo son de orientación debiendo estudiarse en cada caso los más convenientes.



matemáticas para tornero

LECCIÓN

12

POLÍGONOS

Se da el nombre de polígono a toda superficie plana limitada en todos los sentidos por líneas rectas. Ejemplos de polígonos: la página de un libro, un trozo plano de plancha.

LADOS Y VÉRTICES

Las rectas que limitan el polígono, se llaman lados. Así, los lados de la figura 28 son las rectas AB, BC, CD, DE, EF, y FA.

Los puntos en que se tocan los lados son los vértices del polígono. A, B, C, D, E, y F son los vértices del polígono de la figura 28.

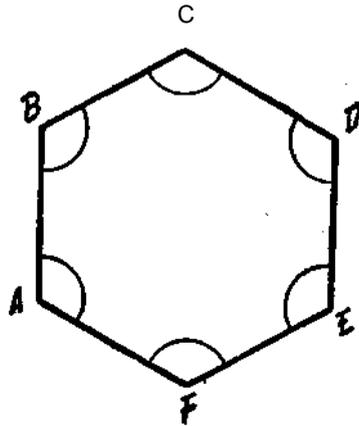


Figura 28

CONTORNO Y PERÍMETRO

Contorno de un polígono es el conjunto de sus lados y **perímetro** la medida del contorno. Procure comprenderlo. Lo que se llama en Geometría lados de un polígono es lo que en la práctica se entiende por **bordes** de un trozo de plancha, por ejemplo; el conjunto de los bordes, es decir, todos los bordes son el contorno del trozo de plancha.

Ahora bien, si se mide con un metro el largo de todos los lados del trozo de plancha, es decir, si se mide su contorno, se sabrá el **perímetro** del trozo de plancha.

ÁNGULOS DE POLÍGONO

Ha estudiado que los polígonos tienen lados y vértices; también tienen **ángulos**. Ángulos de un polígono son los formados por dos lados consecutivos, es decir, por dos lados que se tocan; éstos son los **ángulos interiores** de un polígono. Los ángulos interiores de la fig. 28 son los formados por **ABC, BCD, CDE, DEF, EFA** y **FAB**.

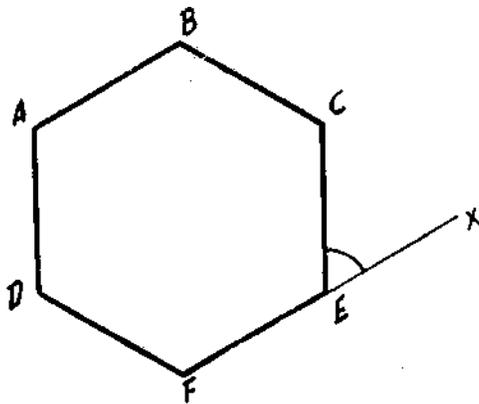


Figura 29

Además de ángulos interiores, un polígono tiene **ángulos exteriores** que son los formados por un lado y la prolongación de su contiguo. Fíjese bien en la figura 29. El lado **CE** y su contiguo **FE**, prolongado, es decir, alargado formando el ángulo **CEX**.

CLASES DE POLÍGONOS POR SU NUMERO DE LADOS

Según el número de lados los polígonos se llaman con distinto nombre:

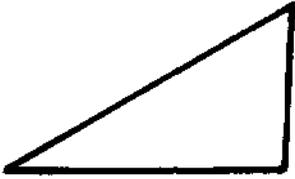


Figura 30

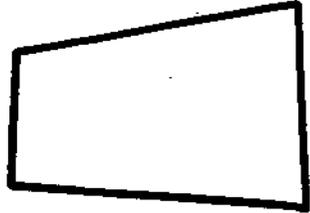


Figura 31

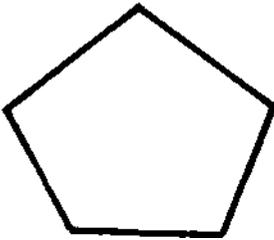


Figura 32

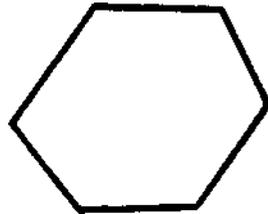


Figura 33

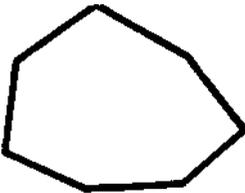


Figura 34



Figura 35

- Triángulo**, si tiene 3 lados (fig. 30).
- Cuadrilátero**, si tiene 4 lados (fig. 31).
- Pentágono**, si tiene 5 lados (fig. 32).
- Exágono**, si tiene 6 lados (fig. 33).
- Heptágono**, si tiene 7 lados (fig. 34).
- Octógono**, si tiene 8 lados (fig. 35).

Hay polígonos de muchos más lados, claro está, y con distinta denominación. Si sólo le indicamos los nombres de los polígonos hasta 8 lados es porque en la práctica son los más frecuentes y, por tanto, son los que en realidad le interesan a usted.

POLÍGONOS REGULARES E IRREGULARES

Cuando un polígono tiene los lados y ángulos iguales, es un polígono regular. Fijese en el polígono de la figura 36; es un polígono regular

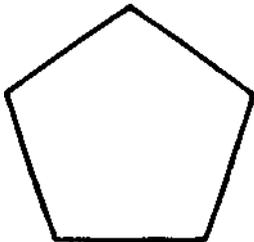


Figura 36

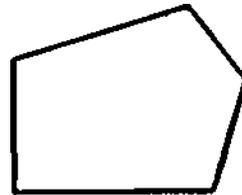


Figura 37

porque todos sus lados y ángulos son iguales. En cambio, el de la figura 37, es irregular porque sus lados son desiguales, es decir, unos más largos que otros y, por lo tanto, sus ángulos son de distinto valor.

TRIANGULO

Es el polígono de tres lados. Fijese en el triángulo de la figura 38 y comprenderá que un triángulo es un trozo de plano limitado por tres rectas que se tocan dos a dos en un solo punto. En todo triángulo hay, por tanto, tres lados y tres ángulos.

Para trabajar mejor con los triángulos, se nombran con una letra mayúscula situada en cada uno de sus vértices : A, B, C en la figura 38.

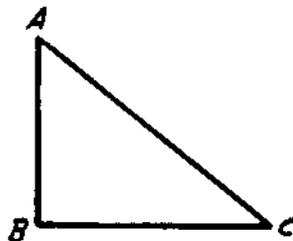


Figura 38

CLASES DE TRIÁNGULOS

Según la longitud de sus lados, los triángulos se clasifican en tres clases :

— **EQUILÁTEROS** cuando todos sus lados son iguales. El triángulo de la figura 39 es equilátero. Usted puede comprobar que el lado **AB** es igual a los lados **BC** y **CA**.

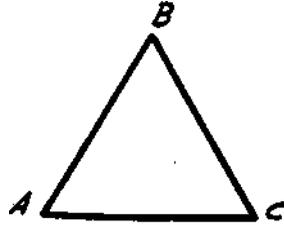


Figura 39

— **ISÓSCELES**, que es el triángulo que tiene dos lados iguales y uno desigual, como el triángulo de la fig. 40. Compruebe que el lado **AB** es igual al lado **BC**, pero ninguno de estos dos lados es igual al **AC**.

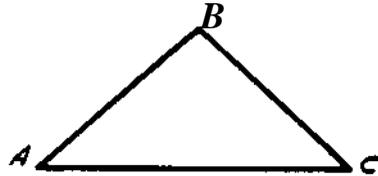


Figura 40

— **ESCALENO**, cuando el triángulo tiene los tres lados desiguales. Compruébelo en el triángulo de la figura 41.

Queda, pues, entendido que según la longitud de sus lados, los triángulos se clasifican en equiláteros, isósceles y escalenos.

También se clasifican según el valor de sus ángulos y de esta forma pueden ser: **acutángulos rectángulos** y **obtusángulos**.

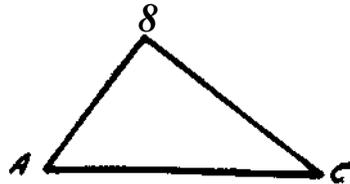


Figura 41

TRIANGULO ACUTANGULO

Fíjese en los ángulos **BAC**, **ACB** y **CBA** de la figura 42; los tres son agudos, es decir, **de menos de 90°**. Cuando un triángulo tiene los tres ángulos agudos como el de la figura 42, es un triángulo **acutángulo**.

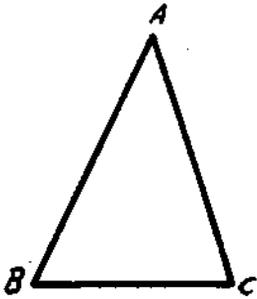


Figura 42

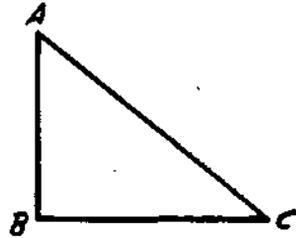


Figura 43

TRIANGULO RECTÁNGULO

Es el triángulo que tiene **un ángulo recto**. El triángulo de la figura 43 es un triángulo **rectángulo** porque el ángulo **ABC** es recto.

TRIANGULO OBTUSANGULO

Compruebe que el ángulo **ABC** de la figura 44 es obtuso, es decir, mayor que un ángulo recto.

Este triángulo es un triángulo **obtusángulo** porque tiene un **ángulo obtuso**.

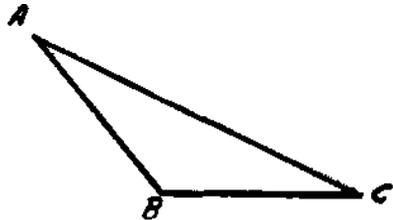


Figura 44

CATETOS DEL TRIANGULO RECTÁNGULO

En el triángulo rectángulo los lados que forman el ángulo recto se llaman **catetos**. Los catetos del triángulo de la figura 43 son los lados **AB** y **BC**, que forman el ángulo recto **ABC**.

HIPOTENUSA DEL TRIANGULO RECTÁNGULO

Al lado opuesto al ángulo recto de un triángulo rectángulo se le da el nombre de **hipotenusa**. Compruebe que la hipotenusa del triángulo de la figura 43 es el lado **AC** puesto que está opuesto al ángulo recto **ABC**.

VALOR DE LOS ÁNGULOS DE UN TRIANGULO

La suma de los tres ángulos de un triángulo **es siempre igual** al valor de dos ángulos rectos, es decir, 180 grados.

BASE DEL TRIANGULO

Se llama **base** del triángulo el lado sobre el que se apoya el triángulo. La base de un triángulo puede ser uno cualquiera de sus lados con tal de variar su posición. La base de los triángulos de las figuras 42, 43 y 44, por la forma en que están dibujados, es el lado **BC**.

ALTURA DEL TRIANGULO

Altura del triángulo es la distancia que hay desde la base hasta el vértice opuesto a la misma. La altura del triángulo de la figura 45 es el segmento AD que parte del vértice A hasta la base BC y es perpendicular a ésta.

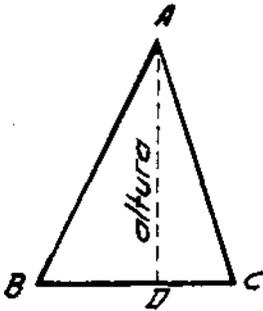


Figura 45

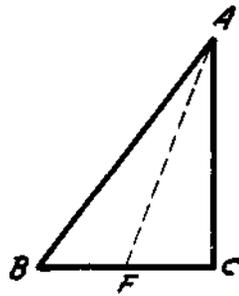


Figura 46

MEDIANA DEL TRIANGULO

Mediana de un triángulo es el segmento que une un vértice del triángulo con el **punto medio** del lado opuesto. En la figura 46 se trazó la mediana desde el vértice A hasta el lado opuesto, BC; fíjese que el punto F es el centro del lado BC y, por lo tanto, la mediana es el segmento AF.

CONDICIÓN NECESARIA PARA QUE TRES SEGMENTOS FORMEN UN TRIANGULO

Debe tenerse en cuenta que tres segmentos cualquiera no pueden formar un triángulo, puesto que un lado cualquiera de todo triángulo ha de ser siempre **menor que la suma de los otros dos y mayor que la diferencia entre estos dos lados.**

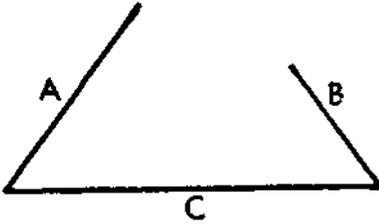


Figura 47

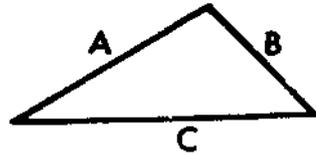
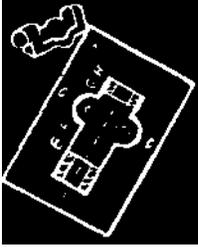


Figura 48

Con el ejemplo de la figura 47 y 48 acabará de comprenderlo: en 47 el segmento A mide 3 centímetros, el segmento B mide 2 centímetros y el segmento C, 5 centímetros. Como ve, no se ha podido formar un triángulo con estos tres segmentos, puesto que $3 + 2 = 5$, es decir, la suma de dos segmentos es igual al otro segmento.

Para que pueda construirse un triángulo con los segmentos A y B, el lado C ha de ser menor de 5 centímetros y mayor de 1 cm., es decir, mayor que la diferencia entre los lados A y B, $3 - 2 = 1$. Así, si el segmento C mide, por ejemplo, 4 cm, puede construirse el triángulo de la figura 48.



interpretación planos

LECCIÓN

12

INDICACIÓN DE US TOLERANCIAS DE MEDIDA EN LOS PLANOS

Antes de estudiar esta lección interesa que estudie la de CONOCIMIENTOS GENERALES de este mismo envío.

De esta forma la entenderá mejor y le será fácil comprender que si una pieza ha de ser construida con unas determinadas tolerancias en sus dimensiones y de acuerdo con un plano, en este plano deben indicarse las tolerancias de las medidas de las piezas. Naturalmente, siendo las tolerancias valores relacionados con las medidas de las piezas, es lógico que se dispongan junto a las indicaciones de éstas, es decir con los valores de las cotas.

Las tolerancias pueden indicarse en los planos de dos formas: mediante la simbolización convencional, cuando las tolerancias están normalizadas o mediante la escritura de su valor numérico cuando no estén normalizadas o cuando convenga por mayor comodidad de quienes hayan de utilizar los planos para la fabricación de las piezas. Va usted a estudiar a continuación la forma en que se presentan en los planos las indicaciones de las tolerancias por uno y otro sistema.

INDICACIÓN DE LAS TOLERANCIAS NORMALIZADAS

Cuando las tolerancias que se emplean en la fabricación son tolerancias normalizadas ISA, éstas no suelen indicarse por su valor numérico, sino por la sigla formada por la letra de la posición y el número de la

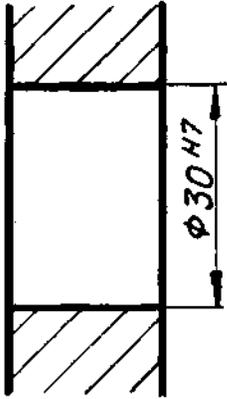


Figura 176

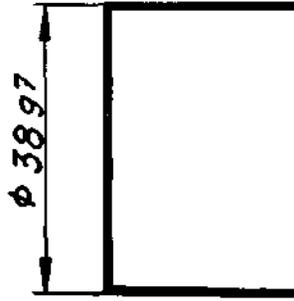


Figura 177

calidad. Esta sigla se pone a la derecha del valor de la medida de la cota, a un nivel ligeramente superior al de éste cuando se trata de un agujero, como puede apreciarse en la figura 176, y a un nivel ligeramente inferior si se trata de un eje como se muestra en la figura 177.

En este punto es conveniente que recuerde que las letras que indican la posición de la tolerancia son mayúsculas para agujeros y minúsculas para ejes, así como también que si se trabaja con el sistema de ajuste de agujero único la posición de las tolerancias de todos los agujeros es la H, mientras que si es el sistema de ajuste de eje único el que se emplea, la posición de la tolerancia de las cotas de los ejes es la h.

Cuando dos piezas de un ajuste se representan montadas con una cota única común, las tolerancias de las dos piezas para esta medida se representan sobre la misma cota a la derecha del valor de la medida poniendo la indicación de la tolerancia del agujero arriba y la indicación de la tolerancia del eje o macho debajo, tal como puede verse en la figura 178. En algunos casos se disponen dos cotas, una para cada una de las piezas ajustadas y la indicación de las tolerancias se hace normalmente pero anotando sobre la cota la pieza a que corresponde.

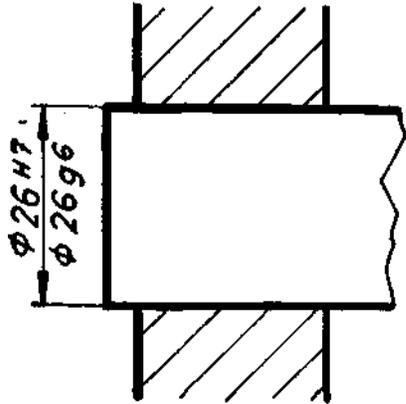


Figura 178

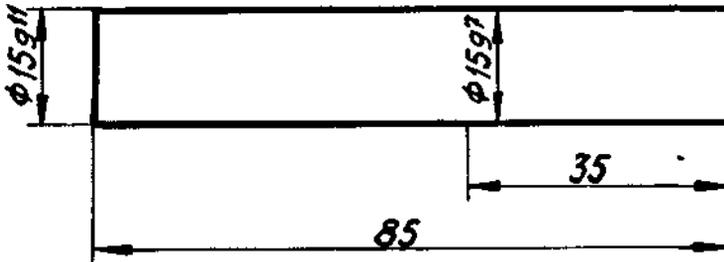


Figura 179

Puede darse el caso de que una misma dimensión de una pieza deba trabajarse en una parte con una determinada tolerancia y en otra parte con tolerancia diferente. En tal caso la cota de la dimensión se encuentra duplicada y en cada una se señala la tolerancia correspondiente, acotándose además la medida de la parte a la que afecta la tolerancia; un ejemplo de esto puede verlo en la figura 179.

INDICADO DE LAS TOLERANCIAS POR SU VALOR NUMÉRICO

Si las tolerancias con que debe ser fabricada una pieza no coinciden con las tolerancias ISA o si en el taller o fábrica no se trabaja corrientemente con este sistema, en los planos se indican las tolerancias por su valor numérico. También en ciertos casos, aunque se trabaje con el sistema de tolerancias ISA se dan en los planos los valores numéricos de la tolerancia si esto simplifica el trabajo de fabricación evitando la necesidad de consultar tablas de valores de las tolerancias; en este último caso es una práctica corriente indicar la sigla de la tolerancia del sistema ISA y además los valores numéricos de la tolerancia.

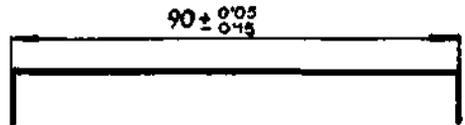


Figura 180

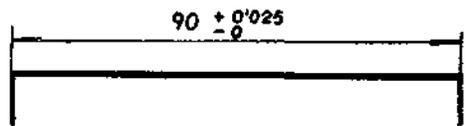


Figura 181

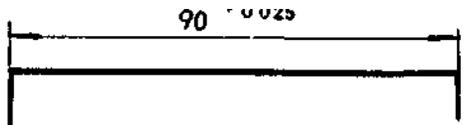


Figura 182

Los valores numéricos de las tolerancias se indican con los valores de las diferencias máxima y mínima expresados en milímetros, puestos a la derecha del valor nominal de la cota, en cifras más pequeñas que las de este valor y precedidos de su correspondiente signo. En la figura 180 puede ver un ejemplo de esta forma de indicar la tolerancia.

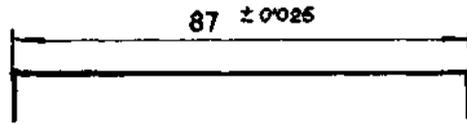


Figura 183

Si una de las diferencias es nula puede indicarse con la cifra cero, como en la figura 181, o no indicarse, como en la figura 182.

En caso de que las dos diferencias sean iguales en valor pero de signo contrario se suele indicar con el valor común de las diferencias precedido del signo \pm (más, menos) como en la figura 183.

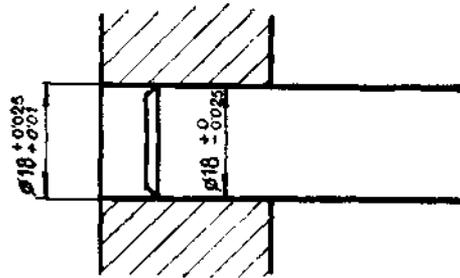


Figura 184

Cuando se emplean los valores numéricos para indicar las tolerancias de un ajuste en un plano que represente las piezas montadas, las medidas y tolerancias de las dos piezas se indican siempre en cotas separadas como en el ejemplo de la figura 184. Si hubiese posibilidad de confusión de qué cota corresponde a cada pieza se indica en cada una de las cotas la pieza a que corresponde, como, por ejemplo, puede verse en la figura 185.

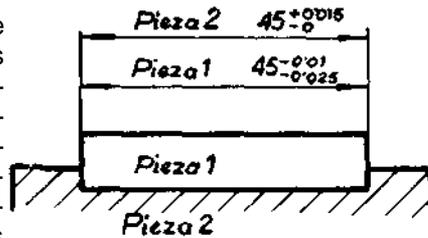
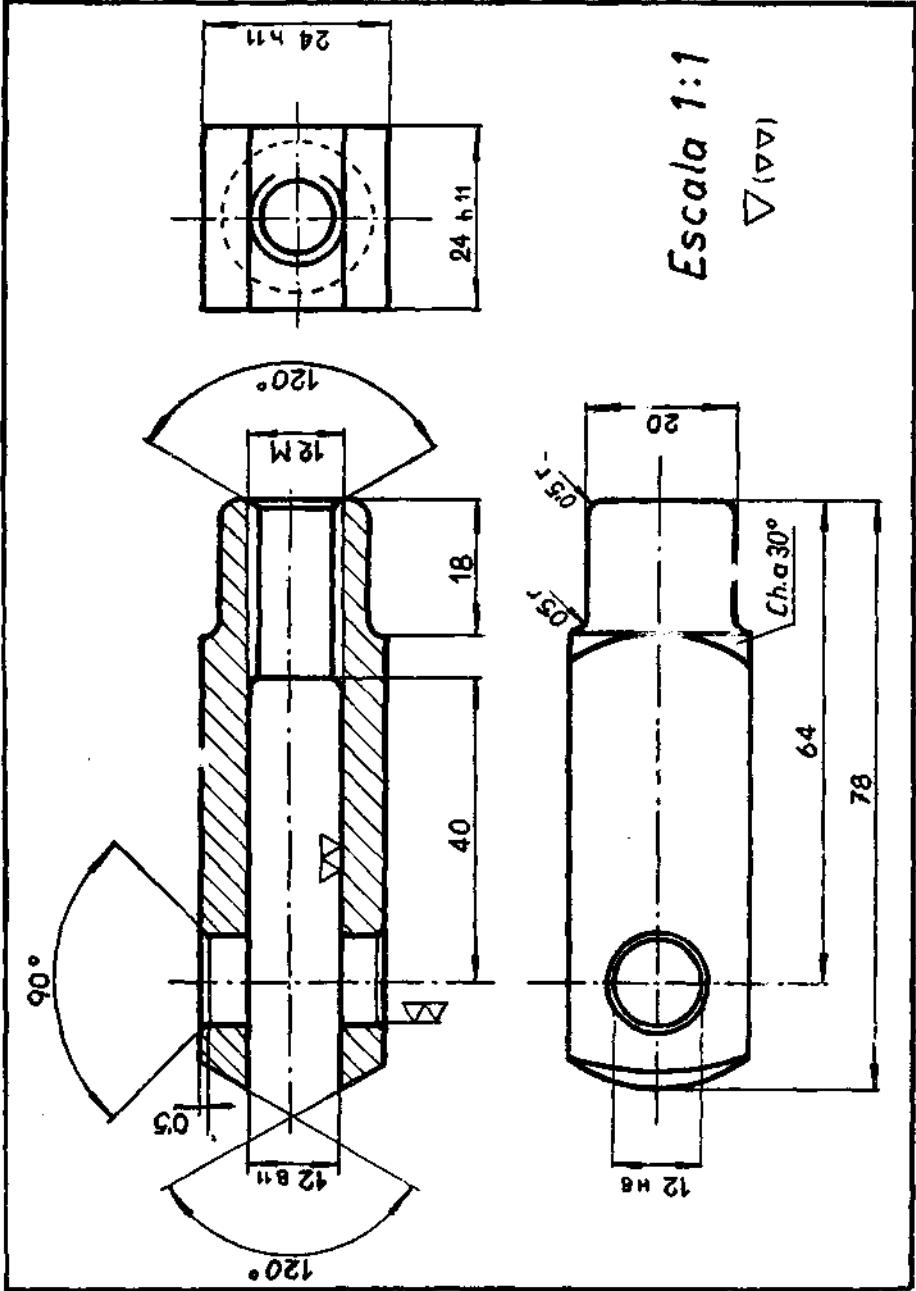


Figura 185

COTAS SIN TOLERANCIA

Es corriente en el taller encontrarse con planos en los que unas cotas tienen tolerancias indicadas y otras no.



Las cotas que no tienen indicada tolerancia no significan que en ellas no pueden admitirse desviaciones de la medida indicada, pues ya sabe usted que no puede lograrse en la fabricación ninguna medida matemáticamente exacta. Por el contrario; estas cotas sin tolerancia indicada significan que las dimensiones a que corresponden no tienen una exigencia de precisión determinada y, por lo tanto, se pueden trabajar dentro de los límites de precisión que corrientemente se logran en el trabajo normal del taller en que se fabrican o en todo caso dentro de unas normas generales de precisión que se hayan adoptado en el taller.

En la lámina 18 se muestra el plano acotado de una pieza con expresión de las tolerancias de fabricación y los signos superficiales. En él puede verse un ejemplo de cómo se presentan los planos del taller y la aplicación de los conocimientos hasta ahora estudiados por usted en esta asignatura.

Esta lección es la última de INTERPRETACIÓN DE PLANOS. Si usted la ha estudiado bien le resultará fácil la lectura de cualquier plano. Ahora bien, a usted le interesa dar un repaso de cuando en cuando a todas las lecciones estudiadas. Verá mucho mejor lo que ya ha visto y estará siempre en "forma".

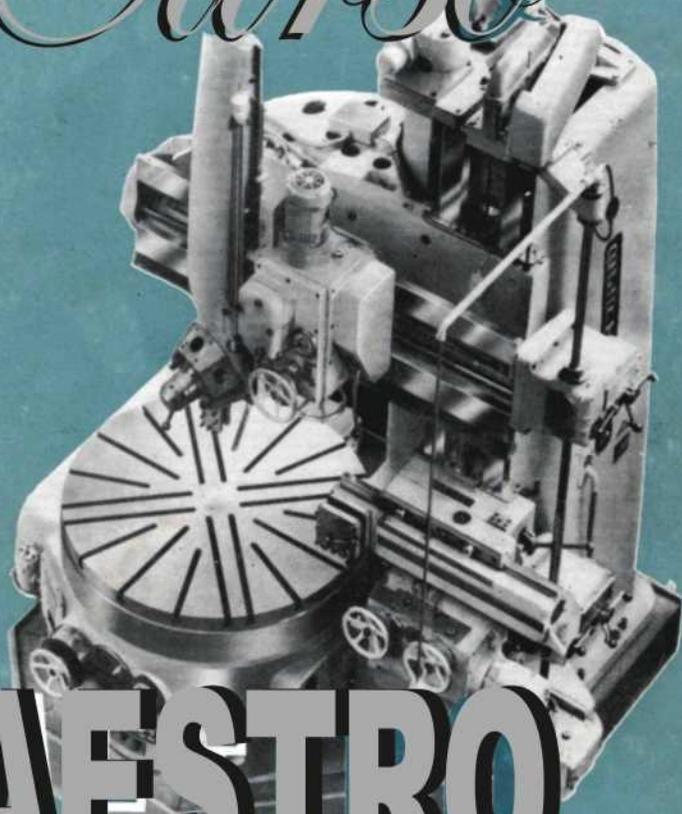
Depósito legal B-3134-1959

Impreso en GERSA

Llorens y Barba, 38 - Barcelona-13

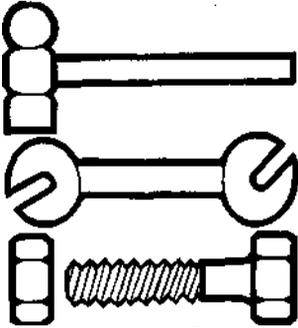
Printed in Spain

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 13



CONOCÍMIENTOS GENERALES DE MECÁNICA

INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Va a estudiar en esta lección diversos instrumentos de medida que usted ha de conocer a fondo para desempeñar bien su trabajo. No creemos necesario indicarle la importancia que tiene para usted el que conozca, no ya sólo el manejo de dichos instrumentos, sino también cuál es el más adecuado para cada caso.

COMPASES

Los compases se emplean para el traslado de medidas desde el cuerpo que sirve de patrón o referencia (pieza o regla graduada), a la pieza que se desea medir y también en sentido contrario. Actualmente, y debido a que existen elementos de medida para cada caso, estos instrumentos sólo se utilizan para trazados o para piezas en los que las medidas no tienen demasiada importancia. No obstante, cabe destacar como caso curioso que operarios acostumbrados a su manejo, y con mucho tacto en la apreciación de medidas con el compás, lograban ajustes de piezas que requerían una precisión bastante considerable.

En las figuras 51, 52 y 53 se muestran tres tipos diferentes de

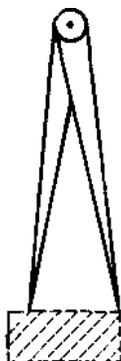


Figura 51

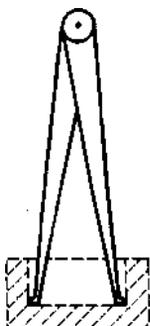


Figura 52

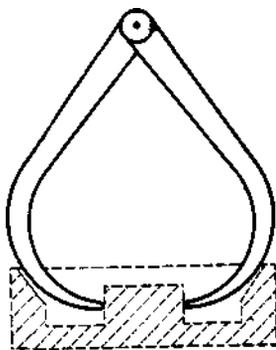


Figura 53

compases, el primero es un **compás de puntas**, el de la figura 52 es de **interiores** y el de la figura 53, **de exteriores**.

La medida se toma apoyando las puntas suavemente sobre las superficies que limitan la distancia a medir; una vez fijadas las puntas a estas distancias, se lleva sobre una regla graduada o bien se mide la distancia entre las puntas con un pie de rey.

Con una pata de un compás de puntas y con otra de uno de exteriores, se obtiene un **compás de pata y punta**, como el de la figura 54, que sirve para buscar centros de botones. En la citada figura 54 se muestra el empleo de un compás de pata y punta, para buscar el centro de un botón de fundición para el trazado de una pieza.

La precisión que puede alcanzarse con el empleo de compases no es mayor de 0,5 milímetros.

REGLA GRADUADA

En los talleres se le denomina, generalmente, **cinta** por ser de fleje de acero de aproximadamente 1 milímetro de espesor, y longitudes que varían desde 100 a 1.000 mm.



Figura 54



Figura 55

Como se observa en la figura 55 estas reglas estan graduadas en milímetros por la parte inferior, y en medios milímetros por la parte superior.

Se emplean para comprobar medidas sobre la misma pieza, sobre todo en longitudes, apreciándose con prácticas hasta las dos o tres décimas de milímetro.

INSTRUMENTOS CON NONIO

Para obtener una mayor precisión, son varios los instrumentos de medida que disponen de nonio. Fíjese en la siguiente explicación, para comprender bien qué es el nonio y su funcionamiento.

Con una regla graduada en milímetros dispuesta de la forma representada en la figura 56, es decir, con un tope colocado en el extremo de su origen, puede colocarse la pieza y medirla con la misma exactitud que con una regla graduada normal, pero evidentemente, con mayor comodidad.

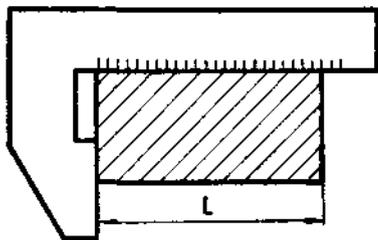


Figura 56

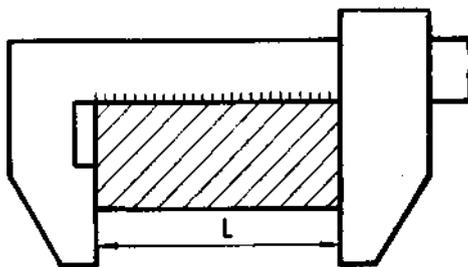


Figura 57

Si a la regla anterior le añadimos, como en la figura 57, una pata corredera, es decir, otro tope que pueda deslizarse a lo largo de la regla, habremos ganado mucho en cuanto a comodidad para la toma de la medida y en cuanto a seguridad en la lectura, ya que podemos hacer la lectura de la medida trasladando, por ejemplo, el aparato a un lugar más iluminado y en una posición más cómoda.

Fíjese ahora en la figura 58, que a la regla graduada se le ha montado, además de los dos topes o patas, un cursor o abrazadera. El cursor dispone de una ventanilla con una reglilla en la que se han dibujado unas divisiones de forma que su origen, es decir, el 0 de las divisio-

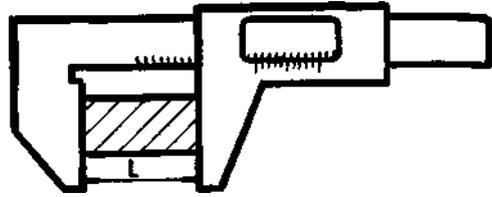


Figura 58

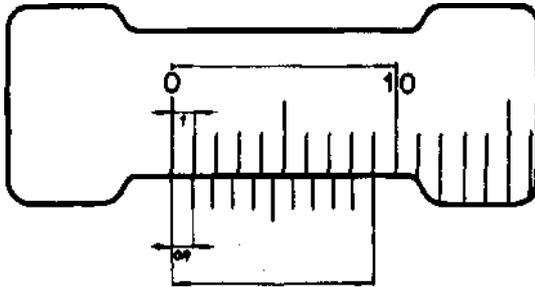


Figura 59

nes de la reglilla coincida con el cero de las divisiones de la regla (fig. 59). La reglilla del cursor tiene una longitud de 9 mm y está dividida en 10 partes iguales, como puede ver en la citada figura 59, en la que se ha dibujado a mayor tamaño que el verdadero para que se vea más claramente y en posición de coincidencia de los ceros que corresponde a las patas cerradas; cada una de las partes de la reglilla tendrá, pues, una longitud de $9/10 = 0,9$ mm, y la diferencia entre una parte de la regla (1 mm) y una de la reglilla (0,9 mm) será de 0,1 mm, o sea una décima de milímetro.

Si se desplaza el nonio, que así es como se llama a la reglilla del cursor, hasta que la división 1 de ésta coincida con una de la regla, como se muestra en la figura 60, la distancia entre el 0 del nonio y la división inmediata anterior de la regla (en este caso el 0) es de 0,1 mm; si se desplaza la reglilla hasta que la división 2 de ésta sea la que coincida con una de la regla, como en la figura 61, la distancia entre el cero de la reglilla y la división inmediata anterior de la regla será de 0,2 mm (dos décimas de milímetro) y así sucesivamente. Vemos, pues, que la

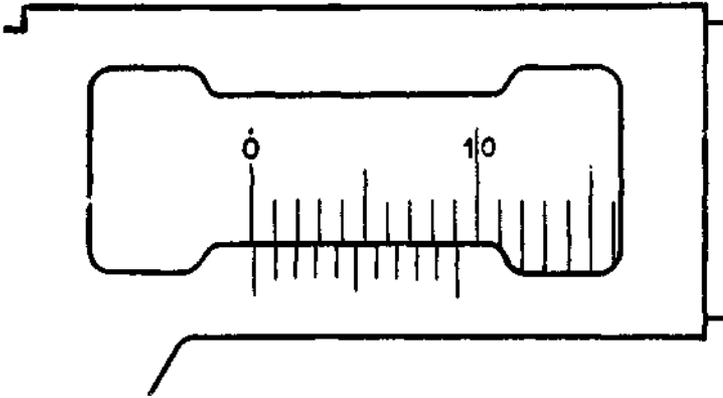


Figura 60

distancia en décimas de milímetro desde el 0 del nonio a la división de la regla inmediata anterior a este cero, es indicada por la división del nonio que coincide con una de la regla.

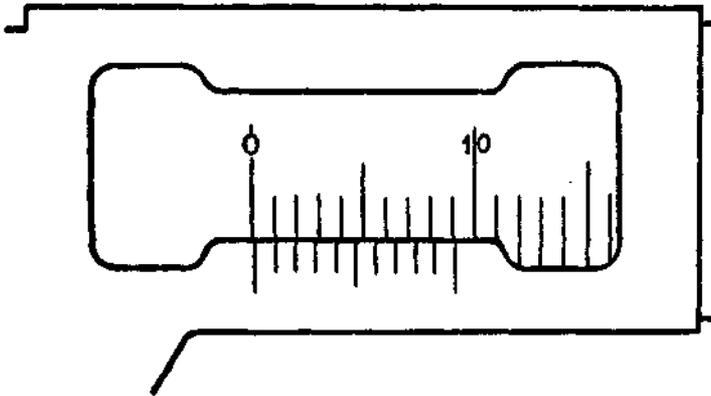


Figura 61

Así la distancia entre las patas al hacer una medición será igual a un número de milímetros indicado por la división de la regla inmediata anterior al cero del nonio, más un número de décimas igual al indicado por la división de la reglilla que coincida con una división de la regla; por ejemplo, si al tomar una medida la reglilla quedase en la posición

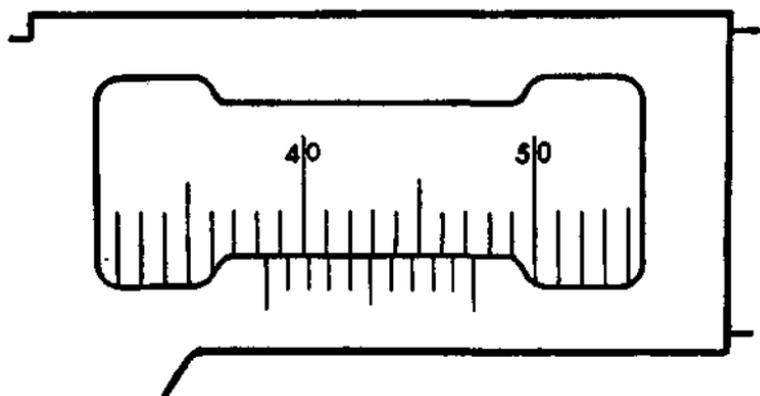


Figura 62

que se muestra en la figura 62, la medida sería de 38'4 mm , pues, como puede usted ver, delante del cero de la reglilla está la división 38 mm y la división 4 de la reglilla coincide con una división de la regla.

Con lo explicado queda entendido que los instrumentos con nonio permiten una mayor precisión en las medidas.

PIE DE REY O CALIBRADOR

En la figura 63 se muestra un **pie de rey o calibrador**. Como puede usted observar, para la explicación del funcionamiento del nonio nos hemos basado en este instrumento.

El pie de rey es el instrumento más usado y más universal en su forma corriente. Como se deduce de la figura 63, con el pie de rey pueden medirse exteriores, cualquiera que sea su forma, pues, aunque en el grabado se esté midiendo un cilindro, también es posible medir las caras de un cuadrado o de cualquier forma geométrica que pueda ser abarcada por las patas (g) e (i).

Asimismo pueden medirse interiores gracias a la disposición especial de las patas (a) y (b). Para medir profundidades, ya sean taladros, regatas o escalones que presenten las piezas, este instrumento lleva unida al cursor una reglilla (h) que sale por la parte posterior. Los dos tornillos (L) y (K) sirven para fijar el cursor y evitar que éste se mueva una vez retirado el calibrador para observar la medida.

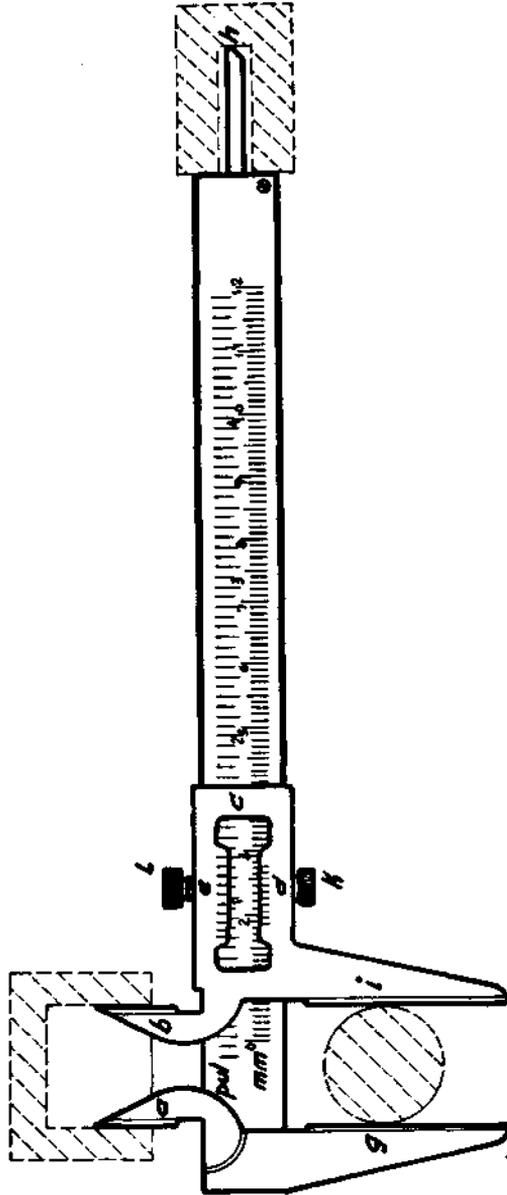


Figura 63

Con el pie de rev pueden apreciarse, con práctica en su manejo, hasta los 0,05 mm (cinco centésimas), aunque lo normal es utilizarlo para comprobar medidas con exactitudes no inferiores a la décima de milímetro.

MIRAFONDOS

Este instrumento (fig. 64) se utiliza para medir, única y exclusivamente profundidades. Observe, en la figura citada, que la base de apoyo

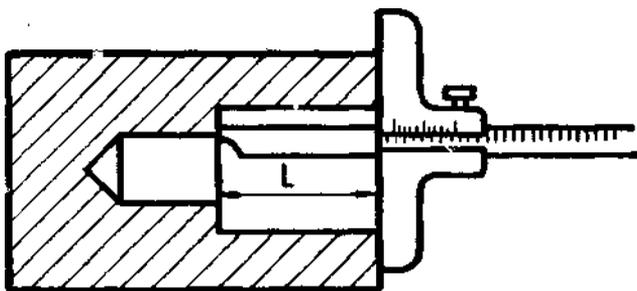


Figura 64

es **más** segura y cómoda que la que puede **ofrecer** el pie de rey al **ser utilizado** para este trabajo.

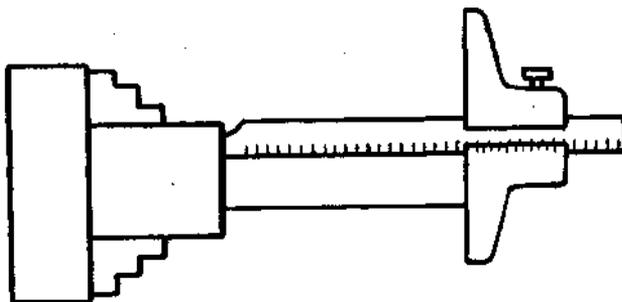


Figura 65

También se utilizan para medir longitudes (fig. 65) dando más seguridad **que** la cinta métrica.

Con este instrumento pueden también apreciarse hasta las cinco centésimas de milímetro.

MICRÓMETROS O PALMERS

Por su disposición, los **micrómetros** permiten apreciar las medidas con exactitudes inferiores a la centésima de milímetro, aunque normalmente la utilización de los mismos es para comprobar medidas en las que se requiere una exactitud comprendida entre las dos o tres centésimas de milímetro.

El funcionamiento de un micrómetro se basa en que, si un tornillo montado en una tuerca fija se hace girar, el desplazamiento del tornillo en el sentido de su longitud es proporcional al giro de su cabeza. Por ejemplo, si el tornillo (1) de la figura 66. se hace girar dentro de la tuerca (2) fija, al dar una vuelta completa en el sentido de la flecha a, el tornillo avanza en sentido de la flecha b una longitud igual al paso de la rosca; si se dan dos vueltas avanza una longitud igual a dos pasos, si se da media vuelta avanza medio paso, y si se da un cincuentavo de vuelta o una centésima de vuelta, el extremo avanzará un cincuentavo o una centésima de paso.

Si el tornillo se escoge de un paso de 0'5 mm (medio milímetro) y en la cabeza se dispone una escala a todo alrededor, dividida en 50 partes iguales, para poder medir cincuentavos de vuelta, se podrán medir desplazamientos de $0'5/50 = 0,01$ milímetros (una centésima de milímetro).

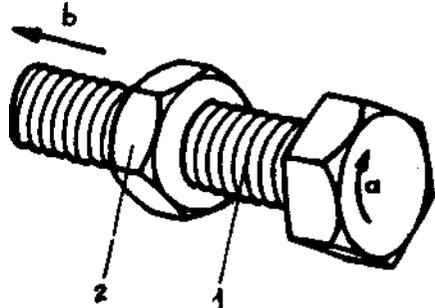


Figura 66

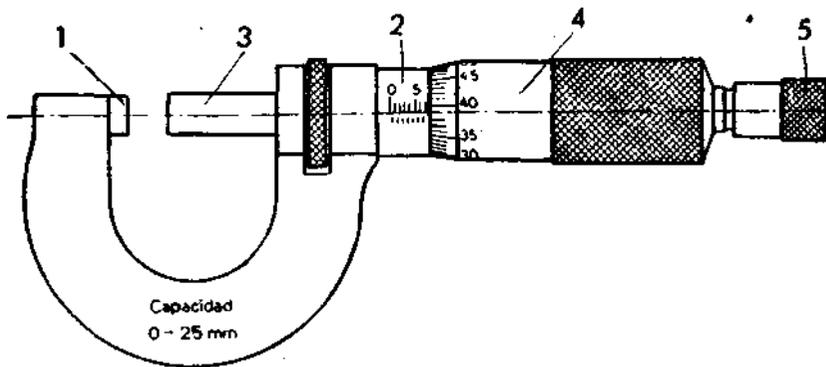


Figura 67

Una disposición práctica del **micrómetro** para medir piezas de gruesos no muy grandes, se muestra en la figura 67. Como usted puede ver en ella, está formado por un cuerpo en forma de herradura, en uno de cuyos extremos hay un **tope** o **punta de asiento** (1); en el otro extremo hay fija una regla cilíndrica graduada en medios milímetros (2), que sostiene la tuerca fija (no visible en la figura), el extremo del tornillo tiene forma de varilla cilíndrica y forma el tope (3), mientras su cabeza está unida al **tambor graduado** hueco (4).

Al hacer girar el tambor (4) el tornillo se rosca o desenrosca en la tuerca fija y el tambor avanza, o retrocede, junto con el tope (3). Cuando los tope (1) y (3) están en contacto el tambor cubre completamente la escala y la división 0 del tambor coincide con la línea de la escala; al irse separando los tope se va descubriendo la escala, y la distancia entre ellos es igual a la medida descubierta sobre la escala (milímetros y medios milímetros) más el número de centésimas indicado por la división de la escala del tambor que se encuentra en coincidencia con la línea de la escala fija.

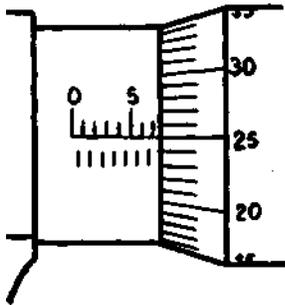


Figura 68

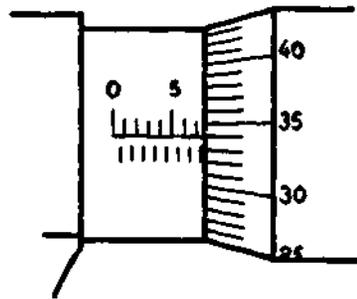


Figura 69

Por ejemplo, en la figura 68 se ve la posición del tambor para una separación de los tope de 7'25 mm y en la figura 69 para una medida de 7'84; fíjese que en este último caso el tambor indica 34 centésimas, pero como en la escala fija hay descubiertos 7'5 mm (siete y medio) la medida indicada es de $7'50 + 0'34 = 7'84$ mm.

Dada la gran precisión de los micrómetros, una presión excesiva sobre la pieza que se mide entre los tope puede falsear el resultado de la medición, además de ocasionar daño en el micrómetro y pérdida en la precisión de éste; para evitar este inconveniente el mando del tomillo

se hace por medio del pequeño tambor moleteado (5) de la figura 67, el cual tiene un dispositivo de escape limitador de la presión.

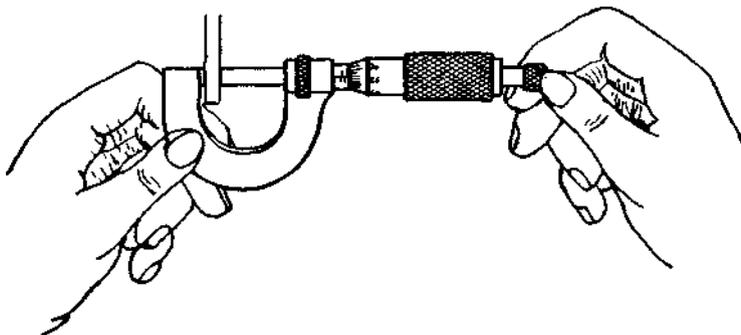


Figura 70

En la figura 70 se muestra la forma correcta de emplear un micrómetro para la medición de una medida exterior.

La capacidad de medida de los micrómetros es limitada para cada uno. El de la figura 67 es de 0 — 25, es decir, se pueden tomar medidas comprendidas entre 0 y 25 milímetros. Para tomar una medida de 78 milímetros, por ejemplo, ha de utilizarse un palmer de 70 — 100 mm.



Figura 71

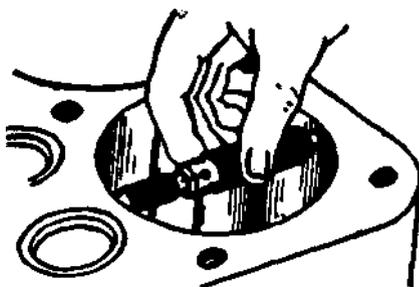


Figura 72

Para la medición de longitudes en partes interiores o agujeros se utilizan los micrómetros de interiores, cuya disposición y uso se muestra en las figuras 71 y 72. Estos micrómetros pueden utilizarse para la medida de longitudes de distinta magnitud, adoptando varillas más o menos largas en sus extremos, como se muestra en la figura 73.

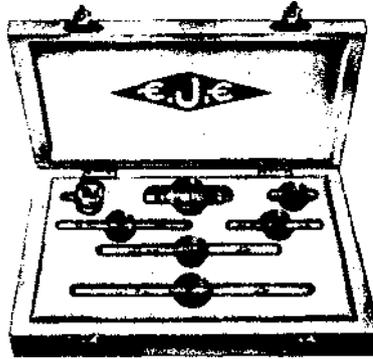


Figura 73

Existen también mirafondos micrométricos, basados en el principio explicado, cuya forma puede usted apreciar en la figura 74, y cuyo manejo fácilmente puede deducir.

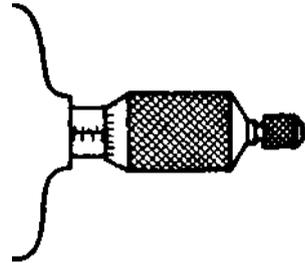


Figura 74

CALIBRES

En todos los instrumentos anteriormente explicados, influye mucho la habilidad del operario y su soltura en el manejo de los mismos. Aunque parezca exagerado es más fácil equivocarse con un palmer en medio milímetro que en una centésima, si el operario no está acostumbrado a servirse de él.

La utilización de estos instrumentos para la fabricación de piezas en las que la cantidad puesta en fabricación es de dos o tres unidades, y en talleres en los que se trabaja bajo pedido es indiscutiblemente acertada y económica. Pero para la fabricación de grandes series se utilizan instrumentos de medida fija, en los cuales la habilidad del operario y la atención requerida son menores y, por lo tanto, más cómodos y prácticos. Estos instrumentos se emplean únicamente cuando la tolerancia de las medidas a considerar es como máximo de 4 ó 5 centésimas, ya que si la tolerancia es mayor puede ser apreciada sin dificultad por cualquiera de los instrumentos ya explicados.

Suponga usted que ha de medirse el diámetro de un agujero cuya medida debiera ser $30 \begin{smallmatrix} +0,02 \\ -0,01 \end{smallmatrix}$, es decir, con una tolerancia comprendida

entre los 0,02 mm de más y los 0,01 mm de menos. Si en lugar de tomar la medida disponemos de dos cilindros, uno cuya medida sea de $30 - 0'005$ mm y otro cuya medida sea de $30 + 0'021$ mm , y comprobamos que el primero puede introducirse en el interior del agujero, pero no así el segundo, podremos asegurar que el diámetro del agujero está comprendido entre las dos medidas extremas de los cilindros y, por lo tanto, dentro de la tolerancia pedida al agujero.

Un **calibre** es exactamente la disposición de dos dimensiones fijas de medida cuya diferencia entre ellas es la que se trata de obtener en la pieza mecanizada. La dimensión menor se llama el **lado pasa** y la dimensión mayor, **el lado no pasa**. En la figura 75 se muestran unos calibres para interiores, y cómo están construidos para facilitar su manejo. En la parte central llevan grabada la medida y en sus extremos la tolerancia. El lado pasa es más grueso que el lado no pasa, debido a que sufre más desgaste por rozamiento.

Estos calibres deben ser comprobados frecuentemente, ya que por desgaste llegan a perder la medida, debiendo ser retirado en el momento en que este desgaste sea mayor al admitirlo para su utilización.

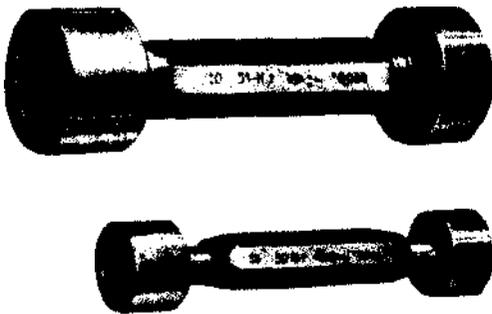


Figura 75

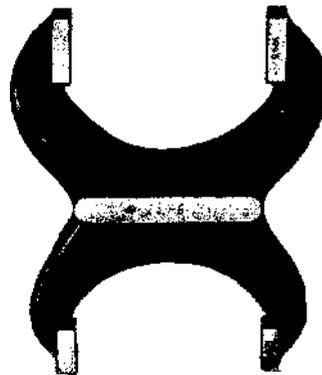


Figura 76

Para medir exteriores se utilizan calibres como el de la figura 76, cuyo principio es el mismo que para los interiores, es decir, una boca

tiene una medida que debe pasar, **lado pasa**, y la otra boca es la que no debe pasar, **lado no pasa**. En éstos el lado pasa tiene mayor medida que el lado no pasa.

COMPROBADOR UNIVERSAL O VAIVEL

En la lección 11 de MATEMÁTICAS ya vio usted cómo estaba formado este instrumento empleado para la medición de ángulos. Vea, aho-

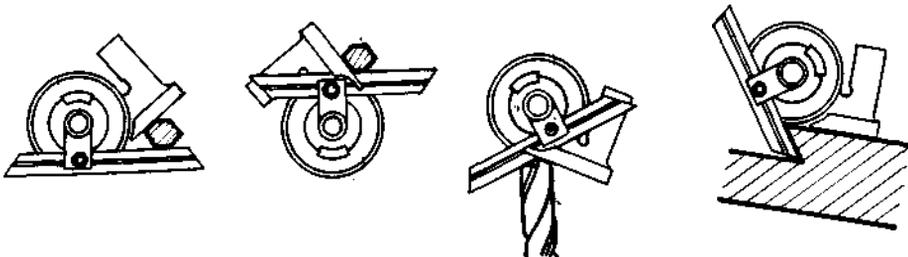
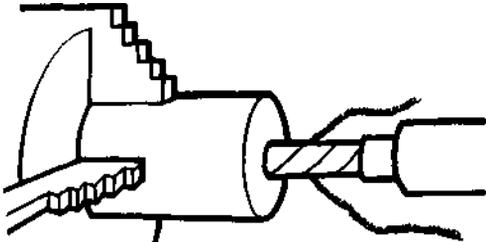


Figura 77

ra, en la figura 77, la forma de ejecutar distintas mediciones con el vaivel. Después de haber estudiado la utilidad y el funcionamiento del nonio, usted puede comprender perfectamente cómo se lee la medida: la división del disco graduado que coincide con el 0 del nonio indicará los grados del ángulo que se mida, y la división del nonio después del 0 que, coincida con una del disco graduado indicará los minutos.



TÉCNICA DEL TORNEADO

LECCIÓN 13

ROSCADO

Teóricamente el roscado se define como sigue:

Una rosca es una superficie helicoidal engendrada por una línea plana animada de dos movimientos uniformes en relación con un eje situado en su plano: un movimiento de rotación y otro de traslación.

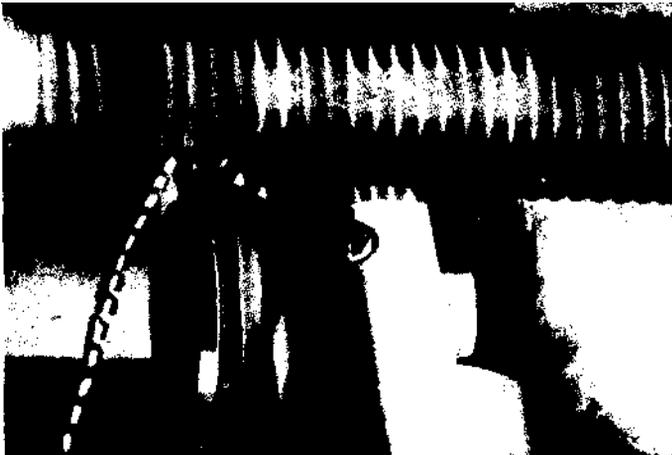


Figura 439. — Obtención de una rosca. Observe que la herramienta es de perfil constante.

Otra definición más directa es la siguiente:

El roscado consiste en labrar sobre la periferia de una pieza un surco helicoidal de forma y dimensiones variadas.

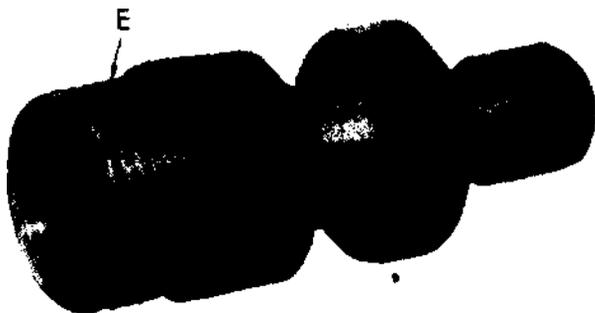


Figura 440. — E, rosca exterior (tornillo).

Note usted que tanto una como otra definición se ajustan a la que dimos de avance en el torno, pero en el caso del roscado la forma especial de la herramienta, y por tratarse en realidad de un avance muy largo, la forma originada por el corte de la viruta es otra muy distinta y constituye lo que se llama una **rosca** (figura 439).

Cuando este surco se labra sobre una superficie exterior, se obtiene un tornillo (fig. 440) y cuando se labra sobre una superficie interior la pieza que resulta se llama tuerca (fig. 441).

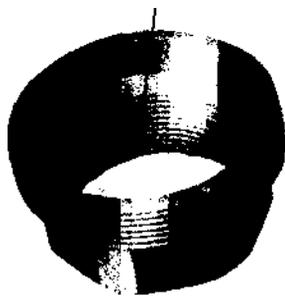


Figura 441. — I, rosca interior (tuerca).

OBTENCIÓN DE UNA ROSCA

Insistiremos para un mejor dominio del tema con las definiciones teórica y práctica del roscado.

Teóricamente el roscado resulta del arrollamiento en espiras de un perfil de sección o forma especial (triángulo, cuadrado, trapecio, etc.) alrededor de un cilindro.

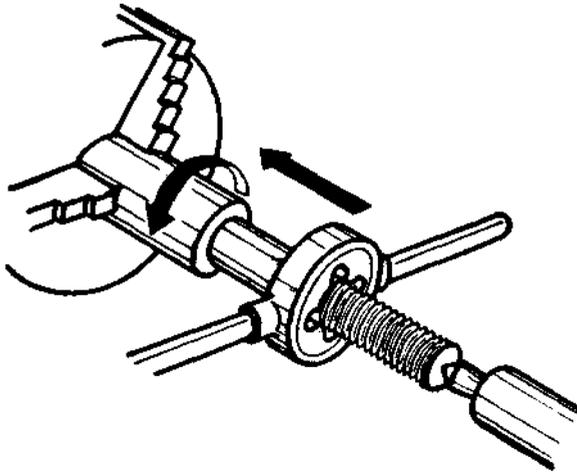


Figura 442. — Roscado a mano con terraja.

Prácticamente, consiste en mecanizar una ranura **helicoidal** de forma especial, alrededor de un cilindro para obtener un **tornillo** o en el interior de un agujero para obtener una **tuerca**.

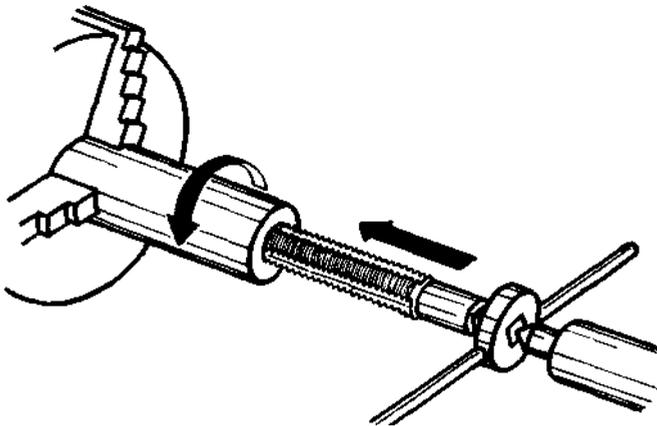


Figura 443. — Roscado a mano con macho.

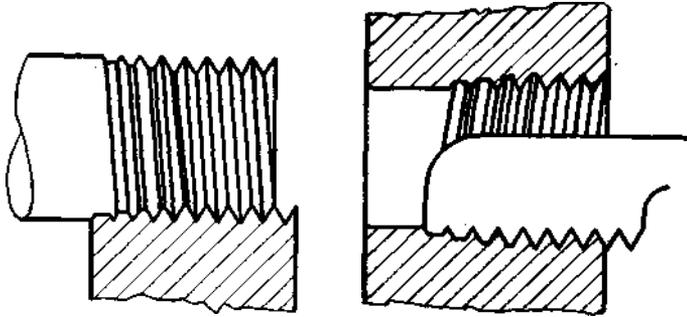


Figura 444. — Roscado exterior e interior con peine.

Esta ranura helicoidal puede obtenerse de las siguientes maneras:

- En el torno, por la combinación de dos movimientos uniformes y simultáneos: el de rotación de la pieza a roscar y el de traslación rectilínea de la herramienta, sincronizando con el movimiento de rotación.

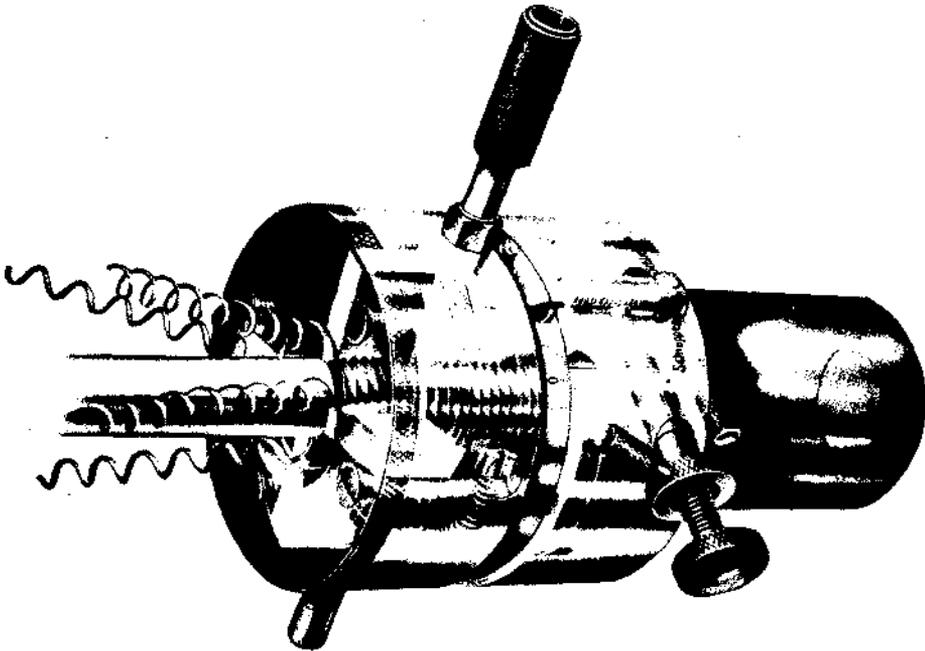


Figura 445. — Cabezal de roscar de apertura automática con peines intercambiables.

* Para roscados de menores dimensiones y menos precisos mediante las **terrajás**, **machos de roscar** y los **peines**, (figs. 442, 443 y 444, respectivamente).

- Para roscado en serie, con **cabezales** especiales de peines intercambiables o **rodillos de laminar**, que se montan en las contrapuntas o torres exagonales de los tornos revólver (fig. 445).

- En máquinas especiales que en vez de la herramienta de roscar, utilizan una muela para labrar el surco helicoidal.

GENERACIÓN DE LA HÉLICE EN EL TORNO

La operación de roscado en el torno se desarrolla como sigue: se fija la pieza en la que se ha de tallar la rosca y, al poner el torno en marcha, se imprime a la pieza un movimiento de rotación uniforme, al mismo tiempo que, accionado por el husillo patrón, se desliza al carro y con él la herramienta con un movimiento uniforme (de avance automático), labrando así el filete en la superficie de la pieza (figura 446). La distancia que avanza la herramienta durante una revolución de la pieza se llama **paso de la rosca**.

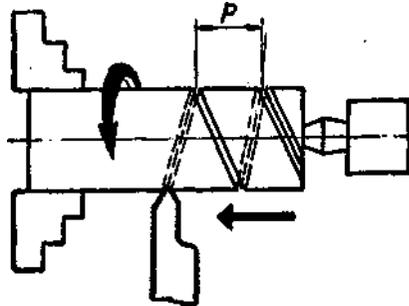


Figura 446. — Obtención del filete en el torno.

ÁNGULO DE INCLINACIÓN

Se llama **ángulo de inclinación**, al ángulo que, en el desarrollo de la hélice, forma la línea que sirve de base con la recta que representa el filete (o lo que es lo mismo, su trayectoria). Fíjese en la fig. 447; la línea **AC** representa la base y vale el producto del diámetro por el número 3,1416 (usted ya sabe que este número se representa con la letra griega π); p , es el paso y **AB** una espira o vuelta.

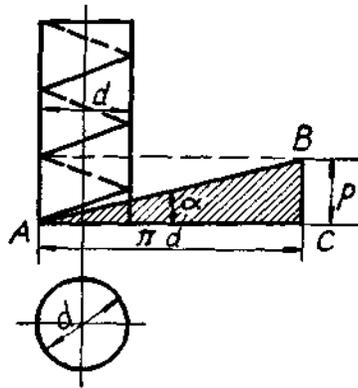


Figura 447. — Desarrollo de la hélice y ángulo de inclinación.

El ángulo α formado por **AC** y **AB** es el ángulo de inclinación, y calcula según la fórmula:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{p}{d \times \pi}$$

Usted ya recordará, por haberlo estudiado en la lección 10, qué se entiende por tangente.

HISTORIA

Desde muy antiguo se empezó a utilizar ya una forma similar a la del roscado, pues Arquímedes tuvo la idea de enrollar un tubo, según una hélice geométrica, sobre la periferia de un cilindro, con el objeto de constituir un dispositivo elevador de agua.

No obstante, los primeros tornillos tuvieron que ser confeccionados a mano, pues, como le indicamos a usted en la primera lección, el primer torno para roscar fue construido en 1569 por el francés Jacques Berson.

En cuanto a las primeras tuercas, se construían con un diente metálico incrustado en el primer filete de un tornillo de madera.

Después de la aparición de la imprenta fueron utilizando tornillos de madera, debido a que todas las prensas de imprimir los llevaban. A partir de esa época, la forma de los tornillos y de las tuercas ha ido haciéndose más precisa.

Hoy día puede considerarse al tornillo y a la tuerca como unos de los elementos más importantes de la construcción mecánica. Se le encuentra en casi todos los productos de la técnica en las formas más variadas, ya sea como órgano de transmisión del movimiento, ya como órgano de fijación.

Asimismo puede considerarse, sin lugar a dudas, al torno como la máquina herramienta esencial para el roscado.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ROSCAS

Ya en la lección 11 de CONOCIMIENTOS GENERALES estudió usted diversos aspectos relativos a las roscas. No obstante, dada su importancia, insistiremos sobre este tema, antes de ver los distintos mecanismos que intervienen en el roscado y la forma de llevar a cabo la

operación. Observará que indicamos las características de las roscas con distintas letras que en la citada lección 11 de CONOCIMIENTOS GENERALES. Esto es debido a que en esta lección hemos seguido las designaciones dadas en las normas españolas UNE.

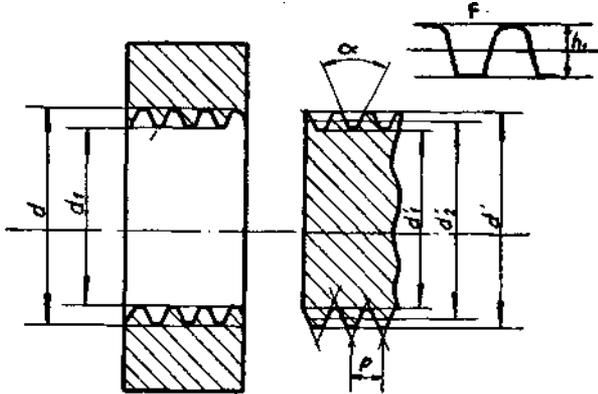


Figura 448. — Características de las roscas.

Vea indicadas en la figura 448, las características generales de las roscas, es decir, las características que determinarán su forma y dimensiones. Estas características son las siguientes:

- Diámetro de rosca o exterior de la tuerca = d
- " de núcleo o interior de la tuerca = d_1
- " de rosca o exterior del tornillo = d'
- " de núcleo o interior del tornillo = d'_1
- " de los flancos o medio del tornillo = d'_2

Altura del filete o profundidad de la rosca = h_1

Paso de rosca = p

Ángulo de rosca = α

Sección o forma del filete = F .

PASO

Ya sabe usted que el **paso** de un tornillo es la distancia comprendida entre dos espiras del perfil generador; se expresa en milímetros y está determinado por el desplazamiento de la herramienta de roscar después de haber girado una vuelta el eje de trabajo del torno.

En la lección 9 de INTERPRETACIÓN DE PLANOS, ya estudió usted que el paso de un tornillo puede ser a la derecha o a la izquierda. Una rosca es a la derecha cuando, puesto el tornillo en horizontal, los hilos o filetes de la rosca se ven desplazados hacia la derecha en la parte inferior, y a la izquierda, cuando los hilos o filetes se ven desplazados hacia la izquierda por su parte inferior.

FILETES MÚLTIPLES

En la lección 11 de CONOCIMIENTOS GENERALES, se le explicó a usted que las roscas de varios filetes son las que tienen dos o más hélices paralelas entre sí, de forma y dimensiones iguales. Asimismo se le explicó la utilidad de esta disposición de filetes múltiples.

Si la rosca tiene dos filetes se denomina de filete doble o de dos entradas; si los filetes son tres, de filete triple o de tres entradas, etc. El número de filetes no guarda, sin embargo relación alguna con el paso, sino que es independiente.

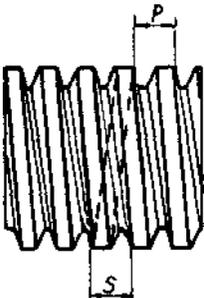


Figura 449. — Rosca de un filete; $p=S$.

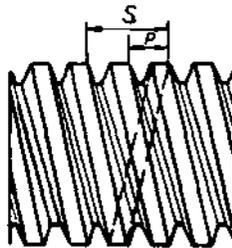


Figura 450. — Rosca de doble entrada o de filete doble $p = \frac{S}{2}$.

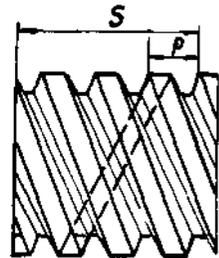


Figura 451. — Rosca de filete triple $p = \frac{S}{3}$.

Las figuras 449, 450 y 451 representan, respectivamente, una rosca de perfil trapezoidal de uno, dos y tres filetes respectivamente.

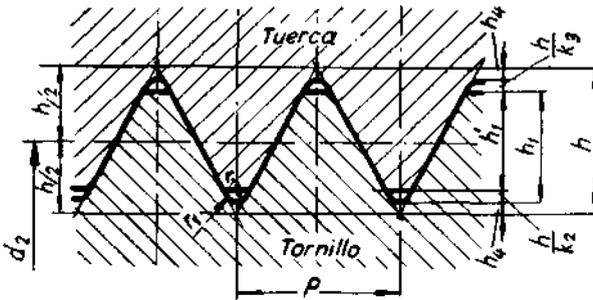
En el filete sencillo la distancia (p) de la arista del perfil de una espira hasta la inmediata correspondiente, es igual al paso de la hélice o paso de rosca (fig. 449). En los tornillos de filete múltiple se denomina también paso de rosca y se designa asimismo con la letra p, aunque no debe confundirse con la distancia S que es el paso a tallar (figuras 450 y 451).

El paso a tallar S debe poder dividirse exactamente por dos o por tres, según sea el tornillo de dos o tres entradas pues en el caso contrario el paso de la rosca no será correcto.

JUEGO EN LAS PUNTAS

El diámetro exterior es el característico del tornillo, de manera que al hablar por ejemplo, de un tornillo de 20 mm de diámetro, esta dimensión se refiere al diámetro exterior.

El diámetro del núcleo es el más pequeño de los del tornillo y es el que se toma para calcular la carga que el tornillo ha de resistir, puesto que para ello se parte de la sección transversal de dicho núcleo.



$$h = \text{altura práctica del filete} = 0,866 \cdot p$$

$$h_1 = \text{altura práctica del filete} = h \cdot \frac{13}{16} = 0,703 \cdot p$$

$$h'_1 = \text{altura de contacto de los filetes} = h \cdot \frac{12}{16} = 0,649 \cdot p$$

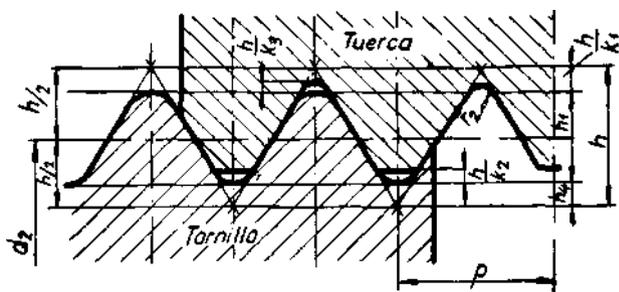
$$\frac{h}{k_2} \text{ y } \frac{h}{k_3} = \text{holguras} = \frac{h}{16} = 0,054 \cdot p$$

$$h_4 = \text{altura vértice teórico} = \frac{h}{16} = 0,054 \cdot p$$

$$r_1 = \text{radio del fondo} = \frac{h}{16} = 0,054 \cdot p$$

Figura 452. — Rosca métrica S. I. (60°).

Para conseguir un buen ajuste las roscas deben ajustarse por los flancos y al objeto de asegurar este punto se prevé en algunos sistemas



$$h_1 = \text{altura práctica del filete} = h \cdot \frac{4}{6} = 0,6403 \cdot p$$

$$h_4 = \text{altura vértice teórico} = \frac{h}{16} = 0,16 \cdot p$$

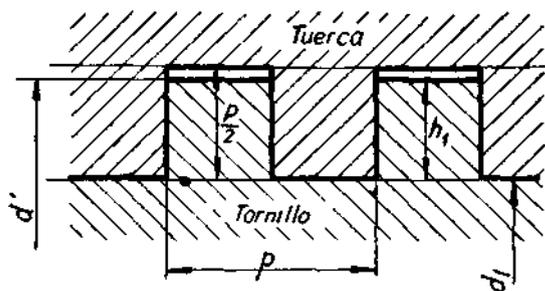
$$\frac{h}{k_2} = \text{holgura fondo tornillo} = 0,071 \cdot p$$

$$\frac{h}{k_3} = \text{holgura fondo tuerca} = 0,048 \cdot p$$

$$r_2 = \text{radio de fondo tuerca} = 0,1373 \cdot p$$

$$h = \text{altura teórica del filete} = 0,960 \cdot p$$

Figura 453. — Rosca Whitworth con holgura (55°).



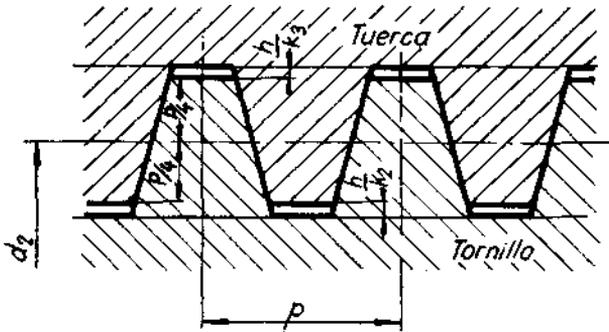
d' = diámetro nominal

h_1 = altura filete $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ filete} = 0,473 \cdot p \\ 2 \text{ filetes} = 0,237 \cdot p \end{array} \right.$

d_1 = diámetro interior tuerca = $d' - 0,946 \cdot p$

una cierta holgura entre el diámetro exterior del tornillo y el exterior de la tuerca.

En las figuras 452, 453, 454 y 455 están representadas las holguras en las puntas de los diversos sistemas que las han adoptado y sus dimensiones en función de paso. Originalmente el sistema Whitworth



Rosca Acmé (29°)

$\frac{h}{p}$ = holgura fondo tuerca = 0,25 mm.

$\frac{k_2}{h}$ = holgura fondo tornillo = 0,25 mm.

Rosca trapezoidal (30°)

$\frac{h}{p}$ = holgura fondo tuerca = 0,20 a 0,50 mm., según p

$\frac{k_2}{h}$ = holgura fondo tornillo = 0,30 a 1,50 mm., según p

Figura 455. — Roscas Acmé y Trapezoidal.

no tenía estas holguras y así hoy día existen los dos tipos, si bien las demás características son exactamente las mismas para los dos. Así, pues, los datos de la tabla 11 de la lección 11 de CONOCIMIENTOS GENERALES corresponden también a las roscas Whitworth con holguras.

PROFUNDIDAD DE LAS ROSCAS

La profundidad h_1 de los filetes de los tornillos y tuercas está determinada, en todos los sistemas de roscas utilizados, por el paso.

A continuación indicamos las fórmulas a aplicar en cada sistema para su cálculo:

Filete Métrico S. I.	h1	=	p X 0,703
Filete Whitworth	h1	=	p X 0,6403
Filete Sellers.	h1=p	x	0,649
Filete ACMÉ	h1	=	$\frac{P}{2} + 0,214 \text{ mm.}$
Filete cuadrado.	h1=	$p \times \frac{9}{16}$	= 0,473 X p
Filete redondo normalizado	h1=	$\frac{P}{2}$	

La rosca Sellers utilizada por los americanos, es de perfil igual al Métrico Internacional pero con el filete ligeramente menos profundo como puede usted observar en la fórmula.

Calculada la profundidad h1 de los filetes puede calcularse el diámetro medio y el diámetro interior o de núcleo del tornillo según las fórmulas:

0 medio del tornillo = 0 exterior — h1
0 interior o de núcleo del tornillo = 0 exterior — h1 X 2

Preste atención a estas fórmulas porque tendrá que utilizarlas, como se le explicará más adelante, para el cálculo de la inclinación de la herramienta.

COMPROBACIÓN DE LAS ROSCAS

Para la comprobación de las roscas se tienen en cuenta el diámetro exterior, el diámetro interior, el paso, el ángulo y el diámetro de los flancos.

Quede entendido que en la construcción de una rosca que se debe ajustar a otra, han de comprobarse en esta última el diámetro exterior y el paso. Todas las demás características son consecuencia de estas dos.

La primera comprobación se efectúa midiendo el diámetro exterior con el pie de rey. En cuanto al paso se comprueba con unas galgas especiales de la forma que se muestra en la figura 456. Estos juegos de galgas son diferentes para cada sistema de rosca. Cada juego lleva indicado el sistema y en cada una de ellas la medida a que corresponden.

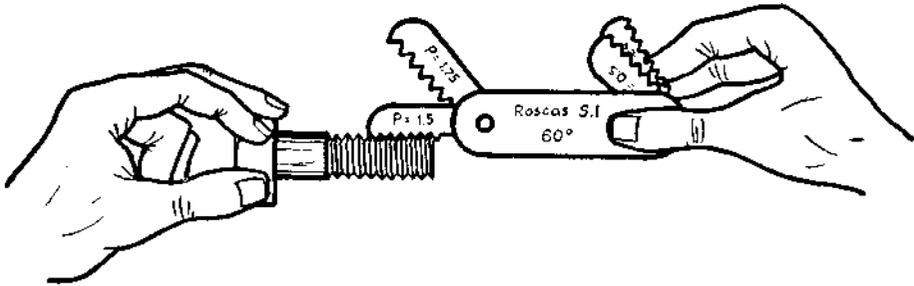


Figura 456. — Comprobación de un paso con galga.

Se comprende que el diámetro exterior y el paso ligán entre sí las demás características, pues si el paso es en mm, es decir, si la rosca es de paso métrico, el ángulo de la rosca será, en consecuencia, de 60° y la profundidad del filete será la dada por la fórmula estudiada para los diámetros de flancos e interior.

De todas formas la comprobación debe efectuarse perfectamente y hay que asegurarse de que todas las características están de acuerdo.

MECANIZADO DE ROSCAS INTERIORES

Para la ejecución de roscas interiores deberá mandrinarse siempre la pieza a roscar según un diámetro dado por la fórmula

\varnothing a mandrinar = $d - 1,3 \times p$, si la rosca a construir es métrica, S. I.

y según la fórmula

\varnothing a mandrinar = $d - 1,29 \times p$, si la rosca es del sistema Whitworth

En estas fórmulas la letra **d** representa el diámetro nominal de la rosca a obtener y la letra **p** el paso.

Ejemplo:

Calcular el diámetro a que se debe mandrinar un agujero para construir una rosca interior de **d** (diámetro nominal) = 20 mm y 2,5 mm de paso (S. I.).

Diámetros a mandrinar = $20 - (1,3 \times p) = 20 - 3,25 = 16,75$ mm

MECANIZADO DE MACHOS PARA ROSCAR

Los machos de roscar S. I. han de ser torneados a un diámetro exterior superior al diámetro nominal, en 0,108 veces el paso para el desahogo del fondo de la rosca de la tuerca que han de construir.

Así, pues, el diámetro exterior a que se ha de tornearse el macho se calcula por la fórmula siguiente:

$$\text{Diámetro exterior del macho} = d + (0,108 \times p)$$

Ejemplo:

Calcular el diámetro exterior para la construcción de un macho de 0 20 mm paso 2,5 mm.

Diámetro exterior del macho = $20 + (0,108 \times 2,5) = 20 + 0,27 = 20,27$ mm.

CALCULO DE LA INCLINACIÓN DE LA HERRAMIENTA

Antes de proceder a ningún otro cálculo para efectuar una rosca, el tornero ha de determinar dos valores indispensables para la buena ejecución del filete: la **profundidad del filete** y el **ángulo de inclinación de la herramienta**.

Ya ha estudiado cómo se calcula la profundidad del filete. Por lo que respecta al ángulo de inclinación de la herramienta, su valor depende, claro está, del paso a realizar y es tanto más importante el determinar correctamente este dato cuanto más largo es el paso, hasta el punto que para los pasos llamados rápidos o sea muy largos debe calcularse incluso el grueso a dar a la herramienta en toda su altura, grueso que varía también en función de la profundidad.

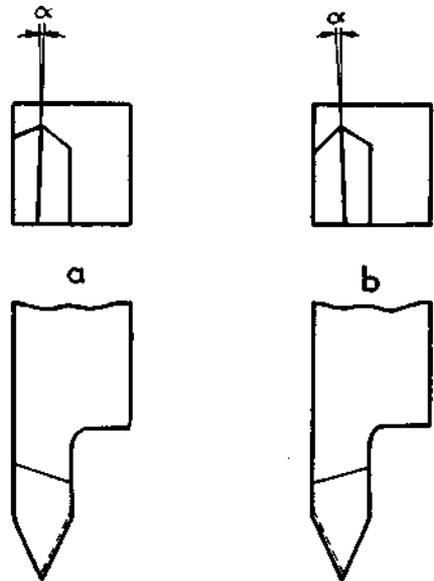


Figura 457. — Inclinación de la herramienta: a, para rosca a la derecha; b, para rosca a la izquierda.

Por la misma razón, para pasos finos este punto pierde importancia ya que el ángulo a dar a la herramienta es tan pequeño que con cierta práctica se determina a ojo con toda seguridad.

La inclinación a dar a la herramienta depende de la tangente de la hélice generatriz (recuerde usted lo estudiado al principio sobre la teoría del roscado) con objeto de evitar el choque de una de las aristas cortantes de dicha herramienta.

La inclinación varía también de sentido según la rosca a realizar, sea derecha o izquierda, tal como puede comprobar en la figura 457.

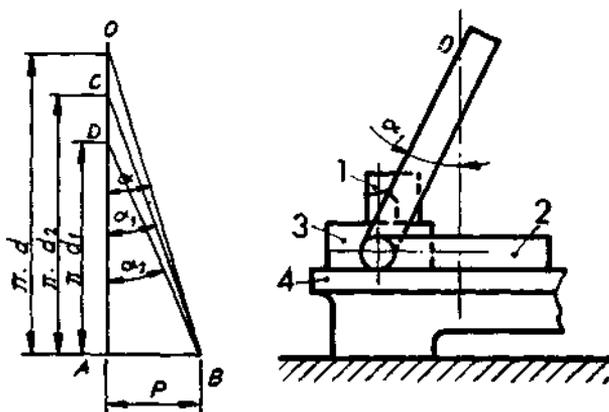


Figura 458. — Triángulos generadores: 1, herramienta; 2, escuadra graduable; 3, grueso; 4, mármol.

Fijese en la figura 458; en dicha figura están representados los triángulos rectángulos AOB, ACB, ADB. Los catetos AD, AC y AO representan respectivamente los desarrollos de las circunferencias correspondientes a los diámetros interior, de flancos y exterior. El cateto AB, común a los tres triángulos representa el paso del tornillo.

En los tornillos de varias entradas el paso a considerar para este cálculo debe ser siempre el paso a tallar, es decir, el producto del paso de la rosca por el número de filetes o entradas.

La hipotenusa de los triángulos rectángulos dará la inclinación pedida y determinará por su pendiente el valor de los ángulos $\alpha, \alpha_1, \alpha_2$.

La fórmula para un tornillo de paso fino será por consiguiente:

$$\text{tg } a_1 = \frac{\text{Paso de la rosca}}{\pi \times \text{diámetro medio}}$$

Para un tornillo de paso rápido de varios filetes:

$$\text{tg } a_2 = \frac{\text{Paso de la rosca} \times \text{N}^\circ \text{ de filetes}}{\pi \times \text{Diámetro-interior}}$$

Ejemplo de cálculo para un tornillo de paso fino:

Se ha de roscar un tornillo de $\varnothing 26$ mm y un paso de 1,5 mm. Calcular el ángulo de inclinación a_1 de la herramienta.

a) Cálculo del diámetro medio del tornillo:

$$26 - (0,703 \times 1,5) = 26 - 1,05 = 24,95 \text{ mm.}$$

b) Desarrollo de la circunferencia del diámetro medio:

$$24,95 \times 3,1416 = 78,38 \text{ mm.}$$

c) Cálculo de la tangente de a_1 :

$$\text{tg } a_1 = \frac{1,5}{78,38} = 0,019$$

Buscando el valor de 0,019 en las tablas de tangentes estudiadas en la lección 10 resulta que, interpolando $a_1 = 1^\circ 5'$.

COLOCACIÓN DE LA HERRAMIENTA

En el afilado de las herramientas de roscar, además de dar las despullas adecuadas para cada material hay que tener en cuenta que generalmente su ángulo de punta viene determinado por el tipo de rosca a tallar. Por consiguiente, su importancia es grande, pero también debe cuidarse mucho la colocación de la herramienta respecto del eje del

giro, puesto que una posición defectuosa daría lugar a variaciones de perfil y de ángulos.

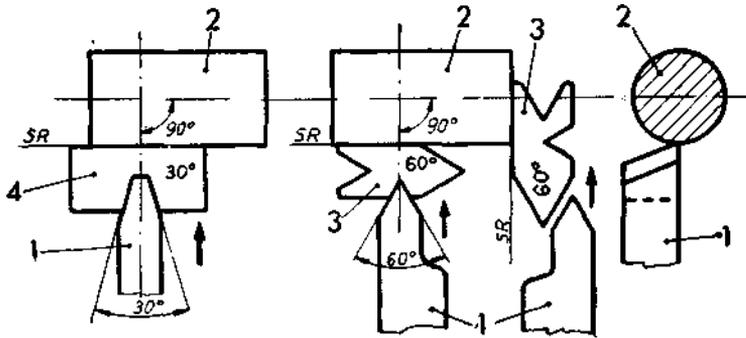


Figura 459. — Reglaje de la posición de la herramienta: 1, herramienta; 2, pieza; 3, galga para perfil de 60° (Rosca S. I.); 4, galga para perfil de 30° (Rosca trapezoidal); SR superficie de referencia.

Fíjese en la figura 459 cómo se procede al montaje de la herramienta, contando ya con ésta afilada convenientemente y con el ángulo preciso. Debe tenerse en cuenta el colocarla exactamente en el centro y de forma que la bisectriz del ángulo de punta sea completamente perpendicular al eje entre puntos.

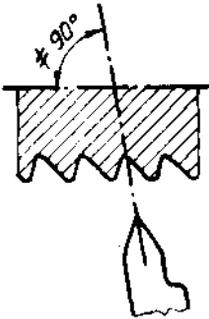
Para efectuar esta comprobación se emplea una galga del mismo ángulo del perfil a obtener (60°, 45°, 30°, 29°). Se presenta la galga horizontalmente sobre la generatriz del cilindro o por la cara delantera. Debe cuidarse de no forzar nunca la posición de la galga; ésta debe poder deslizarse por la pieza para poder comprobar los flancos por separado y después en conjunto.

La figura 460 representa posiciones defectuosas de la herramienta y sus consiguientes consecuencias en relación con el perfil del filete.

DEFECTOS DEL PERFIL DEL FILETE

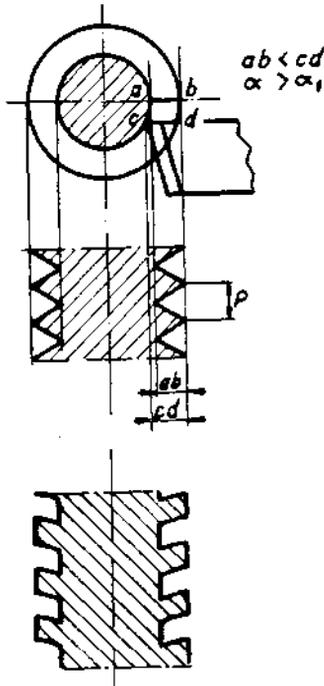
Así como hemos visto que la colocación defectuosa de la herramienta provoca variaciones en el perfil del filete, pueden darse también otras causas. Estas variaciones además hacen variar la medida del

A

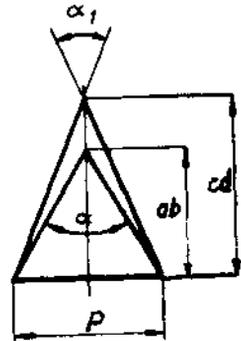


Herramienta inclinada que provoca la inclinación del filete.

B



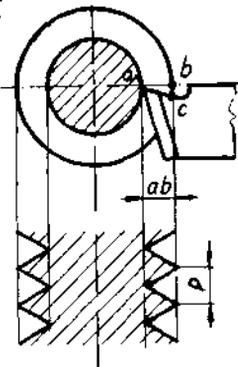
$ab < cd$
 $\alpha > \alpha_1$



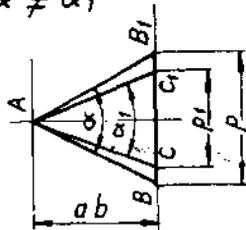
Herramienta fuera de centro, la altura del filete es distinta para un mismo valor de p y por tanto también disminuye el ángulo teórico a hasta α_1 .

Para la rosca cuadrada la posición fuera de centro provoca un perfil inclinado.

C



$ab = ac$
 $p \neq p_1$
 $\alpha \neq \alpha_1$



Herramienta afilada con ángulo de desprendimiento muy acentuado. Al bajar el punto b hasta c , varía el ángulo a que disminuye hasta a_1 y variando también p que disminuye hasta p_1 para una misma altura del filete.

Si $p_1 = p$

$ac > ab$ y $a = a_1$

Figura 460. — Colocación defectuosa de la herramienta y su influencia sobre el perfil del filete.

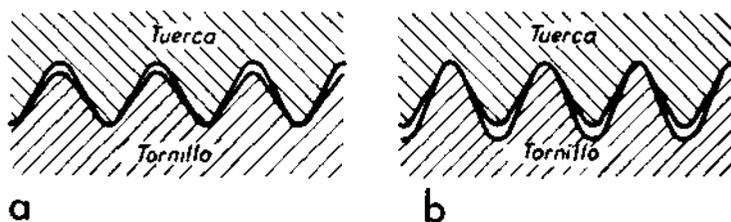


Figura 461. • Defectos en el labrado del filete: a, filete del tornillo demasiado grueso; b, filete del tornillo demasiado delgado.

diámetro de flancos, que es, en definitiva, el que tiene que ajustar, haciéndolo entonces por los diámetros de fondo.

Observe en la figura 461 dos defectuosos ajustes de roscas por mala formación del filete (herramienta mal afilada) y en la figura 462 una rosca en la que hay diferencias entre el paso del tornillo y de la tuerca.

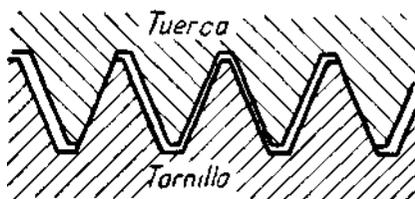


Figura 462. — Diferencia de paso para tuerca < paso tornillo.

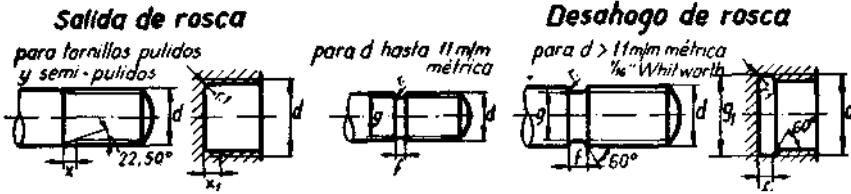
NORMALIZACIÓN DE LAS SALIDAS DE ROSCA Y LOS DESAHOGOS

Lo mismo que las características principales, están normalizadas las dimensiones de las salidas de roscas, es decir, la longitud mínima entre el límite a roscar y el final de la rosca, así como los de los desahogos o gargaritos para lograr un final de rosca limpio. En la tabla 27 hallará usted relacionadas estas dimensiones.

DESIGNACIÓN ABREVIADA DE LAS ROSCAS

En la lección 9 de INTERPRETACIÓN DE PLANOS ya vio usted que el perfil y las dimensiones de las roscas se indicaban en los planos abreviadamente. Vea ahora en la tabla 28 la designación abreviada de roscas:

TABLA 27



Para Roscas Métricas

Diámetro de rosca d	Paso	Salida de rosca máxima		Desahogo					
		x	x ₁	f	f ₁	g	g ₁	r	r ₁
5	0,8	1,5	1,6	1,2		3,8		0,6	
6	1	2	2	1,6	2	4,5	6,5	0,8	1
7	1	2	2	1,6	2	5,5	7,5	0,8	1
8	1,25	2	2,5	1,6	2	6	8,5	0,8	1
9	1,25	2	2,5	1,6	2	7	9,5	0,8	1
10	1,5	2,5	3	2	3	7,5	10,5	1	1
11	1,5	2,5	3	2	3	8,5	11,5	1	1
12	1,75	3	3,5	3	3	9,5	12,5	1	1
14	2	3,5	4	3	4	11	15	1	1,25
16	2	3,5	4	3	4	13	17	1	1,25
18	2,5	4	5	4	5	14	19	1,25	1,5
20	2,5	4	5	4	5	16	21	1,25	1,5
22	2,5	4	5	4	5	18	23	1,25	1,5
24	3	5	6	5	6	19	25	1,5	2
27	3	5	6	5	6	22	28	1,5	2
30	3,5	6	7	6	6	25	31	2	2
33	3,5	6	7	6	6	28	34	2	2
36	4	7	8	8	8	30	37	2,5	2,5
39	4	7	8	8	8	33	40	2,5°	2,5
42	4,5	8	9	8	8	35	43	2,5	2,5
45	4,5	8	9	8	8	38	46	2,5	2,5
48	5	8	10	8	10	40	49	2,5	3

TABLA 27 (Continuación)
Para Roscas Whitworth

Diámetro de rosca d	Paso	Salida de rosca máxima		f		Desahogo		r	r ₁
		x	x ₁			g	g ₁		
1/4"	1,27	2	2,5	1,6	2	4,5	6,5	0,8	1
5/16"	1,41	2	2,8	1,6	3	6	8,5	0,3	
3/8"	1,58	2	3,2	2	3	7,2	10	1	1
7/16"	1,81	2,5	3,6	2	3	8,5	11,5	1	1
1/2"	2,11	3	4,2	3	4	9,5	13	1	1,25
5/8"	2,30	3	4,6	3	4	12,5	16	1	1,25
3/4"	2,54	4	5	4	5	15,5	19,5	1,25	1,5
7/8"	2,82	4	5,6	4	5	18,5	22,5	1,25	1,5
1"	3,17	5	6,2	5	6	21	26	1,5	2
1 1/8"	3,62	5	7,2	5	6	23,5	29	1,5	2
1 1/4"	3,62	5	7,2	5	6	26,5	32		2
1 3/8"	4,23	6	8,5	6	8	29	35,5	2	2,5
1 1/2"	4,23	6	8,5	6	8	32	39	2	2,5
1 5/8"	5,08	7	10	8	10	34	42	2,5	3
1 3/4"	5,08	7	10	8	10	37	45	2,5	3
1 7/8"	5,64	8	11,5	8	12	40	48	2,5	4
2"	5,64	8	11,5	8	12	43	51	2,5	4

CLASES DE ROSCAS SEGÚN SU EMPLEO

Las roscas pueden clasificarse, según los usos a que se destinen, en roscas de **fijación, de hermeticidad, de movimiento y de medición.**

ROSCAS DE FIJACIÓN

Se aplican a las piezas cuyas roscas hayan de efectuar un gran esfuerzo o agarre de frotamiento entre el tornillo y la tuerca, para impedir, que la unión pueda aflojarse por sí misma.

DESIGNACIÓN ABREVIADA DE ROSCAS

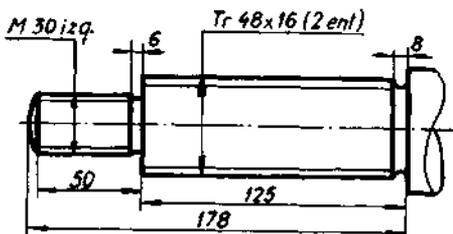
TABLA 28

Para roscas a derecha de un filete

Clase de rosca	Signo	Indicación de medida	Ejemplo
Rosca Whitworth	W	Diámetro exterior en pulgadas	2"
Rosca fina Whitworth	W	Diámetro exterior en milímetros por paso en pulgadas	W104X 1/6"
Rosca gas Whitworth	G	Diámetro interior del tubo en pulgadas	G1"
Rosca métrica	M.	Diámetro exterior de rosca en milímetros	M 80
Rosca fina métrica	M	Diámetro exterior en milímetros por paso en milímetros	M 104 X 4
Rosca trapecial	Tr	Diámetro exterior en milímetros por paso en milímetros	Tr 48 X 8
Rosca redonda	Rd	Diámetro exterior en milímetros por paso en pulgadas	Rd 40 X 1/6"
Rosca en diente de sierra	Sie	Diámetro exterior en milímetros por paso en milímetros	Sie 70 X 10

TABLA 28 (Continuación)

Para Roscas
a Izquierda
y de varios
Filetes



Designación adicional para	Abreviatura	Ejemplo
Rosca izquierda	izq	M 80 izq
Rosca a derecha de varias entradas	ent	2" 2 ent
Rosca a izquierda de varias entradas	izq ent	2" 2 ent izq

Para este tipo de roscas suelen emplearse los dos tipos más corrientes: la métrica internacional y la de tipo Whitworth.

ROSCAS DE HERMETICIDAD

Esta clase de rosca es de tipo Whitworth especial que se aplica en la conexión de tubos. La altura del hilo es más baja de lo normal, es decir, menor a las especificadas en la tabla 11 de la lección 11 Conocimientos Generales de Mecánica. Estas roscas no se mecanizan en el torno.

ROSCAS DE MOVIMIENTO

En las **roscas de movimiento** la sección recta del filete es un rectángulo (rosca cuadrada), un trapecio (rosca trapezoidal o Acme) o un semicírculo (rosca redonda). El rozamiento entre tornillos y tuerca en este caso es pequeño, por lo cual la fuerza necesaria para el movimiento es también muy pequeña.

ROSCAS DE MEDICIÓN

Antes, cada fábrica construía las roscas por procedimientos propios y especiales. Como es fácil suponer, ésto presenta el inconveniente de que cuando había que recambiar alguna pieza fuera necesario pedir los tornillos y tuercas a la casa constructora, casa que a veces no existía.

La gran variedad de roscas quedó simplificada y normalizada en el Congreso Internacional de Zurich en 1898. Desde entonces pueden prepararse roscas de medición a medidas normalizadas para confrontaciones, como calibres de roscas, etc. Las roscas no sujetas a normas se llaman libres.

MECANISMOS DEL TORNO PARA EL ROSCADO

El roscado en el torno paralelo se efectúa siempre utilizando un tornillo micrométrico patrón, denominado **husillo patrón** o también **barra de roscar**. El adecuado enlace mediante engranajes, de este husillo patrón con el eje principal del torno permite obtener una gran variedad de pasos.

A lo largo de las lecciones que usted ha estudiado, ha ido viendo la forma en que están dispuestos todos los elementos del torno; ahora antes de pasar a estudiar el roscado y la forma de ejecutarlo, no estará de más dar un breve repaso de los elementos dispuestos para este fin.

En la lección 4.^a vio la forma en que el movimiento de giro del eje principal llega a la barra de cilindrar. Vio asimismo en la lección 5 que mediante la caja Norton se obtenía la variación de los avances siendo la ordenadora del mando de las barras de roscar y de cilindrar respectivamente, según hubiese de efectuar una u otra operación, ya que el carro es mandado en su avance por la barra correspondiente.

Observe la figura 463 en la que se representa una caja Norton y vea a continuación cómo puede transformarse el giro de la barra de cilindrar en un desplazamiento del carro.

En los tornos antiguos que no llevaban caja Norton la barra de roscar accionaba el carro tanto para roscar como para cilindrar. Después con el dispositivo Norton se obtuvo una mayor gama de avances para las dos citadas operaciones y al propio tiempo junto con los juegos de engranajes del tablero del carro se hizo posible la utilización

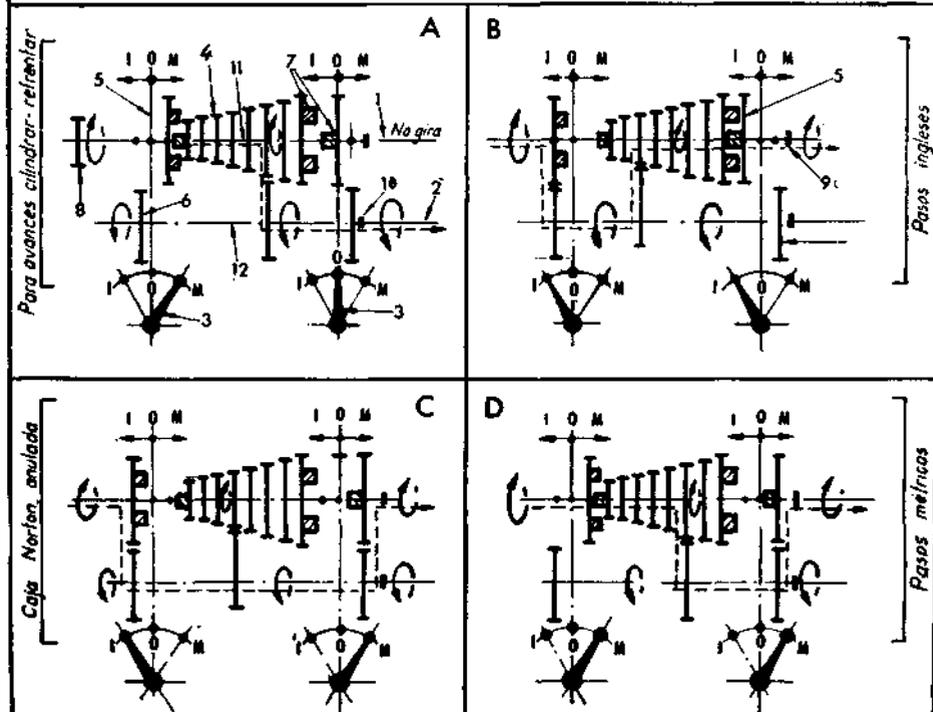
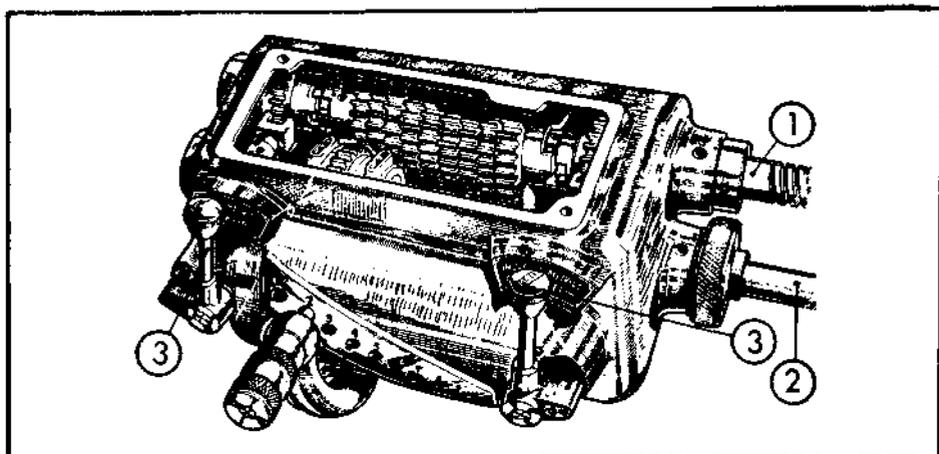


Figura 463. — Esquema y funcionamiento de la Caja Norton (las líneas de trazos representan los correspondientes recorridos del movimiento de giro: 1, barra de roscar; 2, barra de cilindrar; 3, palancas; 4, paquete Norton; 5, piñones magrana desplazables; 6, piñones fijos; 7, muescas magrana; 8, rueda de salida del tren de ruedas; 9, acoplamiento caja—barra de roscar; 10, acoplamiento caja—barra cilindrar; 11, e/e paquete Norton; 12, e/e palanca Norton.

de pasos muy largos para roscar y avances muy finos para cilindrar, ya que los engranajes del tablero del carro reducen la relación que reciben de la barra de cilindrar.

La figura 463 nos servirá para explicarle a usted cómo se maneja la Caja Norton para disponer el mando de una u otra barra. Las líneas de trazo indican los distintos recorridos del movimiento de giro.

El movimiento llega a la caja Norton por la rueda (8) de salida del tren y según se manobra con las palancas (3) se pondrá en acción la barra (1) ó (2) y se podrá por consiguiente cilindrar (esquema A), labrar roscas de paso inglés (esquema B), labrar roscas de paso métrico (esquema D), o bien labrar roscas de pasos arbitrarios (esquema C), o sea los no previstos en la tabla de la caja, tabla que reproducimos en la figura 464 de las páginas de esta misma lección.

FUNCIONAMIENTO DE LA CAJA NORTON

Para avances de cilindrar y refrentar

Fijese en A de la figura 463. La palanca (3) de la izquierda desplazada a su posición M (métrico) hace desplazar el piñón (5) de la izquierda hasta acoplarlo, mediante la magrana (5) al paquete Norton, el cual gira sobre el eje (1), haciendo girar a su vez el piñón de la palanca sobre el eje (12) y éste a la barra de cilindrar (2), mediante el acoplamiento (10). Obtenido el giro de la barra de cilindrar, puede procederse al embrague de los avances de cilindrar o refrentar según convenga. Observe que la barra de roscar (1) desacoplada en (9) no gira; para ello la palanca (3) de la derecha está en punto muerto (0) Como es natural, para un mismo juego de ruedas, con la posición de palanca indicada, el avance variará según el punto escogido para la colocación de la palanca Norton, tal como puede comprobarse en la tabla de la figura 464.

Pasos Ingleses

Antes de estudiar el esquema B interesa advertir que la mayoría de los tornos llevan el husillo patrón con un paso inglés. Es cuando tienen esta característica que se efectúa el roscado con paso inglés de la forma representada en el esquema B.

La palanca (3) de la izquierda, desacoplada ahora del paquete Norton, trasmite el movimiento al eje (12) por medio del piñón (6) (posición I de la palanca). Al mismo tiempo, la palanca lo trasmite de nuevo

al paquete y éste, a su vez, por medio del piñón (5), ahora embragado (posición I de la palanca de la derecha) a la barra de roscar.

En el caso de que no fuera así, es decir, que el torno tuviera rosca en milímetros este esquema correspondería al roscado métrico, es decir, al esquema D que ahora va a estudiar.

Pasos Métricos

El esquema D corresponde a los pasos métricos. Observe que las dos palancas están colocadas en la posición M y cómo se trasmite el movimiento a las barras de cilindrar y de roscar.

Si el husillo patrón tuviera el paso de rosca en milímetros este esquema correspondería a la rosca con paso inglés. No creemos necesario indicarle que en las placas fijadas junto a las palancas se indica siempre su posición según tenga una u otra disposición, además de las instrucciones que se dan en la tabla para roscas como la de la figura 464, de las páginas 728 y 729.

Pasos Arbitrarios

Tal como puede usted comprobar en las tablas de la figura 464 en el torno a que corresponden, con sólo 12 combinaciones de ruedas y el correspondiente juego de palancas se obtienen 54 pasos ingleses y 54 pasos métricos. No obstante, puede darse el caso de tener que realizar un paso no previsto. Para ello deberá calcularse la combinación de ruedas a colocar en la guitarra y hacer que el movimiento se transmita directamente a la barra de roscar. La posición de las palancas indicadas en el esquema C anula por completo el paquete Norton, ya que el movimiento se trasmite por los piñones (5) y (6) que tienen el mismo número de dientes, y mantienen, por tanto, la misma relación que reciben.

El cálculo de las ruedas que correspondan se estudiará más adelante.

HUSILLO PATRÓN

En la figura 465 usted puede ver el conjunto caja Norton y husillo patrón. Este husillo va montado, como usted ya sabe, paralelo a la barra de cilindrar y está roscado con un perfil trapezoidal que sirve de pauta o plantilla para el roscado. En efecto, el husillo patrón tiene un paso de rosca determinado y, embragado al carro portaherramientas median-

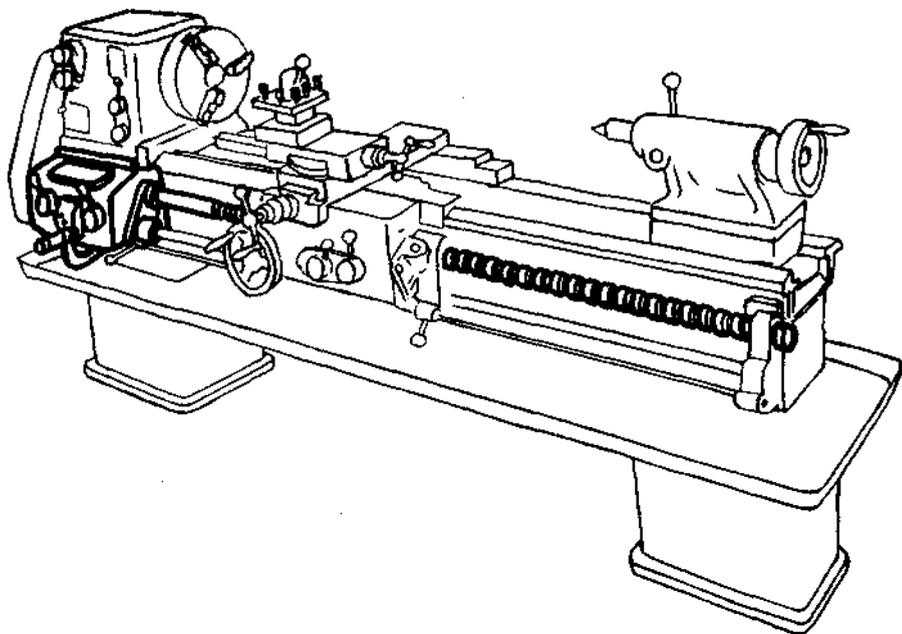


Figura 465. — Conjunto caja Norton y husillo patrón.

te una tuerca especial, hace que éste pueda tallar una rosca de igual paso que la suya, si gira a la misma velocidad que el eje del cabezal.

El arrastre del carro mediante la tuerca de roscar (fig. 466) se logra mediante el accionamiento de la palanca (1) de forma que la tuerca de roscar (2) que es partida, se cierra alrededor del husillo.

Tenga en cuenta que nunca debe embragarse al mismo tiempo el dispositivo de roscar y el automático de cilindrar o refrentar. Para evitar la posibilidad de que esto ocurra muchos tornos llevan un dispositivo de seguridad que actúa bloqueando el uno cuando se maniobra con el otro.

En cuanto a la posición de la palanca de roscar situada en la parte anterior del tablero del carro lleva además una indicación de posición para cuando está embragada.

Vea en la figura 467 una vista interior del tablero del carro del

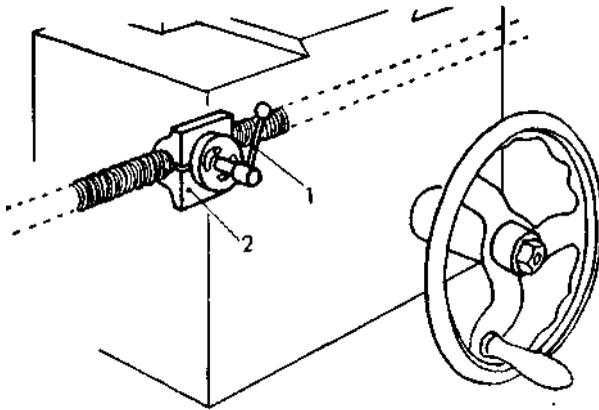


Figura 466. — Acoplamiento de la tuerca de roscar: 1, palanca; 2, tuerca partida.

torno, en la que se pueden apreciar todos los dispositivos, algunos de los cuales (automáticos) se explicaron en el envío 4.º, en las figuras 112, 115 y 117.

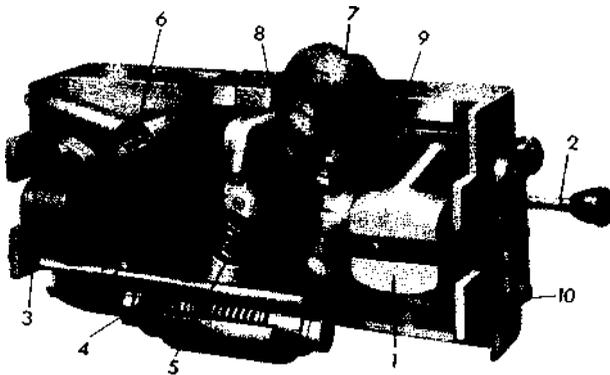


Figura 467. — Interior de un tablero de carro del modelo CUMBRE 022: 1, tuerca partida; 2, palanca accionamiento para roscar; 3, soporte barra roscar; 4, soporte barra cilíndrica y tornillo sin fin; 5, rueda que engrana con el tornillo sin fin; 6, piñón de la cremallera; 7, piñón del automático del transversal; 8, dispositivo del frenado del automático de cilíndrica o del de roscar según se embrague el segundo o el primero, respectivamente; 9, guía de la tuerca partida; 10, tornillos de ajuste de la tuerca partida.

El husillo patrón va normalmente roscado con paso inglés de 4 ó 2 hilos por pulgada y perfil trapezoidal bien con paso métrico de 4, 6, 12 ó 24 mm.

Ya se ha indicado que el husillo patrón permite la fabricación de roscas que reproduzcan su propio paso y que, por consiguiente, no puede hacerse un paso distinto con sólo el uso del husillo patrón. Para ello tal como se ha dicho, hay que variar la relación existente entre el eje del cabezal y el husillo patrón. Esto se logra con un tren de ruedas intercambiables o con una caja de trenes deslizantes.

RUEDAS INTERCAMBIABLES

Ya en las lecciones 4 y 5 estudió usted este dispositivo. Véalo de nuevo representado en la figura 468.

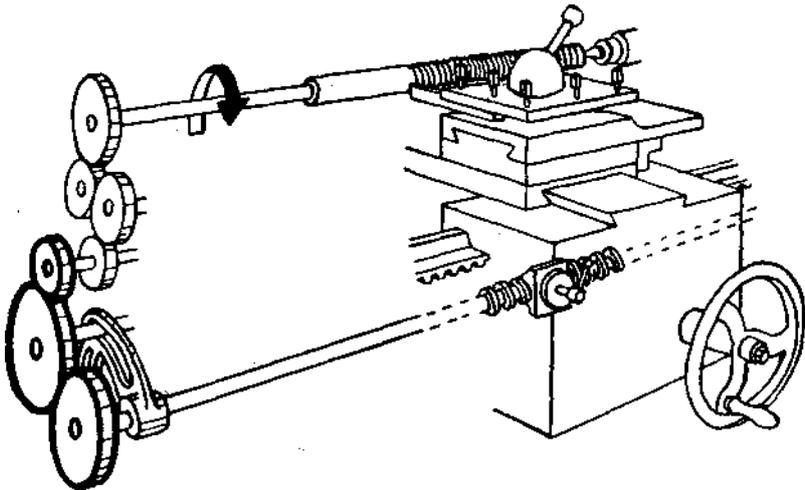


Figura 468. — Roscado con ruedas intercambiables.

Generalmente, los tornos van equipados con una serie de 21 de estas ruedas que comprende desde la de 20 dientes hasta la de 125, aumentando el número de dientes de 5 en 5. Disponen, además, de una rueda de 127 dientes, cuya utilidad veremos al tratar de la construcción de roscas de pasos métricos con un torno de husillo de paso inglés o viceversa.

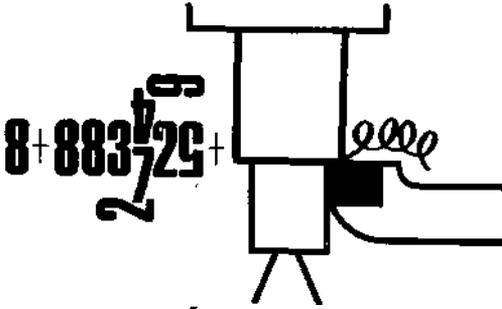
Recuerde que este sistema es el que se usaba en los antiguos de un solo husillo (el de roscar) y después se utilizó y se utiliza, combinado con el dispositivo Norton.

CAJAS DE TRENES DESLIZANTES

Las modernas cajas de avances y pasos de trenes deslizantes suprimen, casi siempre, el cálculo y montaje de ruedas para la ejecución de roscas más corrientes y su perfeccionamiento es superior al de las clásicas Cajas Norton. Gracias a la utilización de los trenes deslizantes múltiples ha sido posible la gran variedad de pasos obtenidos. Su disposición es parecida a las cajas de cambios de velocidades de los coches y en lugar de la palanca Norton y las auxiliares de la figura 463 llevan otras pequeñas palancas en número de 4 ó 6, que permiten roscar con un solo juego de ruedas montado en la guitarra hasta 27 pasos diferentes.

Este sistema, que más adelante estudiará usted, es el más seguro, aunque su fabricación resulta muy cara.

En la actualidad solamente se aplica en los tornos grandes y modernos.



MATEMÁTICAS PARA EL TORNERO

LECCIÓN 13

CUADRILÁTEROS

Los polígonos que tienen cuatro lados se llaman cuadriláteros. Los cuadriláteros se clasifican en tres clases: Trapezoides, trapecios y paralelogramos.

TRAPEZOIDE

Es el cuadrilátero general irregular, es decir, que no tiene lados iguales y ninguno paralelo al opuesto. Compruebe en el trapezoide de la figura 49, que el lado AB no es paralelo a su opuesto CD, ni el AC lo es con BD.

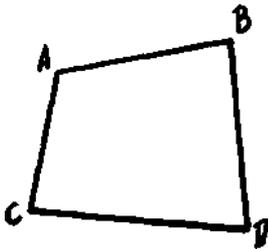


Figura 49

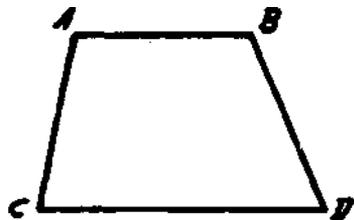


Figura 50

TRAPECIO

Es el cuadrilátero que tiene dos lados opuestos paralelos y los otros dos no lo son. Fíjese que el trapecio de la figura 50 los lados **AB** y **CD** son paralelos, pero no lo son los lados **AC** y **BD**.

El trapecio puede ser **escaleno**, **isósceles** o **rectángulo**.

TRAPECIO ESCALENO

Compruebe en el trapecio de la figura 51 que el lado **AC** es menor que el lado no paralelo **BD**, es decir, los lados no paralelos **AC** y **BD** son desiguales. El trapecio es **escaleno** si tiene desiguales los lados no paralelos.

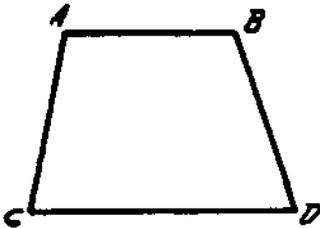


Figura 51

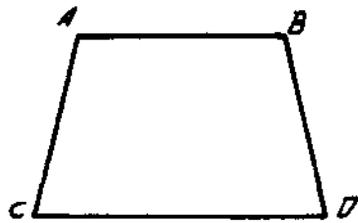


Figura 52

TRAPECIO ISÓSCELES

El trapecio de la figura 52 es **isósceles** porque sus lados no paralelos **AC** y **BD** son iguales. Así, pues, se llama trapecio isósceles el que tiene sus lados no paralelos iguales.

TRAPECIO RECTÁNGULO

Un trapecio es **rectángulo** si tiene dos ángulos rectos. Observe en la figura 53 que los ángulos **BAC** y **CAD** son rectos y fíjese que este trapecio tiene la particularidad de ser rectángulo y escaleno a la vez, pues sus lados no paralelos **AC** y **BD** son desiguales.

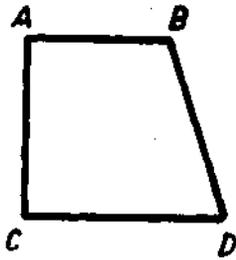


Figura 53

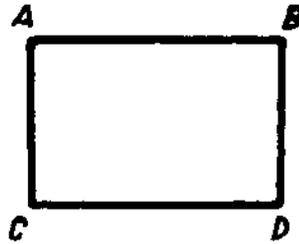


Figura 54

PARALELOGRAMO

Es el cuadrilátero que tiene los cuatro lados paralelos dos a dos. El cuadrilátero de la figura 54 es **paralelogramo** porque sus lados AB y CD son paralelos lo mismo que los lados AC y BD.

Los paralelogramos se clasifican en **romboides**, **rombos**, **rectángulos** y **cuadrados**.

ROMBOIDE

Es el paralelogramo que tiene los lados y ángulos iguales dos a dos. Fíjese que los lados AB y CD del paralelogramo de la figura 55 son iguales como también lo son los lados AC y BD; lo mismo ocurre con los ángulos en A y en D y los ángulos en B y en C.

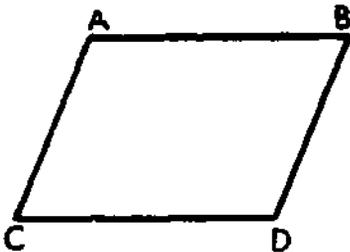


Figura 55

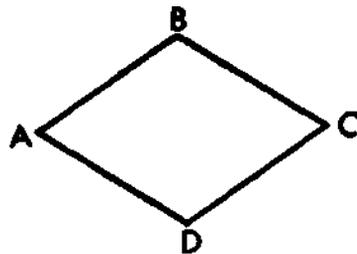


Figura 56

ROMBO

El paralelogramo que tiene 4 lados iguales y los ángulos iguales dos a dos se llama **rombo**. Compruebe en el rombo de la figura 56 que los ángulos en A y en C son iguales, como también lo son los ángulos en B y en D; en cambio, los cuatro lados son todos iguales.

RECTÁNGULO

El paralelogramo de la figura 54 tiene sus cuatro ángulos iguales y sus lados iguales dos a dos; este paralelogramo es un **rectángulo**.

CUADRADO

Cuando un paralelogramo tiene los 4 ángulos y los 4 lados iguales se llama **cuadrado**. Compruebe que el paralelogramo de la figura 57 es un cuadrado, pues sus cuatro ángulos son iguales, como también lo son sus cuatro lados.

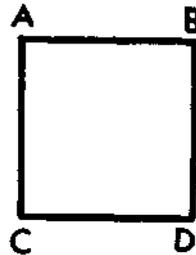


Figura 57

Termina aquí el estudio de las superficies limitadas por líneas rectas. En la próxima lección empezará a estudiar cómo se calculan las medidas de estas superficies. Antes, estudiará la **circunferencia** y el **círculo**.

CIRCUNFERENCIA

Fíjese en la figura 58 y comprenderá la siguiente definición. La **circunferencia** es una línea curva cerrada y plana cuyos puntos equidistan, es decir, están todos a igual distancia, de otro punto interior llamado **centro**.

CIRCULO

La parte del plano, es decir, la superficie que está cerrada o limitada por la circunferencia, se llama **círculo**. Compruebe en la figura 59 que mientras la circunferencia es una **línea**, el círculo es una **superficie**; el círculo es la parte punteada y la circunferencia la línea que la cierra.

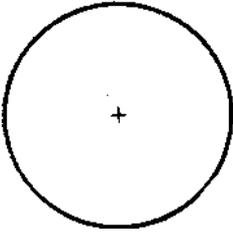


Figura 58

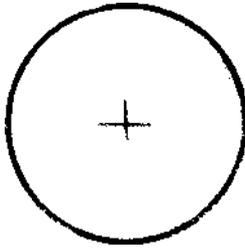


Figura 59

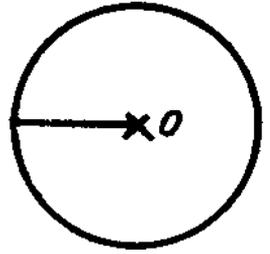


Figura 60

RADIO

Se llama **radio** al segmento (O A en la figura 60) que une el centro con un punto cualquiera de la circunferencia. Todos los radios que pueden trazarse en una circunferencia son iguales, puesto que, en realidad, **radio es la distancia del centro a un punto cualquiera de la circunferencia**, y ya hemos dicho que todos los puntos de la circunferencia están a la misma distancia del centro.

DIÁMETRO

Diámetro es el segmento (AB en la figura 61) que une dos puntos cualesquiera de la circunferencia, pasando por el centro.

Compruebe en la figura que un diámetro es igual a dos radios; en consecuencia, todos los diámetros que pueden trazarse en una circunferencia son iguales.

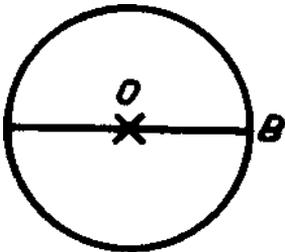


Figura 61

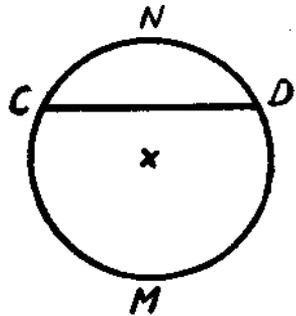


Figura 62

CUERDA

Cuerda es el segmento (CD en la figura 62) que une dos puntos cualesquiera de la circunferencia; así, pues el diámetro es una cuerda que pasa por el centro.

ARCO

La parte de circunferencia que abarca los extremos de una cuerda se llama **arco**, la cuerda **CD** de la figura 62 forma los arcos **CND** y **CMD**.

SECANTE

Se llama **secante** a la recta que corta la circunferencia en dos puntos sin pasar por el centro. En la figura 63 la secante es la recta EF y los puntos donde corta la circunferencia son G y H.

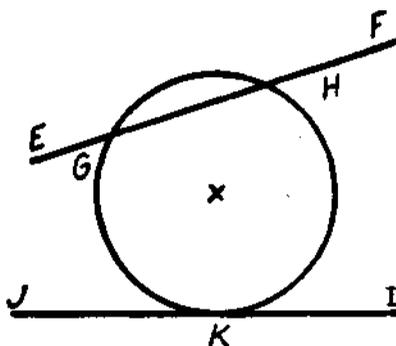


Figura 63

TANGENTE

Es la recta que toca a la circunferencia por un sólo punto, que se llama **punto de contacto** o de **tangencia**. En la figura 63 J I es una línea tangente y K es el punto de contacto entre la circunferencia y la tangente.

DIVISIÓN SEXAGESIMAL DE LA CIRCUNFERENCIA

Si una circunferencia se divide en 360 partes iguales cada una de estas partes serán un arco de un **grado**; si cada grado, es decir, si cada una de estas 360 partes es dividida en 60 partes iguales; cada una de estas sesenta partes, es un arco de un **minuto** y si un arco de un minuto se divide, a su vez, en 60 partes, cada una de estas 60 partes es un arco de un **segundo**.

Estos grados, minutos y segundos son llamados **sexagesimales**.

DIVISIÓN CENTESIMAL DE LA CIRCUNFERENCIA

Si en vez de dividir la circunferencia en 360 partes se divide en 400 partes también iguales, cada una de estas 400 partes es un arco de un grado centesimal; si cada **grado centesimal** es dividido en 100 partes, es un arco de un **minuto centesimal**, y si a su vez, cada minuto centesimal es dividido en 100 partes, cada una de estas partes es un **segundo centesimal**.

SECTOR CIRCULAR

Ya sabe usted que el círculo es la parte del plano comprendida por la circunferencia. La parte de círculo que queda entre dos radios se llama **sector circular**.

En la figura 64 el sector circular es la superficie punteada; fíjese que dicha superficie está formada por los radios a y b y el arco CD .

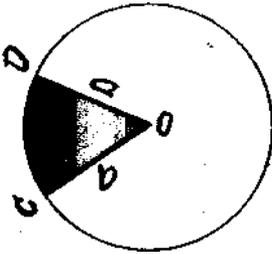


Figura 64

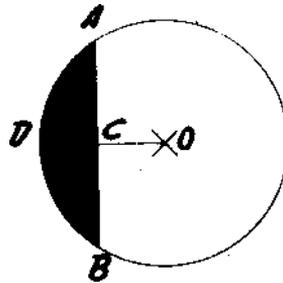


Figura 65

SEGMENTO CIRCULAR

Es la parte de círculo comprendida por una cuerda y su arco correspondiente. La parte punteada de la figura 65 es un **segmento circular**.

Interesa tener en cuenta que el radio que está perpendicular a la cuerda divide al segmento en dos partes iguales. En la figura 65 AB es la cuerda y O el radio; compruebe que por ser cuerda y radio perpendiculares, el segmento AB queda dividido en dos partes iguales.

CORONA CIRCULAR

Es la parte del círculo comprendida por dos circunferencias concéntricas. Dos circunferencias son **concéntricas** cuando tienen el mismo centro y distinto radio. Compruebe que, de acuerdo con estas definiciones, las dos circunferencias de la figura 66 son concéntricas. La parte sombreada de dicha figura es una **corona circular**.

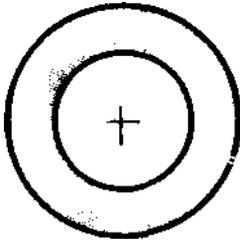


Figura 66

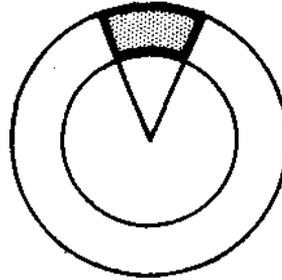
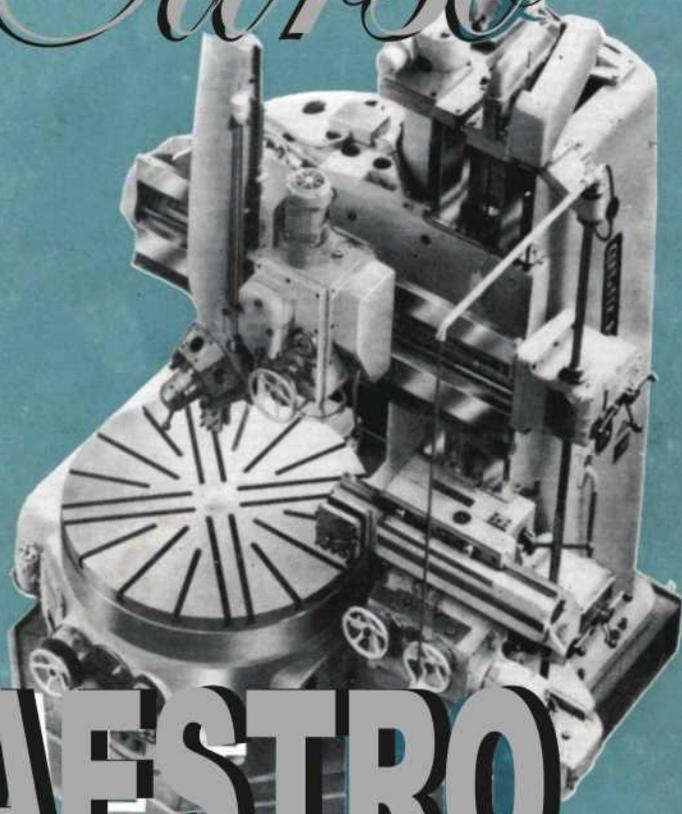


Figura 67

TRAPECIO CIRCULAR

Trapezio circular es la parte de corona circular comprendida por dos radios; en la figura 67 la superficie punteada es un trapezio circular.

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 14



práctica torneado

LECCION

1

En esta asignatura va usted a estudiar unos ejemplos de aplicación práctica de los conocimientos dados a lo largo del curso. Primeramente estudiará ejemplos de mecanizado de piezas sencillas y después, de piezas más complicadas y de más difícil realización.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA LOS TRABAJOS DE TORNEADO

Cuando el tornero va a proceder al mecanizado de una pieza cuyo plano se le ha entregado, debe tener una idea clara de lo que ha de hacer y de los elementos que necesita, tales como material, herramientas, calibres y sobre todo, del proceso a seguir para la ejecución de las diferentes operaciones, pues según el método empleado aumentarán o disminuirán las dificultades del trabajo, así como la posibilidad del buen acabado de la pieza.

Antes de presentar un ejemplo práctico, señalaremos lo que ha de considerar el tornero cuando ha de proceder a realizar un trabajo cualquiera de torneado. Ante todo, conviene que dedique el tiempo necesario para estudiar el trabajo y pensar la forma de ejecutarlo, ya que cada pieza a mecanizar reunirá unas determinadas condiciones o tendrá unas características particulares; así, por ejemplo, en algunas interesará que

$$\text{Potencia útil en CV} = \frac{\text{F. kg X V metros/min.}}{75 \times 60}$$

también estudiada en la lección 12 de TÉCNICA DEL TORNEADO, sabremos la potencia necesaria. Si esta potencia calculada es superior a la del torno disminuirémos la velocidad o bien la profundidad de pasada o del avance.

Cabe señalar que, prácticamente, no se efectúa este cálculo, ya que las máquinas van equipadas con un amperímetro que indica la potencia que desarrolla la máquina en cualquier momento. Puede establecerse que cada 3 amperios que marca el amperímetro corresponden a 1 CV., de lo que se deduce que en un torno de 3 CV de potencia no pueden sobrepasarse los 9 amperios sin peligro de recalentar el motor y someter la máquina a unos esfuerzos peligrosos. Además, cuando el tornero tiene una cierta práctica y conoce perfectamente la máquina, sin necesidad de cálculos aproxima bien las velocidades y pasadas que debe utilizar.

FIJACIÓN DE LA PIEZA Y DE LAS HERRAMIENTAS

Suponga usted que, para la fijación de la pieza, tiene el plato universal colocado y puestas las garras en la posición adecuada.

Fijamos la pieza en el plato, como se ve en A de la figura 2, y colocamos en la torreta dos herramientas, una del tipo de cuchilla y otra del tipo acodada de cilindrar, según los tipos indicados en la figura 402 de la lección 1 1, de TÉCNICA DEL TORNEADO, centrándolas como ya se ha explicado en la lección correspondiente.

Una vez efectuada la fijación según A de Ja figura 2, y colocadas las herramientas en la torreta, procedemos a la selección de la marcha, poniendo las palancas o selectores para obtener el número de revoluciones deseado. Si no coinciden las velocidades de la máquina con las deseadas, colocaremos la más aproximada por defecto, a menos que la superior fuera muy aproximada. Asimismo, colocaremos la palanca de los avances para trabajar con el automático en la posición adecuada.

PRIMERA OPERACIÓN

La primera operación (B de la figura 2) se efectúa con la herramienta 2, fijando el carro y poniendo el automático de refrentar. Se dan

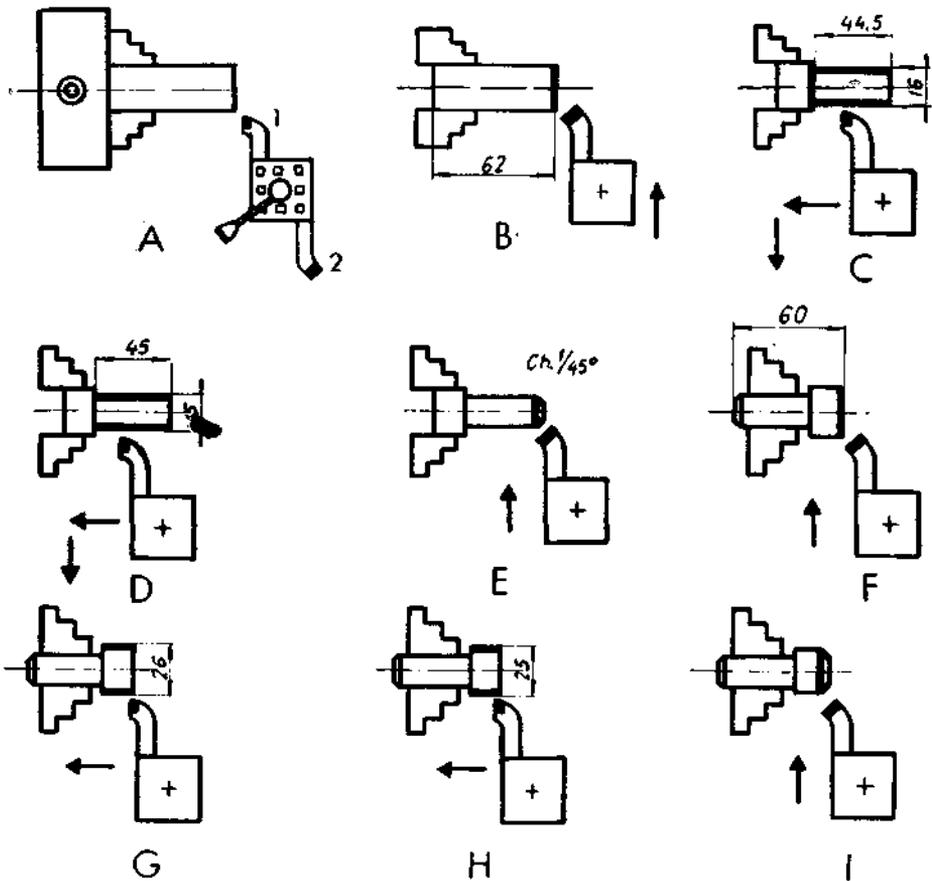


Figura 2

tres pasadas, dos de desbaste y una de acabado; esta última arrancando poco material, para dejar un acabado fino y a la medida de 63 mm. El retroceso de la herramienta se hace desembragando el automático y retrocediendo a mano.

SEGUNDA OPERACIÓN

Seguidamente se gira la torreta encarando la herramienta 1, según C de la figura 2. Se *acerca* la herramienta haciendo un corte la

mano para colocar la herramienta con la profundidad de pasada precisa, que en este caso será de 3 milímetros. El avance elegido es de 0,15 mm. A continuación, se embraga el avance longitudinal automático y de esta forma se dan las pasadas que hagan falta para obtener la cota debida. Al final de la carrera se desembraga y se retira la herramienta a mano, refrentando la cara de la valona.

TERCERA OPERACIÓN

Para el acabado (D de la fig. 2) procederemos al cambio de la velocidad y daremos las pasadas disminuyendo el avance a 0,1 mm. El procedimiento en cuanto a la forma de efectuar la operación es el mismo que para el desbaste; la única diferencia consiste en que ha de comprobarse la medida para tener idea de las vueltas o fracciones de vuelta que hay que dar a la manivela del husillo. Esta comprobación se efectúa con facilidad ya que, como usted sabe, el husillo lleva un micrómetro o nonio (fig. 85 de la lección 3 de técnica del torneado) para controlar dichos desplazamientos.

ULTIMAS OPERACIONES

Seguidamente, giraremos la torreta para efectuar el chaflanado, según se indica en E de la figura 2. El avance y pasada se hará a mano.

Seguidamente se procede al cambio de posición de la pieza y se pasa a efectuar las operaciones F, G, H e I, cuyo proceso es el mismo que para las anteriores, pero cambiando el número de revoluciones para obtener la velocidad de corte conveniente.

El mecanizado de esta pieza se habrá efectuado con refrigeración abundante y continua, a fin de obtener un rendimiento óptimo en el corte y de duración del filo de la herramienta, así como para evitar el excesivo calentamiento de la pieza y de la herramienta. El líquido refrigerante utilizado normalmente es taladrina.



técnica torneado

LECCIÓN

14

Ya vio usted al final de la lección anterior que el roscado en el torno paralelo puede ejecutarse valiéndose de las **cajas de roscas y avances** (figura 469), llamadas también de **trenes deslizantes** o de los **trenes**

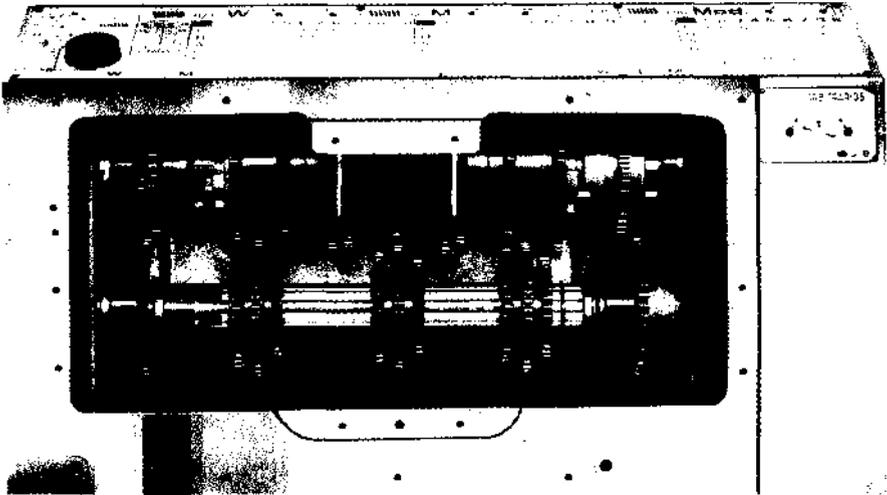


Figura 469. — Vista interior de una caja de roscas y avances

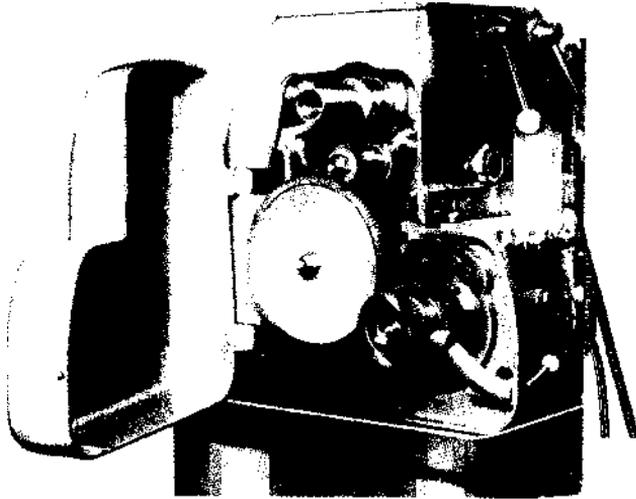


Figura 470. — Tren de ruedas intercambiables.

de ruedas intercambiables (fig. 470), conocidos asimismo con el nombre de **engranajes de enlace rígido**. En este último caso hay que proceder al cálculo de los diferentes montajes de trenes de ruedas con sus respectivos números de dientes. Vamos a estudiar ahora cómo se efectúa este cálculo, dejando para una próxima lección el estudio del procedimiento citado en primer lugar.

Interesa advertir que para el cálculo de las ruedas es necesario que usted domine perfectamente cuanto estudió en MATEMÁTICAS PARA EL TORNERO, sobre la divisibilidad de los números, números primos, máximo común divisor y simplificación y transformación de quebrados.

EQUIPO DE RUEDAS

Un equipo completo de ruedas comprende:

- * Todas las ruedas, de diente en diente, desde 15 a 30 dientes.
- * Todas las ruedas, de cinco en cinco dientes, desde 30 a 100 dientes.
- * Las ruedas de 100, 110, 120 y 125 dientes y, en la mayoría, de los casos, la de 127 para la construcción de roscas de paso inglés en tornos de husillo patrón con paso métrico o viceversa.

Debe advertirse que es muy poco frecuente el caso de que un torno disponga de todas estas ruedas. Como pudo usted observar en la figura 464 de la lección anterior, en la placa correspondiente se indican siempre las ruedas de las que es posible disponer.

Cabe señalar, además, que la cantidad y las especiales características del torno reducen el número de ruedas, pues con un torno moderno es posible obtener hasta 120 pasos distintos con sólo una pequeña cantidad de ruedas y su correspondiente caja Norton, y aún algunos, con una palanca auxiliar en el cabezal, permiten hasta 27 pasos distintos sin necesidad de cambio alguno en el tren de ruedas.

ESTABLECIMIENTO DE LA FORMULA INICIAL

Si usted observa la figura 106 de la lección 4 verá que, entre los dos elementos a considerar, eje principal y husillo patrón, van intercalados el mecanismo inversor del avance y el tren de ruedas propiamente dicho.

El mecanismo inversor del avance no tiene, generalmente, multiplicación alguna, es decir, el piñón de salida del inversor da las mismas vueltas que el eje principal.

Sobre el mismo eje de la rueda de salida del inversor se monta la primera rueda receptora o conductora del tren de ruedas, y sobre el husillo patrón, la última rueda conducida del tren; lo que ha de calcularse es que la relación entre estas dos ruedas sea tal que el husillo patrón gire en la proporción conveniente con el eje principal, con el fin de poder conseguir el paso de rosca deseado.

Observe, para una mayor claridad, la figura 471.

Las ruedas Z_1 y Z_2 tienen el mismo número de dientes; suponga usted que son 75. La relación de multiplicación entre ambas ruedas es, pues:

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{75}{75} = \frac{1}{1}$$

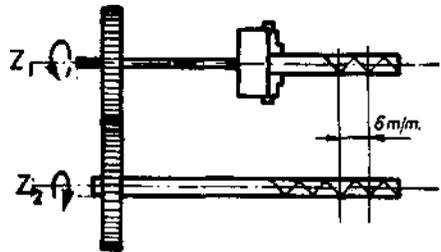


Figura 471.—Roscado con paso igual al husillo patrón.

Por consiguiente, las dos ruedas dan el mismo número de vueltas. Si se da a la barra de rosca una vuelta, el carro avanza arrastrado por la llamada tuerca partida del tablero del carro, 6 mm; en el mismo

tiempo da una vuelta el eje principal y, por consiguiente, la pieza que se está roscando. La herramienta va roscando una rosca de 6 mm de paso, es decir, que se tiene en este caso:

Paso de la rosca que se mecaniza	6 mm	1
Paso del husillo patrón	6 mm	1

Deduciremos de aquí la fórmula inicial que quedará establecida como sigue:

Paso a construir	Nº. de dientes de la rueda conductora
Paso del husillo patrón	N.º de dientes de la rueda conducida

que para el ejemplo de la figura 471 es;

6	75
6	75

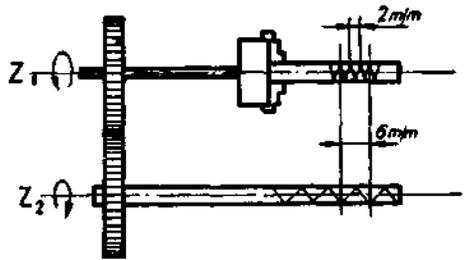


Figura 472. — *Roscado de un paso menor que el del husillo.*

Establecida la fórmula inicial, estudiaremos el caso representado en la figura 472, en la que se indica el paso a construir y el paso del husillo patrón:

Paso a construir	2 mm	1
Paso del husillo patrón	6 mm	3

1

La multiplicación de las ruedas habrá de ser de $\frac{1}{3}$. Mientras la

rueda conductora Z, dé tres vueltas, la rueda conducida Z2 habrá de dar una sola. La pieza que se ha de roscar dará tres vueltas mientras la

herramienta avanzará una vuelta del husillo (6 mm.) A estos 6 mm corresponden tres pasos del filete de la rosca a construir.

Un juego de ruedas que cumplan esta multiplicación será, por ejemplo, el siguiente:

$$\frac{25}{75} = \frac{1}{3}$$

puesto que cumplirá la condición establecida por la fórmula inicial:

$$\frac{P}{P} = \frac{Z_1 \text{ (rueda conductora)} \cdot 2}{Z_2 \text{ (rueda conducida)} \cdot 6}; \frac{25}{75} = \frac{1}{3}$$

Reducidos ambos quebrados a la mínima expresión, tendremos:

$$\frac{2}{6} = \frac{1}{3}; \quad \frac{25}{75} = \frac{1}{3}; \quad \frac{1}{3} = \frac{1}{3}$$

Vea ahora, para una mejor comprensión, desarrollado con todo detalle, el mismo ejemplo de la figura 472.

Se trata de tornejar una rosca métrica de \varnothing 16 mm. El husillo patrón tiene un paso de 6 mm. Tal como usted puede comprobar en la tabla 10 de la lección 11 de CONOCIMIENTOS GENERALES, a una rosca métrica de \varnothing 16 mm le corresponde un paso de 2 mm.

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{\text{Paso de la rosca}}{\text{Paso husillo patrón}} = \frac{2 \text{ mm}}{6 \text{ mm}}$$

$$\text{Simplificando este quebrado resulta } \frac{1}{3}$$

La fracción mínima $\frac{1}{3}$ puede transformarse sin alterar su valor,

multiplicando numerador y denominador por un mismo número, de modo que los resultados de las dos multiplicaciones serán iguales a los números de dientes de las ruedas (por ejemplo: 20, 25, 30, 40, etc.).

a) Multiplicación por 20:

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{1}{3} = \frac{1 \times 20}{3 \times 20} = \frac{20}{60}$$

$Z_1 = 20$ dientes, $Z_2 = 60$ dientes.

b) Multiplicación por 25:

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{1}{3} = \frac{1 \times 25}{3 \times 25} = \frac{25}{75}$$

$Z_1 = 25$ dientes, $Z_2 = 75$ dientes.

c) Multiplicación por 30:

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{1}{3} = \frac{1 \times 30}{3 \times 30} = \frac{30}{90}$$

$Z_1 = 30$ dientes, $Z_2 = 90$ dientes.

d) Multiplicación por 40.

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{1}{3} = \frac{1 \times 40}{3 \times 40} = \frac{40}{120}$$

$Z_1 = 40$ dientes, $Z_2 = 120$ dientes.

Quede entendido que pueden haber tantas combinaciones como ruedas de que se disponga, siempre que cumplan la relación de multiplicación establecida.

En el caso de que el mecanismo inversor del avance tuviera multiplicación en sus engranajes, esta multiplicación afectaría al cálculo, tal como va a ver a continuación:

Si la multiplicación del inversor fuera, por ejemplo $\frac{1}{2}$, la fórmula

quedaría modificada así:

Paso a construir	1	Z₁
Paso husillo patrón	2	Z₂

y para el caso a) el ejemplo sería:

Naturalmente, no siempre se presenta un caso tan sencillo como el del ejemplo y, además, la distancia del eje del cabezal (rueda conductora) al husillo (rueda conducida) es demasiado grande para que puedan unirse solamente con un par de ruedas.

Entonces pueden presentarse dos casos:

- 1.º Enlazar las dos ruedas con otra intermedia, puesto que no cambiará la relación calculada (figura 473).
- 2.º Montar trenes de ruedas con juegos de 4 ó 6.

En el segundo caso, la mitad serán ruedas conductoras y la otra mitad ruedas conducidas, transformándose entonces la fórmula inicial:

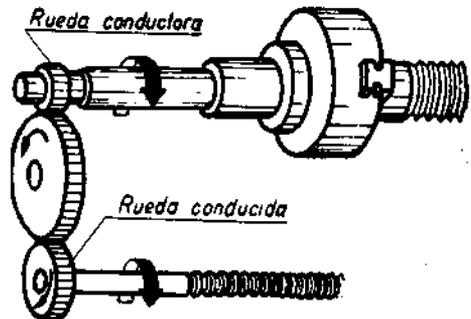


Figura 473. — Montaje con rueda intermedia.

Paso rosca **N.º de dientes de la rueda conductora (unida al eje)**

Paso husillo **N.º de dientes de la rueda conducida (unida al husillo)**

en la siguiente:

Paso de rosca **AxCxExG**

Paso del husillo **BxDxFxH**

Las ruedas A, C, E, G indican siempre las conductoras accionadas por el árbol principal, y las letras B, D, F, H las ruedas conducidas que accionan el husillo patrón. El cálculo que se efectúa en este caso (fig. 474) lo verá usted más adelante.

COLOCACIÓN DE LAS RUEDAS PARA EL ROSCADO

Acabamos de indicar que la distancia entre ejes (árbol principal y husillo patrón) raramente permite un montaje con dos ruedas; para ello se utiliza la denominada **guitarra** o **cabeza de caballo**, sobre la cual se monta una rueda intermedia. El número de dientes de esta rueda intermedia puede ser cualquiera, pues no modifica en absoluto la relación de transmisión.

Si el montaje con tres ruedas ha invertido el sentido inicial del avance, éste se establecerá mediante el cambio de la palanca del mecanismo, inversor del avance.

LA GUITARRA

La guitarra (fig. 475) es, tal como se deduce de lo dicho, la pieza soporte del tren de ruedas. Montadas la rueda conductora en el eje de salida del inversor (que actúa como eje del cabezal) y la rueda conducida sobre el eje de la caja Norton (que forma una sola pieza

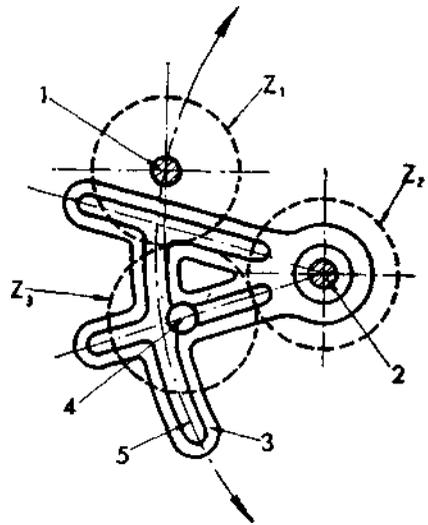
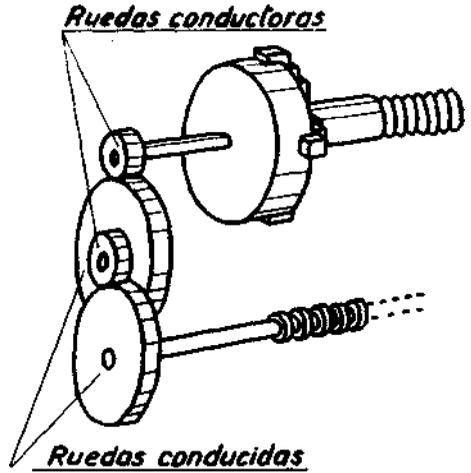


Figura 475. — Guitarra, llamada también lira o cabeza de caballo: 1, Eje de salida del inversor; 2, Eje del husillo patrón; 3, Guitarra; 4, Turrión, eje del piñón intermedio; 5, Ranuras para desplazamiento de los turriones; Z_1 Rueda conductora; Z_2 Rueda conducida; Z_3 , Rueda intermedia.

con el husillo patrón), se montan en la guitarra las ruedas intermedias que puede ser una como en el caso de tren de 3 ruedas, o cuatro en el caso de tren de 5 ruedas.

Para asegurarse mejor de la disposición de la guitarra, puede estudiarse la figura 475, juntamente con la 107 de la lección 4 y comprobará perfectamente que va montada sobre un piñón de la caja Norton de forma que bascula, describiendo un amplio radio. En sus distintos brazos lleva unas ranuras destinadas a recibir los turriones, que actúan como ejes de las ruedas intermedias de manera que, debido a la forma y longitudes de tales ranuras, pueden montarse en la guitarra todos los trenes de ruedas que se precisen para roscar los pasos indicados en la tabla de cada torno, y, además, una gran cantidad de pasos libres.

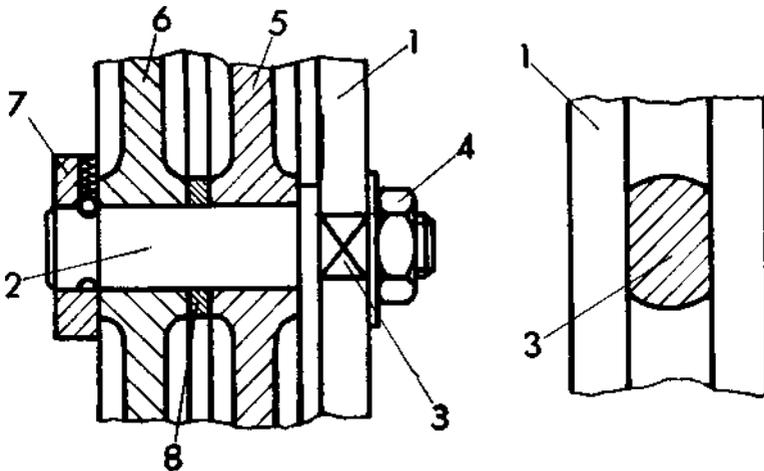


Figura 476. — Montaje de los turriones ejes de las ruedas intermedias: 1, Guitarra; 2, Turrión; 3, Espiga de fijación del turrión; 4, Tuerca de fijación; 5 y 6, Ruedas; 7, Pomo de bloqueo de las ruedas; 8, Anillo separador.

Vea en la figura 476 cómo el turrión-eje lleva en un extremo dos planos que se colocan en la ranura, evitando así su giro. Sobre el turrión se montan una o dos ruedas, según convenga, con un anillo separador entre las dos. En el caso de que se monte solamente una rueda, se coloca en lugar de la otra un anillo, para que el pomo (7) pueda continuar bloqueando el conjunto evitando su salida.

PRECAUCIONES A TOMAR EN LA COLOCACIÓN DE LAS RUEDAS

Debe tenerse siempre en cuenta que, cuando se procede al cambio de ruedas, el operario se halla apartado de los mandos; por consiguiente, se asegurará de que el torno no se ponga en marcha mientras esté manipulando con las ruedas, pues los dientes pueden aplastarle los dedos. Asimismo, cuidará de que no le queden sujetos, entre los dientes los puños de las mangas del vestido ni ningún trapo suelto. Una buena precaución consiste en desconectar la máquina.

Otra precaución a tomar es engrasar ligeramente los turriones, para que el deslizamiento de las ruedas al girar sea suave.

La posición de las ruedas y su engranaje se hace a vista, más o menos ajustada. Tenga en cuenta que si una rueda engrana con la otra de forma muy ajustada, pueden romperse los dientes. Debe dejarse siempre una cierta holgura o juego entre ellos para que no se "claven". Este juego, claro está, tampoco puede ser excesivo.

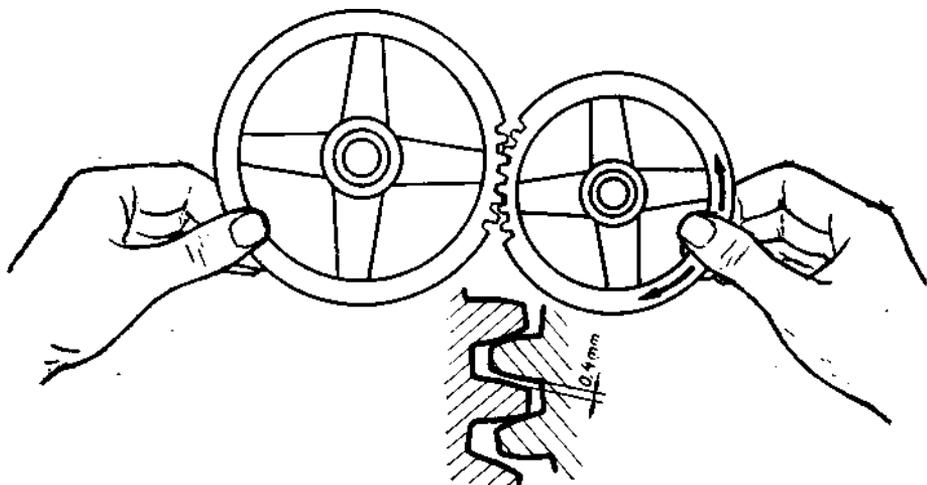


Figura 477. — Comprobación de la holgura entre dientes.

En la figura 477 se muestra la forma de comprobar que el juego entre dientes es el adecuado. Se sostiene con una mano una de las ruedas, y a la otra rueda se le da, con la otra mano, un ligero movimiento de vaivén, debiendo haber un juego entre los dientes de, aproximada-

mente, 0,4 mm Una vez comprobado el juego, se procede a fijarlas en esa posición mediante la tuerca 4 de la figura 476.

Como observación importante haremos notar que, siempre que sea posible, debe montarse una rueda conductora en el árbol principal (o salida del inversor) del mayor número de dientes que el cálculo permita, pues esta precaución aumenta siempre la exactitud del roscado.

DIFERENTES CASOS QUE PUEDE PRESENTAR UN ROSCADO

La determinación de las ruedas de roscar, puede presentar, además, otra dificultad, la más corriente, que es la de tener que efectuar una rosca de paso, en milímetros, en un torno cuyo husillo patrón sea de paso inglés o sea, en hilos por pulgada.

A continuación relacionamos cuatro casos distintos:

- 1.º **El paso a roscar es en milímetros y el husillo patrón tiene el paso en milímetros.**
- 2.º **El paso a roscar es en pulgadas y el husillo patrón tiene el paso en pulgadas.**
- 3.º **El paso a roscar es en milímetros y el husillo patrón tiene el paso en pulgadas.**
- 4.º **El paso a roscar es en pulgadas y el husillo patrón tiene el paso en milímetros.**

RESOLUCIÓN DEL PRIMER CASO

Cuando el paso de rosca a tallar es en milímetros y el husillo patrón tiene el paso en milímetros, el cálculo de las ruedas es, como hemos visto, muy sencillo; es, en realidad, el más sencillo de todos cuantos pueden presentarse y se resuelve aplicando la fórmula que ya conocemos, o sea:

PASO DE ROSCA RUEDA CONDUCTORA

Paso husillo

Rueda conducida

ROSCADO CON TRENES DE 2 Y 3 RUEDAS

1.º **Ejemplo:** Se trata de tallar una rosca de paso 2'5 mm en torno, cuyo husillo patrón tiene 10 mm de paso.

$$\text{Fracción inicial} = \frac{\text{PASO DE ROSCA}}{\text{Paso husillo}} = \frac{2.5}{10} = \frac{1}{4}$$

Multiplicando los términos de la fracción por 20 se tiene:

N.º de dientes de la rueda del eje principal (Conductora)

N.º de dientes de la rueda del husillo (Conducida)

$$= \frac{1 \times 20}{4 \times 20} = \frac{20}{80}$$

ó multiplicando por 25:

$$\frac{\text{Conductora}}{\text{Conducida}} = \frac{1 \times 25}{4 \times 25} = \frac{25}{100}$$

ó multiplicando por 30:

$$\frac{\text{Conductora}}{\text{Conducida}} = \frac{1 \times 30}{4 \times 30} = \frac{30}{120}$$

Si las ruedas de 20 y 80 dientes o las de 25 y 100 o las de 30 y 120 forman parte de la serie de ruedas del torno cada una de estas parejas de ruedas responden a la solución buscada.

2.º Ejemplo. — Se tiene que ejecutar un tornillo de 4 mm. de paso en un torno cuyo husillo patrón tiene 6 mm. de paso.

$$\text{Fracción inicial} = \frac{\text{PASO DE ROSCA}}{\text{Paso husillo}} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$$

Transformando esta mínima expresión multiplicando sus términos por 10, 20, 30, 40, etc. sucesivamente se tiene

Conductora	20	40	60	80	etc.
Conducida	30	60	90	120	

Con cualquiera de estos pares de ruedas se podrá tallar la rosca de 4 mm. en el torno objeto del -ejemplo (figura 478), si es que se dispone de ruedas con dichos números de dientes.

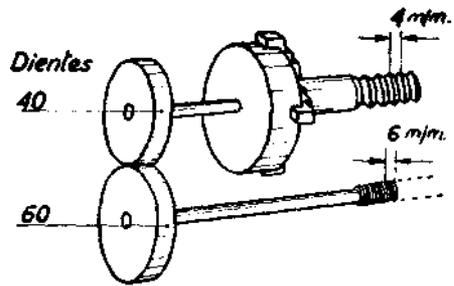


Figura 478. — Rascado con tren de dos ruedas.

PRUEBA DE LA COMBINACIÓN CALCULADA

Para efectuar la prueba de una combinación de ruedas la regla exige, que para hallar el paso a construir, se halla el producto de la fracción que representa el equipo de ruedas por el paso del husillo patrón, o dicho más claramente, multiplicando las ruedas conductoras por el paso del husillo patrón y dividiendo el resultado obtenido por las ruedas conducidas, tal como se indica en la siguiente fórmula:

$$\text{Paso a construir} = \frac{\text{Ruedas conductoras}}{\text{Ruedas conducidas}} \times \text{Paso del husillo patrón}$$

Vea su aplicación en los siguientes ejemplos:

3.º Ejemplo. — Construir una rosca de paso 1,75 mm en un tomo con husillo patrón de 7 mm.

$$\text{Tenemos } \frac{p}{p} = \frac{1,75}{7} = \frac{175}{700} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{1 \times 25}{4 \times 25} = \frac{25}{100} = \frac{A}{B} = \frac{\text{Eje principal}}{\text{Husillo patrón}}$$

$$\text{Prueba: } p = \frac{25 \times 7}{100} = 1,75 \text{ que es el paso a construir:}$$

4.° **Ejemplo.** — Construir una rosca del paso 3,2 mm con husillo patrón de 8 mm.

$$\frac{p}{p} = \frac{3,2}{8} = \frac{32}{80}$$

Resulta que no tenemos ruedas de 32 dientes. Reducimos entonces la fracción a su más mínima expresión dividiendo sus dos términos por 16.

$$\frac{32:16}{80:16} = \frac{2}{5}$$

Podemos ahora obtener los siguientes trenes de ruedas;

$$\frac{2 \times 10}{5 \times 10} = \frac{20}{50} \quad \frac{2 \times 12}{5 \times 12} = \frac{24}{60}$$

$$\frac{2 \times 15}{5 \times 15} = \frac{30}{75} \text{ etc., } \approx \frac{\text{Eje principal}}{\text{Husillo patrón}}$$

$$\text{Prueba: } p = \frac{30 \times 8}{75} = \frac{240}{75} = 3,20 \text{ mm}$$

5.° **Ejemplo.** — Se desea hacer una rosca de 3,125 mm con un husillo patrón de 10 mm

Una regla a recordar para este tipo de cálculo es la siguiente: Cuando el paso a construir tiene como parte decimal 25,75 ó 125 se pueden simplificar los cálculos multiplicando los dos términos por 8

Tendremos entonces:

$$\frac{p}{p} = \frac{3,125 \times 8}{10 \times 8} = \frac{25}{80} = \frac{A}{B} = \frac{\text{Eje principal}}{\text{Husillo patrón}}$$

$$\text{Prueba: } p = \frac{25 \times 10}{80} = \frac{250}{80} = 3,125 \text{ mm.}$$

Hemos procurado calcular pasos que dieran lugar a diversos casos de cálculo; aunque en la práctica estos pasos con fracción decimal no son corrientes; a lo sumo, la fracción decimal es 0,5 mm, como puede observarse en la tabla 10 del envío 11.

Asimismo, todos estos pasos y trenes de ruedas calculados para dos ruedas pueden hacerse con un tren de 3 ruedas, pues, como usted ya sabe, la relación calculada no varía cualquiera que sea el número de dientes de la rueda intermedia, siendo su finalidad principal la de enlazar el eje principal y el husillo patrón demasiado alejados para sólo dos ruedas.

ROSCADO CON TREN DE 4 RUEDAS

El roscado con dos o tres ruedas no siempre es posible porque da lugar, tanto a combinaciones de ruedas que no existen en el equipo, como a imposibles de montaje. Puede entonces recurrirse al montaje con 4, 6 y 8 ruedas si hay posibilidad de poderlas montar en la guitarra, pues permiten relaciones mucho menores o mucho mayores entre el paso a ejecutar y el del husillo patrón del torno.

1.º Ejemplo. — Construir un tornillo con una rosca de paso de 0,5 mm. en un torno con husillo patrón de 10 mm

$$\frac{p}{p} = \frac{0'5}{10} = \frac{5}{100} = \frac{1}{20}$$

Observe que a la fracción mínima resultante no podemos multiplicarle por 5, 10, 15, etc., pues nos dará siempre una combinación de ruedas que no poseemos debido a la gran desproporción del quebrado. Puede hacerse entonces una doble combinación de ruedas, haciendo uso de 4 de ellas, para lo cual la fracción mínima se descompone en el producto de otras dos, cosa que se puede hacer descomponiendo cada

uno de los términos de la fracción en el producto de dos factores y tomando estos factores como términos de las nuevas fracciones, en el caso presente se hace así:

$$\frac{1}{20} = \frac{1 \times 1}{4 \times 5} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{5}$$

Los términos de estas nuevas fracciones se pueden ahora multiplicar por los números 10, 15, 20 y 25, etc., para tener los números de dientes de los dos pares de ruedas. Así, por ejemplo, multiplicando por 20 se tiene:

$$\frac{1 \times 20}{4 \times 20} \times \frac{1 \times 20}{5 \times 20} = \frac{20}{80} \times \frac{20}{100} = \frac{A \times C}{B \times D} \quad \begin{array}{l} \text{Ruedas conductoras} \\ \text{Ruedas conducidas} \end{array}$$

Esta solución no es buena porque hay dos ruedas de 20 dientes en la combinación y, generalmente, en el equipo de los tornos no se encuentran ruedas duplicadas.

Como se puede tratar cada una de las fracciones factores separadamente se pueden multiplicar los términos de la primera por 30, y los de la segunda, por 20, y se tiene:

$$\begin{aligned} \frac{1}{20} &= \frac{1}{4} \times \frac{1}{5} = \frac{1 \times 30}{4 \times 30} \times \frac{1 \times 20}{5 \times 20} = \frac{30}{120} \times \frac{20}{100} = \\ &= \frac{A \times C}{B \times D} \quad \begin{array}{l} \text{Ruedas conductoras} \\ \text{Ruedas conducidas} \end{array} \end{aligned}$$

Prueba:

$$p = \frac{30 \times 20 \times 10}{120 \times 100} = \frac{600}{12000} = \frac{6}{12} = 0'5$$

Combinando las cuatro ruedas como muestra la figura 479 conseguimos la reducción deseada de la siguiente forma:

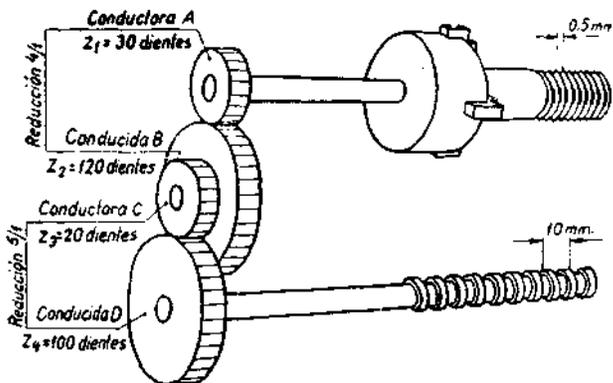


Figura 479. — Roscado con tren de cuatro ruedas.

La rueda de 30 dientes engranará con la 120; girando a la misma velocidad que ésta rodará la segunda conductora de 20 dientes; la cual engranará con la de 100. Por consiguiente, el giro del husillo con respecto

al giro de la pieza queda reducido a $\frac{1}{20}$.

Hecha la comprobación del paso, hagamos ahora la comprobación de la reducción.

Cada vuelta de la pieza corresponde a una vuelta de la primera rueda de 30 dientes, esta rueda actúa sobre la conducida de 120 dientes. Por tanto, reduce su giro a $120:30 = 4$. O sea, la rueda de 30 dientes ha de dar 4 vueltas para que la de 120 dé una sola.

Si el husillo patrón tiene 10 mm de paso, reduciendo su giro según la relación $\frac{4}{1}$ dará a la herramienta un avance de $10:4 = 2,5$ mm

por cada vuelta de la pieza.

Este avance de 2,5 mm debe reducirse todavía a 0,5. La nueva relación será, $2,5:0,5 = 5$, o sea, una quinta parte.

Lo conseguimos con la rueda de 20 dientes (segunda conductora) que va montada junto a la de 120, es decir, que una vuelta de la de 120 dientes equivale a una vuelta de la de 20 dientes. Engranada ésta con otra de 100 dientes (segunda conducida) quedará reducida la última velocidad hallada a una quinta parte y, por tanto, el giro a:

$$\frac{1}{4} \times \frac{1}{5} = \frac{1}{20}$$

2.º Ejemplo. — Efectuar el paso de 3,5 mm con un husillo patrón de 10 mm

$$\frac{p}{p} = \frac{3,5}{10} = \frac{35}{100} = \frac{7}{20} = \frac{1}{4} \times \frac{7}{5}$$

Multiplicando la primera fracción por 30 y la segunda por 10:

$$\frac{1}{4} \times \frac{7}{5} = \frac{30 \times 70}{120 \times 50} = \frac{60 \times 70}{120 \times 100} = \frac{\mathbf{A \times C}}{\mathbf{B \times D}}$$

Prueba:

$$p = \frac{60 \times 70 \times 10}{120 \times 100} = \frac{42000}{12000} = \frac{42}{12} = \mathbf{3,5 \text{ mm.}}$$

3.º Ejemplo. — Construir el paso de 0,5 con un husillo de 12 mm de paso:

$$\frac{p}{p} = \frac{0,5}{12} = \frac{5}{120} = \frac{1}{24} = \frac{1}{6} \times \frac{1}{4}$$

Multiplicando la primera fracción por 15 y la segunda por 30:

$$\frac{1}{6} \times \frac{1}{4} = \frac{15 \times 30}{90 \times 120} = \frac{\mathbf{A \times C}}{\mathbf{B \times D}}$$

$$p = \frac{15 \times 30 \times 12}{90 \times 120} = \frac{540}{1080} = 0,5 \text{ mm}$$

ROSCADO CON 6 RUEDAS

Ocurre a veces, que ninguna combinación de 4 ruedas resulta adecuada para la ejecución del paso dado; en este caso resulta obligado montar en la guitarra un segundo par de ruedas usando en total 6 ruedas (fig. 480).

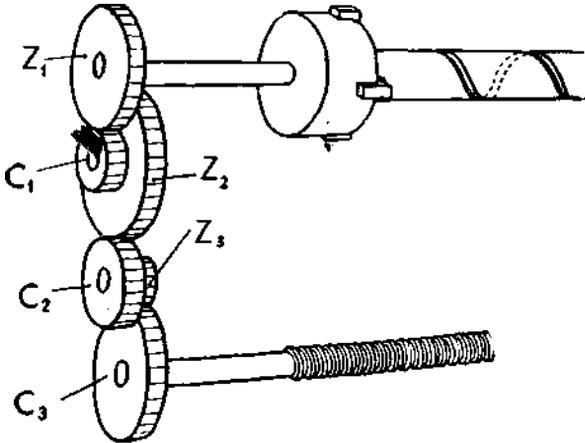


Figura 480. — Roscado con tren de seis ruedas. — Z_1, Z_2 y Z_3 , Ruedas conductoras. — C_1, C_2 y C_3 , Ruedas conducidas.

1^{er} Ejemplo. — Construir el paso de 76,5 mm con un husillo patrón de 10 mm.

$$\frac{P}{P} = \frac{76,5}{10} = \frac{765}{100} = \frac{5 \times 9 \times 17}{2 \times 5 \times 10} = \frac{50 \times 90 \times 170}{20 \times 50 \times 100}$$

Dividiendo la última fracción por 2 resulta

$$\frac{50 \times 90 \times 85}{20 \times 50 \times 50} = \frac{A \times C \times E}{B \times D \times F} = \frac{\text{Ruedas conductoras}}{\text{Ruedas conducidas}} \quad (1)$$

En esta solución nos encontramos con tres ruedas de 50, por lo cual habremos de transformar las fracciones hasta encontrar una combinación de ruedas que se tenga en el equipo del torno. Tenga usted en cuenta que estas transformaciones pueden hacerse multiplicando o dividiendo por un mismo número uno de los factores del numerador y otro del denominador. Así, en este caso, multiplicando por 15 los primeros factores del numerador y denominador, se tiene:

$$\frac{(50 \times 15) \times 90 \times 85}{(20 \times 15) \times 50 \times 50} = \frac{75 \times 90 \times 85}{30 \times 50 \times 50} = \frac{A \times C \times E}{B \times D \times F} \quad (2)$$

Todavía se tienen dos ruedas de 50 dientes. Dividiendo por dos el segundo factor de cada uno de los términos (90 y 50) se obtiene la nueva combinación:

$$\frac{75 \times (90 : 2) \times 85}{30 \times (50 : 2) \times 50} = \frac{75 \times 45 \times 85}{30 \times 25 \times 50} = \frac{A \times C \times E}{B \times D \times F} \quad (3)$$

Hagamos la prueba de esta última combinación y se tiene:

Prueba:

$$p = \frac{75 \times 45 \times 85 \times 10}{30 \times 25 \times 50} = \frac{2868750}{37500} = 76'5 \text{ mm}$$

Fíjese en que todos los cálculos que se hacen tienen por objeto transformar las fracciones en otras del mismo valor, pero cuyos términos sean distintos, unos de otros, e iguales al número de dientes de una de las ruedas que se tienen.

Hasta ahora en las transformaciones que se han hecho, solamente se ha empleado el sistema de multiplicar o dividir por un mismo número un factor de cada uno de los términos y, precisamente, el que ocupa el mismo número de orden en la fracción, que, a veces, resultan cómodas para llegar a un resultado útil, entre estas operaciones se emplean, por su comodidad, el aumentar en la misma proporción un número de cada uno de los términos, por ejemplo: aumentando en 1/2

(un medio)de su valor los números 50 y 20, en la combinación (1) se hubiese obtenido también la combinación (2) como puede ver usted:

$$\frac{50 \times 90 \times 85}{20 \times 50 \times 50} = \frac{(50 + 25) \times 90 \times 85}{(20 + 10) \times 50 \times 50} = \frac{75 \times 90 \times 85}{30 \times 50 \times 50}$$

Si interesa, para llegar más rápidamente a un resultado, las operaciones de multiplicar, dividir o aumentar proporcionalmente, pueden hacerse en dos números, uno del numerador y otro del denominador, aunque no ocupen el mismo lugar. Así, por ejemplo, partiendo de la fracción (2) y aumentando 1/3 a los números 90 y 30, y aumentando 1/5 a los números 75 y 50, se obtiene una solución correcta, así:

$$\frac{(75 + 15) \times (90 + 30) \times 85}{(30 + 10) \times (50 + 10) \times 50} = \frac{90 \times 120 \times 85}{40 \times 60 \times 50} = \frac{\mathbf{A \times C \times E}}{\mathbf{B \times D \times F}}$$

$$= \frac{\mathbf{Conductoras}}{\mathbf{Conducidas}}$$

2.º Ejemplo. — Construir un paso de 336 mm con un torno de husillo patrón de paso 12 mm :

$$\frac{P}{P} = \frac{336}{12} = \frac{2^4 \times 3 \times 7}{2^2 \times 3} = \frac{2^2 \times 7}{1} = \frac{2 \times 2 \times 7}{1} = \frac{4 \times 7}{1 \times 1}$$

$$\text{Si } \frac{7}{1} = \frac{3,5}{1} \times \frac{2}{1}$$

$$\frac{P}{P} = \frac{4}{1} \times \frac{3,5}{1} \times \frac{2}{1}$$

Multipliquemos la primera fracción por 15, la segunda por 20 y la tercera por 25; tendremos entonces:

$$\frac{60}{15} \times \frac{70}{20} \times \frac{50}{25} = \frac{60 \times 70 \times 50}{15 \times 20 \times 25}$$

Multipliquemos seguidamente 50 por 2, y 15 por 2.

$$\frac{60 \times 70 \times 100}{30 \times 20 \times 25} = \frac{A \times C \times E}{B \times D \times F}$$

Para facilitarle su trabajo insertamos la tabla 29, en la que se indican los trenes de 4 ruedas para el roscado de pasos métricos en tornos con husillo patrón de pasó 5, 6 y 8 mm.

ROSCADO CON 8 RUEDAS

El roscado con 8 ruedas se hace en las mismas condiciones que el de 6 ruedas, si bien en la práctica es difícil que se encuentre usted con este caso, pues, como es natural, la resistencia de los elementos de torno también limita los pasos a ejecutar.

Para su montaje se coloca en la guitarra del torno un cuarto par de ruedas, y se descompone la fracción inicial en otra fracción suplementaria más.

PASOS INGLESES

Las medidas que se utilizan en casi todos los países de lengua inglesa obligan, para la ejecución de los roscados, a cálculos particulares, algo más complicados que para las medidas métricas, es decir: las del sistema Métrico Decimal.

Parece ser que algunos de los países de habla inglesa están decididos a *adoptar* el sistema métrico de utilización internacional. De todas maneras parece muy lejano el día en que se unifique en todo el mundo el sistema de pasos y medidas, por lo que usted deberá aplicarse muy especialmente en la resolución de estos casos, ya que, además, en España, por paradoja, casi todos los tornos se construyen con husillo patrón cuyo paso viene dado en fracciones de pulgada inglesa.

RUEDAS PARA ROSCAR PASOS METRICOS CON HUSILLOS PATRON DE 5, 6 y 8 mm. DE PASO (ROSCADO CON 4 RUEDAS)

TABLA 29

HUSILLOS PATRÓN CON PASO DE 5 MM.										HUSILLOS PATRÓN CON PASO DE 6 MM.										HUSILLOS PATRÓN CON PASO DE 8 MM.									
RUEDAS					RUEDAS					RUEDAS					RUEDAS					RUEDAS					RUEDAS				
OSV	Conduc- toras	Conduc- tidas	OSV	Conduc- toras	Conduc- tidas	OSV	Conduc- toras	Conduc- tidas	OSV	Conduc- toras	Conduc- tidas	OSV	Conduc- toras	Conduc- tidas	OSV	Conduc- toras	Conduc- tidas	OSV	Conduc- toras	Conduc- tidas	OSV	Conduc- toras	Conduc- tidas						
1	20	40	50	80	100	1	30	40	60	120	1	20	30	60	80	11	20	40	60	120	1	20	30	60					
1.25	20	50	40	85	20	1.25	20	50	60	80	8.25	55	75	25	100	8.25	55	75	25	100	8.25	55	75	25					
1.5	20	60	50	80	100	1.5	20	60	80	80	8.75	40	60	40	100	8.75	40	60	40	100	8.75	40	60	40					
1.75	35	40	50	80	100	1.75	20	35	40	60	9	45	50	20	80	9	45	50	20	80	9	45	50	20					
2	20	60	30	400	80	2	20	60	30	120	9.25	25	20	100	9.25	25	20	100	9.25	25	20	100	9.25	25	20				
2.25	40	45	50	80	95	2.25	20	45	50	60	9.5	25	20	100	9.5	25	20	100	9.5	25	20	100	9.5	25	20				
2.5	20	50	25	80	100	2.5	20	50	25	80	10	40	25	100	10	40	25	100	10	40	25	100	10	40	25				
3	30	80	40	100	10.25	35	45	24	30	40	10.25	35	45	24	30	10.25	35	45	24	30	10.25	35	45	24					
3.25	20	65	40	50	10.5	30	70	20	50	30	10.5	30	70	20	50	10.5	30	70	20	50	10.5	30	70	20					
3.5	35	40	20	100	10.75	60	100	40	70	35	10.75	60	100	40	70	10.75	60	100	40	70	10.75	60	100	40					
3.75	20	75	40	50	11	55	80	20	100	3.75	40	50	11	55	80	3.75	40	50	11	55	80	3.75	40	50	11				
4	40	50	25	100	11.25	45	100	40	50	4	40	50	25	100	11.25	45	100	40	50	4	40	50	25	100					
4.25	40	85	50	80	11.5	120	60	100	4.25	40	85	50	80	11.5	120	60	100	4.25	40	85	50	80	11.5	120	60				
4.5	45	80	40	100	11.75	40	100	20	85	4.5	45	80	40	100	11.75	40	100	20	85	4.5	45	80	40	100	11.75	40			
4.75	20	95	25	60	12	60	80	20	100	4.75	40	95	25	60	12	60	80	20	100	4.75	40	95	25	60	12	60			
5	40	60	20	120	12.25	35	70	20	50	5	40	60	20	120	12.25	35	70	20	50	5	40	60	20	120	12.25	35			
5.25	35	60	25	80	12.5	50	50	30	40	5.25	35	60	25	80	12.5	50	50	30	40	5.25	35	60	25	80	12.5	50			
5.5	40	55	20	100	12.75	75	85	25	100	5.5	55	75	85	25	100	5.5	55	75	85	25	100	5.5	55	75	85				
5.75	55	80	45	85	13	40	65	20	50	5.75	55	80	45	85	13	40	65	20	50	5.75	55	80	45	85	13	40			
6	45	60	20	100	13.25	45	60	20	120	6	45	60	20	120	13.25	45	60	20	120	6	45	60	20	120	13.25	45			
6.25	50	60	20	130	13.5	50	60	20	100	6.25	50	60	20	100	13.5	50	60	20	100	6.25	50	60	20	100	13.5	50			
6.5	30	65	25	120	13.75	40	70	20	50	6.5	40	70	20	50	13.75	40	70	20	50	6.5	40	70	20	50	13.75	40			
6.75	45	75	25	100	14	40	90	20	50	6.75	45	75	25	100	14	40	90	20	50	6.75	45	75	25	100	14	40			
7	50	70	25	100	14.25	30	95	20	50	7	50	70	25	100	14.25	30	95	20	50	7	50	70	25	100	14.25	30			
7.25	60	55	35	65	14.5	55	120	35	65	7.25	60	55	35	65	14.5	55	120	35	65	7.25	60	55	35	65	14.5	55			
7.5	50	60	20	100	14.75	85	85	35	70	7.5	50	60	20	100	14.75	85	85	35	70	7.5	50	60	20	100	14.75	85			
7.75	55	110	60	65	15	50	60	25	90	7.75	55	110	60	65	15	50	60	25	90	7.75	55	110	60	65	15	50			
8	40	80	20	100	15	40	80	20	120	8	40	80	20	120	15	40	80	20	120	8	40	80	20	120	15	40			

La mayor dificultad proviene de que la medida más utilizada en Inglaterra (en mediciones mecánicas) es la pulgada y sus correspondientes fracciones.

Ya sabe usted que una pulgada equivale a 25,4 mm. y que las roscas de paso inglés se nombran siempre por el número de hilos o filetes por pulgada.

De los distintos casos que pueden presentarse en el roscado, según hemos visto anteriormente, los tres últimos son motivados por esta particularidad:

- 2.º Paso a tallar en pulgadas; husillo patrón en hilos por pulgada.
- 3.º Paso a tallar en milímetros, husillo patrón en hilos por pulgada.
- 4.º Paso a tallar en pulgadas; husillo patrón con paso en milímetros.

RESOLUCIÓN DEL 2.º CASO

1.º **Ejemplo.** — Se trata de tallar una rosca con paso de 12 hilos por pulgada, en un torno cuyo husillo tiene paso de 4 hilos por pulgada (figura 481):

$$\frac{\text{PASO DE ROSCA}}{\text{Paso husillo}} = \frac{P}{P} = \frac{1/12}{1/4}$$

Para convertir este quebrado en otro equivalente, deben dividirse ambos quebrados entre sí:

$$\frac{1}{12} : \frac{1}{4} = \frac{4}{12}$$

Multiplicando numerador y denominador por 5 :

$$\frac{4 \times 5}{12 \times 5} = \frac{20}{60} = \frac{A}{B} \quad \begin{array}{l} \text{A Rueda conductora} \\ \text{B Rueda conducida} \end{array}$$

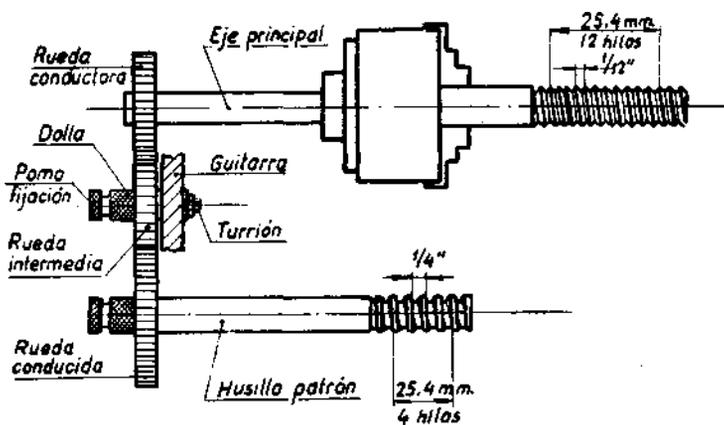


Figura 481. — Roscado del 1.º ejemplo
 Paso a tallar = 12 hilos/1" = 1/12.
 Paso husillo = 4 hilos/1" = 1/4.

y también valdrán las siguientes combinaciones:

$$\frac{4}{12} = \frac{1 \times 30}{3 \times 30} = \frac{30}{90} = \frac{\mathbf{A}}{\mathbf{B}}$$

$$\frac{4 \times 10}{12 \times 10} = \frac{40}{120} = \frac{\mathbf{A}}{\mathbf{B}}$$

$$\frac{4}{12} \times \frac{5}{5} = \frac{20}{60} = \frac{20 + \frac{20}{2}}{60 + \frac{20}{2}} = \frac{30}{90} = \frac{\mathbf{A}}{\mathbf{B}}, \text{ etc.}$$

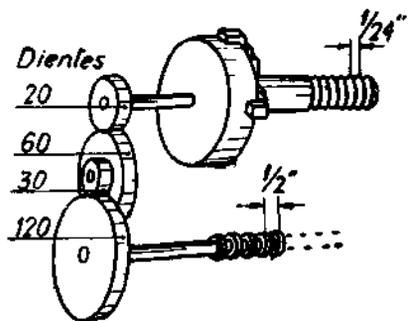
Ejemplo n.º 2. — Construir un paso de 8 hilos por pulgada en un torno de husillo patrón de 2 hilos por pulgada.

Multiplicando:

También, como en la resolución del primer caso, pueden presentarse ocasiones en que haya de acudirse a la combinación de 4 ruedas o más. En todos ellos se procede de igual manera que hemos explicado para el primer caso.

3.º Ejemplo. — Se trata de tallar una rosca de 24 hilos por pulgada, en un torno cuyo husillo patrón tiene un paso de dos hilos por pulgada.

PASO DE ROSCA	=	$\frac{1}{24}$
Paso husillo		$\frac{1}{2}$
División:		
$\frac{1}{24}$:	$\frac{1}{2} = \frac{2}{24}$



Procedemos a descomponer el quebrado:

Figura 482. — Roscado del 2º caso, 3.º ejemplo con tren de cuatro ruedas

$$\frac{2}{24} = \frac{2}{6} \times \frac{1}{4}$$

Multiplicamos la primera fracción por 10 y la segunda por 30

$$\frac{2}{6} \times \frac{1}{4} = \frac{2 \times 10}{6 \times 10} \times \frac{1 \times 30}{4 \times 30} = \frac{20}{60} \times \frac{30}{120} = \frac{\mathbf{A \times C}}{\mathbf{B \times D}}$$

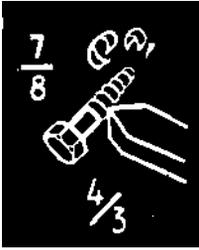
Combinando las ruedas de igual manera que hemos visto para el primer caso, resolveremos este roscado. Observe a este respecto la figura 482

OBSERVACIÓN IMPORTANTE

Cuando el paso a construir sea muy superior al del husillo, por ejemplo, más de cuatro veces, para evitar que éste tenga que girar tan rápido (mucho más que el cabezal) se puede adoptar la siguiente solución: se monta una polea en el husillo y se hace que el motor transmita el movimiento a esta polea, en vez de a la polea del cabezal. Es decir, desde el motor se transmite el movimiento a la polea que hemos montado en el husillo.

De esta forma, el husillo girará más lento que si el movimiento se transmitiese a través del cabezal, como es lo normal. El cabezal girará igualmente porque las ruedas de la guitarra le transmiten el movimiento.

Naturalmente, esto no siempre se puede hacer, pues la mayoría de los tornos no están previstos para estos arreglos.



matemáticas para tornero

LECCIÓN

14

ÁREA

Área es la medida de una superficie. Usted sabe que superficie es la extensión considerada en dos dimensiones, latitud y longitud. Pues bien, área de una superficie es la medida de su extensión.

MEDIDA DE SUPERFICIE

Por medir una superficie se entiende hallar las veces que esta superficie contiene a otra superficie tomada como unidad. En la figura 68 el área de **ABCD** será las veces que contienen a 2 si se toma a 2 como unidad.

La unidad de medida que suele emplearse es el metro cuadrado, o sea, la superficie de un cuadrado cuyos cuatro lados miden, cada uno, un metro. En mecánica suele tomarse el centímetro o el milímetro cuadrado.

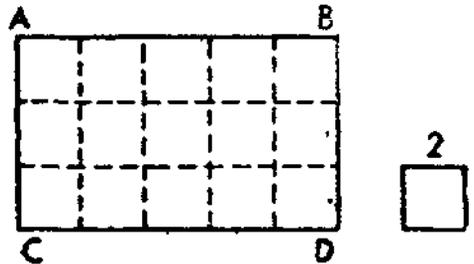


Figura 68

TEOREMA DE PITACORAS

Antes de entrar en el estudio del cálculo de las áreas, vamos a estudiar el llamado teorema de Pitágoras; este teorema tiene su aplicación en los triángulos rectángulos.

Usted recuerda que un triángulo es rectángulo cuando uno de sus ángulos es recto; asimismo recuerda que los dos lados que forman el ángulo recto de un triángulo rectángulo se llaman catetos, y que el lado opuesto al vértice del ángulo recto se llama hipotenusa. En el triángulo rectángulo de la figura 69 está claramente indicada la denominación de sus lados.

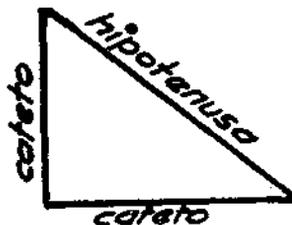


Figura 69

Importa que usted lo recuerde para comprender el teorema de Pitágoras, que dice: **la suma de los cuadrados de los catetos es igual al cuadrado de la hipotenusa.**

Fíjese en el triángulo de la figura 70; el cateto b mide 4 centímetros, el cateto c mide 3 centímetros y la hipotenusa a mide 5 centímetros. El cuadrado del cateto

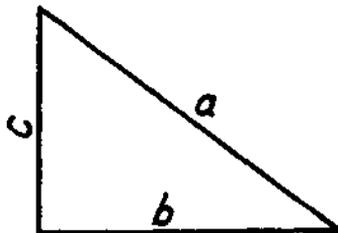


Figura 70

b es $4 \times 4 = 16$; el cuadrado del cateto c es $3 \times 3 = 9$, y el cuadrado de la hipotenusa a es $5 \times 5 = 25$. Compruebe ahora, que sumando los cuadrados de los catetos 16 y 9, el resultado de la suma es 25, o sea, igual al cuadrado de la hipotenusa, que es 25.

Esto ocurre en todo triángulo rectángulo y se expresa con la siguiente fórmula:

$a^2 = b^2 + c^2$, es decir, el cuadrado de la hipotenusa es igual al cuadrado de un cateto más el cuadrado del otro cateto.

De lo visto se deduce que la **hipotenusa es igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los catetos.**

Compruebe que así ocurre en el triángulo rectángulo de la figura 70. La suma de los cuadrados de los catetos b y c es 25 y la raíz cuadrada de 25 es 5, es decir, exactamente la medida de la hipotenusa a .

Con la siguiente fórmula se da a entender este caso:

$a = \sqrt{b^2 + c^2}$, que se lee la hipotenusa es igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los catetos.

Otra particularidad que se deduce del teorema de Pitágoras es que **un cateto es igual a la raíz cuadrada de la diferencia entre el cuadrado de la hipotenusa y el cuadrado del otro cateto.**

El cuadrado del cateto b es 16 y el cuadrado de la hipotenusa a es 25, restados 16 de 25, quedan 9; la diferencia entre el cuadrado de la hipotenusa y el cuadrado del cateto b , es, pues, 9; la raíz cuadrada de 9 es 3, exactamente la medida del cateto c .

Compruebe que lo mismo ocurre con el cateto c ; el cuadrado de este cateto es 9 y restado 9 de 25, cuadrado de la hipotenusa, resulta ser 16 la diferencia entre el cuadrado del cateto c y el, cuadrado de la hipotenusa a ; la raíz cuadrada de 16 es 4, exactamente la medida del cateto b .

Esto queda expresado con las fórmulas:

$$b = \sqrt{a^2 - c^2} \text{ y } c = \sqrt{a^2 - b^2},$$

es decir, en la primera fórmula el cateto b , es igual a la raíz cuadrada de la diferencia entre el cuadrado de la hipotenusa a y el cuadrado del lado c ; y en la segunda fórmula el cateto c es igual a la raíz cuadrada de la diferencia entre el cuadrado de la hipotenusa a y el cuadrado del cateto b .

No estará de más resumir el teorema de Pitágoras, puesto que es de mucha utilidad por lo que respecta al cálculo de áreas de muchos polígonos.

• **La suma de los cuadrados de los catetos es igual al cuadrado de la hipotenusa:**

$$a^2 = b^2 + c^2$$

• **La hipotenusa es igual a la raíz cuadrada de la suma de**

$$a = \sqrt{b^2 + c^2}$$

• **Un cateto es igual a la raíz cuadrada de la diferencia entre el cuadrado de la hipotenusa y el cuadrado del otro cateto:**

$$b = \sqrt{a^2 - c^2} \text{ y } c = \sqrt{a^2 - b^2}$$

ÁREA DEL TRIANGULO

Fijese en el triángulo de la figura 71; b es la base de dicho triángulo y h la altura. El área de un triángulo cualquiera es igual a la mitad del producto que se obtiene al multiplicar la base por la altura.

Así, si la base b del triángulo de la figura 71 mide 14 metros y su altura h , 8 metros, para saber su área se operará así:

Se multiplicará 14×8 y el producto será dividido por 2:

$$\frac{14 \times 8}{2} = \frac{112}{2} = 56 \text{ m}^2$$

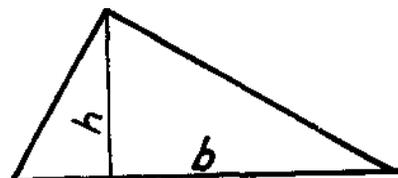


Figura 71

Si con la letra S se designa el área; con la letra h la altura y con la letra b , la base queda establecida la siguiente fórmula:

$$S = \frac{b \times h}{2}, \text{ es decir el área de un triángulo es igual al producto}$$

de la base por la altura, partido por 2.

ÁREA DEL TRIANGULO RECTÁNGULO

En el triángulo rectángulo, el área será igual a la mitad del producto obtenido al multiplicar los dos catetos.

ÁREA DEL TRIANGULO EN FUNCIÓN DE SUS LADOS

También puede hallarse el área del triángulo conociendo las longitudes de sus lados, sin necesidad de conocer ninguna de sus alturas.

Fijese en la forma de operar:

- 1.º Se halla el semiperímetro del triángulo, es decir, la suma de la medida de los lados dividida por 2.
- 2.º Al semiperímetro se le resta, sucesivamente, cada lado del triángulo.
- 3.º Se multiplica el semiperímetro por los restos obtenidos.
- 4.º Se extrae la raíz cuadrada de este producto.

Sirva de ejemplo hallar el área del triángulo de la figura 72. Su lado AC mide 3 m; su lado AB, 4 metros y su lado CB, 5 metros.

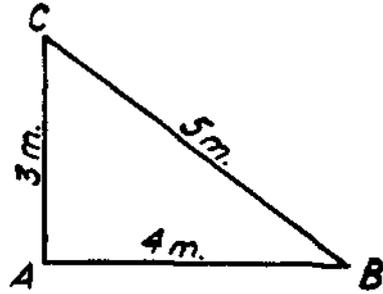


Figura 72

Semiperímetro del triángulo =

$$\frac{3+4+5}{2} = 6$$

Se resta al semiperímetro cada lado.

$$6 - 3 = 3 \text{ m.}$$

$$6 - 4 = 2 \text{ m.}$$

$$6 - 5 = 1 \text{ m.}$$

Se multiplica el semiperímetro por los restos obtenidos:

$$6 \times 3 \times 2 \times 1 = 36$$

Por último, se extrae la raíz cuadrada de este producto:

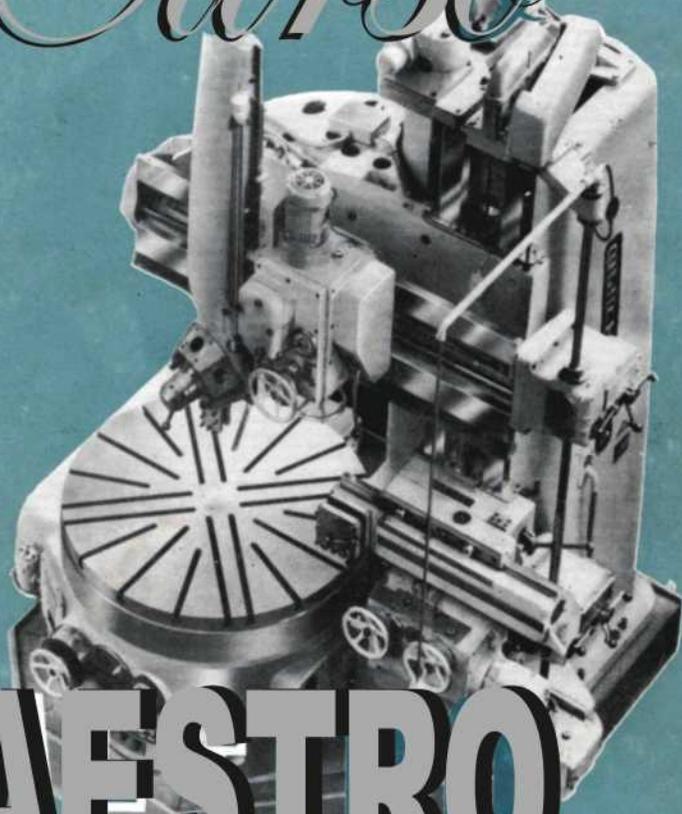
$$\sqrt{36} = 6 \text{ m}^2 \text{ de superficie}$$

Si con la letra p se designa el semiperímetro y con las letras a, b, c, los lados, la fórmula que nos da el área S será:

Área del triángulo en función de los lados:

$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$ es decir, el área es igual a la raíz cuadrada del producto del semiperímetro por el semiperímetro menos el lado a, por el semiperímetro menos el lado b y por el semiperímetro menos el lado c.

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 15



práctica torneado

LECCIÓN

2

Como es natural, en la práctica dispondrá sólo de una parte más o menos limitada de los útiles y accesorios vistos a lo largo del Curso. Es por esta razón que estas lecciones de tipo práctico se desarrollarán utilizando primeramente los elementos que no suelen faltar en un taller en el que figure un torno y, después, los que, siendo menos corrientes, permita resolver los distintos mecanizados de forma más cómoda y segura.

EJEMPLO N.º 2

La pieza cuyo torneado estudiará usted en esta lección, es la representada en el croquis de la figura 3. Se trata de una rueda que, una vez mecanizada en el torno, pasará a la máquina de dentar para ser convertida en piñón. Por consiguiente, el diámetro exterior ha de ser concéntrico con el agujero, es decir, ha de evitarse que tenga sal-

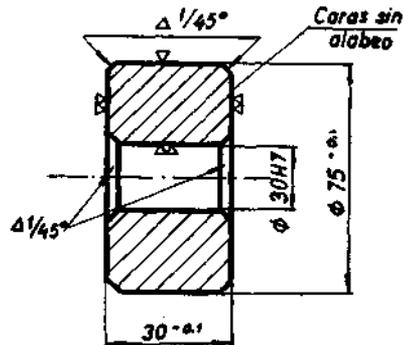


Figura 3

to; asimismo, las caras deben ser perpendiculares al eje del mismo, o sea, no han de tener alabeo.

Para su construcción, le entregan a usted un trozo de acero (Resistencia 65 kg/mm^2 , de $\text{Ø } 80$ y longitud 35.

PREPARACIÓN DEL MECANIZADO

Las herramientas que usted va a utilizar son como las que en la figura 402 de la lección 1 1, de TÉCNICA DEL TORNEADO, se indican con la denominación de acodadas de cilindrar, refrentar y mandrinar; además, empleará una broca de $\text{Ø } 28$. Usted ya sabe cómo calculará las revoluciones y avances.

Una vez efectuados dichos cálculos, comprobará si el juego de ruedas auxiliares montado en el torno le permite obtener, mediante la caja Norton, los avances necesarios.

FIJACIÓN DE LA PIEZA Y DE LA HERRAMIENTA

La pieza la fijará usted en el plano universal en la forma indicada en la figura 4. Por lo que respecta a la herramienta, la centrará utili-

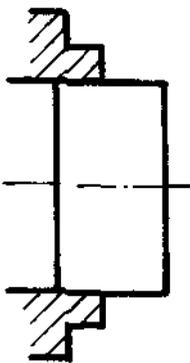


Figura 4

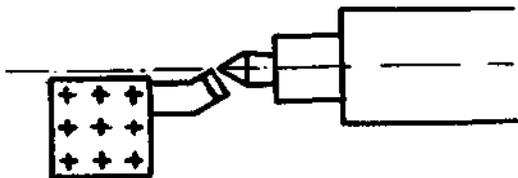


Figura 5

zando como guía el punto que habrá montado en la contrapunta, según se ha hecho en la figura 5; si es necesario, suplementará la herramienta con gruesos de plancha.

1.^a OPERACIÓN

Una vez centrada la herramienta, de forma que la altura del filo coincida con el eje de la pieza, la colocará en posición de trabajo con respecto a la pieza, girando la torre portaherramientas. A continuación, procederá al refrentado, colocando las palancas o correas en el lugar adecuado para la velocidad que haya seleccionado.

Una vez el torno en marcha, acercará la herramienta y embragará el avance transversal por medio del mando situado en el tablero del carro. Cuando la herramienta llegue al centro de la pieza, usted desembragará el automático y retrocederá a mano, por medio del husillo del carro transversal. De esta forma efectuará usted las pasadas necesarias hasta conseguir la medida indicada en la figura 6.

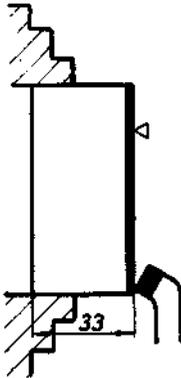


Figura 6

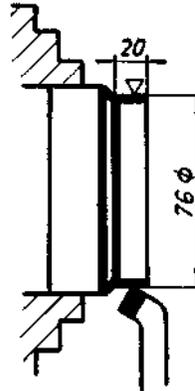


Figura 7

2.^a OPERACIÓN

A continuación, sin tocar para nada la herramienta y aprovechando la misma fijación de la pieza, procederá al cilindrado (fig. 7) del diámetro exterior. Para ello embragará el avance longitudinal por medio del mismo mando utilizado para el refrentado, pero colocándolo, claro está, en la posición de cilindrar. En esta operación se darán las pasadas necesarias para obtener la medida 76, señalada en la figura 7.

3.^a OPERACIÓN

Ahora va usted a proceder al taladrado de la pieza a un diámetro menor que el indicado en el croquis de la figura 3, a fin de poderlo mandrinar después.

Como ya se ha dicho, la broca a utilizar es de 0 28 y usted la coloca en el vástago de la contrapunta (ver fig. 135, lección 5 de Técnica del Torneado). La broca cuyo mango es cónico queda clavada en el vástago, el cual lleva también un alojamiento cónico. Usted adelanta la contrapunta con el vástago entrado todo lo que permita sin que llegue a expulsar la broca.

Adelanta usted la contrapunta hasta que la punta de la broca queda a unos 5 milímetros de la pieza y fija la contrapunta a la bancada (figura 58, lección 2 Técnica del Torneado). Por último, pone usted el torno en marcha con la velocidad deducida de la tabla 22 de la lección

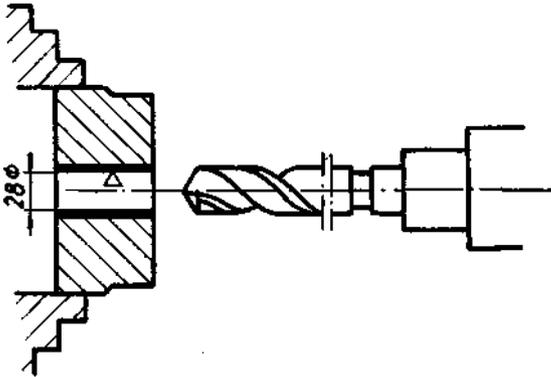


Figura 8

12, y por medio del volante de la contrapunta hace adelantar la broca hasta efectuar el mecanizado como se indica en la figura 8.

Una vez efectuada esta operación, usted para la máquina, desblosca la contrapunta y la retira.

4.^a y 5.^a OPERACIONES

Para las operaciones que siguen ha de cambiar la fijación de la pieza según se indica en la figura 9, y las operaciones representadas en las figuras 10 y 11 las efectuará igualmente que en las figuras 6 y 7.

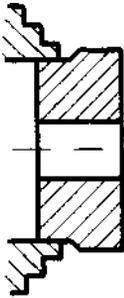


Figura 9

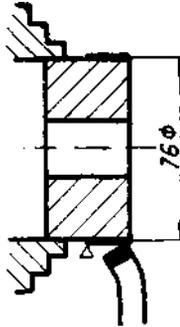


Figura 10

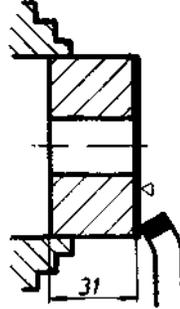


Figura 11

Observe que, en las medidas de longitud y diámetro de la pieza, ha quedado un excedente de material; este excedente se quitará una vez tenga usted la pieza fijada por el diámetro interior, a fin de asegurarse de la concentricidad de los dos diámetros y evitar el alabeo en las caras.

6.^a OPERACIÓN

Observe en la figura 12 que, para proceder al mandrinado del agujero, hemos colocado en la torre portaherramientas la herramienta de mandrinar, conservando la misma fijación de la pieza.

No creemos necesario advertirle que ha de tener en cuenta que, para el mandrinado, varían los avances y velocidades de corte con respecto a las del cilindrado, según usted estudió en la lección 12, de TÉCNICA DEL TORNEADO.

Tomará la medida del agujero, pues la broca puede haber dejado el diámetro hasta 0,2 mm mayor que el diámetro indicado en la misma.

Seleccionará las velocidades y avances y procederá al mandrinado hasta conseguir una medida que, tomada con el pie de rey, sea unas dos décimas de milímetro más pequeño que el diámetro del eje que habrá de ajustarse.

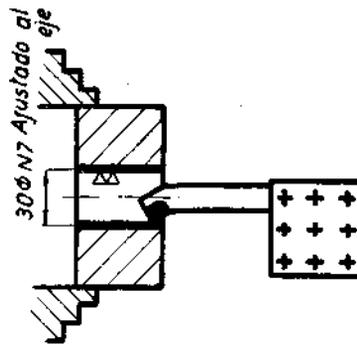


Figura 12

Para asegurar la medida lo mejor sería disponer de un calibre tampón, pero ahora suponemos que usted no dispone de dicho instrumento. Las pasadas son dadas con el automático, embragando el avance longitudinal. Una vez obtenido un diámetro aproximado ha de tenerse mucho cuidado al dar las pasadas finales, pues podría quedar mayor. Las pasadas no serán superiores a una profundidad de 0,05 mm en diámetro.

Se inicia la pasada y una vez la herramienta ha profundizado 1 milímetro en el interior, se retira la herramienta para que conserve su precisión, haciendo retroceder todo el carro por medio del volante del tablero. Se comprueba si el eje apunta en el agujero; esta precaución es indispensable, pues si el agujero fuese mayor aún podría rectificarse la posición de la herramienta a fin de obtener la medida.

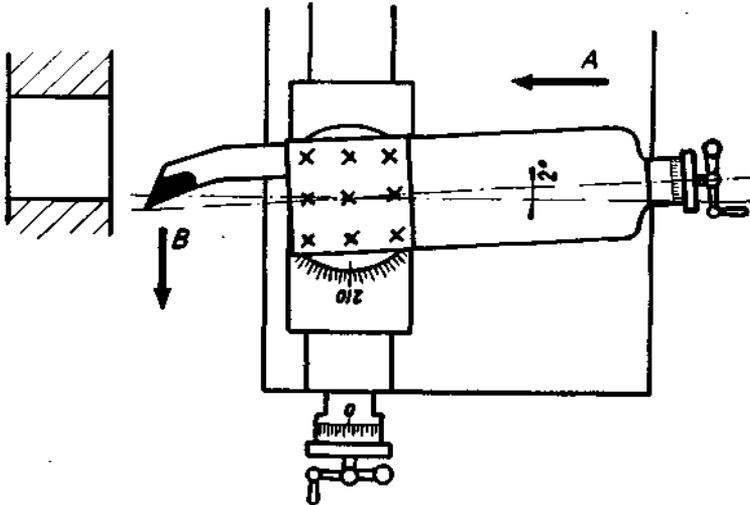


Figura 13

Cuando se trata de conseguir avances de la herramienta para el mandrinado, generalmente interesa para las últimas pasadas que los movimientos de la herramienta sean muy pequeños. Para ello se inclina el carrito superior unos dos grados, adelantando entonces la herramienta en la forma representada en la figura 13.

Como puede apreciarse en dicha figura, efectuando el avance por el carrito superior por estar éste inclinado 2°, al avanzar la herramienta 1 milímetro en el sentido de la flecha A, la punta de la herra-

mienta habrá avanzado en el sentido de la flecha B únicamente 0,035 mm., avances muy difíciles de lograr si el avance de la herramienta lo hiciéramos directamente por medio del husillo transversal del carro.

ACABADO EXTERIOR DE LA PIEZA

Si usted dispusiera de un torneador para fijar la pieza, efectuaría el acabado exterior con toda seguridad. Pero vamos a suponer que usted no dispone de torneador.

Se quita la pieza del plato y se fija un trozo de barra de 34 mm de diámetro y 40 mm de longitud. A continuación, se tornea el diámetro exterior de la barra, según se indica en la figura 14, hasta una medida en la que la rueda empiece a entrar. Se coge tela de esmeril y se pasa procurando quitar más material de la parte delantera que de la parte posterior, hasta poder entrar la rueda con cierta precisión y dejar ésta clavada. Este trozo de material nos sustituirá al torneador para el mecanizado de la pieza, quedando así asegurada su concentricidad.

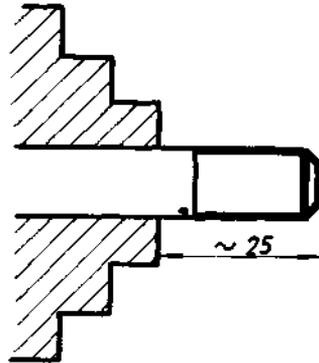


Figura 14

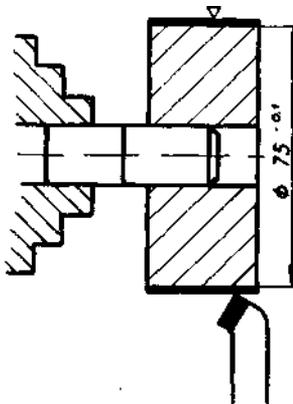


Figura 15

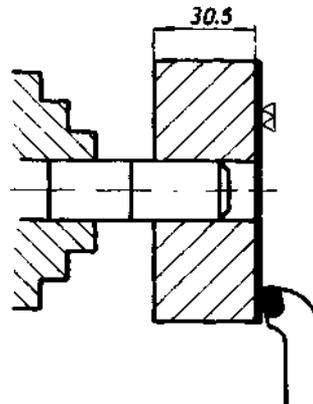


Figura 16

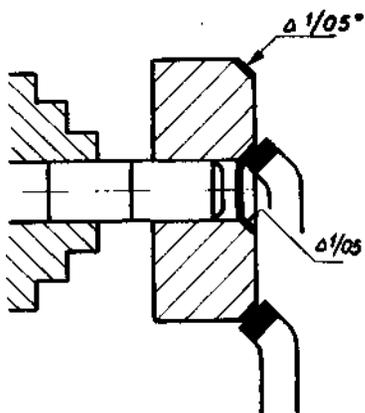


Figura 17

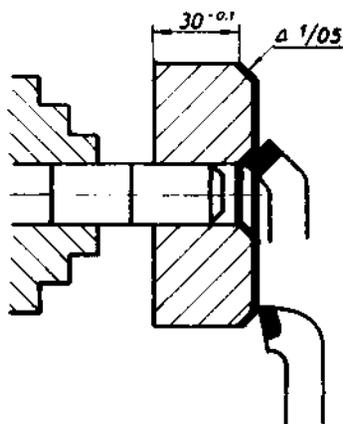


Figura 18

Observe en las figuras 15, 16, 17 y 18 las operaciones que se van efectuando para el acabado.

En estas pasadas que se dan con la pieza colocada sobre el trozo torneado no puede sacarse mucho material, ya que esta fijación no es fuerte, permitiendo sólo dar como máximo una pasada de 0,3 a 0,5 milímetros de profundidad cada vez.

Por tanto, al dar las pasadas finales de acabado podremos utilizar las máximas velocidades, admitidas para las herramientas utilizadas, ya que las profundidades de pasada serán siempre más pequeñas que las mínimas recomendadas.

En la figura 15 se procede al cilindrado de la pieza dejándola a la medida de acabado, para lo cual serán suficientes dos pasadas. Estas pasadas se darán con el avance automático a fin de conseguir un acabado uniforme. En la figura 16 se aprecia la herramienta a utilizar en el refrentado, que es la más indicada para este trabajo por permitir un afilado más adecuado en cuanto a la punta de la herramienta.

A continuación, procederá Ud. al cambio de herramienta para efectuar los chaflanes en la forma representada en la figura 17. Este chaflanado será efectuado a mano.

Por último, procederá al acabado de la otra cara, para lo cual cambiará la pieza de posición y efectuará las operaciones de refrentado y chaflanado según se han indicado anteriormente, quedando la pieza terminada.

FORMA DE OPERAR DISPONIENDO DE CALIBRE Y TORNEADOR

Vea Ud. ahora cómo procederá Ud. en el caso de disponer de torneador y calibre.

Hasta la figura 13 usted habrá procedido de la misma forma y la fijación para el mandrinado será la misma de la representada en la figura 13, pero el calibre le permitirá asegurar la medida al efectuar la comprobación. El lado "pasa" del calibre deberá entrar por el agujero con suavidad, sin forzarlo, y teniendo en cuenta que la pieza esté fría, pues si la pieza estuviera caliente y dilatada podría ocurrir que al enfriarse y contraerse, el calibre no pasara.

Una vez el lado "pasa" del calibre se apunta en el agujero, se termina, cuando se trata de quitar sólo centésimas, con un trozo de tela de esmeril arrollada a un trozo de madera (fig. 19). Se utiliza haciendo girar la pieza, o sea poniendo el torno en marcha y pasando la tela por el interior y haciendo presión. Después se para la máquina, se comprueba el calibre y, si es necesario se vuelve a pasar la tela de esmeril presionando con más fuerza sobre el sector en que el calibre entra más duro.

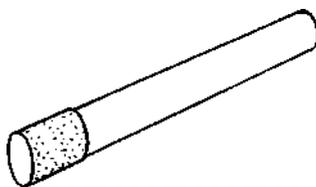


Figura 19

El lado "no pasa" del calibre no debe, claro está, poder introducirse en el agujero.

Ya la pieza con el diámetro interior acabado se colocará en el torneador cónico, clavándola con un golpe dado sobre una madera. Para colocar el torneador ha de desmontarse el plato universal del torno y montar el plato de arrastre. Seguidamente se colocarán los puntos en el eje del cabezal y en la contrapunta. Se coloca en el torneador el perro de arrastre, fijando el tornillo y apretando éste sobre el plano que para este efecto lleva ya en sus extremos.

Los chaflanes se habrán construido después de la operación 6 a una medida superior en este caso a 1,5 mm a fin de que con la herramienta no sea necesario llegar a tocar el torneador y que al quitar el medio milímetro de excedente en las caras, quede a medida.

En la figura 20 se puede observar el torneador con la pieza montada entre puntos, con el perro y el plato de arrastre.

La primera operación consistirá en cilindrar a medida y refrentar la

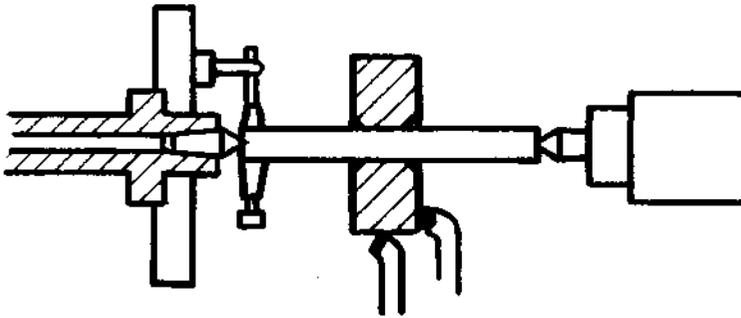


Figura 20

cara derecha, construyendo el chaflán exterior derecho, operando de la misma forma que anteriormente.

Una vez efectuada esta operación, desplazaremos el punto hacia atrás mediante el volante de la contrapunta, retiraremos el torneador y cambiaremos el perro de arrastre de un extremo al otro, volveremos a colocarlo y terminaremos la cara que faltaba y los chaflanes.

Ha visto Ud. que, según los medios de que se disponga, la labor se hace más cómoda y segura; no obstante, el conocimiento de la máquina y la pericia y recursos del operario pueden suplir la falta de elementos, y es aquí donde se demuestra la preparación y categoría del operario.



técnica torneado

LECCIÓN

15

CÁLCULO DE RUEDAS PARA EL ROSCADO (Continuación)

Señalábamos en la lección anterior cuatro casos distintos en el cálculo de ruedas para el roscado, según el paso de la rosca a construir y el paso del husillo patrón estén en milímetros o en pulgadas:

- 1.° El paso a roscar es en milímetros y el husillo patrón tiene el paso en milímetros.
- 2.° El paso a roscar es en pulgadas y el husillo patrón tiene el paso en pulgadas.
- 3.° El paso a roscar es en milímetros y el husillo patrón tiene el paso en pulgadas.
- 4.° El paso a roscar es en pulgadas y el husillo patrón tiene el paso en milímetros.

Ya sabe usted cómo se procede en los dos primeros casos. Ahora bien, en el segundo cabe una variante: la de que **en lugar de indicarse los pasos de la rosca y del husillo patrón en hilos por pulgada** (fig. 483) se indiquen en fracción de pulgada (fig. 484).

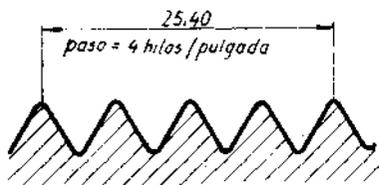


Figura 483. — Paso en hilos pulgada.

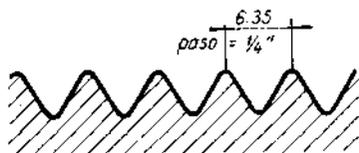


Figura 484. — Paso en fracción de pulgada.

EQUIVALENCIAS ENTRE FRACCIONES DE PULGADA Y MILÍMETROS

TABLA 30

Pulgadas	mm	Pulgadas	mm	Pulgadas	=	Pulgadas	mm
0	-	1/4	6,350	1/2	12,700	3/4	19,050
1/64	0,397	12/64	6,747	33/64	13,097	49/64	19,447
1/32	0,794	9/32	7,144	17/32	13,494	25/32	19,844
3/64	1,191	19/64	7,541	35/64	13,891	51/64	20,241
1/16	1,588	5/16	7,938	9/16	14,288	13/16	20,638
5/64	1,984	21/64	8,334	37/64	14,684	53/64	21,034
3/32	2,381	11/32	8,731	19/32	15,081	27/32	21,431
1/64	2,778	23/64	9,128	39/64	15,478	55/64	21,828
1/8	3,175	3/8	9,525	5/8	15,875	7/8	22,225
9/64	3,572	25/64	9,922	41/64	16,272	57/64	22,622
5/32	3,969	13/32	10,319	21/32	16,669	29/32	23,019
11/64	4,366	27/64	10,716	43/64	17,066	59/64	23,416
3/16	4,762	7/16	11,112	11/16	17,462	15/16	23,812
13/64	5,159	20/64	11,509	45/64	17,859	61/64	24,209
7/32	5,556	15/32	11,906	23/32	18,256	31/32	24,606
15/64	5,953	31/64	12,303	47/64	18,653	63/64	25,003

En la lección 9, de MATEMÁTICAS, le indicamos a usted que los submúltiplos de pulgada son fracciones cuyos denominadores son 2, 4, 8, 16, 32 y 64. Estas fracciones de pulgada son en total 63 y se nombran según el denominador como en los siguientes **ejemplos**:

1/2 = media pulgada.

1/4, 3/4 = un cuarto, tres cuartos de pulgada.

3/8, 5/8 = tres octavos, cinco octavos de pulgada.

1/16, 5/16 = un dieciseisavo, cinco dieciseisavos de pulgada.

5/32, 1 1/32 = cinco treintaidosavos, once treintaidosavos de pulgada.

23/64, 47/64 = veintitrés sesentaicuatrosavos, cuarenta y siete sesentaicuatrosavos de pulgada.

En la tabla 30 se relacionan todas las fracciones de pulgada que se emplean y las respectivas equivalencias en milímetros. Estas equivalencias, como puede suponerse, no son exactas, es decir, sólo son aproximadas, más teniendo en cuenta que una pulgada equivale no ya a 25'4 milímetros, como se considera en la práctica, sino a **25,39998 mm.**

VARIANTE DEL SEGUNDO CASO: PASO A CONSTRUIR Y PASO DEL HUSILLO PATRÓN EN FRACCIONES DE PULGADA

En realidad, el cálculo es el mismo que cuando los pasos se indican en hilos por pulgada, puesto que, como se deduce de las figuras 483 y 484, las medidas son las mismas: la única diferencia está en la forma de expresarlas.

Suponga usted que, en lugar de considerarse que ha de construirse una rosca de paso de 8 hilos por pulgada en un tornillo de husillo patrón de 2 hilos por pulgada, como en el 2.º ejemplo del 2.º caso estudiado en la lección anterior, se considera que el paso de la rosca a construir es de 1/8", y el paso del husillo de 1/2".

Fórmula a aplicar:

$$\frac{\text{PASO DE ROSCA}}{\text{Paso del husillo}} = \frac{p}{P} = \frac{\text{Ruedas conductoras}}{\text{Ruedas conducidas}}$$

Se sustituye la letra p por la fracción de pulgada $\frac{1}{8}$, que es el paso de rosca a construir, y la letra P por la fracción de pulgada $\frac{1}{2}$, que es el paso del husillo.

$$\frac{P}{P} = \frac{1/8}{1/2}$$

Se dividen las dos fracciones:

$$\frac{1}{8} \div \frac{1}{2} = \frac{1 \times 2}{8 \times 1} = \frac{2}{8}$$

Se busca un número que multiplicado por el numerador y el denominador dé un nuevo quebrado, cuyos términos sean iguales a los números de dientes de dos ruedas del equipo del torno.

$$\frac{2 \times 10}{8 \times 10} = \frac{20}{80} = \frac{A}{B}$$

Como usted puede comprobar, el planteamiento y el resultado son exactamente iguales a los del ejemplo 2.º del 2.º caso estudiado en la pasada lección. Vea otro ejemplo:

Se ha de tallar una rosca de paso 3/8" en un torno, cuyo husillo tiene un paso de 1/4". Calcular las ruedas a montar.

$$\frac{\text{PASO DE ROSCA}}{\text{Paso del husillo}} = \frac{3/8}{1/4}$$

Efectuemos la división, para abreviar multiplicando los dos quebrados por 8, dado que el denominador 8 del primer quebrado es múltiplo del denominador 4 del segundo quebrado:

$$\frac{3/8 \times 8}{1/4 \times 8} = \frac{3}{2}$$

También puede seguirse otro procedimiento que consiste en multiplicar por uno de los denominadores; o sea 8, y luego por el otro, esto es, por 4:

$$\frac{(3/8 \times 8) \times 4}{8 \times (1/4 \times 4)} = \frac{3 \times 4}{8 \times 1}$$

Simplifiquemos ahora dividiendo 4 y 8 por 4, con lo que resulta:

$$\frac{3 \times (4:4)}{(8:4) \times 1} = \frac{3}{2}$$

Procedamos ahora a la multiplicación de los dos términos de la fracción para hallar las ruedas que han de montarse; si multiplicamos por 25, 30 y 40 nos sale que podemos montar una cualquiera de las siguientes parejas de ruedas, caso de que dispongamos de las mismas:

$$\frac{3 \times 25}{2 \times 25} = \frac{75}{50} = \frac{\mathbf{A}}{\mathbf{B}}$$

$$\frac{3 \times 30}{2 \times 30} = \frac{90}{60} = \frac{\mathbf{A}}{\mathbf{B}}$$

$$\frac{3 \times 40}{2 \times 40} = \frac{120}{80} = \frac{\mathbf{A}}{\mathbf{B}}$$

Efectuemos la prueba de la última pareja **de ruedas** $\frac{120}{80}$:

Prueba:

$$p = \frac{120 \times 1}{80 \times 4} = \frac{120}{320} = \frac{3}{8}$$

Interesa advertir que, si bien el planteamiento y el resultado son los mismos, tanto si los pasos se indican en hilos por pulgada que en fracciones de pulgada, siempre es preferible, para mayor facilidad de cálculo, tener siempre el paso en hilos por pulgada, más teniendo en

cuenta que no siempre la fracción estará comprendida entre las citadas en la tabla.

RESOLUCIÓN DEL TERCER CASO

El paso a tallar es en milímetros y el husillo patrón tiene el paso en pulgadas.

Lo primero que se hace es convertir en pulgadas los milímetros del paso de la rosca o bien convertir en milímetros el paso del husillo.

La reducción de milímetros a pulgadas se efectúa, para este cálculo multiplicando el número de milímetros por el quebrado $\frac{5}{127}$. Con la siguiente explicación, Ud. comprenderá por qué se opera precisamente con este quebrado.

Ud. sabe que una pulgada equivale a 25,4 mm. En consecuencia:

$$1 \text{ mm} = \frac{1}{25,4} \text{ pulgadas}$$

Multiplicados numerador y denominador de esta fracción por 10, resulta:

$$\frac{1 \times 10}{25,4 \times 10} = \frac{10}{254}$$

Simplificada esta nueva fracción, se obtiene:

$$\frac{10:2}{254:2} = \frac{5}{127} = 1 \text{ mm}$$

Queda entendido, pues, que para reducir los milímetros a pulgadas basta con multiplicar el número de milímetros por el numerador (5) de este quebrado, dejando el mismo denominador (127).

La reducción de pulgadas a milímetros se efectúa multiplicando el número de pulgadas por el mismo quebrado, pero como se deduce de lo anteriormente explicado, con los términos invertidos, esto es, por

$$\frac{127}{5}$$

el quebrado—.

Una vez efectuada la reducción ya sea en milímetros o en pulgadas se procede exactamente igual que en el segundo caso.

I.º Ejemplo. — Debemos tallar una rosca de 2 mm de paso en un torno con husillo patrón cuyo paso es de $\frac{1}{4}$ de pulgada o sea, de cuatro hilos por pulgada.

Conversión de los milímetros a pulgadas:

$$\frac{5}{127} \times 2 = \frac{5 \times 2}{127} = \frac{10}{127}$$

Aplicación de la fórmula:

$$\frac{\text{PASO DE LA ROSCA}}{\text{Paso del husillo}} = \frac{10}{127} \div \frac{1}{4}$$

División:

$$\frac{10}{127} : \frac{1}{4} = \frac{10 \times 4}{127 \times 1} = \frac{40}{127} = \frac{\mathbf{A}}{\mathbf{B}}$$

Caso de disponer de una rueda de 40 dientes y de otra de 127, ya no será necesario efectuar otro cálculo (figura 485).

Calculemos ahora el mismo ejemplo reduciendo el paso del husillo a milímetros:

Reducción del paso del husillo a milímetros:

$$\frac{127}{5} \times \frac{1}{4} = \frac{127}{20}$$

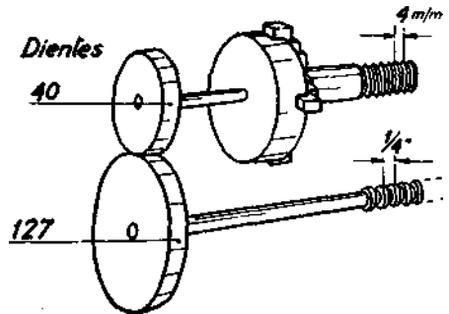


Figura 485. — Roscado en el tercer caso con tren de dos ruedas.

Aplicación de la fórmula:

$$\frac{\text{PÁSO DE ROSCA}}{\text{Paso del husillo}} = \frac{2}{\frac{127}{20}}$$

División:

$$2 : \frac{127}{20} = \frac{2 \times 20}{127} = \frac{40}{127} = \frac{\text{A}}{\text{B}}$$

Prueba:

$$p = \frac{40}{127} \times \text{Paso del husillo}$$

$$\text{Paso del husillo} = \frac{25,4}{4} = 6,35$$

$$p = \frac{40 \times 6,35}{127} = \frac{254}{127} = 2 \text{ mm}$$

2.º Ejemplo. — Se ha de tallar una rosca de 2,5 mm de paso en un torno cuyo husillo patrón tiene un paso de 1/2".

Conversión de los milímetros a pulgadas:

$$\frac{5}{127} \times 2,5 = \frac{12,5}{127}$$

Aplicación de la fórmula:

$$\frac{\text{PASO DE ROSCA}}{\text{Paso del husillo}} = \frac{12,5}{127} = \frac{1}{2}$$

División:

$$\frac{12,5}{127} : \frac{1}{2} = \frac{12,5 \times 2}{127 \times 1} = \frac{25}{127} = \frac{\mathbf{A}}{\mathbf{B}}$$

Con una rueda de 25 dientes y otra de 127 será posible, pues, efectuar la rosca de 2,5 mm de paso en el torno del ejemplo.

Efectuaremos ahora este cálculo reduciendo el paso del husillo a milímetros.

Reducción a milímetros:

$$\frac{127}{5} \times \frac{1}{2} = \frac{127}{10}$$

Aplicación de la fórmula:

$$\frac{\text{PASO DE ROSCA}}{\text{Paso del husillo}} = \frac{2,5}{127}$$

$$\frac{\quad}{\quad} = \frac{10}{10}$$

División:

$$2,5 : \frac{127}{10} = \frac{2,5 \times 10}{127} = \frac{25}{127} = \frac{\mathbf{A}}{\mathbf{B}}$$

Prueba:

$$p = \frac{25}{127} \times \text{Paso del husillo}$$

$$\text{Paso del husillo} = \frac{25,4}{2} = 12,7$$

$$p = \frac{25 \times 12,7}{127} = \frac{317,5}{127} = 2,5 \text{ mm}$$

ROSCADO CON 4 RUEDAS

El cálculo para el roscado con tren de 4 ruedas es el mismo que en los casos primero y segundo, pues también se descompone el quebrado resultante en otros dos para poder así disponer de dos juegos de ruedas conductoras y dos de ruedas conducidas.

3.er Ejemplo. — Roscar una pieza con paso de 1 mm en un torno de husillo patrón de 1/2".

Conversión de los milímetros a pulgadas:

$$\frac{5}{127} \times 1 = \frac{5}{127}$$

$$\begin{array}{l} \text{PASO DE ROSCA} \\ \text{Paso del husillo} \end{array} = \frac{\frac{5}{127}}{\frac{1}{2}} = \frac{5}{127} : \frac{1}{2} = \frac{5 \times 2}{127 \times 1} = \frac{10}{127}$$

Como quiera que no disponemos de una rueda de 10 dientes, descomponemos el quebrado en dos para hallar un tren de cuatro ruedas, de igual forma que procedimos en el caso segundo:

$$\frac{10}{127} = \frac{2}{12,7} \times \frac{5}{10}$$

Primer juego de ruedas:

$$\frac{2}{12,7} = \frac{2 \times 10}{12,7 \times 10} = \frac{20}{127} = \frac{\mathbf{A}}{\mathbf{B}}$$

Segundo juego de ruedas:

$$\frac{5}{10} = \frac{5 \times 5}{10 \times 5} = \frac{25}{50} = \frac{25 \times 2}{50 \times 2} = \frac{50}{100} = \frac{\mathbf{A}}{\mathbf{B}}$$

Con esta combinación de 4 ruedas (fig. 486) podremos reproducir el paso de rosca deseado.

4.º **Ejemplo:** Construir el paso de 3 mm con un husillo patrón de 3 hilos por pulgada.

Conversión de las pulgadas a milímetros:

$$\frac{127}{5} \times \frac{1}{3} = \frac{127}{15}$$

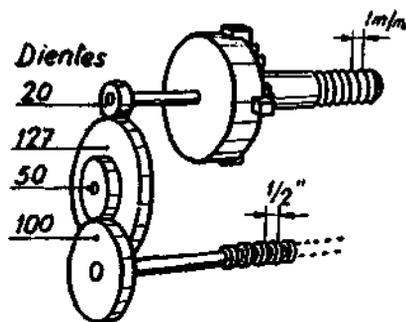


Figura 486. — Roscado en el tercer caso con tren de cuatro ruedas.

$$\frac{\text{PASO DE ROSCA}}{\text{Paso del husillo}} = \frac{3}{127} = \frac{3 \times 15}{127 \times 15} = \frac{45}{127}$$

División:

$$3 : \frac{127}{15} = \frac{3 \times 15}{127} = \frac{45}{127}$$

Descomponiendo:

$$\frac{45}{127} = \frac{5}{10} \times \frac{9}{12,7}$$

Multiplicando ambos quebrados por 10:

$$\frac{50 \times 90}{100 \times 127} = \frac{\mathbf{A} \times \mathbf{C}}{\mathbf{B} \times \mathbf{D}}$$

Prueba:

$$P = \frac{50 \times 90}{100 \times 127} \times \text{paso del husillo}$$

$$\text{paso del husillo} = \frac{25,4}{3} = 8,466 \text{ mm}$$

$$p = \frac{50 \times 90 \times 8,466}{100 \times 127} = \frac{38097}{12700} = 2,999 \text{ mm}$$

Aproximación: 1/1000 mm

Hay ocasiones en que por las especiales dimensiones del paso del husillo y también porque en realidad, una pulgada, como ya hemos indicado, no corresponde exactamente a 25,4 mm, no es posible conseguir todos los pasos con rigurosa exactitud, es decir, que algunos salen con una pequeña variación, tal como la del ejemplo anterior. Siempre que no sea excesiva, lo cual depende del uso a que está destinada la rosca, la variación puede admitirse.

Calcularemos ahora un ejemplo operando con los quebrados, según vio usted en la lección anterior, variando numeradores y denominadores de un mismo número, bien sean de la misma fracción o de distinta.

5.º Ejemplo: Tallar una rosca de paso 1,5 mm en un torno de husillo patrón con paso de 3 hilos por pulgada.

Reducción de las pulgadas a milímetros

$$\frac{127}{5} \times \frac{1}{3} = \frac{127}{15}$$

Aplicación de la fórmula:

PASO DE ROSCA	1,5
Paso del husillo	127
	15

A simple vista ya se advierte que no disponemos de dos ruedas cuyos números de dientes sean iguales a los dos términos del quebrado que resultan de la división:

$$\frac{1'5}{\frac{127}{15}} = 1'5 : \frac{127}{15} = \frac{1'5 \times 15}{127} = \frac{22'5}{127} = \frac{225}{1270}$$

Cuando antes de hacer la división se advierte ya que el resultado no será posible aplicarlo, puede prescindirse, para abreviar el cálculo, de efectuar la división. Así, en este ejemplo, puede plantearse la división de la forma siguiente:

$$\frac{1,5}{1} : \frac{127}{15} = \frac{1,5}{1} \times \frac{15}{127}$$

Multiplicando los dos términos del primer quebrado por 10:

$$\frac{15}{10} \times \frac{15}{127}$$

Como se ve hay dos 15. Para variar, multipliquemos numerador y denominador del primer quebrado por 2:

$$\frac{(15 \times 2) \times 15}{(10 \times 2) \times 127} = \frac{30 \times 15}{20 \times 127}$$

Como no disponemos de ruedas de 15 y de 20 dientes, multipliquemos ahora 15 y 20 por 5, con lo que resulta:

$$\frac{30 \times (15 \times 5)}{(20 \times 5) \times 127} = \frac{30 \times 75}{100 \times 127} = \frac{\mathbf{A \times C}}{\mathbf{B \times D}}$$

Prueba:

$$p = \frac{30 \times 75 \times 8,466}{100 \times 127} = 1,499 \text{ mm}$$

Como en el ejemplo anterior, se consigue con estas ruedas una aproximación de **1/1000** mm.

CÁLCULO DE LAS RUEDAS PARA ESTE 3er. CASO, SIN RECURRIR A LA RUEDA DE 127 DIENTES

Aunque usted no tendrá seguramente necesidad ni siquiera de recordarlo en la práctica, la pulgada no equivale exactamente, como ya le hemos indicado al principio de la lección a 25,40 mm, sino a 25,39998 mm, pero como quiera que la diferencia es pequeñísima, por comodidad se toma para todos los usos el valor de 25,4.

En cuanto al roscado en el torno, se emplea la rueda de 127 dientes porque constituye una equivalencia casi exacta de 5 pulgadas reducidas a milímetros.

$$25,39998 \times 5 = 126,99990$$

Sin embargo, hay casos en los que no es necesario recurrir a esta rueda, siendo posible roscar con ruedas normales sin que por ello haya de sufrir sensiblemente la exactitud de la rosca, si bien es de señalar que a las series de ruedas de todos los tornos modernos figura una de 127 dientes.

Vea a continuación algunas de las mejores relaciones de transmisión que dan pulgadas inglesas, buscadas en relación a un número exacto de pulgadas (denominador) y su equivalencia a una cantidad entera en milímetros (numerador), pero cuya pequeña diferencia con el valor exacto de la pulgada, puede influir en la exactitud de la rosca conseguida, por lo que indicamos también su equivalencia.

		Fracción a utilizar	Equivalencia de las fracciones
1 pulgada inglesa =			25,39998
5 pulgadas inglesas	$\cong \frac{127}{5}$	$= \frac{127}{5}$	$\cong 25,40000$
17 pulgadas inglesas	$\cong \frac{432}{17}$	$= \frac{24 \times 18}{17}$	$\cong 25,41176$
63 pulgadas inglesas	$\cong \frac{1600}{63}$	$= \frac{40 \times 40}{9 \times 7}$	$\cong 25,39683$
13 pulgadas inglesas	$\cong \frac{330}{13}$	$= \frac{30 \times 11}{13}$	$\cong 25,38461$

Sirviéndonos de unos ejemplos le explicaremos a usted el empleo de estas fracciones. Como usted puede comprobar hasta ahora hemos

empleado la de $\frac{127}{5}$.

5

6.º Ejemplo: Se ha de construir una rosca de 5,5 mm de paso en un torno con husillo patrón de 3 hilos por pulgada y sin utilizar la rueda de 127 dientes.

En este ejemplo aplicaremos la fracción $\frac{30 \times 11}{13}$. Dado que se considera que este quebrado equivale a una pulgada, el paso del husillo

(3 hilos por pulgada, esto es, $\frac{25,4}{3}$) será igual a:

3

$$\frac{\frac{30 \times 11}{13}}{3}$$

Planteo de la división:

$$\frac{30 \times 11}{13} : 3 = \frac{30 \times 11}{13 \times 3} = \text{paso del husillo}$$

Aplicando la fórmula:

$$\frac{\text{PASO DE ROSCA}}{\text{Paso del husillo}} = \frac{5,5}{\frac{30 \times 11}{13 \times 3}}$$

Planteo de la división:

$$\frac{5,5}{\frac{30 \times 11}{13 \times 3}} = 5,5 : \frac{30 \times 11}{13 \times 3} = \frac{5,5 \times 13 \times 3}{1 \times 30 \times 11}$$

Multiplicando 5,5 y 1 por 10:

$$\frac{(5,5 \times 10) \times 13 \times 3}{(1 \times 10) \times 30 \times 11} = \frac{55 \times 13 \times 3}{10 \times 30 \times 11}$$

Multiplicando, para obtener más rápidamente el resultado, el 3 del numerador y el 10 del denominador por 10:

$$\frac{55 \times 13 \times (3 \times 10)}{(10 \times 10) \times 30 \times 11} = \frac{55 \times 13 \times 30}{100 \times 30 \times 11}$$

Multiplicando ahora el 13 del numerador y el 11 del denominador por 5, resulta:

$$\frac{55 \times (13 \times 5) \times 30}{100 \times 30 \times (11 \times 5)} = \frac{55 \times 65 \times 30}{100 \times 30 \times 55}$$

$$= \frac{A \times C \times E}{B \times D \times F}$$

Como quiera que dos factores del numerador son iguales a dos factores del denominador, pueden suprimirse dichos factores, con lo que se tiene:

$$\frac{65}{100} = \frac{A}{B}$$

Prueba:

$$p = \frac{65 \times 8,466}{100} = 5,502$$

Aproximación: 2/1000 mm.

7.º Ejemplo. — Calcular las ruedas a montar en un torno cuyo sillo es de paso 1/2" y del que no se dispone de rueda de 127 dientes, para tallar una rosca de 5 mm de paso.

Aplicaremos ahora la fracción $\frac{40 \times 40}{9 \times 7}$. El paso del husillo es de

1/2", por tanto, equivale a $\frac{25,4}{2}$ y como se considera al quebrado

$$40 \times 40$$

— equivalente a una pulgada, el paso del husillo es igual a:
 9×7

$$\frac{40 \times 40}{9 \times 7}$$

Planteo de la división:

$$\frac{40 \times 40}{9 \times 7} : 2 = \frac{40 \times 40}{9 \times 7 \times 2} = \frac{40 \times 40}{9 \times 14} = \text{paso del husillo}$$

Aplicación de la fórmula:

$$\frac{\text{PASO DE ROSCA}}{\text{Paso del husillo}} = \frac{5}{\frac{40 \times 40}{9 \times 14}}$$

$$\text{Paso del husillo} = 40 \times 40$$

$$5 : \frac{40 \times 40}{9 \times 14} = \frac{5 \times 9 \times 14}{1 \times 40 \times 40}$$

$$\text{Planteo de la división} = \frac{40 \times 40}{5 \times 9 \times 14}$$

$$\frac{(5 \times 10) \times 9 \times 14}{(1 \times 10) \times 40 \times 40} = \frac{50 \times 9 \times 14}{10 \times 40 \times 40}$$

$$\frac{50 \times (9 \times 5) \times 14}{(10 \times 5) \times 40 \times 40} = \frac{50 \times 45 \times 14}{50 \times 40 \times 40}$$

Dividiendo ahora 50 del primer numerador por 2'5 y multiplicando 14, también del primer numerador, por 2'5:

$$\frac{(50 : 2'5) \times 45 \times (14 \times 2'5)}{50 \times 40 \times 40} = \frac{20 \times 45 \times 35}{50 \times 40 \times 40} =$$

$$= \frac{A \times C \times E}{B \times D \times F}$$

Prueba:

$$p = \frac{20 \times 45 \times 35 \times 12'7}{50 \times 40 \times 40} = 5'000625$$

Aproximación: 6/1000 mm.

RESOLUCIÓN DEL CUARTO CASO

El paso de la rosca se da en pulgadas y el husillo tiene el paso en milímetros.

Para la resolución de este caso se procede exactamente igual que en el anterior: reduciendo las pulgadas a milímetros o los milímetros a pulgadas, esto es, reduciendo el paso de la rosca a milímetros o bien el paso del husillo a pulgadas y operando con los quebrados de la misma forma.

1.er Ejemplo. — Se han de calcular las ruedas necesarias para tallar una rosca de 4 hilos por pulgada, con un husillo de paso 6 mm.

Reduciendo el husillo a pulgadas:

$$\frac{5}{127} \times 6 = \frac{5 \times 6}{127} = \frac{30}{127}$$

PASO DE ROSCA	1/4	1	30	127	A
Paso del husillo	30/127	4	127	120	B

Calcularemos ahora el mismo ejemplo, reduciendo el paso de rosca a milímetros:

Reducción de la rosca a milímetros:

$$\frac{127}{5} \times \frac{1}{4} = \frac{127}{20}$$

$$\frac{\text{PASO DE ROSCA}}{\text{Paso del husillo}} = \frac{20}{6} = \frac{127}{20} : 6 = \frac{127}{120} = \frac{A}{B}$$

2.º Ejemplo. — Construir un paso de rosca de 12 hilos por pulgada en un torno con husillo patrón de 6 mm de paso.

$$\frac{5}{127} \times 6 = \frac{5 \times 6}{127} = \frac{30}{127}$$

$$\frac{\text{PASO DE ROSCA}}{\text{Paso del husillo}} = \frac{1/12}{30/127} = \frac{1}{12} : \frac{30}{127} = \frac{127}{360}$$

Descomponemos este quebrado para poder calcular el tren de cuatro ruedas:

$$\frac{127}{360} = \frac{127 \times 1}{120 \times 3}$$

La primera fracción de este nuevo quebrado representa el primer juego de ruedas = $\frac{127}{120}$

Partiendo de la segunda fracción ($\frac{1}{3}$), calcularemos el segundo juego:

$$\text{multiplicando por } 20 = \frac{20}{60} = \frac{A}{B}$$

$$\text{multiplicando por } 30 = \frac{30}{90} = \frac{A}{B}$$

$$\text{multiplicando por } 40 = \frac{40}{120} = \frac{A}{B}$$

Pudiendo utilizar cualquiera de estos tres quebrados como segundo juego de tren de cuatro ruedas (fig. 487).

3.º Ejemplo. — Se trata de tallar una rosca con paso de $3\frac{1}{4}$

hilos por pulgada en un torno cuyo husillo tiene un paso de 24 mm.

— Reducción de los milímetros a pulgadas:

$$\frac{5}{127} \times 24 = \frac{5 \times 24}{127} = \frac{120}{127}$$

$$3\frac{1}{4} \text{ es igual a } \frac{13}{4}, \text{ y ahora}$$

PASO DE ROSCA	$\frac{1}{13}$		$\frac{4}{13}$		$\frac{4}{13}$		$\frac{120}{127}$		$\frac{508}{1560}$		$\frac{A}{B}$
Paso del husillo	$\frac{120}{127}$	=	$\frac{120}{127}$	=	$\frac{4}{13}$:	$\frac{120}{127}$	=	$\frac{508}{1560}$	=	$\frac{A}{B}$

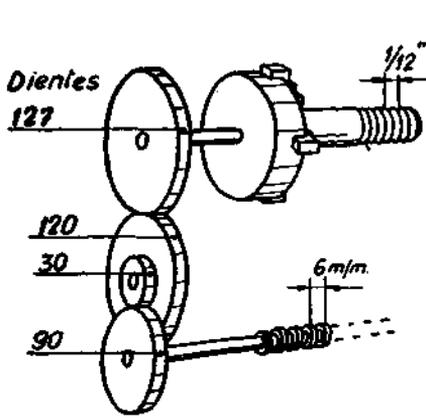


Figura 487. — Roscado en el cuarto caso con tren de cuatro ruedas (ejemplo 2.º).

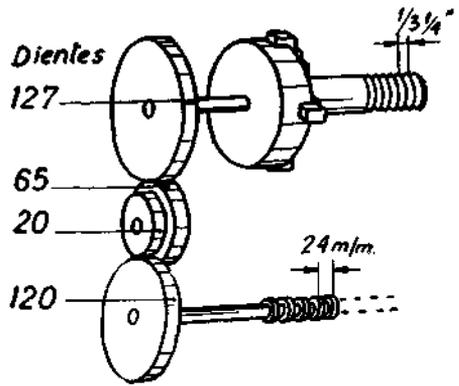


Figura 488. — Roscado en el cuarto caso con tren de cuatro ruedas (ejemplo 3.º).

Descomponiendo el quebrado:

$$\frac{508}{1560} = \frac{127}{65} \times \frac{4}{24} \text{ del que resulta como primer juego de ruedas, el quebrado } \frac{127}{65}$$

Y multiplicando por 5 obtendremos el segundo juego:

$$\frac{4}{24} = \frac{20}{120}$$

Resultando un tren: $\frac{127 \times 20}{65 \times 120} = \frac{A \times C}{B \times D}$ (fig. 488)

Prueba:

$$\text{paso} = \frac{A \times C}{B \times D} \times \text{Paso husillo}$$

$$\text{paso} = \frac{127 \times 20 \times 24}{65 \times 120} = 7,815 \text{ mm}$$

$$\text{Comprobación} = \frac{25,4}{7,815} = 3,25 \text{ hilos, o sea } 3 \frac{1}{4} \text{ hilos por pulgada}$$

4.º **Ejemplo.** — Construir un paso de rosca de 12 hilos por pulgada con un husillo patrón de 5 mm.

Reducción de los milímetros a pulgadas:

$$\frac{5}{127} \times 5 = \frac{5 \times 5}{127} = \frac{25}{127}$$

$$\begin{array}{l} \text{PASO DE ROSCA} \\ \text{Paso del husillo} \end{array} \begin{array}{l} 1/12 \\ 25/127 \end{array} = \frac{1}{12} = \frac{1}{12} : \frac{25}{127} = \frac{1 \times 127}{12 \times 25}$$

$$\begin{array}{l} 127 \quad A \\ \hline 300 \quad B \end{array}$$

Descomponemos el quebrado:

$$\frac{127}{300} = \frac{127 \times 1}{100 \times 3}$$

Multiplicando 1 y 3 por 10

$$\frac{127 \times (1 \times 30)}{100 \times (3 \times 30)} = \frac{127 \times 30}{100 \times 90} = \frac{A \times C}{B \times D}$$

Prueba:

$$\frac{127 \times 30 \times 5}{100 \times 90} = 2,1166 \text{ mm.},$$

Comprobación:

$$\frac{25,4}{2,1166} \approx 12 \text{ hilos por pulgada}$$

Calcularemos a continuación este ejemplo, reduciendo el paso a milímetros, según hemos visto anteriormente, y después sin la rueda de 127 dientes.

2.º Reducción del paso de rosca a milímetros:

$$\frac{127}{5} \times \frac{1}{12} = \frac{127}{60}$$

$$\frac{\text{PASO DE ROSCA}}{\text{Paso del husillo}} = \frac{127}{60}$$

A simple vista ya se ve que la división no dará un resultado que se pueda aplicar. Por consiguiente:

$$\frac{127}{60} \times \frac{1}{5}$$

Multiplicando la segunda fracción por 20:

$$\frac{127 \times (1 \times 20)}{60 \times (5 \times 20)} = \frac{127 \times 20}{60 \times 100} = \frac{A \times C}{B \times D}$$

Prueba:

$$p = \frac{127 \times 20 \times 5}{60 \times 100} = \frac{12700}{6000} = 2,1166 \text{ mm.}$$

3.° Calcularemos ahora un tren de ruedas en el que no intervenga la rueda de 127 dientes, utilizando las fracciones que hemos visto anteriormente.

Reemplazaremos la pulgada inglesa por su valor aproximado en forma fraccionaria, valor que permitirá la utilización de ruedas corrientes en las series con que están equipados los tornos.

Escojamos para este ejemplo la fracción $\frac{30 \times 11}{13}$, Por consiguien-

$$\text{te, el paso de rosca es igual a } = \frac{\frac{30 \times 11}{13}}{12}$$

Planteo de la división:

$$\frac{30 \times 11}{13} : 12 = \frac{30 \times 11}{13 \times 12}$$

Aplicación de la fórmula:

$$\frac{\text{PASO DE ROSCA}}{\text{Paso del husillo}} = \frac{30 \times 11}{13 \times 12} = 5$$

Planteo de la división:

$$\frac{30 \times 11}{13 \times 12} : 5 = \frac{30 \times 11}{13 \times 12} \times \frac{1}{5} = \frac{30 \times 11}{13 \times 60}$$

Multiplicando por 5 el factor 1 del primer numerador y el factor 13 del denominador:

$$\frac{30 \times (11 \times 5)}{(13 \times 5) \times 60} = \frac{30 \times 55}{65 \times 60} = \frac{A \times C}{B \times D}$$

Prueba:

$$p = \frac{30 \times 55 \times 5}{65 \times 60} = 2,1153$$

Aproximación = 13/10.000

Como usted comprenderá, este error proviene de haber utilizado una fracción que da menos aproximación que la de $\frac{127}{5}$; la cual no puede utilizarse si no se dispone de la rueda de 127 dientes.

TABLAS

En las siguientes páginas se insertan, para facilitarle su trabajo, unas tablas en las que se indican las combinaciones de ruedas a montar para efectuar roscas, en cada uno de los cuatro casos estudiados y con husillos patrón de varios pasos. Estas tablas cubren una gama de pasos a tallar que comprende desde 1 a 60 hilos por pulgada para los pasos ingleses, y de 0,5 mm. a 15 para los pasos métricos, incluyendo para los casos 3.º y 4.º, una tabla con trenes de ruedas, sin contar con la de 127 dientes.

Acaba usted de estudiar los procedimientos a seguir para el cálculo de las ruedas en los cuatro casos principales, es decir, en los que el paso a realizar, ya sea métrico o inglés, es de una dimensión exacta. Ha visto que cuando se obtiene el paso con una pequeñísima diferencia, es en los casos tercero y cuarto, es decir, cuando se han de hacer los cambios de sistema métrico a inglés o viceversa.

En la próxima lección estudiará usted la forma de calcular las ruedas para la construcción de roscas, llamadas de pasos bastardos, o sea, pasos con fracción decimal inexacta y pasos periódicos.

TABLA 31 (Continuación)

HUSILLO PATRON DE 8 MM. DE PASO										HUSILLO PATRON DE 10 MM. DE PASO													
PASO mm.	Ruedas Conductoras			PASO mm.	Ruedas Conducidas			PASO mm.	Conductoras			PASO mm.	Ruedas Conducidas			PASO mm.	Conductoras			PASO mm.	Ruedas Conducidas		
	A	C	D		B	C	D		A	B	C		A	B	C		D	A	B		C	D	
0.50	20	25	100	80	5.50	55	—	80	—	—	0.50	20	30	120	100	5.50	55	—	100	—	—		
0.75	25	30	100	80	6	60	—	80	—	—	0.75	20	30	80	100	6	60	—	100	—	—		
1	20	50	100	80	6.50	65	—	80	—	—	1	30	50	150	100	6.50	65	—	100	—	—		
1.25	45	25	90	80	7	70	—	80	—	—	1.25	40	25	80	100	7	70	—	100	—	—		
1.50	20	75	100	80	7.50	75	—	80	—	—	1.50	40	30	80	100	7.50	75	—	100	—	—		
1.75	45	35	90	80	8	40	70	35	80	—	1.75	40	35	80	100	8	80	—	100	—	—		
2	20	—	80	—	8.50	85	—	80	—	—	2	20	—	100	—	8.50	85	—	100	—	—		
2.25	50	45	100	80	9	90	—	80	—	—	2.25	20	45	80	100	9	90	—	100	—	—		
2.50	25	—	80	—	9.50	95	—	80	—	—	2.50	25	—	100	—	9.50	95	95	90	100	—		
2.75	45	55	90	80	10	100	—	80	—	—	2.75	40	55	80	100	10	80	50	40	100	—		
3	30	—	80	—	10.50	105	—	80	—	—	3	30	—	100	—	10.50	105	—	100	—	—		
3.25	45	65	90	80	11	110	—	80	—	—	3.25	40	65	80	100	11	110	—	100	—	—		
3.50	35	—	80	—	11.50	115	—	80	—	—	3.50	35	—	100	—	11.50	115	—	100	—	—		
3.75	45	75	90	80	12	120	—	80	—	—	3.75	30	75	60	100	12	120	—	100	—	—		
4	40	—	80	—	12.50	125	—	80	—	—	4	40	—	100	—	12.50	125	50	75	30	100		
4.25	45	65	90	80	13	130	—	80	—	—	4.25	40	85	80	100	13	65	—	50	—	—		
4.50	45	—	80	—	13.50	135	—	80	—	—	4.50	45	—	100	—	13.50	60	90	40	100	—		
4.75	45	95	90	80	14	70	—	40	—	—	4.75	45	95	90	100	14	70	—	50	—	—		
5	50	—	80	—	14.50	145	—	80	—	—	5	50	—	100	—	14.50	55	60	35	65	—		
5.25	45	105	90	80	15	75	—	40	—	—	5.25	45	105	90	100	15	75	—	50	—	—		

CASO 1.º : PASO A TALLAR EN mm. CON HUSILLO PATRON DE PASO TAMBIEN EN mm.
Trenes de ruedas a utilizar **TABLA 31**

HUSILLO PATRON DE 5 MM. DE PASO										HUSILLO PATRON DE 6 MM. DE PASO													
PASO mm.		Ruedas Conductoras			Ruedas Conducidas			PASO mm.		Ruedas Conductoras			Ruedas Conducidas			PASO mm.		Ruedas Conductoras			Ruedas Conducidas		
A	C	B	D	A	C	B	D	A	C	B	D	A	C	B	D	A	C	B	D	A	C	B	D
0.5	20	25	50	100	45	110	90	50	5.50	20	25	100	60	55	—	60	—	—	—	—	—	—	—
0.75	25	30	50	100	60	—	50	—	6	25	30	100	60	50	120	100	60	—	—	—	—	—	—
1	30	20	60	50	65	—	50	—	6.50	20	50	100	60	65	—	60	—	—	—	—	—	—	—
1.25	30	25	60	50	60	35	30	50	7	25	40	80	60	70	—	60	—	—	—	—	—	—	—
1.50	20	75	100	50	25	60	20	50	7.50	20	75	100	60	75	—	60	—	—	—	—	—	—	—
1.75	30	35	60	50	60	40	30	50	8	25	35	50	60	80	—	60	—	—	—	—	—	—	—
2	20	—	50	—	40	85	20	100	2	20	—	60	—	35	85	70	30	—	—	—	—	—	—
2.25	30	45	60	50	60	45	30	50	2.25	25	45	50	60	90	—	60	—	—	—	—	—	—	—
2.50	25	—	50	—	50	95	25	100	2.50	25	—	60	—	95	—	60	—	—	—	—	—	—	—
2.75	30	60	55	50	40	100	80	25	2.75	25	55	50	60	100	—	60	—	—	—	—	—	—	—
3	30	—	50	—	30	35	40	50	3	30	—	60	—	40	105	80	30	—	—	—	—	—	—
3.25	40	65	80	50	60	55	30	50	3.25	25	65	50	60	110	—	60	—	—	—	—	—	—	—
3.50	35	—	50	—	50	115	100	25	3.50	35	—	60	—	50	115	100	30	—	—	—	—	—	—
3.75	30	75	60	50	40	60	80	50	3.75	25	75	50	60	120	—	60	—	—	—	—	—	—	—
4	40	—	50	—	50	75	60	25	4	40	—	60	—	50	75	30	60	—	—	—	—	—	—
4.25	40	85	80	50	65	—	25	—	4.25	25	85	50	60	130	—	60	—	—	—	—	—	—	—
4.50	45	—	50	—	45	75	25	50	4.50	45	—	60	—	30	90	20	60	—	—	—	—	—	—
4.75	40	95	80	50	60	70	30	50	4.75	40	95	80	60	40	70	20	60	—	—	—	—	—	—
5	40	100	80	50	50	145	100	25	5	50	—	60	—	50	145	100	30	—	—	—	—	—	—
5.25	40	105	80	50	50	150	100	25	5.25	40	105	80	60	50	75	125	60	—	—	—	—	—	—

TABLA 32 (Continuación)

PASO hilos 1"	HUSILLO PATRON DE PASO 6 HILOS/1"						PASO hilos 1"	HUSILLO PATRON DE PASO 5 HILOS/1"									
	Ruedas			Ruedas				Ruedas			Ruedas						
	Conductoras	C	B D	Conductoras	C	B D		Conductoras	C	B D	Conductoras	C	B D				
60	20	40	80 100	15	30	—	75	—	60	25	20	60 100	15	25	50	50 75	
48	25	30	80 75	14	30	—	70	—	48	20	25	60 80	14	25	—	70	—
40	20	45	80 75	13	30	—	65	—	40	20	50	80 100	13	25	—	65	—
36	20	45	60 90	12	30	—	60	—	36	20	50	80 90	12	25	—	60	—
32	20	75	100 80	11	30	—	55	—	32	25	20	40 80	11	25	—	55	—
30	20	—	100	10	30	—	50	—	30	25	30	60 75	10	25	—	50	—
28	20	30	40 70	9	30	—	45	—	28	20	50	80 70	9	25	—	45	—
26	20	75	100 65	8	30	—	40	—	26	25	50	65 100	8	25	—	40	—
25	20	50	45 75	7	30	—	35	—	25	20	—	100	7	25	—	35	—
24	25	50	30 60	6	30	70	60 35	—	24	25	50	60 100	6	25	—	30	—
22	25	50	30 55	5	60	—	50	—	22	25	40	55 80	5	25	60	50 30	—
20	30	—	100	4	45	—	30	—	20	25	—	100	4	50	—	40	—
19	30	—	95	3	60	—	30	—	19	25	—	95	3	50	—	30	—
18	30	—	90	2	60	50 40	25	—	18	25	—	90	2	50	60	30 40	—
16	30	—	80	1	60	100	50 20	—	16	25	—	80	1	50	60	30 20	—

CASO 2.º: PASO A TALLAR EN PULGADAS CON HUSILLO PATRON DE PASO TAMBIEN EN PULGADAS Trenes de ruedas a utilizar **TABLA 32**

PASO hilos 1"	HUSILLO PATRON DE PASO 4 HILOS/1"										HUSILLO PATRON DE PASO 3 HILOS/1"									
	Ruedas Conductoras Conducidas					PASO hilos 1"	Ruedas Conductoras Conducidas					PASO hilos 1"	Ruedas Conductoras Conducidas							
	A	C	B	D			A	C	B	D			A	C	B	D				
60	20	30	75	120	15	20	—	75	—	60	20	30	100	120	15	20	50	50	60	
48	20	30	60	120	14	20	—	70	—	48	20	30	80	120	14	25	30	50	70	
40	20	30	60	100	13	20	—	65	—	40	20	30	80	100	13	25	30	50	65	
36	20	50	100	90	12	20	—	60	—	36	20	30	80	90	12	30	—	120	—	
32	20	60	30	80	11	20	—	55	—	32	30	25	80	100	11	30	—	110	—	
30	20	50	75	100	10	20	—	50	—	30	20	60	100	120	10	30	—	100	—	
28	20	40	70	80	9	20	—	45	—	28	20	30	70	80	9	30	—	90	—	
26	20	50	65	100	8	20	—	40	—	26	20	30	65	80	8	30	—	80	—	
25	20	50	40	100	7	20	—	35	—	25	20	30	50	100	7	30	—	70	—	
24	20	—	120	—	6	20	—	30	—	24	20	30	40	120	6	30	—	60	—	
22	20	40	55	80	5	40	—	50	—	22	20	30	40	110	5	30	—	50	—	
20	20	—	100	—	4	40	100	80	50	20	20	30	40	100	4	30	—	40	—	
19	20	—	95	—	3	40	—	30	—	19	30	25	50	95	3	40	100	80	50	
18	20	—	90	—	2	60	—	30	—	18	20	30	40	90	2	60	—	40	—	
16	20	—	80	—	1	60	70	30	35	16	20	30	40	80	1	60	70	40	35	

TABLA 33 (Continuación)

HUSILLO PATRON DE 6 HILOS/1"										HUSILLO PATRON DE 5 HILOS/1"																																																																																																																																																																																																																																																																																							
PASO					Ruedas					PASO					Ruedas																																																																																																																																																																																																																																																																																		
mm.					Conductoras					Conducidas					mm.					Conductoras					Conducidas																																																																																																																																																																																																																																																																								
A	C	B	D		A	C	B	D		A	C	B	D		A	C	B	D		A	C	B	D		A	C	B	D																																																																																																																																																																																																																																																																					
0.50	20	75	100	127	4.25	45	85	30	127	0.50	30	25	60	127	4.25	50	85	40	127	0.75	40	45	80	127	0.75	25	30	40	127	4.50	50	90	40	127	1	30	—	—	—	1	25	—	—	127	4.75	50	95	40	127	1.25	25	75	50	127	5	45	100	30	127	1.25	25	50	40	127	5	50	100	40	127	1.50	45	—	—	127	5.25	45	105	30	127	1.50	25	60	40	127	5.25	50	105	40	127	1.75	45	35	30	127	5.50	45	110	30	127	1.75	35	50	40	127	5.50	50	110	40	127	2	45	40	30	127	6	45	120	30	127	2	50	—	—	127	6	50	120	40	127	2.25	45	60	40	127	6.50	60	65	20	127	2.25	45	50	40	127	6.50	65	100	40	127	2.50	45	50	30	127	7	60	70	20	127	2.50	25	100	40	127	7	70	75	30	127	2.75	60	55	40	127	7.50	50	90	20	127	2.75	50	55	40	127	7.50	75	100	40	127	3	45	60	30	127	8	60	80	20	127	3	50	60	40	127	8	75	80	30	127	3.25	60	65	40	127	8.50	60	85	20	127	3.25	50	65	40	127	8.50	75	85	30	127	3.50	35	90	30	127	9	60	90	20	127	3.50	25	105	30	127	9	75	90	30	127	3.75	45	75	30	127	9.50	60	95	20	127	3.75	50	75	40	127	9.50	75	95	30	127	4	60	80	40	127	10	60	100	20	127	4	50	80	40	127	10	75	100	30	127

CASO 3.º: PASO A TALLAR EN mm. CON HUSILLO PATRON EN PULGADAS

Trenes de ruedas a utilizar (con ruedas de 127 dientes)

TABLA 33

PASO mm.	HUSILLO PATRON DE 3 HILOS/1"										HUSILLO PATRON DE 4 HILOS/1"											
	Ruedas Conductoras					PASO mm.	Ruedas Conducidas					Ruedas Conductoras					PASO mm.	Ruedas Conducidas				
	A	C	B	D			A	C	B	D		A	C	B	D			A	C	B	D	
0.50	20	45	120	127	5.50	55	45	30	127	0.50	20	50	100	127	5.50	60	55	30	127			
0.75	25	45	100	127	6	45	60	30	127	0.75	20	75	100	127	6	60	50	25	127			
1	25	30	50	127	6.50	60	65	40	127	1	20	—	—	127	6.50	65	50	25	127			
1.25	25	60	80	127	7	60	70	40	127	1.25	25	—	—	127	7	35	120	30	127			
1.50	30	45	60	127	7.50	50	90	40	127	1.50	30	—	—	127	7.50	60	100	40	127			
1.75	35	60	80	127	8	60	70	35	127	1.75	50	70	100	127	8	40	100	25	127			
2	30	—	—	127	8.50	60	85	40	127	2	40	—	—	127	8.50	60	85	30	127			
2.25	30	45	40	127	9	60	90	40	127	2.25	45	—	—	127	9	60	120	40	127			
2.50	30	75	60	127	9.50	45	95	30	127	2.50	50	—	—	127	9.50	50	95	25	127			
2.75	30	110	80	127	10	60	75	30	127	2.75	55	—	—	127	10	50	100	25	127			
3	45	—	—	127	—	—	—	—	—	3	60	—	—	127	10.50	60	105	30	127			
3.25	30	65	40	127	—	—	—	—	—	3.25	65	—	—	127	11	60	110	30	127			
3.50	35	60	40	127	—	—	—	—	—	3.50	60	35	30	127	11.50	60	115	30	127			
3.75	45	50	40	127	12	45	120	30	127	3.75	60	50	40	127	12	60	120	30	127			
4	60	—	—	127	12.50	75	50	20	127	4	60	40	30	127	12.50	60	125	30	127			
4.25	45	85	60	127	13	65	105	35	127	4.25	85	—	—	127	13	60	130	30	127			
4.50	45	75	50	127	13.50	45	135	30	127	4.50	60	45	30	127	13.50	60	135	30	127			
4.75	45	95	60	127	14	70	90	30	127	4.75	95	—	—	127	14	70	120	30	127			
5	50	60	40	127	—	—	—	—	—	5	60	50	30	127	—	—	—	—	—			
—	—	—	—	—	15	45	100	20	127	5.25	60	70	40	127	15	75	80	20	127			

PASO A TALLAR EN mm. CON HUSILLO PATRON EN PULGADAS
 Trenes de ruedas a utilizar (sin ruedas de 127 dientes)

TABLA 34

HUSILLO PATRON DE 6 HILOS/1"										HUSILLO PATRON DE 4 HILOS/1"									
PASO mm.	Ruedas Conductoras				PASO mm.	Ruedas Conductoras				PASO mm.	Ruedas Conductoras				PASO mm.	Ruedas Conductoras			
	A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D
1	20	65	100	55	6	60	65	35	50	0.50	20	65	110	150	6	20	65	55	25
1.50	30	65	100	55	6.50	55	95	40	85	0.75	30	65	110	150	6.50	65	130	150	55
2	30	65	55	75	7	55	115	85	45	1	20	65	110	75	7	50	75	85	40
2.50	25	65	55	50	7.50	65	105	55	70	1.25	35	45	100	80	7.50	45	105	80	50
3	45	65	35	75	8	55	110	40	80	1.50	30	65	75	110	8	35	45	25	50
3.50	50	55	95	35	8.50	55	115	45	70	1.75	25	75	80	85	8.50	55	115	105	45
4	40	65	55	50	9	55	115	35	85	2	20	65	75	55	9	60	65	25	110
4.50	55	115	85	70	9.50	80	120	95	45	2.25	45	65	110	75	9.50	50	110	105	35
5	45	105	80	50	10	45	105	40	50	2.50	35	45	50	80	10	35	45	25	40
5.50	40	95	45	65	—	—	—	—	—	2.75	45	90	110	85	10.50	55	115	85	45
										3	30	65	75	55	11	65	70	75	35
										3.25	65	130	75	55	11.50	35	110	85	25
										3.50	50	75	80	85	12	45	105	100	25
										3.75	45	105	100	80	12.50	40	80	65	25
										4	45	70	50	100	13	100	115	95	65
										4.25	55	115	90	105	13.50	55	115	85	35
										4.50	45	65	75	55	14	65	95	70	40
										4.75	25	105	110	35	14.50	60	100	75	35
										5	45	70	50	80	15	45	105	80	25
										5.50	45	90	85	55	—	—	—	—	—

CASO 4.º: PASO A TALLAR EN PULGADAS
 CON HUSILLO PATRÓN EN mm.

Trenes de ruedas a utilizar
 (Con rueda de 127 dientes)

TABLA 35

HUSILLO PATRÓN DE 5 MM DE PASO													
PASO hilos 1"	Ruedas						PASO hilos 1"	Ruedas					
	Conductoras			Conducidas				Conductoras			Conducidas		
	A	C	E	B	D	F		A	C	E	B	D	F
60	20	25	127	100	150	50	16	30	127	—	80	150	—
48	20	25	127	120	100	50	14	30	127	—	70	150	—
44	20	30	127	110	180	50	13	30	127	—	65	150	—
40	20	30	127	100	120	50	12	30	127	—	60	150	—
36	20	30	127	120	90	50	11	30	127	—	55	150	—
32	20	30	127	80	120	50	10	30	127	—	50	150	—
30	30	30	127	75	120	50	9	30	127	—	45	150	—
28	20	30	127	70	120	50	8	30	127	—	40	150	—
26	20	127	—	130	100	—	7	30	127	—	35	150	—
25	20	127	—	125	100	—	6	30	127	—	90	50	—
24	20	127	—	120	100	—	5	30	127	—	75	50	—
22	20	127	—	110	100	—	4	20	127	—	40	50	—
20	30	127	—	150	100	—	3	40	127	—	60	50	—
19	30	127	—	95	150	—	2	60	127	—	40	75	—
18	30	127	—	90	150	—	1	60	127	—	20	75	—

HUSILLO PATRÓN DE 6 MM DE PASO													
PASO hilos 1"	Ruedas						PASO hilos 1"	Ruedas					
	Conductoras			Conducidas				Conductoras			Conducidas		
	A	C	E	B	D	f		A	C	E	B	D	F
60	20	25	127	150	100	60	16	20	127	—	80	120	—
48	20	25	127	120	100	60	14	20	127	—	70	120	—
44	20	30	127	110	120	60	13	20	127	—	65	120	—
40	20	30	127	100	100	60	12	20	127	—	60	120	—
36	20	30	127	100	90	60	11	20	127	—	55	120	—
32	20	30	127	80	100	60	10	20	127	—	50	120	—
30	20	30	127	75	100	60	9	20	127	—	45	120	—
28	20	30	127	70	120	60	8	20	127	—	40	120	—
26	20	127	—	130	120	—	7	20	127	—	35	120	—
25	20	127	—	125	120	—	6	20	127	—	30	120	—
24	20	127	—	120	120	—	5	40	127	—	50	120	—
22	20	127	—	110	120	—	4	30	127	—	40	90	—
20	20	127	—	95	120	—	3	(0		—	30	120	—
19	20	127	—	95	120	—	2	60	127	—	40	90	—
18	20	127	—	90	120	—	1	60	127	—	20	90	—

TABLA 35 (Continuación)

PASC hilos 1"	HUSILLO PATRÓN DE 8MM. DE PASO												
	Ruedas						PASA hilos 1"	Ruedas					
	Conductoras			Conducidas				Conductoras			Conducidas		
A	C	E	B	D	F	1"	A	C	E	B	D	F	
40	20	127	30	120	100	80	13	20	127	—	130	80	—
38	20	127	35	120	25	80	12	20	127	—	120	80	—
36	20	127	30	120	90	80	11	20	127	—	110	80	—
32	25	127	35	100	140	80	10	20	127	—	100	80	—
30	20	127	30	120	75	80	9	20	127	—	90	80	—
28	20	127	30	120	70	80	8	25	127	—	100	80	—
26	20	127	30	120	65	80	7	40	127	—	140	80	—
24	20	127	30	120	60	80	6	40	127	—	120	80	—
22	20	127	30	120	55	80	5	40	127	—	100	80	—
20	20	127	30	100	50	80	4	45	127	—	90	80	—
19	20	127	30	95	60	80	3	40	127	—	60	80	—
18	20	127	30	120	45	80	2	45	127	—	90	40	—
16	20	127	30	120	40	80	1	40	127	—	20	80	—
14	20	127		140	80								
			"			"							

PASO hilos 1"	HUSILLO PATRÓN DE 10 MM DE PASO												
	Ruedas						PASO hilos 1"	Ruedas					
	Conductoras			Conducidas				Conductoras			Conducidas		
A	C	E	B	D	F	1"	A	C	E	B	D	F	
32	20	30	127	80	120	100	12	20	127		120	100	—
30	20	30	127	75	120	100	11	20	127	—	110	100	—
28	20	30	127	70	120	100	10	25	127	—	125	100	—
26	20	30	127	65	120	100	9	20	127	—	120	100	—
24	20	30	127	60	120	100	8	20	127	—	80	100	—
22	20	30	127	55	120	100	7	20	127		70	100	—
20	20	30	127	50	120	100	6	20	127		60	100	—
19	20	30	127	95	60	100	5	20	127		50	100	—
18	20	30	127	20	60	100	4	20	127		40	100	—
16	20	30	127	80	60	100	3	20	127		30	100	—
14	20	127	—	140	100	—	2	50	127		40	125	—
13	20	127	—	130	100	—	1	50	127		25	100	—

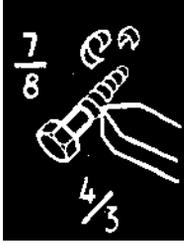
PASO A TALLAR EN PULGADAS CON HUSILLO PATRON EN mm.
 Trenes de ruedas a utilizar (sin ruedas de 127 dientes)

TABLA 36

HUSILLO PATRON DE 5 MM. DE PASO										HUSILLO PATRON DE 6 MM. DE PASO									
PASO hilos 1"	Ruedas Conductoras Conducidas				PASO hilos 1"	Ruedas Conductoras Conducidas				PASO hilos 1"	Ruedas Conductoras Conducidas				PASO hilos 1"	Ruedas Conductoras Conducidas			
	A	C	B	D		A	C	B	D		A	C	B	D		A	C	B	D
60	20	40	90	105	15	22	50	50	65	60	20	45	85	150	—	—	—	—	
48	20	50	90	105	14	35	70	90	75	48	25	45	85	150	14	45	85	110	115
40	20	50	75	105	13	25	75	80	60	40	20	50	90	105	13	45	55	80	95
36	20	45	75	85	12	40	50	45	105	36	20	75	85	150	12	45	50	85	75
32	20	50	90	70	11	50	85	80	115	32	25	50	90	105	11	45	65	80	95
—	—	—	—	—	10	50	95	85	110	—	—	—	—	—	10	40	100	90	105
28	35	70	90	150	9	85	95	110	130	28	20	45	70	85	9	70	85	110	115
26	25	75	80	120	8	40	75	45	105	26	20	45	65	85	8	50	100	90	105
25	40	80	105	150	7	21	70	45	45	25	20	40	45	105	7	35	90	110	115
24	20	100	90	105	6	80	100	90	105	24	25	45	85	75	6	85	105	110	115
22	25	85	80	115	5	95	100	85	110	22	20	45	55	85	5	80	100	90	105
20	25	95	85	110	4	40	150	105	45	20	20	50	45	105	4	105	120	85	140
19	25	50	85	55	3	80	100	45	105	19	35	105	55	75	3	85	105	55	115
18	30	40	85	50	2	50	80	45	35	18	35	85	110	115	2	45	100	85	25
16	40	100	90	140	1	35	80	100	45	16	25	100	90	105	1	75	120	85	25

TABLA 36 (Continuación)

HUSILLO PATRON DE 8 MM. DE PASO										HUSILLO PATRON DE 10 MM. DE PASO									
PASO hilos 1"	Ruedas Conductoras			PASO hilos 1"	Ruedas Conductoras			PASO hilos 1"	Ruedas Conductoras			PASO hilos 1"	Ruedas Conductoras			PASO hilos 1"	Ruedas Conductoras		
	A	B	D		A	B	D		A	B	D		A	B	D		A	B	D
60	20	25	105	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
48	20	40	105	115	14	20	70	65	95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
40	30	50	135	140	13	30	90	85	130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
36	25	55	130	120	12	25	100	90	105	36	25	55	150	130	12	20	100	90	105
32	25	75	140	135	11	30	90	110	85	32	20	50	90	140	11	25	85	115	80
—	—	—	—	—	10	40	100	90	140	—	—	—	—	—	10	25	95	85	110
28	20	70	95	130	9	45	50	85	75	28	30	55	130	140	9	30	60	85	75
26	30	45	85	130	8	25	100	70	90	26	20	65	95	140	8	40	90	100	140
25	20	50	75	105	7	35	70	90	60	25	20	40	105	75	7	55	60	130	70
24	25	75	105	135	6	50	100	90	105	24	20	50	90	105	6	40	100	90	105
22	30	45	110	85	5	40	75	45	105	22	30	50	130	100	5	50	95	85	110
20	20	50	70	90	4	50	150	90	105	20	20	100	105	150	4	40	75	105	45
19	30	45	85	95	3	60	105	70	85	19	25	50	85	110	3	40	100	105	45
18	25	90	85	150	2	100	150	105	90	18	20	90	85	150	2	40	100	70	45
16	25	100	90	140	1	100	150	105	45	16	20	50	90	70	1	80	100	70	45



matemáticas para tornero

LECCIÓN

15

ÁREA DEL TRAPECIO

Fíjese en el trapecio de la figura 73; b y b' son las bases de dicho trapecio y h es la altura. El **área de un trapecio es igual al producto de la mitad de la suma de las bases por la altura.**

Sirva de ejemplo un trapecio isósceles de 8 metros de altura h y que sus bases b y b' miden, respectivamente, 16 y 20 metros.

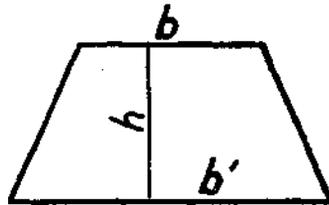


Figura 73

$$\text{Semisuma} = \frac{16 + 20}{2} = \frac{36}{2} = 18$$

$$\text{Multiplicación por la altura} = 18 \times 8 = 144 \text{ m.}^2$$

Sabiendo que con la letra S se llama al área, con las letras b, b' a las bases y con la letra h a la altura, se tiene la fórmula:

$$b + b'$$

Área del trapecio: $S = \frac{b + b'}{2} h$, que se lee: **el área del trapecio**

es igual a la suma de las bases dividida por 2 y multiplicada por la altura.

ÁREA DEL PARALELOGRAMO

El área del paralelogramo es igual a su base por su altura. Así, para hallar el área del paralelogramo de la figura 74, se multiplica lo que mide **b** por lo que mide **h**.

Ejemplo:

Una pieza tiene una de sus caras de forma de paralelogramo de 250 milímetros de base por 35 de altura. ¿Cuánto mide la superficie de esta cara?

El área de la superficie es:

$$250 \times 35 = 8750 \text{ mm}^2$$

o, lo que es lo mismo, $87'5 \text{ cm}^2$, puesto que ya es sabido que un centímetro cuadrado vale 100 mm^2 y, por lo tanto, $8750 : 100 = 87'5 \text{ cm}^2$.

Así, pues, siendo **b** la base y **h** la altura, la fórmula es:

Área del paralelogramo: $S = b \times h$, que se lee: **el área del paralelogramo es igual al producto de la base por la altura.**



Figura 74

ÁREA DEL RECTÁNGULO

El área del rectángulo es igual al producto de su base por la altura, es decir, el producto de sus lados contiguos (fig. 75).

Ejemplo:

La figura 75 representa una



Figura 75

plancha rectangular de 5 metros de ancho y 6'5 metros de largo. Su superficie mide:

$$6'5 \times 1'5 = 9'75 \text{ m.}^2$$

Llamando b a la base y h a la altura, queda establecida la fórmula:

$$\text{Área del rectángulo: } S = b \times h$$

que se lee: **el área del rectángulo es igual a la base multiplicada por la altura.**

DIAGONALES DE UN POLÍGONO

Si en un polígono se traza un segmento que una dos vértices no consecutivos, este segmento es una **diagonal** del polígono. En el polígono de la figura 76 se han trazado las diagonales que unen los vértices AC, AD y AE y en la figura 77 se han trazado las diagonales que unen los vértices BF, BE y BD del mismo polígono.

Debe tenerse en cuenta que los vértices que une una diagonal han

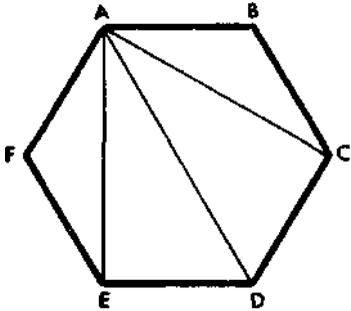


Figura 76

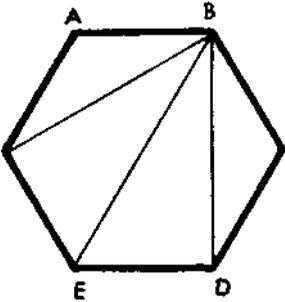


Figura 77

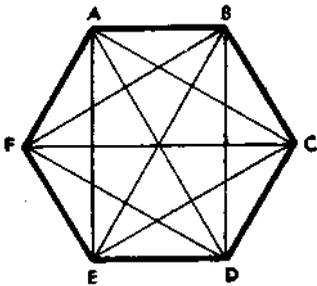


Figura 78

de ser no consecutivos. Fijese en la figura 78; en dicha figura se han trazado todas las diagonales del mismo polígono de las figuras 76 y 77.

Se le explica ahora qué se entiende por diagonales de un polígono

para que pueda comprender perfectamente el procedimiento de hallar el área de un rombo, así como para que tenga pleno conocimiento de dicho elemento del polígono.

ÁREA DEL ROMBO

El área del rombo es igual a la mitad del producto de lo que miden sus dos diagonales. Las diagonales del rombo de la figura 79 son d y d' .

Ejemplo:

Hallar el área de la sección de una pieza en forma de rombo, cuyas diagonales miden 20 y 32 mm., respectivamente.

$$\frac{20 \times 32}{2} = \frac{640}{2} = 320 \text{ mm.}^2$$

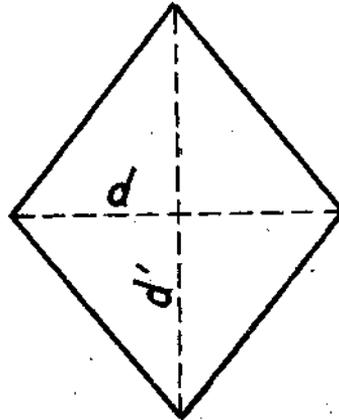


Figura 79

Si las diagonales se designan con las letras d y d' , la fórmula es:

$$\text{Área del rombo. } S = \frac{d \times d'}{2}, \text{ es decir, el área de un rombo es}$$

igual al producto de sus diagonales divididas por 2.

ÁREA DEL CUADRADO

El área del cuadrado se calcula multiplicando por sí misma la medida del lado,

Sirva de ejemplo el cálculo del área de un cuadrado de 11 metros de lado.

Se multiplica por sí mismo el lado:

$$11 \times 11 = 121 \text{ m}^2$$

La fórmula para calcular el área de un cuadrado, llamando l al lado, es:

Área del cuadrado: $S = l^2$, que se lee, **el área del cuadrado es igual al cuadrado del lado, es decir, al producto de multiplicar el lado por sí mismo.**

ÁREA DE UN POLÍGONO REGULAR CUALQUIERA CONOCIENDO SU APOTEMA Y SU PERÍMETRO

Fíjese en las figuras 80, 81 y 82 y comprenderá la siguiente definición: **se llama apotema a la perpendicular trazada desde el centro del polígono regular a alguno de sus lados.** Interesa que usted conozca

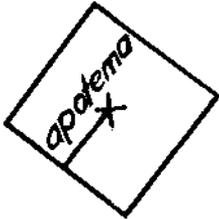


Figura 80

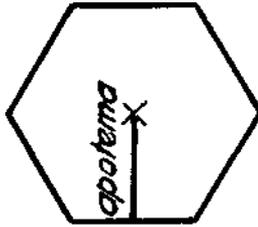


Figura 81



Figura 82

esta definición, puesto que si usted sabe lo que mide el apotema y el perímetro de un polígono regular, puede hallar su área multiplicando el apotema por el perímetro y dividiendo el producto por 2.

Ejemplo:

Calcular el área de un pentágono cuyo lado mide 5'2 metros y su apotema 3'50 metros.

Ante todo debe conocerse su perímetro:

Un pentágono tiene cinco lados y cada lado mide 5'2; por lo tanto el perímetro tendrá:

$$5'2 \times 5 = 26 \text{ metros}$$

$$\text{Área} = \frac{26 \times 3'50}{2} = 45'50 \text{ mm}$$

Representando con la letra **p** el perímetro y con la letra **a** el apotema, la fórmula para el cálculo del área de un polígono regular cualquiera es:

$$\text{Área del polígono regular: } S = \frac{p \times a}{2}, \text{ lo que es lo mismo,}$$

el área del polígono regular es igual a la mitad del producto del perímetro por el apotema.

ÁREA DE UN POLÍGONO CUALQUIERA

Vea la figura 83 y fíjese en la forma de descomponer un polígono en triángulos por medio de sus diagonales desde un vértice. Esta es la forma de proceder con un polígono cualquiera para hallar su área.

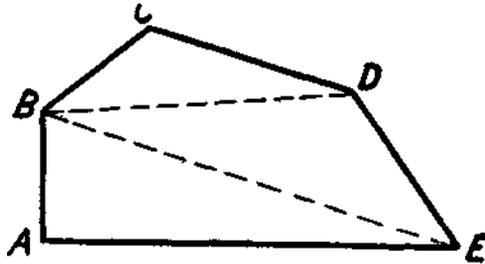


Figura 83

Una vez descompuesto el polígono en triángulos, se busca el área de cada uno de los triángulos y la suma será igual al área del polígono.

En determinados casos el cálculo del área de una figura poligonal es más simple, más fácil, si se descompone en triángulos y cuadriláteros solamente. Sobre esto no se puede dar ninguna regla fija y ha de ser usted quien ha de pensar cómo será más oportuno operar cuando haya de resolver el problema que se le presente. Los ejemplos siguientes servirán como orientación y aclaración a tal respecto.

Ejemplo:

Se ha de calcular el área del polígono de la figura 84. Para este cálculo se puede descomponer según se indica en la figura 85 o según se indica en la figura 86.

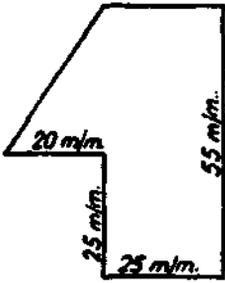


Figura 84

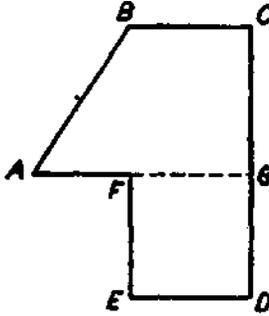


Figura 85

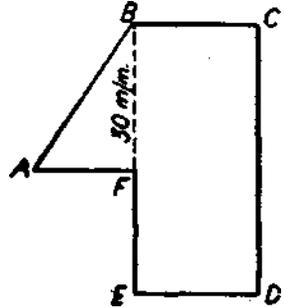


Figura 86

En el primer caso, en el de la figura 85, el área será la suma del cuadrado DEFG y del trapecio ABCG.

Ya recuerda cómo se halla el área del cuadrado y del trapecio:

Compruebe usted que, según se indica en la figura al lado del cuadrado mide 25 mm.

Área del cuadrado DEFG = $25^2 = 625 \text{ mm}^2$.

La base menor BC del trapecio mide 25 mm y la base mayor AG 45 mm.

$$\text{Área del trapecio ABCG} = \frac{25 + 45}{2} \times 30 = \frac{70}{2} \times 30 = 35 \times 30 = 1050$$

El área total de la figura es, pues, $625 + 1050 = 1675 \text{ mm}^2$.

Por el segundo procedimiento, por el de la figura 86, el área será igual al área del triángulo rectángulo **ABF** más el área del rectángulo **BCDG**. Ya sabe cómo se opera en uno y otro caso.

El cateto **FA** mide 20 mm y el cateto FB, 30; ya que $55 - 25 = 30$. Así, pues,

$$\text{Área del triángulo ABF} = \frac{20 \times 30}{2} = 300 \text{ mm}^2$$

Recuerde que el lado GD mide 25 mm y el lado CD, 55. Por lo tanto:

Área del rectángulo BCDG $25 \times 55 = 1375 \text{ mm}^2$.

Compruebe que por este procedimiento de la figura 86 se obtiene el mismo resultado que por el procedimiento de la figura anterior.

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 16



practica torneado

LECCIÓN

3

EJEMPLO N.º 3

En esta lección usted estudiará el mecanizado de una pieza cuyas dimensiones y forma hacen necesario el uso de la luneta fija. Observe en la figura 21 el croquis de dicha pieza y tenga en cuenta que para la construcción de la misma se ha de partir de un trozo de barra de acero de calidad F-5 ($R = 60 \text{ kg/mm}^2$) y de las dimensiones: $\varnothing = 80$ y longitud = 395. La tolerancia es la general: en este caso $\pm 0,1 \text{ mm}$.

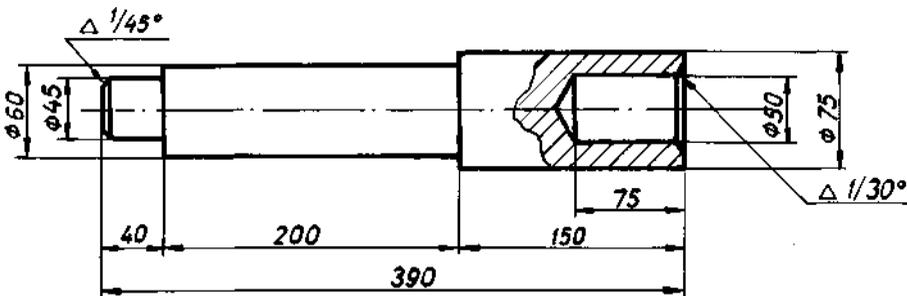


Figura 21 Material: Acero F-5

CONSTRUCCIÓN DE LOS PUNTOS DE CENTRAJE DE LA PIEZA

La pieza habrá de colocarse entre plato y punto para poder efectuar en sus dos extremos las zonas de apoyo para la luneta, por consiguiente, antes se efectuarán los puntos de centrado de la pieza.

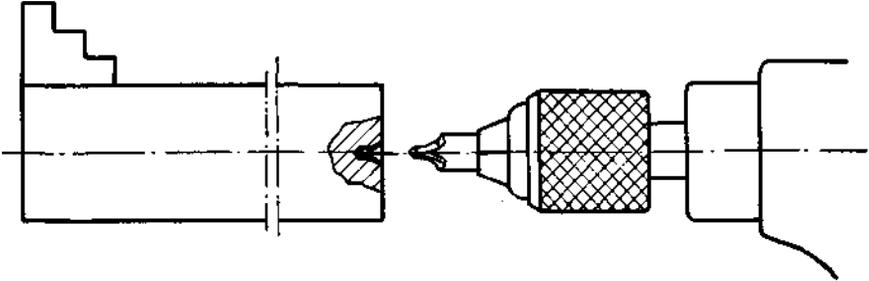


Figura 22

Se monta la pieza fuertemente en el plato universal y se coloca en la contrapunta un portabrocas con una broca de centrar (fig. 22). Se pone el torno en marcha y se comprueba el «salto» existente en el extremo opuesto al plato. Si es mucho, cosa muy fácil debido a la longitud de la pieza y a estar sin mecanizar la parte fijada al plato, se para la máquina, se golpea el extremo de la pieza, se vuelve a poner en marcha y se comprueba de nuevo.

Centrada la pieza con un salto aceptable (1 mm como máximo para este caso), se acerca el contrapunto, se fija y se procede al mecanizado del punto de centrado de la forma representada en la figura 22.

De igual forma se operará para el mecanizado del centro del otro extremo de la pieza.

MECANIZADO DE LOS APOYOS PARA LA LUNETAS

Seguidamente, se retira el vastago de la contrapunta por medio del volante y se extrae el portabrocas, sustituyéndolo por el punto. Se acerca el vastago con el punto y se fija. Por último, se coloca la herramienta para efectuar la operación de la figura 23.

Se darán dos pasadas, una de desbaste y otra fina, puesto que la superficie debe quedar lo más pulida posible. De la misma forma se efectuará el mecanizado del otro apoyo (fig. 24).

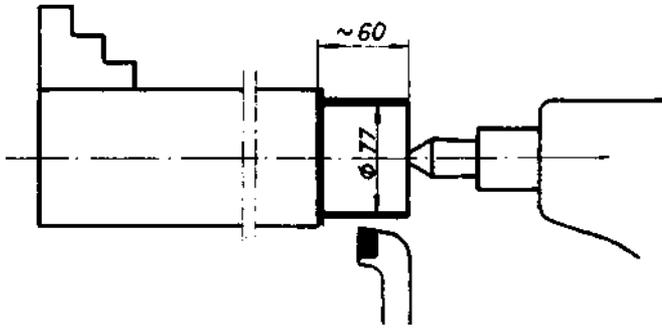


Figura 23

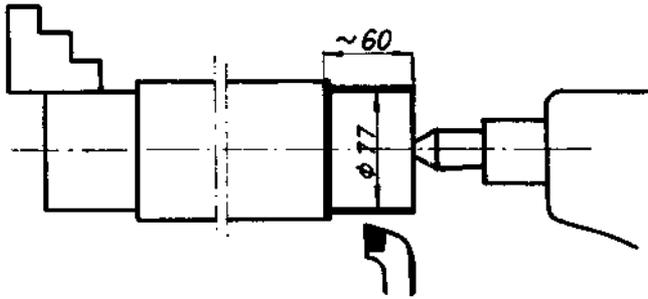


Figura 24

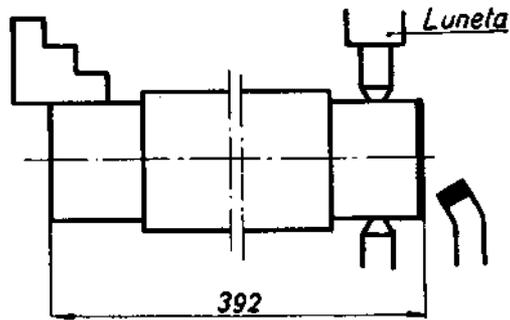


Figura 25

FIJACION DE LA PIEZA ENTRE PLATO Y LUNETAS

Se retira el contrapunto hasta el final de la bancada para que no moleste y se monta (fig. 25) la luneta en el torno en la posición que señale la pieza, fijándose como usted estudió en la lección 6 de TÉCNICA DEL TORNEADO.

Acto seguido, se procede al centrado de la pieza, regulando las mandíbulas mediante los tornillos de regulación, sin haber dejado de engrasar la zona donde rozan las mandíbulas con la pieza.

La comprobación del centrado se efectuará con un comparador, pero en el caso de no disponer de él y como quiera que la pieza ha de ser terminada entre puntos, puede centrarse acercando la herramienta e ir regulando las mandíbulas hasta que la herramienta roce por igual sobre la pieza.

REFRENTADO DE LAS CARAS

Las pasadas a dar para el refrentado (fig. 26) de las caras no pueden ser muy grandes, ya que todo el esfuerzo lo soporta la luneta y, por lo tanto, se haría una presión excesiva sobre las mandíbulas, produciéndose un calentamiento excesivo que podría ser causa de agarrotamiento.

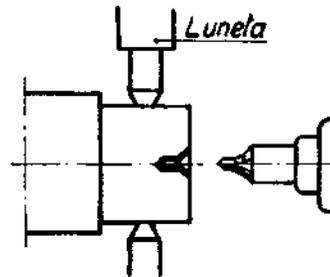


Figura 26

La primera cara se refrentará hasta conseguir la cota de 392 y, seguidamente, se colocará de nuevo en el contrapunto el portabrocas con la broca de centrar y se rehará el punto de centraje (fig. 26), ya que al refrentar habrá desaparecido o, por lo menos, se habrá inutilizado; además, de esta forma se volverá a tener el diámetro exterior centrado con el punto.

A continuación se girará la pieza para el refrentado de la otra cara (figura 27), y una vez vuelta a fijar en el plato, se centra de nuevo para comprobar si continúa en buena posición. Si bien esta comprobación no es imprescindible puede ocurrir que la mandíbula se haya desgastado o que haya cogido demasiado juego.

En esta operación se quitará material hasta conseguir la medida de 390.

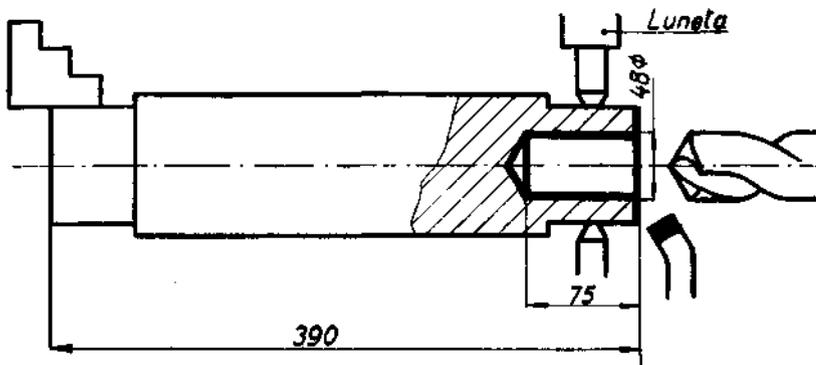


Figura 27

MANDRINADO

Con una broca de $\phi 48$, que se habrá montado en el contrapunto sustituyendo al portabrocas, se taladrará a la profundidad indicada en la figura 27. Seguidamente, y una vez retirado el contrapunto y desmontada la broca, se montará en la torre portaherramientas una herramienta de mandrinar (figura 28).

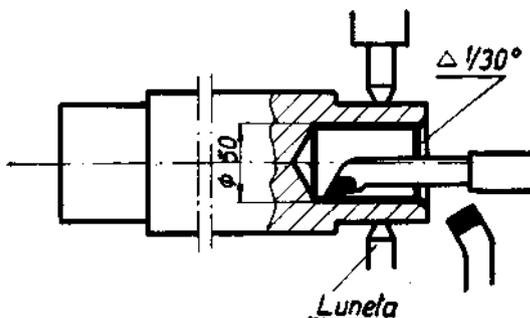


Figura 28

La parte interior de la pieza quedará terminada, construyendo el chaflán con la herramienta de refrentar.

ULTIMAS OPERACIONES

Para las restantes operaciones ya no se necesita la luneta, por lo que se quitará del torno. También habrá de desmontarse el plato universal para montar el plato de arrastre, ya que la pieza ha de terminarse entre puntos y con perro de arrastre (figs. 29 y 30).

Observe que el punto colocado en la contrapunta en la figura 29 y en el eje cabezal en la 30, es especial para grandes diámetros.

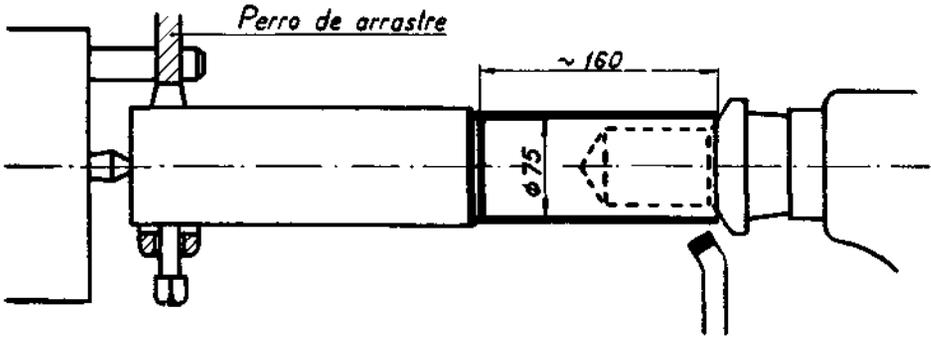


Figura 29

El cilindrado de la parte del mandrinado (fig. 29) se efectuará dando una pasada de desbaste y otra de acabado, hasta dejar el diámetro a 75. La pasada de acabado se dará con más revoluciones y menos avance que la anterior.

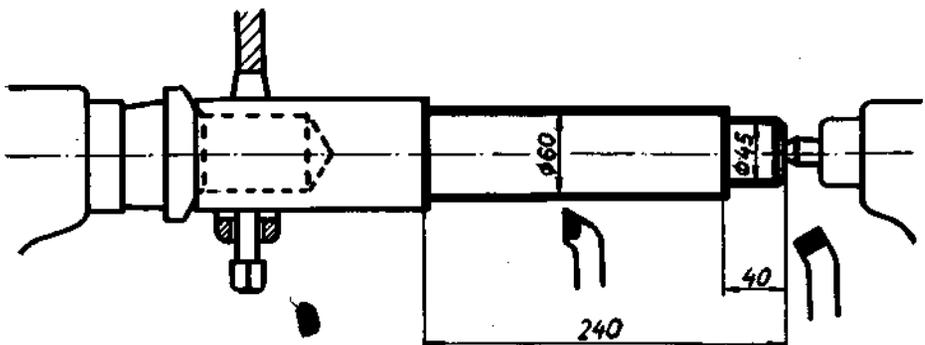


Figura 30

El mecanizado de la otra parte de la pieza (fig» 30) se efectuará de la siguiente forma: primeramente se cilindrará una longitud de 240 mm con un ϕ 60; después se cilindrarán los 40 mm restantes de longitud a un ϕ 45 y, por último, montando la herramienta de refrentar, como está representado en la figura, se efectúa el chaflán.



técnica Torneado

LECCIÓN

16

CALCULO DE LAS RUEDAS PARA PASOS DE FRACCIÓN DECIMAL INEXACTA

Los pasos de rosca con fracción decimal inexacta reciben también el nombre de **pasos bastardos** o aproximados. Parece ser que los antiguos constructores de máquinas utilizaban estos pasos como medio de competencia.

Actualmente, rara vez se construye una rosca de paso bastardo. En rigor, puede decirse que sólo se da este caso en la reparación de máquinas antiguas.

En la mayoría de los casos que pueden presentarse, el cálculo de las ruedas se resolverá satisfactoriamente siguiendo los procedimientos estudiados en las lecciones anteriores. Sin embargo, piense usted en la gran variedad de pasos que pueden desearse, variedad complicada por las diferentes medidas en milímetros y pulgadas y, además, por la diversidad de pasos de los husillos patrón de los tornos. Piense también en que el número de ruedas a disponer es limitado y que cuando existe una gran desproporción entre el paso del husillo y el de la rosca deseada se ha de resolver el calculo de ruedas por aproximación. Por otra parte, la obtención de roscas matemáticamente exactas es de todos modos imposible, pues aun en el caso de que las ruedas se hallen en la relación pre-

cisa, las inexactitudes del torno del husillo de roscar, etc., se manifiestan en el roscado.

La experiencia ha demostrado que el límite de error aceptable es del orden de 0,2 por 1.000, es decir, que la diferencia de paso sólo puede llegar a 0,2 mm en una longitud de 1 metro (1.000 mm). Este grado de precisión es suficiente en la construcción de máquinas para casi todos los objetos. Los tornillos de fijación, de poca longitud, permiten aún un error mayor que puede llegar hasta 0,5 por 1.000.

Solamente los husillos de roscar, tornillos de aparatos de medida y otros semejantes no pueden admitir errores ni del 0,2 por 1.000. Pero aun en estos casos pueden hallarse las ruedas más convenientes, aunque alguna vez salga un número de dientes anormal que obligue a preparar ruedas especiales.

Existen varios procedimientos de cálculo de las ruedas para tallar roscas de paso de fracción decimal inexacta, basados todos ellos en la sustitución de una fracción determinada, por otra fracción de valor muy parecido.

Estudiaremos el empleo más corrientemente que es el de las **fracciones continuas**, si bien lo enfocaremos de dos formas distintas: la primera con el propiamente llamado **método de fracción continua**, basado en el desarrollo continuo del quebrado inicial hasta hallar las fracciones reducidas que lo sustituirán, y la segunda con el que designaremos **método de fracción reducida**, ya que se plantea directamente el cálculo de las reducidas.

MÉTODO DE LAS FRACCIONES CONTINUAS

Consiste en transformar un quebrado en una expresión matemática llamada **fracción continua**. Un ejemplo será suficiente para que usted comprenda cómo se procede. Sirva para este ejemplo el quebrado

135

127

Se empieza por reducirlo a número mixto.

$$\frac{135}{127} = 1 + \frac{8}{127}$$

Como usted sabe, una fracción sigue teniendo el mismo valor si se dividen su numerador y denominador por el mismo número. Basándonos en esta propiedad de los quebrados, dividiremos el numerador y el denominador de la fracción $\frac{8}{127}$ por 8, es decir, por el numerador, efectuando la división de la siguiente forma:

$$\frac{8 : 8}{127 : 8} = \frac{1}{\frac{127}{8}}$$

y tenemos que:

$$\frac{135}{127} = 1 + \frac{1}{\frac{127}{8}}$$

Ahora, se procede de la misma forma que anteriormente, con el quebrado $\frac{127}{8}$, es decir, se convierte en número mixto y numerador y denominador del quebrado que resulte se dividen por el numerador.

Conversión en número mixto:

$$\frac{127}{8} = 15 + \frac{7}{8}$$

División:

$$\frac{7 : 7}{8 : 7} = \frac{1}{\frac{8}{7}}$$

quedándonos, pues, $15 + \frac{1}{8}$, que pondremos en lugar **del quebrado**

$$\frac{127}{8} \qquad \frac{8}{7}$$

De esta forma tenemos ya:

$$\frac{135}{127} = 1 + \frac{1}{15 + \frac{1}{8}}$$

Exactamente igual se procede con el quebrado $\frac{8}{7}$:

Conversión en número mixto:

$$\frac{8}{7} = 1 + \frac{1}{7}$$

Dado que el numerador del quebrado es 1, el desarrollo ha terminado, con lo que resulta que el desarrollo de la fracción $\frac{135}{127}$ es:

$$1 + \frac{1}{15 + \frac{1}{1 + \frac{1}{7}}}$$

Como ha visto la operación del desarrollo se continúa hasta que se ob-

tiene un quebrado con numerador unidad, como el $\frac{1}{7}$ del ejemplo.

Ahora el desarrollo completo y en forma conjunta

$$\begin{aligned} \frac{135}{127} &\equiv 1 + \frac{8}{127} \equiv 1 + \frac{1}{127} \equiv \\ &= 1 + \frac{1}{15 + \frac{1}{8}} = 1 + \frac{1}{15 + \frac{1}{7}} = 1 + \frac{1}{15 + \frac{1}{1 + \frac{1}{7}}} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{15 + \frac{1}{1 + \frac{1}{7}}}$$

$$15 + \frac{1}{1 + \frac{1}{7}} = 1 + \frac{1}{7}$$

obtendremos lo que se llaman **reducidas** de la **fracción continua**, que en el ejemplo serán, según los cocientes que se quitan:

$$1, 1 + \frac{1}{7}, 1 + \frac{1}{15 + \frac{1}{7}}$$

Los valores de estas reducidas son los valores aproximados del que-

brado de origen, con mayor aproximación cuantos menos parciales se hayan quitado.

En el ejemplo, los valores de las reducidas convertida en quebrados son:

$$1 = 1 \quad (1)$$

$$1 + \frac{1}{15} = \frac{15}{15} + \frac{1}{15} = \frac{16}{15} \quad (2)$$

$$1 + \frac{1}{15 + \frac{1}{1}} = 1 + \frac{1}{16} = \frac{16}{16} + \frac{1}{16} = \frac{17}{16} \quad (3)$$

Así, pues, la fracción de valor más aproximado al **quebrado inicial** será la de $\frac{17}{16}$.

Se puede hacer ahora el cálculo de las ruedas para roscar tomando, en lugar de la fracción de origen, una de las fracciones reducidas. Naturalmente se cometerá un error, pero éste puede ser muy pequeño. Así en el ejemplo anterior, tomando la reducida $\frac{17}{16}$, el error cometido será de:

$$\frac{135}{127} - \frac{17}{16} = 1,062992126 - 1,0625 = 0,00049.$$

En un metro, este error sería igual a

$$\frac{0,00049 \times 1.000}{1,062992} = \mathbf{0,46} \text{ mm.}$$

O sea que, como puede observar, este error sería admisible para tallar una rosca corta de fijación, tal como hemos indicado.

Aplicaremos ahora este caso a un ejemplo práctico.

Ejemplo 1.º — Se trata de tallar una rosca de paso 13,40 mm en un torno cuyo husillo patrón tiene un paso de 2 hilos por pulgada.

Convertiremos el paso en hilos por pulgada a milímetros.

$$\text{PASO HUSILLO} = \frac{25,4}{2} = 12,70 \text{ mm.}$$

$$\begin{aligned} \text{Fracción inicial} &= \frac{\text{PASO DE ROSCA}}{\text{Paso Husillo}} = \frac{\text{Ruedas conductoras}}{\text{Ruedas conducidas}} \\ &= \frac{13,4}{12,7} = \frac{134}{127} = \frac{A \times C}{B \times D} \end{aligned}$$

Desarrollaremos la fracción continua:

Conversión de la fracción $\frac{134}{127}$ a número mixto.

$$\frac{134}{127} = 1 + \frac{7}{127}$$

División del numerador y del denominador del quebrado $\frac{7}{127}$ por el número 7:

$$\frac{7 : 7}{127 : 7} = \frac{1}{127}$$

Conversión de la fracción $\frac{127}{7}$ a número mixto:

$$\frac{127}{7} = 18 + \frac{1}{7}$$

Por consiguiente tenemos que:

$$\frac{134}{127} = 1 + \frac{7}{127} = 1 + \frac{1}{127} = 1 + \frac{1}{18 + \frac{1}{7}}$$

Suprimimos el cociente parcial $\frac{1}{7}$ y quedará la fracción reducida a emplear:

$$\frac{134}{127} = 1 + \frac{1}{18} = \frac{19}{18}$$

Comprobamos la diferencia:

$$\frac{134}{127} = 1,0551 \quad \frac{19}{18} = 1,0555$$

$$1,0555 - 1,055 = 0,0004 \text{ mm por vuelta.}$$

Calcularemos el error por metro, que será:

$$\text{error} = \frac{0,0004 \times 1.000}{1,0551} = 0,379 \text{ mm por metro.}$$

Vemos que este error sería admisible para una rosca de fijación;

partiendo, pues, de esta fracción, procederemos al cálculo de las ruedas, en la forma que hemos estudiado en los envíos anteriores.

$$\frac{\text{PASO DE ROSCA}}{\text{Paso del husillo}} = \frac{19}{18} = \frac{19 \times 1}{9 \times 2}$$

Multiplicamos por 10 el primer quebrado y por 30 el segundo:

$$\frac{19 (\times 10) \times 1 (\times 30)}{9 (\times 10) \times 2 (\times 30)} = \frac{190 \times 30}{90 \times 60}$$

Reduciremos el primer quebrado a la mitad y quedará:

$$\frac{95 \times 30}{45 \times 60} = \frac{A \times C}{B \times D}$$

Con todo lo cual obtenemos además un tren de ruedas sin incluir la de 127 dientes. Efectuemos ahora la prueba:

$$\text{PASO} = \frac{95 \times 30 \times 12,70}{45 \times 60} = 13,405\text{mm}$$

DESARROLLO EN FRACCIÓN CONTINUA DE UN QUEBRADO MENOR QUE LA UNIDAD

Como es natural, puede darse el caso de que el quebrado a desarrollar sea menor que la unidad. Vea con un ejemplo cómo se procede en este caso.

Ejemplo 2.º — Calcular las reducidas en fracción continua del quebrado $\frac{127}{135}$.

Se convierte el quebrado $\frac{127}{135}$ a número mixto tomando el

quebrado $\frac{127}{135}$:

$$\frac{127}{135} = \frac{135}{135} - \frac{8}{135} = 1 - \frac{8}{135}.$$

Usted comprenderá fácilmente que al quebrado $\frac{127}{135}$ le faltan $\frac{8}{135}$ para ser igual a $\frac{135}{135}$, es decir, igual a 1. Ahora se opera de la misma forma que en el caso estudiado anteriormente:

División del numerador y denominador del quebrado $\frac{8}{135}$ por el numerador:

$$\frac{8 : 8}{135 : 8} = \frac{1}{\frac{135}{8}}.$$

Conversión a número mixto **del** quebrado $\frac{135}{8}$.

$$\frac{135}{8} = 16 + \frac{7}{8}$$

División del numerador y denominador **del** quebrado $\frac{7}{8}$ por el numerador 7:

$$\frac{7:7}{8:7} = \frac{1}{\frac{8}{7}}$$

Conversión a número mixto del quebrado $\frac{8}{7}$

$$\frac{8}{7} = 1 + \frac{1}{7}$$

Tenemos, pues, el desarrollo completo:

$$\begin{aligned} \frac{127}{135} &= \frac{135}{135} - \frac{8}{135} = 1 - \frac{8}{135} = 1 - \frac{1}{\frac{135}{8}} = \\ &= 1 - \frac{1}{16 + \frac{1}{8}} = 1 - \frac{1}{16 + \frac{1}{8}} = 1 - \frac{1}{16 + \frac{1}{1 + \frac{1}{7}}} \end{aligned}$$

Suprimiremos ahora los cocientes parciales que son:

$$\frac{1}{16 + \frac{1}{1}}, \frac{1}{1 + \frac{1}{7}}, \frac{1}{7}$$

Y obtendremos las reducidas de la fracción continua, que respectivamente son:

$$1 \quad (1)$$

$$1 - \frac{1}{16} \quad (2)$$

$$1 - \frac{1}{16 + \frac{1}{1}} \quad (3)$$

Reduciremos las reducidas halladas a un quebrado, que será el que sustituirá a la fracción inicial:

$$1 = 1 \quad (1)$$

$$1 - \frac{1}{16} = \frac{16}{16} - \frac{1}{16} = \frac{15}{16} \quad (2)$$

$$1 - \frac{1}{16 + \frac{1}{1}} = 1 - \frac{1}{17} = \frac{17}{17} - \frac{1}{17} = \frac{16}{17} \quad (3)$$

Al igual que en el caso visto anteriormente, la reducida más aproximada será la (3), ya que es la que hemos suprimido un valor más

pequeño quedando en definitiva que $\frac{127}{135}$ es igual aproximadamente

$$a \frac{16}{17}$$

Aplicado a un caso práctico se operará **de la misma forma que ha estudiado** anteriormente.

MÉTODO DE LAS FRACCIONES REDUCIDAS

Basado en el mismo principio matemático que el anterior, se diferencia solamente en la disposición adoptada. El mismo ejemplo que nos ha servido para explicarle cómo se procede con el método de las fracciones continuas, nos servirá ahora para explicarle el cálculo con el de las reducidas:

Calcular las reducidas de la fracción $\frac{135}{127}$.

Se empieza dividiendo el numerador 135 por el denominador 127.

$$\begin{array}{r} 135 \\ 008 \overline{) 127} \\ \underline{008} \\ 008 \\ \underline{008} \\ 000 \end{array}$$

Se efectúa una nueva división en la que el anterior divisor (127) hace de dividendo y el primer resto (8) de divisor:

$$\begin{array}{r} 127 \\ 47 \overline{) 8} \\ \underline{47} \\ 7 \end{array}$$

Se continúa operando de la misma forma hasta que se obtiene un resto nulo, es decir que sea cero:

$$\begin{array}{r} 8 \\ 1 \overline{) 7} \\ \underline{1} \\ 0 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 7 \\ 0 \overline{) 1} \\ \underline{0} \\ 1 \\ \underline{0} \\ 0 \end{array}$$

Para mayor seguridad, se ordenan, a medida que se efectúan las divisiones, los números que intervienen, en un encasillado de la forma siguiente:

	1	15	1	7
135	127	8	7	1
8	7	0	0	

Para la formación de las reducidas se utiliza la fila superior, es decir, la de cocientes. Al comienzo del cálculo se opera siempre como se explica a continuación, con las dos fracciones siguientes:

$$\frac{0}{1} ; \frac{1}{0}$$

1.ª REDUCIDA

Se multiplica el primer cociente (1 en este ejemplo) por el numerador (1) de la segunda fracción y se le suma el numerador (0) de la primera. El resultado es el numerador de la primera reducida:

$$1 \times 1 + 0 = 1$$

El denominador se halla multiplicando el mismo cociente (1) por el denominador (0) de la segunda fracción y sumando al resultado el denominador de la primera:

$$1 \times 0 + 1 = 1$$

La primera reducida es, por consiguiente $\frac{1}{1}$

2.ª REDUCIDA

Se multiplica ahora el segundo cociente (15) por el numerador (1) de la primera reducida y se suma al producto el numerador (1) de la

segunda fracción $(\frac{1}{0})$:

$$15 \times 1 + 1 = 16$$

El 16 es el numerador de la segunda reducida.

Para hallar el denominador se multiplica el mismo cociente (15) por el denominador de la primera reducida y se le suma el denominador de la segunda fracción:

$$15 \times 1 + 0 = 15$$

$\frac{16}{15}$ es la segunda reducida.

3.^a REDUCIDA

El numerador de la tercera reducida lo hallará usted multiplicando el tercer cociente (1) por el numerador (16) de la segunda reducida y sumando al producto el numerador (1) de la primera:

$$1 \times 16 + 1 = 17$$

Multiplicará después el mismo cociente (1) por el denominador (15) de la segunda reducida y le sumará el denominador (1) de la primera. De esta forma hallará el denominador:

$$1 \times 15 + 1 = 16$$

Por consiguiente, la tercera reducida es $\frac{17}{16}$

4.^a REDUCIDA

Multiplicando el cuarto cociente (7) por el numerador (17) de la reducida obtenida anteriormente y sumándole el numerador (16) de la segunda reducida, obtendrá el numerador de la cuarta reducida (en este ejemplo, la última, dado que hay cuatro cocientes):

$$7 \times 17 + 16 = 135$$

Por último, hallará usted el denominador, multiplicando el mismo cociente (7) por el denominador (16) de la tercera reducida y sumándole el denominador (15) de la segunda:

$$7 \times 16 + 1 = 127$$

135

Así, pues $\frac{135}{127}$, es la cuarta reducida, igual A la fracción inicial.

Como usted puede comprobar, las reducidas son las mismas que anteriormente se hallaron utilizando el método de las fracciones continuas.

APLICACIÓN DE LAS REDUCIDAS

Generalmente se opera con la reducida más aproximada a la inicial, es decir, con la penúltima; en este ejemplo con la $\frac{17}{16}$, es decir, con la misma que hemos señalado como la más adecuada.

Si la penúltima no conviniese, se operará con la precedente, pero ha de tenerse en cuenta que cuanto más se separe de la fracción inicial, menos exacto resultará el paso.

Resolveremos ahora el ejemplo núm. 1 empleando este método:

Hallar las reducidas de la fracción $\frac{134}{127}$ (rosca de paso 13,40 m m ; husillo patrón paso = 2 hilos por pulgada).

	1	18	7
134	127	7	1
7	1	0	

Compruebe que se ha operado correctamente

$$\begin{array}{r} 134 \\ 007 \end{array} \begin{array}{l} \diagup 127 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 127 \\ 57 \end{array} \begin{array}{l} \diagup 7 \\ \hline 18 \\ 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7 \\ 0 \end{array} \begin{array}{l} \diagup 1 \\ \hline 7 \end{array}$$

1.^a reducida:

1.ercociente: 1

$$\frac{1 \times 1 + 0}{1 \times 0 + 1} = \frac{1}{1}$$

2.^a reducida:

2.º cociente: 18

$$\frac{18 \times 1 + 1}{18 \times 1 + 0} = \frac{19}{18}$$

3.^a reducida:

3.º cociente: 7

$$\frac{7 \times 19 + 1}{7 \times 18 + 1} = \frac{134}{127}$$

Vea que estas reducidas son las mismas que se han calculado por el método de las fracciones continuas.

El cálculo de reducidas puede aplicarse tanto a la fracción inicial completa (caso del ejemplo núm. 1) como a uno cualquiera de los dos términos de dicha fracción. Atienda usted a los siguientes ejemplos para una mejor, comprensión:

Ejemplo núm. 3

— Calcular las ruedas para tallar una rosca de paso 1,44 mm. en un torno, cuyo husillo patrón tiene un paso de 8 mm.

Operando como en el ejemplo núm. 1 tomaríamos, para el cálculo de reducidas, la fracción inicial completa:

$$\frac{\text{PASO DE ROSCA}}{\text{Paso del husillo}} = \frac{1,44}{8}$$

Sin embargo, operaremos sólo con un numerador:

$$1,44 = \frac{144}{100}$$

La fracción $\frac{144}{100}$ puede simplificarse:

$$\frac{144 : 4}{100 : 4} = \frac{36}{25}$$

	1	2	3	1	2
36	25	11	3	2	1
11	3	2	1	0	

Como usted puede comprobar se han efectuado las divisiones de la misma forma que se han explicado:

$$\begin{array}{r} 36 \overline{)25} \\ 11 \underline{1} \end{array} \quad \begin{array}{r} 25 \overline{)11} \\ 03 \underline{2} \end{array} \quad \begin{array}{r} 11 \overline{)3} \\ 2 \underline{3} \end{array} \quad \begin{array}{r} 3 \overline{)2} \\ 1 \underline{1} \end{array} \quad \begin{array}{r} 2 \overline{)1} \\ 0 \underline{2} \end{array}$$

Reducidas:

$$1.^{\circ} \frac{1 \times 1 + 0}{1 \times 0 + 1} = \frac{1}{1}$$

$$2.^{\circ} \frac{2 \times 1 + 1}{2 \times 1 + 0} = \frac{3}{2}$$

$$3.^{\circ} \frac{3 \times 3 + 1}{3 \times 2 + 1} = \frac{10}{7}$$

$$4.^{\text{a}} \frac{1 \times 10 + 3}{1 \times 7 + 2} = \frac{13}{9}$$

$$5.^{\text{a}} \frac{2 \times 13 + 10}{2 \times 9 + 7} = \frac{36}{25}$$

Efectuaremos ahora el cálculo de ruedas:

$$\text{Penúltima reducida de } 1,44 = \frac{13}{9}$$

$$\frac{p}{P} = \frac{13/9}{8} = \frac{13 \times 1}{9 \times 8} = \frac{13}{72}$$

Dividiendo por 2 y multiplicando por 10:

$$\frac{13 : 2}{72 : 2} = \frac{6,5}{36} = \frac{6,5 \times 10}{36 \times 10} = \frac{65}{360}$$

Descomponiendo:

$$\frac{65}{360} = \frac{5 \times 13}{18 \times 20}$$

Multiplicando 5 y 20 por 4 y 13 y 18 por 5:

$$\frac{(5 \times 4) \times (13 \times 5)}{(18 \times 5) \times (20 \times 4)} = \frac{20 \times 65}{90 \times 80} = \frac{A \times C}{B \times D}$$

Prueba:

$$\text{paso} = \frac{A \times C \times P}{B \times D} = \frac{20 \times 65 \times 8}{90 \times 80} = 1,444 \text{ mm}$$

Ejemplo núm. 4:

Construir una rosca de paso 2,66 mm en un torno con husillo patrón de 8 mm de paso.

Operando como en el ejemplo anterior calcularíamos las reducidas de la fracción $2,66 = \frac{266}{100}$, pero para una mayor comodidad y teniendo en cuenta que $2,66 = 1 + 1,66$, también podemos calcular las de la fracción $\frac{166}{100}$ que, simplificada, dividiendo por 2, se con-

vierte $\frac{83}{50}$.

	1	1	1	1	16
83	50	33	17	16	1
33	17	16	1	0	

Reducidas:

$$1.^a \frac{1 \times 1 + 0}{1 \times 0 + 1} = \frac{1}{1}$$

$$2.^a \frac{1 \times 1 + 1}{1 \times 1 + 0} = \frac{2}{1}$$

$$3.^a \frac{1 \times 2 + 1}{1 \times 1 + 1} = \frac{3}{2}$$

$$4.^a \quad \frac{1 \times 3 + 2}{1 \times 2 + 1} = \frac{5}{3}$$

$$5.^a \quad \frac{16 \times 5 + 3}{16 \times 3 + 2} = \frac{83}{50}$$

Cálculo de ruedas:

$$\text{Penúltima reducida de } 1,66 = \frac{5}{3}$$

Teniendo en cuenta que el paso de la rosca a construir es 2,66, a la reducida $\frac{5}{3}$ le añadiremos 1, es decir, $\frac{3}{3}$

$$2,66 = \frac{5}{3} + \frac{3}{3} = \frac{8}{3}$$

$$\frac{p}{P} = \frac{8/3}{8} = \frac{8 \times 1}{3 \times 8} = \frac{8}{24}$$

Descomponiendo:

$$\frac{8}{24} = \frac{8 \times 1}{12 \times 2}$$

Multiplicando 8 y 12 por 100 y también 1 y 2 por 25:

$$\frac{(8 \times 10) \times (1 \times 25)}{(12 \times 10) \times (2 \times 25)} = \frac{80 \times 25}{120 \times 50} = \frac{A \times C}{B \times D}$$

Prueba:

$$\frac{80 \times 25 \times 8}{120 \times 50} = 2.666$$

OBSERVACIÓN IMPORTANTE

En el caso de que la penúltima reducida estuviese formada por **uno o dos números primos demasiado altos** para poderse obtener un juego de ruedas de posible montaje, ha de recurrirse **a la reducida anterior**.

Ahora bien, si la reducida diese una cifra decimal demasiado **inexacta**, se procede como sigue: **se suman o restan término a término la penúltima y la antepenúltima reducida, dando la suma o la resta, una fracción decimal más exacta que la reducida más alejada**.

Ejemplo núm. 5:

Construir un paso de 2,61 mm en un torno con husillo patrón de paso de 5 mm.

$$2,61 = 1 + 1,61$$

$$1,61 = \frac{161}{100}$$

Cálculo de las reducidas de la fracción $\frac{161}{100}$

	1	1	1	1	1	3	2	2
161	100	61	39	22	17	5	2	1
61	39	22	17	5	2	1	0	

Reducidas:

$$1.^a \quad \frac{1 \times 1 + 0}{1 \times 0 + 1} = \frac{1}{1}$$

$$2.^a \quad \frac{1 \times 1 + 1}{1 \times 1 + 0} = \frac{2}{1}$$

$$3.^a \quad \frac{1 \times 2 + 1}{1 \times 1 + 1} = \frac{3}{2}$$

$$4.^a \quad \frac{1 \times 3 + 2}{1 \times 2 + 1} = \frac{5}{3}$$

$$5.^a \quad \frac{1 \times 5 + 3}{1 \times 3 + 2} = \frac{8}{5}$$

$$6.^a \quad \frac{3 \times 8 + 5}{3 \times 5 + 3} = \frac{29}{18}$$

$$7.^a \quad \frac{2 \times 29 + 8}{2 \times 18 + 5} = \frac{66}{41}$$

$$8.^a \quad \frac{2 \times 66 + 29}{2 \times 41 + 18} = \frac{161}{100}$$

$$2 \times 41 + 18 \quad 100$$

66

El denominador de la penúltima reducida $\frac{66}{41}$ es un número

primo demasiado alto para poder operar con él. Restaremos término a término la penúltima reducida y la anterior.

$$\begin{array}{r} 66-29 \quad 37 \\ \cancel{66-29} = \cancel{37} \\ 41-18 \quad 23 \\ 41-18 \quad 23 \end{array}$$

Dado que $2,61 = 1 + 1,61$, añadiremos $\frac{23}{23}$ a $\frac{37}{23}$

$$\frac{37}{23} + \frac{23}{23} = \frac{60}{23}$$

$$\frac{p}{P} = \frac{60/23}{5} = \frac{60 \times 1}{23 \times 5}$$

Multiplicando 1 y 5 por 20, tendremos:

$$\frac{60 \times 20}{23 \times 100} = \frac{A \times C}{B \times D}$$

Aproximación: 2/1000 por hilo.

Ejemplo núm. 7:

— Construir una rosca de paso 1,71 mm en un torno con husillo patrón de paso 6 mm

$$1,71 = \frac{171}{100}$$

	1	1	2	2	4	3
171	100	71	29	13	3	1
71	29	13	3	1	0	

Reducidas:

$$1.^a \frac{1 \times 1 + 0}{1 \times 0 + 1} = \frac{1}{1}$$

$$2.^a \frac{1 \times 1 + 1}{1 \times 1 + 0} = \frac{2}{1}$$

$$3.^a \frac{2 \times 2 + 1}{2 \times 1 + 1} = \frac{5}{3}$$

$$4.^a \frac{2 \times 5 + 2}{2 \times 3 + 1} = \frac{12}{7}$$

$$5.^a \frac{4 \times 12 + 5}{4 \times 7 + 3} = \frac{53}{31}$$

$$6.^a \frac{3 \times 53 + 12}{3 \times 31 + 7} = \frac{131}{100}$$

53

La penúltima reducida de 1,71 es $\frac{53}{31}$. Los dos términos son dos números primos demasiado altos para obtener un juego de ruedas que sea posible montarlo. Sumaremos término a término la reducida $\frac{53}{31}$

y la anterior $\frac{12}{7}$.

$$\frac{53 + 12}{31 + 7} = \frac{65}{38}$$

$$\frac{p}{P} = \frac{65/38}{6} = \frac{65 \times 1}{38 \times 6} = \frac{65}{228}$$

Descomponiendo:

$$\frac{65}{228} = \frac{13 \times 5}{12 \times 19}$$

Multiplicando los cuatro términos por 5:

$$\frac{(13 \times 5) \times (5 \times 5)}{(12 \times 5) \times (19 \times 5)} = \frac{65 \times 25}{60 \times 95} = \frac{A \times C}{B \times D}$$

Prueba:

$$p = \frac{65 \times 25 \times 6}{60 \times 95} = 1,7105$$

CALCULO DE LAS REDUCIDAS DE UN QUEBRADO MENOR QUE LA UNIDAD

En este caso se opera como si el denominador fuera el numerador y viceversa. Una vez halladas las reducidas se invierten sus términos.

Así, por ejemplo, las reducidas de la fracción $\frac{127}{135}$ son las mismas

que las del quebrado $\frac{135}{127}$, pero con los términos invertidos. Es decir:

$$\text{Reducidas de } \frac{135}{127} = \frac{1}{127}; \frac{16}{15}; \frac{17}{16}; \frac{135}{127}$$

$$\text{Reducidas de } \frac{127}{135} = \frac{1}{135}; \frac{15}{16}; \frac{16}{17}; \frac{127}{135}$$

OBTENCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE ROSCAR

El trabajo de roscado en el torno puede descomponerse en tres fases:

- Cálculo de las ruedas y preparación de la máquina.
- Preparación de las herramientas.
- Práctica del roscado propiamente dicha.

Empezamos el estudio de la preparación de las herramientas señalando que la obtención rápida y correcta de las roscas depende, ante todo, del cuidado que se ponga en dicha preparación.

En especial hay que cuidar que la forma sea correcta, montarlas precisamente en la posición exacta y necesaria y hacerlas penetrar en las piezas en la forma conveniente según la clase y calidad de la rosca que se pretenda conseguir. Solamente haciéndolo así, puede efectuarse un roscado rápido y perfecto.

PRINCIPIO Y FORMA DE LAS HERRAMIENTAS

Observe la figura 489 atendiendo a la siguiente explicación: la arista de corte de la herramienta engendra un perfil de rosca de una sección determinada en el plano del eje previsto.

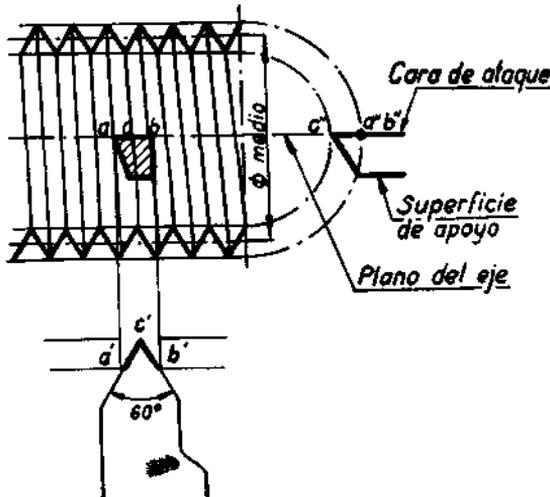


Figura 489. — Posición pieza-herramienta. La superficie de apoyo paralela al plano del eje

La inclinación de los flancos de la herramienta es, según ya estudió en la lección 13 (Cálculo de la inclinación de la herramienta), función del paso y del diámetro del tornillo, pero además debe añadirse el valor del ángulo de incidencia en las dos caras, cuyo valor es de 4 a 6°.

Esta inclinación provoca siempre un mayor desahogo en un lado que en otro. El lado de mayor desahogo corresponde a la derecha o a la izquierda, según haya de efectuarse una rosca a la derecha o a la izquierda. Fijese a este respecto en la figura 490.

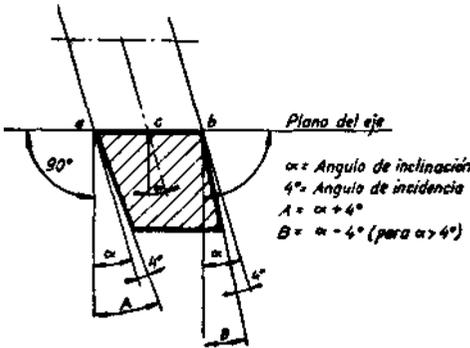


Figura 490. — Ángulos de inclinación e incidencia

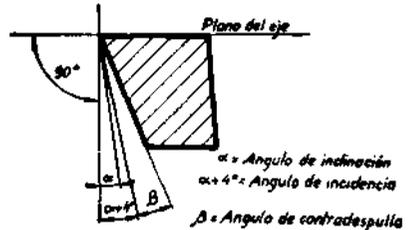


Figura 491. — Ángulo de contradespulla.

Cuando el paso a realizar es rápido, es decir, cuando el ángulo de inclinación de la hélice es mayor de 4° , debe hacerse una contradespulla suplementaria (fig. 491) para evitar que la herramienta roce o «talone» contra la rosca ya hecha.

La cara superior puede tener distinta forma según sea el material a cortar; de esta forma dependerá la dirección de la penetración de la herramienta:

- **Cara superior horizontal**, para trabajar latón bronce y, en general, metales duros. En este caso, la penetración de la herramienta será normal, es decir, perpendicular al eje de la pieza, se efectuará con el carro transversal. Las herramientas con esta forma, se llaman de **penetración normal** (fig. 492).
- **Cara superior inclinada** para trabajar metales relativamente blandos como el acero suave. Solamente una de las aristas es de corte

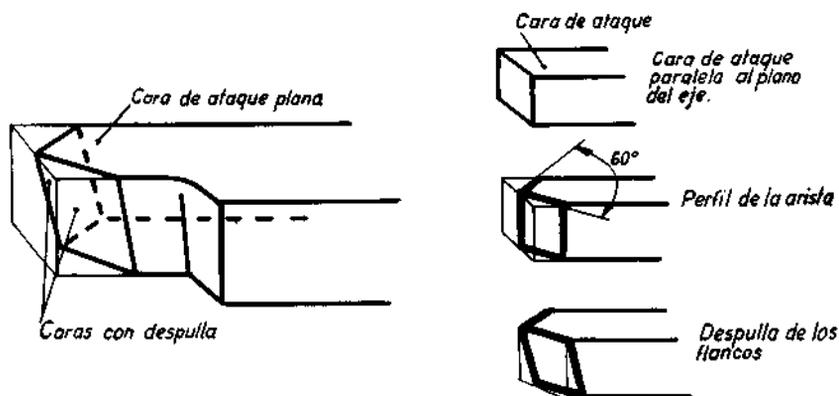


Figura 492. — Herramienta de penetración normal para rosca triángulos S.I.

y, por tanto, paralela al plano del eje de la pieza. A partir de esta arista se inicia la pendiente de desahogo o ángulo de desprendimiento, para facilitar la evacuación de las virutas. La penetración es **oblicua** (figura 493).

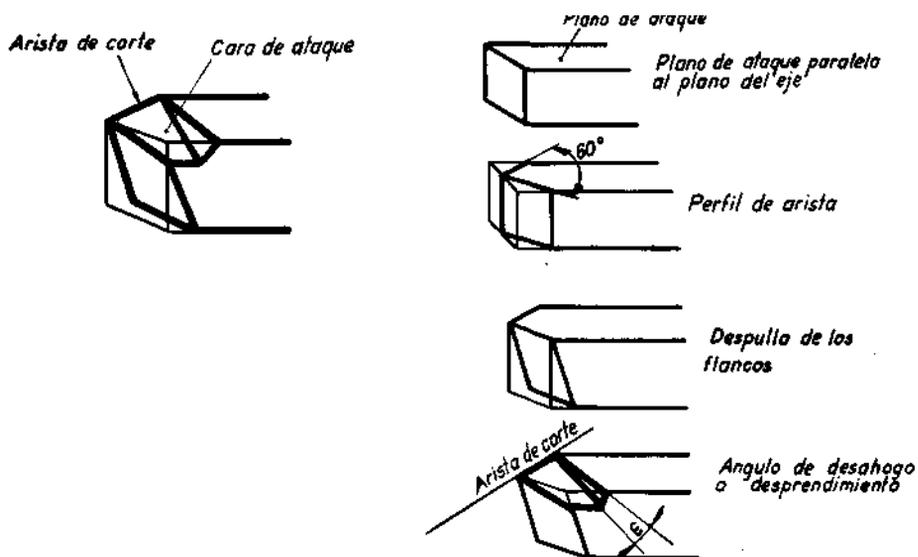


Figura 493. — Herramienta de penetración oblicua para rosca triangular S.I. a la izquierda

TIPOS DE HERRAMIENTAS DE ROSCAR

Pueden clasificarse en dos grandes grupos: para roscas exteriores y para roscas interiores. Y dentro de cada uno de estos dos grupos pueden clasificarse en:

- **Herramientas de una sola pieza** (monoblocs), rectas o acodadas para derecha o izquierda (fig. 404 de la lección 11).
- **Herramientas con cuchilla postiza** (prisma) y apriete por tornillo o chaveta (fig. 413 de la lección 11).
- **Herramientas con plaquita soldada** (fig. 402 de la lección 11).
- **Herramientas de perfil constante** (2 de la fig. 416, lección 11), primitivas o circulares.

HERRAMIENTAS PARA ROSCAS MÉTRICAS S. I.

Su forma varía según el material a roscar y el tipo de penetración elegida. Aclaremos que penetración es la introducción de la herramienta en la pieza para efectuar la rosca e insistiremos en que puede ser:

- **normal**, cuando es perpendicular al eje de la pieza;
- **oblicua**, cuando es inclinada con relación al eje;

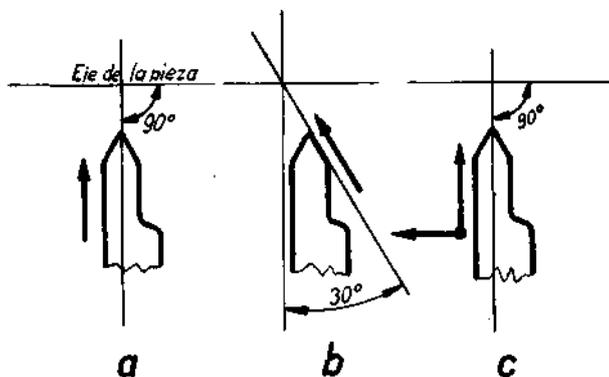


Figura 494. — Dirección de la penetración, a) normal; b) oblicua c) conjugada.

- **conjugada**, cuando es una combinación de penetración normal y de un desplazamiento paralelo al eje de la pieza (fig. 494);
- **por encima del eje**, o sistema americano.

HERRAMIENTAS DE PENETRACIÓN NORMAL

Según el material a trabajar pueden ser:

- **Herramienta con ángulo de pendiente de afilado nulo.**

La superficie de ataque es plana y paralela a la base de apoyo. Está situada en el plano del eje de la rosca y el ángulo y forma de la arista variará el perfil de rosca a producir.

Los flancos tienen una despulla lateral, según está representado en figura 492. Este tipo de herramienta no permite fuertes pasadas, pues las dos aristas trabajan juntas y podrían arrancar el material de los flancos.

Es interesante su aplicación para roscas precisas a derecha e izquierda, exterior e interior.

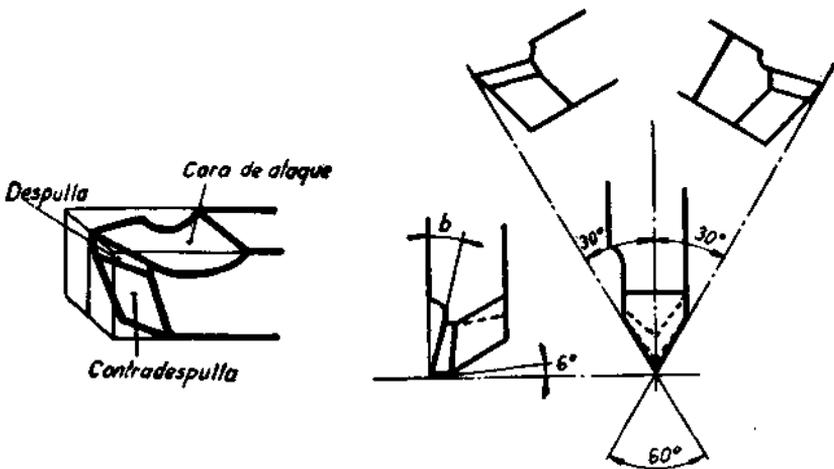


Figura 495. — Herramienta de penetración normal con pendiente de afilado hacia atrás

Herramienta con pendiente hacia atrás (fig. 495).

Se utiliza para el desbaste rápido de las roscas. Debe tenerse en cuenta que el perfil de la arista de corte no está en el plano del eje y, por tanto, debería corregirse para evitar los errores de forma.

Este error puede, no obstante, tolerarse para roscas de paso fino (menores de 2 mm).

HERRAMIENTAS DE PENETRACIÓN OBLICUA Y PENDIENTE LATERAL

Esta herramienta, según usted puede ver en la figura 493, sólo corta por una arista (la izquierda, para roscas a la derecha). Esta arista es paralela a la base de apoyo y está situada en el plano del eje de la rosca; corta en toda su longitud, al igual que una herramienta de cuchilla. El ángulo del perfil debe ser el teórico para el acabado de la rosca a realizar e inferior para el desbaste de los pasos grandes.

El ángulo de pendiente varía según el material a trabajar. La superficie de ataque puede ser plana o cóncava para facilitar el corte. Estas herramientas, al igual que las de penetración normal, sirven para

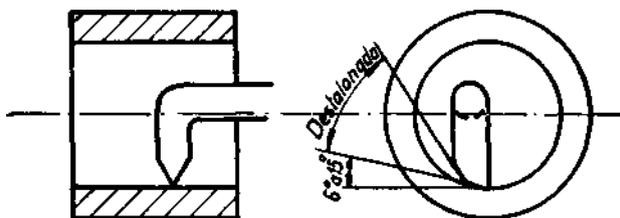


Figura 496. —Desplazamiento de una herramienta de rosca interior

el roscado interior, pero con ángulos de desbaste mayores (de 6° a 15°). El talón de la herramienta ha de estar desplazado, sobre **todo** para agujeros pequeños (menores de 30 mm) (fig. 496).

HERRAMIENTAS DE PENETRACIÓN CONJUGADA

Son, en realidad, herramientas de penetración normal con una ligera pendiente hacia atrás de las dos aristas cortantes (pendiente preferiblemente de forma ligeramente convexa). Un desplazamiento longitudinal permite un buen acabado de flancos y un buen desprendimiento de viruta, merced a la pendiente, si bien no se utilizan muy a menudo por la dificultad que representa su preparación.

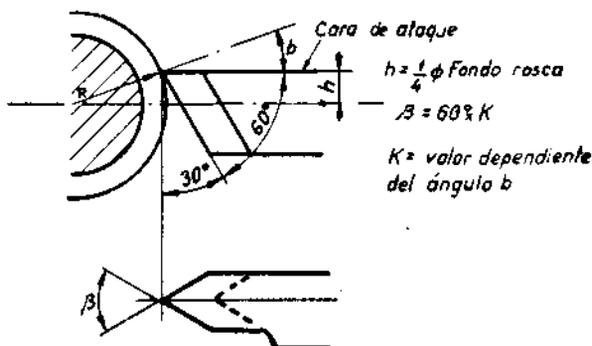


Figura 497. — Penetración por encima del eje.

Solamente válidas para roscar exteriores. La superficie de ataque es plana y paralela a la base del apoyo. Está estudiada por encima del plano del eje, en una magnitud igual a 1/4 del valor del diámetro del núcleo de la rosca.

El ángulo del perfil varía con el diámetro y el paso. En los desbastes de roscas métricas S. I. suele convenir un ángulo de 55°, pero para acabados ha de calcularse el ángulo corregido convenientemente y afilar la herramienta en consecuencia.

HERRAMIENTAS DE PERFIL CONSTANTE

Usted sabe (lo estudió en la lección 11) que las herramientas de perfil constante tienen la inapreciable ventaja, sobre todo para perfiles de difícil preparación (roscas y formas complejas) de mantener siempre el perfil correcto, independientemente del afilado.

Fácilmente se comprende esta ventaja, sobre todo si tiene en cuenta que es muy difícil preparar el perfil correcto con su ángulo correspondiente, el redondeado de la punta, etc. Las herramientas de perfil constante pueden ser según la forma de la herramienta, **prismáticas** o **circulares**. Se montan en portaherramientas especiales y se emplean en penetración normal y conjugada..

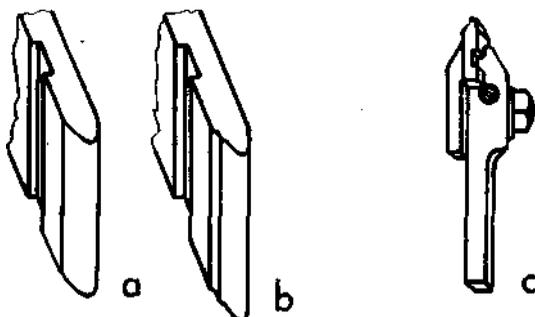


Figura 498. — Herramientas prismáticas de perfil constante, a) para perfil métrico S. I.; b) para perfil Whitworth; c) portaherramientas.

HERRAMIENTAS PRISMÁTICAS DE PERFIL CONSTANTE (fig 498)

Sólo sirven para roscas exteriores. El reafilado del corte se efectúa únicamente en la superficie superior o cara de ataque y se sujetan en un portaherramientas especial que permite graduar la posición de las mismas en el sentido de la altura. La herramienta, por ser de penetración normal, debe colocarse a 90° , respecto del eje.

Una variante muy utilizada en estas cuchillas es la constituida por las herramientas llamadas de **horquilla** (fig. 499). El corte se efectúa mejor con ellas porque permiten que las virutas producidas en uno y otro flanco del filete se desprendan libremente, sin enredarse unas con otras. Las virutas salen separadas hasta la última pasada, en la cual debe tenerse sumo cuidado, pues la herramienta trabaja por todo el perfil.

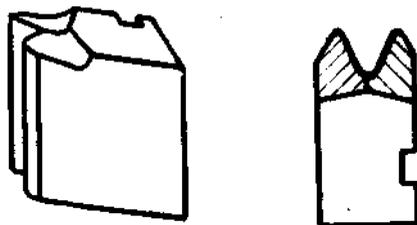


Figura 499. — Herramienta de horquilla.

La circunstancia de que las superficies de ataque puedan afilarse con pendiente lateral, de manera que sólo las aristas cortantes permanecen en el plano del eje, mejora considerablemente el efecto cortante.

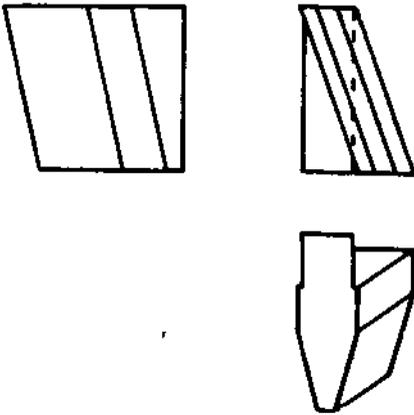


Figura 500. — Vistas delineadas de una herramienta de perfil constante trapezoidal y forma prismática.

También para filetes trapezoidales se utilizan a veces herramientas como la indicada en la figura 498 a, pero otras veces, según el paso a tallar y el diámetro de fondo es necesario tallar la parte de la herramienta que lleva el perfil, en posición inclinada de acuerdo con el ángulo de inclinación del filete (fig. 500).

Para las roscas cuadradas no es conveniente usar herramientas de forma prismática o circulares, pues deben destalonarse mucho, a fin de asegurarse que sólo la arista cortante se halle en contacto con la pieza que se trabaja. Las aristas de los flancos de la herramienta no deben entrar en contacto con los flancos del filete.

Dado que sólo ha de actuar como arista de corte la arista delantera, los ángulos α y β no pueden considerarse como ángulos de inci-

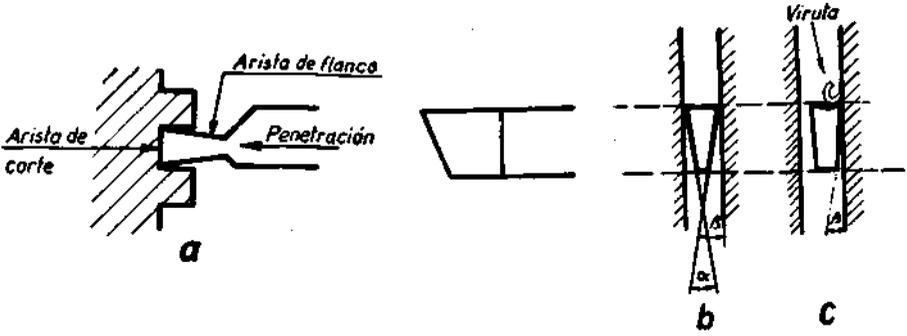


Figura 501. — Herramientas para roscas cuadradas, a) arista cortante; b) ángulos de destalonado; c) repasado de un flanco.

dencia, pero convendrá dejarlos lo suficientemente grandes para asegurarse de que no talonan los flancos del filete (fig. 501). Estas herramientas suelen prepararse con barritas tratadas (2 de la fig. 400, lección 11) montadas en portaherramientas especiales (fig. 394).

Otras veces, cuando el flanco del filete queda muy arañado, puede repasarse con unas herramientas, como de cuchilla, pero con pendiente convexa y lo suficientemente estrecha para que entrando en el filete, corte solamente por un flanco.

HERRAMIENTAS CIRCULARES DE PERFIL CONSTANTE

Las herramientas circulares son otro tipo de herramientas de roscar. Observe que en el diseño y montaje de estas herramientas se ha considerado que debían mantenerse los mismos ángulos de corte que en los demás tipos.

Vea en la figura 502 que una colocación como la que se indica correspondería a un ángulo de corte de 90° y que, por consiguiente, para conseguir un ángulo de incidencia alfa, habrá de modificarse la posición de la herramienta, ya que el ángulo de ataque tiene que continuar siendo de 0° , es decir, la cara de ataque plano y paralela al plano del eje a cuya altura debe estar situada.

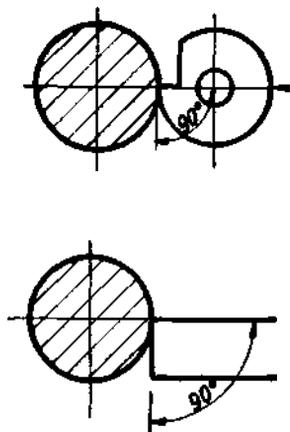


Figura 502. — Colocación de una herramienta circular de perfil constante.

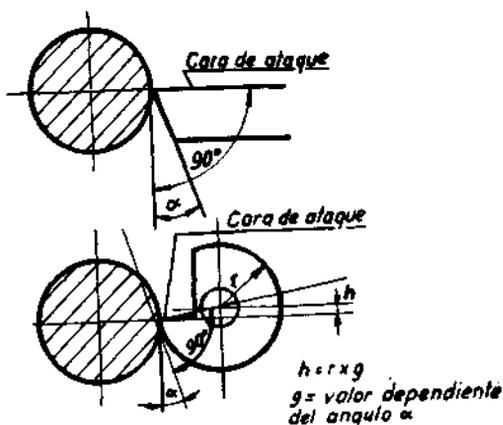


Figura 503. — Colocación de una herramienta circular de perfil constante para conseguir un ángulo de incidencia.

En la figura 503 el centro se ha subido de una altura h . Esta altura depende, naturalmente, del diámetro y del ángulo de incidencia α , pero mantiene el ángulo de ataque a 0° y el mismo ángulo de corte que si fuese una herramienta prismática.

Si el portaherramientas se coloca demasiado alto o demasiado bajo (figura 504) la herramienta, en posición defectuosa, tallará un perfil incorrecto, pues se habrá modificado como consecuencia de la inclinación dada a la cara de ataque.

Estas herramientas se construyen en forma de láminas circulares, en cuya llanta se ha labrado el perfil correspondiente (fig. 505), o bien llevando una rosca de igual paso a la que ha de tallar (fig. 506).

La forma (a) de la figura 505 se emplea para filetes triangulares con pequeño ángulo de inclinación, tomando entonces un ángulo de incidencia a bastante grande, a fin de que también lo sean los ángulos de incidencia de los flancos. El ángulo a no debe ser menor de 15°

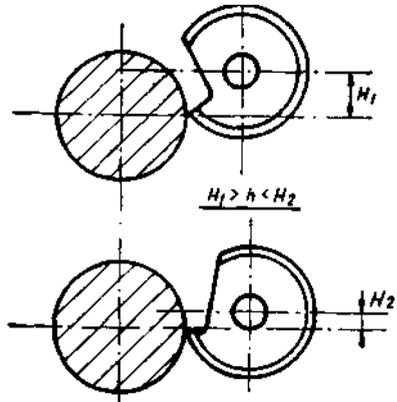


Figura 504. — Colocación falsa del portaherramientas.

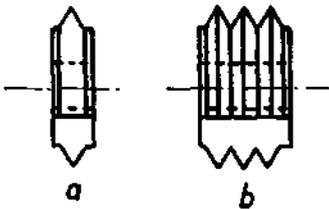


Figura 505. — Herramientas circulares de perfil constante, a) de un filete; b) de tres filetes.

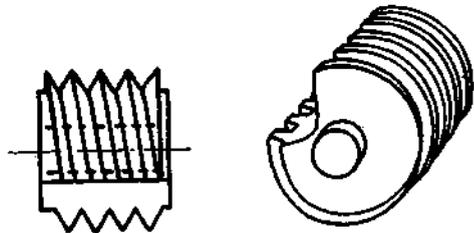


Figura 506. — Herramienta circular con filete de rosca (sección triangular, trapezoidal, etc.)

Para tallar roscas con un ángulo de inclinación mayor, al igual que para roscas trapeziales, el ángulo de incidencia de los flancos resulta demasiado pequeño y la herramienta talona sobre ellos. En estos casos se recurre a la forma de la figura 506, pero debe tenerse en cuenta que la dirección del filete de la herramienta ha de ser opuesta a la de la pieza, o sea que para tallar una rosca a la derecha, la herramienta lo

ha de estar a la izquierda y al mismo tiempo los diámetros de la pieza y de la herramienta han de ser aproximadamente iguales para que el ángulo de inclinación del filete sea el mismo.

Cuando el diámetro a roscar sea muy pequeño y, en consecuencia, el de la herramienta, tanto que imposibilite el montaje, puede solucionarse el problema, dándole a la herramienta doble diámetro que a la pieza y construyéndola con dos filetes de rosca, cuyo paso de espira sea el doble del de la rosca de la pieza, resultando así un filete de forma, paso y ángulo de inclinación igual al que tendría una herramienta de filete sencillo y de diámetro igual a la mitad del de filete doble (fig. 507). Fíjese, para una mejor comprensión, en el siguiente ejemplo:

Se trata de tallar una rosca de 4 mm de paso en un torno con husillo de 20 mm de diámetro.

Ya estudió en el envío 13 que el ángulo de inclinación se calcula según la siguiente fórmula:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{P}{d \times \pi}$$

Así pues:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{20 \times 3,14} = 0,06369$$

Compruebe en la tabla 8 de tangentes (lección 10) que a una tangente de 0,06369 le corresponde un ángulo de 3° 3. 9'.

Si tomamos ahora un diámetro doble, deberá llevar un filete doble de 8 mm de paso y resultará:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{8}{40 \times 3,14} = 0,06369; \alpha = 3^{\circ} 39'$$

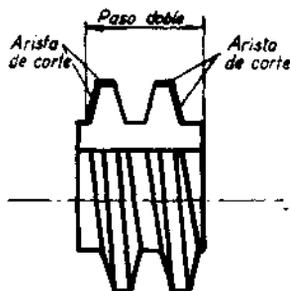


Figura 507. — Herramienta de filete doble.

Otra aplicación de estas herramientas es el tallado de husillos con varias entradas; este caso lo estudiaremos más adelante, para lo que debe disponerse siempre que el número de aristas de corte sea el doble del de hilos o entradas.

OTRAS HERRAMIENTAS TRAPEZOIDALES

Pueden ser herramientas con prismas ajustados. Con una, dos, o tres aristas cortantes (figuras 508, 509 y 510).

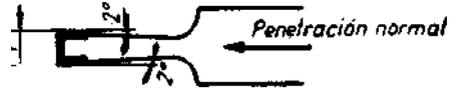
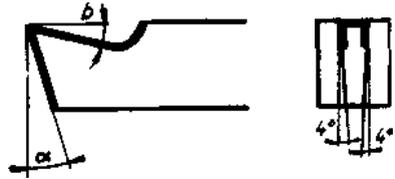


Figura 508. — Herramienta de desbaste (arista activa frontal.)

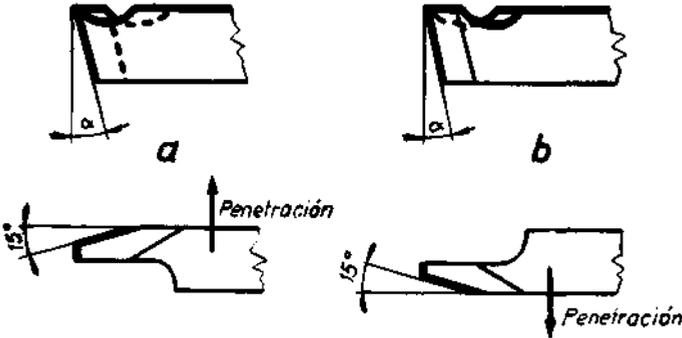


Figura 509. — Herramientas con pendiente lateral; a) de izquierda; b) de derecha.

ORDEN DE LAS OPERACIONES DE AFILADO DE LAS HERRAMIENTAS DE ROSCAR

Es recomendable efectuarlo siempre en una máquina afiladora (figura 511) para tener la seguridad de conseguir los ángulos necesarios. Sin embargo, muchas veces, por no

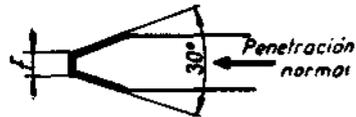
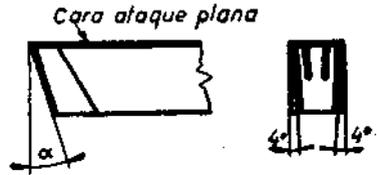


Figura 510. — Herramienta de acabado (tres aristas cortantes).

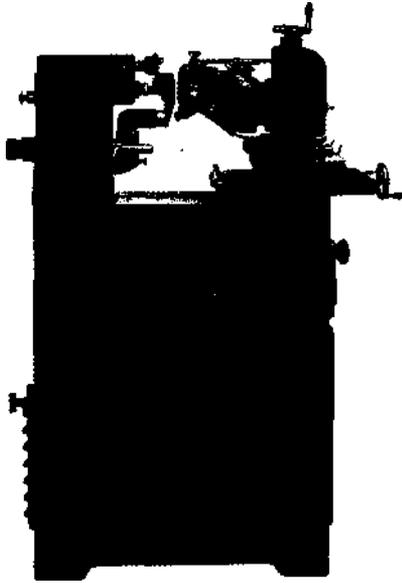


Figura 511. — Máquina afiladora de herramientas. Por no ser de la especialidad del tornero, dejamos sin explicar el manejo de esta máquina

disponer de afiladora, ha de efectuarse a mano. Vea la forma correcta de proceder:

1.° Se comprueba si el perfil de la herramienta corresponde a la muestra dada o a las características señaladas.

2.° Se rectifica la forma del perfil (perpendicular a la cara de base o apoyo) y se efectúa la correspondiente comprobación con galga (figura 512).

3.° Se rectifican las caras en despuña.

4.° Se rectifica la superficie de ataque (figs. 492 y 493).

5.° Por último se mejora la finura de la arista pasando la piedra.

Y, finalmente, no estará de más recordarle que la viruta (fig. 439 de la lección 13) obtenida en el rosca-do en acero con la herramienta bien afilada tiene la forma de una cinta rizada.

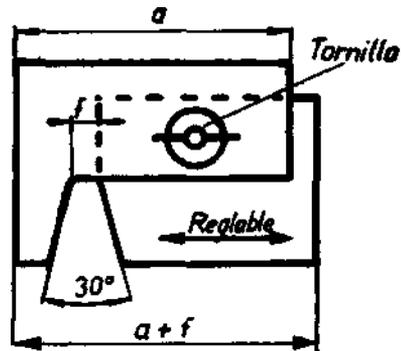
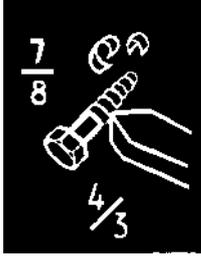


Figura 512. — Galga para el afilado de rosca trapezoidal (50°).



matemáticas para tornero

LECCIÓN

16

RELACIÓN DE LA CIRCUNFERENCIA AL DIÁMETRO

Si se divide la longitud de una circunferencia cualquiera por la longitud de su diámetro, el resultado de la división siempre será el número 3,1415926535... Para operar se toma el valor aproximado 3,1416 que se representa por la letra griega (π). De este número se dice que es **la razón o relación de la circunferencia al diámetro**, ya que indica que la longitud de una circunferencia es siempre 3,1416 veces mayor que la longitud de su diámetro.

Si con la letra C se expresa la longitud de la circunferencia y con la letra d el diámetro, se tiene la fórmula:

$$\frac{C}{d} = \pi = 3,1416$$

es decir, **la longitud de la circunferencia dividida por su diámetro es igual a π - que es igual a 3,1416.**

LONGITUD DE LA CIRCUNFERENCIA

De la relación de la circunferencia al diámetro se deduce que multiplicando el diámetro de una circunferencia por π - se obtiene su longitud.

Ejemplo: Hallar la longitud de una circunferencia cuyo diámetro mide 8 cm.

$$8 \times 3,1416 = 25,1328 \text{ cm.}$$

De acuerdo con la fórmula anterior, queda establecida esta otra fórmula:

$$C = d \pi$$

es decir, **la longitud de la circunferencia es igual al producto de su diámetro por 3,1416.**

Usted sabe perfectamente que el diámetro de una circunferencia es igual a dos radios; por lo tanto, también puede conocerse la longitud de una circunferencia multiplicando el producto de 2 por π por el radio.

Así, pues, queda formada la siguiente fórmula:

$$C = 2 \pi r$$

que se lee, **la longitud de la circunferencia es igual al producto de 2 por 3,1416 por el radio.**

DIÁMETRO DE LA CIRCUNFERENCIA

Para hallar el diámetro de una circunferencia conociendo su longitud, se divide ésta por π y el resultado es el diámetro.

Ejemplo: Hallar el diámetro de una circunferencia cuya longitud es 25,1328 cm.

$$25,1328 : 3,1416 = 8 \text{ cm.}$$

Con la fórmula:

$$d = \frac{C}{\pi}$$

se indica que el diámetro de una circunferencia es igual a su longitud dividida por 3,1416.

LONGITUD DE UN ARCO

A la longitud total de la circunferencia, que como ha estudiado es igual a $2 \pi r$, le corresponde 360 grados. Por lo tanto, a un arco de un

grado, le corresponderá un valor de $\frac{2 \pi r}{360}$

Ahora bien, a un arco de un número determinado de grados, le corresponderá un valor tantas veces mayor como número de grados tenga.

Si con la letra **n** se expresa el número de grados se tiene la siguiente fórmula:

$$\text{Longitud de un arco de } n \text{ grados} = \frac{2 \pi r n}{360}$$

que se lee: **la longitud de un arco de determinado número de grados es igual al producto de 2 por pi multiplicado por el radio y por el número de grados dividido por 360.**

Ejemplo: ¿Cuál es la longitud de un arco de 12° en una circunferencia de 2 metros de radio?

$$\frac{2 \pi r n}{360} = \frac{2 \times 3,1416 \times 2 \times 12}{360} = 0,418 \text{ m}$$

ÁREA DEL CÍRCULO

Usted sabe perfectamente que así como la circunferencia es una línea, el círculo es una superficie. Ha estudiado ya cómo se halla la longitud de una circunferencia, así como la razón constante de la circunferencia con el diámetro. Ahora, verá cómo se procede para hallar el área de un círculo.

El área del círculo es igual **al producto de - por el cuadrado del radio.**

Ejemplo: ¿Cuál es el área de un Círculo de 6 metros de radio?

$$3,1416 \times 6^2 = 3,1416 \times 36 = 113,0976 \text{ m}^2$$

Si se llama **S** al área de un círculo, se forma la siguiente fórmula:

$$S = \pi r^2$$

que se lee: **el área del círculo es igual al producto de 3,1416 por el cuadrado del radio.**

ÁREA DEL SECTOR CIRCULAR

Para hallar el área de un sector circular se opera igual que para hallar la longitud de un arco, pero —fíjese bien —basándose en la superficie del círculo en lugar de la longitud de la circunferencia.

Así, pues, el producto de 3,1416 por el cuadrado del radio se multiplica por los grados del arco y el producto se divide por 360.

Ejemplo: Hallar el área de un sector circular cuyo radio es de 12 m y el arco de 120° .

$$\frac{3,1416 \times 12^2 \times 120}{360} = \frac{3,1416 \times 144 \times 120}{360} = 150,79 \text{ m}^2$$

Si con la letra S se designa el área del sector circular el procedimiento queda expresado por esta fórmula:

$$S = \frac{\pi r^2 n}{360}$$

que se lee: el área del sector circular es igual al producto de 3,1416 por el cuadrado del radio multiplicado por el número de grados del arco y dividido el producto por 360.

ÁREA DE LA CORONA CIRCULAR

El área de la corona circular es igual a la diferencia entre las áreas

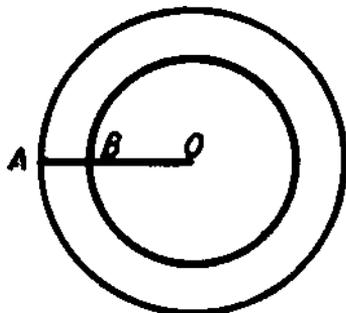


Figura 87

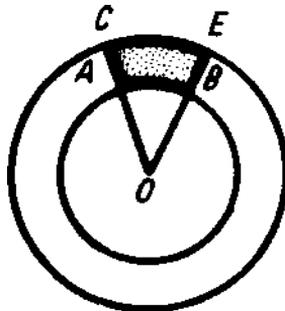


Figura 88

de los círculos concéntricos OA y OB en la figura 87, y se halla multiplicando la diferencia de los cuadrados de los radios por pi.

Ejemplo: Hallar el área de una corona circular, cuyos radios miden, respectivamente, 12 m. y 8 m.
 $3,1416 (12^2 - 8^2) = 3,1416 (144-64) = 3,1416 \times 80 = 251,33 \text{ m.}^2$

Representado el radio mayor por r y el radio menor por r', se establece la siguiente fórmula:

$$\text{Área corona circular } S = \pi (r^2 - r'^2)$$

es decir, **el área de la corona circular es igual a 3,1416 multiplicado por la diferencia de los cuadrados del radio mayor y del radio menor.**

ÁREA DEL TRAPECIO CIRCULAR

ACB de la figura 88 es un trapezio circular. El área del trapezio circular es igual a la diferencia de las áreas de los dos sectores que lo determinan **OCE** y **OAB**.

La fórmula para hallar el área de un trapezio circular, si se llama r y r' a los radios de los dos sectores y l y l' a las longitudes de sus arcos, es

$$\text{Área trapezio circular } S = \frac{rl - r'l'}{2}$$

que se leerá: **el área del trapezio circular es igual al producto del radio mayor por la longitud del arco mayor menos el producto del radio menor por la longitud del arco menor y dividida la diferencia por 2.**

Ejemplo: Hallar el área de un trapezio cuyos radios miden, respectivamente, 7,5 cm. y 5 cm., y sus arcos respectivos 7,854 y 5,236 cm.

$$\frac{7,5 \times 7,854 - 5 \times 5,236}{2} = \frac{58,905 - 26,18}{2} = 16,362$$

Depósito Legal B. 3134-1959

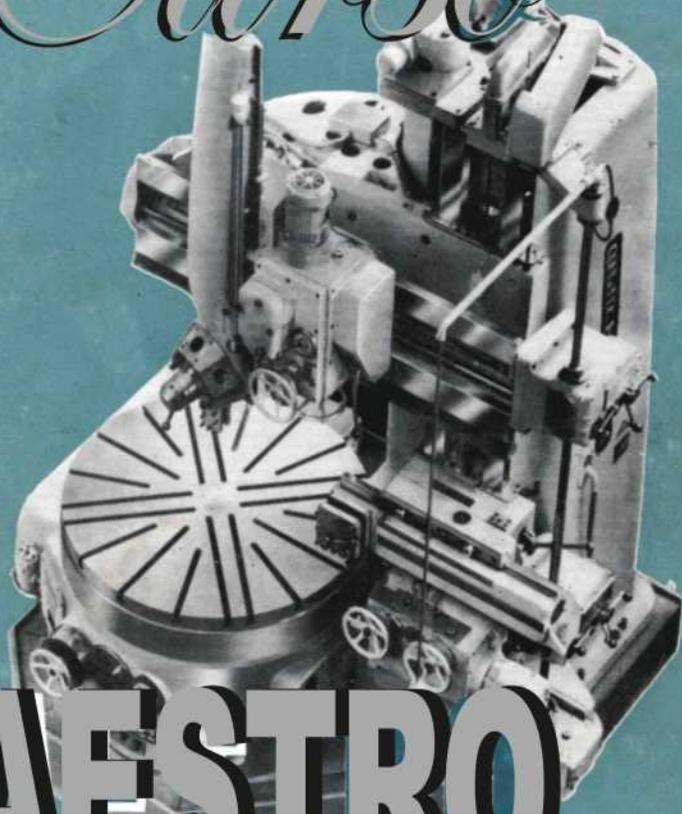
Impreso en GERSA

Llorens y Barba, 38

BARCELONA-13

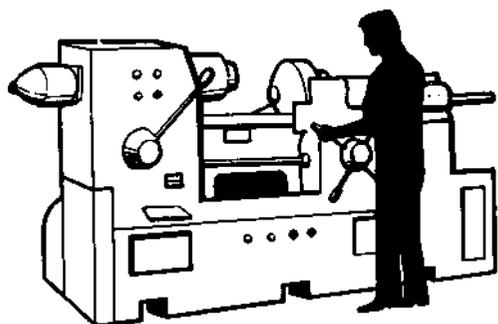
Printed in Spain

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 17



PRACTICA DEL TORNEADO

LECCIÓN 4

EJEMPLO N. 4

Se trata del mecanizado de una pieza que debido a su forma, obliga por así decirlo, a una fijación especial.

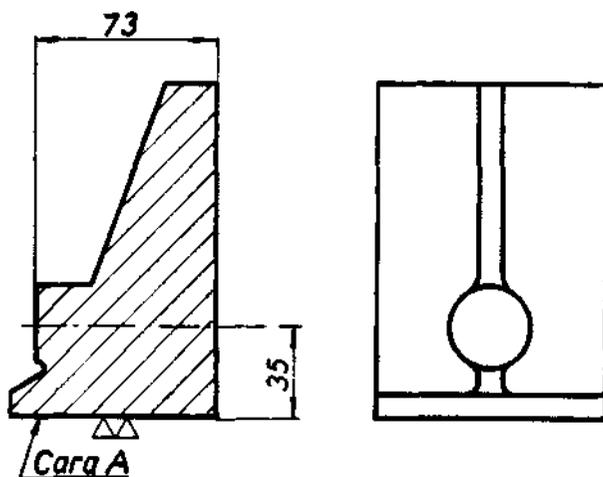


Figura 31

No es corriente que la mecanización de las piezas de este tipo se efectúe completamente en el torno, sino que la mayoría de las veces se lleva a cabo a través de diferentes máquinas. Así la cara A de la pieza de la figura 31 ha sido mecanizada en la fresadora dejando la pieza a las medidas inclinadas en dicha figura.

En la figura 32 se señala la parte del torneado, con las cotas a que ha de quedar. Como se deduce de dicho croquis, interesa que la cara a mecanizar sea completamente perpendicular al eje del agujero; por consiguiente se mecanizará dicha cara, y se mandrinará el agujero con la misma fijación. Asimismo, la única superficie con la que puede obtenerse un buen asiento es la que ha sido fresada.

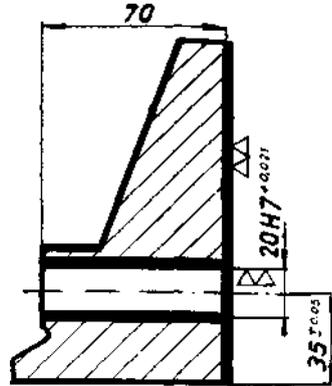


Figura 32

FIJACIÓN DE LA PIEZA

Se empleará un plato liso y en él se fijará una escuadra en la que

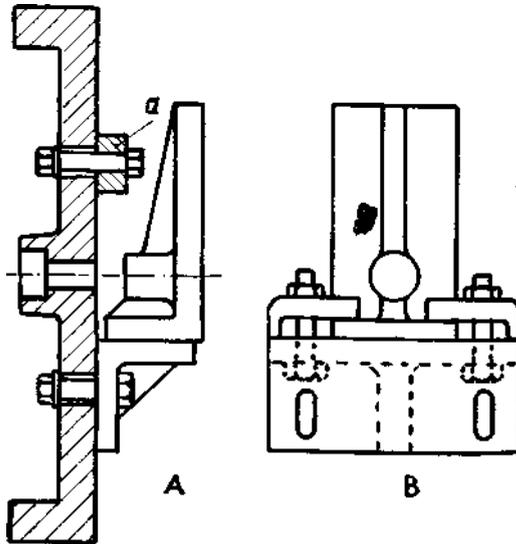


Figura 33

a su vez se fijará la pieza. Vea en A de la figura 33 el conjunto del montaje de la escuadra sobre el plato y en B el detalle de la fijación de la pieza sobre la escuadra; a es un contrapeso colocado en el plato para compensar el desequilibrio originado por la escuadra y la pieza.

PREPARACIÓN DE LA MAQUINA

Se monta el plato liso en el eje del cabezal, fijándolo adecuadamente y sobre el plato se monta la escuadra. El eje geométrico del eje o husillo del cabezal debe coincidir con el eje del agujero de la pieza. Como se observa en el croquis de la figura 32 la cota de la base al eje del agujero, va con la tolerancia $35 \pm 0,05$.

Se tomará un comparador y se fijará en la torre portaherramientas, o bien, si es que tiene pie magnético, sobre el carro transversal. Se situará la escuadra de forma que pueda comprobarse que está horizontal con el comparador. También se colocarán los puntos en el eje del cabezal y la contrapunta y entre puntos se montará un torneador para tomar la medida del eje a la cara de la escuadra.

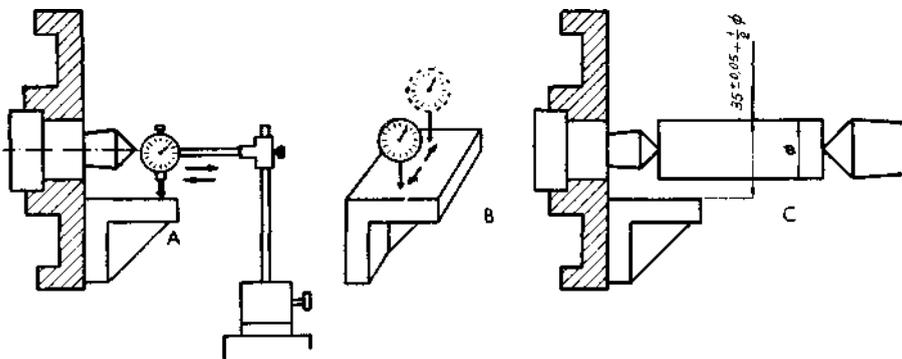


Figura 34

En la figura 34 está representado el desarrollo de la operación. En primer lugar, como se aprecia en A y B, se desplaza el comparador en sentido longitudinal y transversal mediante los dos carros. Así se comprueba si la base es paralela al eje del torno, ya que damos por supuesto

que el husillo es paralelo a las guías de la bancada, que es lo que debe ser.

Seguidamente se monta un torneador cilíndrico entre puntos y se comprueba, con el comparador, que no tenga salto. Después, se toma la medida con un mirafondos o palmer de profundidades, teniendo en cuenta (C en la figura 34) que la cota a considerar es la que se tiene en la pieza más la mitad del diámetro del torneador. Partiendo de la primera medida se desplaza la escuadra hasta conseguir la posición deseada y se fija comprobándose de nuevo que esté bien plana.

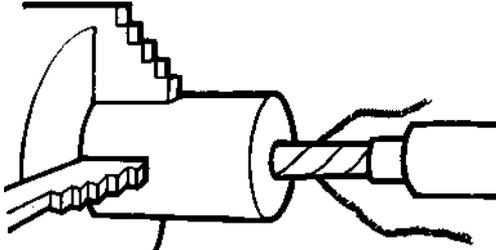
Se fija la pieza y se centra según el eje vertical de la misma. Esto puede hacerse acercando el punto de la contrapunta y tomando medidas a partir de él. Fijada la pieza como en la figura 33, se deja el eje del cabezal en punto muerto, es decir, sin tener ninguna marcha engranada y se hace girar el plato para localizar el punto en que ha de colocarse el contrapeso.

MECANIZADO

No creemos necesario explicarle el desarrollo del mecanizado; repetidas veces se le ha explicado la forma de efectuar un refrentado, un taladrado y un mandrinado. Solamente le señalaremos algunas precauciones que debe tomar en este caso concreto:

- * Aunque se haya equilibrado el plato, la pieza no deja de estar des centrada y tiende a salir despedida, por lo que la velocidad de trabajo deberá reducirse según los casos; en éste se reducirá a la mitad.
- La fijación de la pieza no es muy sonda, por lo que las pasadas y avances también serán reducidas, para evitar que la pieza se mueva o, en el peor de los casos, salte.
- Se evitarán las paradas o puestas en marcha bruscas que podrían aflojar el plato y hacerlo salir de su sitio.
- La cara a refrentar no es cilíndrica; por lo tanto, al empezar a trabajar la herramienta de refrentar trabajará a golpes, pues lo primero que tocará serán los cantos de la cara. Por esta razón no podrá darse mucha pasada.

Aparte de estas consideraciones y como norma general, el tornero no debe colocarse, cuando se trabaje en estas condiciones, frente al plato, sino que se desplazará a la derecha para evitar que resultare accidentado, si por cualquier circunstancia saltara la pieza.



TÉCNICA DEL TORNEADO

LECCIÓN 17

TALLADO DE ROSCAS DE PASO RÁPIDO

Las mayores dificultades del roscado se presentan en la talla de roscas con un ángulo de inclinación muy abierto. Estas roscas no son nunca de sección triangular; destinadas a órganos de movimiento en las máquinas, son casi siempre de sección cuadrada o trapecial.

Ya estudió en la lección anterior que el ángulo de inclinación de la herramienta, propio del paso a tallar, se añadía un ángulo de inclinación cuyo valor señalábamos entre 4 y 6 grados. Esto repercute poco en la resistencia de la arista cortante de las herramientas para pasos normales (fig. 513), pero adquiere una gran importancia cuando se trata de tallar pasos rápidos (ángulos de inclinación de hasta 10°).

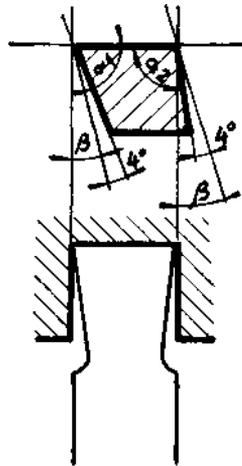


Figura 513.—Ángulo de inclinación β para pasos normales y para pasos rápidos hasta 6° u 8°

Como usted comprenderá fácilmente, el valor de los ángulos α_1 y α_2 (figura 513) dependen del ángulo de inclinación β más 4° para α_1 y menos 4° para α_2 . El ángulo α_1 disminuye tanto cuanto aumenta el ángulo de inclinación y llega a tener, para los pasos rápidos, valores excesivamente pequeños (A de la figura 514), pudiéndose romper la arista con mucha facilidad.

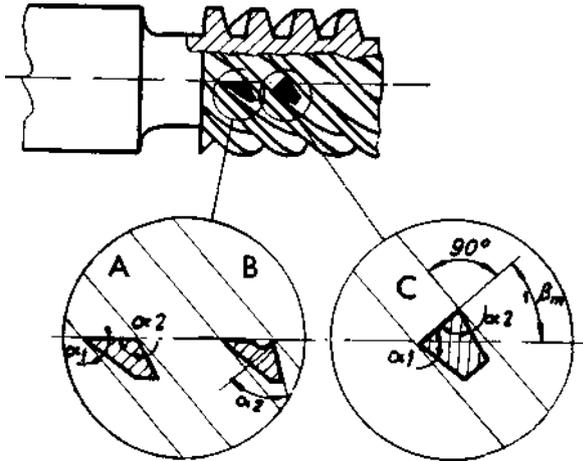


Figura 514 — Posición de la herramienta en una rosca de paso rápido; β_{m} = ángulo de inclinación del diámetro medio o de flancos

En cambio, el ángulo α_2 aumenta demasiado (A de la figura 514), y su arista no corta en la forma debida, sino que comprime o raspa. Este inconveniente puede atenuarse, practicando en el borde de la arista cortante una ranura a modo de rompe-virutas (vea B de la figura 514) la cual hace que el ángulo α_2 disminuya hasta la dimensión correcta. Ahora bien, de esta forma se obtiene una arista cortante adecuada, pero se complica el afilado de la herramienta. De ahí, que en la mayoría de los casos, al tallar roscas de paso rápido, es decir, con ángulo de inclinación muy pronunciado, se evite que las aristas tomen ángulos de corte inadecuados (α_1 demasiado pequeño y α_2 demasiado grande) colocando la herramienta en la dirección del paso del tornillo. Observe a este respecto C de la figura 514.

Esta colocación de la herramienta, sin embargo, es causa de alteraciones en el perfil de la rosca debido a que una de las aristas está por debajo del centro y la otra está demasiado alta. Estas alteraciones se

anulan efectuando una operación previa de desbaste que arranque virutas gruesas y otra de afinado para el acabado de los flancos. Puede procederse así gracias a que las roscas de este tipo tienen casi siempre una sección muy considerable.

Para el desbaste se adopta la posición representada en C de la figura 514, y para el acabado se emplean dos herramientas separadas para

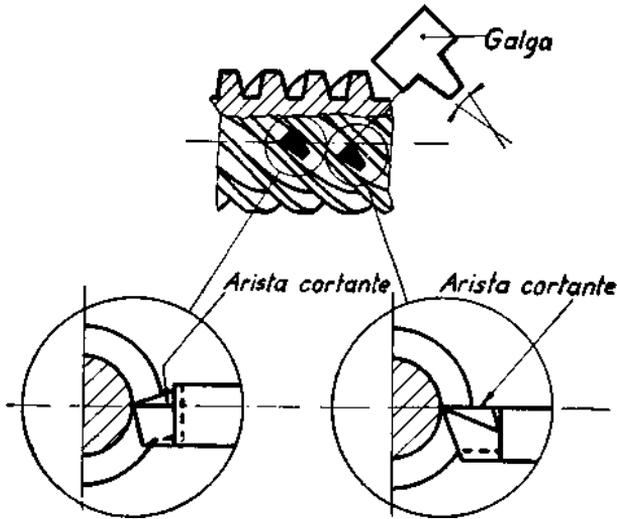


Figura 515 — Acabado por separado de los flancos con la arista cortante en el plano horizontal y centrada

los flancos derecho e izquierdo, respectivamente, tal como se indica en la figura 515. De esta forma, las aristas que cortan los flancos están en posición horizontal. Como es natural, con este método se emplea algo más de tiempo, pero la mayor seguridad y un mejor acabado lo justifican plenamente, ya que en roscas de este tipo (para mecanismos de máquinas) lo esencial es producir un filete de forma correcta; precisamente del filete obtenido dependerá el rendimiento y duración del mecanismo.

La comprobación del perfil del filete con una galga de forma, colocándola perpendicular al ángulo de inclinación de la hélice, tal como se representa en la figura 515, se efectuará siempre que el acabado se haga con herramientas separadas.

INCLINACIÓN DE LA HERRAMIENTA PARA PASOS RÁPIDOS CALCULO DEL ANCHO DE LA HERRAMIENTA

Con lo dicho queda entendido que en el tallado de roscas de mucha inclinación (ángulo de inclinación mayor de 10°) y en las de filetes múltiples, resulta práctico colocar el corte de la herramienta inclinado de un ángulo que conviene que sea siempre el medio de inclinación (C de la fig. 514), es decir, el ángulo de la hélice en el diámetro medio o de flancos. Así se obtienen los ángulos laterales α_1 y α_2 iguales, con los que las dos caras cortan igualmente y sufren esfuerzos iguales.

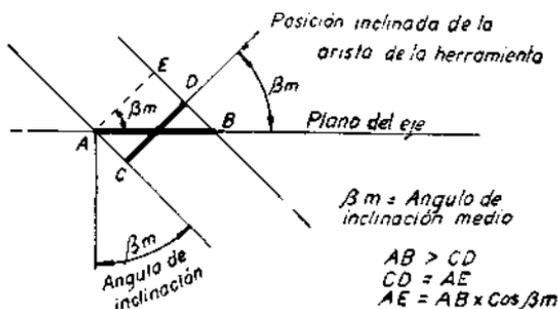


Figura 516. — Cálculo de la anchura de la herramienta

Queda entendido también que el plano del eje en que esta colocación sitúa las aristas de corte no es el mismo que el de corte correcto y

ACLARACIÓN

En la lección de MATEMÁTICAS de este mismo envío se explica qué es el coseno de un ángulo. Como verá usted se trata de una de las llamadas líneas trigonométricas. Otra línea trigonométrica es la tangente. Usted recordará que en la lección 10 de TÉCNICA DEL TORNEADO ya operó con tangentes. De la misma forma que se opera con las tangentes se opera con los cosenos. Al final de esta lección insertamos con unas instrucciones para su manejo, la tabla de cosenos para ángulos de 0 a 90° . Incluimos también la de senos (otra de las líneas trigonométricas que usted necesita conocer) para tener las tablas mejor ordenadas y de esta forma su búsqueda le resultará más cómoda .

esto provoca una variación en el perfil. Además, resulta evidente también que la anchura de la herramienta deberá ser menor que cuando se coloca horizontalmente, tal como usted puede comprobar en la figura 516.

La nueva anchura se calculará por la siguiente fórmula:

Ancho herramienta posición inclinada = Ancho herramienta posición horizontal X coseno ángulo inclinación medio.

En cuanto a la variación del perfil, por el cambio de plano de ataque, según pudo estudiar en la figura 460 del envío 13, se suma también la variación que provocaría trabajar con una misma herramienta un perfil en el que hemos de considerar tres ángulos de inclinación: el del diámetro exterior, el del diámetro medio o flancos y el del diámetro interior o núcleo. De ahí que para corregir esto, se calcula el ancho de la herramienta, teniendo en cuenta estos tres ángulos, puesto que a medida que el ángulo de inclinación crece, disminuirá su anchura.

Así, pues, los tres ángulos determinan tres anchuras distintas y en los filetes de rosca cuadrada la anchura será mayor en la parte co-

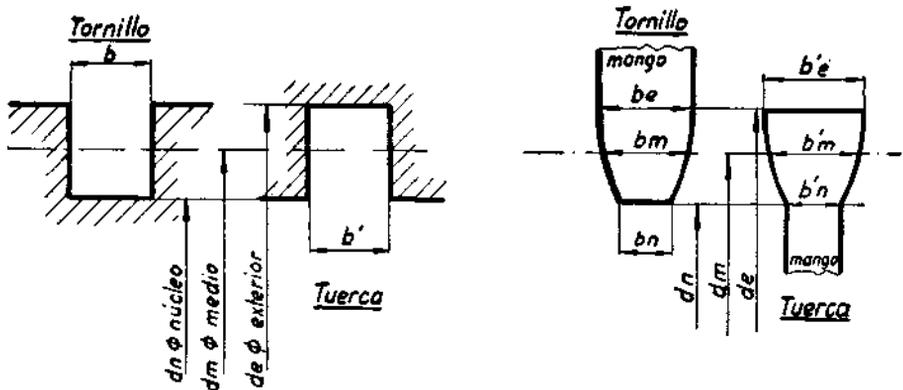


Figura 517. — Variaciones en la anchura de la herramienta {rosca cuadrada, $b_e = b'$ $b_m = b'm$ $b_n = b'n$

respondiente al diámetro exterior (que es el mayor y por tanto con menor inclinación) que en la correspondiente al diámetro del núcleo, (que es el menor y con mayor inclinación).

En la figura 517 puede ver, en forma acentuada, el perfil que to-

marían unas herramientas para rosca cuadrada, con las anchuras calculadas, para poder montar la herramienta inclinada según el ángulo de inclinación medio Bm .

Los perfiles de la herramienta son iguales para el tornillo y la tuerca, pero naturalmente, son opuestos respecto al mango de la herramienta.

El cálculo exacto de la anchura de la herramienta b es difícil y obliga al empleo de fórmulas algo complicadas. Generalmente, sobre todo con ángulos de inclinación hasta los 10° , puede utilizarse la siguiente fórmula, fórmula que da resultados suficientemente exactos siempre que se considere el corte de la herramienta perpendicular a la hélice del diámetro medio del filete:

Ancho de la herramienta

$$b = \text{Ancho teórico} \times \frac{\text{coseno ang. inclinación hélice considerada}}{\text{coseno } (Bm, \text{ hélice media} - Be, \text{ hélice exterior})}$$

o sea que ateniéndonos a la figura 517 las tres anchuras a considerar, según las tres correspondientes hélices serán-

$$\varnothing \text{ exterior } be = b \times \frac{\text{cos } Be \text{ (hélice extenor)}}{\text{cos } (Bm, \text{ hélice media} - Be \text{ hélice exterior})}$$

$$\varnothing \text{ medio } bm = b \times \frac{B \text{ m (hélice media)}}{\text{cos } (B \text{ m, hélice media} - B \text{ m. hélice media)}}$$

$$\varnothing \text{ núcleo } bn = b \times \frac{b \text{ n (hélice núcleo)}}{\text{cos } (B \text{ m, hélice media} - B \text{ n hélice núcleo)}}$$

(Este cociente recibe el nombre de **ángulo de desviación**)

Para los casos de gran inclinación (hasta unos 45°), la fórmula se complica ligeramente, aunque luego usted verá la aplicación a un caso práctico y podrá comprobar que no es difícil. Dicha fórmula es:

Ancho teórico

$$\text{Ancho de la herramienta} = \frac{\text{Ancho teórico}}{\text{cos } B \text{ m } \times (1 + \text{tg } Bm \times \text{tg } B \text{ hélice considerada})}$$

La práctica en el manejo de las funciones trigonométricas (seno, coseno, tangente, etc.) le facilitará grandemente todos estos cálculos, más aparatosos que complicados y además teniendo en cuenta que su aplicación en el terreno práctico se le presentará poquísimas veces. En el momento de su aplicación usted no recordará probablemente de memoria estas fórmulas, pero le será suficiente dar un vistazo a esta lección para recordarlas.

Todas estas fórmulas son aplicables en principio tanto para las roscas cuadradas como para roscas trapeciales, aunque en estas últimas la anchura del tornillo y de la tuerca no son iguales en una misma

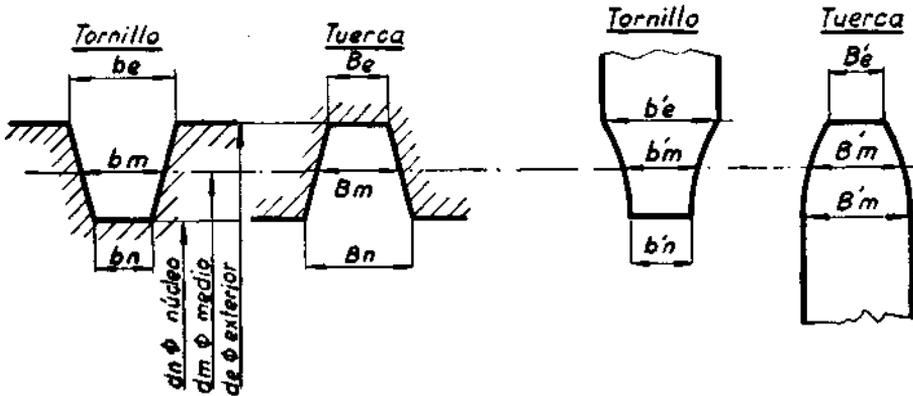


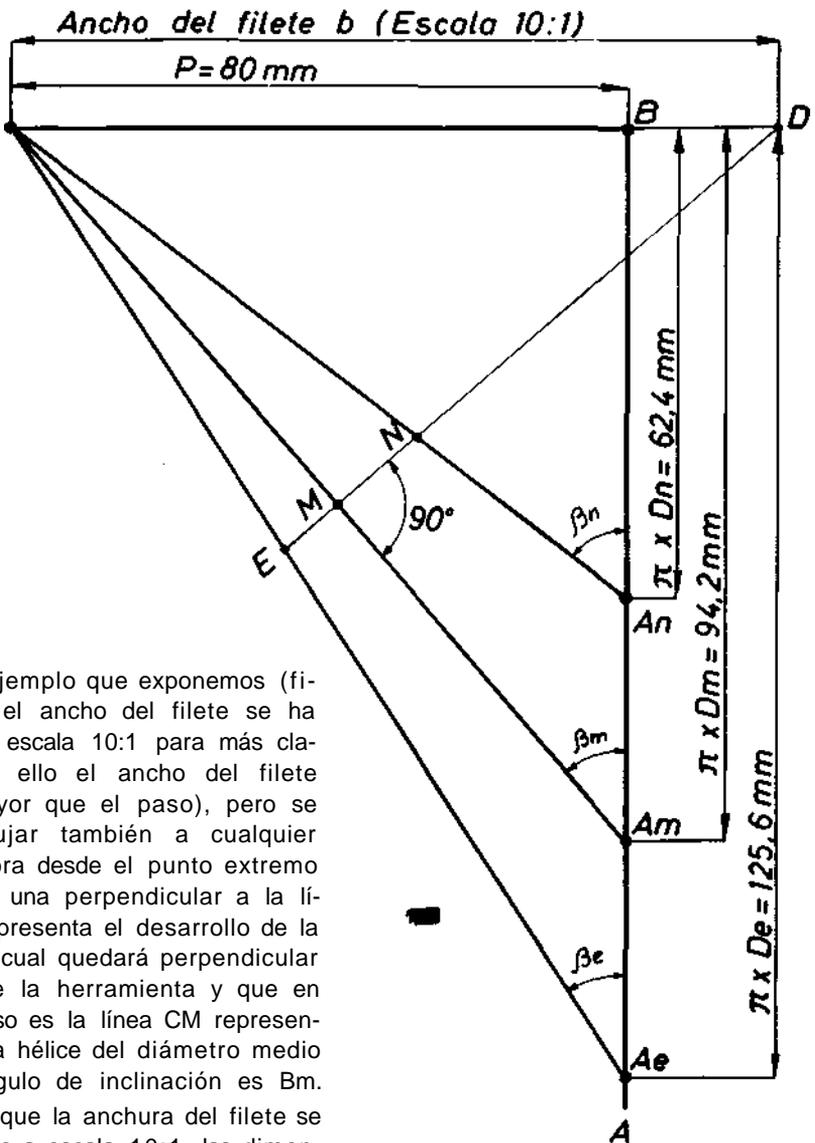
Figura 518. — Variaciones en la anchura de la herramienta {roscas trapecial)
 $b'm = B'm$
 Considerando la rosca sin holuras $Ve = B'n$ y $b'n = B'e$

sección del eje; por consiguiente, los perfiles de las herramientas de los tornillos son diferentes de los de las tuercas (fig. 518). Solamente son iguales en el tornillo y en la tuerca las anchuras medias. Consideradas las roscas sin holuras, a la anchura para el diámetro exterior del tornillo corresponde la anchura del diámetro del núcleo de la tuerca y viceversa.

DETERMINACIÓN GRÁFICA DEL ANCHO DE LA HERRAMIENTA

Se traza a escala real o bien a una escala aumentada el desarrollo de la hélice para los diámetros exterior, de flancos y de núcleo. Para ello se traza una recta CB igual al paso (en este caso lo hacemos a escala real) y una perpendicular hacia abajo BA en la cual se señalan los desarrollos de los diámetros de núcleo, medio y exterior (puntos An, Am y Ae). Estos puntos se unen con rectas con el punto C, representando el desarrollo de la hélice. Los triángulos formados tienen un cateto común CB que representa el paso P.

Para roscas cuadradas, sobre el mismo dibujo se traza a escala la anchura del filete, partiendo del punto C y sobre la recta CB.



En el ejemplo que exponemos (figura 519) el ancho del filete se ha dibujado a escala 10:1 para más claridad (por ello el ancho del filete resulta mayor que el paso), pero se puede dibujar también a cualquier escala. Ahora desde el punto extremo D se traza una perpendicular a la línea que representa el desarrollo de la hélice a la cual quedará perpendicular el corte de la herramienta y que en nuestro caso es la línea CM representativa de la hélice del diámetro medio y cuyo ángulo de inclinación es β_m .

Puesto que la anchura del filete se ha dibujado a escala 10:1, las dimensiones serán:

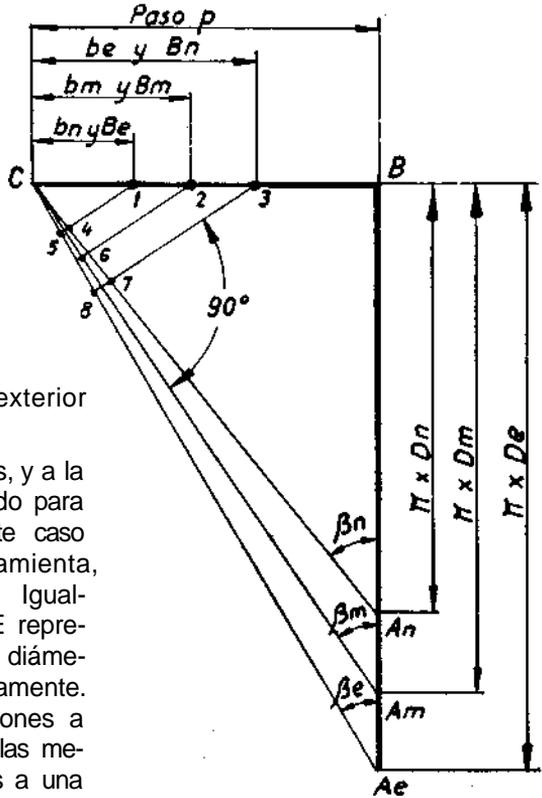
$$\frac{DN}{10} = \text{Anchura en el } 0 \text{ núcleo}$$

$$\frac{DM}{10} = \text{Anchura en el } 0 \text{ medio}$$

Fig. 519. — Determinación gráfica de la anchura de la herramienta (rosca cuadrada). Datos de la rosca: Diámetro exterior del tornillo = 40 mm, paso a tallar = 80 mm, número de filetes = 4, ancho del filete $b = 10$ mm, 0 exterior = 40 mm, 0 medio = 30 mm, 0 núcleo = 20 mm.

Anchuras herramienta	Anchura exterior b'e	Anchura media b'm	Anchura núcleo b'n
Tornillo	3-8	2-6	1-4
Tuerca	1-5	2-6	3-7

Figura 520. — Determinación gráfica de la anchura de la herramienta (roscas trapecial)



$\frac{DE}{10}$ = Anchura en el 0 exterior

El segmento DN da entonces, y a la misma escala que se ha tomado para la anchura del filete (en este caso 10:1), la anchura de la herramienta, para el diámetro del núcleo. Igualmente los segmentos DM y DE representan las anchuras para los diámetros medio y exterior respectivamente. Se reducen estas tres dimensiones a la escala natural y se tendrán las medidas exactas, pues el trazarlas a una escala mayor, se hace solamente con la finalidad de poder precisar más las medidas en forma gráfica.

Para las roscas trapeciales se procede del mismo modo que en el caso anterior, pero —fíjese bien— en la figura 520 sobre la recta CB hay que señalar tres segmentos que corresponden a la anchura

del filete en el núcleo, la anchura en el diámetro medio y la anchura en el diámetro exterior. En la misma escala a que señalemos estos segmentos, obtendremos las anchuras, operando en forma similar, según puede ver en la figura.

CONSIDERACIONES SOBRE LA FORMA DE LOS FLANCOS DE LA HERRAMIENTA

Ya ha visto en la figura 517 que para las roscas cuadradas, los perfiles de los filetes para el tornillo y la tuerca son bombeados hacia el exterior. En las roscas trapeciales, por el contrario, el perfil del tornillo generalmente es bombeado hacia el interior (fig. 518), pero según la magnitud del ángulo de flancos puede también resultar plano o bombeado hacia el exterior. El perfil de la tuerca bombeado siempre hacia el exterior, varía muy poco del perfil recto, de forma que casi no se aprecia.

La colocación inclinada del corte de la herramienta tiene el inconveniente, como ya hemos dicho, de que la forma del corte es muy difícil de construir y de afilar (fig. 500 del envío 16), especialmente la forma recortada del paso de la tuerca de rosca cuadrada, por lo que esta, sobre todo para roscas pequeñas, se talla perpendicularmente.

Las roscas se labrarán desbastando en primer lugar el fondo y los dos flancos y después acabando los flancos con herramientas de forma. Estas últimas deben ser más estrechas de la medida para poder acabar los flancos por separado. También cuando se trabaja con una herramienta colocada horizontalmente se recomienda efectuar un desbastado previo con herramienta inclinada.

DETERMINACIÓN DE LAS CARAS DE LA HERRAMIENTA PARA EL TALLADO DE ROSCAS CUADRADAS Y TRAPECIALES

a) CON HERRAMIENTA COLOCADA HORIZONTALMENTE

Observe la figura 521 ; en ella se representa el tallado de una rosca cuadrada rápida con inclinación a la derecha. La inclinación general del filete estará determinada por su correspondiente ángulo β .

Para trabajar en buenas condiciones, las caras laterales de la herramienta de roscar deben determinar, con su cara superior, los ángulos de corte que eviten el choque con el flanco correspondiente.

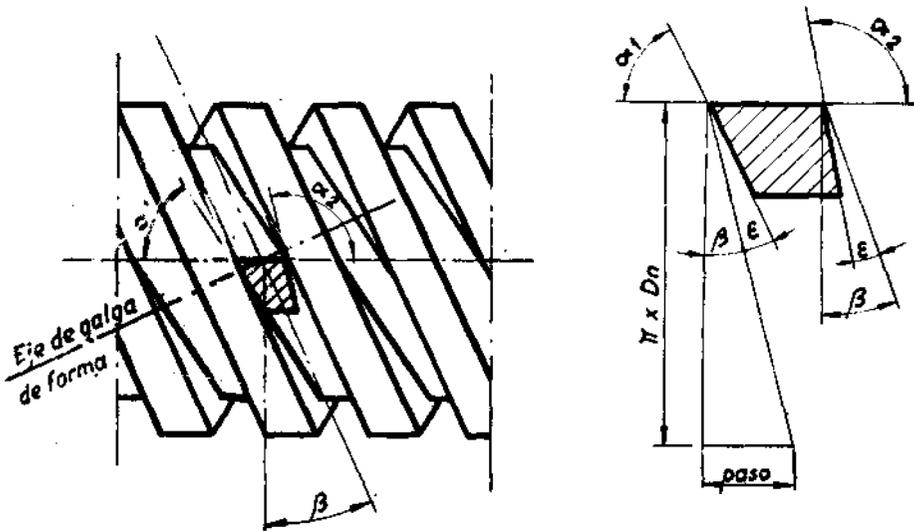


Figura 521.—Determinación de los ángulos α_1 y α_2 (rosca cuadrada a la derecha)

Daremos como valor al ángulo de incidencia lateral $e = 5^\circ$ por ejemplo y quedarán establecidas las fórmulas siguientes:

$$\alpha_1 = 90^\circ - (\beta + 5^\circ)$$

$$\alpha_2 = 90^\circ + (\beta - 5^\circ)$$

siendo β el ángulo de inclinación correspondiente al diámetro del núcleo.

Ejemplo 1.º

Para roscar un tornillo de rosca cuadrada de diámetro exterior 30 mm, con paso a tallar de 12 mm y 4 entradas.

- 1.º Paso.
- 2.º Altura del filete.
- 3.º Diámetro del núcleo.
- 4.º Ángulo de inclinación.
- 5.º Ángulos de filo α_1 y α_2 .

Escogeremos como ángulo de incidencia lateral $e = 5^\circ$.

$$\text{Paso} = \frac{\text{Paso a tallar}}{\text{N.º filetes}} = \frac{12}{4} = 3 \text{ mm.}$$

Altura filete $h = 0,473 \times p = 0,473 \times 3 = 1,41$ mm.

Diámetro núcleo $D_n = D_{ext} - (2 \times h) = 30 - (2 \times 1,41) = 30 - 2,82 = 27,18$ mm.

Angulo inclinación $\text{tg } \beta = \frac{\text{Paso a tallar}}{\pi \times D_n} = \frac{12}{85,34} = 0,14061$
 $0,14061 = \text{tg } \beta ; \beta = 8^\circ$

Angulo $\alpha_1 = 90 - (\beta + 5^\circ) = 90 - 13^\circ = 77^\circ$

Angulo $\alpha_2 = 90 + (\beta - 5^\circ) = 90 + 3^\circ = 93^\circ$

b) CON HERRAMIENTA COLOCADA INCLINADA

Ejemplo 2.º

Calcular la anchura de una herramienta, con colocación inclinada del corte, perpendicular a la hélice del diámetro medio de una rosca cuadrada de las siguientes características (fig. 522).

Diámetro exterior del tornillo = 100 mm.

Paso a tallar = 40 mm.

N.º filetes = 2.

Anchura del filete: $\frac{\text{paso a tallar}}{2} = \frac{40}{2} = 20$; $\frac{20}{2} = 10$ mm anchura

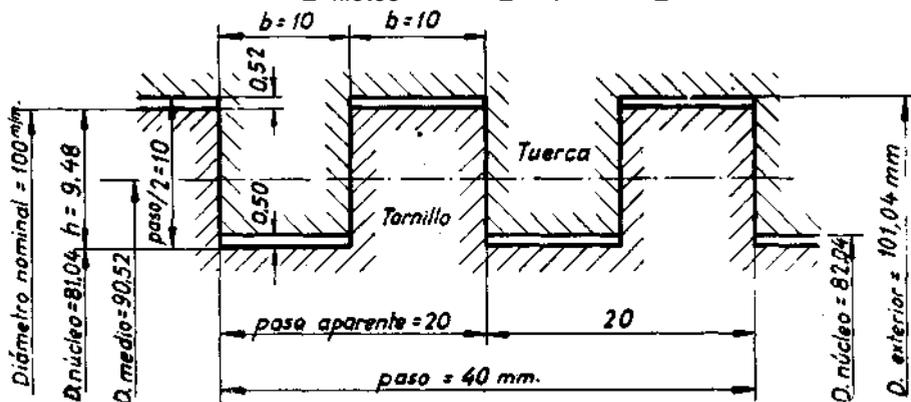


Figura 522. — Dimensiones tornillo y tuerca (rosca cuadrada)

CALCULO

TORNILLO	Exterior	Medio (flancos)	Núcleo (interior)
Diámetro d	100 mm	90,52 mm	81,04 mm
Paso para tallar p	40 mm	40 mm	40 mm
Angulo inclinación $\text{tg } \beta = \frac{p}{\pi \times d}$	$\frac{40}{3,14 \times 100}$	$\frac{40}{3,14 \times 90,52}$	$\frac{40}{3,14 \times 81,04}$
$\text{tg } \beta$	0,12732	0,14073	0,15719
β	7° 15'	8°	8° 56'
Inclinación del corte de la herramienta. β_m	8°	8°	8°
Desviación $\beta_m - \beta$	0° 45'	0°	-0° 56'
$\cos(\beta_m - \beta)$	0,99991	1	0,99987
Coseno del áng. inclinación $\cos \beta$	0,99200	0,99027	0,98787
Ancho de la rosca. b	10 mm	10 mm	10 mm
Ancho de la herramienta			
$b' = b \times \frac{\cos \beta}{\cos(\beta_m - \beta)}$	$10 \times \frac{0,99200}{0,99991}$	$10 \times \frac{0,99027}{1}$	$10 \times \frac{0,98787}{0,99987}$
b'	9,921 mm	9,902 mm	9,879 mm
TUERCA			
Diámetro. d	101 mm	90,52 mm	82,04 mm
Paso a tallar. p	40 mm	40 mm	40 mm
Angulo de inclinación $\text{tg } \beta = \frac{p}{\pi \times d}$	$\frac{40}{3,14 \times 101}$	$\frac{40}{3,14 \times 90,52}$	$\frac{40}{3,14 \times 82,04}$
$\text{tg } \beta$	0,12606	0,14073	0,15527
β	7° 11'	8°	8° 50'
Inclinación del corte de la herramienta. β_m	8°	8°	8°
Desviación. $\beta_m - \beta$	0° 49'	0°	-0° 50'
$\cos(\beta_m - \beta)$	0,99990	1	0,99989
Coseno del áng. inclinación $\cos \beta$	0,99215	0,99027	0,98814
Ancho de la rosca. b	10 mm	10 mm	10 mm
Ancho de la herramienta			
$b' = b \times \frac{\cos \beta}{\cos(\beta_m - \beta)}$	$10 \times \frac{0,99215}{0,99990}$	$10 \times \frac{0,99027}{1}$	$10 \times \frac{0,98814}{0,99989}$
b'	9,923 mm	9,902 mm	9,882 mm

Como puede observar las diferencias no son casi dignas de tenerse en cuenta, como no sea para una pieza muy especial o para un macho de roscar, etc.; no obstante, a medida que aumenta el ángulo de inclinación, estas diferencias suelen acentuarse.

En caso de haber buscado la solución en forma gráfica, siendo distintos los diámetros exteriores y de núcleo del tornillo y de la tuerca, habríamos tenido que dibujar sus triángulos por separado, pues solamente sería común el triángulo del diámetro medio.

Si para este ejemplo debiéramos poner la herramienta plana, los valores de los ángulos de filo, adoptando un ángulo de incidencia de 5° serían:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 90 - (B + 5^\circ) = 90 - (8^\circ 56' + 5^\circ) = 90 - 12^\circ 56' = 76^\circ 4' \\ \alpha_2 &= 90 + (B - 5^\circ) = 90 + (8^\circ 56' - 5^\circ) = 90 + 3^\circ 56' = 93^\circ 56' \end{aligned}$$

Ejemplo 3.º

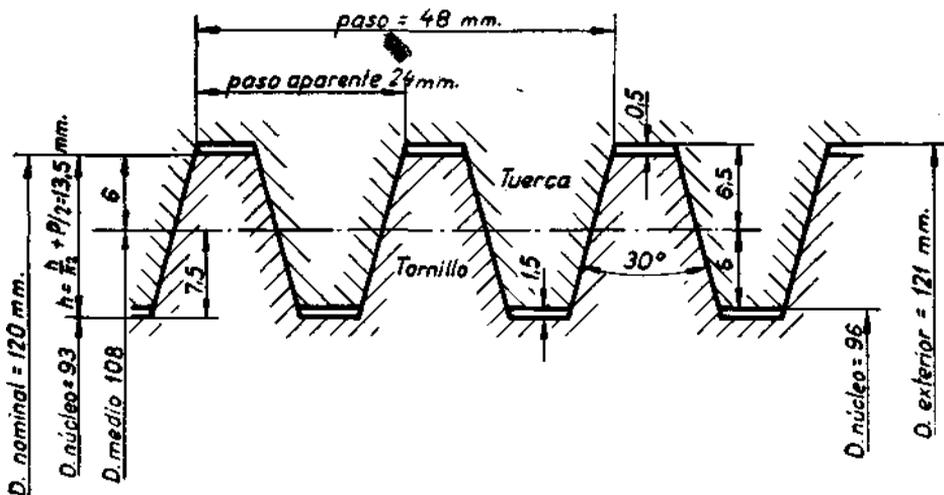


Figura 523. — Dimensiones tornillo y tuerca (rosca trapecial)

Cálculo de las características completas de una rosca trapecial (figura 523), así como de las dimensiones de la herramienta, cuya arista de corte ha de colocarse perpendicular a la hélice media de la rosca.

Los datos que se tienen son los siguientes:

Diámetro exterior = 120 mm.

Paso a tallar = 48 mm.

Rosca trapecial de 2 filetes.
 Ángulo perfil del filete = 30°

Estableceremos ante todo una tabla para las holguras $\frac{h}{k_3}$ y $\frac{h}{k_2}$

que son las holguras del fondo de la tuerca y del fondo del tornillo, respectivamente (vea figura 455 del envío 13).

Paso en mm.	Holgura fondo tuerca h/k_3 en mm.	Holgura fondo tornillo h/k_2 en mm.
De 2 a 4	0,25	0,50
De 4 o 12	0,25	0,75
De 12 a 48	0,50	1,50

Procederemos primeramente al cálculo de las dimensiones teóricas del perfil del filete de acuerdo con las indicaciones de la mencionada figura 455 del envío 13.

Cálculo de la altura del filete

$$\text{Para el tornillo} = \frac{\text{Paso a tallar}}{2} + \text{holgura fondo tornillo.}$$

$$\text{Para la tuerca} = \frac{\text{Paso a tallar}}{2} + \text{holgura fondo tuerca.}$$

$$\text{Altura del filete del tornillo} = \frac{48/2}{2} + 1,50 = \frac{24}{2} + 1,50 =$$

$$= 13,50 \text{ mm.}$$

$$\text{Altura del filete de la tuerca} = \frac{48/2}{2} + 0,50 = \frac{24}{2} + 0,50 =$$

$$= 12,50 \text{ mm.}$$

Cálculo del diámetro del núcleo

Diámetro núcleo tornillo = Diámetro exterior — (2 x alt. filete) =
 = $120 - (2 \times 13,50) = 93$ mm.

Diámetro exterior tuerca = Diám. exterior tornillo + (2 X holgu-
 ra fondo tuerca) = $120 + (2 \times 0,5) = 121$ mm.

Diámetro núcleo tuerca = Diám. exterior tuerca — (2 X alt. filete)
 = $121 - (2 \times 12,50) = 96$ mm.

Los tres diámetros calculados junto con la altura del filete, el paso y el ángulo de 30° determinan exactamente el perfil y las dimensiones del filete y, en realidad, la medida de acabado se toma sobre los flancos en la forma que se indicará más adelante.

Para trabajar con las herramientas colocadas horizontales debemos, no obstante, proceder al cálculo de la sección de las herramientas, de manera que éstas no nos tallen una ranura más ancha de la medida. Que la construyeran más estrecha no constituiría problema, pues después podríamos ensancharla repasando los flancos hasta lograr la medida. Este cálculo se efectúa solamente cuando no se dispone de una rosca de muestra que pueda utilizarse como plantilla para la preparación de la herramienta (estas dimensiones son para una colocación pla-

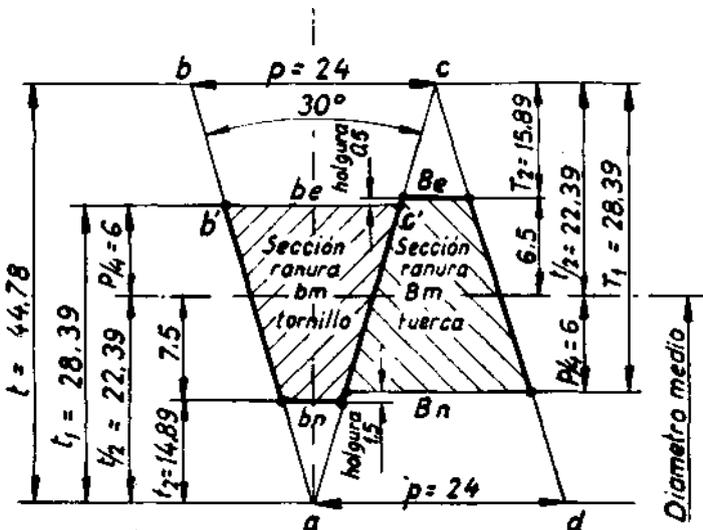


Figura 524. — Cálculo de la sección plana de la herramienta o ranura a efectuar por ésta.

na de la misma; en caso de tener que montarla inclinada tendríamos que proceder al cálculo de las nuevas dimensiones en forma similar a la del 2.º ejemplo).

CALCULO DE LA SECCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS PARA MONTARLAS HORIZONTALMENTE

Fíjese en la figura 524. Conocidos el paso y el ángulo, calcularemos el valor t en el triángulo $a b c$, empleando la siguiente fórmula:

$$t = \frac{\frac{bc}{2}}{\text{tang } 15^\circ}$$

Así, pues,

$$t = \frac{\frac{bc}{2}}{\text{tang } 15^\circ} = \frac{\frac{24}{2}}{0,26795} = \frac{12}{0,26795} = 44,78 \text{ mm.}$$

Sabemos que el diámetro medio pasa por el centro del perfil teórico del filete (aparte las holguras), pudiendo calcular así el valor de $\frac{t}{2}$:

$$\frac{t}{2} = \frac{44,78}{2} = 22,39 \text{ mm.}$$

Sumando o restando a $\frac{h}{2}$ los valores $\frac{P}{4}$ (vea la figura 455 de la

lección 13) y de los juegos $\frac{h}{2}$ y $\frac{h}{2}$, obtendremos los demás datos

que usted puede comprobar en la figura 524, con los cuales podremos calcular las anchuras correspondientes a los tres diámetros característicos (fig. 518) mediante el empleo de las siguientes fórmulas:

Dimensiones herramienta para el tornillo	Dimensiones herramienta para la tuerca
$b_c = p \times \frac{t_1}{t}$	$B = p \times \frac{T_2}{t}$
$b_m = p : 2$	$B_m = b_m$
$b_n = p \times \frac{t_2}{t}$	$B_n = p \times \frac{T_1}{t}$

En este ejemplo tenemos, pues:
Para el tornillo:

$$b_c = p \times \frac{t_1}{t} = \frac{24 \times 28,39}{44,78} = 15,21 \text{ mm}$$

$$b_m = p : 2 = 24 : 2 = 12 \text{ mm.}$$

$$b_n = p \times \frac{t_2}{t} = \frac{24 \times 14,89}{44,78} = 6,9 \text{ mm}$$

Para la tuerca:

$$B = p \times \frac{T_2}{t} = \frac{24 \times 15,89}{44,78} = 8,51 \text{ mm}$$

$$B_m = b_m = 12 \text{ mm.}$$

$$B_n \approx p \times \frac{T_1}{t} = \frac{24 \times 28,39}{44,78} = 15,21 \text{ mm}$$

Interesa advertirle que siempre debe tener la precaución de observar atentamente los planos en los que le indiquen una rosca de este tipo.

La mayoría de las veces, el diámetro del núcleo que le anotarán corresponderá a la medida teórica, es decir, no incluirá la holgura del fondo, aunque lo normal sería que así fuese. Las dimensiones teóricas del filete serán entonces las indicadas en la figura 525, pero en la práctica, claro está, se debe contar siempre con las holguras correspondientes, tanto en el tornillo como en la tuerca, por lo cual ya se han confeccionado, las tablas normalizadas para ambos casos, como la que hemos seguido en este ejemplo.

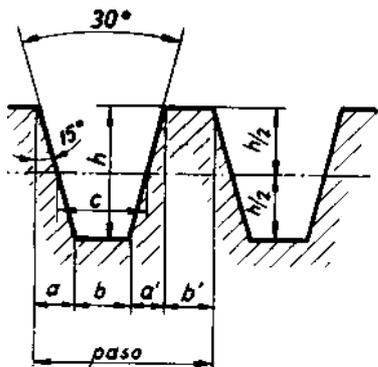


Figura 525. — Dimensiones teóricas de un filete de rosca trapecial (sin tener en cuenta la holgura de fondo)

CALCULO DE LAS DIMENSIONES DE LA HERRAMIENTA PARA MONTARLA INCLINADA

Igual que para el ejemplo 2.º la herramienta irá montada inclinada de forma que la arista de corte quede perpendicular a la hélice del diámetro medio.

El cálculo es igual al del ejemplo anterior, pues la hélice media ($8^{\circ} 4'$) no puede considerarse aún como de gran inclinación.

El desarrollo del cálculo es el que sigue:

$$\begin{aligned} h &= p/2 \\ a &= h \times \operatorname{tg} 15^{\circ} \\ a' &= a \\ b + b' &= \text{paso} \quad (a + a) \\ b' &= b \\ c' &= b + 2 \frac{a}{2} = b + a \\ a + b + a' + b' &= \text{paso}. \end{aligned}$$

TORNILLO	Exterior	Medio (flancos)	Núcleo (interior)
Diámetro d	120 mm	108 mm	93 mm
Paso a tallar p	48 mm	48 mm	48 mm
Ang. inclinación $tg \beta = \frac{p}{\pi \times d}$	$\frac{48}{3,14 \times 120}$	$\frac{48}{3,14 \times 108}$	$\frac{48}{3,14 \times 93}$
 $tg \beta$	0,12738	0,14154	0,16437
β	7° 15'	8° 4'	9° 20'
Inclinación del corte de la herramienta. β_m	8° 4'	8° 4'	8° 4'
Desviación. $\beta_m - \beta$	0° 49'	0°	-1° 16'
$\cos (\beta_m - \beta)$	0,99990	1	0,99976
Coseno del ángulo de inclinación. $\cos \beta$	0,99200	0,99014	0,98676
Ancho de la rosca. b	15,192 mm	12 mm	7,968 mm
Ancho de la herramienta	$b' = b \times \frac{\cos \beta}{\cos (\beta_m - \beta)}$	$12 \times \frac{0,99011}{1}$	$7,968 \times \frac{0,98676}{0,99976}$
b'	$15 \times \frac{0,99200}{0,99990}$ 15,040 mm	11,880 mm	7,808 mm
TUERCA			
Diámetro. d	121 mm	108 mm	96 mm
Paso a tallar p	48 mm	48 mm	48 mm
Ang. Inclinación $tg = \frac{p}{\pi \times d}$	$\frac{48}{3,14 \times 121}$	$\frac{48}{3,14 \times 121}$	$\frac{48}{3,14 \times 96}$
$tg \beta$	0,12633	0,14154	0,15923
β	7° 12'	8° 4'	9° 3'
Inclinación del corte de la herramienta β_m	8° 4'	8° 4'	8° 4'
Desviación $\beta_m - \beta$	0° 52'	0°	0° 59'
$\cos (\beta_m - \beta)$	0,99989	1	0,99985
Coseno del áng. inclinación. $\cos \beta$	0,99211	0,99211	0,98755
Ancho de la rosca. B	8,486 mm	12 mm	15,192 mm
Ancho de la herramienta:	$B' = B \times \frac{\cos \beta}{\cos (\beta_m - \beta)}$	$12 \times \frac{0,99011}{1}$	$15,192 \times \frac{0,98755}{0,99985}$
B'	$8,496 \times \frac{0,99211}{0,99989}$ 8,411 mm	11,880 mm	14,888 mm

C) CALCULO PARA ROSCAS DE HÉLICES DE GRAN INCLINACIÓN

Como aplicación al cálculo del ancho de las herramientas para hélices de gran inclinación, estudiaremos el siguiente ejemplo de características (inclinación y profundidad) especialmente exageradas.

Ejemplo núm. 4

Calcular la *anchura* de las herramientas para **tallar una** rosca cuadrada de las siguientes características:

Diámetro exterior del tornillo = 40 mm.

Paso a tallar = 80 mm. N.º filetes = 4.

La herramienta se colocará perpendicular a la hélice **del** diámetro medio.

Anchura del filete $b = \text{paso a tallar} : 2$.

$$b = 20 : 2 = 10 \text{ mm.}$$

Paso = $80 : 4 = 20 \text{ mm.}$

Altura del filete $h = \text{paso a tallar} : 2 = 10 \text{ mm.}$

TORNILLO	Exterior	Medio (flancos)	Núcleo (interior)
Diámetro d	40 mm	30 mm	20 mm
Paso a tallar p	80 mm	80 mm	80 mm
Angulo de inclinación $\text{tg } \beta = \frac{p}{\pi \times d}$	0,63662	0,84882	1,27324
β	32° 20'	40° 20'	51° 50'
Inclinación del corte de la herramienta βm	40° 20'	40° 20'	40° 20'
$1 + \text{tg } \beta m \times \text{tg } \beta$	1,54038	1,72050	2,08076
Coseno áng.inclinación $\text{cos } \beta$	0,76229	0,76229	0,76229
Ancho de la rosca b	10 mm	10 mm	10 mm
Ancho de la herramienta			
$b' = \frac{b}{\text{cos } \beta m \times (1 + \text{tg } \beta m \times \text{tg } \beta)}$	8,514 mm	7,624 mm	6,300 mm

Como puede observar, estos valores tienen ya una diferencia muy considerable, por lo que para una rosca de estas características o similares debe cuidarse este punto, pues no hay posibilidad de tallarlas con la herramienta situada plana.

OBTENCIÓN DE LAS ROSCAS

La práctica del roscado propiamente dicha constituye, como ya dijimos, la tercera fase de lo que podríamos resumir como técnica y práctica del roscado.

El cálculo de las ruedas y de las herramientas constituye la parte técnica de la operación y la preparación de las herramientas y la práctica del roscado son la parte propiamente dicha de la misma.

Si bien es difícil que todas las explicaciones o normas que usted está estudiando suplan la seguridad que proporciona una muy considerable práctica en el tallado de roscas, sin todos estos conocimientos usted tardaría mucho tiempo sin atreverse con la construcción de una rosca. Estas lecciones, bien estudiadas, valen, sin duda alguna, a un aprendizaje de varios años, cuya asimilación en un taller tampoco podría ser tan completa. Considere usted que el roscado, con todas las precauciones tomadas y una correcta preparación, no es ni más ni menos que una operación más de las que pueden efectuarse en el torno, que requiere, eso sí, una mayor atención y un máximo de cuidado.

El orden de las manipulaciones será, pues, el siguiente:

1. Preparación de la herramienta y su correcto montaje (fig. 459, envío 13).
2. Montaje de las ruedas necesarias.
3. Seleccionar el paso pedido, accionando las palancas correspondientes y colocándolas en forma conveniente (fig. 463 del envío 13).
4. Elección de la velocidad, teniendo en cuenta las mismas consideraciones que para las demás operaciones y tomando las velocidades de corte de la tabla 20 (lección 12) si las herramientas empleadas son de acero fundido o de acero rápido, o tomando $1/3$ de las velocidades para desbaste indicadas en la tabla 21 de la misma lección si las herramientas son de metal duro. Para el roscado de interiores las velocidades tomadas se reducirán a un 75 %.
5. Embragar el husillo, es decir accionar la palanca correspondiente para que gire el husillo de roscar.
6. Colocar el inversor de forma que el husillo gire en el sentido solicitado por la hélice de la rosca a tallar.
7. Graduar la posición de la herramienta hasta rozar justo la pieza en la superficie a roscar.
8. Embragar la tuerca del husillo (fig. 466, lección 13) y señalar

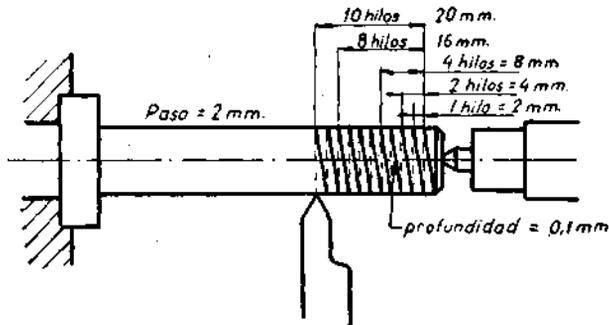


Figura 526. — Comprobación del paso de rosca

- con profundidad mínima sobre la pieza el paso a tallar en una longitud aproximadamente de unos 10 á 20 hilos, según paso.
9. Comprobación del paso en una longitud equivalente a la señalada, de forma que su medición se efectúe sobre diversos números de hilos. Observe a este respecto la figura 526.

Efectuada esta última manipulación, se procede al tallado de la rosca en pasadas sucesivas, en las que se irá disminuyendo gradualmente la profundidad de la pasada (penetración) hasta alcanzar la medida requerida y que puede comprobarse por el diámetro de fondo o por el diámetro de flancos.

TALLADO DE LAS ROSCAS. PRECAUCIONES A TOMAR

Las operaciones a efectuar para el tallado de las roscas, como operación de corte, son las que requieren más práctica para llegar a tener un completo dominio.

Antes de empezar a dar las pasadas de corte para el corte de rosca, y en realidad formando parte de la manipulación 7, debe asegurarse de que ha compensado los juegos existentes entre la tuerca y el husillo que mandan el carro portaherramientas con el que efectuará las penetraciones.

Este juego existe siempre, pues es necesario para garantizar un giro suave de la rosca, pero a veces llega a ser excesivo debido a los desgastes, por lo que debe compensarse. El juego puede advertirse de la forma siguiente: haciendo girar los tambores o pomos graduados de los husillos (fig. 85 de la lección3) observa que el carro correspondiente no avanza, hasta que no han pasado un cierto número de divisiones por de-

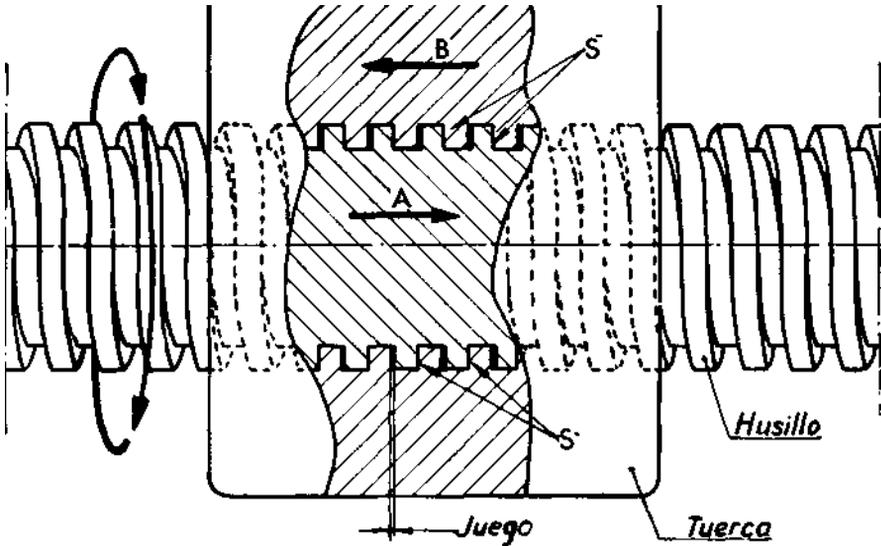


Figura 527. — Juego existente entre el husillo del carro transversal y su tuerca; A, dirección del avance; B, dirección de la resistencia opuesta por la tuerca; S, superficie de trabajo

lante del índice; no obstante, el husillo que es solidario del pomo, ha ido girando desde el primer momento, pero no ha entrado en contacto con la tuerca hasta que no ha ganado completamente el juego.

Vea en la figura 527 que el juego está siempre en la parte del filete opuesta a la que efectúa el esfuerzo, y para compensarlo, tanto al desplazar el carro en un sentido como en el otro, debe procederse como lo explicamos a continuación.

MANIOBRA PRACTICA PARA COMPENSAR LOS JUEGOS ENTRE HUSILLOS Y TUERCAS

El juego existente entre husillo y tuerca impide que, después de haber estado avanzando el carro con el husillo, podamos hacerlo retirar de una determinada longitud, guiándolos por las graduaciones del pomo del husillo.

Si queremos retirarlo por ejemplo 0,3 mm, y de acuerdo con la graduación del pomo se hace girar la manecilla solamente la correspondiente a 0,3 mm, lo que ocurrirá (suponiendo un juego de 0,15 mm) es

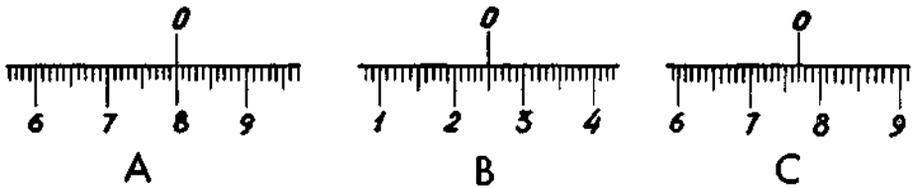


Figura 528. — Esquema de las tres fases de ajuste de una medida; A, situación del nonio antes de empezar la operación; B, nonio retrocedido unos cuantos milímetros; C, nonio situado en la posición deseada, sin juegos

que el husillo retrocederá 0,3 mm, pero el carro tardará 30 divisiones (normalmente una división equivale a 0,05 mm) en entrar en contacto; solamente retrocederá $0,3 - 0,15 = 0,15$ mm en lugar de los 0,3 que se pretendía y, por tanto, perderemos el control de las penetraciones de la herramienta.

La maniobra para evitar este inconveniente consiste en girar a la inversa la manecilla de mando unos 3 ó 4 mm, haciendo retroceder la herramienta y volviendo a hacerla avanzar hasta la medida deseada.

Para una mejor comprensión observe la figura 528.

Suponga usted que la herramienta está en contacto con la pieza y el índice del pomo graduado señala la división 8 (A de la fig. 528). Interesa disminuir la penetración o profundidad de pasada en 0,15 mm. Como el juego está localizado precisamente en la parte contraria, retiraremos el pomo del husillo varios milímetros; en 6 de la figura 528, señala la división 2,5, o sea que ha retrocedido 55 divisiones (2,75 mm); seguidamente se vuelve a avanzar hasta que señale la división deseada 7,7 (C de la figura 528) y que representa una disminución de la penetración del orden de 0,15 mm.

Debe procederse siempre de esta forma, ya que necesariamente el mecanismo tiene juegos. El retroceso a efectuar para ganar el juego, será mayor cuanto peores sean las condiciones de la máquina, ya que entonces se suman los diversos juegos entre tuerca, husillo, pomo, manivela, etc. En estos casos, es necesario, a veces, retroceder incluso una o más vueltas, pero teniendo cuidado al avanzar de no descontarse de una vuelta completa en más o en menos.

Esta precaución no es, claro está, exclusiva de la operación de rosca-do, pues debe aplicarse en todas las operaciones, especialmente en las de acabados a medidas precisas.

HERRAMIENTA EN POSICIÓN DE PARTIDA

Una vez situada la herramienta en posición, ha de observarse la graduación correspondiente, a fin de poder profundizar en la próxima pasada del orden deseado y procurar referenciar de este modo cada una de las pasadas que se vayan efectuando.

POSICIÓN DEL TORNERO DURANTE LA PASADA

Al embragar el movimiento de corte y dar la pasada, el tornero debe tener una mano constantemente en la manivela de mando del husillo correspondiente (el que ordena la penetración de la herramienta) y la otra en la palanca de inversión del sentido de giro o en la manivela de embrague (apertura y cierre) de la tuerca de embrague del husillo. Esto último depende del procedimiento que se utilice para llevar nuevamente la herramienta a la posición de partida, como veremos más adelante.

SEPARACIÓN DE LA HERRAMIENTA AL FINAL DE LA PASADA

La separación de la herramienta al final de cada pasada debe efectuarse de la forma más rápida posible. La importancia de este punto depende naturalmente de la salida que eventualmente pueda tener la

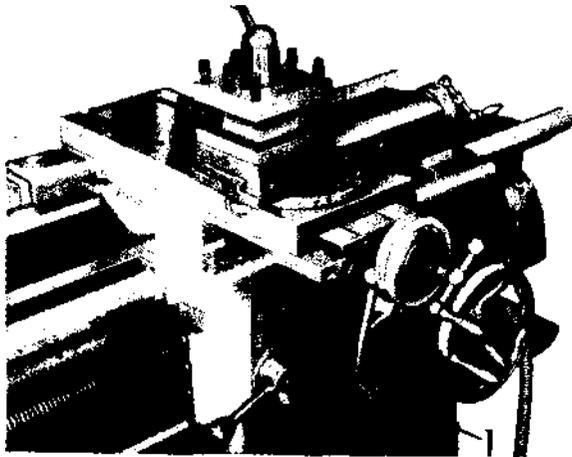


Figura 529. — Retroceso rápido de la herramienta (Patente exclusiva de los tornos CUMBRE); 1, palanca del retroceso rápido (ocasiona el retroceso rápido del conjunto portaherramientas-tranversal-husillo)

herramienta y hasta de que la tenga. Debe tenerse en cuenta que lo corriente es una salida normalizada, cuyas dimensiones ya vimos en la tabla 27 de la lección 13, pero en muchos casos la forma de la pieza u otra característica cualquiera la hacen aún más reducida y hasta incluso la anulan, por lo que para evitar el peligro de que se enganche la herramienta, debe retirarse rápidamente, además la inversión del giro es casi instantánea, y si no se ha abierto la tuerca partida, el carro y la herramienta marcharán hacia atrás, por lo que la punta de la herramienta deberá haberse retirado, cuando menos una cantidad ligeramente superior a la que había penetrado en la pieza.

El retirar la herramienta tiene además el inconveniente de que debe ponerse otra vez en la posición precisa antes de iniciar la nueva pasada, siendo totalmente improductivo el tiempo empleado en llevar la herramienta nuevamente a su posición de partida.

A este respecto, constituye una gran ventaja el dispositivo con que van equipados los tornos CUMBRE (fig. 529). Este dispositivo permite un retorno instantáneo de la herramienta, pues se acciona con una palanca especial, en lugar de hacerla retroceder a base de dar vueltas a la manecilla de mando del husillo. La maniobra es sencilla y rapidísima, y, entre otras ventajas, hay la de poder aumentar la velocidad y el disminuir las salidas de rosca, debido a que el tiempo requerido para el retroceso es mínimo. Igualmente al llevar la herramienta a su nueva posición basta otra vez un sencillo accionamiento de la palanca, pues ésta desplaza todo el carro en un sentido o en otro, independientemente del husillo y sin perder la medida de las penetraciones, ni preocuparse del juego del husillo.

SUCESIVAS PASADAS

Como es fácil suponer, el valor de las penetraciones para las sucesivas pasadas, dependerá, en primer lugar del paso, y después de la clase de rosca, de la calidad del acabado, de si es operación de desbaste o de acabado, etc. De todas maneras el valor de las penetraciones debe ir disminuyendo, desde un máximo para las primeras pasadas (aproximadamente y según el paso de 1 a 0'5 mm) hasta un mínimo para las pasadas de acabado (0,02 mm) y aún pueden darse pasadas de afinado, sin efectuar ninguna penetración, es decir, dando una repetición de la pasada anterior que, las más de las veces, todavía cortará o pulirá el flanco del filete, pues según la clase de pieza, rosca, fijación o herramien-

ta, al dar una nueva pasada, flexa o cede algo; así, pues, cada tres o cuatro pasadas, podemos dar una, sin profundizar absolutamente nada para cortar el material cedido en las anteriores.

EMBRAGADO DE LA TUERCA PARTIDA

La manipulación del embrague o cierre de la tuerca partida sobre el husillo patrón no debe ejecutarse de cualquier manera. Aunque a veces esta tuerca se cierre antes de la primera pasada y no haya de abrirse de nuevo hasta que se termine la rosca (sobre todo para roscas cortas), en otras ocasiones, el procedimiento escogido para volver a llevar la tuerca al punto de partida requiere que se abra y entonces al volver a cerrarse (antes de iniciar la segunda pasada) deben tenerse en cuenta las siguientes reglas:

1.º Cuando la fracción $\frac{\text{paso a tallar}}{\text{paso husillo patrón}}$, reducida a su más

simple expresión, tiene como numerador a la unidad, el paso es submúltiplo del paso del husillo patrón. En este caso, puede embragarse la tuerca en cualquier punto de la rotación del husillo, pues siempre se coincidirá con la entrada de rosca.

$$\text{Ejemplo} = \frac{p}{p} = \frac{1,25}{5} = \frac{125}{500} = \frac{1}{4}$$

2.º Cuando la misma fracción $\frac{P}{P}$, convertida a fracción irreducible,

tiene como denominador a la unidad, el paso a tallar es múltiplo del paso del husillo patrón. Se sitúa entonces un tope de carrera en ja primera pasada del roscado (en la parte posterior del carro) y se señala en el cabezal fijo y en el plato, unos índices de referencia. Al poner el carro en contacto con el tope de carrera y ver que coinciden las referencias, podrá embragarse la tuerca.

3.º Cuando ni el numerador ni el denominador de la fracción simplificada es la unidad, será necesario recurrir a uno de los procedimientos siguientes:

PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS PARA LLEVAR LA HERRAMIENTA A LA POSICIÓN DE PARTIDA

1. Sin desembrague de la tuerca partida e invirtiendo el sentido de giro; especialmente indicado para roscas cortas y teniendo la precaución de **retirar** suficientemente la herramienta del interior del filete.

2. **Desembragando la tuerca del husillo y haciendo retroceder el carro longitudinal a mano para:**

- a) Roscado con referencias.
- b) Roscado con longitud fija.
- c) Roscado con indicador de coincidencias.

Estos tres últimos sistemas representan, para roscas de gran longitud, un considerable ahorro de tiempo sobre el anterior.

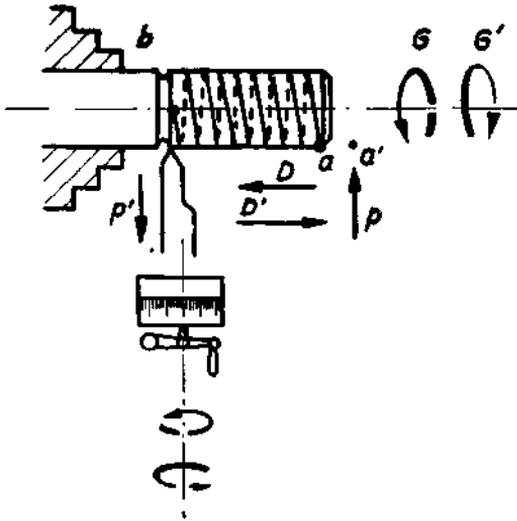


Fig. 530. — Roscado sin desembragar la tuerca partida: 1.* herramienta en posición a; 2.^a, puesta en marcha (giro G) y embragado de la tuerca partida; 3.* pasada de corte de a hasta b; 4.^a, retirar herramienta según p' y simultáneamente invertir giro a G'; 5.^a, pasada de retroceso de b hasta a; 6.^a parar máquina y penetración según p hasta nueva graduación; 7.^a, puesta en marcha (giro G), entrando herramienta por a; 8.^a, nueva pasada de corte desde a hasta b. Y así sucesivamente hasta que después de la última pasada y comprobada la medida puede desembragarse la tuerca.

1.° **Embragar** el husillo patrón, limitando las holguras, es decir, llevar la herramienta a su posición de partida, un poco más adelante del sitio donde va a comenzar la rosca.

2.° **Situar un tope de carrera**, de modo que quede fijado el carro en una posición determinada. Este tope debe situarse en el lado opuesto al movimiento de partida y a tal efecto puede utilizarse el mismo cuerpo de la contrapunta (fig. 531).

3.° **Señalar las referencias**. Marcar con tiza una referencia en el cabezal (referencia fija) y otra que se corresponda en el plato que se utilice y que constituirá la referencia móvil para el eje principal.

También se señalan dos referencias, una fija y otra móvil, en una parte cualquiera junto al husillo patrón la primera y correspondiéndose la segunda en el mismo husillo (fig. 531)

ORDEN DE LAS MANIPULACIONES

Teniendo el carro en contacto con el tope de carrera, se acciona el embrague de la tuerca del husillo y da comienzo la primera pasada. Al terminar ésta, se desembraga la tuerca y se retira la herramienta simultáneamente, se vuelve a retroceder el carro hasta el tope de carrera y se espera de nuevo la coincidencia simultánea de los dos pares de referencias para volver a embragar la tuerca sobre el husillo.

Como quiera que la fracción inicial es la que determina la frecuencia de las coincidencias, este procedimiento podrá utilizarse siempre que al reducirla hasta su mínima expresión se obtengan números sencillos y enteros.

Ejemplo n.° 5

Paso a construir	4,5	45	9	3
	=	=	=	=
Paso del husillo patrón	6	60	12	4
Paso del husillo patrón	6	60	12	4

El numerador indica el número de vueltas que dará el husillo patrón mientras el árbol principal y pieza dan las que indica el denominador:

Paso husillo x N vueltas = paso rosca X n vueltas

$$6 \times 3 = 4,5 \times 4$$

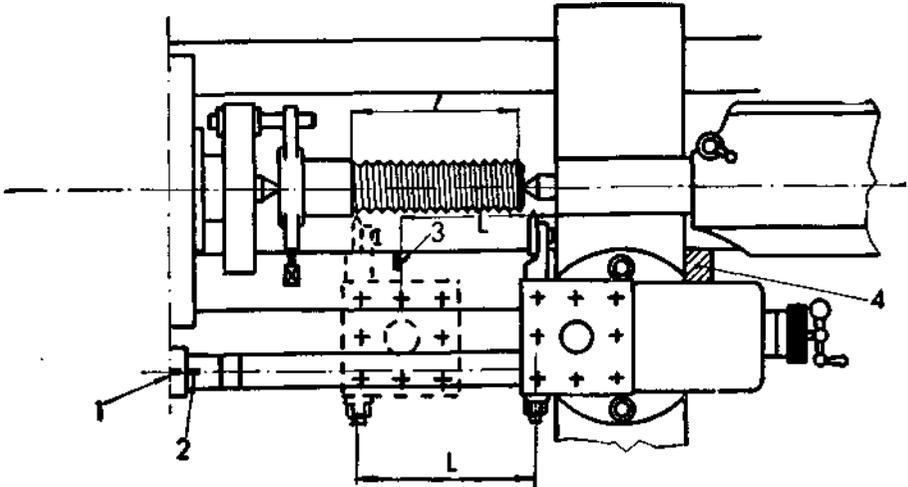


Fig. 532.—Roscado por longitud: 1, referencia fija del husillo patrón; 2, referencia móvil del husillo patrón; 3, referencia de fin de carrera; 4, tope fijo de carrera.

ROSCADO POR LONGITUD

El roscado por referencia presenta el inconveniente de que debe emplearse una velocidad forzosamente lenta a fin de poder controlar visualmente las coincidencias y aun las más de las veces el tornero ha de hacer coincidir las referencias a mano, es decir, efectuando un arrastre a mano del eje del cabezal. Puede sustituirse este procedimiento siempre que las longitudes a roscar lo admitan por el denominador por longitud. Es un método sencillo y que da muy buenos resultados.

Se procede como sigue:

- 1.º **Efectuar una primera pasada.**
- 2.º **Parar la máquina al final de esta pasada y señalar dos referencias** (una fija y otra móvil) en el husillo patrón, así como otra referencia fija sobre la bancada del torno (fig. 532) como final de carrera.
- 3.º **Calcular y situar la longitud de retroceso del carro longitudinal para el tope de carrera.** Esta longitud debe siempre ser ligeramente superior a la longitud de la rosca a tallar, con el fin de poder limitar las holguras al comenzar las pasadas sucesivas (fig. 532).

CALCULO DE LA LONGITUD L PARA SITUACIÓN DEL TOPE

La menor longitud l que permite embragar la tuerca partida para tallar una rosca de una longitud determinada será igual al producto del numerador de la fracción inicial, reducida a una fracción mínima, por el paso del husillo patrón.

El siguiente ejemplo será suficiente para que usted se dé cuenta de la forma de operar:

Ejemplo n.º 6

Calcular la longitud de embrague L que debe utilizarse para roscar un tornillo de 160 mm de longitud y que tiene un paso de 2,75 mm. El husillo patrón tiene un paso de 8 mm.

Fracción inicial:

$$\frac{P}{P} = \frac{2,75}{8} = \frac{275}{800}$$

Dividiendo por el máximo común divisor cada uno de los dos términos:

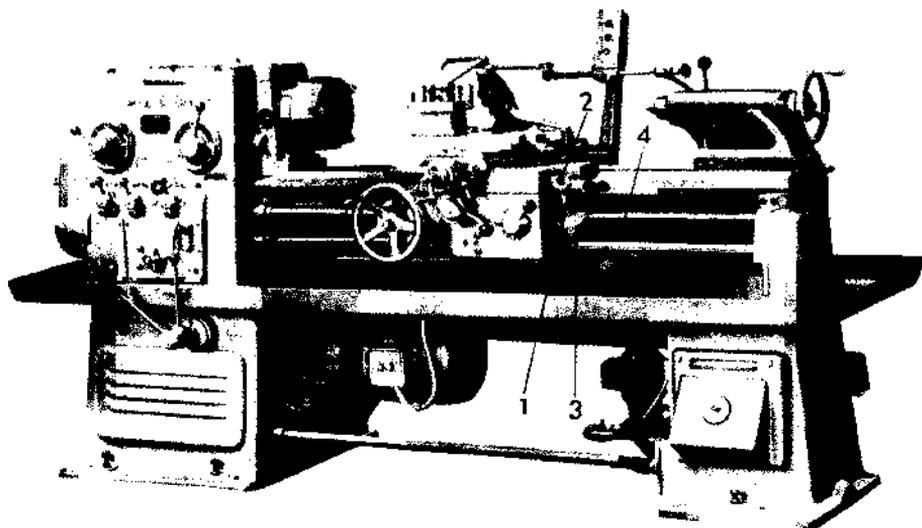


Figura 533. — Torno moderno con indicador de coincidencias acoplado: 1, aparato indicador de coincidencias; 2, disco graduado indicador; 3, protector que cubre el piñón helicoidal; 4, husillo patrón

$$\begin{array}{r} 275 : 25 = 11 \\ \hline 800 : 25 = 32 \\ \\ 275 : 25 = 11 \\ 800 : 25 = 32 \end{array}$$

La menor longitud de embrague l será:

$$11 \text{ (numerador)} \times 8 \text{ (paso husillo)} = 88 \text{ mm}$$

Como 88 mm resulta inferior a la longitud 160 mm del tornillo, lo multiplicaremos por un múltiplo que dé aproximadamente una longitud superior a la que se ha de roscar.

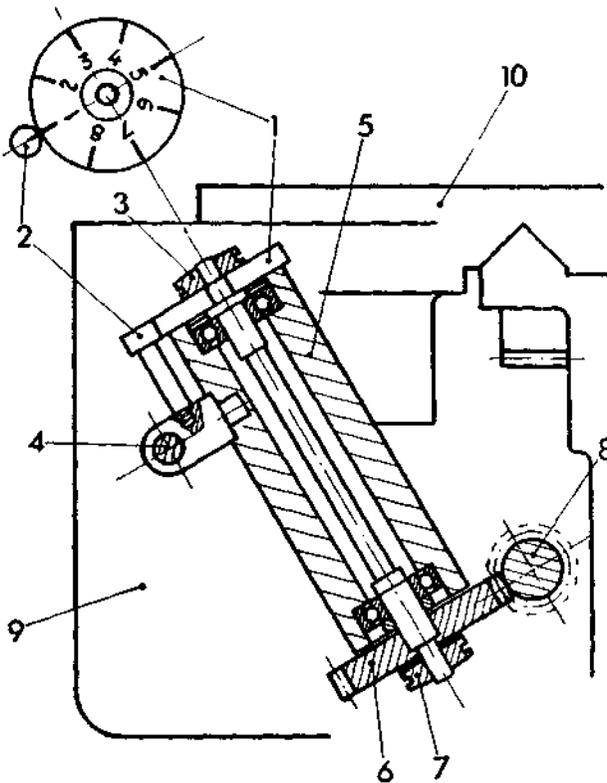


Figura 534. — Detalle del indicador de coincidencias: 1, disco graduado; 2, índice- 3 tuerca fijación disco graduado; 4, soporte y fijación al tablero; 5, cuerpo; 6, piñón helicoidal; 7, tuerca fijación piñón; 8, husillo patrón; 9, tablero del carro; 10, carro longitudinal.

APARATO INDICADOR DE LAS COINCIDENCIAS EN EL ROSCADO

Una disposición muy ventajosa de la que van equipados los modernos tornos paralelos, la constituye los llamados **aparatos de referencia del paso o indicadores de roscado** (fig. 533).

Este aparato abrevia enormemente el trabajo de roscado y evita los errores y las falsas maniobras que el tornero puede cometer utilizando los procedimientos de roscado con referencias y por longitud.

Situado en la parte lateral derecha del delantal o tablero del carro, se compone de un eje vertical que lleva en su extremo superior un disco graduado por sus dos caras, que es desmontable y cuyas graduaciones constituyen el indicador de las coincidencias. En el extremo inferior lleva un piñón helicoidal, también desmontable, que engrana con el husillo patrón y gira movido por él (fig. 534).

La finalidad de este aparato es la de indicar las coincidencias de embrague y precisar en todo momento cuándo se podrá cerrar la tuerca partida sobre el husillo patrón, cualquiera que sea la posición de la herramienta frente a la pieza que se está roscando.

Vea en la figura 534, la disposición de este aparato, sujeto con un soporte orientable, de forma que cuando no se precisa su uso puede aflojarse su fijación y hacerlo bascular hacia atrás,, de forma que quede desengranado del husillo.

UTILIZACIÓN

Al iniciar la salida para la primera pasada, se observa la posición inicial del carro en el disco de coincidencias respecto del índice en la figura 534, de forma que el carro y la herramienta pueden llevarse a ella tantas veces como convenga. Logrado esto, la tuerca ha de poder cerrarse siempre que coincida con el índice la graduación o coincidencia observada; cada vez que termina la pasada, se abre la tuerca y se hace retroceder el carro a mano por medio del volante, mientras el torno continúa marchando y sin necesidad tampoco de invertir el sentido del giro. Se observa el disco indicador que va girando accionado por el husillo (por medio del piñón) y en el instante en que la herramienta alcanza su posición inicial aproximada, se espera a que la graduación observada al principio coincida con el índice y se cierra la tuerca.

Este procedimiento puede emplearse siempre que se trata de roscar pasos con número entero, debiendo, cuando se trata de pasos con frac-

ción decimal, o bien marcar unas referencias en el eje principal, para asegurarnos de que al coincidir y embragar ocupa la misma posición, o bien proceder al cálculo de un nuevo piñón y nuevas divisiones en el cuadrante.

CALCULO Y FORMULA USUAL

Ya hemos visto que la fracción inicial del roscado reducida a su más simple expresión, con números enteros en sus dos términos indica siempre el número de revoluciones del husillo patrón y de la pieza (o eje principal) y, por tanto, las coincidencias de las roscas del husillo y de la rosca a efectuar.

Una vez reducida la fracción inicial a su más simple expresión, se aplica una fórmula en función del número de dientes del piñón y del número de graduaciones del disco. Esta fórmula es:

$$\frac{N}{D} = \frac{n}{1}$$

en la que:

N = Número de dientes del piñón que engrana con el husillo.

D = Divisiones del disco graduado.

n = Número mínimo de vueltas del husillo patrón, o sea numerador de la más simple expresión de la fracción inicial.

Ejemplo n.º 7

Se trata de tallar una rosca de paso 2,75 mm en un torno con husillo patrón de 6 mm de paso.

Como el paso de 2,75 mm no es submúltiplo de 6 utilizaremos el aparato indicador de coincidencias.

$$\text{Fracción inicial} = \frac{P}{P} = \frac{2,75}{6} = \frac{275}{600} = \frac{55}{120} = \frac{11}{24}$$

El husillo patrón dará 11 vueltas mientras el tornillo a roscar dará 24. Se podrá embragar, pues, cada 11 vueltas del husillo patrón y en el

momento que indique el aparato $\frac{N}{D} = \frac{11}{3}$ (número de dientes del piñón)
 (divisiones del cuadrante)

Como no hay piñones de 11 dientes multiplicaremos los dos términos por 3 y tendremos:

$$\frac{N}{D} = \frac{33}{3}$$

Resultado un piñón de 33 dientes y un cuadrante con 3 referencias equidistantes.

OBSERVACIÓN IMPORTANTE

Tenga siempre presente que para el roscado con aparato indicador es preciso embragar primero la tuerca a torno parado y situar una referencia del cuadrante frente al índice. Sólo cumpliendo esta condición, podrá durante toda la operación de roscado, embragar en marcha en una referencia cualquiera de la graduación calculada.

MANEJO DE LAS TABLAS TRIGONOMÉTRICAS

Como anteriormente hemos indicado insertamos a continuación las tablas de senos y cosenos para ángulos de 0 a 90°. Antes, y ampliando lo explicado en la lección 10 sobre la tabla de tangentes, va usted a ver con unos ejemplos la forma de utilizar las tablas trigonométricas. Los problemas que pueden resolver estas tablas son de dos tipos:

1.° **Hallar el valor del seno, coseno o tangente de un ángulo de valor conocido.**

2.° **Hallar el ángulo correspondiente a un valor conocido del seno, coseno o tangente.**

Vea cómo se resuelven unos problemas del primer tipo:

Primer ejemplo: Hallar el coseno de un ángulo de 38°

Se busca en la columna primera, la encabezada con GRADOS de la tabla 37 de COSENOS (págs. 947 y 948) el número 38 y en la misma línea de la columna encabezada con 0' se encuentra el número 0,78801 que es el valor del coseno buscado.

Segundo ejemplo: Hallar el coseno de un ángulo de $18^{\circ} 30'$.

En la tabla COSENOS y en la columna GRADOS, se busca el número 18, y se sigue la línea de este número hasta llegar a la columna encabezada con $30'$; así se encuentra el valor 0.94832 del coseno buscado.

Tercer ejemplo: Hallar el seno de un ángulo de $38^{\circ} 40'$.

Compruebe usted que, si se busca en la tabla 38 de SENOS (págs. 949 y 950) y en la *columna* GRADOS el número 38, y se sigue la misma línea de este número hasta la columna encabezada con $40'$ encontrará el valor 0,62479, valor del seno de un ángulo de $38^{\circ} 40'$

Vea ahora cómo se resuelve el caso inverso, o sea el del tipo segundo.

Cuarto ejemplo: Hallar el ángulo cuyo coseno vale 0,82250.

Se comienza por buscar en la tabla 37 de COSENOS (págs. 948 y 949) y en la columna encabezada $0'$ el valor más aproximado por exceso al conocido 0,82250; éste es 0,82904 que corresponde a la línea encabezada *con* el número 34, en la columna de GRADOS; se sigue la línea hasta encontrar el número más aproximado al dado, éste es 0.82248, que se encuentra en la columna encabezada con $40'$. El número 34 de la columna grados nos da los grados del ángulo y el número $40'$ encabezando a columna nos da los minutos; así el ángulo buscado es de $34^{\circ}40'$.

Ya en la lección 10 se le advirtió que si bien hay tablas en que dan los valores de minuto en minuto, en la mayor parte de los casos no se requiere tanta precisión, siendo suficiente conocer los valores de $10'$ en $10'$. También se le advirtió que para aquellos casos en que interesa más exactitud puede efectuarse una **interpolación**.

VALORES DEL COSENO

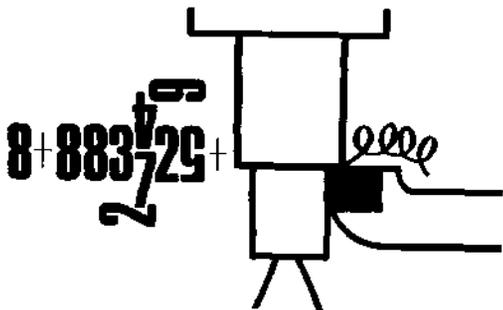
TABLA 37

Grados	MINUTOS					
	0'	10'	20'	30'	40'	50'
0	1'00000	1'00000	0'99998	0'99996	0'99993	0'99989
1	0'99985	0'99979	0'99973	0'99966	0'99958	0'99949
2	0'99939	0'99929	0'99917	0'99905	0'99892	0'99878
3	0'99863	0'99847	0'99831	0'99813	0'99795	0'99776
4	0'99756	0'99736	0'99714	0'99692	0'99668	0'99644
5	0'99619	0'99594	0'99567	0'99540	0'99511	0'99482
6	0'99452	0'99421	0'99390	0'99357	0'99324	0'99290
7	0'99255	0'99219	0'99182	0'99144	0'99106	0'99067
8	0'99027	0'98986	0'98944	0'98902	0'98858	0'98814
9	0'98769	0'98723	0'98676	0'98629	0'98580	0'98531
10	0'98481	0'98430	0'98378	0'98325	0'98272	0'98218
11	0'98163	0'98107	0'98050	0'97992	0'97934	0'97875
12	0'97815	0'97754	0'97692	0'97630	0'97566	0'97502
13	0'97437	0'97371	0'97304	0'97237	0'97169	0'97100
14	0'97030	0'96959	0'96887	0'96815	0'96742	0'96667
15	0'96593	0'96517	0'96440	0'96363	0'96285	0'96206
16	0'96126	0'96046	0'95964	0'95882	0'95799	0'95715
17	0'95630	0'95545	0'95459	0'95372	0'95284	0'95195
18	0'95106	0'95015	0'94924	0'94832	0'94740	0'94646
19	0'94552	0'94457	0'94361	0'94264	0'94167	0'94068
20	0'93969	0'93869	0'93769	0'93667	0'93565	0'93462
21	0'93358	0'93253	0'93148	0'93042	0'92935	0'92827
22	0'92718	0'92609	0'92499	0'92388	0'92276	0'92164
23	0'92050	0'91936	0'91822	0'91706	0'91590	0'91472
24	0'91355	0'91236	0'91116	0'90996	0'90875	0'90753
25	0'90631	0'90507	0'90383	0'90259	0'90133	0'90007
26	0'89879	0'89752	0'89623	0'89493	0'89363	0'89232
27	0'89101	0'88968	0'88835	0'88701	0'88566	0'88431
28	0'88295	0'88158	0'88020	0'87882	0'87743	0'87603
29	0'87462	0'87321	0'87178	0'87036	0'86892	0'86748
30	0'86603	0'86457	0'86310	0'86163	0'86015	0'85866
31	0'85717	0'85567	0'85416	0'85264	0'85112	0'84959
32	0'84805	0'84650	0'84495	0'84339	0'84182	0'84025
33	0'83867	0'83708	0'83549	0'83389	0'83228	0'83066
34	0'82904	0'82741	0'82577	0'82413	0'82248	0'82082
35	0'81915	0'81748	0'81580	0'81412	0'81242	0'81072
36	0'80902	0'80730	0'80558	0'80386	0'80212	0'80038
37	0'79864	0'79688	0'79512	0'79335	0'79158	0'78980
38	0'78801	0'78622	0'78442	0'78261	0'78079	0'77897
39	0'77715	0'77531	0'77347	0'77162	0'76977	0'76791
40	0'76604	0'76417	0'76229	0'76041	0'75851	0'75661
41	0'75471	0'75280	0'75088	0'74896	0'74703	0'74509
42	0'74314	0'74120	0'73924	0'73728	0'73531	0'73333
43	0'73135	0'72937	0'72737	0'72537	0'72337	0'72136
44	0'71934	0'71732	0'71529	0'71325	0'71121	0'70916

Grados	MINUTOS					
	0'	10'	20'	30'	40'	50'
0	0°00000	0°00291	0°00582	0°00873	0°01164	0°01454
1	0°01745	0°02036	0°02327	0°02618	0°02908	0°03199
2	0°03490	0°03781	0°04071	0°04362	0°04653	0°04943
3	0°05234	0°05524	0°05814	0°06105	0°06395	0°06685
4	0°06976	0°07266	0°07556	0°07846	0°08136	0°08426
5	0°08716	0°09005	0°09295	0°09585	0°09874	0°10164
6	0°10453	0°10742	0°11031	0°11320	0°11609	0°11898
7	0°12187	0°12476	0°12764	0°13053	0°13341	0°13629
8	0°13917	0°14205	0°14493	0°14781	0°15069	0°15356
9	0°15643	0°15931	0°16218	0°16505	0°16792	0°17078
10	0°17365	0°17651	0°17937	0°18224	0°18509	0°18795
11	0°19081	0°19366	0°19652	0°19937	0°20222	0°20507
12	0°20791	0°21076	0°21360	0°21644	0°21928	0°22212
13	0°22495	0°22778	0°23062	0°23345	0°23627	0°23910
14	0°24192	0°24474	0°24756	0°25038	0°25320	0°25601
15	0°25882	0°26163	0°26443	0°26724	0°27004	0°27284
16	0°27564	0°27843	0°28123	0°28402	0°28680	0°28959
17	0°29237	0°29515	0°29793	0°30071	0°30348	0°30625
18	0°30902	0°31178	0°31454	0°31730	0°32006	0°32282
19	0°32557	0°32832	0°33106	0°33381	0°33655	0°33929
20	0°34202	0°34475	0°34748	0°35021	0°35293	0°35565
21	0°35837	0°36108	0°36379	0°36650	0°36921	0°37191
22	0°37461	0°37730	0°37999	0°38268	0°38537	0°38805
23	0°39073	0°39341	0°39608	0°39875	0°40142	0°40408
24	0°40674	0°40939	0°41204	0°41469	0°41734	0°41998
25	0°42262	0°42525	0°42788	0°43051	0°43313	0°43575
26	0°43837	0°44098	0°44359	0°44620	0°44880	0°45140
27	0°45399	0°45658	0°45917	0°46175	0°46433	0°46690
28	0°46947	0°47204	0°47460	0°47716	0°47971	0°48226
29	0°48481	0°48735	0°48989	0°49242	0°49495	0°49748
30	0°50000	0°50252	0°50503	0°50754	0°51004	0°51254
31	0°51504	0°51753	0°52002	0°52250	0°52498	0°52745
32	0°52992	0°53238	0°53484	0°53730	0°53975	0°54220
33	0°54464	0°54708	0°54951	0°55194	0°55436	0°55678
34	0°55919	0°56160	0°56401	0°56641	0°56880	0°57119
35	0°57358	0°57596	0°57833	0°58070	0°58307	0°58543
36	0°58779	0°59014	0°59248	0°59482	0°59716	0°59949
37	0°60182	0°60414	0°60645	0°60876	0°61107	0°61337
38	0°61566	0°61795	0°62024	0°62251	0°62479	0°62706
39	0°62932	0°63158	0°63383	0°63608	0°63832	0°64056
40	0°64279	0°64501	0°64723	0°64945	0°65166	0°65386
41	0°65606	0°65825	0°66044	0°66262	0°66480	0°66697
42	0°66913	0°67129	0°67344	0°67559	0°67773	0°67987
43	0°68200	0°68412	0°68624	0°68835	0°69046	0°69256
44	0°69466	0°69675	0°69883	0°70091	0°70298	0°70505

Grados	MINUTOS					
	0'	10'	20'	30'	40'	50'
45	0'70711	0'70505	0'70298	0'70091	0'69883	0'69675
46	0'69466	0'69256	0'69046	0'68835	0'68624	0'68412
47	0'68200	0'67987	0'67773	0'67559	0'67344	0'67129
48	0'66913	0'66697	0'66480	0'66262	0'66044	0'65825
49	0'65606	0'65386	0'65166	0'64945	0'64723	0'64501
50	0'64279	0'64056	0'63832	0'63608	0'63383	0'63158
51	0'62932	0'62706	0'62479	0'62251	0'62024	0'61795
52	0'61566	0'61337	0'61107	0'60876	0'60645	0'60414
53	0'60182	0'59949	0'59716	0'59482	0'59248	0'59014
54	0'58779	0'58543	0'58307	0'58070	0'57833	0'57596
55	0'57358	0'57119	0'56880	0'56641	0'56401	0'56160
56	0'55919	0'55678	0'55436	0'55194	0'54951	0'54708
57	0'54464	0'54220	0'53975	0'53730	0'53484	0'53238
58	0'52992	0'52745	0'52498	0'52250	0'52002	0'51753
59	0'51504	0'51254	0'51004	0'50754	0'50503	0'50252
60	0'50000	0'49746	0'49495	0'49242	0'48989	0'48735
61	0'48481	0'48226	0'47971	0'47716	0'47460	0'47204
62	0'46947	0'46690	0'46433	0'46175	0'45917	0'45658
63	0'45399	0'45140	0'44880	0'44620	0'44359	0'44098
64	0'43837	0'43575	0'43313	0'43051	0'42788	0'42525
65	0'42262	0'41998	0'41734	0'41469	0'41204	0'40939
66	0'40674	0'40408	0'40142	0'39875	0'39608	0'39341
67	0'39073	0'38805	0'38537	0'38268	0'37999	0'37730
68	0'37461	0'37191	0'36921	0'36650	0'36379	0'36109
69	0'35837	0'35575	0'35293	0'35021	0'34748	0'34475
70	0'34202	0'33929	0'33655	0'33381	0'33106	0'32832
71	0'32557	0'32282	0'32006	0'31730	0'31454	0'31178
72	0'30902	0'30625	0'30348	0'30071	0'29793	0'29515
73	0'29237	0'28959	0'28680	0'28402	0'28123	0'27843
74	0'27564	0'27284	0'27004	0'26724	0'26443	0'26163
75	0'25882	0'25601	0'25320	0'25038	0'24756	0'24474
76	0'24192	0'23910	0'23627	0'23345	0'23062	0'22778
77	0'22495	0'22212	0'21928	0'21644	0'21360	0'21076
78	0'20791	0'20507	0'20222	0'19937	0'19652	0'19366
79	0'19081	0'18795	0'18509	0'18224	0'17937	0'17651
80	0'17365	0'17078	0'16792	0'16505	0'16218	0'15931
81	0'15643	0'15356	0'15069	0'14781	0'14493	0'14205
82	0'13917	0'13629	0'13341	0'13053	0'12764	0'12476
83	0'12187	0'11898	0'11609	0'11320	0'11031	0'10742
84	0'10453	0'10164	0'09874	0'09585	0'09295	0'09005
85	0'08716	0'08426	0'08136	0'07846	0'07556	0'07266
86	0'06976	0'06685	0'06395	0'06105	0'05814	0'05524
87	0'05234	0'04843	0'04653	0'04362	0'04071	0'03781
88	0'03490	0'03199	0'02908	0'02618	0'02327	0'02036
89	0'01745	0'01454	0'01164	0'00873	0'00582	0'00291

Grados	MINUTOS					
	0'	10'	20'	30'	40'	50'
45	0'70711	0'70916	0'71121	0'71325	0'71529	0'71732
46	0'71934	0'72136	0'72337	0'72537	0'72737	0'72937
47	0'73135	0'73333	0'73531	0'73728	0'73924	0'74120
48	0'74314	0'74509	0'74703	0'74896	0'75088	0'75280
49	0'75471	0'75661	0'75851	0'76041	0'76229	0'76417
50	0'76604	0'76791	0'76977	0'77162	0'77347	0'77531
51	0'77715	0'77897	0'78079	0'78261	0'78442	0'78622
52	0'78801	0'78980	0'79158	0'79335	0'79512	0'79688
53	0'79864	0'80038	0'80212	0'80386	0'80558	0'80730
54	0'80902	0'81072	0'81242	0'81412	0'81580	0'81748
55	0'81915	0'82082	0'82248	0'82413	0'82577	0'82741
56	0'82904	0'83066	0'83228	0'83389	0'83549	0'83708
57	0'83867	0'84025	0'84182	0'84339	0'84495	0'84650
58	0'84805	0'84959	0'85112	0'85264	0'85416	0'85567
59	0'85717	0'85866	0'86015	0'86163	0'86310	0'86457
60	0'86603	0'86748	0'86892	0'87036	0'87178	0'87321
61	0'87462	0'87603	0'87743	0'87882	0'88020	0'88158
62	0'88295	0'88431	0'88566	0'88701	0'88835	0'88968
63	0'89101	0'89232	0'89363	0'89493	0'89623	0'89752
64	0'89879	0'90007	0'90133	0'90259	0'90383	0'90507
65	0'90631	0'90753	0'90875	0'90996	0'91116	0'91236
66	0'91355	0'91472	0'91590	0'91706	0'91822	0'91936
67	0'92050	0'92164	0'92276	0'92388	0'92499	0'92609
68	0'92718	0'92827	0'92935	0'93042	0'93148	0'93253
69	0'93358	0'93462	0'93565	0'93667	0'93769	0'93869
70	0'93969	0'94068	0'94167	0'94264	0'94361	0'94457
71	0'94552	0'94646	0'94740	0'94832	0'94924	0'95015
72	0'95106	0'95195	0'95284	0'95372	0'95459	0'95545
73	0'95630	0'95715	0'95799	0'95882	0'95964	0'96046
74	0'96126	0'96206	0'96285	0'96363	0'96440	0'96517
75	0'96593	0'96667	0'96742	0'96815	0'96887	0'96959
76	0'97030	0'97100	0'97169	0'97237	0'97304	0'97371
77	0'97437	0'97502	0'97566	0'97630	0'97692	0'97754
78	0'97815	0'97875	0'97934	0'97992	0'98050	0'98107
79	0'98163	0'98218	0'98272	0'98325	0'98378	0'98430
80	0'98481	0'98531	0'98580	0'98629	0'98676	0'98723
81	0'98769	0'98814	0'98858	0'98902	0'98944	0'98986
82	0'99027	0'99067	0'99106	0'99144	0'99182	0'99219
83	0'99255	0'99290	0'99324	0'99357	0'99390	0'99421
84	0'99452	0'99482	0'99511	0'99540	0'99567	0'99595
85	0'99619	0'99644	0'99668	0'99692	0'99714	0'99736
86	0'99756	0'99776	0'99795	0'99813	0'99831	0'99847
87	0'99863	0'99878	0'99892	0'99905	0'99917	0'99929
88	0'99939	0'99949	0'99958	0'99966	0'99973	0'99979
89	0'99985	0'99989	0'99993	0'99996	0'99998	1'00000



MATEMÁTICAS PARA EL TORNERO

LECCIÓN

17

TRIGONOMETRÍA

En muchos casos de cálculos geométricos se encuentran como datos ángulos; para poder hacer intervenir estos ángulos en el cálculo es necesario poder relacionarlos numéricamente como magnitudes lineales. Como consecuencia de esta necesidad se ha desarrollado la parte de la matemática conocida con el nombre de Trigonometría, cuyos principios, así como su aplicación al cálculo de triángulos, estudiará por ser su conocimiento imprescindible para usted.

Procure prestar la máxima atención para comprender los conceptos que se explican en esta lección y en las siguientes, pues aunque *parezcan* estar desligadas de la práctica y ser puramente una serie de conocimientos teóricos, ya que ha tenido ocasión de ver la utilidad de algunas de las líneas trigonométricas.

MEDIDA DE UN ÁNGULO EN UNA CIRCUNFERENCIA

Se le ha indicado a usted en el párrafo anterior que para poder calcular los valores de ángulos es necesario disponer de unos valores lineales que estén relacionados con los de la medida de abertura, es decir, con los valores en grados de los ángulos. Va usted a ver seguidamente cuáles son estos valores lineales. Pero antes es conveniente el conocimiento de la relación existente entre la medida de un ángulo y la medida del arco de una circunferencia comprendido entre los lados del ángulo, cuando éste tiene su vértice en el centro de la circunferencia.

Recuerde usted que en la medida de los ángulos en grados sexagesimales, alrededor de un punto se forman 360 ángulos de un grado cada uno; recuerde también que una circunferencia se divide en 360 arcos cuya medida es también de un grado sexagesimal de circunferencia. Si el punto alrededor del cual se forman los 360 ángulos iguales se hace coincidir con el centro de la circunferencia, cada uno de estos ángulos comprenderá entre sus lados un arco cuya medida es un grado de circunferencia y esto cualquiera que sea la medida del radio de la circunferencia. De esto se deduce que si en una circunferencia se coloca un ángulo con su vértice en el centro, como en la figura 89, la medida del ángulo en grados coincide en valor numérico con la medida del arco en grados sexagesimales de circunferencia.

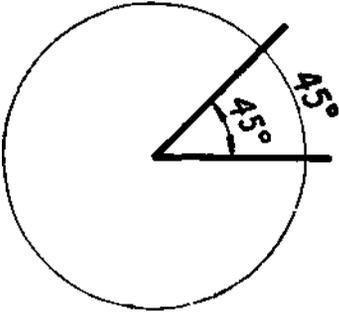


Figura 89

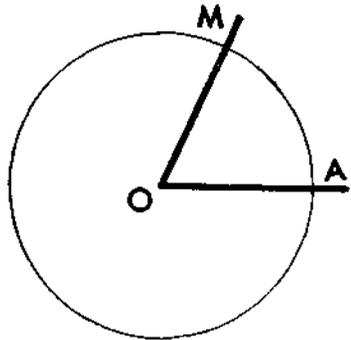


Figura 90

Según esto se puede establecer un sistema de medida de los ángulos utilizando como referencia una circunferencia en la que se dispone el ángulo a medir con el vértice en el centro de la circunferencia (fig. 90), y uno de los lados pasando por un punto determinado de la misma, señalado con la letra A en la figura, que se toma como **origen** de la medida de los arcos. La medida del ángulo vendrá dada por la medida del arco comprendida entre el origen A y el punto de intersección M del otro lado del ángulo con la circunferencia

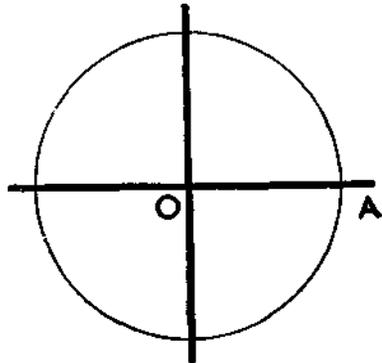


Figura 91

La circunferencia que se emplea para medir los ángulos por este sistema se considera dividida por dos diámetros (fig. 91), uno que pasa por el punto de origen A y otro perpendicular a él, dando lugar a cuatro partes iguales a las que se da el nombre de **cuadrantes**. Tomando el origen A en el extremo derecho de un diámetro horizontal, como se muestra en la figura 91 y el sentido de giro para los valores crecientes de los ángulos en sentido contrario a las agujas del reloj, los ángulos de menos de 90° quedarán comprendidos en el **primer cuadrante**, como el de la figura 92; los ángulos de más de 90° y menos de 180° quedarán comprendidos en el **segundo cuadrante** como el de la figura 93; los ángulos de más de 180° y menos de 270° quedarán en el **tercer cuadrante** como el de la figura 94 y los ángulos de más de 270° hasta 360° quedarán comprendidos en el **cuarto cuadrante**, como el de la figura 95.

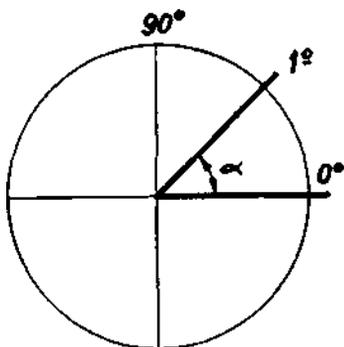


Figura 92

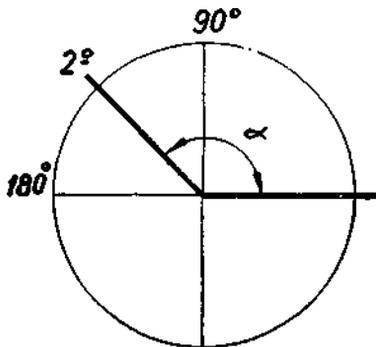


Figura 93

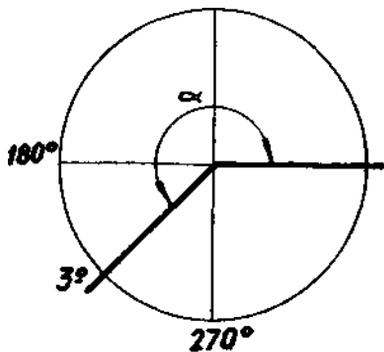


Figura 94

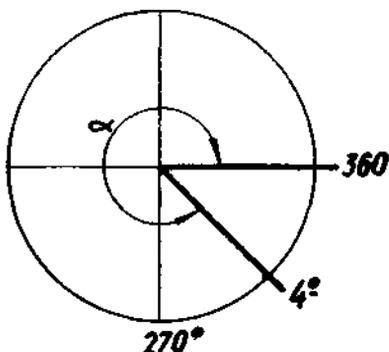


Figura 95

LINEAS TRIGONOMÉTRICAS

Suponga ahora un ángulo medido en el sistema que acaba de estudiar; por ejemplo el ángulo α de la figura 96. Bajando una perpendicular desde el extremo del arco correspondiente a la medida del ángulo hasta el diámetro que pasa por el origen de arcos, se obtiene el segmento MN al cual se le da el nombre **de seno del ángulo**; en la figura 97 puede ver como para otro ángulo diferente β la longitud del seno, que ahora es el segmento M'N' es diferente y así a cada ángulo le corresponderá un valor determinado de la **longitud del seno**. Se ha encontrado así un primer valor lineal relacionado con el valor del ángulo, al que se llama **seno del ángulo**.

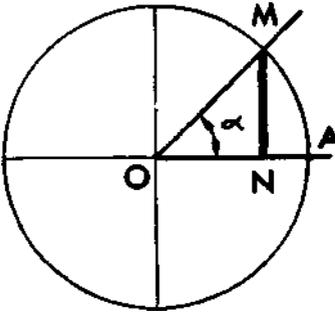


Figura 96

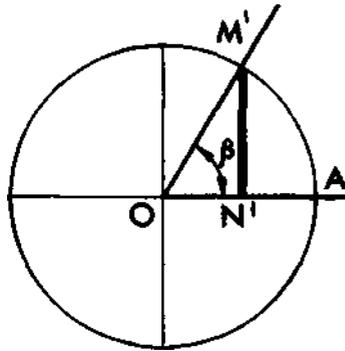


Figura 97

Vea ahora en la figura 96 el segmento ON comprendido entre el centro de la circunferencia O y el pie N de la perpendicular bajada desde el extremo del arco correspondiente a la medida del ángulo hasta el diámetro de origen, se le da el nombre de **coseno del ángulo**; como en el caso del seno de la figura 97 puede ver que para otro ángulo distinto β el valor del coseno ON es diferente y así a cada ángulo corresponde un valor distinto y determinado del coseno.

Al seno y al coseno tal como los acaba de ver se les da el nombre de **líneas trigonométricas**. Hay otras líneas derivadas de este mismo sistema de medir los ángulos, cuyas longitudes están relacionadas con la medida del ángulo; tales son las siguientes:

La **tangente**; esta línea, como se muestra en la figura 98, es el segmento de la tangente a la circunferencia en el punto de origen de me-

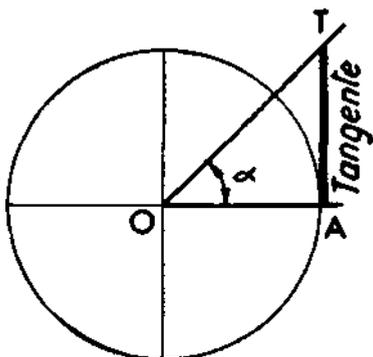


Figura 98

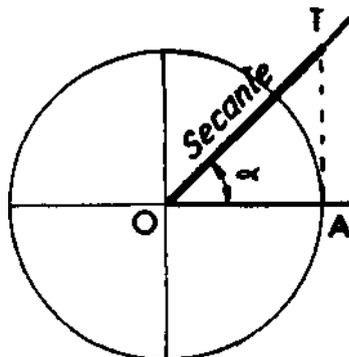


Figura 99

didada A, comprendido entre este punto y el punto de intersección de la tangente con la prolongación del lado del ángulo que pasa por el extremo del arco de la medida del ángulo.

La **secante**; esta línea es el segmento comprendido entre el centro de la circunferencia y el punto de intersección de la tangente con el lado del ángulo que pasa por el extremo del arco de medida; en la figura 99 es el segmento OT.

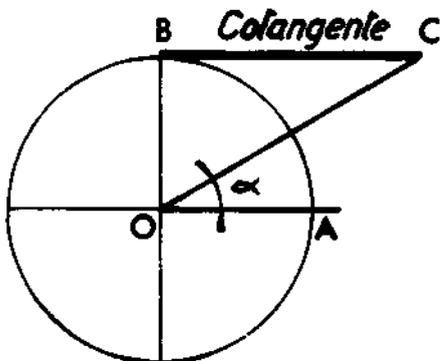


Figura 100

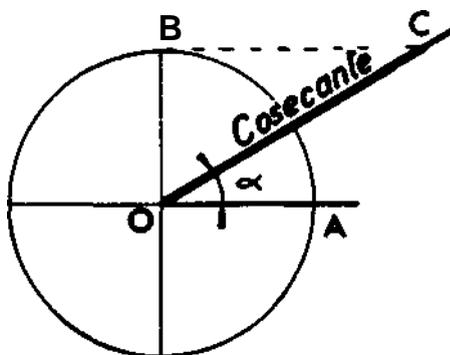


Figura 101

La **cotangente** es, como se muestra en la figura 100, el segmento de una tangente en el extremo del primer cuadrante B, comprendido entre este punto y el punto de intersección C de esta tangente con el lado del ángulo que pasa por el extremo del arco de medida.

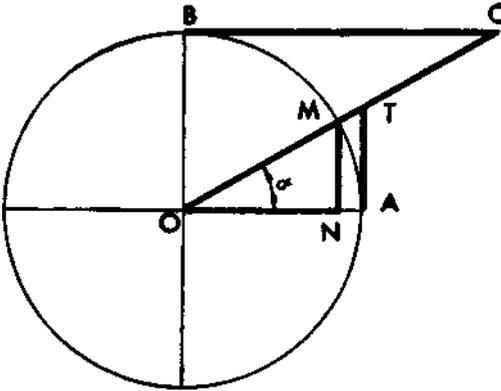


Figura 102

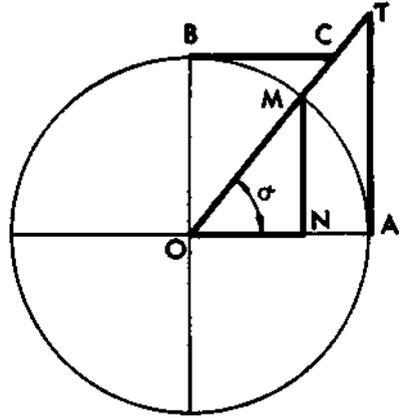


Figura 103

La cosecante es, como se muestra en la figura 101 el segmento entre el centro de la circunferencia O y el extremo C de la cotangente.

Así, pues, se tienen para un ángulo α , resumidas en una sola figura (figura 102), las líneas trigonométricas siguientes:

Seno, la línea MN

Coseno, la línea ON

Tangente, la línea AT

Cotangente, la línea BC

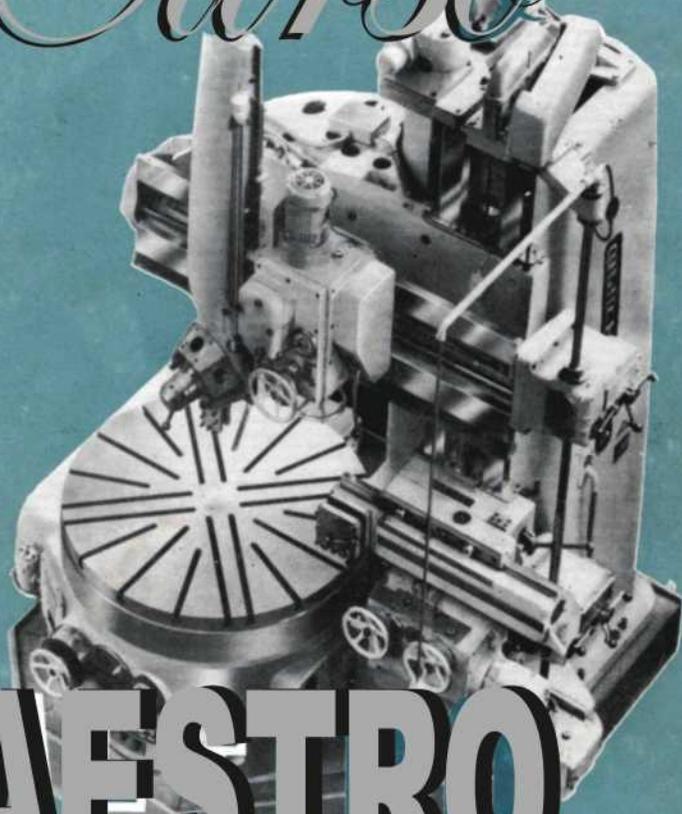
Secante, la línea OT

Cosecante, la línea OC

y vea en la figura 103 cómo las longitudes de todas estas líneas son diferentes de las de la anterior cuando el ángulo α que corresponden es distinto.

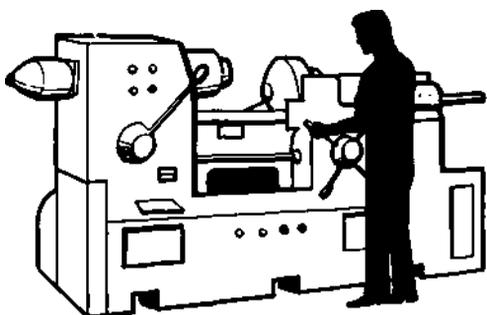
Con las líneas trigonométricas se tiene el medio de representar un ángulo por el valor de una longitud. Pero esto es solamente válido cuando las longitudes de las líneas trigonométricas se refieren a una sola circunferencia, ya que si se refieren a circunferencias de distinto radio no son comparables, como verá usted más detalladamente en las próximas lecciones, donde además estudiará usted la forma en que se resuelve este inconveniente.

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 18



PRACTICA DEL TORNEADO

LECCIÓN 5

EJEMPLO DE MECANIZADO N.º 5

Vimos ya un ejemplo de aplicación de la luneta fija; ahora estudiaremos un mecanizado en el que se requiere el empleo de la luneta móvil.

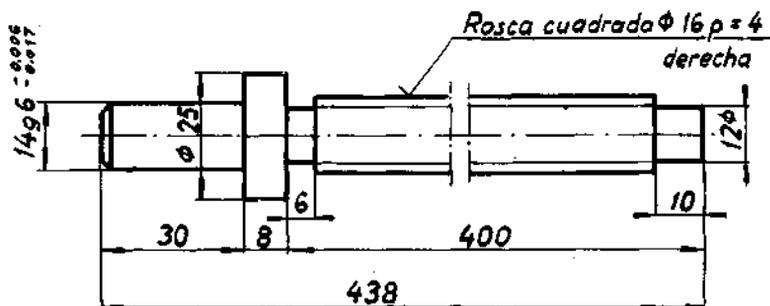


Figura 35

Vea en la figura 35 el plano de la pieza que se ha de construir partiendo de un trozo de barra de acero F-5, de $\phi 28$ y longitud 440 mm.

Con el fin de que usted pueda seguir de una manera más práctica el desarrollo del mecanizado, suponga que el mismo se efectúa en un torno Cumbre 022, al que en repetidas ocasiones nos hemos referido.

La primera operación (fig. 36) no presenta dificultad alguna: usted sabe cómo se efectúa un refrentado. Con esta operación, efectuada en los dos extremos, la pieza quedará a una longitud de 438 mm y se construirán los dos puntos para llevar a cabo las operaciones posteriores.

Tampoco presenta ninguna dificultad la operación representada en la figura 37, ya que la fijación se efectúa con plato universal, de forma que la longitud que se deje entre el plato y el punto sea la suficiente para poder mecanizar los 40 mm indicados en la figura.

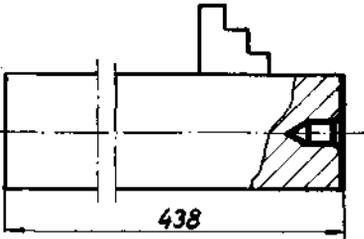


Figura 36

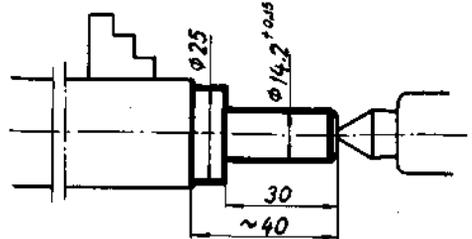


Figura 37

Seguidamente se cambian las garras del plato por unas garras o patas blandas que se mandrinan para fijar la pieza por el diámetro 14. Observe en la figura 37 que este diámetro se ha dejado con un excedente en más, pues se ha considerado que el acabado de esta caña se conseguirá en una rectificadora, la cual dejará la pieza a la tolerancia g 6.

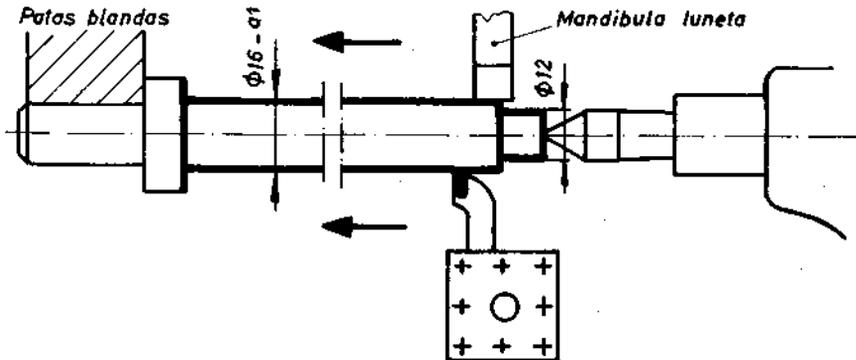


Figura 38

Fijada la pieza con las garras blandas, se monta la luneta móvil en la parte posterior del carro transversal para que las mandíbulas se apoyen en la superficie antes mecanizada. Observe en la figura 38 el montaje de la pieza, la luneta y la herramienta para proceder al cilindrado de la caña a roscar.

Como es evidente, el excedente de material no puede ser quitado en una sola pasada; por consiguiente, para cada pasada se tendrá que regular la luneta. De hecho cuando la herramienta trabaja muy cerca del punto, la luneta no apoya todavía la pieza, ya que la pieza todavía no flexa. Cuando la luneta empieza a trabajar se regulan las patas de forma que se ajusten al diámetro torneado; una vez ajustados, se embraga el automático y se da la pasada; esta operación se repite tantas veces como pasadas se dan.

Si se trabaja en seco deben engrasarse las mandíbulas de la luneta, pues de lo contrario se griparían estropeándose o, por lo menos sufrirían un desgaste considerable que sería causa, al terminar la pasada, de un diámetro mayor por flexión de la pieza.

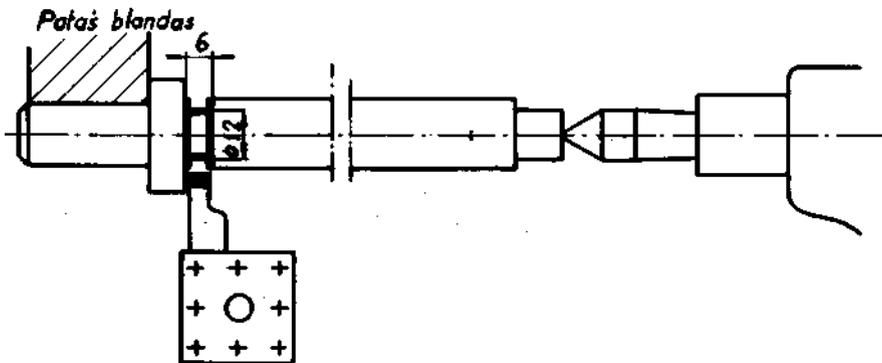


Figura 39

La última pasada para conseguir la medida de $16-0,1$ debe ser muy fina y han de ajustarse las mandíbulas con cuidado a fin de conseguir un cilindrado lo más perfecto posible. Seguidamente, desmontará la herramienta de cilindrar y se montará otra de ranurar para efectuar la ranura de salida de rosca (fig. 39).

A continuación, se prepara el torno para roscar (fig. 40); usted ya sabe cómo se procederá. Solamente le indicaremos que al empezar a roscar es

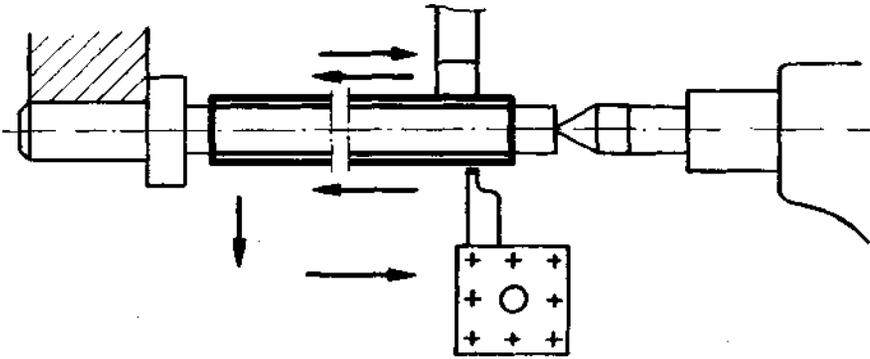
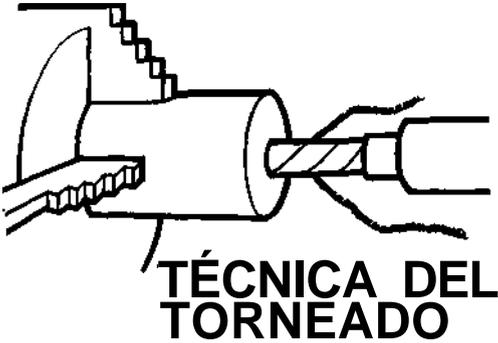


Figura 40

conveniente que la herramienta, cuando se utiliza **luneta**, esté bien afilada y no dar las primeras pasadas muy fuertes.



LECCIÓN 18

UTILIZACIÓN O NEUTRALIZACIÓN DE UNA CAJA DE ROSCAS

Suponga usted que está trabajando en un torno equipado con caja de avances y roscas y que ha de construir un paso que no se halla incluido en la tabla de roscas del torno, la cual será semejante a la reproducida en la figura 464 de la lección 13. Lo que deberá hacer en este caso es anteponer al dispositivo de la caja un tren de ruedas que modifique los pasos indicados en la tabla respectiva. Para ello podrá adoptar dos soluciones : Utilizar los elementos de la caja de roscas o neutralizar los elementos de la misma.

Si usted quiere utilizar los elementos de la caja de roscas, colocará las palancas de forma que den un paso determinado, el cual para el sub-siguiente cálculo de las ruedas puede considerarse como el nuevo paso del husillo patrón.

Si por el contrario, adopta la segunda solución, colocará las palancas de manera que indiquen el paso del husillo patrón y procederá al cálculo de las ruedas, como si la caja no existiese, es decir, como ha estudiado en las últimas lecciones.

Fíjese en el siguiente ejemplo :

Se ha de roscar un paso de 3,20 mm en un torno cuya tabla de roscas es la de la citada figura 464. Se utilizará el mecanismo de la caja como si el paso del husillo fuese de 5 hilos por pulgada.

Ante todo se coloca la palanca Norton en la posición correspondiente a los 5 hilos por pulgada (posición 4), y las palancas auxiliares laterales (ver fig. 463) en la posición correspondiente a ingleses, ya que el paso elegido para el husillo patrón es en medidas inglesas.

Seguidamente se calculan las ruedas como en un problema cualquiera del tercer caso estudiado en la lección 15.

Conversión de los milímetros a pulgadas :

$$\frac{5}{127} \times 3,20 = \frac{5 \times 3,20}{127} = \frac{16}{127}$$

$$\begin{array}{r} \text{Paso a tallar} \\ \hline \text{Paso del husillo} \end{array} = \frac{16}{127} = \frac{16}{127} : \frac{1}{5} = \frac{80}{127} = \frac{A}{B}$$

$$\text{Prueba} = \frac{80 \times \frac{25'4}{5}}{127} = \frac{80 \times 5'08}{127} = 3'20 \text{ mm}$$

Efectuando el cálculo, ha de tenerse en cuenta la relación de las ruedas que señale la placa para el paso escogido. Observe en la mencionada placa de la fig. 464 que colocada la palanca Norton en la posición 4, correspondiente a los 5 hilos por pulgada, las ruedas que señala la placa son iguales, es decir, de relación directa, pues conductora y conducida son de 25 dientes. Por

A 80

consiguiente, en este caso no ha de variarse el juego calculado $\frac{A}{B} = \frac{80}{127}$

B 127

No ocurriría lo mismo si el paso escogido fuera de 10 hilos por pulgada, pues como usted puede comprobar en la placa, el paso del husillo patrón

estaría afectado por la relación de las ruedas $\frac{80}{80}$, es decir, habría que añadir dichas ruedas al juego que se calcule u otras que guarden la misma relación.

En la misma tabla de roscas se indica la forma de neutralizar los elementos de la caja, poniendo las palancas en una posición determinada. Usted recordará lo que estudió en la lección 13 (Posición pasos arbitrarios).

PRACTICA DEL ROSCADO. — AJUSTE Y PENETRACIÓN EN ROSCAS DE SISTEMA MÉTRICO Y WHITWORTH

Ya en la lección 13 señalamos la importancia de la colocación de la herramienta. Insistimos ahora con la figura 535, en la que está representada

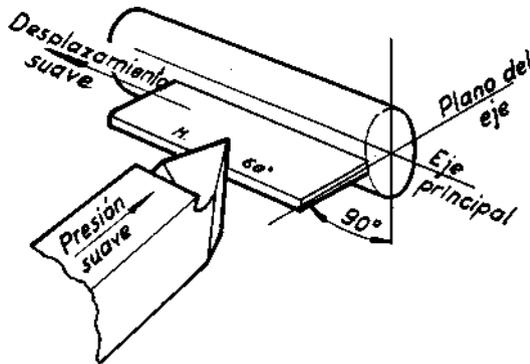


Figura 535. — Galga para colocación de la herramienta.

la forma de emplear la carga para comprobar la posición correcta de la herramienta. Observe que en la figura se indica que la galga no debe forzarse nunca, sino que ha de poderse deslizar suavemente.

Las herramientas de roscar no son muy favorables, por su forma, para la obtención de un corte limpio. Al cortar los dos flancos, es fácil que se enreden las virutas, de forma que llegan a perjudicar el acabado de las superficies de los flancos del filete. No obstante, puede mejorarse este punto, haciendo que corten los flancos por separado.

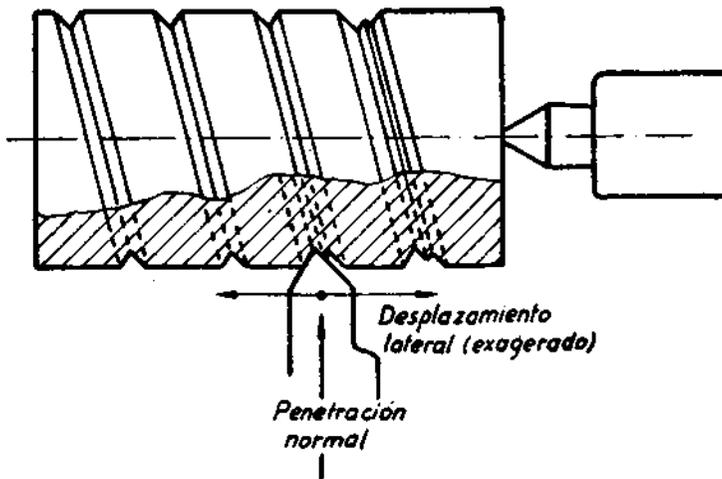


Figura 536. — Penetración conjugada de la herramienta para separación de las virutas.

Se consigue un corte más limpio, haciendo que la viruta se separe transversalmente del eje de la pieza (recuerde al efecto las indicaciones estudiadas en la lección 15, al tratar de la forma de las herramientas, según el tipo de penetración a realizar), y por otra parte, desplazando un poco la herramienta (fig. 536) hacia un lado para cada pasada, de modo que dicha herramienta únicamente trabaja con todo el perfil en la pasada final, cuando las virutas ya son muy finas. Para pasos bastos y serie grande de piezas de roscar, es aconsejable desbastar primero la rosca con una herramienta especial que arranque virutas gruesas y después repasar la rosca tal como acaba de indicarse.

A este respecto y según el sistema empleado para la penetración de la herramienta, estudiaremos las distintas facetas de la práctica del roscado.

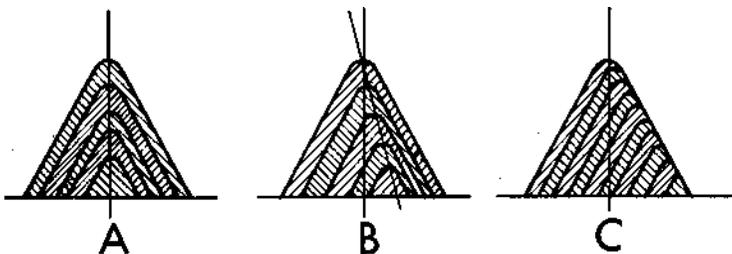


Figura 537. — Formas de penetración: A, Penetración normal; B, Penetración conjugada; C, Penetración oblicua

PENETRACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS

En la figura 537 están representados los diferentes tipos de penetración de las herramientas de roscar, y la forma de la sección arrancada en cada una de las pasadas.

Penetración normal:

Con la herramienta colocada a 90° respecto del eje principal, presenta el inconveniente, ya explicado, de las dificultades para la evacuación de las virutas. De ahí que su aplicación resulte conveniente para materiales en los que la viruta cortada se rompa fácilmente, tales como fundición, bronce, latón, duraluminio, acero duro y también para roscas precisas.

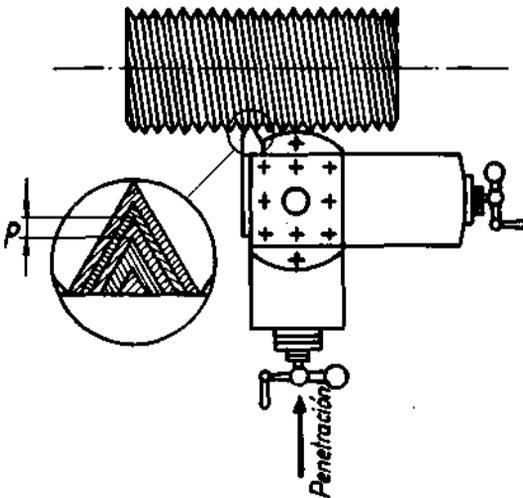


Figura 538. — Método de roscado con penetración normal

El procedimiento a utilizar consiste en bloquear fuertemente el carrito superior o portaherramientas, mediante el apriete de los tornillos que actúan sobre su patín. El orden de manipulaciones a seguir a continuación es el estudiado en la lección anterior, teniendo en cuenta que la penetración debe ser ordenada por el carro transversal. Vea a este respecto la figura 538.

Penetración conjugada:

La colocación de la herramienta es la misma que para la penetración normal. La ventaja de este sistema consiste, como ya se ha dicho, en que al cortar por un solo flanco, la separación de las virutas es perfecta. Puede utilizarse para acabados, pero requiere mucha atención al tener que dar la penetración «conjugando» la penetración normal con un pequeño desplazamiento lateral en cada nueva pasada. La dificultad está en conseguir un diámetro de flancos correcto, aunque, para asegurarse, pueden hacerse cortar en las últimas pasadas los dos flancos de la herramienta.

La forma a seguir es también la misma que para la penetración normal, pero al poner cada nueva pasada debe hacerse un desplazamiento con el carro portaherramientas; este carro estará ligeramente sujeto o tensado, en vez de fuertemente sujeto como el caso anterior.

El desplazamiento lateral del carro portaherramientas puede ser del orden aproximado de 0,1 a 0,2 mm, de forma que cortará una sola arista de la herramienta, mientras la otra enrasará justamente el otro flanco, tal como se observa en la figura 536. Las pasadas de acabado pueden hacerse actuando alternativamente sobre los dos flancos, o bien, sólo en casos de apuro y si lo permiten los ángulos de la herramienta, haciendo cortar los dos flancos a la vez.

Penetración oblicua

Este sistema es particularmente interesante para el desbaste de roscas en grandes o pequeñas series de piezas y también para perfiles bastos sin gran precisión. La penetración oblicua de la herramienta facilita el corte de los metales que tienen tendencia a arrancarse (acero semidulce, acero dulce, cobre, aluminio).

La herramienta trabaja por una sola arista. Para la evacuación correcta de la viruta y facilitar su arranque, repara la herramienta con pendiente hacia atrás; el segundo flanco resulta del deslizamiento de la punta de la herramienta según una dirección paralela al desplazamiento del carro superior, el cual se habrá inclinado de acuerdo con el ángulo conveniente para cada caso (vea fig. 539).

El procedimiento a seguir consiste primeramente en inclinar el carro portaherramientas hacia la derecha o hacia la izquierda, según el paso a tallar sea en uno u otro sentido. El valor de esta inclinación será según el sistema de rosca la mitad del ángulo del perfil :

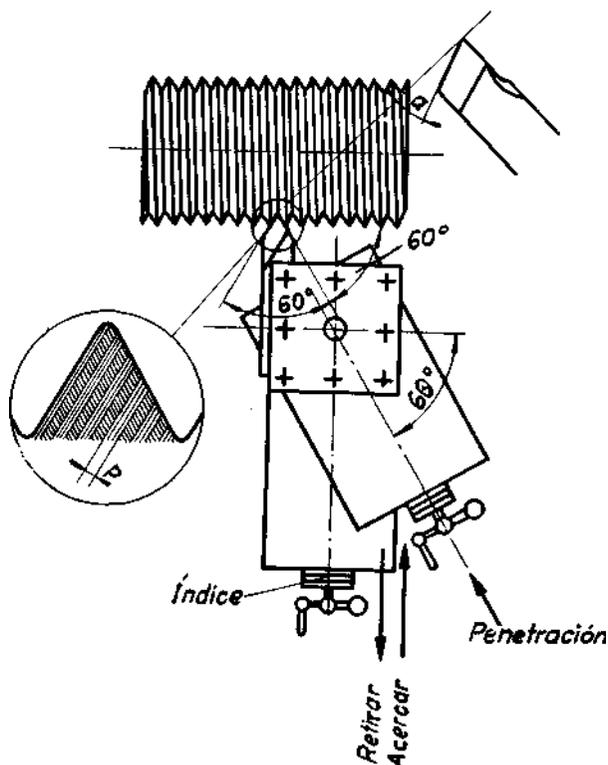


Figura 539. — Método de roscado con penetración oblicua para roscas métricas S. I. (60°). Se debe prestar especial interés en colocar el carro transversal en la misma posición para todas las pasadas

$$\alpha = \frac{60^\circ}{2} = 30^\circ \text{ para el sistema métrico S. I.}$$

$$\alpha = \frac{55}{2} = 27^\circ 30' \text{ para el sistema Whitworth.}$$

La penetración o profundidad de pasada se da mediante el mismo carro portaherramientas utilizándose el transversal para retirar y acercar la herramienta, teniendo cuidado de observar y comprobar cada vez que se co-

loca siempre en la misma posición, lo que podrá comprobarse mediante las graduaciones del pomo del husillo e incluso colocando un tope para el carro transversal.

Con el objeto de obtener un mejor acabado de los flancos en las pasadas de acabado, puede hacerse en éstas una penetración normal.

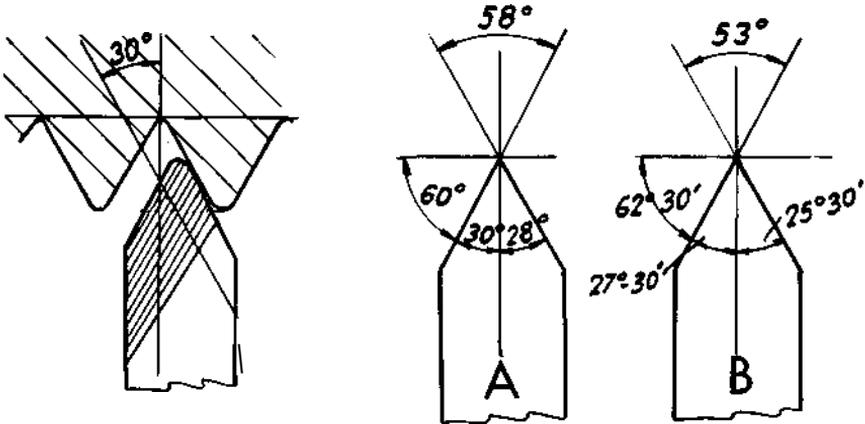


Figura 540. — Variantes de la herramienta de rosca para el método de penetración oblicua; A, Para roscas sistema métrico, S. I.; B, Para roscas sistema Whitwbrth

El sistema de penetración oblicua tiene, además, la ventaja de que permite prescindir de la condición de que el flanco derecho de corte de la herramienta para roscas a la derecha, o el flanco izquierdo, para roscas a la izquierda, tenga que hallarse en posición horizontal; antes bien es incluso recomendable vaciarlo un poco a la muela (fig. 540), mejorando así el efecto cortante de la herramienta, en particular para el acero dulce. Afilando la herramienta de la forma indicada en la figura 540, se consigue que el flanco derecho no entre en contacto con la pieza y que, por consiguiente, no tenga influencia en el corte. Si las circunstancias lo aconsejan, hasta pueden cambiarse las formas de las herramientas de roscar y adoptar la de la figura 541.

En estos casos, la perfecta colocación de las herramientas tiene todavía más importancia, debiéndose utilizar las galgas adecuadas (fig. 535), es decir, con los ángulos corregidos según la figura 540.

También puede utilizarse otro procedimiento que consiste en dar una inclinación al carro portaherramientas del valor correspondiente al perfil a tallar más 2 grados complementarios, para que sobre el flanco opuesto al de corte no se haga más que un afinado.

Se coloca la herramienta mediante una galga especial. Se facilita así un roscado perfecto y corrige, dando ya su perfil normal afinado, el defecto que pudiera tener el hilo de rosca al aumentar los dos grados complementarios.

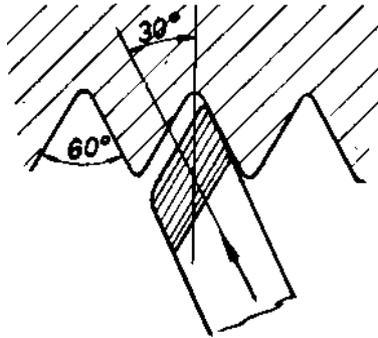


Figura 541. — Variante de la herramienta de roscar para el método de penetración oblicua

Número de pasadas

Veremos a continuación, como orientación para el tornero, una tabla en la que señalan el número de pasadas que deben darse para tallar unas roscas de paso determinado.

Estas tablas son producto de una experiencia personal y por tal se ofrecen sólo a modo de orientación, aunque para roscas de calidad corriente, pueden obtenerse excelentes resultados, siempre que se trabaje a velocidades máximas, es decir, a las velocidades indicadas en la pasada lección.

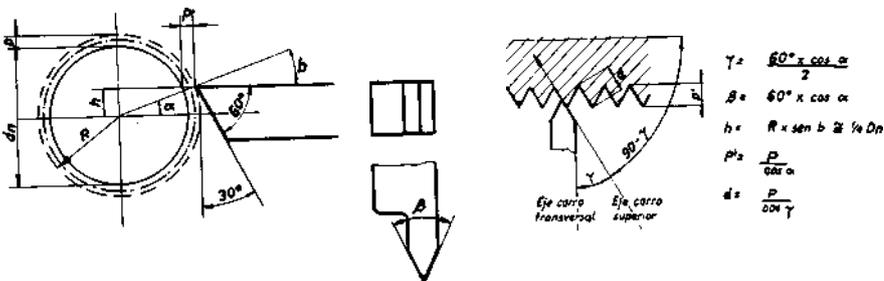


Figura 542. — Penetración por encima del eje. d_n = diámetro núcleo; R = Radio exterior de la pieza a roscar; p = profundidad teórica del filete; p' = medida a profundizar con la herramienta elevada; h = valor de la elevación de la herramienta; B = ángulo del perfil; b = ángulo de salida de viruta; γ = ángulo inclinación del carro superior.

**PASADAS A DAR PARA EL ROSCADO
CON PENETRACIÓN OBLICUA**

TABLA 39

Sistema Métrico Rosca: S. I.		Roscas sistema Whitworth	
Paso de rosca en mm	N.º pasadas	Número de hilos por pulgada	N.º pasadas
1	8	20	8
1,5	10	18	9
2	11	16	10
2,5	13	12	12
3	15	10	13
3,5	16	8	15
4	18	7	16
4,5	20	6	20
5	22	5	22
5,5	25	4,5	25
6	27	4	28

PENETRACIÓN POR ENCIMA DEL EJE

Se trata en realidad de *un* método de roscar que sólo tiene aplicación para roscas exteriores y aún para operaciones de desbastes en pasos rápidos, pero que es de un gran rendimiento por permitir mayores penetraciones de herramienta.

Provoca la formación de la viruta por encima del eje entre puntos; la posición especial de la herramienta permite su evacuación normal, ya que se tiene un ángulo de salida mayor, sin que deje de conservarse un perfil de rosca rigurosamente exacto (fig. 542).

Forma de operar

La herramienta se prepara con un ángulo de filo de 60°; el ángulo de incidencia debe ser grande (30°) para cortar la interferencia o roce con la

pieza, debido a la elevación del plano superior de la herramienta por encima del eje de la pieza.

Esta situación por encima del eje, aumenta muy considerablemente, como ya hemos dicho, el ángulo de salida de viruta, lo que hace que pueda aumentarse bastante el valor de las penetraciones en cada pasada.

Dado que la penetración ha de ser oblicua, debe calcularse el ángulo que ha de inclinarse el carro superior; este ángulo se calcula mediante la fórmula siguiente, ya que varía según el diámetro y el paso:

$$\text{Ángulo } \alpha = \frac{60^\circ \times \cos \alpha}{2} \quad (\text{Para roscas métricas S. I.})$$

El ángulo alfa viene determinado por la elevación de la herramienta por encima del eje, y es también el mismo valor del ángulo de salida de la viruta β .

El perfil superior de la herramienta deberá tener un ángulo inferior a 60° , y su valor será el producto de este ángulo (para roscas S. I.) por el coseno del ángulo alfa.

$$\text{áng } \beta = 60^\circ \times \cos \alpha \quad (\text{Para roscas S. I.})$$

La altura h , valor de la elevación por sobre el eje, depende prácticamente, del valor del diámetro del núcleo del tornillo a considerar:

$$h = 1/4 \text{ D. núcleo}$$

Pero, por otra parte, el valor de h , puede quedar también determinado por la dureza del material, ya que, según sea esta dureza, variará el valor del ángulo β ; se aplicará entonces la siguiente fórmula :

$$h = R \times \text{seno del ángulo } \beta$$

La profundidad a tallar, con la herramienta situada a esta altura, será superior a la profundidad teórica correspondiente al paso del sistema métrico, valiendo:

$$p' = \frac{p}{\cos \alpha}$$

y el valor de desplazamiento d , para calcular el valor de las penetraciones (de valor decreciente, es decir, de más o menos, desde 1,5 a 0,05 mm) sera

$$d = \frac{p'}{\cos \alpha}$$

El roscado se efectúa con la herramienta colocada perpendicularmente al eje de la pieza, la penetración es oblicua (con el carro superior), según la inclinación calculada y la retirada de la herramienta se efectúa con el carro transversal, con el cual vuelve al colocarse de nuevo en posición, debiendo tener especial cuidado en no descontarse de vueltas ni equivocarse de graduación.

El sistema es muy ventajoso sobre todo para operaciones de desbaste en grandes series de piezas, el cual puede efectuarse en profundas pasadas siendo suficiente un excedente de 0,2 0,3 mm para la operación de acabado, la cual puede efectuarse con una herramienta de perfil constante, situada, en este caso, a la altura justa del eje.

TALLADO DE ROSCAS CUADRADAS

Para la construcción de roscas de perfil cuadrado, la penetración debe ser, por supuesto, perpendicular al eje de la pieza. El valor de las penetraciones no puede ser demasiado grande pues los flancos quedarían rayados. Con el fin de evitar este inconveniente y, al mismo tiempo para mejorar su aspecto, puede efectuarse un repasado de los flancos por separado, tal como estudió en la lección 16. Los ángulos de incidencia serán sólo ligeramente mayores que los exigidos por la inclinación de la hélice, para que no rocen contra el flanco del filete (fig. 501 de la lección 16).

El repasado de los flancos es bastante frecuente ; usted puede observar en la figura 543, lo difícil que es conseguir la anchura a la medida, pues unos pequeños afilados de la arista de corte, son suficientes para disminuir la considerablemente a pesar del poco valor de los ángulos P .

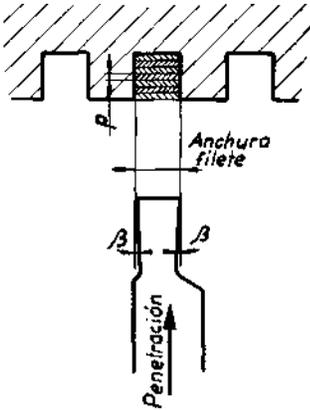


Figura 543. — Penetración normal para roscas de perfil cuadrado

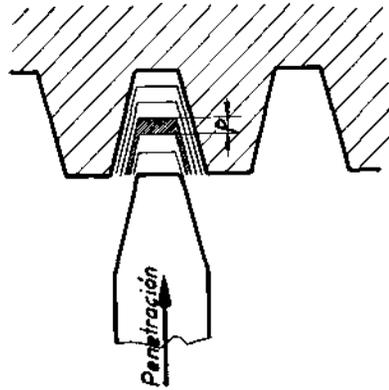


Figura 544. — Acabado de roscas trapecoidales de paso < 5 mm por penetración normal

TALLADO DE ROSCAS TRAPEZOIDALES

Obtención directa con herramienta de forma por penetración normal

Lo mismo que las roscas cuadradas, pueden obtenerse por penetración normal, es decir, con la herramienta situada perpendicular al eje de la pieza, aunque esto sólo es recomendable para pasos hasta 5 mm y aún solamente para fundición, bronce, latón y duraluminio, ya que en estos materiales la viruta se arranca y no presenta dificultades rayando los flancos.

El valor de las penetraciones será decreciente desde 1 a 0,02 mm y su forma, la de la figura 544. Se empleará una herramienta para el desbaste y otra para el acabado.

Una variante de este método es el de la figura 545, en el que se efectúan conjuntamente las operaciones de desbaste y acabado, con las dos herramientas montadas en un portaherramientas especial.

En los acabados del filete, durante los cuales la herramienta corta por

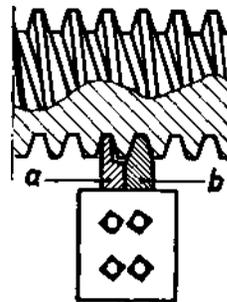


Figura 545. — A, Herramienta de desbaste; b, Herramienta de acabado

ambos flancos, existe, como ya se ha dicho, el peligro de que las virutas se enreden al salir y estropeen los flancos del tornillo.

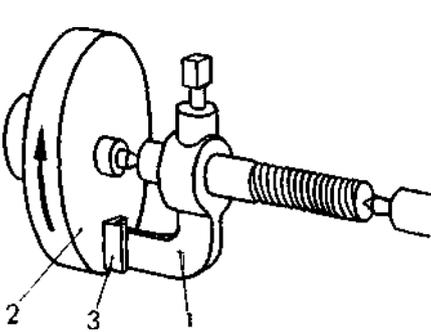


Figura 546. — Colocación de arrastre elástico: 1, Perro de arrastre; 2, Plato de arrastre; 3, Almohadilla elástica. Tener en cuenta para su colocación el sentido de giro

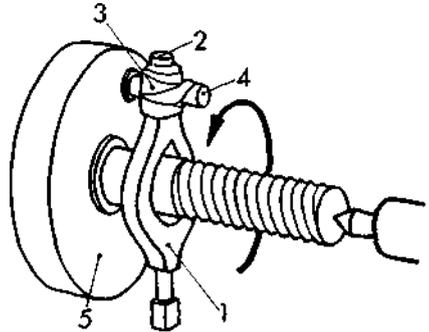


Figura 547. — Colocación del arrastre elástico: 1, Perro de arrastre; 2, Cola del perro de arrastre; 3, Almohadilla elástica; 4, Pivote de arrastre de la pieza; 5, Plato de arrastre. Prestad atención al sentido del giro

Ocurre también a veces que la herramienta vibra y no deja los flancos lisos, tomando éstos el aspecto de un ligero trenzado. Con el objeto de evitar este defecto pueden adoptarse las soluciones de las figuras 546 y 547, según sea la forma en que se efectúe el arrastre. En la primera, se coloca una tira de cuero o material similar entre el plato y el perro de arrastre, para que actúe como una almohadilla elástica y en la segunda se arrollan unos trapos bien atados sobre la cola del perro para el mismo fin. Si aún así la herramienta vibra, conviene repasar los juegos de los carros y reducir la velocidad de corte.

TALLADO CON VARIAS HERRAMIENTAS

Para el desbaste utiliza una herramienta de frente, cuyo ancho sea igual al del fondo de rosca. La penetración es normal y en pasadas sucesivas idénticas hasta el diámetro de fondo de la rosca (a de la figura 548).

Una vez desbastada la rosca, el acabado puede hacerse de las formas siguientes :

- Con herramienta de forma, actuando por penetración normal (b de la figura 548).

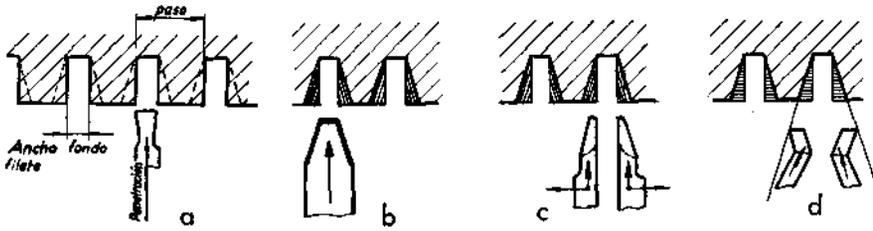


Figura 548. — a) Desbaste de roscas trapecoidales por penetración normal; b) Acabado conjunto de los flancos. Penetración normal; c) Acabado flanco a flanco. Penetración conjugada; d) Acabado flanco a flanco. Penetración oblicua

- Dos herramientas perfiladas trabajando los flancos por separado, en penetración conjugada (c de la fig. 548).
- Dos herramientas especiales de frente, trabajando también los flancos por separado y en penetración oblicua (figura 548). Este procedimiento es especialmente recomendable para perfiles grandes.

MEDICIÓN DE LAS ROSCAS

Otra de las principales dificultades que presenta la operación del roscado está en la de ajustar la rosca.

A efectos de comprobación de las dimensiones exactas de la rosca puede ser preciso el empleo de uno de los tres procedimientos siguientes:

- por comparación con la pieza a montar en la rosca tallada (montándolas ambas).
- por medición con calibre o instrumento especial de medida.
- por medición con varillas del diámetro de flancos.

Para el primer procedimiento que es corrientemente el más utilizado en trabajos corrientes de reparaciones, y aún para grupos reducidos de piezas iguales, basta disponer de la pieza en la cual deberá montarse la rosca que estamos tallando. Se ajusta la rosca a la pieza, la cual, para poder ser montada, no debe forzarse (fig. 549). Este método es seguro sobre todo para reparaciones un poco raras, de medida y perfiles a veces incorrectos. El perfil a conseguir, claro está, debe ser el correcto, pero en este caso, acostumbra a no tener una excesiva importancia, mientras no se note juego entre las roscas, las cuales deben ajustar por el diámetro de flancos y no por los diámetros interior y exterior.

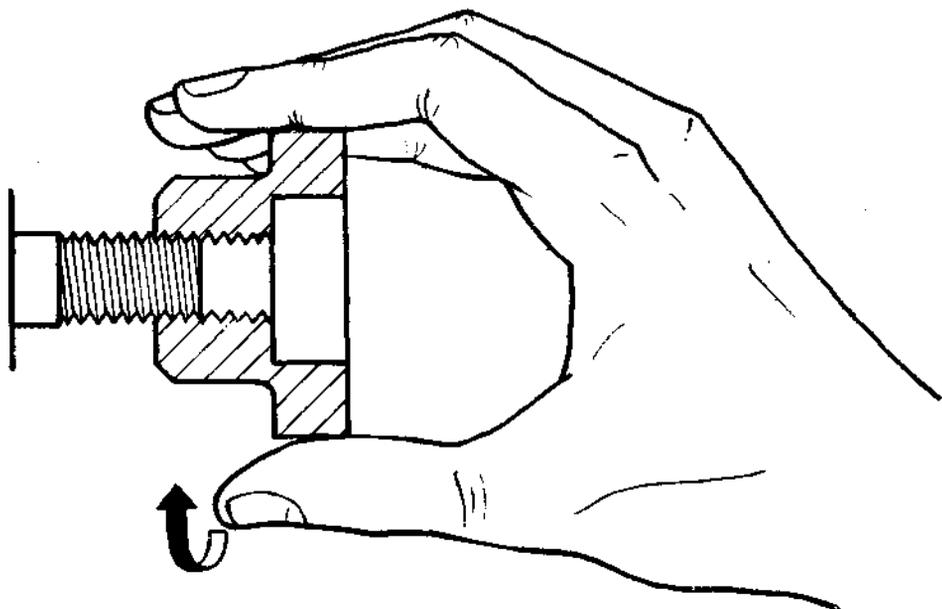


Figura 546. — Comprobación de la medida con una pieza de muestra

Cuando la cantidad de piezas a roscar es ya de una determinada importancia, es conveniente la utilización de calibres, los cuales, claro está, tienen las dimensiones correctísimas y están contruidos de un acero especial templado y, por tanto, muy resistente al desgaste. Si se utilizase el procedimiento explicado anteriormente, podría haber variaciones en unas piezas respecto de las otras, ya que la pieza de muestra probablemente no estaría templada y tendría un desgaste, lo cual, además de perjudicar a la pieza en sí, ocasionaría variaciones de medida (en más para los tornillos y en menos para las tuercas).



Figura 550. — Calibres de rosca, a) para roscas de tornillos; b) para roscas de tuercas.



Figura 551. — Comparador «Reishaner» para roscas interiores en la medición con máquinas de rectificar interiores

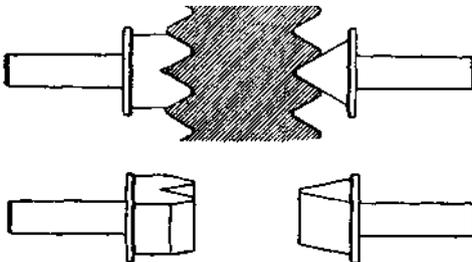
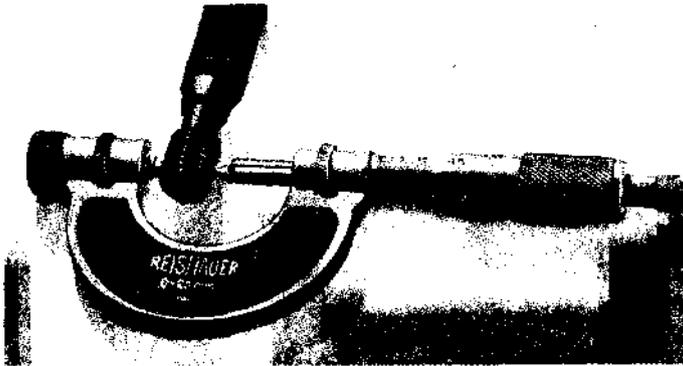


Figura 552. — Micrómetro especial de roscas y puntas intercambiables

Sin embargo, podrían utilizarse varias piezas a fin de no acentuar los desgastes, como los de la figura 550, los cuales no pueden tampoco forzarse, pues su desgaste aunque mucho más lento también está limitado por una tolerancia.

Observe en la figura 551 la comprobación de una rosca con un calibre especial para grandes series, sin desmontar la pieza del torno.

Para la construcción de roscas muy precisas e incluso para calibres, se utilizan aparatos especiales de mediciones muy precisas, como el micrómetro

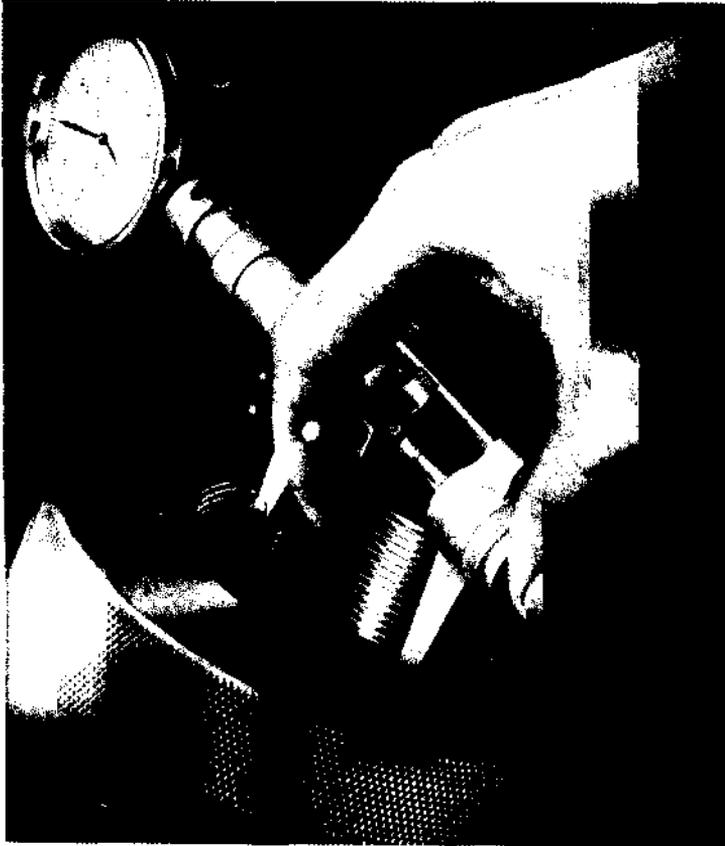


Figura 553. — Comparador para roscas interiores

de roscas de la figura 552, en el cual son cambiables las puntas a fin de poder abarcar una mayor gama de pasos de rosca.

Igualmente para roscas interiores se utilizan aparatos especiales, como el de la figura 553, provisto de comparador.

Para comprobar la rosca construida, por medición del diámetro de flancos por medio de varillas, debe procederse ante todo al cálculo del diámetro D a comprobar según el diámetro d de la varilla utilizada.

Este procedimiento tiene su máxima utilización en los perfiles trapezoidales, para los que casi nunca se dispone de calibres y pocas veces de una pieza para la comprobación; esto no significa, claro está, que no pueden aplicarse a todos los perfiles. En todos los perfiles la forma de efectuar el cálculo es el mismo con ligeras variantes.

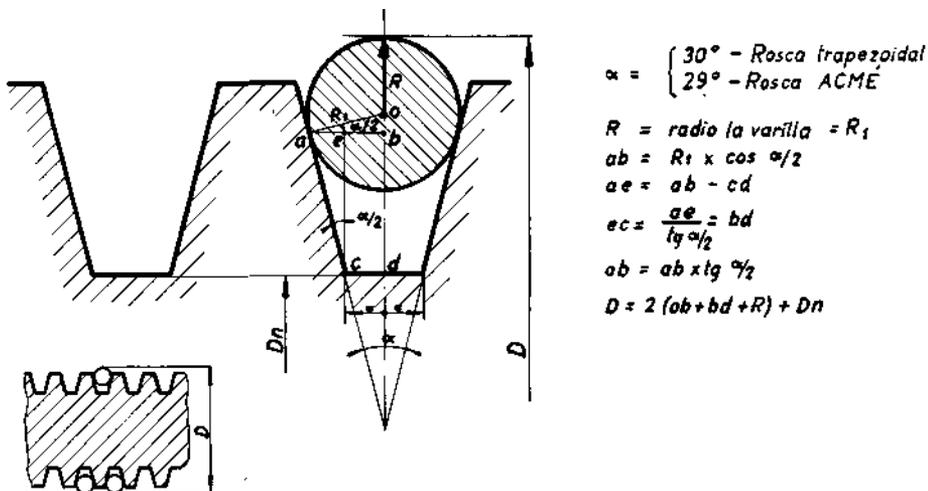


Figura 554. — Cálculo y medida del diámetro de flancos con tres varillas. Perfiles trapezoidal y ACME

Vea en la figura 554, la forma en que se procede al cálculo del diámetro D , para la medición del diámetro de flancos. Debe naturalmente, elegirse un diámetro d de varilla que sobresalga por encima del perfil del filete, siendo indiferente el que sean de un diámetro o de otro, siempre que puedan colocarse entre los dos filetes y sobresalgan del diámetro exterior.

También en la figura 555 está explicada la fórmula para el cálculo de los perfiles triangulares S. I. y Whitworth.

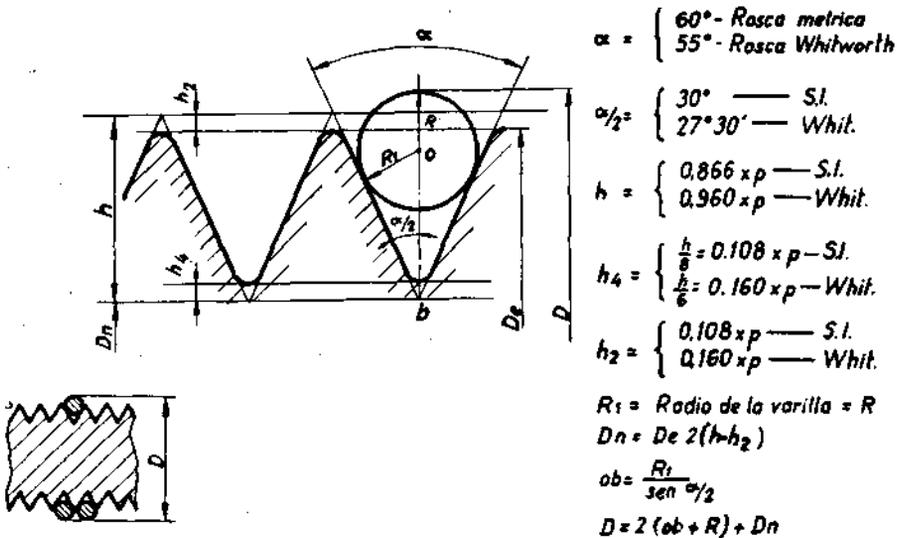


Figura 555. — Cálculo y medida del diámetro de flancos con tres varillas
Perfiles mecánicos S. I. Whitworth

TORNILLOS DE VARIAS HÉLICES O ENTRADAS

Existen varios procedimientos para la construcción de una rosca de varias hélices o entradas. Los más empleados son los siguientes :

- por defasado o desplazamiento de la primera rueda conductora.
- por desplazamiento longitudinal del carro portaherramientas.
- por plato divisor de arrastre (divisiones angulares).
- por aparato indicador de coincidencia.

POR DESPLAZAMIENTO DE LA PRIMERA RUEDA CONDUCTORA

Para poder aplicar este procedimiento es imprescindible montar en el árbol principal, como primera rueda conductora o también la última conducida, una rueda cuyo número de dientes sea múltiple del número de hélices o filetes a ejecutar. Ha de ser así para poder desplazar, una vez tallado el primero de los filetes, la rueda de que se trata de un número de dientes igual al resultado de la división :

$$\frac{\text{N.º dientes rueda}}{\text{N.º filetes o entradas}} = \text{N.º de dientes a defasar}$$

Si la rueda a desplazar es la primera conductora, se hace girar el eje principal un ángulo determinado con la pieza, sin mover la herramienta (figura 556); cosa que siempre será más fácil que desplazar la herramienta con el carro, sin mover el eje.

Ejemplo:

Se trata de roscar un paso de 42 milímetros con 3 entradas en un torno con husillo patrón de 8 mm de paso.

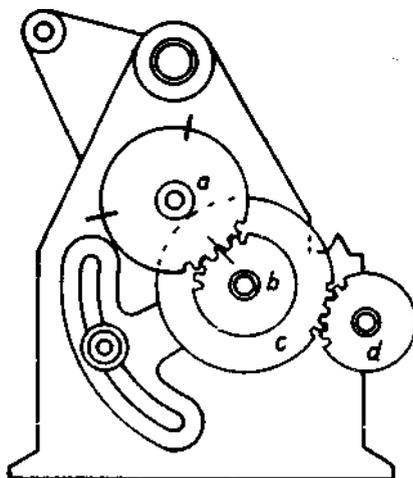


Figura 556. — Roscado de filetes de varias entradas por defasado o desplazamiento de la rueda conductora

$$\frac{p}{P} = \frac{42}{8} = \frac{6 \times 7}{2 \times 4} = \frac{60 \times 70}{20 \times 40} = \frac{120 \times 70}{20 \times 80} = \frac{a \times c}{b \times d}$$

La rueda a tiene 120 dientes, o sea múltiple de 3; se desplazarán, pues, 40 dientes después de roscar la primera hélice y 40 más después de la segunda.

Este desplazamiento puede efectuarse, señalando (después del primer filete) con una raya de tiza, el punto de engrane de la rueda activa con la rueda b (fig. 556), hecho lo cual se afloja la guitarra, se desengranan las dos ruedas y se hace girar el eje principal del torno, haciendo girar la rueda a respecto de la b tantos dientes como corresponde, o sea, para los tornillos de 2 filetes, la rueda a dará media vuelta, para el caso del ejemplo, dará un tercio de vuelta, etc.

En los tornos que el mecanismo inversor del avance que, como recordará, está intercalado entre el eje y la primera rueda, tenga una relación de transmisión de 1 :2 (por ejemplo), debe tenerse en cuenta y entonces la rueda a deberá dar una vuelta completa para los tornillos de 2 entradas y 2/3 de vuelta para los de tres, etc.

POR DESPLAZAMIENTO LONGITUDINAL DEL CARRO PORTAHERRAMIENTAS

Se utiliza este método cuando no hay posibilidad de disponer de una rueda con un número de dientes múltiple del número de filetes a ejecutar.

El desplazamiento mediante el carro superior será igual al cociente del paso a tallar del tornillo por el número de hélices a efectuar, o dicho de otro modo, de una cantidad igual al paso.

En el caso del ejemplo anterior, el desplazamiento a efectuar con el carro portaherramientas será igual a :

$$\frac{\text{Paso a tallar}}{\text{N.º filetes}} = \frac{42}{3} = 14 \text{ mm de desplazamiento}$$

Observación importante:

Ha de tenerse en cuenta de haber ganado los juegos del husillo (recuerde usted lo estudiado a este efecto en la lección 17), en el sentido que quieran efectuarse los desplazamientos, a fin de que éstos sean exactos.

POR DIVISIONES ANGULARES CON PLATO DIVISOR DE ARRASTRE

Cuando se trata de construir una cantidad importante de piezas, los dos métodos que acabamos de describir resultan ciertamente engorrosos. En

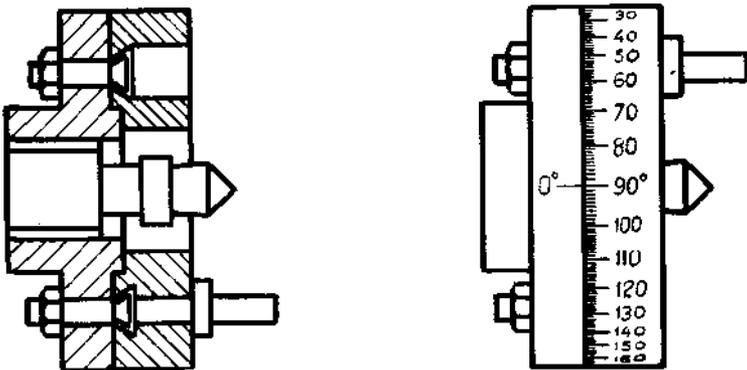


Figura 557. — Plato de arrastre graduado para divisiones angulares

estos casos se simplifica el trabajo con el empleo de unos platos de arrastre, con una disposición especial de acoplamiento, graduada grado a grado, que permiten dar un giro parcial a la pieza, sin necesidad de hacer girar el torno (fig. 557).

Estos platos constan de dos discos graduados, que pueden colocarse en cualquier posición el uno respecto al otro, y pueden fijarse luego en la posición conveniente, por medio de tornillos.

Hay otros platos que llevan una graduación distinta, pero en general, en el empleo de estos platos, debe tenerse siempre en cuenta, que la graduación esté impecablemente bien hecha y que, además, la colocación para cada uno de los filetes debe ser precisa, dependiendo esto de las condiciones especiales del tornero.

Para el ejemplo visto de 42 mm de paso y 3 filetes, los desplazamientos angulares serán :

$$\frac{360^\circ}{3} = 120^\circ \text{ para cada desplazamiento}$$

CON APARATO INDICADOR DE COINCIDENCIAS

Con el empleo de aparato indicador de coincidencias, descrito en la lección anterior, además de que las manipulaciones pueden ser hechas sin parar el torno, la indicación es precisa y de fácil comprensión y seguro manejo.

Para su utilización, será suficiente intercalar entre las referencias o graduaciones válidas para una hélice, tantas divisiones suplementarias como número de filetes tenga el tornillo a tallar:

Ejemplo:

Se trata de tallar un tornillo de paso de 12 mm con 3 entradas en un torno cuyo husillo patrón es de 5 mm.

$$\text{Fracción inicial} = \frac{p}{P} = \frac{12}{5}$$

12

La fracción $\frac{12}{5}$ está ya reducida a su más simple **expresión. Aplica-**

remos entonces la fórmula estudiada en la lección anterior :

$$\frac{N}{D} = \frac{n}{1} = \frac{12}{1}$$

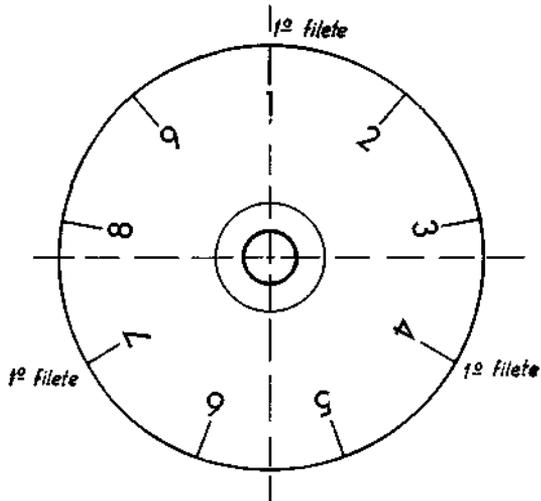


Figura 558. — Gradua-
ción para filete de 3 en-
tradas

Como no hay piñones de 12 dientes, multiplicaremos por 3, lo que nos dará un piñón de 36 dientes con 3 divisiones normales. Según estudiamos en la lección anterior, estas 3 divisiones son las válidas para la primera hélice; las otras dos hélices, exigirán, pues, dos divisiones intermedias suplementarias (fig. 558). Si el paso correspondiese ya a un piñón existente, en cuanto a número de dientes sobre el cuadrante solamente se indicarían tantas divisiones como entradas tuviéramos que efectuar.

Observaciones importantes:

Para poder utilizar este método, debe comprobarse que el número de vueltas mínimo del husillo patrón es igual al número de hélices del tornillo o múltiple de éste.

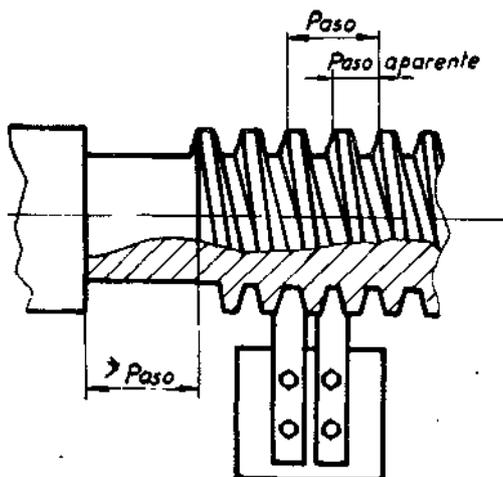


Figura 559. — Desbaste de un tornillo de 2 entradas con dos herramientas.
Anchura salida = Paso real

En la ejecución de filetes de varias entradas, siempre que sea posible, debe tratarse de efectuar el desbaste de todos los filetes a la vez, llevando desde luego, la misma profundidad de pasada todas las herramientas (figura 559). Tiene como finalidad, sobre todo en roscas muy largas, además de un considerable ahorro de tiempo, evitar deformaciones, ya que de esta forma el esfuerzo de las herramientas está más regularmente repartido en toda la longitud de la pieza. En todo caso, exige como condición, el que la salida de la herramienta pueda ser lo suficientemente ancha para que quepan todas las herramientas.

COLOCACIÓN DE LA HERRAMIENTA SOBRE LA ROSCA

La colocación de la herramienta sobre la rosca, debe hacerse siempre con el torno en marcha. Es una operación relativamente delicada, según sea el estado de la rosca, y debe tenerse especial cuidado en ganar o tener en cuenta todos los juegos entre husillos y tuercas, ya que la puesta en posición se hace con los carros transversal y superior; lo mismo, con el juego que puede haber entre el husillo patrón y la tuerca partida de embrague.

Esta operación puede ser precisa siempre que se tenga que repasar una

rosca o proceder al acabado de una que ha sido desbastada previamente. En ambos casos, el material sobrante es poco, por lo que las precauciones nunca serán excesivas, una mala colocación puede dar lugar a un corte que eche a perder el perfil y las dimensiones del filete.

También puede presentarse este caso, cuando se tenga que proceder a desmontar la herramienta para su reafilado. Aunque su nueva colocación puede parecer segura (caso de herramientas de perfil constante en portaherramientas especiales), siempre debe comprobarse. En todos los casos es aconsejable, si es que es posible, referenciar la posición de la herramienta y dejar el husillo dispuesto para facilitar la coincidencia de posición de la herramienta después del reafilado.

PARA ROSCAS EXTERIORES

Con el carro transversal se aproxima la herramienta a la pieza en rotación tan cerca como permita el perfil de la rosca y con el carro portaherra-

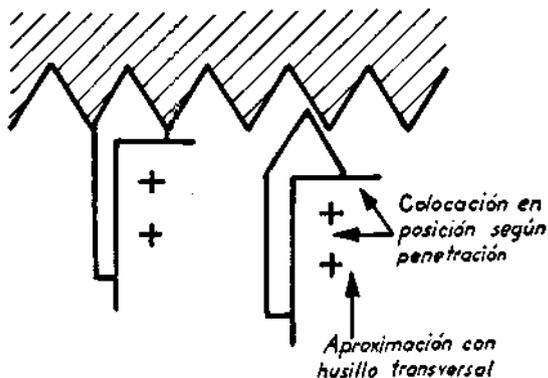


Figura 560. — Colocación de la herramienta sobre la rosca exterior

mientas se desplaza longitudinal u oblicuamente (según se haya previsto la penetración) hasta situar la herramienta «dentro» del perfil (fig. 560). Se observan las referencias de los tambores graduados de ambos husillos y retirando la herramienta se vuelve a situar en las referidas como comprobación, procediendo acto seguido a dar pasadas con la penetración que corresponda.

La colocación de un papel blanco debajo de la zona donde deben entrar

en contacto la herramienta y el perfil de la rosca, facilita enormemente «localizar» la posición exacta.

PARA ROSCAS INTERIORES

Para roscas interiores, la operación es todavía más delicada, ya que a las dificultades propias de ella misma, se suma la poca visibilidad que se tiene de la zona donde deben coincidir herramienta y perfil.

En este caso, es buena medida colocar la herramienta en posición sobre los primeros hilos de entrada y embragar la tuerca, todo con la máquina parada, desplazar simultáneamente la herramienta con los dos carros y con una marcha muy lenta hasta que esté en posición correcta. Se observan las diferencias y se vuelve a comprobar. Debe tenerse en cuenta la flexión de la herramienta al dar pasada, ya que puede haber necesidad de modificar la posición.

ROSCADO CÓNICO

Aunque no es corriente la presentación de casos de roscado cónico, estudiaremos brevemente sus características. La razón de que haya de realizarse esta operación tan pocas veces es el empleo limitado de un mecanis-

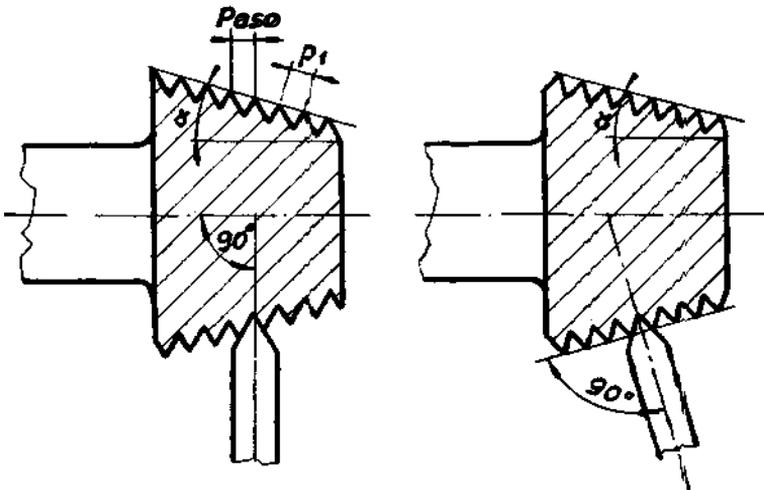


Figura 561. — Rosca cónica

mo de este tipo, empleo que se reduce a órganos de máquinas que den un número muy restringido de vueltas.

En las roscas cónicas el perfil se halla generalmente perpendicular al eje; sólo muy raras veces es perpendicular a la superficie cónica (fig. 561). El paso se mide paralelamente al eje de la pieza.

Las roscas cónicas pueden tallarse en torno paralelo siguiendo los dos procedimientos siguientes :

- Roscas exteriores: por desplazamiento del contrapunto con aparato reproductor de conos.
- Roscas interiores : con inclinación del cabezal fijo con aparato reproductor de conos.

Observe que, en realidad, son los mismos empleados para el torneado de conos, utilizando, claro está, el avance automático del carro longitudinal.

ROSCADO CÓNICO CON DESPLAZAMIENTO DEL CONTRAPUNTO

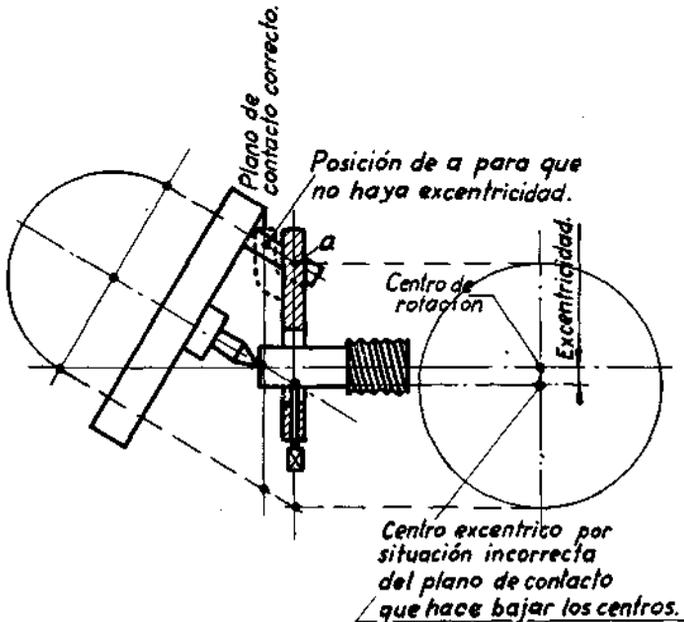


Figura 562. — Defectos del arrastre para roscado cónico (con desplazamiento del contrapunto)

Este procedimiento es poco empleado debido a su poca precisión. Usted ya conoce los inconvenientes del torneado cónico efectuado por desplazamiento del contrapunto; en cuanto al roscado, dichos inconvenientes se acentúan aún más. El principal reside en que se originan más irregularidades en el arrastre de la pieza que provocan una rosca defectuosa, como verá seguidamente.

Fíjese a este respecto en la figura 562. El punto de contacto del perro de arrastre montado sobre la pieza, con el pivote del plato conductor, no describe una circunferencia, sino una elipse; por consiguiente la pieza experimenta unas variaciones de velocidad de giro (aceleraciones y retardos) que se repiten periódica y alternativamente en cada vuelta. Como por otra parte, la herramienta avanza con un movimiento uniforme, al igual que el eje del torno, resulta lo que se llama una rosca «borracha» (fig. 563), ya que siguiendo su movimiento, se la ve oscilar de un lado a otro.

Este defecto se acentúa aún más si el punto de contacto del perro y pivote del plato, no se halla situado en un plano perpendicular a la superficie del extremo de la pieza (punto a de la figura 562). En este caso, la elipse descrita es, además, excéntrica respecto del eje de rotación. Estos defectos son tanto mayores cuanto más aumenta el ángulo α .

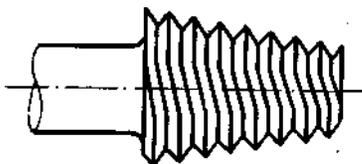


Figura 563. —Rosca ondulante o «borracha»

UTILIZACIÓN DEL APARATO REPRODUCTOR

Este procedimiento, mucho más mecánico, tiene el inconveniente de que no siempre es posible disponer del aparato reproductor (fig. 564). Siendo un dispositivo de utilización limitada, no puede tenerse a mano en todos los talleres, ya que, además, es un accesorio relativamente caro, si no tiene una utilización muy seguida.

Al efectuar una rosca cónica con un aparato reproductor deben tenerse en cuenta las siguientes precauciones :

- Desplazamiento perpendicular de la herramienta respecto al eje de la pieza y no a las generatrices del cono, es decir: la punta o arista delantera de la herramienta (según el perfil), ha de quedar paralela a las generatrices (fig. 565).

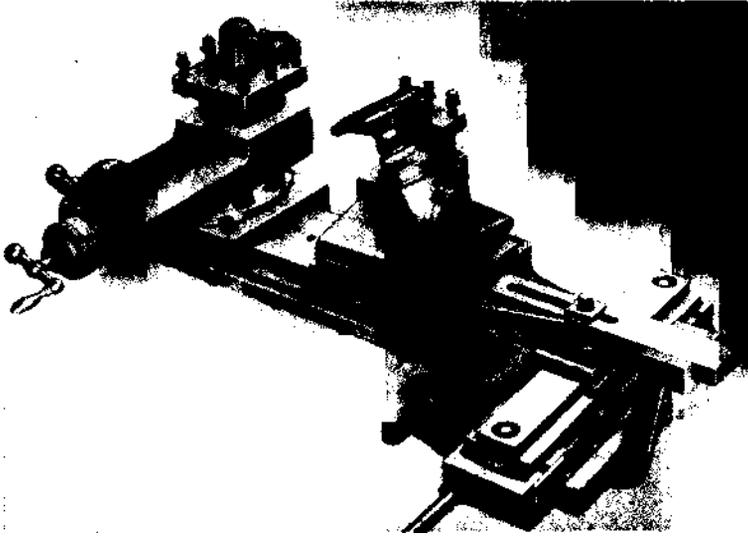


Figura 564. — Reprodutor de conos CUMBRE para cuya utilización no es necesaria la anulación del carro transversal

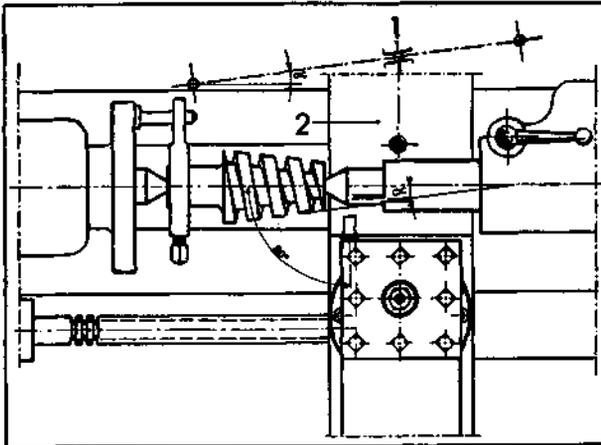


Figura 565. — Roscado cónico con aparato reproductor de conos: 1, Corriente del aparato; 2, Carro transversal libre de su tornillo

— El cálculo de las ruedas debe hacerse para un paso p_1 (fig. 561), más pequeña que el paso p . Su valor se calcula con la fórmula :

$$p_1 = p \times \cos \alpha$$

siendo α el ángulo de pendiente, o sea, la mitad del ángulo de conicidad (ver lección 10).

ROSCADO TRANSVERSAL

El roscado transversal tiene en realidad muy pocas aplicaciones; la más importante es la fabricación de las coronas de los platos universales y de las correspondientes patas (figs. 206 y 210 de la lección 7).

En primer lugar estableceremos que, para este tipo de roscas, no podemos proceder como con los pasos de roscas longitudinales. Como el movimiento de avance del carro transversal (generador ahora del paso) viene ordenado por la barra de cilindrar y por todo el conjunto del delantal, no tenemos posibilidad de calcular ruedas. Nos limitaremos, pues, a disponer de los pasos de la tabla, los cuales llegan al carro transversal con una cierta relación (compruebe que esta relación se indica en la tabla de la fig. 464). Basándonos en este valor conoceremos toda la posible gama de avances (en este caso pasos) para el carro transversal.

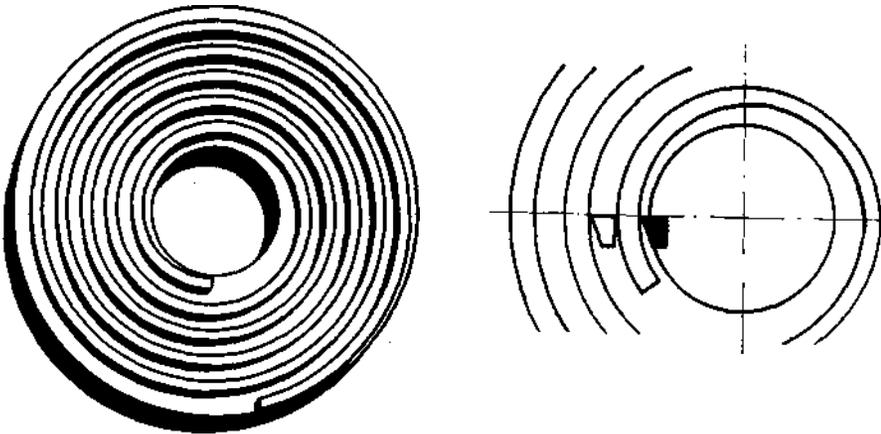


Figura 566. — Rosca transversal de una corona de plato universal y destalado de la misma.

Queda entendido que ha de efectuarse el roscado con estos pasos y preparar la herramienta con un destalonado o despulla lateral, según el radio de la espira más pequeña (fig. 566).

Si se trata de roscar dos piezas que deben acoplarse entre sí (caso de la corona de la fig. 566 y las correspondientes patas) una se roscará de exterior a interior y la otra de interior a exterior, quedando así la una roscada a la derecha y la otra a la izquierda.

No debe desembragarse durante el proceso de la operación, - solamente invertir el sentido de giro del torno a la derecha y a la izquierda.

El disco destinado a construir las garras, se divide en varias partes (depende de las dimensiones del plato) y se numerarán todas progresivamente (fig. 567), a fin de que formen juegos por separado los números pares y los impares, cuya aplicación estudió en la fig. 209 de la lección 7.

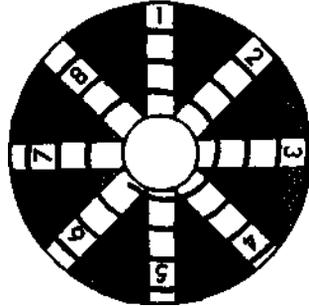


Figura 567. — Preparación de los juegos de patas para plato universal de 4 garras.

LUBRICACIÓN

El acabado de los flancos debe ser lo más perfecto posible; para ello es preciso utilizar un lubricante adecuado en la operación de roscado. Únicamente para el bronce, latón, fundición y otros metales blandos, pueden roscarse en seco.

La elección del lubricante depende, desde luego, del material a trabajar. En la mayoría de los casos bastará con taladrina, pero en otros casos de materiales de estructura fibrosa se precisará de un aceite graso (animal o vegetal) para la lubricación. Se obtienen muy buenos resultados con una mezcla de aceite y petróleo fluida, de forma que no cubre, como el aceite, la superficie de una capa gruesa y permite observar perfectamente la rosca que se trabaja.

Los materiales lubricantes influyen poderosamente en la capacidad de corte de las herramientas y por consiguiente en su duración.

ARROLLADO DE MUELLES HELICOIDALES

A veces han de efectuarse arrollados de muelles helicoidales y dado que

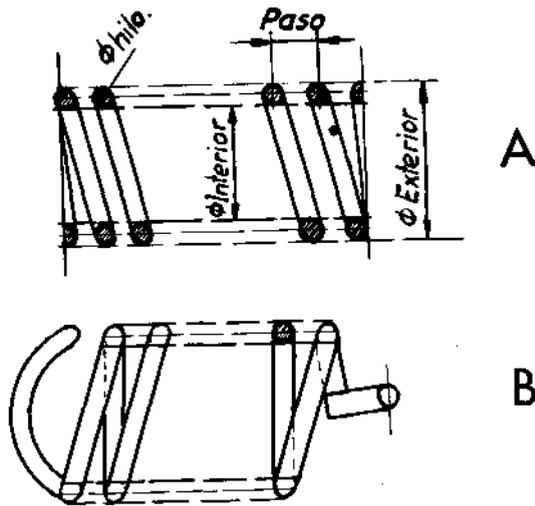


Figura 568. — Muelles helicoidales arrollados: A, Muelle de presión; B, Muelle de tracción

una de las características de éstos es el paso, puede conseguirse por medio de las ruedas auxiliares un arrollado con un paso determinado, siempre, claro está, que se calculen las ruedas necesarias.

Los muelles helicoidales van arrollados en espiras formando un cilindro, y manteniendo siempre la misma distancia entre ellos; esta distancia es, como usted comprenderá, el paso (fig. 568).

Se arrolla el alambre sobre un macho que se sujeta entre el plato y el punto (fig. 569). A causa de la tensión propia del alambre de acero, el devanado que va formando el muelle tiende siempre a abrirse cuando se saca del torno, aumentando así su diámetro. Es por este motivo, que el macho o núcleo debe escogerse con un diámetro que sea del orden de una quinta a una décima parte menor (aproximadamente y según el material) que el diámetro interior del muelle que se quiere preparar (fig. 568).

El núcleo o macho y en su extremo fijo en el plato, tiene un taladro en el que se introduce el extremo a fin de quedar sujeto. El alambre pasa por el interior de una dolla que se sujeta en el portaherramientas. Cuando más apretado está el alambre en el interior de la dolla, más tirantes quedan las espiras y menos se abre al sacarlo del macho.

Debido a que el alambre viene en rollos, adquiere una cierta tensión, la cual debe tenerse en cuenta al arrollarlo, ya que es la misma que debe dársele a los muelles de tracción y anularse para los de presión (figura 570), haciendo el arrollado en sentido contrario al que tenía.

El número de revoluciones a que se debe girar el núcleo debe ser reducido.

PASOS MÓDULOS O FUNCIÓN DE PI

Otro sistema de roscas lo constituyen las llamadas roscas de módulo, las cuales se practican en los tornillos sin fin destinados a engranar siempre con ruedas dentadas (ver figs. 110 y 111).

Definiremos primeramente lo que es módulo.

Para que las ruedas puedan engranar entre sí, es preciso que tengan el mismo grueso de diente y de hueco, es decir, el mismo paso. El paso se define como la distancia entre los centros de dos dientes consecutivos y medida sobre el diámetro primitivo, que es sobre el cual entran en contacto los dientes (fig. 571).

El paso p de una rueda dentada se halla dividiendo la longitud de la circunferencia primitiva por el número de dientes Z .

Ya sabe Vd. que para hallar la longitud de una circunferencia se multiplica el número 3,1416 por su diámetro. Representando con la letra L a la longitud y con la letra D el diámetro se tiene la fórmula :

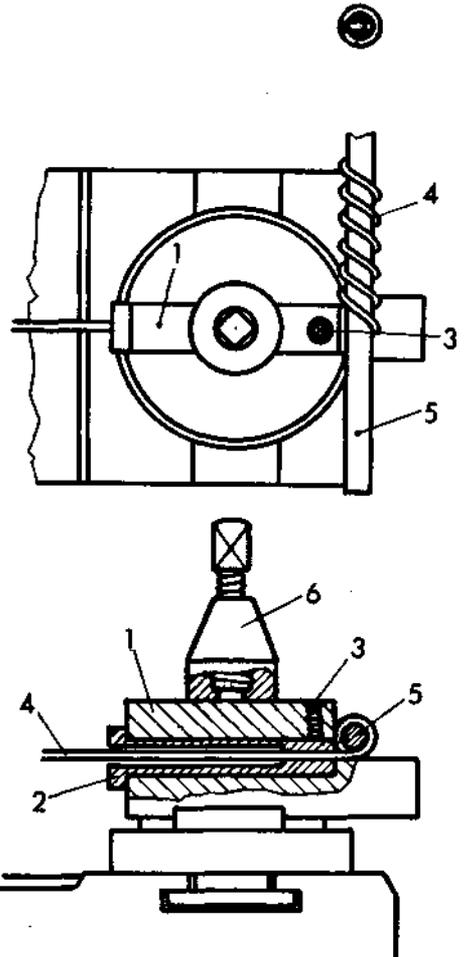


Figura 569. — Soporte de acero; 2, Dolla; 3, Tornillo de fijación; 4, Hilo de resorte; 5, Núcleo de arrollamiento e, Portaherramientas o útil especial.

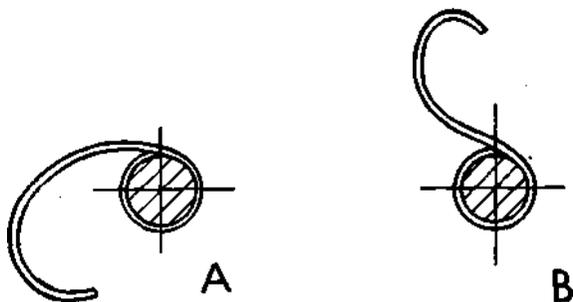


Figura 570. — Sentido del arrollado de los muelles: A, Arrollado de un muelle de tracción; B, Arrollado de un muelle de presión

$$L = \pi \times D$$

De acuerdo con esta fórmula la longitud de la circunferencia primitiva de la rueda es $\pi \times D$ y la del piñón $\pi \times d$. Por consiguiente:

el paso será, pues,
$$p = \frac{\pi \times Dp}{z}$$

o bien
$$p = \frac{\pi \times dp}{z}$$

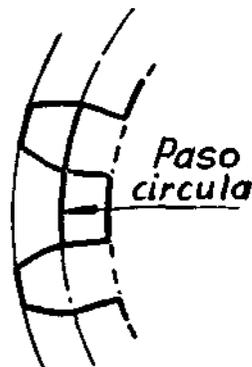


Figura 571. — Representación del paso de una rueda de engranaje.

Dado que el paso deberá ser igual en las dos ruedas para que puedan engranar, nos resulta la siguiente igualdad :

$$p = \frac{\pi \times Dp}{z} = \frac{\pi \times dp}{z} \dots (C)$$

Como quiera que el número de dientes es siempre un número entero, resulta que de la fórmula (C) siempre saldrá un número fraccionario y,

por tanto, engorroso. Por ejemplo, el paso de una rueda de 36 dientes cuyo diámetro primitivo es de 90 mm , será :

$$p = \frac{\pi \times D_p}{Z} = \frac{3,1416 \times 90}{36} = 7,854 \text{ mm.}$$

Para no tener que operar con números tan engorrosos, se han normalizado los pasos, estableciendo un número muy simple para el cálculo. Este número se llama módulo, que para abreviar se representa con la letra m.

El módulo de una rueda dentada es el resultado de dividir el paso por pi. Los pasos que se han normalizado son todos múltiplos de pi; así, por ejemplo, existen los pasos:

$$3,1416 \quad \text{que es } \pi \times 1$$

$$6,2832 \quad \text{que es } \pi \times 2$$

$$15,7080 \quad \text{que es } \pi \times 5$$

De esta forma se logra tener para el módulo **m** un número sencillo. En efecto, como el módulo $m = \frac{p}{\pi}$, es decir, es igual al paso dividido por pi, tendremos que un paso $p = 15,7080$, por ejemplo, corresponde a un módulo :

$$m = \frac{p}{\pi} = \frac{15,7080}{3,1416} = 5$$

Este número **m** es tan importante y tan práctico, que se emplea siempre en los cálculos en lugar del paso (tenga en cuenta que hablamos de los cálculos de engranajes normales de un taller; no de altas técnicas, o sea, de engranajes especiales).

Como ya se ha indicado, los pasos están normalizados, de modo que siempre resulten módulos sencillos, 1, 2, 5, 3, 6, etc. Vea relacionados en la tabla 40 los módulos normalizados en España; los puestos entre paréntesis deben evitarse en lo posible.

CALCULO DE LAS RUEDAS

Para el cálculo de las ruedas necesarias para el roscado de tornillos sin fin, cuyos pasos sean función de pi, se utilizan las fracciones siguientes, que son reducidas de 3,1416.

$$1.^{\circ} \frac{13 \times 29}{120} = 3,1416$$

$$2.^{\circ} \frac{22}{7} = 3,1428$$

La segunda es la que se utiliza con mayor frecuencia.

Ejemplo

Calcular las ruedas para roscar un tornillo sin fin de 1 filete que debe engranar con una rueda de módulo 3, en un torno cuyo husillo patrón es de 5 mm.

Como el módulo del tornillo sin fin es igual que el de la rueda, tendremos :

Paso del tornillo sin fin = $M \times \pi = 3 \times \pi = 9,424$. Utilizando la segunda reducida de pi el valor 3 X pi valdrá :

$$3 \times \frac{22}{7} = \frac{66}{7}$$

$$\frac{p}{p} = \frac{66/7}{5} = \frac{66}{7} \times \frac{1}{5} = \frac{11 \times 6}{7 \times 5}$$

Multiplicamos 11 y 7 por 5 y 6 y 5 por 20

$$\frac{55 \times 120}{35 \times 100} = \frac{A \times C}{B \times D}$$

$$\text{Prueba: } p = \frac{55 \times 120 \times 5}{35 \times 100} = 9,428$$

Error = 4/1000 por hilo

TORNOS ESPECIALES DE ROSCAR

En la actualidad, como quiera que la mano de obra es tan decisiva en cuanto a la determinación de los precios de coste, la operación de roscado que por las dificultades que presenta requiere operarios de categoría y además es lenta, se considera una operación carísima, por lo que para su ejecución en grandes series se tiende al empleo de máquinas, en realidad, tornos especiales, las cuales, proyectadas con la única finalidad de roscar, reúnen una serie de ventajas y dispositivos que han transformado la operación de roscado en una operación rapidísima, fácil y segura.

Como es natural, el primer problema a resolver fue al proyectar estas máquinas el de acelerar el ciclo de trabajo, es decir, la operación del corte de la rosca, la cual resultaba lenta forzosamente por la lentitud de movimiento de los husillos normales y frenada necesariamente (en cuanto a velocidad de giro) por los reflejos limitados del operario. Sería imposible para éste coordinar una serie de movimientos y acciones (retirar herramienta, parar máquina, invertir sentido de giro, graduar nueva posición herramienta), acerca en una pequeña fracción de segundo que es lo que tardan estas máquinas en dar una pasada.

El mando del carro y de la herramienta es automáticamente, tanto en el desplazamiento como en la penetración; ambos movimientos, van ordenados por levas y, en realidad, la máquina no cambia nunca el sentido de giro. Esto permite roscar a velocidades muy considerables (hasta 3000 rpm para diámetros pequeños) incluso sin necesidad de salida para la herramienta, ya que la leva saca siempre a la herramienta de la pieza en el mismo lugar.

Por otra parte, las altas velocidades a que se efectúa el corte permiten un acabado perfecto de los flancos de la rosca, la cual puede tallarse con herramientas de carburo de tungsteno las cuales trabajando a grandes velocidades, dejan un acabado limpio, pulido y brillante.

Los resultados son, pues, espectaculares en cuanto a forma y calidad de trabajo y muy económicos, pues/la máquina de las figuras 572 y 573 hacen roscas de unas dimensiones aproximadamente de 0 35 a 40 por 8 mm de anchura (en acero) en trece centésimas de minuto (13/100').

Pero estas máquinas también tienen sus inconvenientes; el primero, su precio que resulta prohibitivo como no sea para grandes empresas de gran potencia económica o para series muy grandes de piezas. (En una ciudad de la densidad industrial de Barcelona sólo hay en el momento de redactar este Curso, 5 ó 6 máquinas de este tipo).

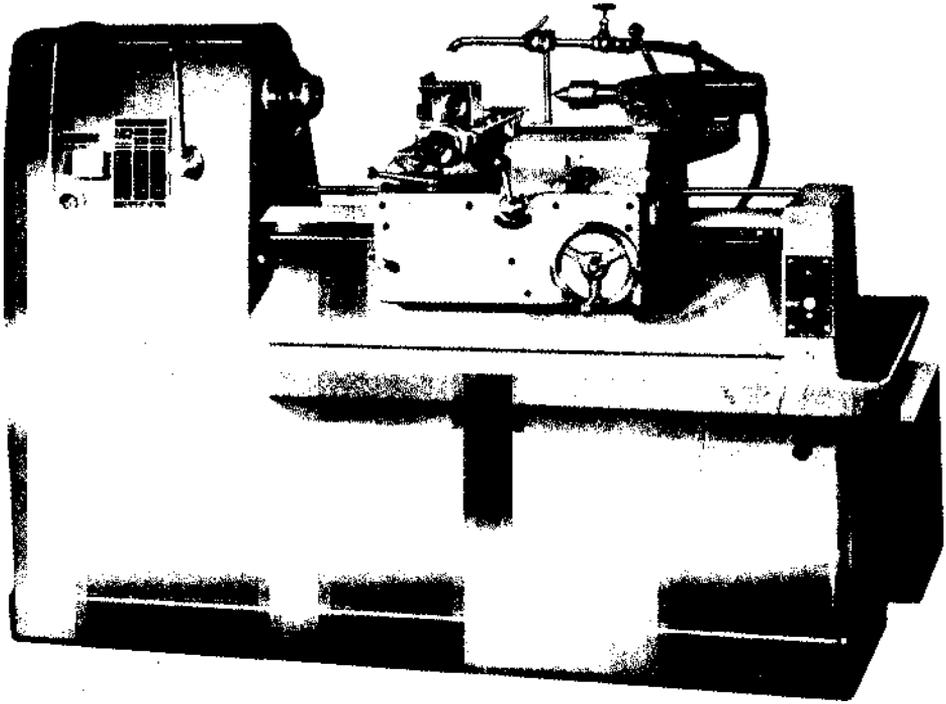


Figura 572. — Torno especial de roscar CRI-DAN (Francia). Mod. B

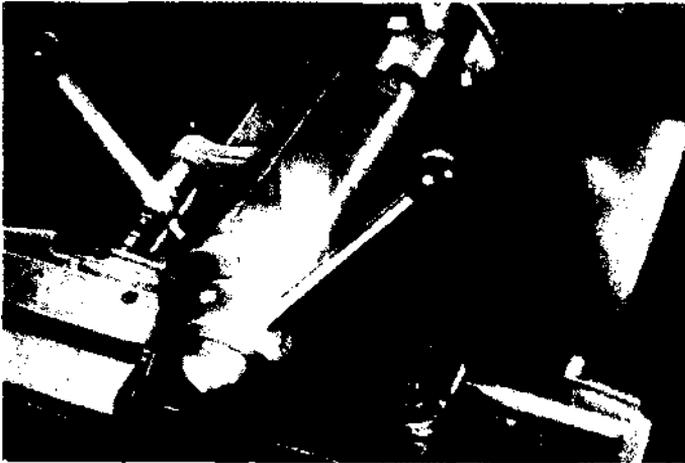


Figura 573. — Rosca interior con el torno CRI-DAN de la figura anterior

El otro inconveniente más grave, es la limitación de las dimensiones de roscas que les son posibles tallar. Forzosamente, a menos de poner unas levas enormes que transformarían la máquina, tiene limitados los movimientos de desplazamiento longitudinal y el de penetración de la herramienta.

A continuación relacionamos como dato informativo, algunas de las características del torno especial de la figura 572 entre las que son de destacar, las altas velocidades conseguidas de potencia y los diámetros admitidos.

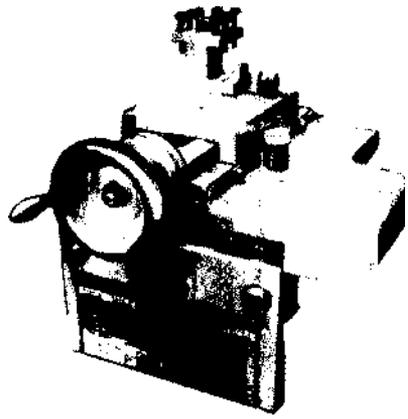
TORNO CRI-DAM Mod. B.

Potencia	4 CV
Velocidad del eje	92 a 3600 r p m
Diám. máx. del trabajo sobre el carro portaherramientas	170 mm
Diám. máx. sobre la bancada	400 mm
Distancia entre puntos	700 mm
Carrera o longitud máxima de roscado	80 mm
Profundidad máxima de penetración	4 mm
Número máximo de pasadas para una rosca	32

APARATOS ESPECIALES DE ROSCADO SOBRE TORNO

Se ha considerado tan necesario el abaratamiento de la operación de roscado, que para evitar el primero de los inconvenientes de los tornos especiales (el precio) se han lanzado al mercado una serie de aparatos especiales para el roscado automático, fácilmente acoplables a los tornos paralelos. En las figuras 574 y 575 puede usted ver dos de estos aparatos, que ya se fabrican en España, los cuales se colocan sobre el carro, viniendo ordenado su desplazamiento longitudinal por el husillo normal del torno ya sea directamente como en el caso de la figura 574, ya sea con una transmisión auxiliar y cardán como en el de la fig. 575.

Figura 574. — Aparato de roscar sobre torno de la casa TOR (San Sebastián)



Una vez instalados (fig. 576) su forma de ejecutar el trabajo de corte es también automático; pudiéndose utilizar ambos para roscas exteriores e interiores, a las máximas velocidades que permite el tomo sobre el cual van instalados, ya que tampoco se ha de invertir el sentido de giro.



Figura 575. — Aparato de roscar sobre torno marca FILEMATIC, fabricado por Exclusivas AMUTIO, de Valencia.

Naturalmente, al igual que en el torno de la fig. 572 deben cambiarse las levas e incluso las ruedas para la rosca de los diferentes pasos, pero en cuanto a capacidad la tienen algo más reducida.

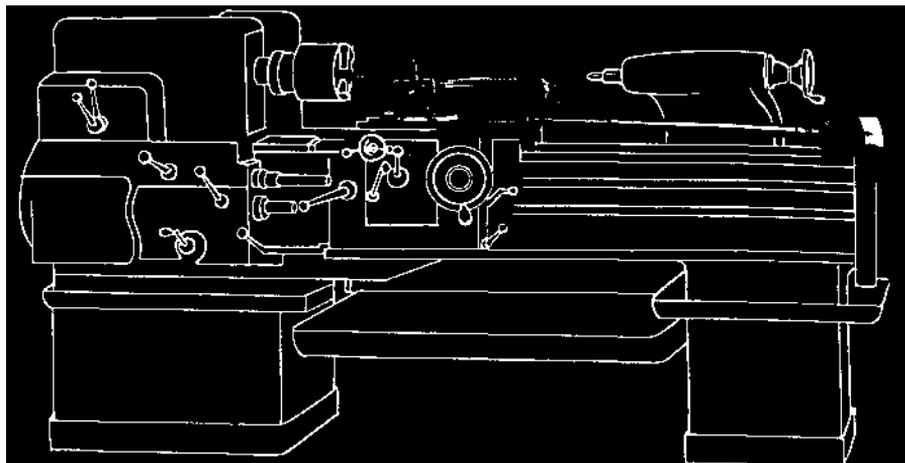


Figura 576. — Aparato FILEMATIC sobre torno CUMBRE, Mod. 024

Vea algunas de sus características

Aparato ROSCADOR

Longitud max. de roscado	40 mm
Profundidad máx. de penetración	3 mm

Aparato FILEMATIC

Longitud máx. de roscado	50 mm
Profundidad máx. de penetración	4 mm

Rosca de 0 27 X 13 de longitud y 1,5 paso. Tiempo empleado 18" (seg.)

Para salvar el segundo inconveniente de estos aparatos y de los tornos especiales (limitación de carrera de roscado) se han fabricado unos aparatos especiales facilísimos de acoplar sobre torno, en los que las varias herramientas que cortan a la vez mediante un ingenioso dispositivo, giran rápidamente alrededor de la pieza, que se mueve a una velocidad más lenta, tallando rápidamente una rosca de cualquier perfil de forma perfecta y con un acabado correcto, siendo limitado en su longitud a roscar, por la total de capacidad entre puntos del torno (fig. 577).

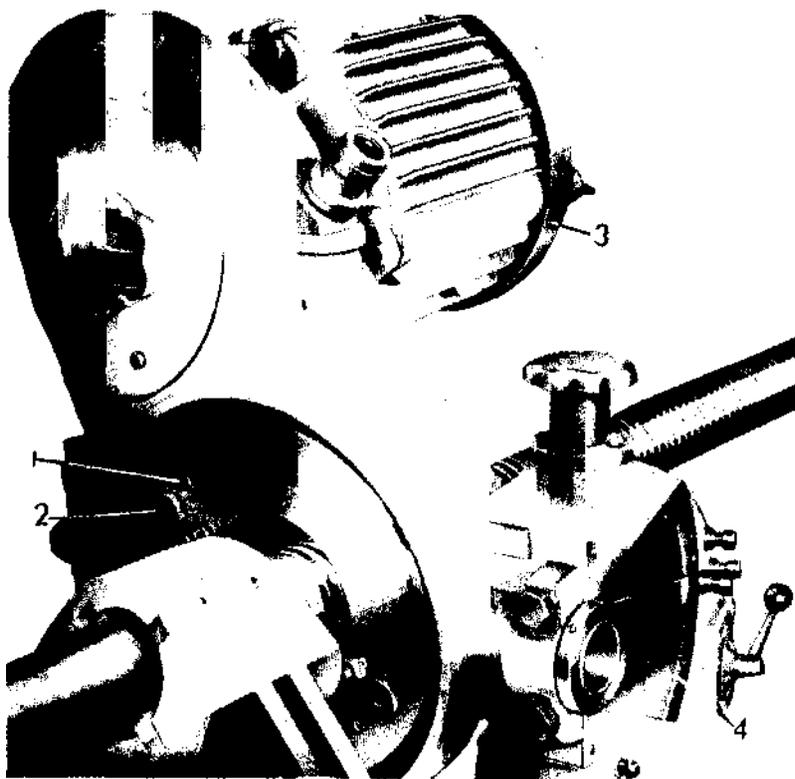
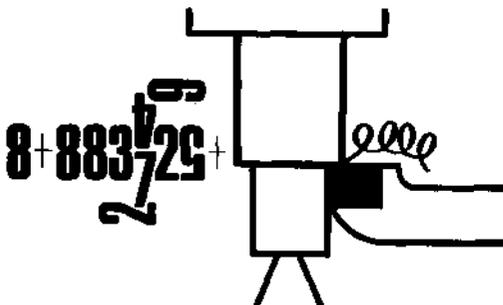


Figura 577. — Aparato de roscar a torbellino. Montado sobre el carro transversal: 1, Plato portacuchillas; 2, Tornillos fijación cuchillas; 3, Motor de impulsión del plato portacuchillas; 4, Graduación para la inclinación de las herramientas, según hélice correspondiente

También estos aparatos, llamados «torbellinos» por su especial forma de trabajo, se empiezan a fabricar en España y se les puede pronosticar un franco éxito, pues en cuanto a rapidez y calidad del acabado no tiene nada que envidiar a los demás como puede comprobar con el siguiente dato:

Rosca trapezoidal de 4 hilos/1" 0 32 longitud 1 metro.
Tiempo empleado: 12'(min.).



MATEMÁTICAS PARA EL TORNERO

LECCIÓN 18

En esta lección correspondería el estudio de las llamadas **razones trigonométricas**. Sin embargo, creemos necesario dar antes una idea clara de lo que se entiende en matemáticas por razón.

RAZÓN

Un segmento M mide 60 milímetros y otro segmento N mide 20 milímetros. Si se comparan los dos segmentos resulta que en el segmento M cabe tres veces el segmento N, pues éste es tres veces menor, es decir, tres veces más corto.

Al resultado de comparar dos cantidades, es decir, a la relación entre dos cantidades, se llama en Aritmética **razón**. La razón entre los segmentos M y N es, por lo tanto, 3.

FORMA DE REPRESENTAR UNA RAZÓN

Una razón se expresa, se escribe, en forma de quebrado. Con el quebrado $\frac{60}{20}$ se representa la razón entre los segmentos M y N. Si en lu-

gar de tomarse los milímetros de cada segmento, se nombran los segmentos por letras, en este caso M y N, la razón se expresa así: $\frac{M}{N} = 3$.

También puede escribirse:

$$M : N = 3$$

que se lee M es a N igual a 3, es decir, la relación entre el segmento M y el segmento N es 3, porque el segmento N es tres veces menor.

Las dos cantidades que forman una razón se llaman términos de la razón.

COCIENTE DE UNA RAZÓN

En realidad, una razón es una división entre dos cantidades. Al disponerse dos cantidades en forma de quebrado se da a entender que una es dividida por la otra. Al resultado de esta división, como al resultado de toda división, se llama cociente. Toda razón tiene como consecuencia un

cociente. Así, el cociente de la razón $\frac{4}{2}$ es 2.

RAZONES INVERSAS

Con la comparación de dos cantidades se pueden formar dos razones.

Con los segmentos M y N se pueden formar dos razones $\frac{60}{20}$ y $\frac{20}{60}$,

puesto que si el segmento M es tres veces mayor que el segmento N, éste es también igual a una tercera parte, o sea $\frac{1}{3}$ del segmento M. Se for-

man una u otra razón según se tome como referencia para la comparación el segmento mayor o el segmento menor. Las dos razones que se pueden

formar con dos cantidades se llaman inversas. $\frac{60}{20}$ y $\frac{20}{60}$ son, pues, inversas entre sí.

PROPORCIONES

Con dos razones cuyo cociente es el mismo, se forma una **proporción**.

Las razones $\frac{8}{4}$ y $\frac{24}{12}$ forman una proporción, porque divididos

$8 : 4 = 2$ y $24 : 12 = 2$, el cociente de las dos razones es 2. Por tanto

se escribirá $\frac{8}{4} = \frac{24}{12}$; esta proporción se lee así, 8 es **a** 4 **como** 24

es **a** 12.

También puede escribirse una proporción de esta forma :

$$8 : 4 : : 24 : 12$$

que se lee 8 **es a** 4 **como** 24 **es a** 12, pues el signo de dos puntos (:) significa es a y el signo de cuatro puntos (::) la palabra **como**.

Otra proporción la forman las razones $\frac{6}{8}$ y $\frac{15}{20}$, o sea :

$$6 : 8 : : 15 : 20$$

Compruebe que el cociente de las dos razones es 0,75

MEDIOS Y EXTREMOS

Los cuatro números que componen una proporción son llamados, según el lugar que ocupan en la misma, **medios y extremos** de la proporción.

En la proporción $\frac{6}{8} = \frac{15}{20}$, 6 y 20 son los extremos; 8 y 15 son

los medios.

Fíjese, pues, que los extremos son el número dividido de la primera razón y el número que divide en la segunda y los medios, el que divide en la primera razón y el dividido en la segunda. Fíjese también que multiplicados los extremos $20 \times 6 = 120$ y los medios $15 \times 8 = 120$, el resultado de las dos multiplicaciones es el mismo.

En toda proporción ha de ocurrir forzosamente así. Otro ejemplo:

$$4 : 12 :: 5 : 15$$

Dispuesta la proporción de esta forma se comprende claramente la denominación de extremos y medios. Compruebe que los extremos son los números que van a los lados, en este caso 4 y 15 y los medios los que van entre los dos extremos, 12 y 5, en este caso.

Compruebe, asimismo, que multiplicados 4×15 y 12×5 el producto de las dos multiplicaciones es 60.

MEDIA PROPORCIONAL

En la proporción $\frac{6}{12} = \frac{3}{6}$, la cifra 6 se repite en los dos extremos y en la proporción $\frac{32}{8} = \frac{8}{2}$ la cifra 8 se repite en los dos medios. En ambos casos, es decir, siempre que en una proporción los medios o los extremos son iguales, al medio o al extremo que se repite se llama **media proporcional** entre las otras dos cifras; así, en la proporción $\frac{32}{8} = \frac{8}{2}$, 8 es la media proporcional entre 32 y 2, ya que 8 multiplicado por 4 da 32 (uno de los extremos) y dividido por 4 da 2 (el otro extremo).

PROPIEDAD FUNDAMENTAL DE LA PROPORCIÓN

Ya se le ha indicado que en toda proporción el producto de multiplicar los medios es igual al producto de multiplicar los extremos. **Esta es la propiedad que deben reunir cuatro números para formar una proporción.**

Compruebe que en la proporción $\frac{9}{4} = \frac{18}{8}$, multiplicados los extremos 9×8 y los medios 18×4 , se obtiene el mismo resultado.

HALLAR UN TERMINO DESCONOCIDO EN UNA PROPORCIÓN

El problema que se presenta con más frecuencia al operar con proporciones es el hallar uno de los cuatro términos, conociéndose los tres restantes.

Sirva la proporción $\frac{6}{4} = \frac{x}{16}$ para explicar cómo se procede.

x es el número desconocido y que debe buscarse; este número necesariamente ha de ser tal que multiplicado por 4 dé el mismo producto de 16×6 , puesto que para cumplirse la propiedad fundamental debe ocurrir que $6 \cdot 16 = 4 \cdot x$.

Tenga en cuenta que en estos casos el punto significa **multiplicado por**. Se emplea en cálculo el punto en lugar del signo X para evitar confusiones con la x de la incógnita, es decir, del **número** desconocido.

Sabido esto, resulta fácil encontrar el número que falta. Basta con multiplicar 16×6 y el resultado dividirlo por 4.

$$x = \frac{16 \times 6}{4} = 24$$

Compruebe que, efectivamente, $\frac{6}{4} = \frac{24}{16}$

Lo que se hace, en definitiva, cuando se conocen tres términos de una proporción y se desea hallar el que falta, si el término desconocido es un extremo, es multiplicar los medios y dividir el producto por el otro extremo y si el término buscado es un medio, éste será igual al producto de los extremos divididos por el medio.

Otro ejemplo bastará para comprenderlo bien :

$$10 : 8 : : 5 : X$$

Se multiplican los medios 5 y 8 y se divide el producto por el extremo 10, o sea:

$$x = \frac{8 \times 5}{10} = 4$$

La proporción queda, pues formada así

$$10 : 8 : : 5 : 4$$

MAGNITUDES PROPORCIONALES

Ya en la lección 9, de esta misma asignatura, estudió que por magnitud se entiende todo aquello que pueda aumentar o disminuir. En dicha lección se daban como ejemplos de magnitudes, la velocidad de una máquina, el peso de un objeto, la temperatura de un local, la superficie de una mesa, el trabajo y el salario de un obrero.

Ahora bien, dos magnitudes son proporcionales cuando una depende de la otra. Así, al variar el peso de una barra de acero varía su valor: el tiempo que un automóvil tardará en recorrer una distancia dependerá de su velocidad; la superficie de una mesa es proporcional a su longitud.

Ahora bien, dos magnitudes pueden ser **directamente** o **inversamente** proporcionales.

MAGNITUDES DIRECTAMENTE PROPORCIONALES

Dos magnitudes son **directamente proporcionales** cuando haciendo un? de ellas dos o más veces mayor o menor, la otra se hace iguales veces mayor o menor.

Si 50 piezas pesan 100 Kgs., 100 piezas pesarían 200 Kgs. Con los dos números de piezas y la razón de sus pesos respectivos se establece la siguiente proporción :

$$\frac{50 \text{ piezas}}{100 \text{ piezas}} = \frac{100 \text{ Kgs.}}{200 \text{ Kgs.}}, \text{ puesto que}$$

$$\begin{aligned} & 50 \times 200 = 10.000 \\ & \text{y } 100 \times 100 = 10.000 \end{aligned}$$

Otra proporción se formará si se comparan dos volúmenes de latón y sus pesos respectivos.

$$\frac{9 \text{ dm.}^3}{4 \text{ dm.}^3} = \frac{76,5 \text{ Kgs.}}{34 \text{ Kgs.}}$$

Compruebe que efectivamente es así como la multiplicación de los dos medios es igual a la multiplicación de los dos extremos.

MAGNITUDES INVERSAMENTE PROPORCIONALES

Dos magnitudes son **inversamente** proporcionales cuando haciendo uno de ellos dos a más veces **mayor** la otra se hace las mismas veces **menor**; también son inversamente proporcionales si una se hace dos o más veces **menor** y la otra se hace las mismas veces **mayor**.

Ejemplos de magnitudes inversamente proporcionales :

— Si 10 obreros tardan 30 días en realizar un trabajo determinado, 20 obreros tardarán 15 días en realizar este mismo trabajo.

$$\begin{array}{r} 10 \text{ obreros} \quad 30 \text{ días} \\ \hline 20 \text{ obreros} \quad 15 \text{ días} \end{array}$$

Se ha hecho dos veces **mayor** (el doble) el número de obreros y el número de días se ha hecho dos veces **menor** (la mitad).

— Si 10 obreros tardan 30 días, 5 obreros tardarán 60 días. En este caso se ha hecho dos veces **menor** el número de obreros y el número de días se ha hecho dos veces **mayor**.

$$\begin{array}{r} 10 \text{ obreros} \quad 30 \text{ días} \\ \hline 5 \text{ obreros} \quad 60 \text{ días} \end{array}$$

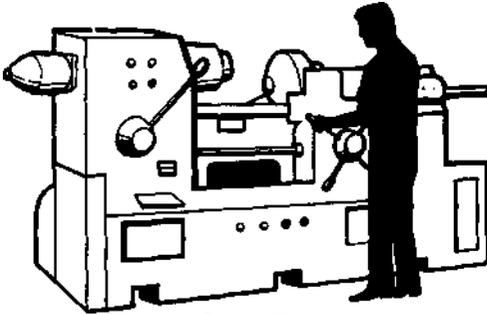
En estos dos casos de magnitudes ocurre al revés que en las magnitudes directamente proporcionales. En las directamente proporcionales tanto si una se hace dos o más veces mayor o menor, la otra se hace iguales veces mayor o menor, respectivamente.

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 19



PRACTICA DEL TORNEADO

LECCIÓN 6

EJEMPLO DE MECANIZADO NUMERO 6

Usted va a estudiar ahora la forma de mecanizar una pieza con varios ejes paralelos. Para este tipo de piezas ha de disponerse de un auxiliar que permita efectuar los centrados necesarios de cada eje y obtener un paralelismo entre los mismos. Dicho elemento auxiliar no es más que un plato especial que determina la posición de la pieza para cada eje.

El caso más característico de este tipo de piezas es el cigüeñal. Cuando se trata de cigüeñales de tamaño considerable se mecanizan en máquinas especiales, ya que las condiciones de dicho mecanizado son duras y obligan al empleo de máquinas robustas capaces de resistir los continuos choques de la pieza sobre la herramienta. En el torno paralelos es frecuente la construcción de cigüeñales de tamaño más reducido.

Vamos a mecanizar el cigüeñal cuya forma y medidas están representadas en la figura 41. Para dicho mecanizado disponemos de un trozo redondo de material de $\varnothing 125$ y de longitud 270.

Estudie usted en la figura 42 la forma del plato auxiliar que nos permitirá fijar el trozo de material. Observe que dispone de un alojamiento en la parte anterior, el de $\varnothing 50$ H 7, en el que se introducirá la mecha que previamente mecanizaremos en el trozo de material del que ha de salir el cigüeñal.

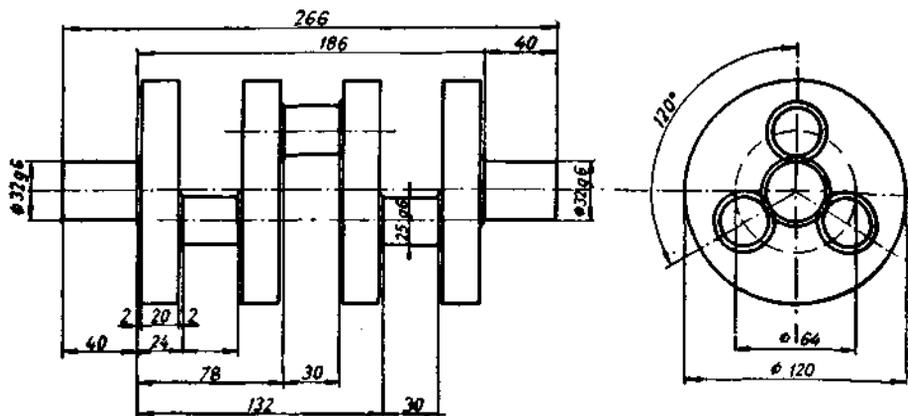


Figura 41

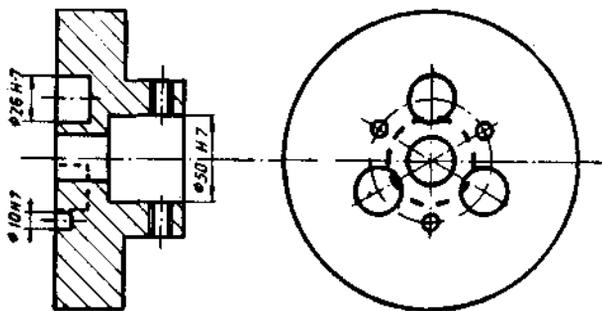


Figura 42

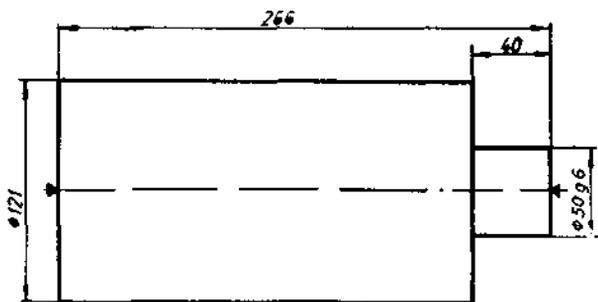


Figura 43

Los seis taladros (tres de ellos de 0 26 H 7 y los restantes de 10 H 7) de la parte posterior, coincidirán con los fijos del plato del torno y posicionarán la pieza en cada una de las muñequillas que habrán de construirse, que en este ejemplo son tres.

Vea en la figura 43 cómo hemos mecanizado el trozo de material para fijarlo en el plato auxiliar. No explicamos el desarrollo de las distintas operaciones para que usted lo deduzca.

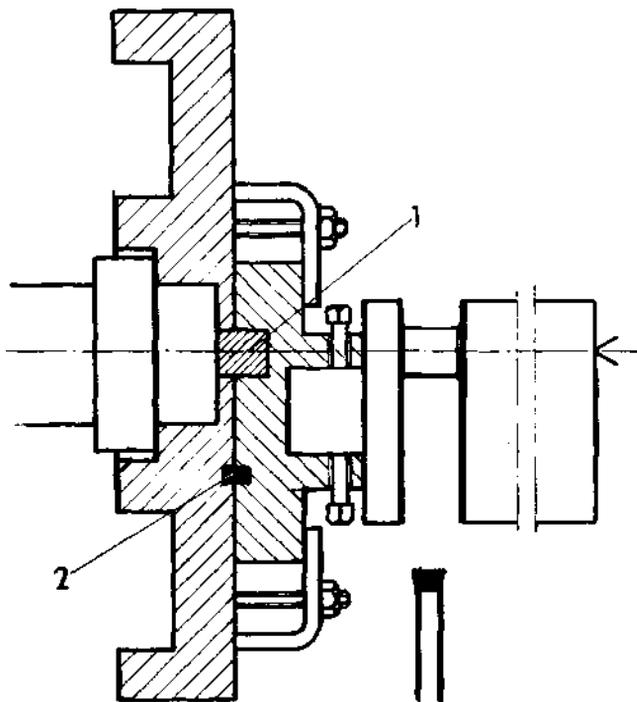


Figura 44

En la figura 44 verá usted la pieza ya montada. En el eje del torno se ha fijado un tope (1) que hemos torneado a un 0 de 26 g 6 y que centra el plato auxiliar. En el plato liso hemos puesto otro tope (2) que nos lo posiciona.

Una vez montado el conjunto procedemos a colocar un punto rotativo en la contrapunta. Seguidamente efectuamos el desbaste de la primera muñequilla dejando excedente en las caras y en el diámetro. De

la misma forma procederemos para la construcción de las otras dos muñequillas, pero cambiando para cada una la posición del plato auxiliar.

Interesa advertirle que el desbaste ha de efectuarse con mucho cuidado, pues al principio la pieza golpeará sobre la herramienta debido a que su giro es excéntrico. Además, la herramienta flexará, dado que ha de sobresalir mucho del soporte. Una enganchada de la herramienta podría provocar su rotura o, lo que es peor, podría mover la pieza con respecto al plato auxiliar y en este caso habría que tirar la pieza, a menos dé que fuera posible volverla a centrar.

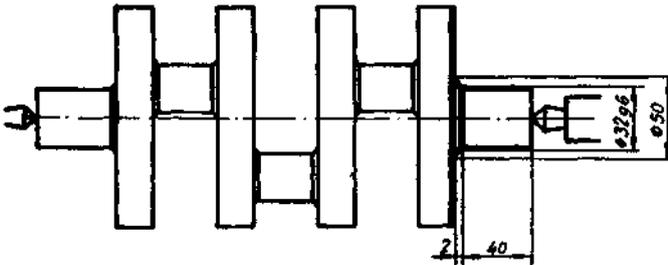


Figura 45

Desbastadas las muñequillas y volviendo a las posiciones anteriores procedemos al acabado del cigüeñal según las cotas del plano.

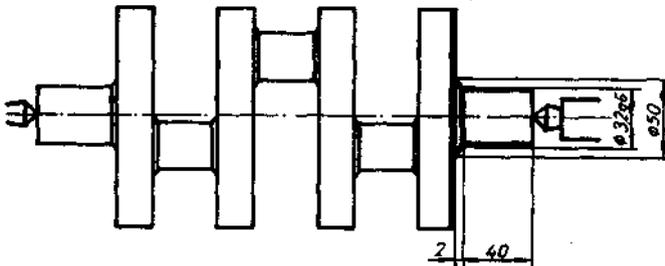
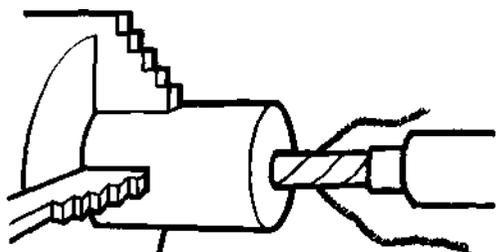


Figura 46

Falta sólo acabar los apoyos extremos, lo cual efectuamos entre puntos (figura 45 y 46). A) efectuar la operación de la figura 46 cuidaremos de no colocar el perro de arrastre sin poner un trozo de plancha para proteger el cuello ya terminado.



TÉCNICA DEL TORNEADO

LECCIÓN 19

TORNOS PARALELOS MODERNOS

Aunque en casos especiales de grandes producciones se ha llegado a automatizar por completo una fabricación, las máquinas universales y en particular la más importante, que es el torno paralelo, continúan siendo las más idóneas para pequeñas y medianas industrias y para fabricaciones corrientes.

Movidos por las exigencias de la técnica moderna los constructores de tornos paralelos se han afanado en el perfeccionamiento de todos sus tipos y continuamente lanzan al mercado nuevos modelos en los que sus órganos fundamentales son agrupados en forma racional y la mayoría encerrados y protegidos, al mismo tiempo que los dotan de un variado equipo de accesorios, algunos de ellos muy especiales, que transforman a un torno de esta clase en una máquina con la que cabe la posibilidad de efectuar toda clase de trabajos.

Las mejoras introducidas en estos nuevos modelos y que afectan a una mayor y más segura producción, pueden resumirse de la siguiente forma:

- Motores individuales para cada torno e incluso para cada uno de los diferentes órganos que lo precisen (bomba de refrigeración, accesorios especiales, copiadores, etc)

- Concentración de los mandos, de forma que puedan ser abarcados en su mayoría por el operario dentro de una área reducida y que los distintos cambios de posición de cada una de las palancas puedan efectuarse fácilmente y con toda seguridad.
- Máxima protección de los órganos frágiles de la máquina, tanto en lo que refiere a protegerlos de golpes y averías como a las precauciones a adoptar para garantizar su buen funcionamiento y rendimiento (bomba de *engrase para* los órganos en movimiento, protección de las guías de la bancada, husillos, ejes, etc).
- Líneas sobrias de la máquina, con lo que se consigue un agradable-aspecto de la misma y, por consiguiente, una menor fatiga visual al operario.
- Reducción al mínimo del peligro de accidentes, ya que la mayoría van provistos de diversos dispositivos de seguridad que evitan accidentes que podrían producirse por falsas maniobras, distracciones del operario, etc.
- Posibilidad de adaptación de numerosos dispositivos o mecanismos especiales, es decir, de accesorios, de manera que en determinados trabajos puede alcanzarse una alta productividad, como si se tratase de una máquina especial.

El estudio de los diversos detalles y particularidades que acreditan a los tornos modernos de calidad, de sus accesorios y de sus posibilidades será el objeto de esta lección. Para este estudio nos valdremos de distintas marcas nacionales y extranjeras y seguiremos el mismo orden de grupos que integran el torno paralelo que el empleado en las primeras lecciones al explicarle a usted el principio de utilidad y funcionamiento de cada uno de ellos. Como punto de partida, observe usted en la fig. 578, un moderno torno paralelo de la firma francesa «Cazeneuve» considerada como una de las mejores *marcas*, si *no* la mejor, del país vecino, y en la fig. 579 uno de los últimos modelos de la casa española «Cumbre», la más conocida de las firmas españolas.

BANCADAS

Forma y disposición de las guías.

En la lección segunda se definió a la bancada como la mesa o banco donde se colocan, sujetan o deslizan las demás piezas o grupos que componen el conjunto del torno. Por consiguiente, la bancada ha de estar

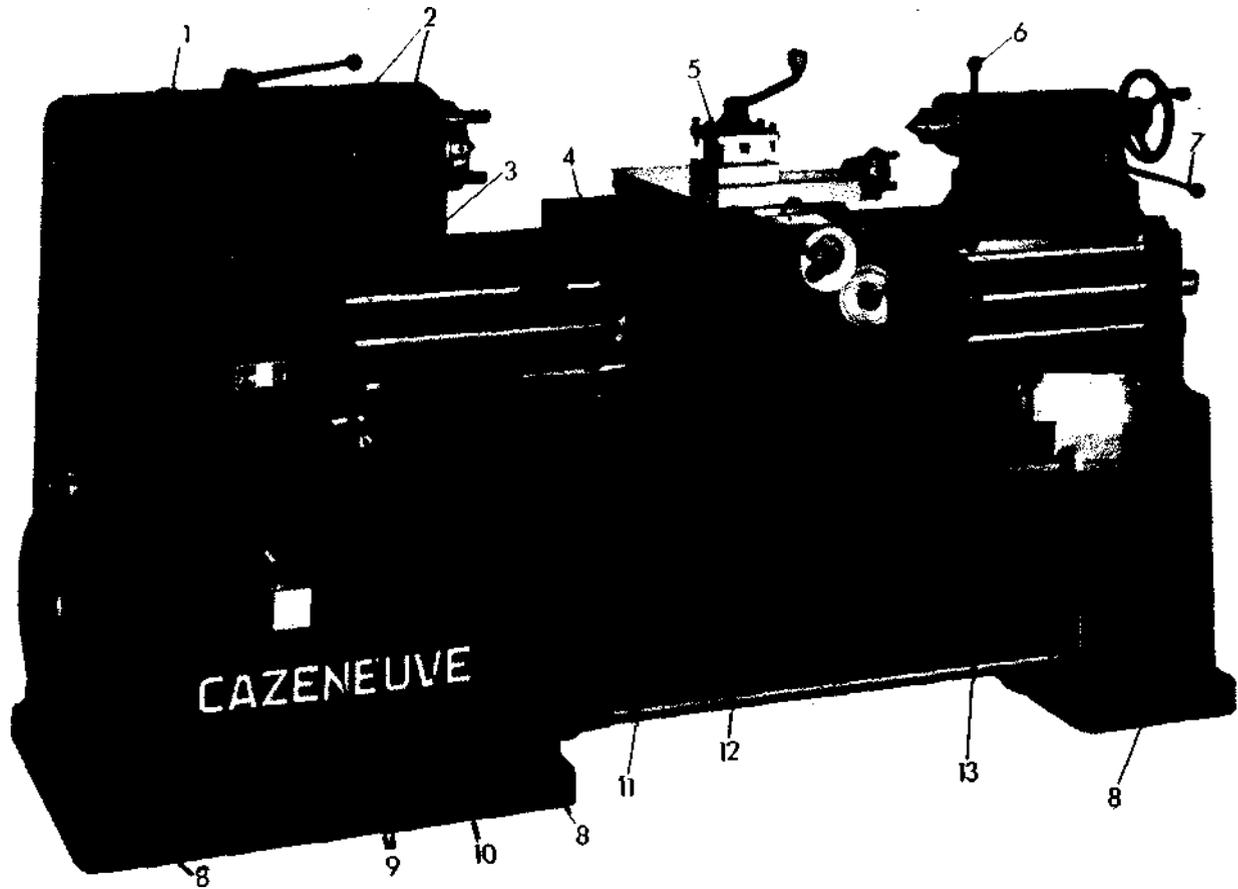


Figura 578. — Torno CAZENEUVE. — 1, Cabezal mo lopoleu. — 2, Selección de los pasos y eje reductor. — 3, Mecanismo inversor del avance. — 4, Indicador de coincidencias para el roscado. — 5, Torre de giro semiautomático — 6, Bloqueo del vastago. — 7, Palanca de fijación de la contrapunta. — 8, Pernos para el anclaje. — 9, Palancas selección de la caja de velocidades del eje principal. — 10, Palanca Norton. — 11 Embrague tuerca roscar al husillo patrón. — 12, Embrague automático de cilindrar y refrenar. — 13 Pedal de freno.

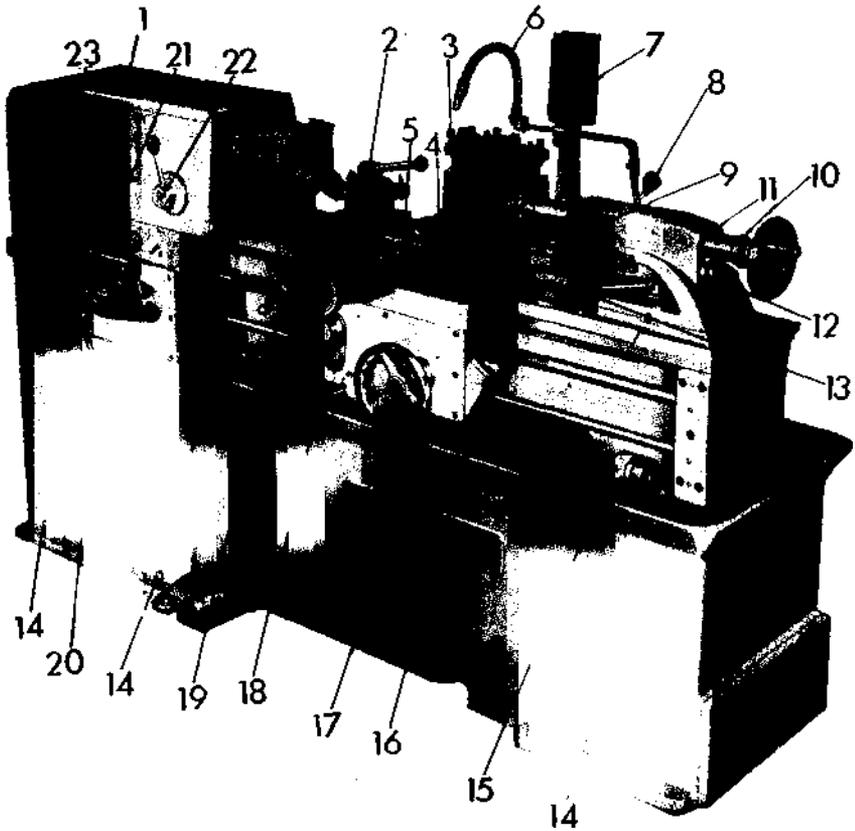


Figura 579. — Torno CUMBRE modelo 025. — 1, Cabecal monopolea. — 2, Torre de giro semiautomático. — 3, Equipo de torretas posteriores. — 4, Mando del carro superior o portaherramientas. — 5, Topes transversales. — 6, Tubo de salida del líquido refrigerante. — 7, Caja de pulsadores de puesta en marcha y para. — 8, Bloqueo del vastago. — 9, Accionamiento desplazamiento rápido del vastago. — 10, Anillo de limitación de carrera del vastago. — 11, Superficie de tope. — 12, Tuerca regulación de la carrera rápida. — 13, Palanca de fijación de la contrapunta. — 14, Tornillos de nivelación. — 15, Accionamiento de la barra de topes. — 16, Bomba de engrase del delantal. — 17, Pedal del freno. — 18, Embrague automático de cilindrar. — 19, Embrague tuerca roscar al husillo patrón. — 20, Palanca selección de la caja de velocidades del árbol principal. — 21, Mando de la caja de roscar y avances, de trenes deslizantes. — 22, Mando del eje reductor. — 23, Palanca de doble encavamiento, para selección de avances e inversión de los mismos.

concebida para resistir perfectamente todos los esfuerzos a que pueden someterla los trabajos de corte. Debe estar bien dimensionada y con una anchura apropiada, a fin de que el carro tenga una buena base de apoyo.

Descartadas definitivamente las bancadas de sección plana (fig. 41, lección 2.^a), se construyen ahora con guías prismáticas y planas conjuntamente. El objeto de estas guías es el de orientar al carro y a la contrapunta en su deslizamiento; para cada uno de ambos órganos hay una guía prismática y otra plana.

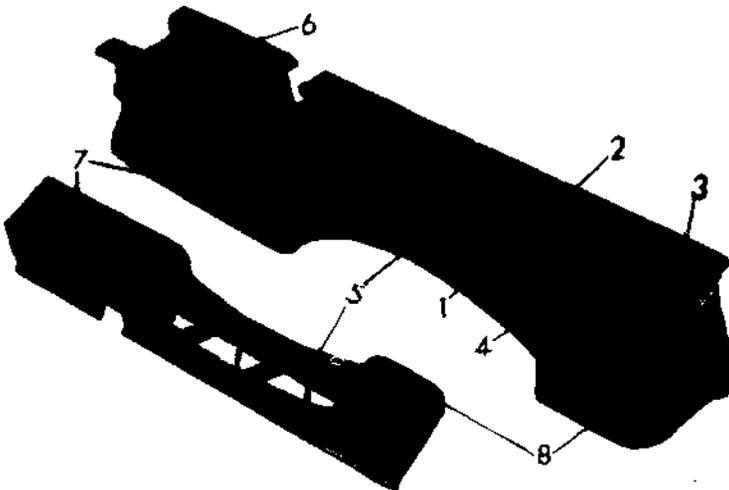


Figura 580. — Detalle de una bancada. — 1, Guía prismática del carro. — 2, Guía plana del carro. — 3, Guía prismática de la contrapunta. — 4, Guía plana de la contrapunta. — 5, Nervios de unión. — 6, Asiento del cabezal. — 7, Apoyo sobre el zócalo mayor. — 8, Apoyo sobre el zócalo menor.

Observe usted en la parte anterior (lado del operario) de la bancada de la figura 580, la guía prismática del carro y la plana de la contrapunta y en la parte opuesta, la guía plana del carro y la prismática de la contrapunta. Esta disposición es la más corriente. Otra disposición la vio usted en la figura 42 de la citada lección 2.^a

A fin de aumentar su resistencia, las bancadas, van provistas de un nervado interior que une las dos paredes sobre las que se apoyan las guías. Fijese a este respecto en las figuras 580 y 581. Las formas de estos nervios son muy variadas; la de la figura 580 es la más corriente.



Figura 581. — Detalle del nervado interior de una bancada del torno francés ERNAULT-BATIGNOLLES.

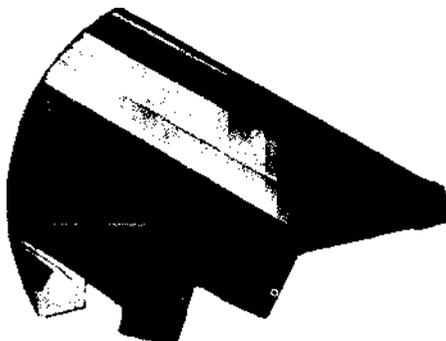


Figura 582. — Detalle de la sección de las guías de una bancada.

Interesa advertir que cualquiera que sea la disposición del nervado debe permitir una fácil evacuación de las virutas hacia la bandeja inferior.

La sección prismática de las guías de las bancadas suele ser en forma de ángulo de 90° aunque en ocasiones, sobre todo en los tornos de potencias elevadas y debido a que resisten mejor los esfuerzos, es de forma asimétrica como en la figura 582 en lugar de la que en la misma figura 582 puede usted ver para la contrapunta.

Características

Indicamos en la lección 4.^a que la capacidad y las posibilidades de un torno están determinadas por sus características. Tal como usted puede comprobar en la figura 122 de la citada lección 4.^a las características que afectan a la bancada son las siguientes:

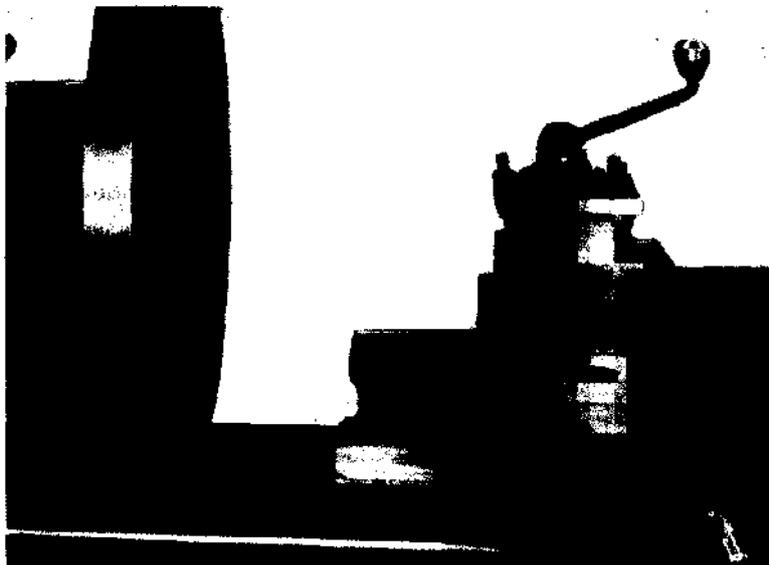
- Diámetro máximo admisible sobre la bancada.
- Anchura de bancada.
- Diámetro máximo admitido sobre el puente o escote.
- Longitud del escote delante del plato.

El diámetro máximo admitido sobre la bancada depende, como usted comprenderá, de la altura de puntos y es una de las principales características de capacidad de la máquina. Asimismo, la anchura de la bancada depende de la potencia del torno e influye también en el diámetro admitido sobre la misma, ya que a una mayor anchura, corresponde una mayor

separación de las guías, lo cual permitirá que el diámetro admisible pueda ser mayor.

Por lo que respecta al escote ha de hacerse una distinción entre dos tipos de bancadas: bancada recta y bancada con puente.

En las bancadas rectas las guías llegan hasta el mismo cabezal (vea figura 578). En este caso, el diámetro máximo admitido sobre la bancada es, claro está, el mismo en toda la longitud de la misma.



*Figura 583. — Detalle del puente o escote en una bancada del torno
CAZENEUVE*

A veces se presenta la necesidad de disponer de una mayor capacidad en cuanto a diámetro sobre bancada. Esto ocurre especialmente en las fijaciones sobre plato liso o de estacadas y escuadra. Dado que este tipo de fijaciones, prácticamente, son fijaciones al aire y, por consiguiente, la longitud de la fijación no es excesiva, primeramente se dispuso en las bancadas una especie de puente que determina una mayor capacidad de diámetro dentro de cierta longitud (fig. 583).

Ahora bien, para trabajos corrientes en plato universal, puede darse el caso que con esta solución el carro quedé con un extremo en voladizo

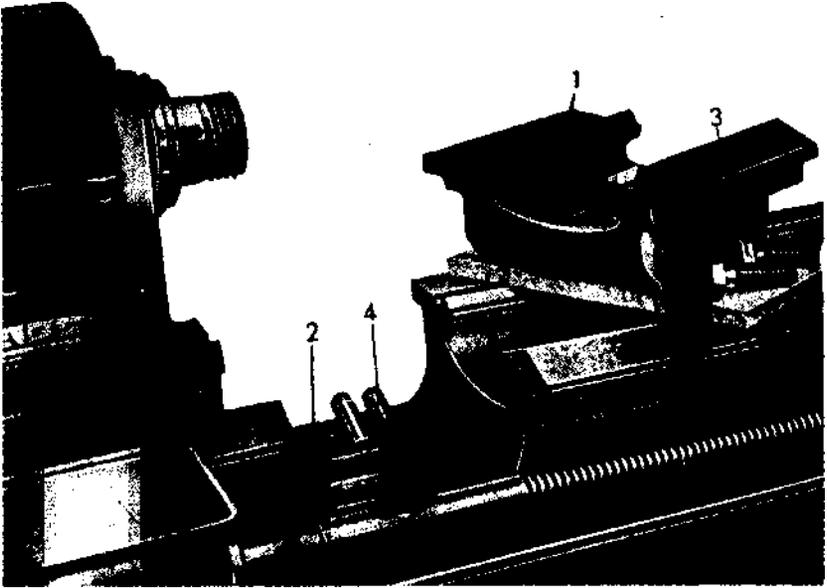


Figura 584. — Bancada de torno con puente desmontable. — 1, Puente desmontable. — 2, Asiento del puente. — 3, Tornillo de fijación. — 4, Pasadores cónicos de enclavamiento.

de forma que no puede aguantar grandes esfuerzos de corte. De ahí que se pensara construir este puente desmontable. Esto es lo más corriente en tornos con puente (fig. 584); con esta nueva disposición una misma bancada cubre las dos posibilidades.

Los puentes desmontables requieren una muy estudiada fijación, que sea muy fuerte y segura, de fácil manejo y autocentrante, es decir, que haya seguridad de que siempre se fije exactamente en la misma posición, ya que el carro en su deslizamiento no debe encontrar ningún resalte, lo que provocaría un rápido desgaste, además de un mal funcionamiento.

Esta dificultad de emplazamiento y montaje es tanto menor cuanto mejor esté estudiada la fijación por el constructor. De todas maneras, requiere un cuidado especial, por lo que los industriales que pueden prescindir de esta disposición prefieren la bancada recta a la que finalmente se le ha añadido una modificación que consiste en la formación

de un escote especial (fig. 585) en el que las guías de la contrapunta quedan cortadas a una determinada distancia del cabezal, dando lugar así a la formación de una **concha escote** que admite mayores diámetros sobre la zona de bancada cercana al plato, sin el inconveniente que representa el montar y desmontar el puente. Como dato curioso, a la par que informativo, reproducimos en la figura 586 un original grabado que representa las dimensiones de los diámetros máximos admitidos sobre el puente, la bancada y los carros.



Figura 585. — Detalle de la concha escote en una bancada recta, que sustituye, en muchos casos, al puente desmontable.

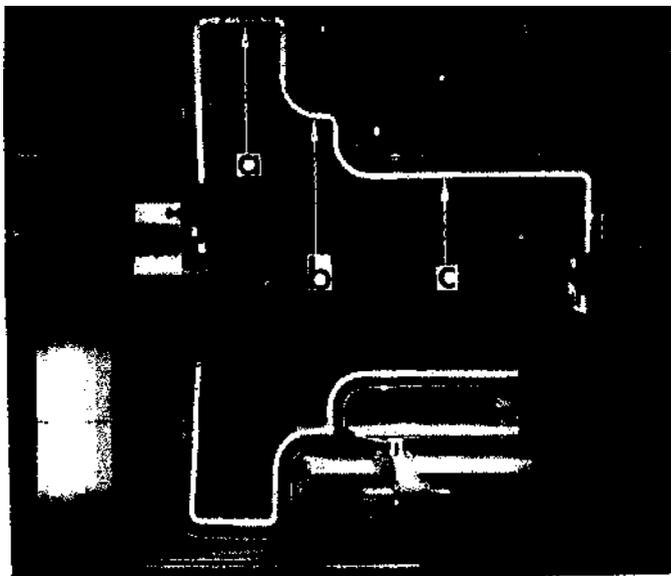


Figura 586. — Diámetros máximos admitidos. — a, sobre puente. — b, sobre bancada. — c, sobre carros.

Calidad

Como quiera que la bancada es la pieza de mayor volumen del torno y unitariamente la más cara, así como la más esencialísima para obtener la calidad necesaria en los trabajos a efectuar, el problema principal consiste en:

- Obtener un máximo de calidad y precisión en su mecanizado.
- Proporcionar al mismo tiempo, un máximo de duración a esta calidad y precisión inicialmente conseguida.

Como quiera que la precisión total de la máquina depende de la precisión y calidad de las guías de la bancada y que estas guías están sujetas a un muy fuerte desgaste a consecuencia del continuo deslizar del carro, las bancadas se construyen de una fundición bastante más dura y, por tanto, más resistente al desgaste que la fundición gris corriente.

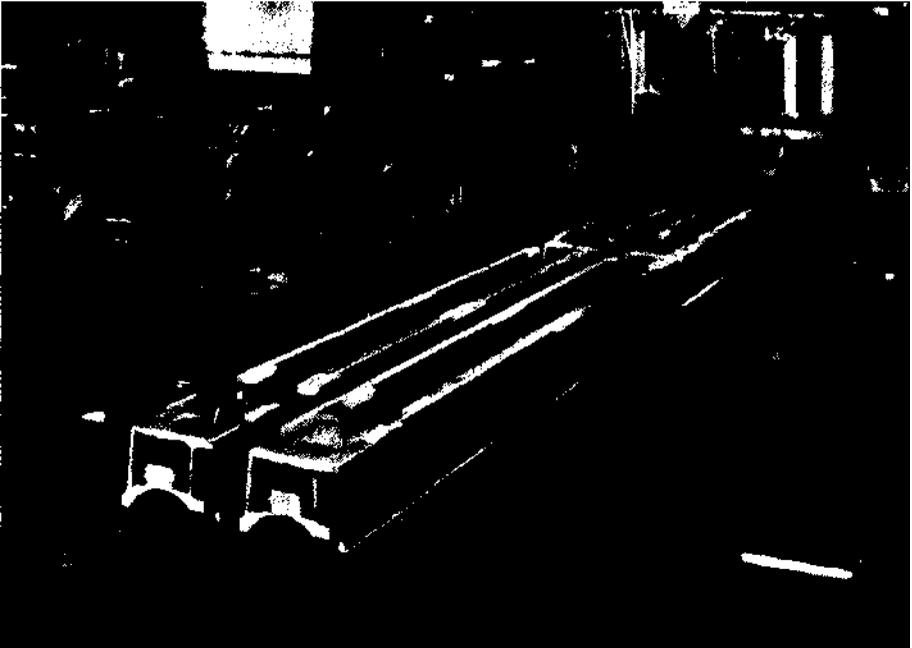


Figura 587. — Cepillado de bancadas de torno en una cepilladora de grandes dimensiones.

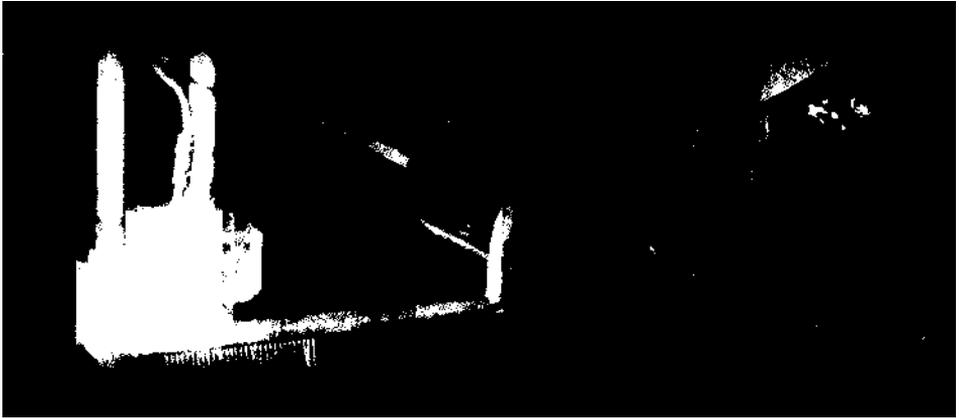


Figura 588. — Templado de las guías de una bancada por procedimiento de flameado (temple superficial), en la factoría de CUMBRE, S. L, de Barcelona.

Se pudo, no obstante, comprobar que no estaba el problema completamente resuelto, ya que a pesar de su mayor dureza, el desgaste se presentaba demasiado deprisa y esto era causa de dificultades al realizar determinados trabajos de precisión.

En principio se pensó en montar las guías postizas, fabricadas de acero templado y rectificadas, pero después se ha desarrollado un nuevo proceso de construcción que consiste en un templado de las guías de la bancada (de fundición), con lo cual alcanzan una dureza que triplica la normal, siendo así prácticamente indegastable, aunque después requieren un acabado en máquina especial de rectificar bancadas, ya que por su elevada dureza no pueden trabajarse más que con muela.

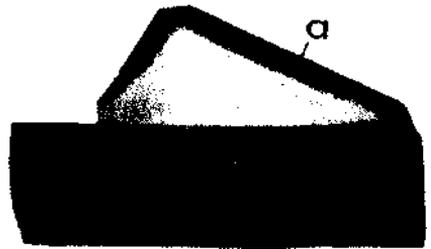


Figura 589. — Sección transversal de una guía de bancada, en la que puede apreciarse la zona o capa (a) templada, de unos 3 mm de espesor, en la parte superior de la guía.

Vea en las figuras 587, 588 y 590 las cuatro fases más importantes de dicho mecanizado. La figura 587 muestra el cepillado de un grupo de bancadas. Antes, después de esta operación de cepillado, se repasaba con

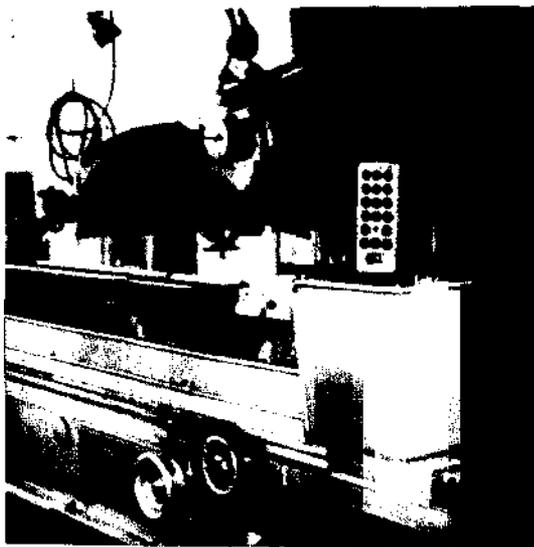


Figura 590. — Rectificado de las bancadas de los tornos CUMBRE, en máquina especial de rectificar bancadas.

rasquete toda la longitud de las guías con objeto de que quedasen en las mejores condiciones de planitud y lisura. Modernamente, después del cepillado se procede al templado de las guías, con un procedimiento especial (fig. 588) que proporciona a las guías una zona durísima (a de la figura 589) que hace que el desgaste sea casi nulo y, por consiguiente, alarga considerablemente la precisión lograda en la operación de la figura 590 con un rectificado de las cuatro guías, en máquina especial de gran precisión, con la que se obtienen superficies finísimas y con una planitud correctísima.

CABEZALES FIJOS MODERNOS

Los cabezales fijos modernos son casi en su totalidad con accionamiento por monopolea lo que quiere decir que reciben la transmisión directamente desde el motor acoplado y siempre por mediación de una sola polea. Esta transmisión se efectúa por medio de correas trapezoidales que hacen de enlace flexible entre la polea del motor y la del cabezal. El motor suele ir colocado en la parte posterior inmediatamente debajo

del cabezal o bien en el interior del zócalo. En ambos casos ha de poderse efectuar un tensado de las correas, mediante el desplazamiento del motor, en el primer caso el tensado se consigue deslizar el motor sobre unos carriles y en el segundo montándolo sobre una plataforma basculante, siendo el propio peso del motor lo que tiende a tensar las correas (fig. 591).

Dispositivo monopolea

La figura 592 representa una caja de cabezal con dispositivo monopolea simple, cuyo principio de funcionamiento es el mismo para los cabezales modernos.

Este dispositivo comprende esencialmente un eje motor (3), un eje receptor, o sea, el eje principal del torno (6) y un eje intermedio (4), el cual, en la mencionada figura, lleva montados cuatro engranajes solidarios que no pueden deslizarse longitudinalmente. El eje motor y el eje principal llevan trenes deslizantes, es decir, juegos de piñones que pueden deslizarse longitudinalmente sobre su eje, por medio de unas palancas accesibles desde la cara delantera del motor (a veces, como en la figura 593, estas palancas se hallan situadas sobre la tapa), variando para cada una de las distintas posiciones en que puede colocarse, la relación de velocidades y, por tanto, el número de revoluciones del eje principal. Compruebe en la figura 592 que el tren del eje motor tiene tres posiciones (1, 2 y 3) y el tren del eje principal dos: E y D.

La nomenclatura utilizada para determinar la posición de las palancas es naturalmente distinta para cada marca y aún para cada uno de sus modelos. Para mejor ilustración del ejemplo de la fig. 592, le hemos puesto la misma nomenclatura que lleva el cabezal de la figura 595, pero suprimiendo el mecanismo auxiliar de reducción.

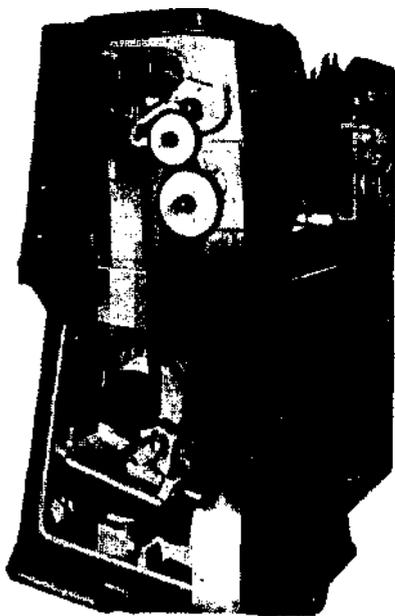


Figura 591. — Transmisión del motor, sobre soporte basculante, al cabezal monopolea.

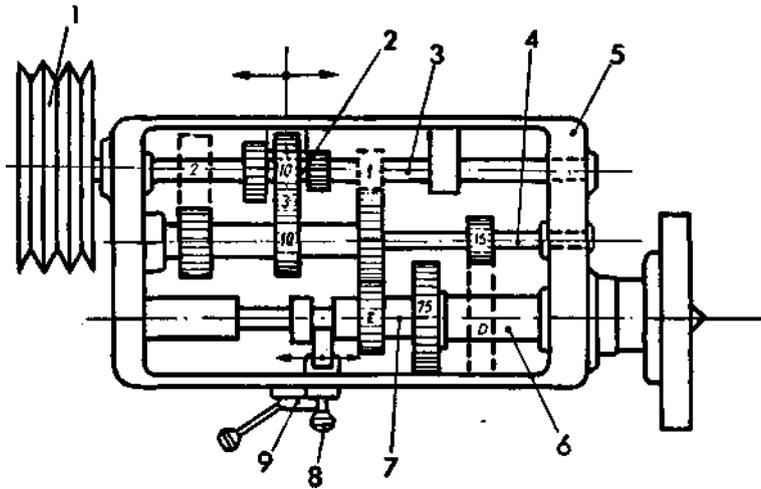


Figura 592. — Cabezal con dispositivo monopolea. — 1, Polea receptora de la transmisión del motor. — 2, Tren deslizante motor. — 3, Eje motor. — 4, Eje intermedio. — 5, Cuerpo cabezal. — 6, Eje principal. — 7, Tren deslizante receptor. — 8, Palanca mando del tren deslizante motor. — 9, Palanca mando del tren deslizante receptor. — Nos. y letras en el interior del cabezal: 40, 15 y 75 n.º de dientes de los engranajes; 1, 2 y 3 y letras E y D, posiciones de las palancas.

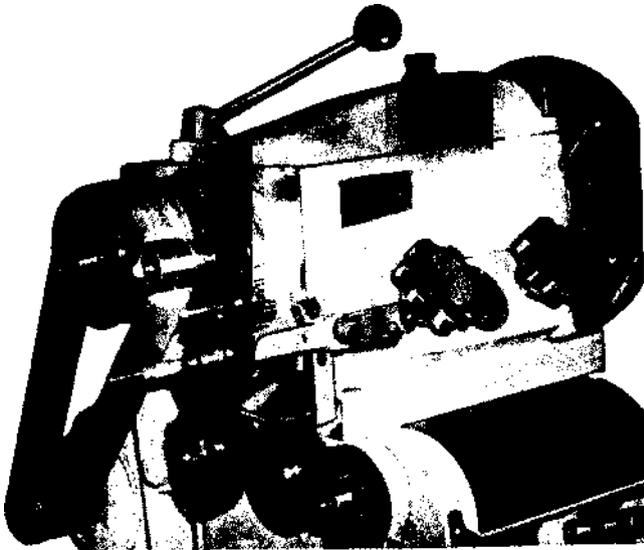


Figura 593. — Cabezal monopolea del torno inglés KERRY'S. Observe que aquí la manipulación del deslizante del eje motor se realiza por encima.

En los cabezales monopolea la transmisión se efectúa directamente desde el motor a la polea receptora del cabezal (1 de la fig. 592).

Suponga usted que la polea receptiva recibe una velocidad de 2.440 rpm. Para calcular las revoluciones a que girará el eje, en una determinada posición de las palancas deberán calcularse las relaciones de transmisión de los trenes de engranajes que se ponen en funcionamiento.

Sea la posición D-3 de la figura 592:

$$2440\text{rpm} \times \frac{40}{40} \times \frac{15}{75} = 2440 \times 1 \times \frac{3}{15} = \frac{7320}{15} = 488 \text{ rpm}$$

Todas las combinaciones de estas dos palancas darían una gama de 6 velocidades distintas.

Normalmente los modernos cabezales monopolea, al igual que los cabezales que estudiamos en la lección 2, llevan además un eje auxiliar de reducción o sencillamente un juego de engranajes que efectúa dicha función, pudiendo entonces obtener otra gama que se llama de reducidas y para cuyo funcionamiento se dispone de otra palanca. La relación reducción más corriente suele ser de 1/8, por lo que esta velocidad calculada de 488 rpm le correspondería una reducida de $488:8 = 61$ rpm.

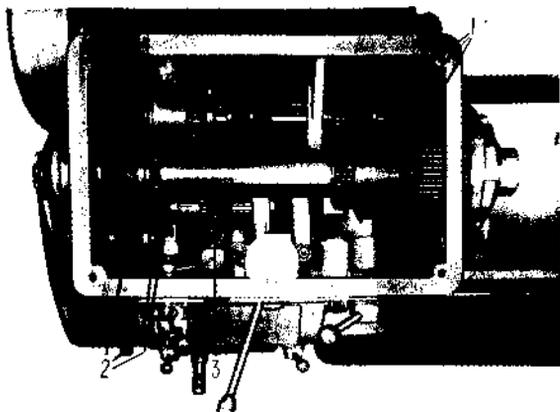


Figura 594. — Vista interior del cabezal del torno CUMBRE, Modelo 023. — 1, Engranajes de la reducción. — 2, Mecanismo inversor del avance. — 3, Mecanismo antecaja de avances.

- 023 -			
ATENCIÓN NO HACER NINGUN CAMBIO DE VELOCIDADES NI AVANCES SIN PARAR LA MAQUINA			
TABLA DE VELOCIDADES			
MANDO DIRECTAS	REDUCIDAS		
D-1	1000	125	
D-2	696	87	
D-3	488	61	
E-1	312	39	
E-2	216,5	27	
E-3	152	19	
2	3	-	1

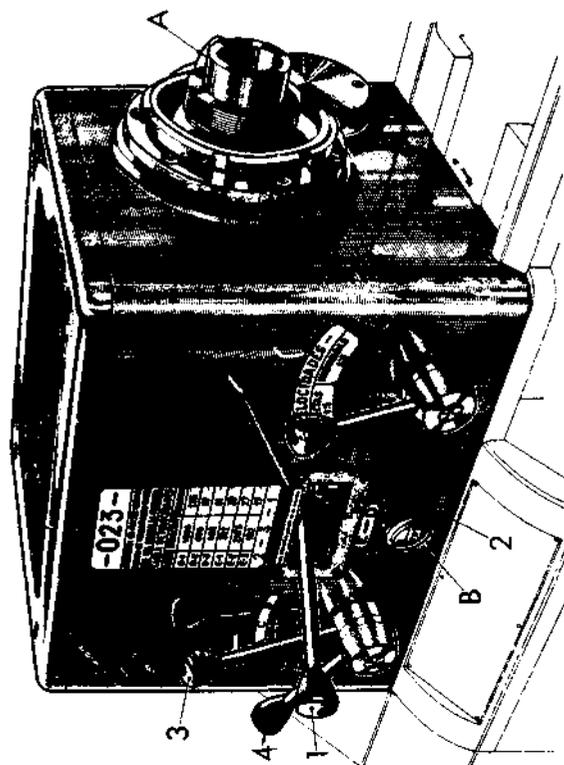


Figura 595. — Cabezal y tabla de velocidades del torno de la figura 594, en la que pueden observarse las diferentes posiciones de las palancas para cada velocidad; 1, Palanca de selección de velocidades. — 2, Palanca de reducidas y directas. — 3, Palanca de la antecaja de avances. — 4, Palanca de inversión del avance. — A, Eje principal. — B, Nivel de aceite.

Estudie en la figura 594 una vista interior del cabezal del torno «Cumbre» 023. En la parte delantera del cabezal puede observar el tren de engranajes de la reducción, con el que se obtiene una nueva gama de velocidades.

En la figura 595 puede verse parte del cabezal donde se hallan enclavadas las palancas de selección de las velocidades, así como la tabla de las mismas, indicando las respectivas posiciones a situar cada una de las tres. En la parte izquierda se observan dos palancas, una de las cuales sirve para accionar el mecanismo inversor del avance y la otra forma parte de un mecanismo auxiliar de la caja de avances y ros-cas y cuyas tres posiciones (A, B y C) permiten triplicar el número de pasos a efectuar, sin necesidad de ningún cambio de ruedas auxiliares. En la parte inferior, va dispuesto un nivel mirilla para control del aceite, dado que el engrase de estos cabezales tiene gran importancia por las altas velocidades que alcanzan (una nueva versión de este modelo llega a las 2.000 rpm y el de la figura 579 a 2.500 rpm.).

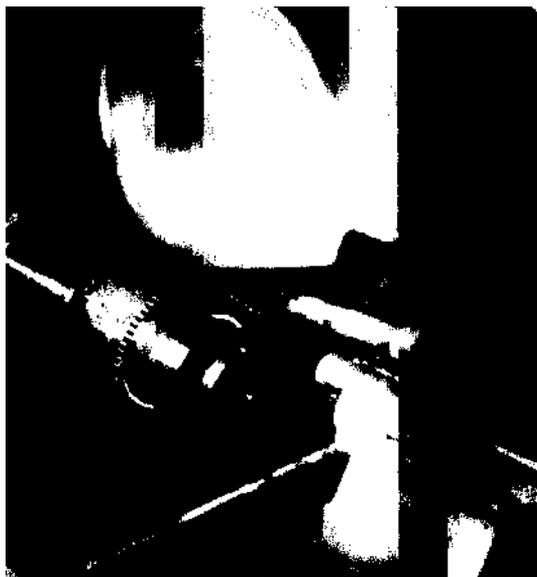


Figura 596. — Rectificado de engranajes para el cabezal de la figura 594, en la factoría de CUMBRE, de Barcelona.

Características

En los tornos modernos el cabezal fijo constituye quizá el grupo conjunto más interesante del torno. Para que el torno pueda considerarse de calidad y el trabajo pueda realizarse con una garantía de precisión, el cabezal fijo ha de unir una serie de cualidades. Enumeraremos brevemente cuáles son estas cualidades, para dar una idea que permita dictaminar sobre cualquier torno moderno.

- La caja o cuerpo ha de ser de paredes recias, a fin de que pueda resistir fuertes arranques de viruta sin vibraciones de ninguna clase.
- Los ejes y engranajes han de construirse de acero de alta resistencia (cromo-níquel) debidamente tratado a elevadas durezas y rectificadas con toda precisión a fin de conseguir un rodaje suave, preciso y silencioso y que puedan conseguirse superficies perfectamente lisas (fig. 596).

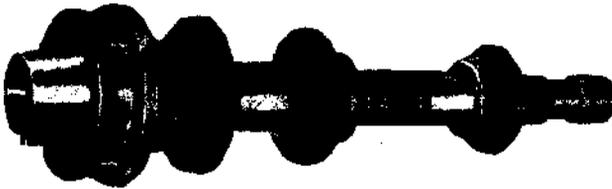


Figura 597. — Eje principal de un torno moderno.

Los ejes deben ir apoyados en cojinetes de bolas y el principal sobre cojinetes de rodillos cónicos de gran precisión. Observe en la figura 597 que la nariz del eje para el montaje de los platos es del tipo de nariz cónica que estudió en la lección 7. Los conjuntos giratorios (ejes con piñones, ruedas, etc.), como el de la figura 597, han de estar equilibrados con el objeto de que el funcionamiento sea perfecto.

Los piñones deslizantes han de moverse sobre ejes estriados (figura 598) templados y rectificadas en lugar de hacerlo sobre un eje con una sola chaveta, logrando así una mayor resistencia, más duración y un más fácil manejo de las palancas, que nunca se atascarán. Observe a este respecto los ejes de los piñones deslizantes de la figura 594.

Como ampliación sobre el tema de los modernos cabezales de tornos reproducimos en la figura 599 la última disposición para el montaje de los platos universales. Sustituyendo a los de nariz roscada y de cono y asegura una mejor y más segura fijación, tan necesaria para los trabajos en que se desarrollan velocidades del orden de las 2.500 rpm. Como usted observará, el plato queda fuertemente sujeto por seis mechas con cuña.

Otra innovación que ha empezado a producirse es la situación de los cabezales de engranajes por variadores de velocidad en los que el cambio de velocidad puede hacerse

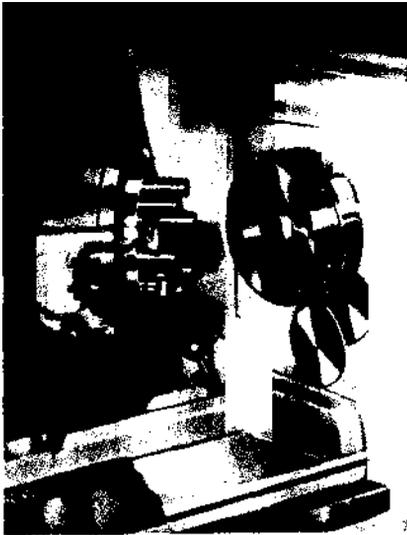


Figura 599. — Montaje de plato universal con platos modelo CAM-LOC o PRATT.

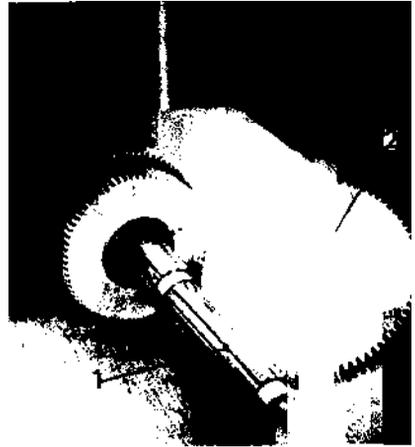


Figura 598. — Detalle del montaje de los trenes deslizantes. — 1, Eje estriado. — 2, Agujero de los piñones, bronchado.



Figura 600. — Torno francés SOMUA, equipado con variador de velocidad. El operario acciona con la mano izquierda el volante, que hace vaya aumentando la velocidad de giro a medida que vaya disminuyendo el diámetro que se refrenta.

en plena marcha y sin saltos, ya que cubre todas y cada una de las revoluciones intermedias entre la mínima y la máxima señalada (figura 600). Esto representa una considerable ventaja sobre todo para operaciones de refrenado, en las que puede ir manteniéndose la misma velocidad, a pesar de la variación del diámetro que se trabaje.

CAJAS DE VELOCIDADES

En la mayoría de tornos paralelos con dispositivos monopolea, están concentrados en el cabezal fijo todos los órganos precisos para la selección de todas las velocidades. Observe a este respecto la figura 595. Con esta disposición solamente es necesario maniobrar con las palancas dispuestas en la cara anterior del cabezal y éste recibe directamente la transmisión desde el motor.

En otros tornos generalmente para poder lograr una más extensa gama de velocidades y también más elevadas, se ha creído conveniente separar parte de los órganos de selección de velocidades y se ha situado en el interior del zócalo el motor que ataca directamente a una caja de velocidades, que se acciona con palancas desde el exterior y cuyo principio es idéntico a las de los automóviles.

Constan también de un eje motor, acoplado al motor eléctrico, un eje intermedio y un eje receptor o de salida, sobre el que deslizan unos trenes deslizantes a fin de poder lograr las distintas posiciones que nos darán las diferentes velocidades. Sobre el eje receptor o de salida va montada una polea acanalada desde la cual, mediante correas trapezoidales, se transmite el movimiento al eje principal.

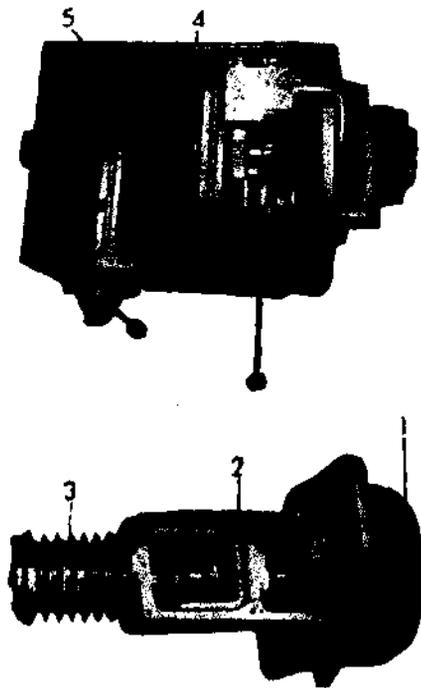


Figura 601.- — Cabezal y caja de velocidades del torno francés ERNAULT-BATIGNOLLES, de la figura 533. — 1, Motor eléctrico. — 2, Caja de velocidades. — 3, Polea motriz. — 4, Cabezal monopolea. — 5, Correas trapezoidales de transmisión.

Vea en la fig. 601 el cabezal y la caja de velocidades del torno «Ernault-Batignolles». El mando de la caja se efectúa desde las palancas que se ven en el zócalo de la izquierda. Bajo la bandeja puede apreciarse el motor eléctrico que va acoplado directamente a la caja de velocidades.

Las cajas de velocidades pueden ser mecánicas, como la de la figura 601, electromagnéticas, que consisten en combinación de trenes de engranajes hipocicloides puestos en acción por electro-imanés.



Figura 602. — Torno CUMBRE, modelo 024, con caja de avances y roscas de trenes deslizantes. — 1, Palanca para avances rápidos y normales. — 2, Palanca de velocidades. — 3, Tabla de velocidades. — 4, — Palanca para pasos ingleses o métricos. — 5, Palanca de antecaja (puede tener tres posiciones). — 6, Caja de trenes. — 7, Palanca auxiliar de avances. — 8, Seguro para evitar posibles averías.



Tabla de la palanca 1

(A)

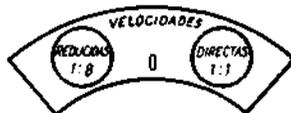
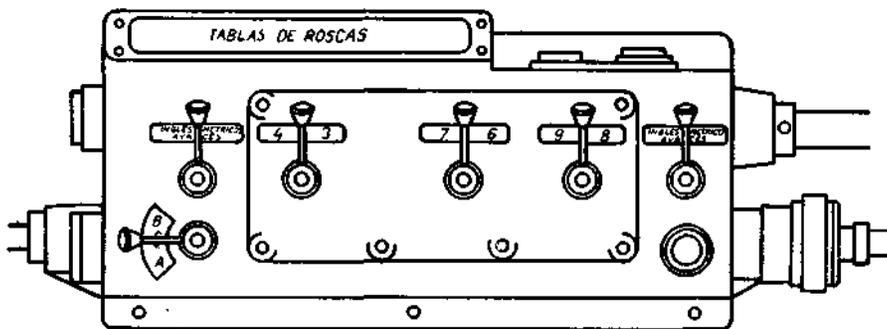


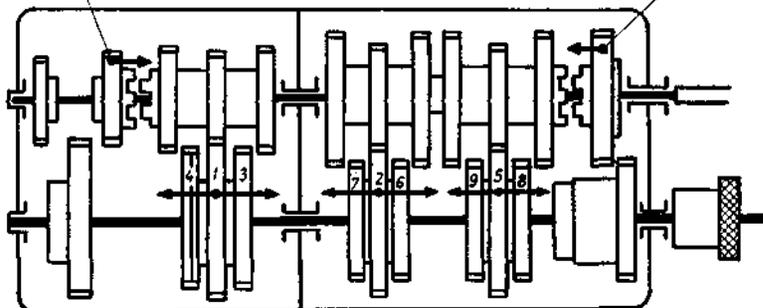
Tabla de la palanca 2



(B)

Piñón deslizante de la palanca 4

Piñón deslizante de la palanca 7



(C)

Figura 603. — Conjunto caja de trenes deslizantes y placas indicadoras del torno de la figura 602: A, Placas del cabezal. — B, Vista frontal de la caja C, Selección interior de la caja.

CAJAS PARA AVANCES Y ROSCAS

Recordará usted que en la lección 13 se le indicó que las cajas de avances y pasos de trenes deslizantes superaban en perfeccionamiento a las clásicas cajas de sistemas Norton y que permitían el tallado de las roscas más corrientes sin necesidad de efectuar ningún cálculo de ruedas. Esta variedad es posible por la utilización de los trenes deslizantes múltiples.

Vea en la figura 602 un torno equipado con una caja de avances y roscas de trenes deslizantes. Dispone en su parte central de 3 palancas con tres posiciones cada una y que corresponden a otras tantas posiciones de tres respectivos trenes deslizantes (fig. 603).

Con un solo juego de ruedas pueden obtenerse, tal como usted puede observar en la tabla de la figura 604 (en las páginas centrales del envío), 27 pasos distintos, según se coloque la palanca de antecaja en la correspondiente posición (posiciones A, B y C) y las tres palancas de los trenes deslizantes (posiciones 1 al 9).

Estos 27 pasos se obtienen con la palanca dos en la posición REDUCIDAS, o sea, con reducción de velocidad de la pieza por el eje auxiliar y reducción del avance de la herramienta por el mecanismo de los pasos rápidos y normales (posición NORMALES de la palanca 1).

Todos estos pasos aumentan en relación 8:1 con la palanca 1 en posición de RÁPIDOS.

Como en todas las cajas de avances y roscas, se indica la relación entre los pasos de roscas y los avances longitudinales para cilindrar y los transversales para refrentar.

Puede también anularse la acción de la caja, para la construcción de roscas de pasos arbitrarios, colocando las palancas 5 y 7 en la posición que se indica en la tabla.

Compruebe usted que la capacidad de la caja que se deduce de la tabla es la siguiente: con sólo diez ruedas auxiliares distintas pueden obtenerse.

54 pasos de rosca métrica, desde 0,25 a 15 mm de paso.

54 pasos de rosca Whitworth, desde los 120 hilos a los 2 hilos/pulgada.

19 pasos de módulo, desde módulo 0,5 a 6.

El equipo de ruedas se completa hasta quince, a fin de poder tallar pasos de rosca arbitrarios.

UTILIZACIÓN DE LA CAJA PARA LOS AVANCES DE CILINDRADO Y REFRENTADO

Corno usted ya sabe, los avances para cilindrar y refrentar están en una relación determinada con los valores señalados en la tabla de roscas. Esta relación depende de los engranajes situados en el interior del tablero del carro; por esta razón y a efectos de orientación para el operario, se señala siempre en la misma tabla el valor de esta relación. Vea en la tabla de la figura 604, al igual que en la tabla de la figura 464, que se indica la cifra por la que hay que dividir el paso de rosca para hallar el valor del avance para cilindrar y refrentar.



Figura 605. — Transmisión sustituidora del tren de ruedas y tabla de avances.

Por ejemplo, con la caja preparada para roscar un paso de 2,5 mm el valor correspondiente a los avances de cilindrar y refrentar será:

Cilindrado = $2,5 : 10,05 = 0,24$ mm por vuelta.

Refrentado = $2,5 : 20,32 = 0,14$ mm por vuelta.

Cuando se trabaja en operaciones de cilindrado y torneado con velocidades muy altas, es muy conveniente reemplazar el tren de ruedas de la guitarra que enlazan el inversor de marcha y la caja de roscar por un dispositivo que consiste en una transmisión por correas trapezoidales, más flexible y menos ruidoso que los engranajes (fig. 605).

El valor de la transmisión puede variar con la disposición empleada, por lo que se acompañará siempre con una tabla indicadora de los nuevos avances a lograr mediante este dispositivo.

En este conjunto, que es el que transmite el movimiento a la barra de cilindrar y cuyo acoplamiento caja-barra ya se estudió en la lección

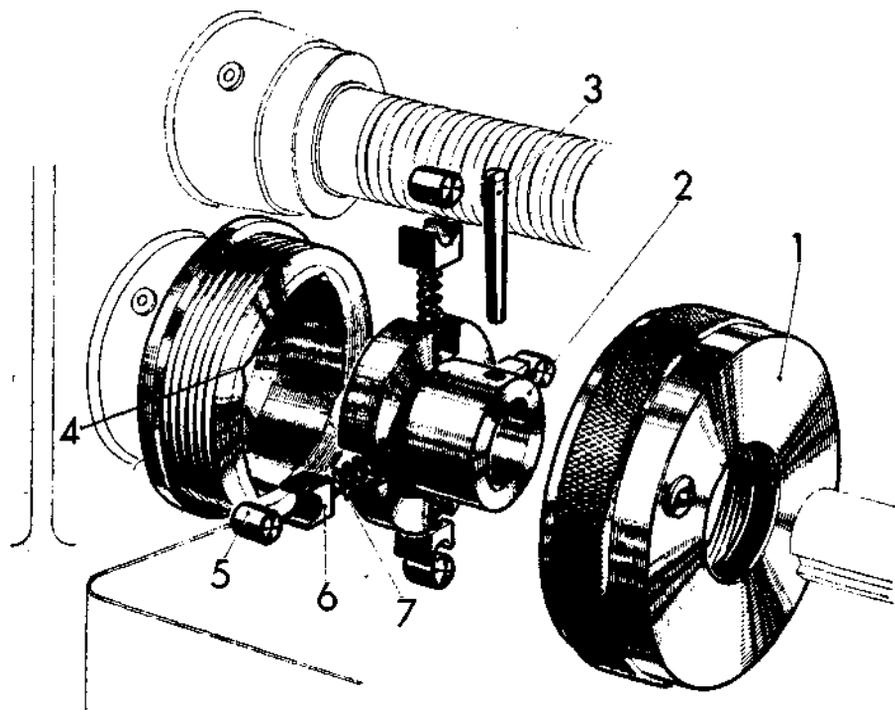


Figura 606. — Mecanismo del seguro contra averías para operaciones de cilindrado y refrentado, es decir, movimientos accionados por la barra de cilindrar (Patente de CUMBRE, S. L.). — 1, Tope del mecanismo. — 2, Dolla de acoplamiento. — 3, Clavija de fijación. — 4, Muescas de arrastre de los rodillos y barra. — 5, Rodillos de arrastre. — 6, Porta rodillo. — 7, Resortes.



*Figura 607. — Conjunto de los mecanismos de cabezal, caja de avances y ros-
cas y caja de velocidades del torno de la figura 578. — 1, Polea receptora del
cabezal. — 2, Acoplamiento para montura de la polea motriz. — 3, Caja de ve-
locidades. — 4, Motor eléctrico. — 5, Placa de posiciones para la palanca de
la caja de velocidades*

trece (fig 463), suele disponerse un seguro contra averías, de forma que si el carro tropieza con un obstáculo imprevisto que dificulte su avance, se desembraga la barra de la caja, es decir, deja de transmitirse el movimiento por separación o despegue del acoplamiento y la barra de cilindrar deje de girar, parando el carro en su avance.

Este mecanismo puede ser de varios tipos, los hay de funcionamiento eléctrico, y de funcionamiento mecánico. Los tornos de las figuras 579 y 602 van equipados con uno de estos mecanismos de funcionamiento mecánico, cuyo funcionamiento representamos en el dibujo de la figura 606.

El arrastre de la barra lo efectúan los rodillos (5), encajados en las muescas (4) del anillo y sostenidos por los muelles (7) cuando el esfuerzo es excesivo, los muelles no consiguen sujetar a los rodillos en las muescas, resbalando y parando la barra que se ha quedado así sin arrastre.

Un seguro de este tipo es de mucha utilidad, puesto que evita grandes averías producidas siempre por descuido o falta de atención. Han de permitir, y en realidad lo permiten, fuertes arranques de viruta, a límite de potencia de motor, tanto en cilindrado como en roscado, sin entrar en funcionamiento.

Vea por último, en la figura 607, una vista interior de los conjuntos del cabezal, caja de avances y roscas y caja de velocidades del torno «Cazeneuve» de la figura 578.

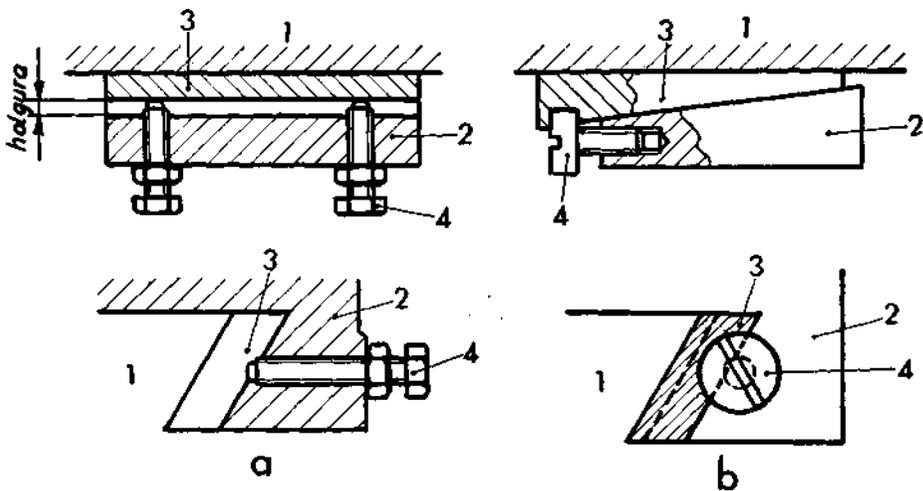


Figura 608. — Ajuste de las reglas de los carros. — a, Con regla plana. — b Con regla cónica. — 1, Patín transversal del carro longitudinal— 2, Carro transversal. — 3, Regleta. — 4, Tornillos de ajuste y fijación.

C A R R O S

En cuanto a los carros, debe procurarse, ante todo, que vayan perfectamente guiados y que tengan un deslizamiento suave, así como disponerlos de forma que puedan efectuar los reglajes de los patines mediante reglas preferentemente cónicas, con el fin de poder ir compensando los juegos que se vayan produciendo por efecto de desgaste.

Vea en la figura 608 las dos disposiciones de regletas de ajuste y observe que, mientras con la regla plana, se origina una holgura que en definitiva puede, permitir un juego excesivo, en el caso de regla cónica, ésta queda siempre perfectamente encajada y ajustada entre la pared del patín del carro longitudinal y la pared del carro transversal, efectuándose el reglaje mediante un solo tornillo que aprieta por testa y que va introduciendo la regla en forma de cuña.



Figura 609. — Mando del carro superior por medio de piñones cónicos y husillo inclinado.

El mando del carro superior o portaherramientas se ha dispuesto ya en muchos modelos en forma de ángulo (figs. 609 y 579). Se ha efectuado esta innovación para evitar que el pomo tropiece con la

base de la contrapunta cuando ésta trabaja muy junta al carro, lo que impide el giro del pomo y, por tanto, ofrece dificultades al trabajo. Con la nueva disposición el pomo se sitúa en el interior del hueco lateral de la contrapunta.

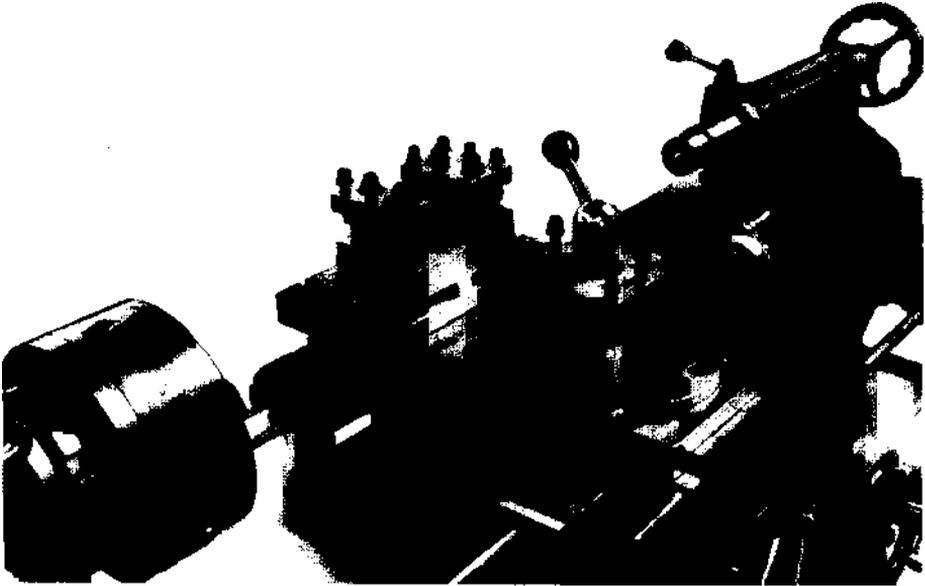


Figura 610. — Montaje de torretas posteriores sobre el carro transversal del torno de la figura 602.

El carro transversal ha de ser, siempre que sea posible, como el que usted vio en la figura 529 de la lección 17, ya que en un momento dado permite que pueda montarse un equipo de torretas u otro accesorio cualquiera, como por ejemplo, un copiador hidráulico (fig. 610).

En cuanto a la torreta portaherramientas delantera, en la actualidad se tiende a convertirla en semiautomática: con sólo aflojar la palanca la torre gira a una nueva posición; por consiguiente se apretará cada vez que haya de disponerse una nueva herramienta.

TABLERO DEL CARRO O DELANTAL

Usted ya estudió el principio y funcionamiento de este grupo en la lección 4. Con dicha explicación y sólo con algunas variantes en la

disposición de los mecanismos, transmisión de la barra de cilindrar al tablero, etc , podrá comprender fácilmente cualquier otro tipo de tablero.

Las innovaciones más sobresalientes de este conjunto en los tornos modernos de cilindrar y roscar consisten en el acoplamiento de, entre otros, los siguientes dispositivos:

- Mecanismo de seguridad que impide el que pueda embragarse simultáneamente el dispositivo de roscas y el del automático de cilindrar c el de refrentar.
- Como quiera que en el mecanismo del tornillo sin fin y corona o similares de tornos modernos se alcanzan elevadísimas velocidades, deben proveerse de una pequeña central de engrase, independiente del sistema general de la máquina, de forma que siempre puede garantizarse un perfecto funcionamiento del sistema de transmisión (fig. 579).
- Dispositivo de embrague para el retroceso rápido del carro. El mismo sistema de los automáticos tiene una variante que hace que pueda desplazarse el carro hacia atrás o hacia adelante con un desplazamiento rápido y automático.

CONTRAPUNTAS

Otros de los grupos afectados de modificaciones en los diseños de los modernos tornos paralelos es el de la contrapunta. Actualmente se tiende a reforzar los vastagos: dándoles un mayor diámetro se consigue una mayor resistencia en su trabajo de apoyo para las piezas y la seguridad de que pueda soportarla de mayor tamaño y peso.

Una de las innovaciones más sobresalientes es la presentada por la tantas veces citada marca «Cumbre», que proporciona a los vastagos un total apoyo en toda la longitud del cuerpo, independientemente de la posición más o menos salida que puede precisarse. Observe en las figuras 579 y 610 que el vastago sobresale por ambos extremos del cuerpo de la contrapunta. Cuando se desplaza hacia adelante en su total *carrera* el anillo (10) hace tope con la cara (11) del cuerpo, quedando el vastago completamente apoyado.

También hay que hacer resaltar la ventaja que representa el movimiento de desplazamiento rápido del vástago en los sentidos de su carrera, mediante el accionamiento de la palanca 9 Este desplazamiento permite evacuar las piezas mediante una maniobra rápida y fácil y, además, tener la seguridad de que todas las piezas quedan su-

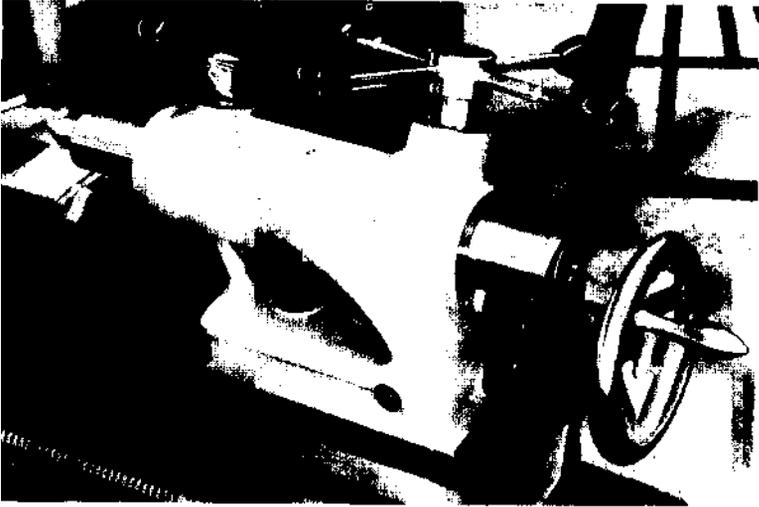


Figura 611. — Contrapunta múltiple CUMBRE. Accionamiento por husillo.

jetas entre los puntos de la misma presión, lo que constituye una seguridad más de conseguir la misma medida al torneear piezas en serie.

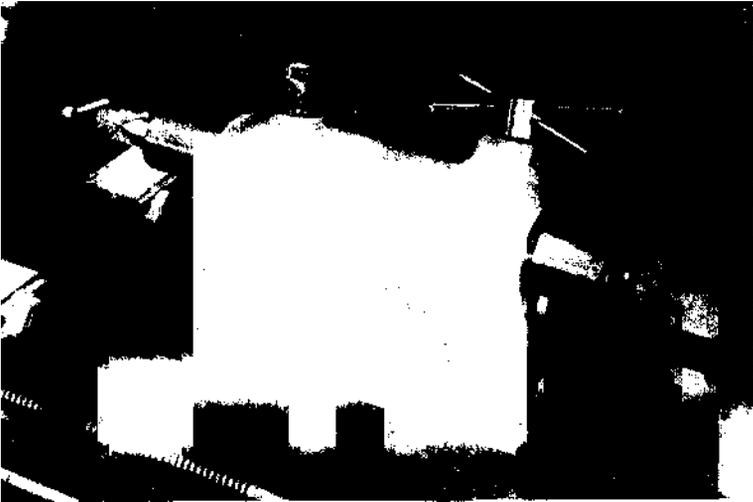


Figura 612. — Contrapunta múltiple CLUMBRE.. Accionamiento por manetón en cruz.

Esta carrera de desplazamiento rápido **puede regularse en longitud mediante** la tuerca 12.

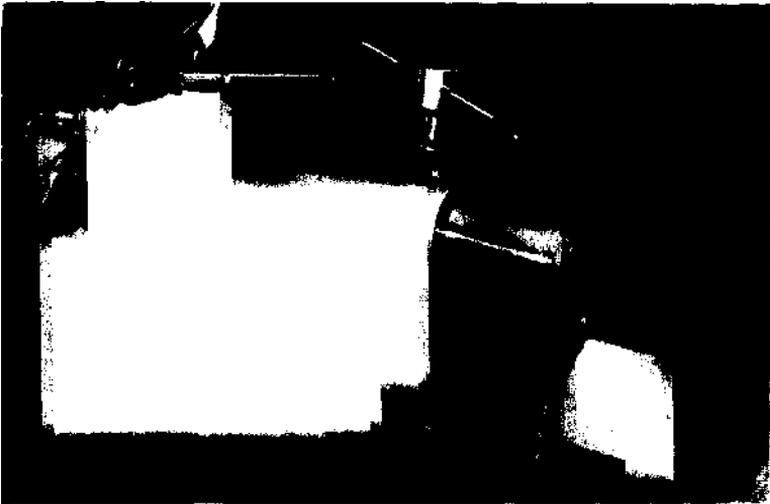


Figura 613. — Contrapunta múltiple CUMBRE. Accionamiento por manetón en cruz, con retroceso y recuperación rápida.

Vea en las figuras 611, 612 y 613 otro de los modelos de contrapunta de la misma marca, de múltiples utilidades para el trabajo en serie, pues puede accionarse según convenga y previo cambio de alguna pieza: por el sistema clásico de husillo y volante (611) con un manetón en cruz y cremallera interior, lo que proporciona una gran rapidez de maniobra (612), y también con manetón en cruz y resorte con tope, para el retroceso rápido y nueva puesta a punto (613). Igualmente en cualquier posición que se encuentre el vástago queda completamente guiado y apoyado en toda la longitud del cuerpo.

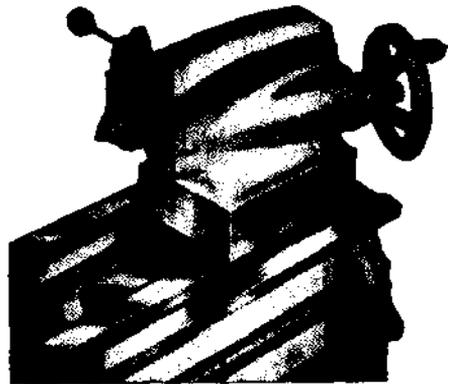


Figura 614. — Contrapunta del torno inglés KERRY'S.

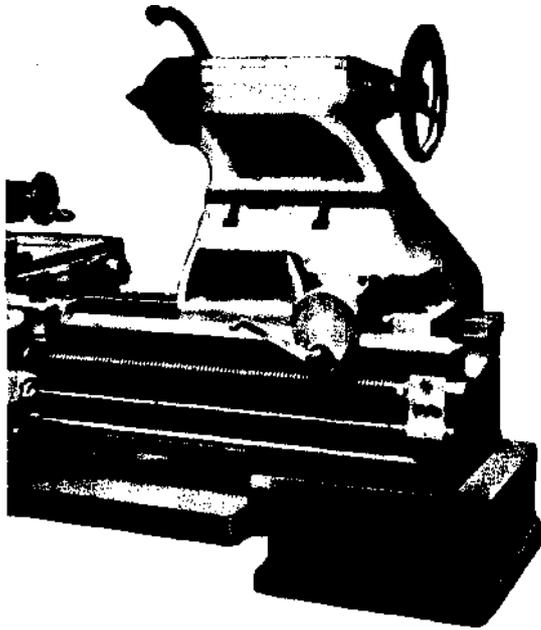


Figura 615. — Accionamiento por cremallera para el desplazamiento de la contrapunta sobre la bancada. Torno francés SCULFORT.

Otros sistemas de mando del vastago son los representados en la figura 614 y el de la figura 615; este último se utiliza para contrapuntas de tornos muy pesados. El mando, según puede observarse, se efectúa con una manivela que acciona un piñón que engrana con la cremallera.

GENERALIDADES

El desarrollo de las técnicas del mecanizado ha sido tal que, conforme vimos en la lección primera, ha sido preciso el ir diseñando nuevos modelos de tornos especiales en atención también a los diversos trabajos a ejecutar, cantidad de piezas iguales, etc. Así aparecieron los tornos revólver, automáticos, copiadores, de producción, etc., cuyo estudio efectuará usted en las próximas lecciones. No obstante, el torno paralelo para cilindrar y roscar continúa siendo la máquina universal por excelencia, de perfecta adaptación a toda clase de trabajos, más aún, con la gran cantidad de accesorios de que está provisto y además

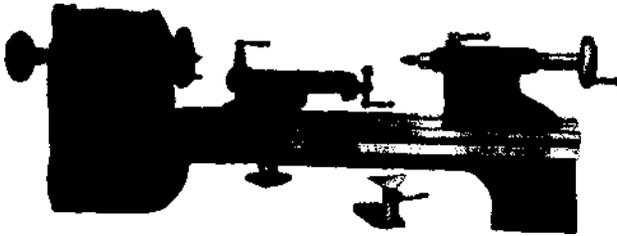


Figura 616. — Torno suizo de sobremesa, para utillaje, SCHAUBLIN. Altura de puntos = 102 mm ; distancia entre puntos = 425 mm

permite, sobre todo a la pequeña industria, disponer de una máquina capaz de hacerlo todo, ya que no todos los industriales pueden disponer de un cierto capital para la adquisición de una máquina más o menos especial, a la que quizá no podría proporcionarse una cantidad suficiente de trabajo para cubrir su amortización en un tiempo prudencial. Prueba de ello es que, a pesar de todo, continúan fabricándose tornos paralelos de todos los tamaños desde los más pequeños para relojeros, utillajes, etc. (figura 616) en los que para roscar debe adaptarse un dispositivo especial, hasta los mayores, como el de la figura 617.

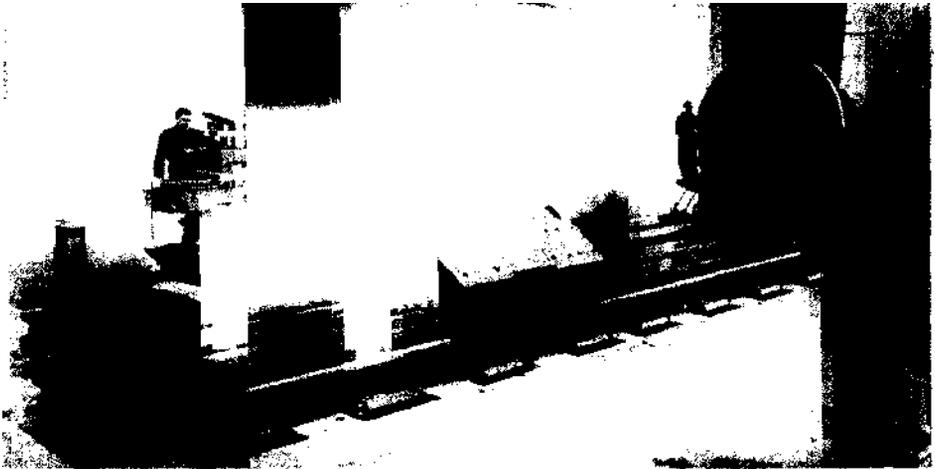


Figura 617. — Tomo paralelo francés de la casa SCHNEIÜER. Altura de puntos = 1.750 mm; distancia entre puntos 10 = metros.

ACCESORIOS DE LOS TORNOS PARALELOS

Ya hemos dicho que a fin de poder cubrir determinados trabajos que no justificaban la adquisición de una nueva máquina, los constructores de tornos han ido fabricando una serie de accesorios y dispositivos que, aplicados sobre el torno, han convertido a éste en la máquina más universal de todas las que componen un taller. A continuación veremos algunos de estos dispositivos, así como una breve reseña de su aplicación y empleo, a fin de poder dar una idea de las inmensas posibilidades del torno paralelo.

REPRODUCTOR HIDRÁULICO

El torneado de piezas de formas complejas adquirió tanta importancia y tal volumen, que se proyectó un dispositivo especial que por medio de una pieza de muestra permitiese el torneado de piezas iguales

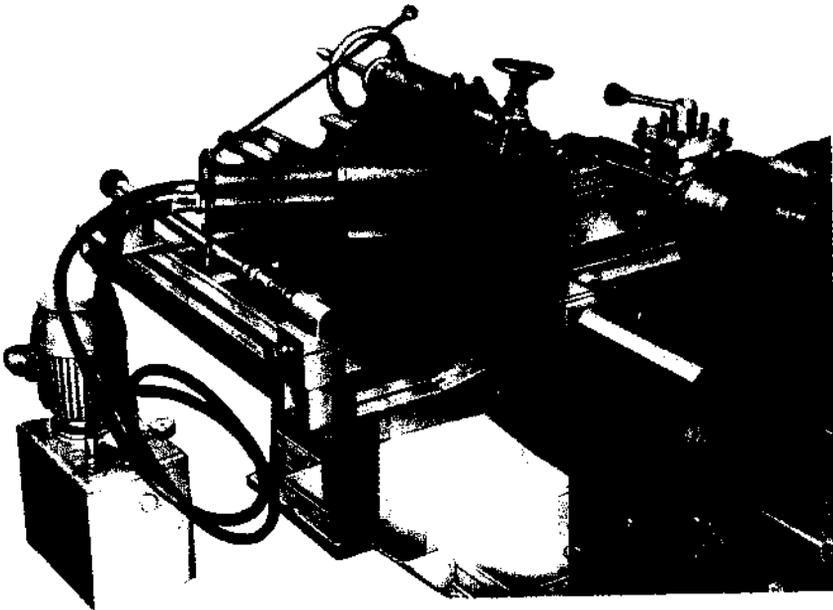


Figura 618. — Reproductor hidráulico CUMBRE, para el copiado longitudinal de de una pieza.

a la muestra con gran rapidez. Vea en la figura 618 un dispositivo de este tipo, cuyo estudio será objeto de una próxima lección.

Una variante del torneado de forma, la constituye el torneado cónico, el cual se efectúa con dispositivos como el de las figuras 364 y 564 (lecciones 10 y 17).

CONTRAPUNTAS ESPECIALES

El trabajo en serie en el torno paralelo de piezas cuya fabricación ideal tendría lugar en un torno revólver (del que no se dispone), ha hecho que se diseñaran contrapuntas, cuyo principio es idéntico a los carros del torno revólver (fig. 619). Observe que están dotadas de un pequeño cabezal portaherramientas (con capacidad para 6 herramien-



Figura 619. — Contrapunta con cabezal revólver. Accesorio de los tornos KERKY'S.



Figura 620. — Torno CUMBRE con equipo neumático para plato universal y contrapunta.

tas), el cual es accionado para su giro por un manetón en cruz, de manera que con un sencillo movimiento del manetón, el vastago retrocede haciendo saltar un mecanismo de trinquete que provoca un giro de 60° del cabezal, el cual presenta así una nueva herramienta dispuesta para actuar sobre la pieza, que suele ir fijada en platos como el de la figura 222 (lección 7.).

Otra variante aplicada a las contrapuntas, ha sido la de dotarlas de mando neumático, generalmente en los tornos que ya llevan este equipo para el plato universal, a fin de aprovechar la misma instalación y dotar a la contrapunta, sobre todo en operaciones cortas, de una gran facilidad de maniobras para fijar y retirar la pieza (fig. 620).

APARATO DE RECTIFICAR SOBRE TORNO

Las máquinas de rectificar son generalmente muy caras, por lo que su existencia en talleres de hasta media envergadura, no es todo lo corriente que fuera de desear. No obstante, esta operación está perfectamente resuelta con un aparato de rectificar con motor acoplado que puede montarse sobre el carro del torno (fig. 621) y cuyos acabados a muela quedan perfectamente. Dada su importancia, más adelante estudiará usted esta operación.

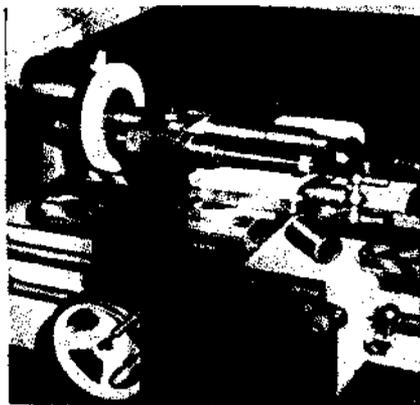


Figura 621. — Aparato de rectificar sobre torno. Accesorios KERRY'S.

TOPES MICROMETRICOS

Ya estudió usted este accesorio en la lección 10 En la figura 622 hemos reproducido un dispositivo de este tipo cuyos topes tienen regulación micrométrica y con la que pueden lograrse todas las tolerancias. Observe también en la misma figura un indicador de coincidencias en el cual la tabla de piñones y divisiones va incorporada al dispositivo.

APARATO DE FRESAR Y DIVIDIR

Este aparato (fig. 623) permite ejecutar en el torno operaciones de fresado y tallado de engranajes. Según el dispositivo, la pieza y la fresa



Figura 622. — Tope micrométrico e indicador de coincidencias. Accesorios CAZENEUVE

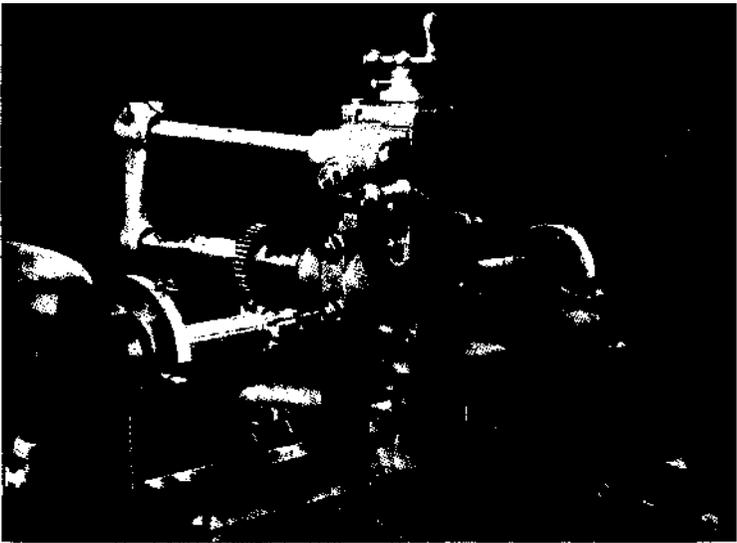


Figura 623. — Dispositivo para fresar y dividir. Accesorio de los tornos ingleses HARRISON.

pueden fijarse, bien como lo están en el grabado, o bien cambiados, es decir, la pieza entre puntos y la fresa en el dispositivo, aunque en este caso el dispositivo lleva acoplado un motor eléctrico y el aparato divisor se coloca de forma que ataque, al eje principal que es el que arrastra a la pieza (figura 624). Esta operación ya no se presenta tan frecuentemente-incluimos, no obstante, estas ilustraciones como orientación, ya que por fabricarse también en España puede encontrárselos en cualquier ocasión.

APARATO DE TORNEADO ESFÉRICO

Aunque el torneado de esferas es un trabajo relativamente especial, puede presentarse el caso de que tenga que efectuarlo en algunas ocasiones. Puede decirse que un dispositivo como el de la figura 625, o similar, para el torneado de esferas casi completas, casi supera en rendimiento al copiador hidráulico, ya que en éste, al atacar la herramienta siempre perpendicular al eje entre puntos, se presentan ciertas dificultades cuando se resigue la bola completa, lo que obliga a la necesidad de una punta muy pronunciada que se rompe frecuentemente. Colocando el mencionado

dispositivo en el lugar de la torre portaherramientas puede tornearse cualquier esfera, pues, en el micrómetro que se ve en la fig. puede regularse el radio. El avance se efectúa a mano, mediante la palanca de la derecha, con lo cual se hace girar el carrito completo, consiguiendo así una forma perfecta- Este dispositivo puede incluso improvisarse con el mismo carro superior del torno, aflojando las tuercas que lo fijan sobre el carro transversal y haciéndolo pivotar sobre el botón de centraje. El pomo del carro, todo él retirado hacia atrás, puede utilizarse al mismo tiempo como ordenador de la profundidad de pasada (por el micrómetro) y como palanca para hacer el avance a mano.



Figura 624. —Dispositivo de dividir acoplado al eje principal de un torno HARRISON.

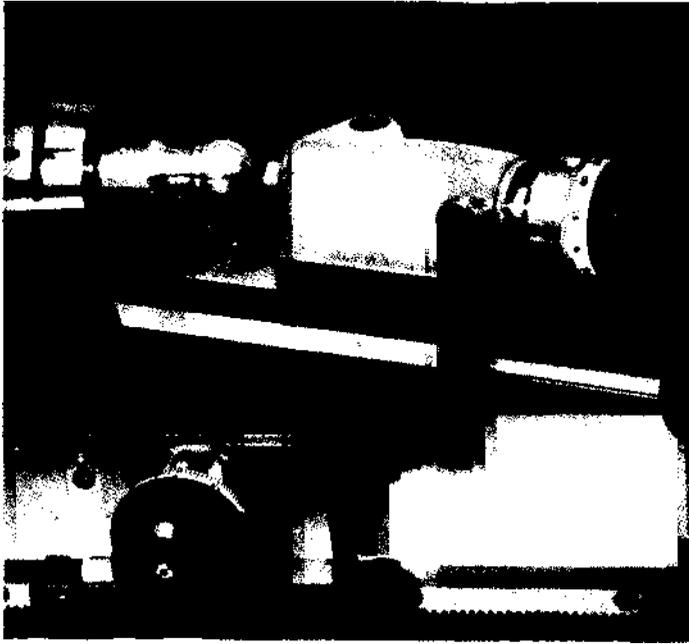


Figura 625. — Aparato para tornear esferas. Accesorio de los tomos *ingleses HARDINGE*.

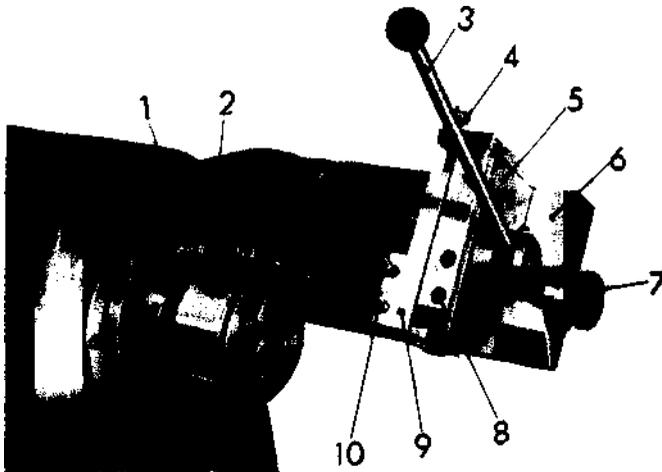
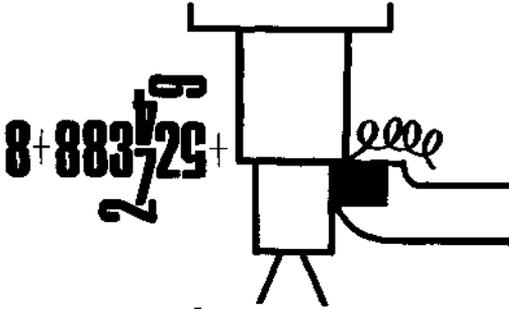


Figura 626. — Dispositivo para refrentar y tronzar. Tornos franceses *CRI-DAN*.
1, Plato porta-pieza. — **2,** Tornillos de fijación del dispositivo al cabezal. — **3,** Palanca de accionamiento. — **4,** Tornillo regulación profundidad del portaherramientas. — **5,** Torre portaherramientas. — **6,** Base de apoyo para la torre. — **7,** Pomo de regulación de la torre respecto del plato. — **8,** Tornillos de fijación de la torre a la base de apoyo. — **9,** Portaherramientas. — **10,** Tornillos fijación herramientas.

APARATO DE TRONZAR Y REFRENTAR

Tiene gran aplicación para trabajos en serie. Para su utilización debe, claro está, disponerse un tope frontal en la contrapunta, de forma que el extremo de la barra sirva como superficie de referencia para la cara a tronzar. El accionamiento es por cremallera; se efectúa, pues, a mano y en forma rápida, pudiéndose regular la posición de toda la torre portaherramientas respecto a la cara frontal del plato para operaciones de refrentado (fig. 626).

No estudiamos ahora otros accesorios más corrientes, como barras de topes, torres portaherramientas posteriores, platos y puntos especiales, etcétera, puesto que usted ya los ha visto con anterioridad en las lecciones 6, 7, 8 y 10.



MATEMÁTICAS PARA EL TORNERO

LECCIÓN 19

RAZONES TRIGONOMÉTRICAS

En la lección 17, al definir las líneas trigonométricas y ver cómo la longitud de éstas depende del valor del ángulo, no se tuvo en cuenta la longitud del radio de la circunferencia. Sin embargo, la longitud de las líneas trigonométricas es variable para un mismo ángulo si varía el radio de la circunferencia en que se consideran, como puede fácilmente apreciarse en la figura 104, en la que puede verse cómo para el mismo ángulo alfa en la circunferencia interior el **seno MN** es menor que el **seno M'N'** en la circunferencia exterior; lo mismo sucede con los **cosenos ON** y **ON'** y con las **tangentes AT** y **A'T'**. No se han dibujado en la figura las cotangentes, secantes y cosecantes para no complicar el dibujo, pero se comprende sin esfuerzo que lo mismo sucede con ellas.

Para evitar el inconveniente que se presentaría en el cálculo, en caso de utilizar las distintas longitudes de las líneas trigonométricas en circunferencias de distinto radio como representativas del mismo ángulo, en lugar de tales longitudes se toman como valores del seno, coseno, tangente, cotangente, secante y cosecante, los cocientes de dividir las longitudes de las líneas trigonométricas por la longitud del radio de la circunferencia correspondiente.

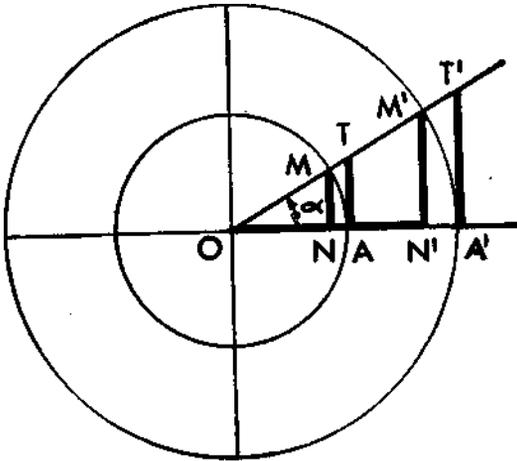


Figura 104

Los valores así logrados para el seno, coseno, tangente, cotangente, secante y cosecante se llaman **razones trigonométricas** y son únicos para cada ángulo, independientemente del valor del radio, como va usted a ver, por ejemplo, con los valores del seno y el coseno.

-Usted sabrá que.

Se dice de dos triángulos que son **semejantes** cuando a cada uno de los elementos de cada uno de ellos corresponde otro del segundo, siendo los lados proporcionales en el mismo orden y los ángulos iguales. Compruebe usted que de acuerdo con esta definición, los dos triángulos de la figura 105 son semejantes.

De los lados y ángulos de dos triángulos semejantes se dice que son homólogos.



Figura 105

En la figura 104, el valor del seno del ángulo α como razón trigonométrica sería, en la circunferencia interior, el resultado de dividir la longitud **MN** por la longitud del radio **OM** y en la circunferencia exterior el resultado de dividir la longitud **M' N'** por el radio **OM'**, pero estos dos cocientes son iguales, ya que como puede ver en la figura los triángulos **OMN** y **OM'N'** son semejantes y como consecuencia sus lados homólogos proporcionales por lo que pueden establecerse las igualdades siguientes:

$$\frac{\text{MN}}{\text{OM}} = \frac{\text{M'N'}}{\text{OM'}} \quad \text{seno del ángulo } \alpha = \frac{\text{seno (línea trigonométrica)}}{\text{radio}}$$

lo mismo puede aplicarse al valor del coseno, en el que se tendrán:

$$\frac{\text{ON}}{\text{OM}} = \frac{\text{ON'}}{\text{OM'}} \quad \text{coseno del ángulo } \alpha = \frac{\text{coseno (línea trigonométrica)}}{\text{radio}}$$

y la tangente en la que se tiene:

$$\frac{\text{AT}}{\text{OA}} = \frac{\text{A'T'}}{\text{OA'}} \quad \text{tangente del ángulo } \alpha = \frac{\text{tangente (línea trigonométrica)}}{\text{radio}}$$

y esto se cumple cualquiera que sea los valores de los radios de las circunferencias que se consideran.

Visto este concepto de razones trigonométricas, considere usted ahora estas razones en una circunferencia cuyo radio tenga una **longitud unidad**.

Se tiene entonces que las longitudes de las líneas trigonométricas tienen un valor numérico igual a las razones trigonométricas correspondientes ya que se tendría:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Razones trigonométricas} \\ \text{Seno de } \alpha = \frac{\text{Seno de } \alpha \text{ (línea con radio 1)}}{1} = \text{Seno de } \alpha \\ \text{Coseno de } \alpha = \frac{\text{Coseno de } \alpha \text{ (línea con radio 1)}}{1} = \text{Coseno de } \alpha \end{array} \right\} \text{Líneas trigonométricas en circunferencia del radio 1}$$

Razones trigonométricas	Tangente de α (línea con radio 1)	$\text{Tang. de } \alpha = \frac{\quad}{1} = \text{tang. de } \alpha$	Líneas trigonométricas en circunferencia del radio 1
	Cotang. de α (línea con radio 1)	$\text{Cotang. de } \alpha = \frac{\quad}{1} = \text{Cotang. de } \alpha$	
	Secante de α (línea con radio 1)	$\text{Secante de } \alpha = \frac{\quad}{1} = \text{Secante de } \alpha$	
	Cosecante de α (línea con radio 1)	$\text{Cosec. de } \alpha = \frac{\quad}{1} = \text{Cosec. de } \alpha$	

De ahora en adelante al tratar del seno, el coseno, la tangente, la cotangente, la secante o la cosecante, estas palabras indicarán precisamente las razones trigonométricas y si se trata de la circunferencia en que se estudian las líneas, ésta se considerará como una circunferencia de radio unidad en la cual precisamente, como se acaba de ver, las longitudes de las líneas trigonométricas coinciden con el valor de las razones trigonométricas,

ESCRITURA ABREVIADA DE LAS RAZONES TRIGONOMÉTRICAS

Para simplificar la escritura de las fórmulas matemáticas en las que intervienen valores de razones trigonométricas de un ángulo se emplean unas abreviaturas de las mismas que son las siguientes:

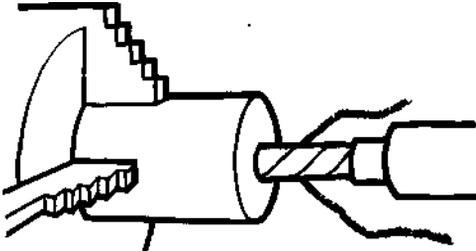
- Senodelángulo α , se escribe: **sen α**
- Cosenodelángulo α , se escribe: **cos α**
- Tangentedelángulo α , se escribe: **tg α**
- Cotangedelángulo α , se escribe: **cotg α**
- Secantedelángulo α , se escribe: **sec α**
- Cosecantedelángulo α , se escribe: **cosec α**

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 20



TÉCNICA DEL TORNEADO

LECCION 20

NOTA. — *Dada la extensión de la presente lección y con el fin de no recargarle a Vd. en el estudio, no va en este envío la lección de PRÁCTICA DEL TORNEADO.*

TORNOS COPIADORES

Aunque, según estudió Ud. en la lección 1, hay un tipo especial de tornos que reciben este nombre, también suele aplicarse corrientemente a toda clase de tornos, incluso automáticos, a los que se haya acoplado un dispositivo especial como el de la figura 30 de la citada lección 1.^a u otro similar.

Destacaremos que en la familia de los tornos paralelos donde los procedimientos de copiado, mediante acoplamiento de los correspondientes dispositivos, se han desarrollado más ampliamente y, en consecuencia, definiremos como torno copiator a todo el que, por su especial diseño o por permitirlo algún dispositivo acoplado, efectúa un trabajo de torneado para el cual el perfil o recorrido de la punta de la herramienta es ordenado por un mecanismo que reproduce un perfil determinado de una pieza plantilla o patrón.

Desde un punto de vista funcional cabe considerarlos como pertenecientes a la categoría de tornos semiautomáticos, por el hecho de que una vez montada la pieza y puesta en marcha la máquina se efectúa el arranque de viruta mediante una herramienta que se desplaza automáticamente siguiendo un perfil impuesto por una pieza patrón, perfil que puede ser, muy

variado y en muchos casos, el resultado o combinación de dos movimientos distintos (longitudinal y transversal), por lo que pueden conseguirse con más o menos dificultades, piezas de cualquier forma o perfil.

Dicho de otra manera: la herramienta arranca constantemente material de la pieza en rotación, sin separarse de la misma, iniciando el torneado por la derecha y siguiendo hacia la izquierda hasta completar la carrera útil de trabajo.

El estudio del principio, funcionamiento y manejo de estos tornos y dispositivos de copiado nos ocupará toda esta lección; no obstante, antes debemos señalar una diferencia entre el torneado de forma y el torneado por copiado o reproducción.

TORNEADO DE FORMA Y TORNEADO POR REPRODUCCIÓN

El torno paralelo, tal como Ud. ya ha estudiado en las primeras lecciones, está concebido inicialmente para tornear con facilidad las superficies cilíndricas (avance longitudinal) y las superficies planas (avance transversal).

Pueden, no obstante, lograrse otras superficies cuya generatriz sea oblicua o curvilínea y que se llaman de **forma**. Que se obtengan mediante uno de los tipos de avance mencionados o bien con una combinación automática de ambos, determina que sean un torneado de forma o torneado por reproducción, respectivamente.

PRINCIPIO

La punta o arista de corte de la herramienta debe alcanzar todos los puntos de la generatriz.

Se llama **torneado de forma** cuando la arista de corte de la herramienta tiene la forma de la generatriz a conseguir. La herramienta penetra en la pieza (penetración normal) hasta una posición determinada, en la que podríamos decir que su arista se confunde con la generatriz de la pieza (fig. 627).

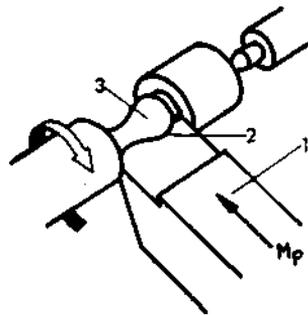


Figura 627. — Torneado de forma. — 1, Herramienta de forma. — 2, arista de corte. — 3, Forma producida. — Mp, Penetración

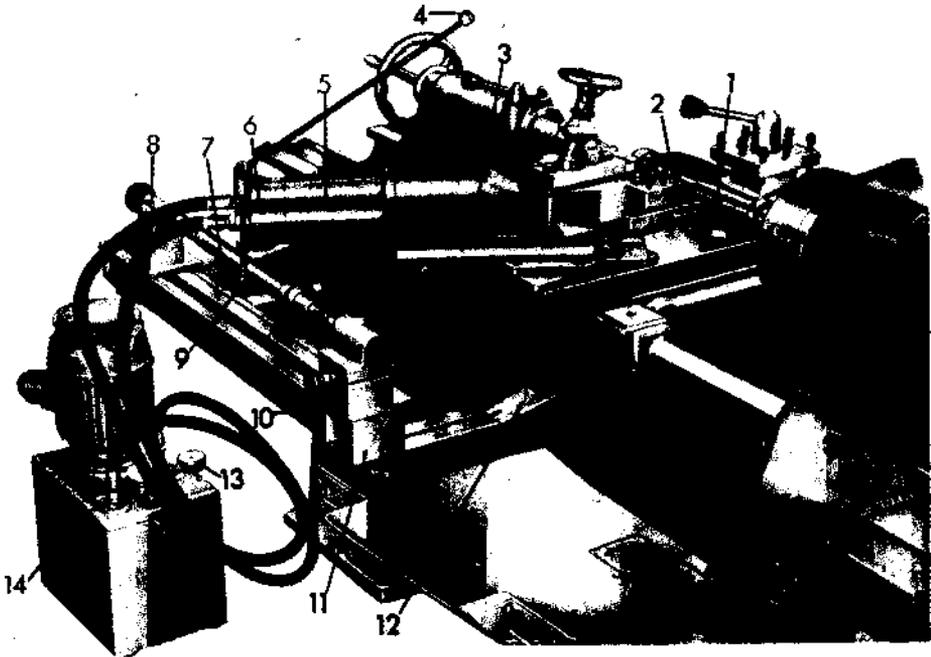


Figura 628. — Dispositivo hidráulico CUMBRE para el copiado longitudinal, aplicado en torno de la figura 602 de la lección 19. — 1, Pieza a mecanizar. — 2, Herramienta. — 3, Carro de desplazamiento hidráulico según el perfil seguido por el palpador. — 4, Palanca de mando del dispositivo copiado. — 5, Cilindro del copiado. — 6, Mecanismo de distribución hidráulica. — 7, Pieza patrón. — 8, Contrapunto con regulación micrométrica en sentido transversal. — 9, Palpador que sigue el perfil de la pieza patrón. — 10, Contrapunto con regulación micrométrica en sentido transversal. — 11, Traviesa de apoyo para los contrapuntos. — 12, Brazos de soporte para el porta-patrones. — 13, Manómetro para control de la presión del trabajo. — 14, Motor, bomba y depósito para accionamiento hidráulico.

Es un **torneado por reproducción** cuando la punta de la herramienta sigue un perfil determinado, con una trayectoria que le comunica un dispositivo que lo reproduce conforme a la generatriz de una pieza patrón (figura 628).

Un caso especial lo constituye el torneado cónico, que podría clasificarse de las dos formas distintas, según se efectúe la penetración directa (figura 365, lección 10) o bien con aparato reproductor (figuras 363 y 564 envío 10 y 18).

TRABAJO CON HERRAMIENTA DE FORMA

La herramienta de forma trabaja en profundidad, con penetración normal sobre el material. Corta, tal como hemos visto, toda la longitud de la arista y ésta debe, en todo momento, presentar una orientación paralela a la de la generatriz a producir.

Pueden efectuarse trabajos con herramientas de forma en toda clase de superficies exteriores e interiores (fig. 629) aunque podríamos establecer dos tipos diferentes en esta clase de trabajos, según el perfil que tomen:

Perfiles pequeños normalizados, tales como son las ranuras de salida de rosca, ranuras para las salidas de muela en el rectificado, etc, y en general, toda clase de ranuras en superficies exteriores e interiores (fig. 98 lecc. 3). También pueden ser formas esféricas, cóncavas o convexas y radios para unir superficies cilíndricas con superficies planas.

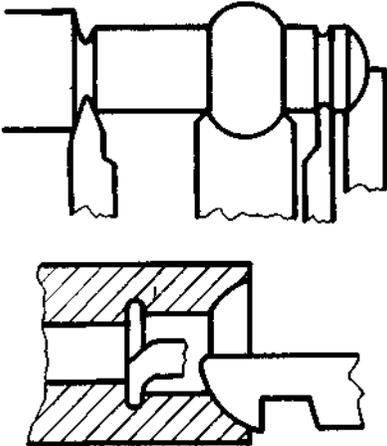


Figura 629. — Torneado de forma con perfiles normalizados en superficies exterior e interior.

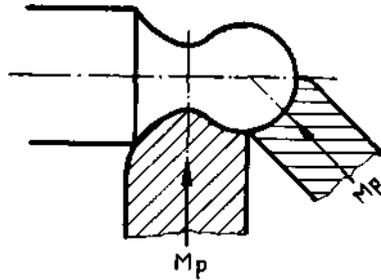


Figura 630. — Torneado de forma con dos herramientas a fin de reducir la longitud de la arista de corte.

En ambos casos el empleo de herramientas de forma para esta clase de operaciones resulta muy económico.

Perfiles de forma cualquiera. Pueden estos perfiles ser de la forma más compleja que se quiera y son en general una combinación de los perfiles normalizados (fig. 417 lección 11). Constituye, de todas formas, una limitación de longitud de la ge-

neratriz, quedando ésta limitada a unos 10 a 25 mm según el tipo de torno, ya que este tipo de trabajo, debido a la longitud de la arista de corte, produce vibraciones, por lo que a veces, suelen prepararse dos herramientas para una misma forma (fig. 630).

El avance de penetración suele hacerse a mano y es del orden de aproximadamente 0,05 a 0,10 mm, En caso de que pueda hacerse de modo automático, el valor del avance será también de 0,10 mm.

TRABAJO DE REPRODUCCIÓN

Lo hemos definido diciendo que tiene lugar cuando la punta de la herramienta sigue un perfil determinado con una trayectoria ordenada por un dispositivo especial.

En realidad, este perfil es una combinación de dos movimientos. El primero es el que desplaza el carro portaherramientas en una dirección paralela o perpendicular al eje (según el reproducido se efectúe cilindrando o refrentando). El segundo, obedece a un reproductor cuya dirección se establece según la generatriz a reproducir.

Este segundo movimiento o desplazamiento puede tener lugar, con respecto al eje principal, en dos direcciones distintas:

Perpendicular al eje principal, tal como pudo observar en la figura 363 de la lección 10 (movimiento MT). Esta posición es generalmente la que se adopta para la reproducción de conos.

Inclinado de 30 a 60 grados respecto del eje principal. En esta posición se fijan los reproductores o copiadores hidráulicos sobre torno, como tendrá ocasión de estudiar más adelante.

También este segundo desplazamiento puede tener lugar según un arco de círculo. Tal es el caso del torneado de formas esféricas exteriores e interiores y para el cual se utiliza el **llamado sistema de reproducción por biela**.

En los dos primeros casos y mediante la combinación de los dos movimientos, pueden tornearse formas muy complejas, aún cuando, como ya veremos, según la forma a mecanizar siempre debe escogerse la posición más conveniente de manera que también la herramienta tenga la posición más apropiada.

El tercer sistema de **reproducción por biela**, solamente se utiliza para formas esféricas.

En todos los casos no obstante ha de verificarse que: **Trayectoria de la herramienta = Generatriz de la pieza.**

TIPOS DE APARATOS REPRODUCTORES

Aunque el dispositivo más corriente y utilizado es el de reproducción hidráulica y, por este motivo, será el que estudiaremos más extensamente los tipos de aparatos reproductores pueden ser mecánicos, electromecánicos, hidráulicos y electrónicos.

EL COPIADOR MECÁNICO. INCONVENIENTES

Antes sólo se utilizaba el sistema mecánico. La unión entre el palpador y la herramienta es realizada directamente o por mecanismos muy simples. Los esfuerzos ejercidos sobre la herramienta se transmiten íntegramente al palpador (fig. 631). Esto provoca inevitablemente ya un desplazamiento del palpador, con respecto a la plantilla (aunque se ponga mucho cuidado en reducir juegos y aumentar la rigidez de la unión), ya una deformación y un desgaste de la plantilla.

Aún hoy día, como es natural, puede utilizarse la sencilla disposición de la figura 631 para unos determinados trabajos. Para ello, basta con desacoplar el mecanismo husillo-tuerca del carro transversal y montarse un par de muelles de tracción en la parte posterior, de forma que tiendan siempre a apretar la punta del palpador contra la pieza patrón. Puede Ud. deducir fácilmente, cómo se producen los inconvenientes apuntados. Los muelles deben tirar con suficiente fuerza para aguantar el esfuerzo de corte de la herramienta, pero al propio tiempo este mismo esfuerzo lo hace también el palpador sobre la pieza patrón.

Presenta, además, el inconveniente de no poderse efectuar escalones, ya que la herramienta y el palpador hacen el mismo recorrido y su desplazamiento es ordenado por el carro longitudinal, siendo imposible que el palpador y la herramienta retrocedan una determinada medida en una sola vuelta o revolución, por lo que sólo pueden tomarse perfiles suaves.

Este inconveniente anotado de la excesiva presión del palpador sobre la **pieza patrón, hacía que el torneado de copiado no** tuviese demasiada precisión. La solución había de consistir, pues en que la presión ejercida **por el palpador sobre el patrón fuera mínima para lograr** una mayor fidelidad en el copiado, pero para ello esta presión debía independizarse del esfuerzo aplicado sobre la herramienta.

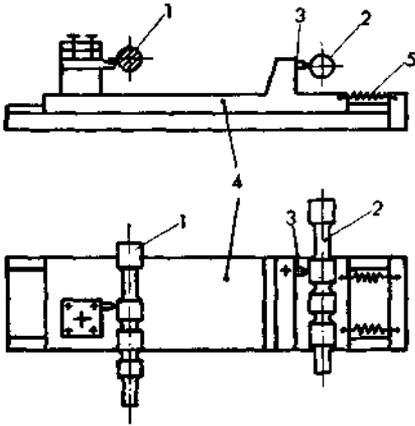


Figura 631. — Representación esquemática del carro transversal dispuesto para el copiado mecánico. 1, Pieza mecanizada. — 2, Pieza patrón. — 3, Palpador. — 4, Carro transversal. 5, Muelles de tracción

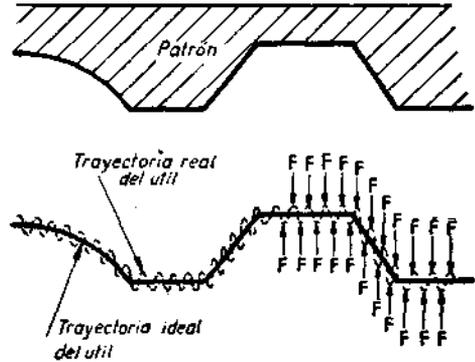


Figura 632. — Fuerza ejercida para mantener el útil sobre la trayectoria ideal

PRINCIPIO DEL COPIADO CON MANDO INDEPENDIENTE PARA PALPADOR ÚTIL

Este problema se resolvió con el empleo de servo-motores que permiten mandar los desplazamientos de la herramienta teniendo en cuenta las indicaciones del palpador, absorbiendo éste solamente una cantidad de energía despreciable.

La particularidad del copiado es la de hacer intervenir constantemente inversiones en el sentido de la marcha. Se trata, en efecto, de imponer una trayectoria determinada a un órgano móvil. El aparato ha de suministrar entonces una fuerza que devuelva automáticamente el móvil sobre su trayectoria cuando se aparta y que, por consiguiente, se invierta cada vez que se desvía de la trayectoria ideal (fig. 632). Esta trayectoria real es tanto más parecida a la ideal cuanto más suavidad tiene el dispositivo y menor es la presión ejercida por el palpador.

Los motores de mando de los dispositivos de copiar han de ser capaces de cambiar de sentido de marcha muy rápida y frecuentemente.

Por otro lado, es siempre difícil convertir mecánicamente un movimiento de rotación en un movimiento de traslación. El empleo de motores rotativos para el copiado exige entonces unos dispositivos especiales.

En todos los casos y utilizando cualquier tipo de dispositivo, la unión entre el palpador y la herramienta de copiado debe satisfacer dos condiciones aparentemente contradictorias:

1.º Todo desplazamiento del palpador ha de comunicar a la herramienta un desplazamiento de la misma amplitud.

2.º Una presión extremadamente pequeña ejercida sobre el palpador permitirá vencer a la herramienta una resistencia muy importante.

LOS SERVO-MOTORES ELECTRO-MECÁNICOS

Los constructores que adoptan para sus aparatos copiadorez motores eléctricos, por consiguiente, rotativos, transforman el movimiento del motor por medio de una tuerca montada sobre un tornillo (fig. 633). El útil de copiado sobre una torreta es solidario de la tuerca (recuerde Ud. el mecanismo del carro transversal). Como no es posible imponer al motor eléctrico cambios muy frecuentes en el sentido de la marcha, se interpone generalmente, entre el motor y el tornillo (husillo), un embrague doble permitiendo hacer girar el husillo en ambos sentidos, por medio de uno u otro de los dos árboles auxiliares arrastrados por el motor.

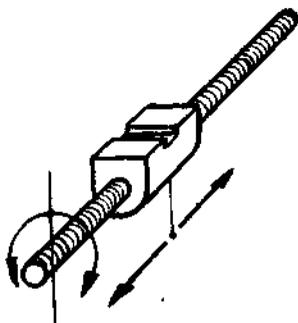


Figura 633. — Transformación del movimiento de rotación en movimiento rectilíneo.

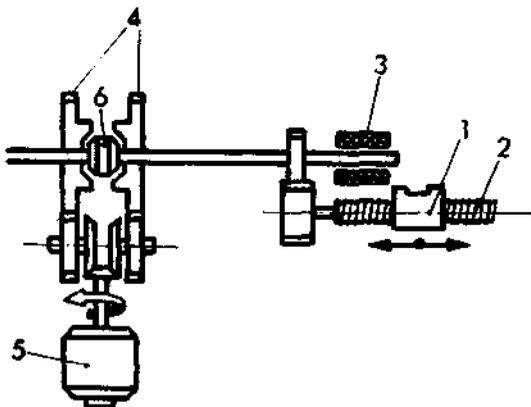


Figura 634. — Esquema del servo-motor electromecánico de mando magnético para la inversión del sentido de marcha. — 1, Tuerca mando carro portátil. — 3, Electroimán. — 4, Embrague doble. — 5, Motor. — 6, Cono de embrague. — Según el cono de embrague se acople a uno u otro lado del husillo, (2) girará en uno u otro sentido.

Se obtiene así un servo-motor electromecánico donde el acoplamiento de cada uno de los dos embragues es realizado por un dispositivo magnético (figura 634).

LOS SERVO-MOTORES HIDRÁULICOS

El motor hidráulico se compone esencialmente de un cilindro en el cual un émbolo o pistón se desplaza bajo la acción de una presión de aceite. Las dos cámaras del cilindro, la una en una parte y la otra en la otra del émbolo, están alimentadas por una bomba sumergida o unida a un depósito; esta bomba debe tener un caudal suficiente para asegurar el rellenado rápido de las cámaras durante el desplazamiento del émbolo y su construcción ha de permitirle soportar presiones del mismo orden que las que se ejercen en el cilindro.

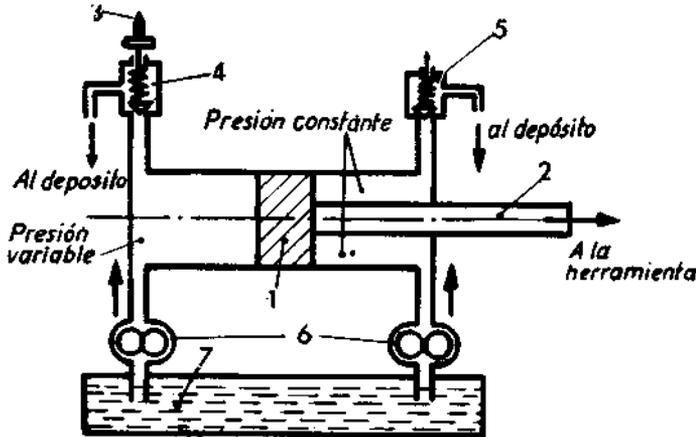


Figura 635. — Representación esquemática de un servo-motor hidráulico. — 1, Émbolo o pistón. — 2, Barra de accionamiento del carro portátiles (3 de la fig. 628). — 3, Palpador. — 4 y 5, Válvulas de regulación. — 6, Bombas de alimentación. — 7, Depósito de aceite. — La acción del aceite hace desplazar al Émbolo y por tanto a un carro que le es solidario y sobre el cual se apoya la torre portaherramientas. El palpador en sus desplazamientos abre y cierra una válvula que produce variaciones de presión en la cámara posterior y que al ser mayor o menor que la constante de la otra cámara, hace desplazar al émbolo.

Para provocar los desplazamientos del émbolo o pistón hidráulico, es suficiente crear una diferencia de presión sobre las dos caras del mismo (fig. 635) modificando la apertura de las válvulas que comunican el cilindro con la bomba.

La herramienta de copiado es aquí solidaria del émbolo de mando y no es necesario, como en la solución anterior, prever dispositivos intermedios para transformar el movimiento de rotación en movimiento de traslación. Además, la marcha del aparato hidráulico es continua, lo que significa que la velocidad de traslación es variable según la apertura de las válvulas 4 y 5, mientras que en los aparatos eletro-mecánicos funcionan sin términos medios, todo o nada, para decirlo gráficamente.

PALPADORES

Vista la primera condición que ha de reunir la correspondencia entre los desplazamientos de palpador y los de la herramienta, puede deducirse la importancia de los estudios que se han dedicado a este punto.

- Se adopta generalmente la solución siguiente:

El palpador (9 en la figura 628) está montado en un dispositivo capaz de muy ligeros desplazamientos en relación a su soporte; éste, por su parte, es solidario del portaherramientas del copiator; la herramienta reproduce, pues, exactamente los desplazamientos del copiator.

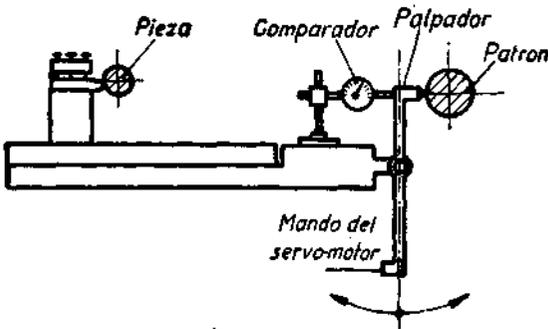


Figura 636. — Dispositivo para la medida de los desplazamientos del palpador.

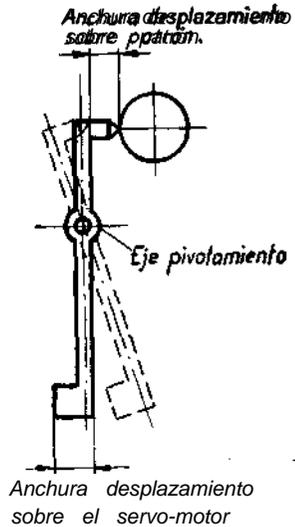


Figura 637. — Disposición del eje de oscilación de un palpador, permitiendo la amplificación de la información al servo-motor.

Con este procedimiento se ha logrado, además, un medio muy simple para medir la fidelidad del aparato ya que la precisión dada por la herramienta se deduce exactamente de los desplazamientos del palpador en relación a su posición normal; un comparador fijado sobre el soporte con su palpador en contacto con el palpador del copiador indica los errores de la herramienta (figura 636).

La solución más corriente consiste, pues, en hacer oscilar el palpador alrededor de un eje montado sobre el soporte y hacerlo sobre uno o dos rodamientos. Esta solución permite amplificar los desplazamientos del palpador, de forma que se dispone de una mayor carrera para el mando del servo-motor (fig. 637).

DISPOSITIVOS PARA COPIADO. — DESCRIPCIÓN Y ESTUDIO

A fin de ir familiarizándose con los términos propios de esta especialidad y también con el objeto de hacer un más completo estudio del principio hidráulico que rige el funcionamiento de estos aparatos, estudiaremos ahora el detalle de los mismos. Ya hemos dicho al principio que lo más normal no será que el tornero se encuentre con un torno copiador, sino más bien con un dispositivo copiador instalado sobre un torno paralelo corriente. Hay muchos tornos copiadores, claro está, pero son contadas las industrias que pueden tener una máquina especial de este tipo, siendo más corriente acoplar un dispositivo copiador sobre un torno cualquiera, el cual pueden dedicarlo a toda clase de trabajos, aunque lleve montado el aparato copiador y hasta con la particularidad, en la mayoría de los casos, de estar dispuestos de forma que puedan montarse y desmontarse fácilmente.

Tanto en el caso de torno especial como en el más sencillo de dispositivo sobre torno, la solución hidráulica es la más corriente y utilizada.

LA SOLUCIÓN HIDRÁULICA

Los aparatos copiadores hidráulicos se componen de dos partes esenciales: **parte detectora de perfil y parte motriz.**

El accionamiento de las válvulas de distribución para la circulación del aceite no exige al palpador más que desplazamientos pequeños y esfuerzos mínimos. Es por esto que la mayoría de estos aparatos hidráulicos llevan palpadores mecánicos en combinación directa con las válvulas de admisión y de escape.

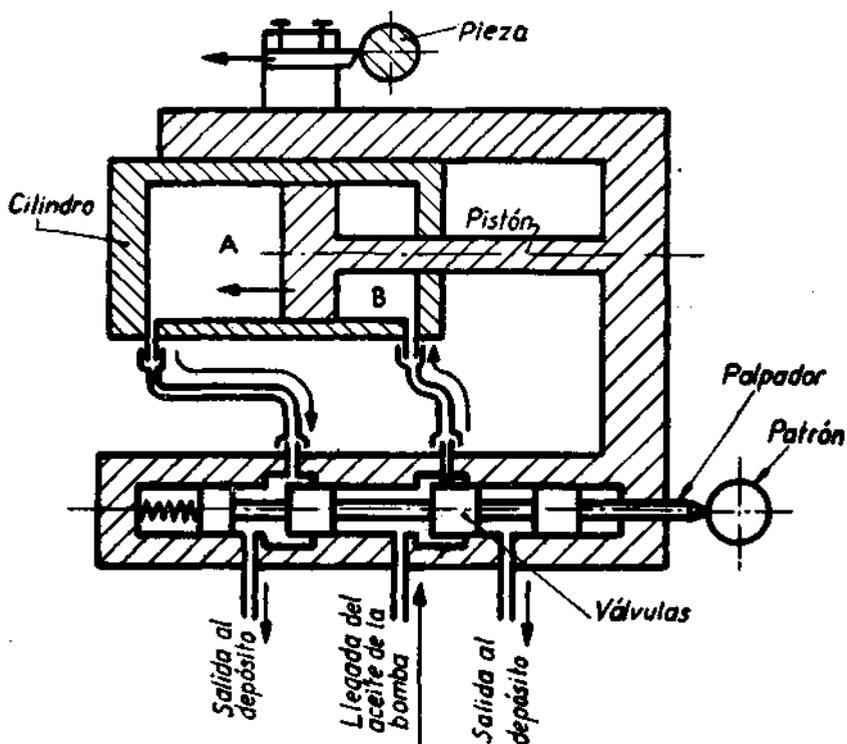


Figura 638. — Esquema del principio de un dispositivo de copiado con mando hidráulico. El aceite va llenando la cámara B y empuja, por tanto, el émbolo o pistón hacia atrás, lo que haría retroceder la herramienta, que efectuaría un escalón hacia atrás. El aceite de la cámara A. vuelve al depósito.

Dicho de otra manera: el soporte del palpador está constituido por el conjunto de las canalizaciones en las cuales se desplazan las válvulas. Este conjunto es solidario al émbolo del aparato hidráulico. Si el palpador es solidario a las válvulas (fig. 638) todo desplazamiento del émbolo y, por consiguiente, de la herramienta con relación a la pieza mecanizada, provocará un desplazamiento comparable al del palpador con respecto a la plantilla o pieza patrón.

La fidelidad del aparato copiado dependerá de la amplitud de los movimientos del palpador y de las válvulas en su posición de equilibrio. Es evidente que para obtener un movimiento del émbolo, es preciso crear en el cilindro un desequilibrio, es decir, aumentar la presión en un lado del émbolo y, al mismo tiempo, disminuirla en el otro; este desequilibrio corresponderá exactamente a los desplazamientos del émbolo y en consecuencia del palpador.

Si los desplazamientos de las válvulas son muy reducidos, el tiempo de respuesta del émbolo al desequilibrio producido, será corto y en definitiva se podrá considerar que los movimientos del palpador y de la herramienta serán idénticos.

Este mando hidráulico de los aparatos de copiado puede efectuarse según dos principios distintos: **principio de fuga alternativa** y **principio de fuga permanente**.

PRINCIPIO DE FUGA ALTERNATIVA

El aparato basado en este principio está representado esquemáticamente en la figura 639. Dispone de una válvula doble que controla a la vez la admisión de aceite en las dos cámaras del cilindro y su evacuación en el dispositivo. Un resorte aplicado sobre esta válvula mantiene siempre el palpador contra la pieza patrón.

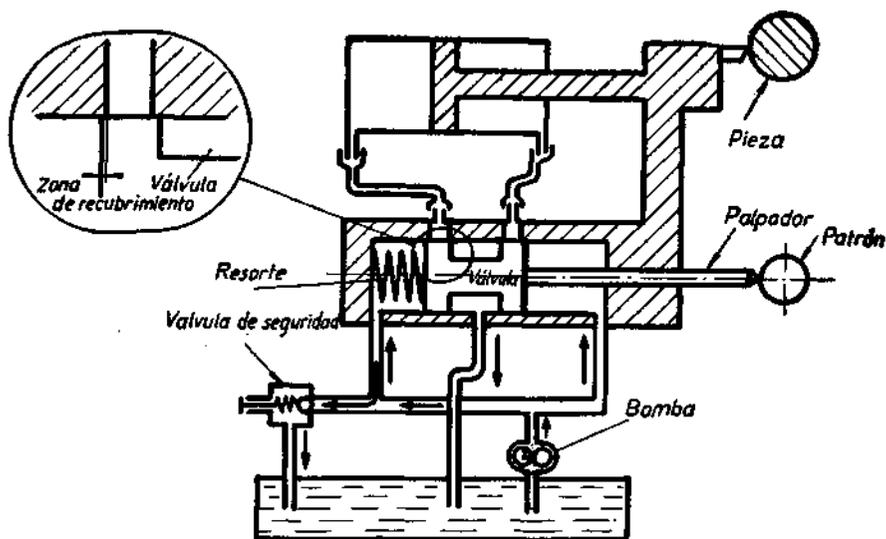


Figura 639. — Esquema de un dispositivo de copiado con servo-motor hidráulico de fuga alternativa, la válvula en posición de equilibrio intercepta los pasos del aceite al cilindro por lo que la herramienta estaría cilindrando. El palpador también sigue un cilindro.

En estado de equilibrio, el conjunto de las válvulas se encuentra en una posición tal, que las canalizaciones de unión con el cilindro hidráulico están enteramente obturadas y todo el caudal de la bomba es devuelto al

depósito a través de una válvula de seguridad. En estas condiciones, el volumen de aceite contenido en las dos cámaras del cilindro es constante, de forma que el émbolo queda inmóvil.

Un ligero desplazamiento de la válvula hacia la izquierda permite la admisión de aceite en la cámara derecha y la evacuación de la izquierda, lo que provoca un desplazamiento del émbolo hacia la izquierda. Inversamente si la válvula se desplaza hacia la derecha, el émbolo se desplazará igualmente hacia la derecha.

Teóricamente, pues, no hay interrupción o tiempo muerto entre la expulsión comunicada a la válvula por el palpador y el desplazamiento del émbolo. Presenta, sin embargo, en la práctica, unos inconvenientes que pueden afectar a su sensibilidad y precisión.

La válvula en su posición de equilibrio debe asegurar una estanqueidad completa, pues, una pequeña fuga provocaría el desplazamiento del émbolo y, por tanto, de la herramienta, alterando la precisión. Para que la estanqueidad sea completa, la válvula debe cubrir bien los orificios de salida del aceite (en posición de equilibrio), pero ha de tenerse en cuenta que de este recubrimiento puede resultar un pequeño punto muerto pues las impulsiones del palpador no provocarán ninguna respuesta del émbolo, cuando su amplitud sea menor que la zona del recubrimiento (fig. 639). Otra inconveniente, de orden hidráulico, es el de que para aberturas muy pequeñas se produce un fenómeno de capilaridad que provoca un cierto retraso al paso del aceite.

PRINCIPIO DE FUGA PERMANENTE

En estos dispositivos (fig. 640) las válvulas de accionamiento quedan abiertas permanentemente, las impulsiones del palpador hacen solamente su abertura más o menos grande, variando de esta forma el caudal de aceite que circula entre las cámaras del cilindro, de manera que el mecanismo estará en equilibrio cuando haya la misma presión en ambas cámaras. O sea, que todo desplazamiento del palpador origina un desequilibrio que no cesará hasta el momento en que el émbolo de accionamiento haya sufrido un desplazamiento idéntico y las válvulas hayan encontrado nueva posición de equilibrio.

Diremos que estará en equilibrio cuando la suma de los dos caudales que entran en el cilindro sea igual al caudal de la bomba de alimentación.

En este tipo de dispositivo se eliminan todos los inconvenientes del anterior, debidos a la dificultad de trabajo de las válvulas, de la existencia

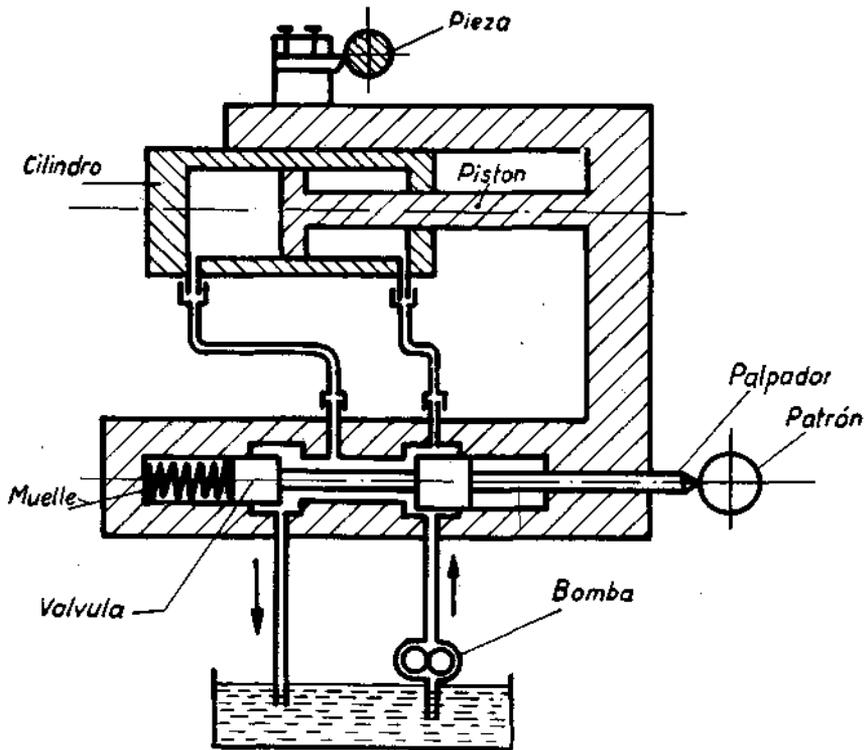


Figura 640. — Esquema de un dispositivo de copiador con servo-motor hidráulico de fuga permanente.

de una forma de recubrimiento y de la capilaridad, siendo por tanto mayores su sensibilidad y su precisión.

ADAPTACIÓN DE LOS APARATOS COPIADORES SOBRE LOS TORNOS PARALELOS

Para definir la trayectoria en un torno hemos de referirnos siempre al plano que pasa por los puntos y en éste a las dos direcciones principales de desplazamiento.

La paralela al eje de puntos (cilindrado y mandrinado).

La perpendicular al eje de punto (refrentado).

La mayoría de los órganos de los tornos paralelos están dispuestos para

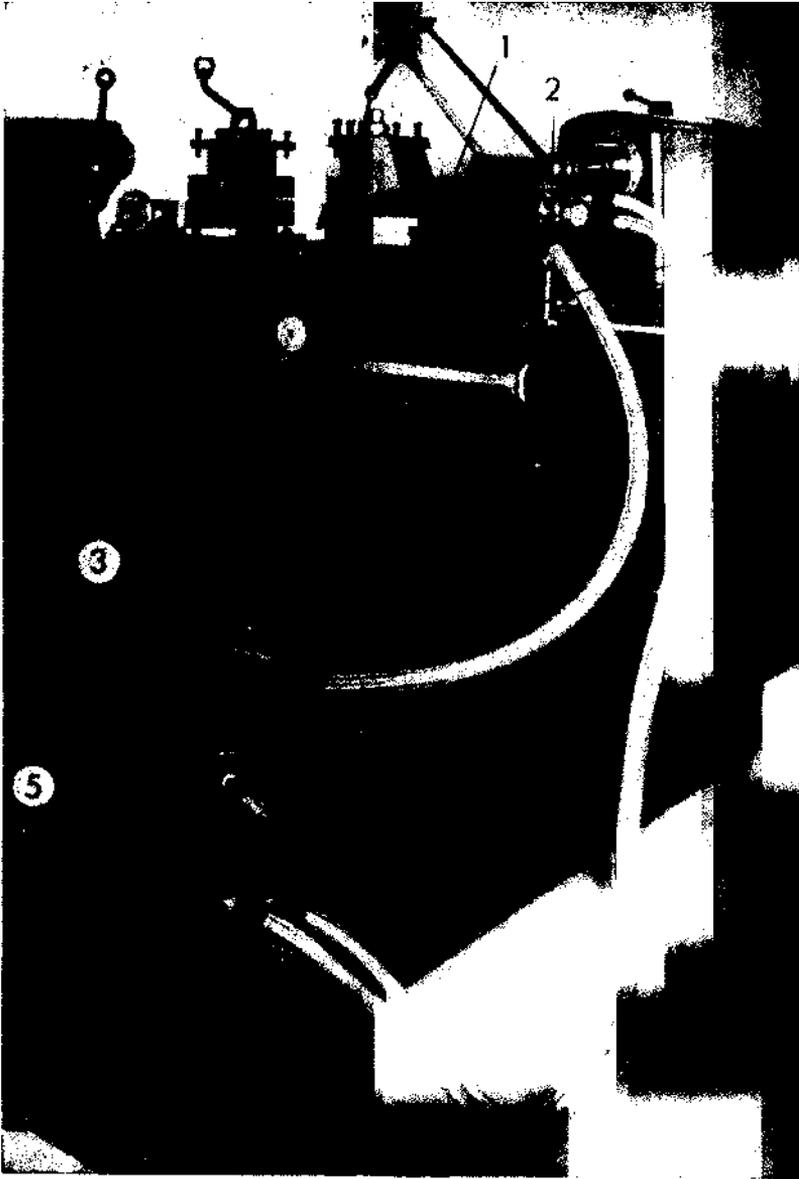


Figura 641. — Reproductor hidráulico CAZENEUVE montado perpendicularmente al eje de puntos. — 1, Unidad hidrocopiante. — 2, Mecanismo de distribución. — 3, Soportes para la pieza patrón. — 4, Palpador. — 5, Central hidráulica

comunicar a la máquina estos dos movimientos, por lo que antes, a fin de introducir las mínimas variaciones en los mismos, los fabricantes de dispositivos copiadorez colocaban sus aparatos perpendicularmente al eje de rotación, lo cual representa los inconvenientes que vamos a estudiar seguidamente. Modernamente, la mayoría de los aparatos copiadorez, son de emplazamiento múltiple, es decir, que puede montarse en varias posiciones que permiten salvar los inconvenientes motivados por una sola posición perpendicular al eje. Como quiera que aún pueden presentarse casos en que tenga esta última disposición y ello constituye una limitación a su trabajo la estudiaremos ahora.

APARATOS COPIADORES CON MONTAJE PERPENDICULAR AL EJE DE PUNTOS

Esta solución consiste en montar el aparato sobre el carro transversal de torno en la posición indicada, es decir, el desplazamiento del carro portaherramientas mandado por el palpador tiene lugar en una dirección perpendicular al eje de rotación de la pieza a mecanizar. Los desplazamientos transversales de la herramienta copiadora son obtenidos, pues, por el aparato copiadorez, participando también de los desplazamientos longitudinales del carro, que son obtenidos normalmente por la barra de cilindrar (figura 641).

El palpador, pues, está animado de la misma velocidad longitudinal uniforme V_0 del carro. Si en un punto determinado el perfil exterior de la pieza patrón forma un ángulo A con el eje de puntos, la condición necesaria para que el palpador conserve el contacto con la plantilla debe ser:

$$V_p = V_0 \times \operatorname{tg} A$$

Siendo V_p la velocidad transversal del palpador, que es la del aparato copiadorez (fig. 642).

Esta fórmula es fundamental para el copiado, pues para tener una reproducción fácil de una pieza en la que el ángulo A varía constantemente siendo la velocidad longitudinal del carro constante (V_0) será necesario que la velocidad (V_p) del aparato copiadorez sea susceptible de variaciones continuas. Podemos deducir, pues, que un perfil curvilíneo no podrá ser reproducido exactamente por un servo-motor electro-mecánico que funcione sin términos medios (todo o nada, como ya hemos dicho).

Si V_m es la velocidad transversal del copiadorez electro-mecánico cuando está conectada, la reproducción exacta de la plantilla no será posible más

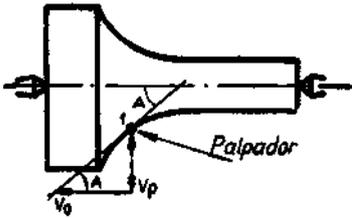


Figura 642. — Influencia de la inclinación de la pendiente a copiar sobre la velocidad del aparato (V) en función de un avance longitudinal V_0 . Cuando no se cumple la fórmula, el punto 1 no quedará reproducido en su lugar correspondiente.

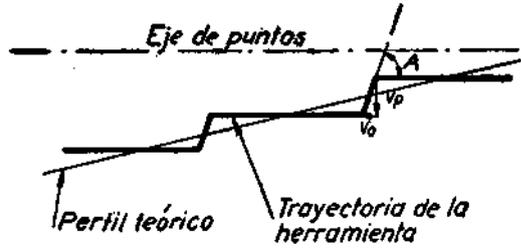


Figura 643. — Representación esquemática de un perfil engendrado por un aparato electro-mecánico cuando no

se cumple la condición $t_g A = \frac{V_p}{V_0}$.

que en el caso muy particular de que este estuviese formado por partes cónicas, en las cuales el ángulo A cumplese la siguiente condición.

$$i \quad t_g A = \frac{V_p}{V_0}$$

En todos los demás casos no se podrá obtener más que una reproducción aproximada, pues la pieza presentará una sucesión de pequeños escalones formados por partes cilíndricas y cónicas.

Cuanto más sensibles sea el servo-motor, más se aproximará el perfil teórico de la pieza (fig. 643). Este tipo de dificultades no se presenta en los aparatos hidráulicos en los que la velocidad puede variar en forma continua (según el paso del aceite) y en los dos sentidos, entre 0 y un valor máximo de V_D . Así, pues, cualquier perfil que cumple la condición

$$t_g A < \frac{V_p}{V_0}$$

puede ser reproducido con toda fidelidad.

Esta última fórmula puede ser interpretada de dos maneras:

La velocidad V_0 del carro es fijada con antelación (según el trabajo y el material) y, por consiguiente, la plantilla no podrá ser reproducida fácilmente más cuando el valor máximo del ángulo A a lo largo del perfil satisfaga la desigualdad indicada.

Suponiendo que el valor del ángulo mayor de perfil sea A , se debe buscar para el avance longitudinal del carro una velocidad

$$V_0 \text{ inferior a } \frac{V_p}{t_g A}$$

De aquí resulta que si A es igual a 90° , es decir, si la pieza tiene escalones rectos, el copiado correcto de la plantilla es imposible cualquiera que sea el valor adoptado para el avance longitudinal V_D . También conviene advertir que los ángulos cercanos a 90° son difícilmente remontados por el palpador, aunque se adopte una V_D extremadamente baja, pues unos fenómenos de conicidad, debidos al frotamiento del palpador sobre la plantilla, empiezan a producirse por encima de un cierto ángulo (60° aproximadamente). En la mayoría de los casos, no obstante, los copiadore hidrúulicos serían capaces de ejecutar pendientes muy inclinadas siempre que el palpador pudiese remontarlas. Vea en la figura 644, según este estudio, el límite de aplicación para los copiadore hidrúulicos montados perpendicularmente al eje de puntos.

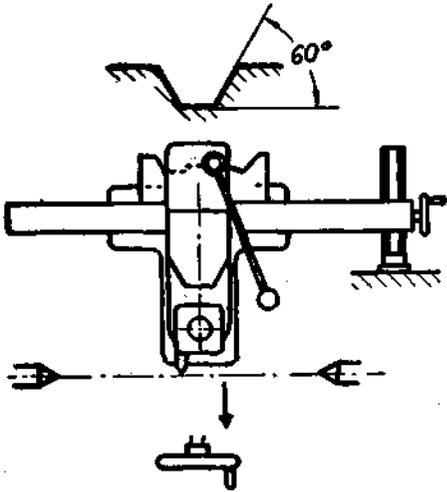


Figura 644. — Límites de copiado de perfil correcto para aparatos perpendiculares al eje de puntos.

APARATOS COPIADORES CON MONTAJE INCLINADO RESPECTO AL EJE

Para resolver el problema de copiado de los escalonamientos, los constructores pensaron inclinar el aparato copiadore de un cierto ángulo B con relación al eje de puntos. El aparato es fijado sobre el carro transversal del torno, sirviendo únicamente de soporte al conjunto del dispositivo. La figura 645 representa un montaje de este tipo. El movimiento longitudinal del carro es accionado, como en el caso precedente, por la barra de cilindrar y el aparato copiadore permite desplazar la herramienta en relación al carro, según la dirección B .

Un cálculo trigonométrico demuestra que, para obtener una reproducción correcta de la pieza patrón en un punto donde el perfil forme un ángulo A con eje, es necesario que el aparato copiadore esté animado según la dirección B , de una velocidad V_p dada por la fórmula:

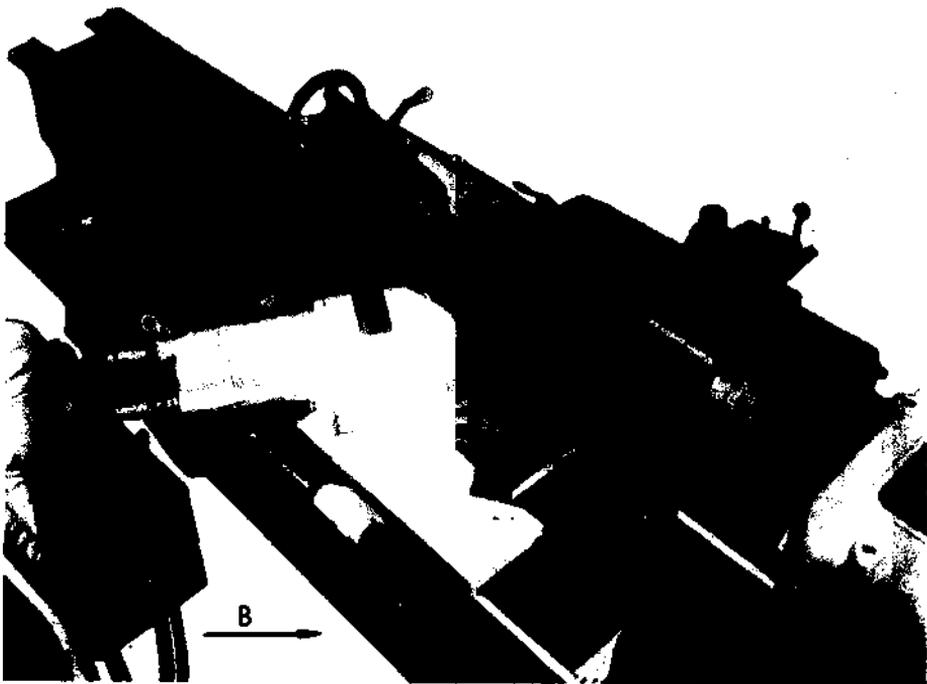


Figura 645. Reproductor hidráulico montado sobre el carro transversal, e inclinado respecto del eje de puntos.

$$V_p = V_o \times \frac{\text{Sen } A}{\text{sen } (B - A)}$$

Se pueden deducir de esta fórmula (fig. 646) conclusiones análogas a las del montaje perpendicular. Por ejemplo, el empleo de un servo-motor electro-mecánico no permite, en el caso general, una reproducción rigurosa de las plantillas, de forma que las piezas mecanizadas presentan todavía pequeños escalones (zonas cilíndricas y cónicas aproximadas al perfil ideal).

En el caso de servo-motores hidráulicos se puede concebir una reproducción teóricamente perfecta mientras la condición siguiente se satisfaga:

$$V_o \times \frac{\text{Sen } A}{\text{Sen } (B - A)} < V_{pm}$$

V_{pm} representa en este caso la velocidad máxima del aparato copiador

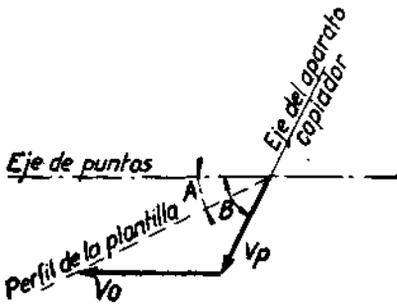


Figura 646. — Influencia de la inclinación de la pendiente a copiar sobre la velocidad V_p del aparato en función de un avance longitudinal V_o .

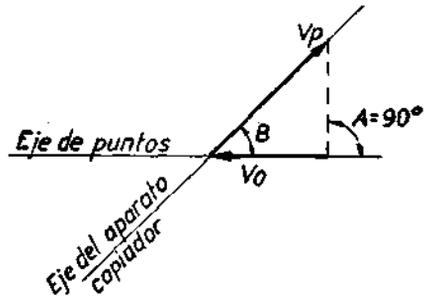


Figura 647. — Verificación de la inclinación B del aparato de copiar en función de la velocidad de avance V_o y de la velocidad del aparato V_p , para la ejecución correcta de un escalonado a 90° .

y en particular la ejecución de un escalón en ángulo recto ($A = 90^\circ$) es posible, si:

$$\frac{V_o}{\cos B} < V_{pm} \quad (\text{fig. 647})$$

Es fácil, mediante estas desigualdades, determinar los límites de empleo del aparato copiator, se puede, fijándose con antelación la velocidad V_o del carro, calcular el valor máximo del ángulo A permitido por el montaje, o inversamente.

También puede observarse que habiendo en este caso resuelto un escalón a 90° (fig. 648), la solución no es universal; puesto que no puede obtenerse la igualdad $A = B$, que indicaría V_p infinita o V_o nula.

Los constructores han previsto, pues, dispositivos orientales o de emplazamiento múltiple, de forma que permita modificar la inclinación B del aparato según las piezas a ejecutar y obteniendo así aparatos de posibilidades muy variadas.

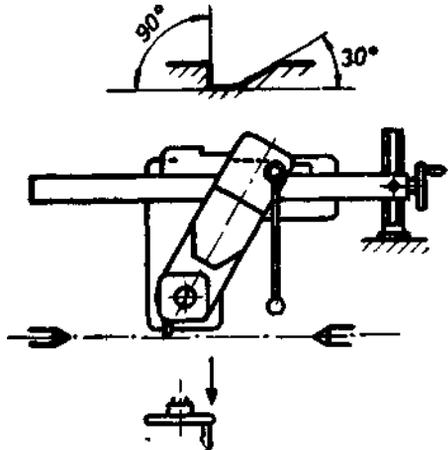


Figura 648. — Límites de copiado de perfil correcto para aparatos montados inclinados respecto al eje de puntos 60° o la derecha.

APARATOS COPIADORES DE DOBLE ARRASTRE

De lo estudiado hasta ahora en los dos tipos de montajes respecto del eje de puntos y de la observación de las figuras 644 y 647, vemos que continúa sin ser posible reproducir una plantilla de perfil cualquiera puesto que el ángulo A podría tomar todos los valores posibles comprendidos entre 180° del eje de puntos.

No tenemos más remedio que orientarnos hacia dos soluciones:

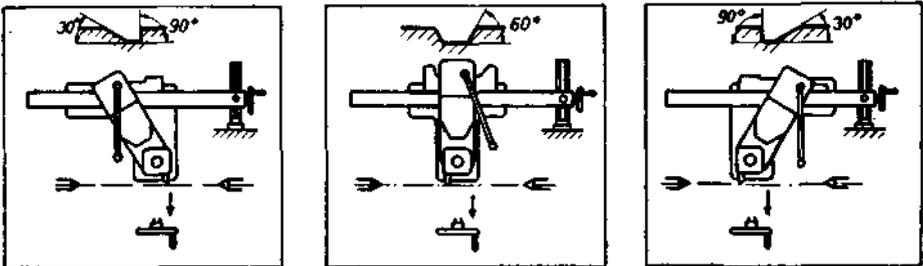


Figura 649. — Emplazamientos múltiples del copiator que permiten cubrir todos los ángulos comprendidos entre 0° y 180° del eje de puntos.

- 1.^a Trabajar por operaciones de forma que con las varias posiciones del copiator de emplazamiento múltiple, podamos solucionar todos los ángulos A que se presenten (fig. 649).

Esta solución es la de los aparatos sobre torno aunque tiene el inconveniente de las varias operaciones a efectuar e incluso a veces el cambio del emplazamiento del aparato. De todas maneras, para trabajos en serie aunque éstas no sean muy grandes, puede considerarse como solución perfectamente económica.

- 2.* Instalar un aparato copiator de doble arrastre para el palpador, de forma que tenga un arrastre para los desplazamientos longitudinales y otro para los desplazamientos transversales.

Esta es la solución adoptada para los tornos copiatores propiamente dichos, de elevado coste y también de elevado rendimiento, pero que no están al alcance de todas las industrias. El palpador y, naturalmente, la herramienta copiatora, están accionados por dos servo-motores cada uno de ellos encargado de una dirección (longitudinal y transver-

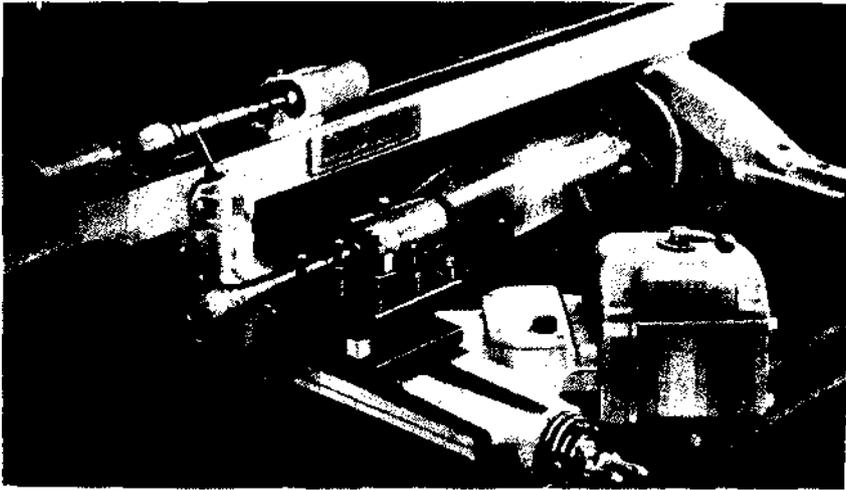


Figura 650. — Torno coprador con dispositivo de doble arrastre que permite el copiado de cualquier perfil. Observe que el palpador no es oscilante como el de la fig. 637 sino que va montado en una rótula a fin de permitirle todos los desplazamientos combinados.

sal), y la combinación constante de ambas, permite seguir los perfiles más complejos (fig. 650) aunque a veces, como veremos seguidamente, la forma de la herramienta también impone limitaciones.

Una tercera solución que es posible adoptar, tanto para acoplar sobre torno paralelo como sobre torno coprador, consiste en el montaje doble de dos copriadores (fig. 651 y 652) de manera que cada uno de ellos cubre 90°. Naturalmente, la pieza plantilla o pieza patrón (figura 653) debe estar estudiada en la forma correspondiente para cada uno de los dos reproductores (anterior y posterior), pues con un montaje anterior del copriador puede conseguirse una utilización igual a la de la figura 649.

EXPLOTACIÓN PRACTICA DE LOS APARATOS Y TORNOS COPIADORES. CAUSAS QUE LIMITAN LAS POSIBILIDADES DE COPIADO SOBRE LOS TORNOS DE HERRAMIENTA ÚNICA

1. — Complejidad del perfil y longitud de la forma de la herramienta

La herramienta del torno copriador debe soportar esfuerzos todavía más



Figura 651. — Emplazamiento de dos copiadores CUMBRE-DUPLICOMATIC en montajes inclinados y en posición anterior y posterior del eje de puntos, permitiendo así el copiado de cualquier perfil. — 1, Plantilla posterior. — 2, Plantilla anterior.

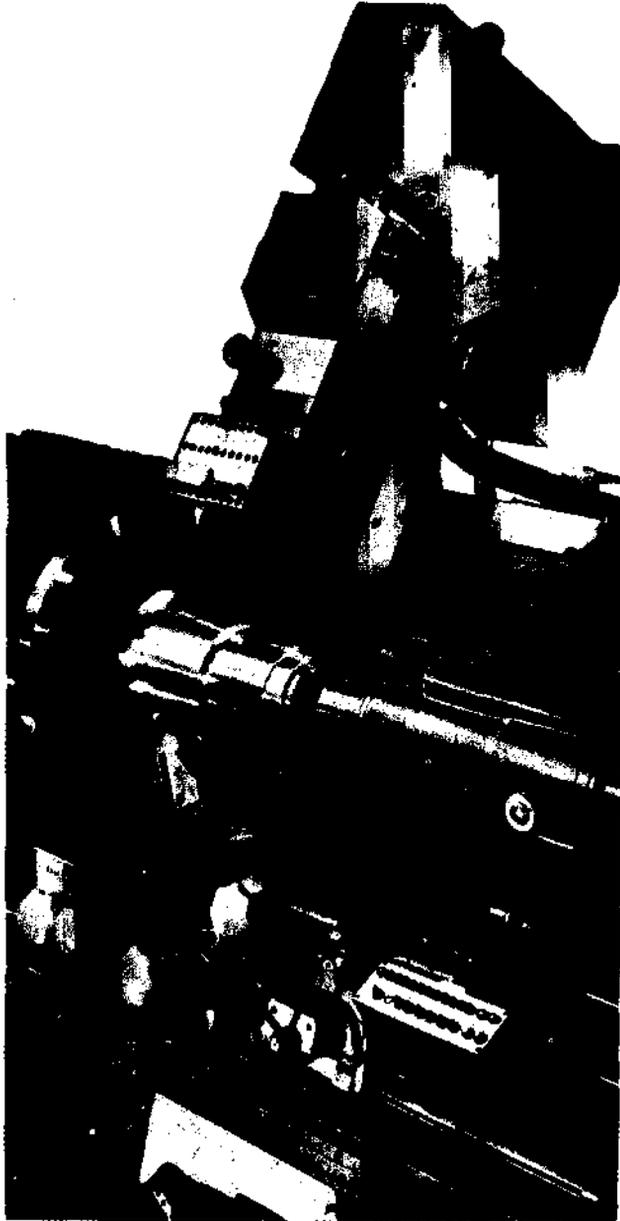


Figura 652. — Torno copiadore suizo de la casa Georges Fischer con doble aparato copiadore y los dos orientables.

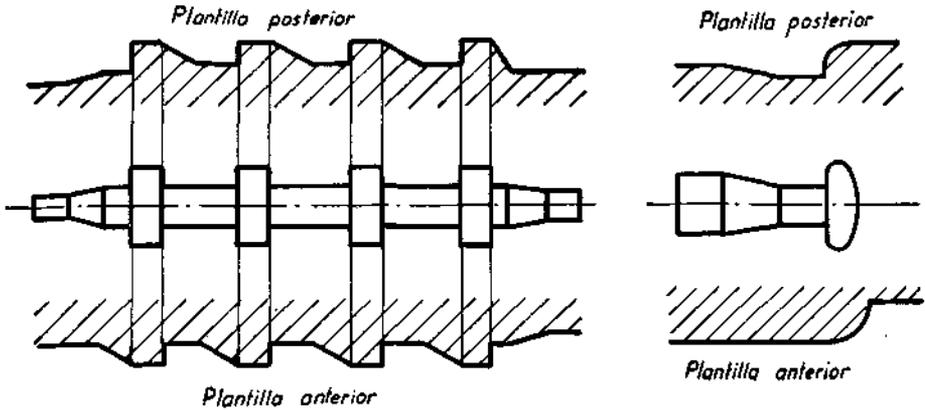


Figura 653. — Ejemplos de plantillas anterior y posterior para el emplazamiento de dos copiadores de forma que cubran de 0° a 180° .

severos que la de un torno ordinario de cilindrar, ya que además de resistir los esfuerzos propios del trabajo de corte, también ha de ser capaz de aguantar fuertes variaciones en profundidad de pasada, en respuesta a las indicaciones del palpador.

Pero, por otra parte, como fácilmente podemos advertir, cuanto más complejo es el perfil a reproducir, más fina ha de ser la punta de la herramienta y, por consiguiente, más frágil. A veces esta fragilidad hace muy difícil o casi imposible la ejecución de ciertos trabajos.

Primer caso: Perfil poco complicado en apariencia, pero que exige el uso de una herramienta sin radio (fig. 654).

El ángulo de punta de la herramienta vendrá limitado por las despullas que deberán dársele a ambos lados para el refrentado del espaldón recto (2°) y para el cilindrado de la parte cónica a 45° (3°). El ángulo de punta de la herramienta no podrá pasar, pues, prácticamente de los 40° .

Además, la punta será sin radio (puesto que la pieza no lo tiene) lo que agravará todavía más el problema. Normalmente esta herramienta ya se consideraría débil para resistir los esfuerzos normales, pero en copiado no podremos hacer más que trabajar con intermitencias, ya que además de tener que dar pequeñas pasadas, tendremos afilados frecuentes y costosos, así como un reglaje continuo de la herramienta respecto del palpador.

Parte de este inconveniente puede subsanarse con un desbastado preciso en la forma más conveniente para cada caso.

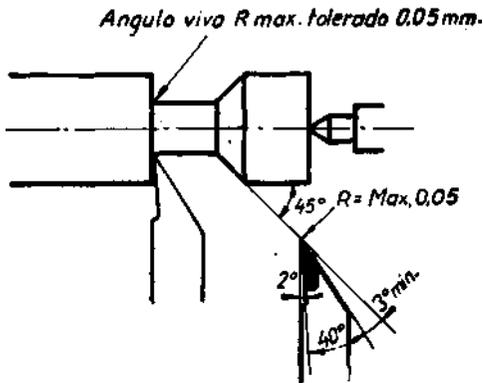


Figura 654. — Ejemplo de copiado donde el perfil a ejecutar exige el empleo de una herramienta con una punta muy frágil.

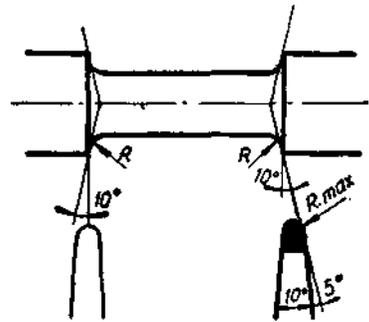


Figura 655. — Ejemplo de copiado en el que el perfil a ejecutar exige el empleo de una herramienta con flancos muy frágiles.

Segundo caso: El perfil de la pieza es tal que el ángulo de punta de la herramienta no tiene resistencia suficiente (fig. 655).

Se trata, en realidad, de un caso parecido al anterior y concretamente el que muestra la figura: no hay posibilidad de resolverlo con una sola herramienta y en una sola operación porque la fragilidad de la punta de la herramienta es excesiva.

Tercer caso: La pieza presenta una parte esférica casi continua: la herramienta utilizable para este perfil no tiene prácticamente espesor (figura 656).

Si bien este problema es de mejor solución que el precedente, deberían aún superarse las siguientes dificultades:

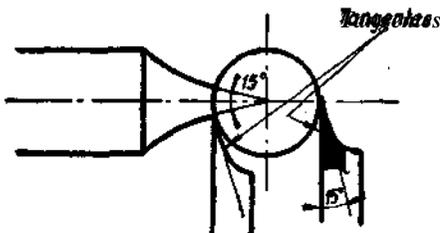


Figura 656. — La unión de la parte esférica con la cola cónica, en ángulo vivo, hace que la punta de la herramienta sea excesivamente frágil.

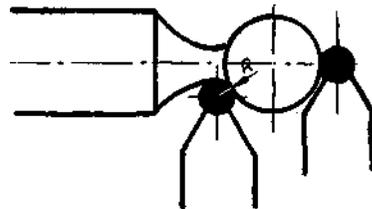


Figura 657. — El radio de la unión permite el reforzado de la punta de la herramienta.

a) A menos de utilizar una pastilla de carburo de tungsteno de forma relativamente difícil de fijar por falta de apoyos laterales, la herramienta redonda ordinaria no sería reafilable sin que el palpador tuviese también que ser reafilado en la misma proporción y mismo radio, que la herramienta.

b) En la intersección de la esfera y la cola cónica, quedaría sobre la pieza un radio no previsto en el plano.

c) La herramienta redonda, si bien proporciona una mejor calidad de acabado a la superficie de la pieza, corta peor y su ancha superficie de arista de corte provoca rápidamente el cimbreo.

2. — Sobre-espesores locales

La pieza que tomaremos como ejemplo es estampada, presenta un perfil muy simple (fig. 658) y es rígida; la herramienta es fuerte y capaz de arrancar grandes secciones de viruta.

Es posible que un sobreespesor determinado por las mismas necesidades de la estampación tenga que quitarse en una pasada. El aumento de excedente precisará de un mayor esfuerzo de corte y suponiendo que la pieza sea suficientemente rígida, puede escaparse de la fijación entre puntos.

Otro aspecto a observar en piezas de este tipo es la comprobación de

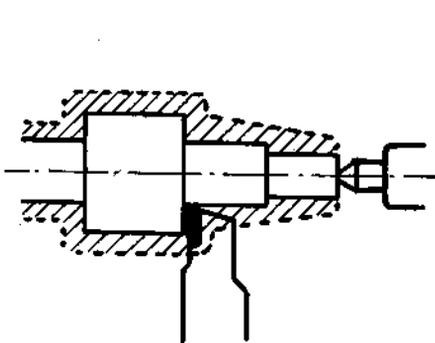


Figura 658. — Ejemplo de copiado de una pieza estampada con sobre-espesores producidos por la conicidad de la estampa. La profundidad de corte es superior a la longitud de la pastilla de carburo de la herramienta.

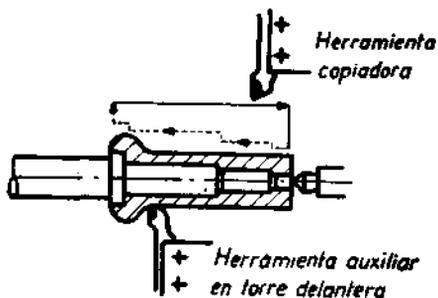


Figura 659. — Ejemplo de copiado de forma, pieza con sobre-espesores de estampado, con herramienta auxiliar de desbaste en la torre delantera.

que la dimensión de la pastilla de carburo sea suficiente para la próxima profundidad con que se encontrará en sus desplazamientos, pues en caso contrario puede romperse fácilmente.

Una solución para este caso puede ser la representación en la figura 659, es decir, en la torre normal del torno se monta una herramienta, cuya finalidad será el cilindrado de la valona, de tal manera que cuando la herramienta copiadora llegue al espaldón, la primera herramienta convenientemente adelantada ya habrá rebajado el exceso de excedentes.

Aun así, ha de tenerse en cuenta que un aumento de profundidad de pasada puede provocar flexiones muy importantes en la pieza.

3. — Perfiles difíciles de copiar con herramienta única

Ciertos dispositivos de copiado en los que la herramienta se encuentra controlada en los dos sentidos, es decir, en el avance perpendicular al eje (espaldón recto bajando) y en el retroceso perpendicular al eje (espaldón recto subiendo), pueden pretender la realización teóricamente correcta de dos espaldones o escalones rectos opuestos.

La realización práctica de dicho perfil supondrá el empleo de una herramienta de forma apropiada para efectuar el corte en tres direcciones o sea:

- a) Hacer una entrada en el material (tronzado).
- b) Cilindrar.
- c) Retroceder refrentando.

Esta herramienta no podrá tener otra forma que aproximadamente la de una herramienta de tronzar (fig. 660), impropia para cilindrar, lo que limitará su rendimiento; por otra parte, cada uno de sus afilados exigirá la modificación de la uña del palpador, la cual en casos en que la herramienta trabaje por ambos planos, debe de tener la misma forma y anchura que la herramienta copiadora. La arista frontal de corte será paralela al eje.

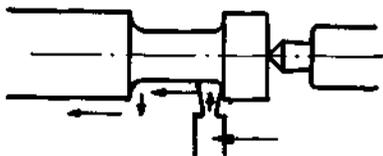


Figura 660. — Ejemplo de copiado con herramienta única, en la que se hacen intervenir tres aristas de corte.

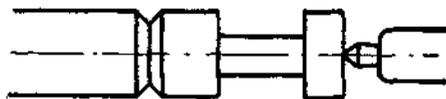


Figura 661. — Ejemplo de pieza imposible de copiar con herramienta única.

Con este procedimiento, aunque teóricamente correcto, no puede pretenderse rapidez y precisión, de acuerdo con los modernos métodos de copiado, en cuyo caso vale más recurrir a efectuarlo en dos operaciones.

No obstante, en casos difíciles puede representar un ahorro respecto al empleo de varias herramientas de forma.

4. — Perfiles absolutamente imposibles de realizar con herramienta única

El ejemplo de una pieza con espaldones derechos opuestos representa un caso de ejecución difícil, pero si en la misma pieza se presenta el caso de un estrangulamiento con un ángulo pronunciado, entonces es imposible el mecanizado con herramienta única (fig. 661).

APARATOS DE COPIAR ADAPTABLES SOBRE TORNOS PARALELOS GENERALIDADES

Estos aparatos, generalmente utilizados para trabajos variados y pequeñas series, deben ser de gran manejabilidad.

Para que un torno paralelo equipado con aparato copiado sea susceptible de rendir grandes servicios sin proporcionar inconvenientes mayores, las condiciones que deben reunir son las siguientes:

- El aparato será orientable, o sea, de emplazamiento múltiple.
- Mientras sea posible, debe poder efectuar el máximo de trabajos emplazado en una posición posterior, a fin de dejar libre la torre cuadrada anterior (ver fig. 628).
- El aparato ha de poder desplazarse por encima la guía del carro transversal, lo que se logra fijándolo sobre el mismo (ver fig. 628).
- A poder ser, las torres portaherramientas (anterior o normal posterior y copiadora), se regularán por separado, con el fin de poder maniobrar con el transversal para desplazamientos largos y con la torre copiadora para ir graduando las distintas profundidades de pasada.
- Deberá ser posible, sobre todo para pequeñas series, montar entre los puntos del portapatrón, una pieza idéntica a las que se propone copiar, siempre que no se disponga de patrón, pieza que habrá sido posible obtenerla en un torno paralelo.

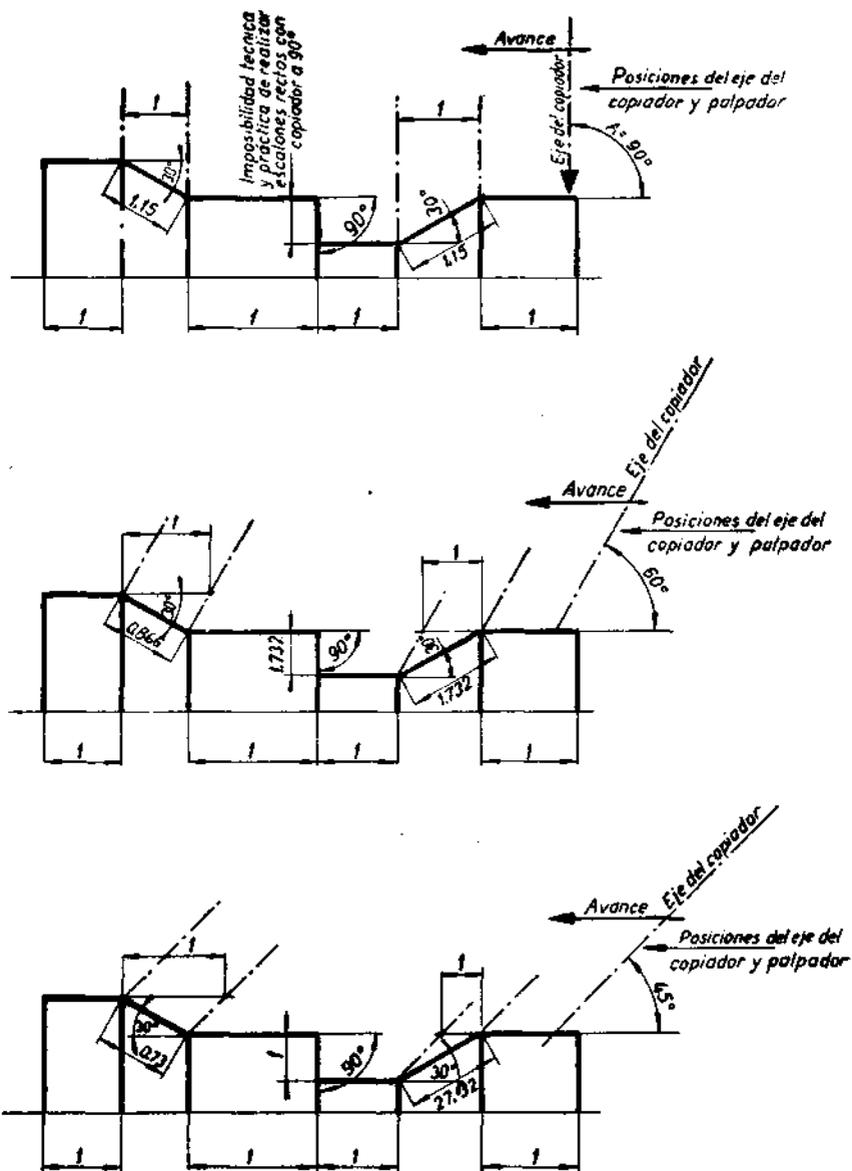


Figura 662. — Ejemplo práctico de copiado de un perfil con el aparato orientado sucesivamente en tres direcciones. Variación del avance real V_r de la herramienta en relación con el avance longitudinal (V_o) tomado como unidad.

ELECCIÓN DE LA INCLINACIÓN

Corrientemente, una inclinación general fijada por el fabricante, servirá para la inmensa mayoría de piezas a copiar, sobre todo en el copiado longitudinal, pero a veces puede ser preciso modificar la inclinación del aparato. Nos referimos ahora a que en lugar de montarlo con una inclinación de 60° respecto del eje, puede ser necesario colocarlo a 45° , a 90° .

Ya hemos estudiado las limitaciones de copiado para los escalones rectos en cada posición de éstos, pero debe tenerse en cuenta, conforme ya ha estudiado usted, que el avance real de la herramienta será distinto para cada posición, pues si bien la velocidad del dispositivo copiador se mantiene constante (V_p), al ser el ángulo A distinto hace variar el conjunto fuerzas, variando también el valor real de V_o que será mayor (para los descensos) cuanto más pequeño sea el ángulo A respecto al eje de puntos.(fig. 662) y menor para los retrocesos o subidas.

SENTIDO DE ROTACIÓN DE LA PIEZA

En todos los casos de copiado con aparato auxiliar se procurará que el esfuerzo principal de corte tienda a presionar a la herramienta sobre su cara de apoyo y los prismas o platinas de la corredera o unidad hidrocopiante sobre las superficies de guía (fig. 663).

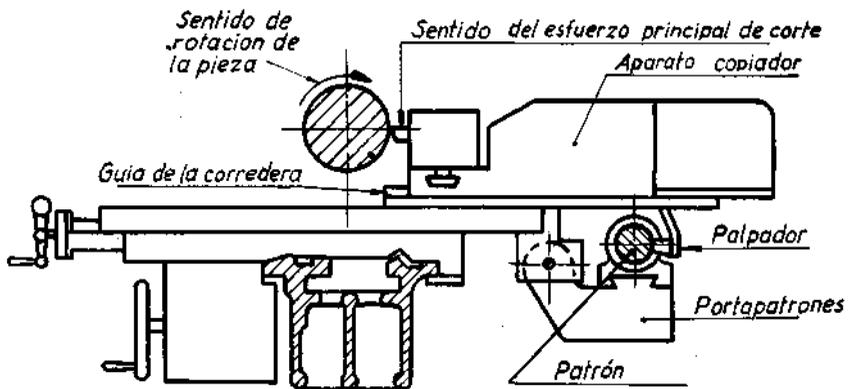


Figura 663. — Disposición favorable de un aparato de copiar en relación al sentido de rotación del eje del torno.

En el caso contrario, no solamente habrá riesgos graves de rotura, sino que el hecho de tirar de las guías, reducirá o anulará la holgura o juego preciso para el funcionamiento hasta ocasionar un agarrotamiento.

COPIADO TRANSVERSAL O FRONTAL

En general, el torno con dispositivo copiator acoplado se utilizará más corrientemente para el copiado longitudinal, es decir, para el torneado de ejes o piezas similares. Para ello el soporte de las piezas patrón está situado en la parte posterior de la bancada, conforme puede usted observar en la figura 628 y otras.

El copiado transversal o frontal, menos utilizado, presenta, sin embargo, gran interés, ya que permite realizar importantes economías de tiempo.

DISPOSICIÓN DEL APARATO Y DE LA PLANTILLA

Para simplificar las explicaciones diremos que en relación a la posición del aparato dispuesto para el copiado longitudinal, se efectuará para el copiado frontal, un giro de 90° . En ésta, su nueva posición tendrá también los tres emplazamientos que tiene en su otra posición, puesto que las reglas para la elección de la inclinación del aparato son las mismas que para el copiado longitudinal (fig. 664), por lo que normalmente también su posición

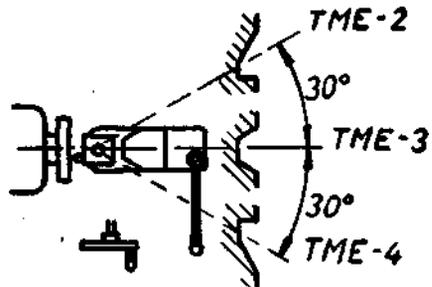


Figura 664. — Emplazamiento del dispositivo copiator en posición para el copiado frontal.

coincidirá pocas veces con el eje de puntos, estando desplazada de un ángulo A de 30° hacia la derecha o hacia la izquierda, según convenga trabajar copiando con un avance de exterior hacia centro o de centro hacia exterior.

Naturalmente, al cambiar el aparato de posición, se hace imprescindible el cambio de lugar para el soporte portapatrones. La plantilla, ahora se emplaça sobre un nuevo soporte, también reglable, que va fijado sobre el carro del torno (fig. 665).

En general para el copiado frontal se utilizan plantillas de plancha, pues su emplazamiento no permite colocar patrones excesivamente pesados. Se

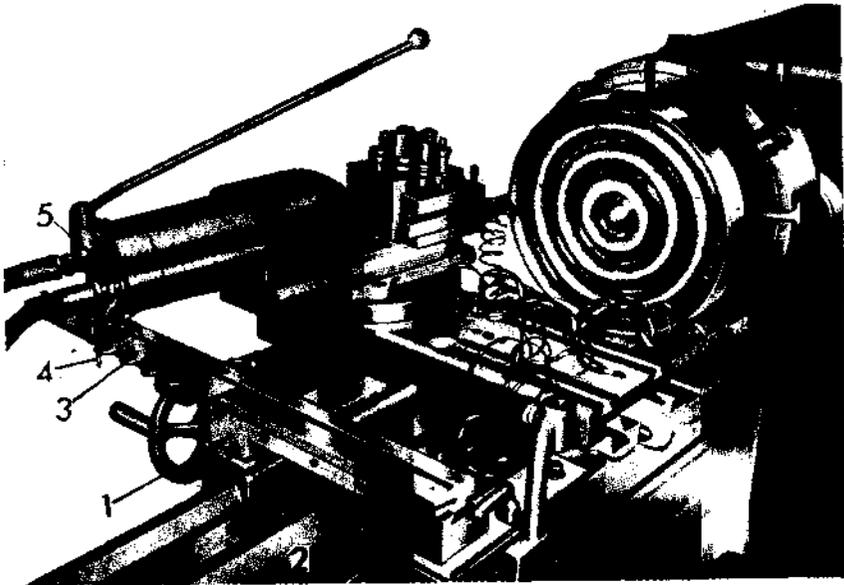


Figura 665. Copiador efectuando un trabajo de copiado frontal en la posición TME 4 de la fig. 664.— 1, Soporte porta-plantilla. — 2, Regla para fijación de la plantilla. — 3, Plántilla. — 4, Palpador. — 5, Tornillo de regulación de la carrera de avance y retroceso de la unidad hidrocopiante.

construyen de plancha de unos 3 a 5 mm. de espesor y su construcción está sujeta a las mismas reglas que los patrones (ver «**Práctica del Torneado**»).

En ambas disposiciones de copiado (longitudinal y transversal) pueden montarse, si hay posibilidad, piezas patrón de forma cilíndrica (torneadas) o de forma plana (plancha) pero generalmente se hace en la forma indicada, recibiendo, respectivamente el nombre de **Patrones y plantillas**.

En caso de que haya dificultades para la construcción de la plantilla por complejidad del perfil, etc., puede recurrirse a la construcción de una pieza de revolución, cuyo perfil exterior sea igual al que hemos de conseguir en el copiado frontal, y preparar luego ésta para su fijación como plantilla (figura 666).

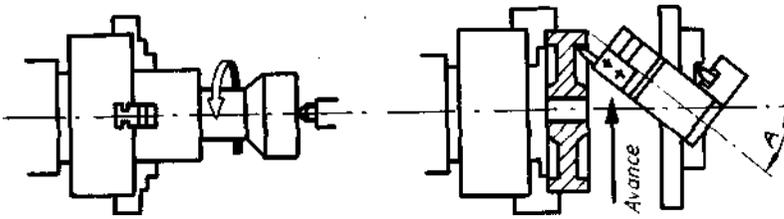
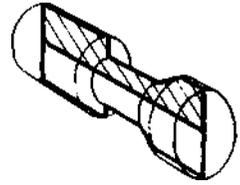


Figura 666. — Fabricación de una plantilla como sólido de revolución y su aplicación al copiado frontal, el cual se efectúa con avance de centro a exterior.

SENTIDO DE ROTACIÓN DE LA PIEZA

Se aplican las mismas consideraciones que para el copiado longitudinal.

DIFICULTADES DEL COPIADO FRONTAL

La principal de las dificultades con que tropieza el copiado frontal (al igual que para el refrentado) es la variación de la velocidad de corte, que será creciente o decreciente, según se efectúe el avance.

Esta variación en la velocidad de corte provoca además una muy baja duración del corte de la herramienta. Igualmente y sobre todo para materiales y forjados y según qué formas y perfiles, resultará una superficie de calidad más que dudosa.

Esta dificultad puede solucionarse a veces cambiando la velocidad de la máquina, pero esto no es aconsejable efectuarlo con la máquina en marcha,

como ya los fabricantes de tornos insisten especialmente en que no se haga. Para poder efectuar este cambio de velocidad con el torno en marcha y con alguna garantía, debe ser la velocidad de rotación muy baja, la masa de las piezas que se trabaje, pequeña, el esfuerzo de corte que está realizando la herramienta no debe ser grande y hasta según la clase de maniobra que se debe realizar. Pero a pesar de todo, tenga usted en cuenta que se expone siempre a provocar una avería.

En la mayoría de los casos, será preciso para cambiar de velocidades:

- 1.º Parar el avance.
- 2.º Retirar la herramienta.
- 3.º Parar o frenar suficientemente la rotación del eje antes de pasar a la nueva velocidad.
- 4.º Poner en marcha la nueva velocidad.
- 5.º Volver a poner la herramienta en contacto.
- ó.º Embragar el avance.

Este orden de operaciones aparentemente complicado, no ocupa más que algunos segundos.

Constituye, en realidad, una solución eventualmente aceptable, ya que la verdadera solución consistiría en un dispositivo que permitiera variar constantemente la velocidad del eje (ver fig. 600, lección 19).

CASO ESPECIAL

Hemos visto que en el copiado longitudinal y en una sola fijación del aparato, es decir, con una herramienta única, no habrá ninguna posibilidad de copiar escalones rectos a 90° y opuestos. Únicamente podríamos copiar el de un lado, saliendo por el otro con una determinada pendiente, siendo ésta según la inclinación elegida.

Pues bien, este problema irresoluble del copiado longitudinal, tiene una sencilla solución en el copiado transversal o frontal.

Vea en la figura 667 lo que podríamos llamar una pieza tipo para este caso. Tiene una forma tal, que hay dos escalones rectos a 90° y opuestos. Para preparar la plantilla de esta pieza en la forma que hemos visto en la figura 665 tendríamos que recurrir a dos operaciones o bien a dos emplazamientos del copiadore.

En el copiado frontal se solucionaría de la forma siguiente:

- **Copiado del escalón exterior** (copiadore dispuesto s/figura 667).

Con herramienta colocada en el exterior y sentido del avance de exterior a centro:

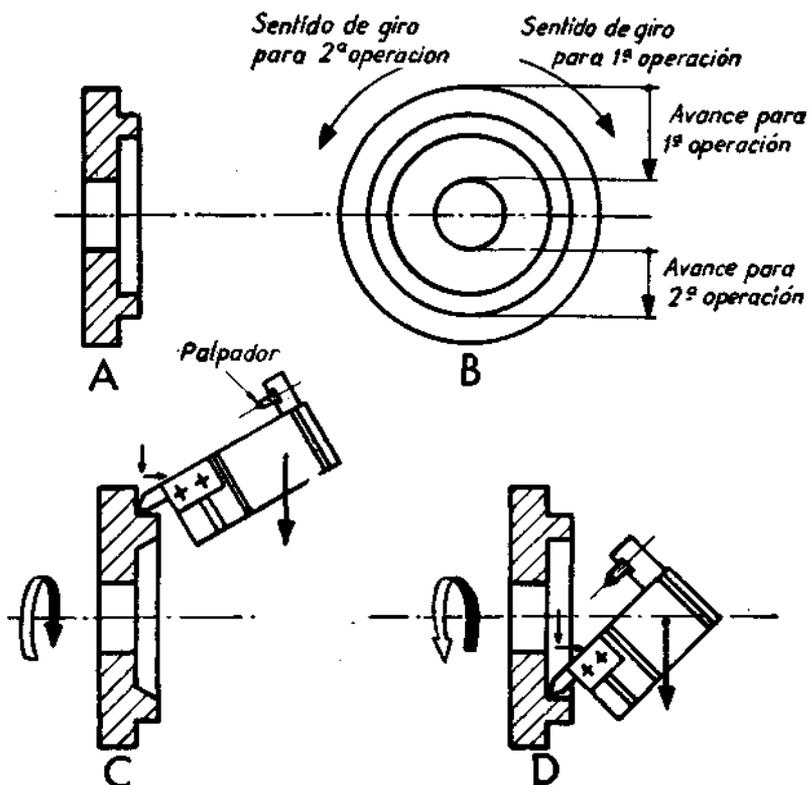


Figura 667. — Ejemplo de copiado frontal, en el que se ejecutan dos escalones opuestos a 90° , variando el sentido de giro y pasando la herramienta al interior. — A, Forma a conseguir. — B, Sentidos de rotación y dirección del avance. — C, Copiado de la 1ª operación (espaldón exterior a 90°). — D, Copiado de la 2ª operación (espaldón interior a 90° grados)

- **Copiado del escalón anterior.**

Con herramienta colocada en el interior. Invertir el sentido de la rotación y mantener el mismo sentido para el avance, es decir, ahora, de centro a exterior.

CARACTERÍSTICAS DE LOS COPIADORES HIDRÁULICOS

Decíamos en la lección 4.^a que entendíamos por características de un torno y, por tanto, de cualquier otra máquina o aparato, la capacidad y po-

sibilidades propias para poder realizar los trabajos que le pueden ser encomendados.

Esta misma definición se aplica, claro está, a tos copiadore. Del estudio de las características puede deducirse no sólo si es apropiado para realizar un determinado trabajo, sino también para acoplarlo en un determinado torno.

Vea a continuación las características de los 3 modelos de reproductores hidráulicos fabricados por «Cumbre» de Barcelona, los cuales se han representado en las figuras 628, 645, 651 y 665 y al igual que en la lección 4.^a para los tornos, hacemos unas consideraciones para la **elección del tipo más adecuado a un determinado trabajo y torno.**

CARACTERÍSTICAS DE LOS COPIADORES HIDRÁULICOS TME-CUMBRE

		<i>TME-BO</i>	<i>TME-75</i>	<i>TME-110</i>
Para torno con altura de puntos sobre bancada	mm	100 - 160	120 - 225	160 - 280
Para torno con altura de puntos mín. sobre carro transversal	mm	63	68	77
Potencia máxima del torno	C V	6	12	15
Sección máx. de la herramienta	mm	16 x 16	20 x 20	20 x 25
Max. profundidad de copiado con posición a 90°	mm	70	87	127
» » a 60°	mm	60	75	110
» » a 45°	mm	49	61	90
Fuerza máxima sobre la herramienta (a 20 atmósferas)	~kg	200	450	600
Presión de trabajo	~atm	15-20	15 - 20	15 - 20
Presión del palpador	~gr	400	500	500
Precisión de trabajo (en diám.)	mm	±0,02	±0,02	±0,02
Carrera de regulación transversal de la herramienta	~mm	15	25	25
Potencia de la electro-bomba	C V	0,75	1	15
Longitud normal de copiado entre puntos	mm	500	750	750

Como partiremos de 4a base de que ya tenemos el torno sobre el cual queremos acoplar el dispositivo copiator, forzosamente las características de éste nos limitarán ya en parte, la elección.

Por tanto, comprobaremos primeramente que la capacidad del torno nos admite el copiator, para el cual se señalan unos datos de altura de puntos requerida y diámetro admitido sobre el carro.

Se indica también la potencia máxima del torno en que se ha de montar a fin de que después no repercuta en perjuicio del rendimiento del mismo, por lo que es aconsejable su elección con exceso, cubriendo así, además, el posible acoplamiento sobre otro torno más potente. Igualmente la sección de la herramienta va ligada a la potencia y a la capacidad de la torre porta-herramientas.

Las profundidades de copiado o carreras del palpador constituyen una limitación para el trabajo a realizar en cada una de las posiciones, pues quiere decir que una carrera de 70 mm es la diferencia máxima que será capaz de cubrir el copiator desde el principio al final de la carrera.

El resto de las características ya son propias del aparato en sí indicando su presión de trabajo, que se controla durante el mismo mediante la observación del manómetro acoplado al depósito y la presión del palpador sobre la pieza patrón o plantilla; es importante siempre que sea mínima por los inconvenientes apuntados al principio de la lección a fin de poder utilizar patrones o piezas como tales sin necesidad de templearlos. A destacar la presión de 500 gramos en estos modelos.

Otro punto ¡mpor,tantísimo es la¹ presión de trabajo o fidelidad de copiado de unas piezas con respecto a las otras, es decir, en este caso garantiza una diferencia máxima, entre todas las piezas de una serie de 0,002 mm.

No todos los copidores llevan mecanismo de regulación de la herramienta para las sucesivas pasadas, independientemente del husillo del carro transversal, ventaja muy interesante para el trabajo de copiado en pasadas sucesivas.

La longitud de copiado depende solamente de la longitud del soporte portapátrones y conjuntamente de la longitud de la bancada y su capacidad entre puntos.

Asimismo interesa conocer la velocidad de desplazamiento del palpador (V_p) ya que, como hemos visto, es un dato a tener en cuenta al escoger el avance longitudinal del carro. Este dato no acostumbra a constar en los catálogos, pues se establece en el boleto de verificación de cada aparato al efectuar las pruebas finales.

BREVE DESCRIPCIÓN DEL DISPOSITIVO HIDRÁULICO DE COPIADO «CUMBRE» DE EMPLAZAMIENTO MÚLTIPLE

Esta descripción vale en realidad para casi todos los dispositivos, ya que siendo el principio hidráulico el mismo o parecido, también difieren poco en su aspecto exterior y disposición de sus diversos elementos. Observe al respecto las figuras 628 y 641.

En principio, pues, estableceremos una división del conjunto en tres grandes grupos:

- Portapatrones o portaplantillas.
- Central hidráulica.
- Unidad hidrocopiante.

GRUPO PORTAPATRONES

Este grupo consta en términos generales, según puede observar en la figura 628, de unos brazos que sirven de soporte al conjunto y que se

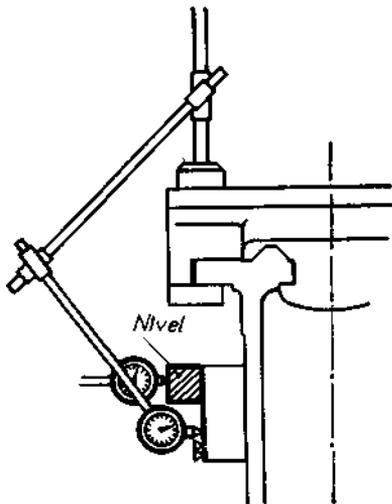


Figura 668. — Control de las placas. — Comprobar con comprobador que las superficies verticales de las dos placas estén en el mismo plano. — Asimismo comprobar que ambas superficies están paralelas a la bancada.

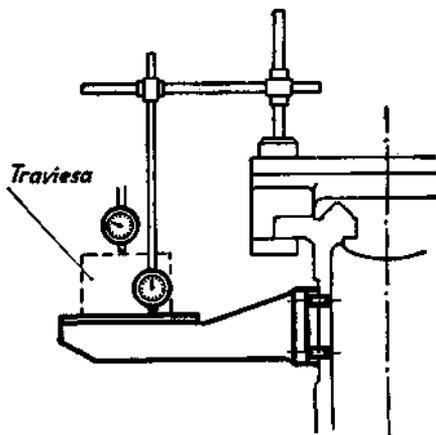


Figura 669. — Control de los brazos. — Fijar los brazos con tornillos **que** rosquen en la bancada. Fijar solamente con un tornillo ligeramente **tensado** para comprobar la situación en el mismo plano de las dos superficies de los dos brazos, así como la horizontalidad de los mismos. Una vez comprobado, taladrar y fijar posición con una clavija cónica.

aplican a la bancada. Aunque la instalación acostumbra a ir a cargo del fabricante del aparato, daremos unas normas a observar a fin de tener un conocimiento más completo.

Se adosan y fijan unas placas directamente en la bancada y sobre ésta se acoplan los brazos. Debe cuidarse ante todo que tanto la superficie de contacto placa-brazo como la parte horizontal de éste que sirve de apoyo a la traviesa, queden en ambos brazos precisamente en un mismo plano

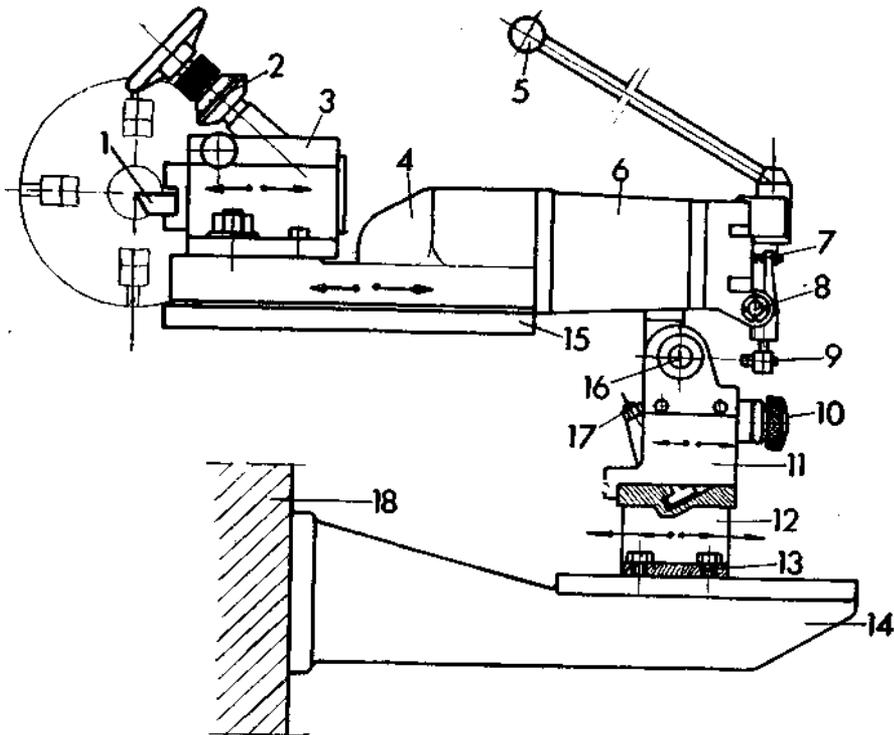


Figura 670. — Disposición del conjunto porta-patrón respecto de la unidad hidrocopiante. — 1, Herramienta copiadora. — 2, Tornillo de regulación transversal de la torre portaherramientas. — 3, Torres portaherramientas. — 4, Unidad hidrocopiante. — 5, Palanca de accionamiento de la válvula (7). — 6, Cilindro. — 7, Válvula de apertura y cierre del circuito hidráulico. — 8, Eje basculante de palpador. — 9, Palpador. — 10, Tornillo de regulación transversal. — 11, Contrapunta con regulación transversal. — 12, Traviesa de apoyo. — 13, Tornillos de fijación de la traviesa. — 14, Brazos soporte del conjunto portapatrón. — 15, Guías de la corredera o unidad hidrocopiante — 16, Eje del patrón. — 17, Tornillos de fijación de la traviesa a los brazos. — 18, Bancada del torno.

vertical y horizontal respectivamente, tomando como referencia según se indica en las figuras 668 y 669, las guías de la bancada.

Sobre los brazos se apoya una travesa (11 de la fig. 628) sobre la que se deslizan dos contrapuntas que sirven de apoyo entre puntos al patrón de la pieza que se ha de copiar. Esta travesa y, en realidad la fijación de los brazos a la bancada, son las que determinan la longitud máxima de copiado.

La posición de la travesa puede regularse en profundidad, para lo cual los brazos llevan una ranura de fijación en toda la longitud de su apoyo.

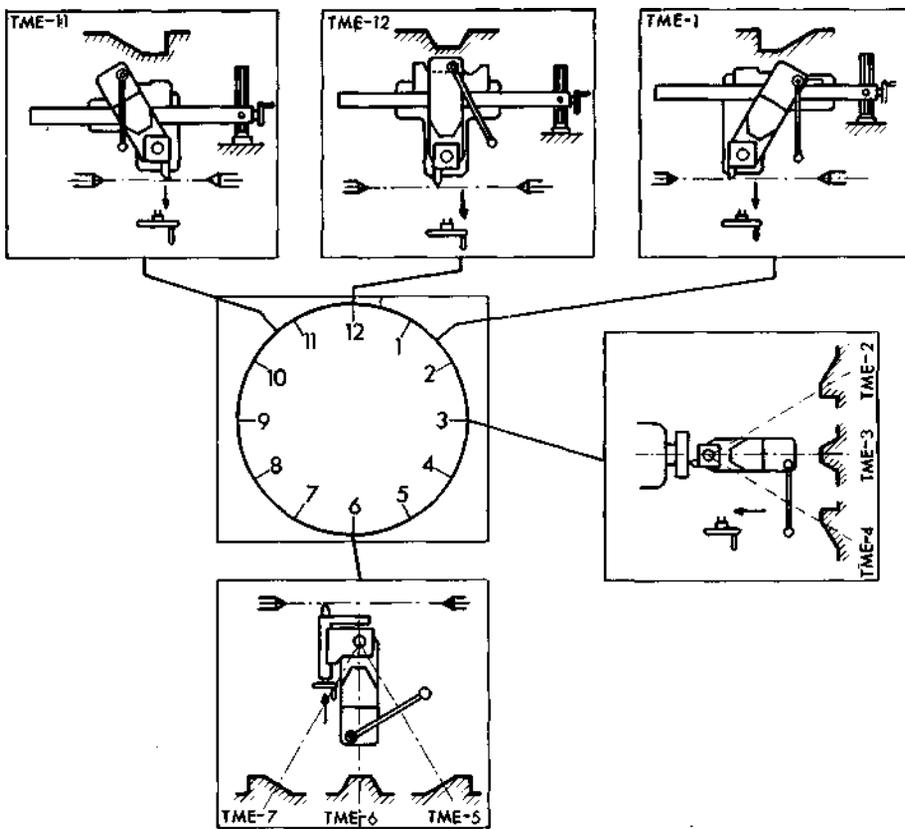


Figura 671. — Emplazamientos múltiples del dispositivo CUMBRE. NOTA: el reproductor hidráulico TME puede ser rápidamente colocado en cualquiera de las posiciones que se indican y que corresponden a la de la aguja de un reloj: 11, 12, 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 7; siendo suficiente para ello y según la posición, el cambio de los diferentes tipos de portapatrón.

Esto es preciso cuando hay mucha variación de diámetros entre las piezas que se trabajan, y para los que puede que no resulte suficiente la regulación transversal de la torre portaherramientas (fig. 670).

Las contrapuntas pueden también fijarse en cualquier punto de la travesía; una de ellas es regulable en sentido transversal para la graduación del paralelismo respecto del eje principal y la otra en sentido longitudinal para la graduación de los empujes y de la posición del patrón respecto de la pieza.

Siendo un dispositivo de emplazamiento múltiple, puede montarse en cualquiera de las posiciones indicadas en la figura 671, siendo preciso, no obstante, el cambio del grupo porta-patrón, que para las posiciones de copiado frontal (TME 2, 3 y 4) puede verse en la figura 665 y para las posiciones de copiado anterior (TME 5, 6 y 7) en la figura 651. En ambos casos lleva también un dispositivo de regulación longitudinal, siendo suficiente para su reglado de paralelismo el hacerlo por la misma plantilla sobre la guía hasta la posición precisa.

De la observación de la figura 671 puede decirse que con todos sus emplazamientos cubre un ángulo de 300°, lo que hace de este dispositivo un aparato de suma utilidad.

CENTRAL HIDRÁULICA

Este conjunto constituye el grupo motriz del dispositivo y está comprendido por la bomba, depósito, motor de accionamiento de la bomba, válvula de regulación de la presión, manómetro de control y tubos para el envío y reenvío del aceite a la válvula y viceversa (fig. 672).

La bomba es de engranajes y va acoplada directamente al motor. Es la encargada de transmitir el aceite a presión a la unidad hidrocopiante. Como quiera que esta presión debe mantenerse constante, el conjunto va provisto de una válvula de regulación que permite aumentarla o disminuirla en caso necesario, por lo que debe observarse, de vez en cuando la cifra indicada en el manómetro de forma que siempre señale la que se haya indicado como precisión de trabajo.

Ha de tenerse en cuenta que el cierre del dispositivo, así como los acoplamientos de los tubos, deben ser completamente herméticos, al igual que al conectar la línea ha de comprobarse el sentido de giro del motor, a fin de que la bomba trabaje en condiciones.

UNIDAD HIDROCOPIANTE

Observando la figura 670 podemos agrupar en este conjunto:

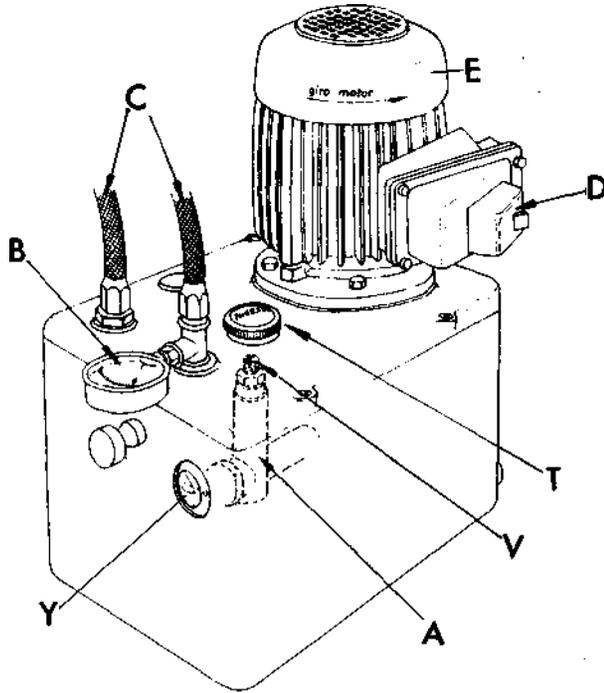


Figura 672. — Grupo de la central hidráulica. — A, Válvula de regulación de la presión. — B, Manómetro de comprobación de la presión. — C, Tubos de conducción del aceite. — D, Interruptor de puesta en marcha. — E, Motor eléctrico. — T, Orificio para el llenado del depósito. — V, Tornillo de regulación {para alcanzarlo destapar T). — Y, Nivel del aceite.

- Válvula de distribución con palpador y palanca de accionamiento.
- Cilindro.
- Embolo y corredera, con sus correspondientes guías y regleta de ajuste.
- Torre portaherramientas.

La válvula de distribución basada en el principio de fuga permanente es la encargada de impulsar el aceite a cada una de las cámaras del cilindro, para lo cual por medio de la válvula recibe las correspondientes instrucciones del palpador

Para acercar y retirar la herramienta al principio y al final de la pasada y poder llevar el carro hacia atrás para una nueva pasada, se acciona la palanca 5 Con lo que se logra que avance o retroceda rápidamente todo el

equipo hidrocopiador (palpador y herramienta) deteniéndose (en caso de avance) al primer contacto del palpador 9 con el patrón. La velocidad de avance y retroceso de la unidad ha de ser aproximadamente igual y para su regulación lleva un tornillo de paro (5 de la Fig. 665).

REGULACIÓN RADIAL DE LA HERRAMIENTA

En el caso de que la herramienta no quede en la deseada posición radial respecto al palpador, se efectúa su corrección con el pequeño volante de la torreta regulable, o bien mediante el movimiento de la herramienta en su propio portaherramientas, después de aflojar los respectivos tornillos de fijación (fig. 670). La regulación de la herramienta por medio del pequeño volante de la torreta porta-herramientas sirve también para efectuar las sucesivas pasadas por perfiles paralelos, con el palpador siempre en contacto con la muestra; entre una pasada y la siguiente es preciso intercalar una detención en el avance del torno, un retroceso de todo el equipo hidrocopiador mediante inclinación de la palanca 5 a la posición atrasada, una inversión del avance del torno, una regulación de profundidad de pasada de la herramienta, una aproximación rápida mediante la palanca 5 inclinada hacia adelante y nuevo embrague del avance del torno, se prosigue de esta manera hasta la dimensión requerida de la pieza, bastando el control de un solo diámetro del mismo y de una sola comprobación en sentido longitudinal.

Iniciando el torneado de una pieza, complétese a ser posible sin cambiar ni afilar la herramienta; la finalidad de esto es el mantener constante la regulación del filo de la herramienta respecto a la punta del palpador, condición indispensable para conseguir una pieza exactamente igual al perfil del patrón o de la plantilla; de esto se deduce la necesidad de emplear exclusivamente herramientas de alta calidad y de alta resistencia al desgaste.

El filo de la herramienta deberá ser de forma idéntica a la de la punta del palpador; en caso de reproducción de escalones a 90° de auténticos rebordeados de forma de la herramienta y del palpador, deberá prever las necesarias descargas angulares, aproximadamente como se indica en la fig. 673. La punta del palpador del vastago, en caso de templarse, deberá

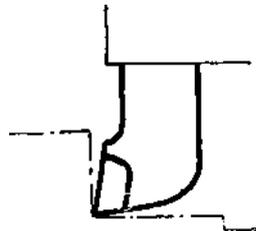


Figura 673. — Posición del ángulo de junta de la herramienta

presentar siempre una arista con un plano de 0'1 mm aproximadamente, acabado con el máximo cuidado y precisión.

POSIBLES INCONVENIENTES Y REMEDIOS EVENTUALES

POSIBLES INCONVENIENTES

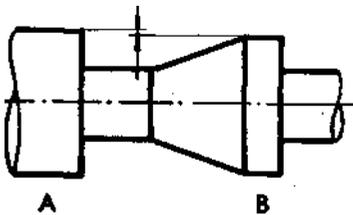
MODO DE ELIMINARLOS

1. — Maniobrando la palanca de operaciones rápidas (palanca 5, figura 670), el sistema hidrocopiador resulta demasiado «perezoso», probablemente a causa de obstrucciones del canal de oclusión cuya regulación se efectúa por medio del tornillo 5 de la figura 665.

- a) Quitar el tornillo 5 (fig. 665) atornillar a fondo y desatornillar a su debido valor el tornillo interior, volver a atornillar el tornillo 5.
- b) Aumentar la presión del aceite a por lo menos 15 atmósferas.
- c) Verificar el nivel del aceite en el depósito.
- d) Verificar la tensión de la línea de energía eléctrica.
- e) Verificar si el motor de la bomba da las revoluciones de régimen.
- f) Verificar si la bomba da el caudal regular.

2. — La precisión es insuficiente en caliente (a régimen).

- a) Reducir a su valor adecuado la velocidad de avance (automático o manual) del carro (especialmente en correspondencia con las porciones de perfil muy inclinado).
- b) Aumentar la presión del aceite.
- c) Queriendo una gran precisión, retocar eventualmente los diámetros menores (o de las gargantas profundas) de la pieza muestra.



Los dos dientes A y B, que sobre la pieza de muestra son iguales, en el curso de la ejecución resultan distintos.

POSIBLES INCONVENIENTES

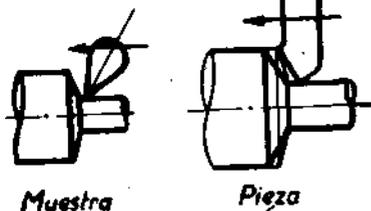
MODO DE ELIMINARLOS

2. — (Continuación)

- d) No pasar por alto la porción de entrada cónica del extremo (a la derecha).
- e) Apretar los pernos del palpador.
- f) Apretar el pasador de bloqueo de la guía del palpador.

3. — Error de inclinación lateral sobre la pieza, por excesiva inclinación de la herramienta o por excesivo avance (los escalones a 90° no se consiguen perfectos).

- a) Palpador y herramienta deben presentar una inclinación lateral igual; en general es conveniente que ambos presenten una contrainclinación Beta para conseguir también caras entrantes; en tal caso las dos contrainclinaciones pueden ser también desiguales («Cumbre suministra únicamente puntas para palpador con contraindicación).



- b) Palpador y herramienta deben presentarse idénticos achafalnados en punta; estos achafalnados deberán ser más agudos que las mínimas aristas reentrantes de la pieza.
- c) Reducir el posible excesivo avance del carro.
- d) Aumentar eventualmente la presión del aceite.
- e) Aumentar la velocidad de «salida» mediante el tornillo 5 de la figura 665.

POSIBLES INCONVENIENTES	MODO DE ELIMINARLOS
4. — El palpador es demasiado duro de accionar y desgasta el modelo patrón.	a) Aflojar los pernos del palpador, b) Pulimentar la punta del palpador y la plantilla.

REPRODUCCIÓN CON PATRÓN GIRATORIO

El principio de los tornos copiadores o tornos con copiadore acoplado y con patrón o pieza de muestra giratoria, consiste en dotar a esta última de un movimiento de rotación que vaya a la misma velocidad, es decir, con el mismo número de revoluciones que la pieza que se trabaja.

De ello resulta que si la distancia entre el eje de giro de la pieza plantilla y el de la pieza a trabajar es igual a la distancia entre el extremo del palpador y la punta de la herramienta, la trayectoria de esta última por sobre la pieza a mecanizar será exactamente igual a la descrita por el extremo del palpador encima de la plantilla.

Como es lógico, para un trabajo de este tipo debe escogerse siempre un dispositivo de la máxima precisión y fidelidad.

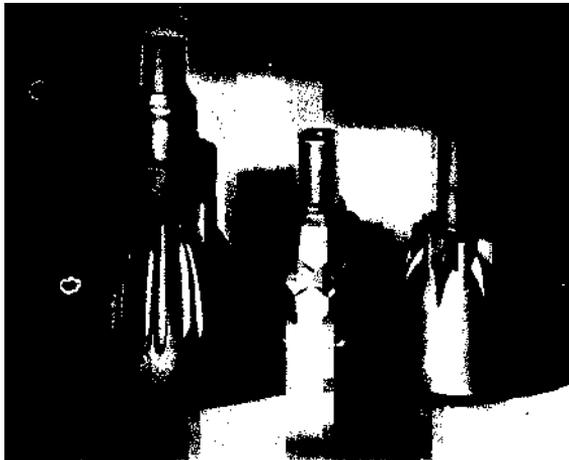


Figura 674. — Copiado y reproducción exterior.

El torno ha de ir provisto de un eje auxiliar acoplado al eje principal.

Deben de poderse desarrollar elevadas velocidades y las puntas del palpador y de la herramienta han de ser particularmente estudiadas.

Estos trabajos son especialmente interesantes para las industrias de envases de vidrio, materias plásticas, inyección de metales, etc , por la posibilidad de ejecutar toda clase de formas y perfiles resultando igualmente económico para el trabajo en serie como para el unitario.

Pueden resolverse todos los casos, tanto en copiado longitudinal como transversal. Veamos en qué forma lo ha resuelto la casa francesa «Ernault» de Batignolles.

Copiado longitudinal

- a) Copiado y reproducción exterior, con muestra perfilada exteriormente y reproducción en superficie exterior (figura 674).
- b) Copiado exterior y reproducción interior (figura 675).
- c) Copiado y reproducción interior (figura "676).

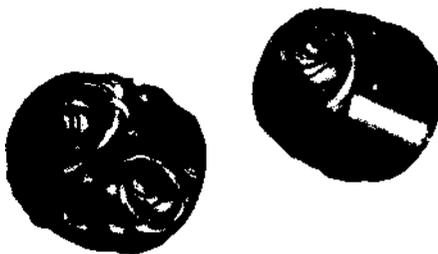


Figura 675. — Copiado exterior y reproducción interior.

Copiado transversal.

- a) Copiado manual o positivo. Copiado y reproducción exterior frontal (figura 677).
- b) Copiado con reproducción inversa o negativa (figura 678).

DESCRIPCIÓN DE UN TORNO COPIADOR: TORNO ITALIANO UTITA T240/AP

La industria italiana tiene algunas producciones en el terreno de las máquinas herramientas que destacan por su originalidad y por las excelentes soluciones dadas a los problemas que toda máquina presenta.

Dentro de este tipo de producciones destaca el torno copiadore UTITA cuyo aspecto exterior, que mostramos en la figura 679, llama poderosamente la atención por la colocación frontal de la bancada y la disposición del carro hidráulico copiadore en la misma posición vertical.

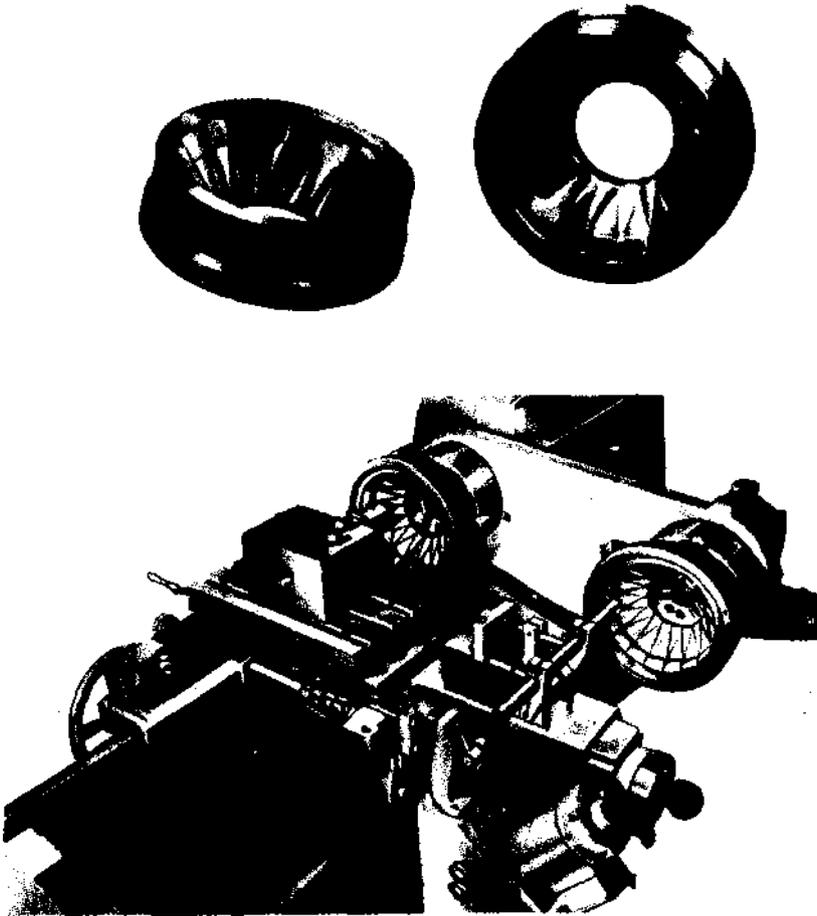


Figura 676. — Copiado y reproducción interior.

Tal disposición que, en principio puede parecer más original que útil tiene, sin embargo, notables ventajas ya que asegura una mayor precisión en los automatismos de la máquina permitiendo además la libre caída del líquido refrigerante. También reúne ventajas importantes para la caída de la viruta, la cual se realiza libremente hacia el cajón de recogida de viruta en la parte inferior del torno, manteniéndose siempre limpia no sólo la superficie de trabajo sino también la bancada y todos los demás órganos.

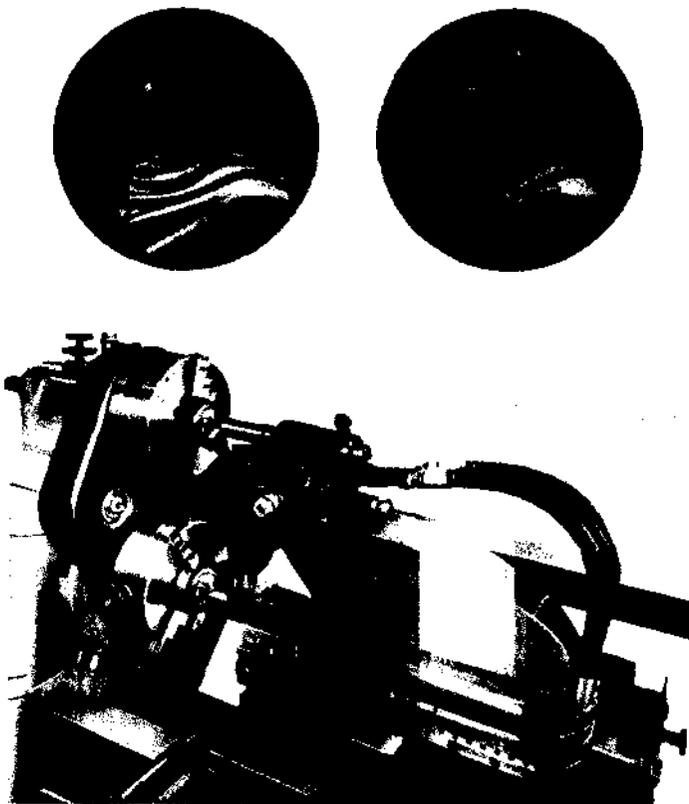


Figura 677. — Copiado normal o positivo.

Se cuenta entre las más sobresalientes características del torno UTITA el paso ininterrumpido de una a otra de la extensa gama de velocidades que posee. Este caso puede realizarse indistintamente a mano, por medio de pulsador, o bien automáticamente. El paso automático es, por demás, curioso e interesante ya que se realiza de acuerdo con el diámetro de la pieza torneada, o lo que es igual: Cuando el torno UTITA trabaja sobre un diámetro de 80 mm por ejemplo, y por medio del dispositivo copiador es desplazado a torrear otro de 120, como quiera que la velocidad de corte debe ser la misma, y no obstante la velocidad de la superficie de trabajo es ahora mayor, el mismo torno reduce su giro manteniendo automática-

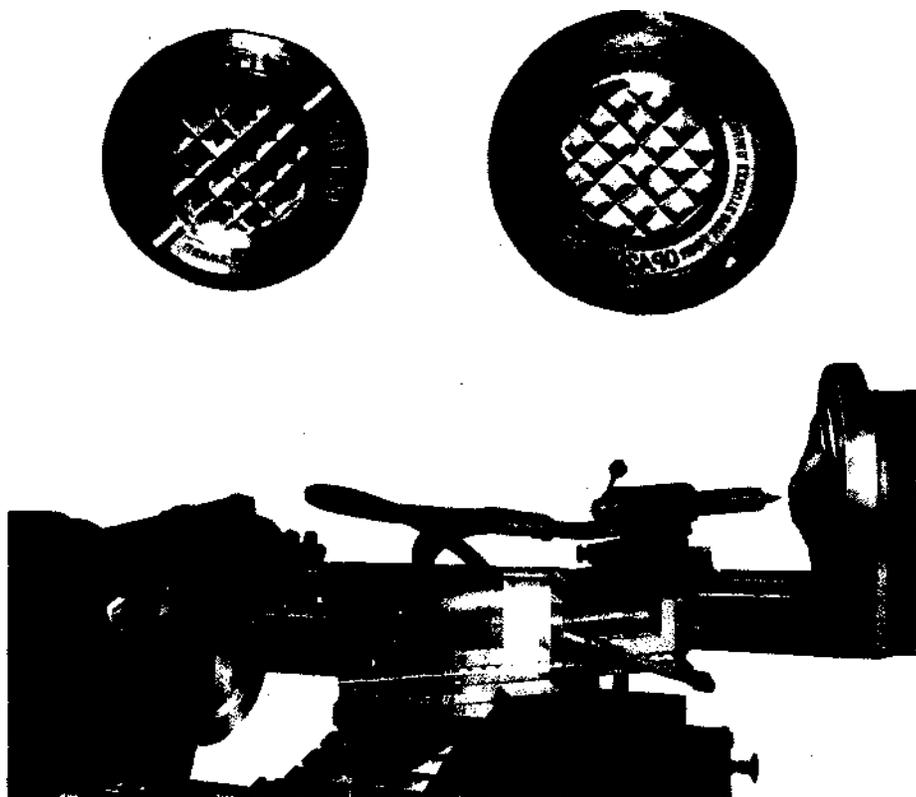


Figura 678. — Copiado con reproducción inversa o negativa.

mente igual velocidad para la superficie que trabaja. Esta característica reporta grandes ventajas tanto para la duración y conservación de la herramienta como para el buen acabado de la superficie trabajada.

Está equipado con dos carros hidráulicos entre los cuales el inferior es el encargado de los órganos copidores (fig. 680). Observe como en lugar de colocación de la herramienta, ésta puede ir sólidamente sujeta al ser introducida por un canal donde su superficie de apoyo es máxima. También en la misma ilustración se muestra la caja de mandos, todos ellos de accionamiento eléctrico, de forma que el dominio del torno se realiza por medio

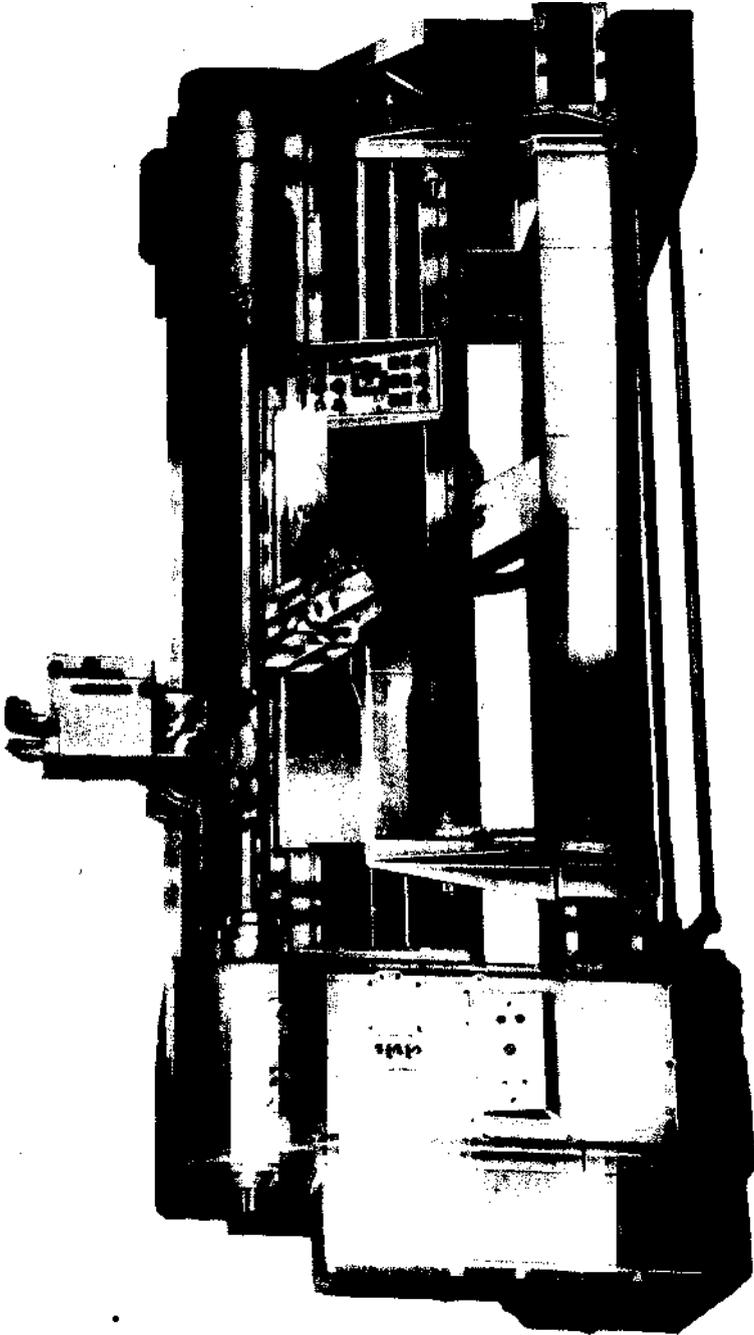


Figura 679. — Torno UTITA T 240/ AP

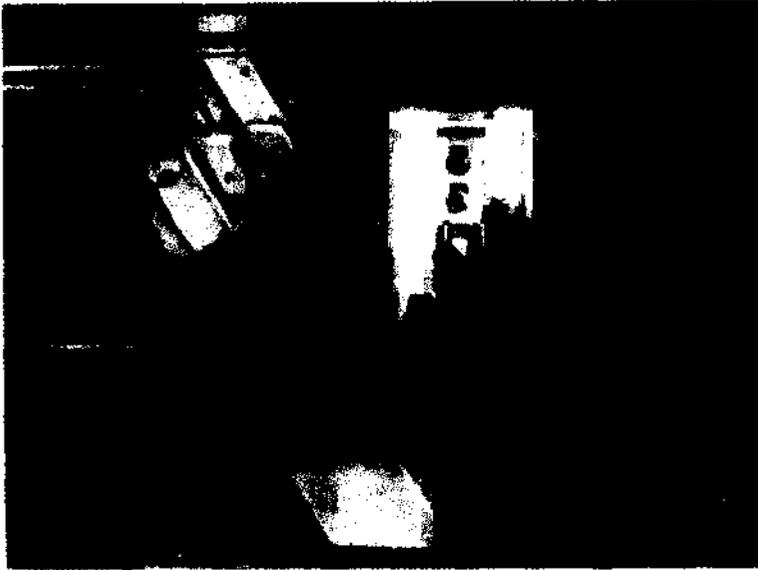


Figura 680. — Dispositivo copiator del Torno UTITA

de pulsadores. En la citada figura puede verse en A la plantilla debidamente colocada para el torneado.

El carro seguirá los movimientos que la plantilla le indique y lo reproducirá sobre la pieza.

En cuanto al carro hidráulico superior puede tornear al mismo tiempo que el inferior.

Veamos ahora algunos datos de características técnicas generales:

Diámetro máximo a tornear.	240 mm
Diámetro máximo admitido sobre el banco	460 mm
Longitud máxima a tornear.	1.500 mm

Velocidad de la pieza:

Velocidad de rotación continua **desde** 110 a 2.200 rpm **distribuidas** en tres gamas:

1.ª Lenta	Desde 110 a 650 rpm
2.ª Media	Desde 200 a 1.170 rpm
3.ª Rápida	Desde 375 a 2.200 rpm

Contrapunta de presión regulable mandada eléctricamente.

Potencia del motor eléctrico 20 CV.

Medidas:

Longitud. 3,63 metros

Ancho. 1,24 metros

Altura. 1,93 metros

Excluyendo el carro superior la altura queda reducida a 1,49 metros.

Peso de la máquina 5.000 Kgs.

CASOS ESPECIALES DE COPIADO MECÁNICO

Reproducción de superficies de revolución de generatriz curvilínea

El sistema es análogo al del reproductor de conos, pero hace falta un reproductor cuyo perfil se determina con la generatriz a producir.

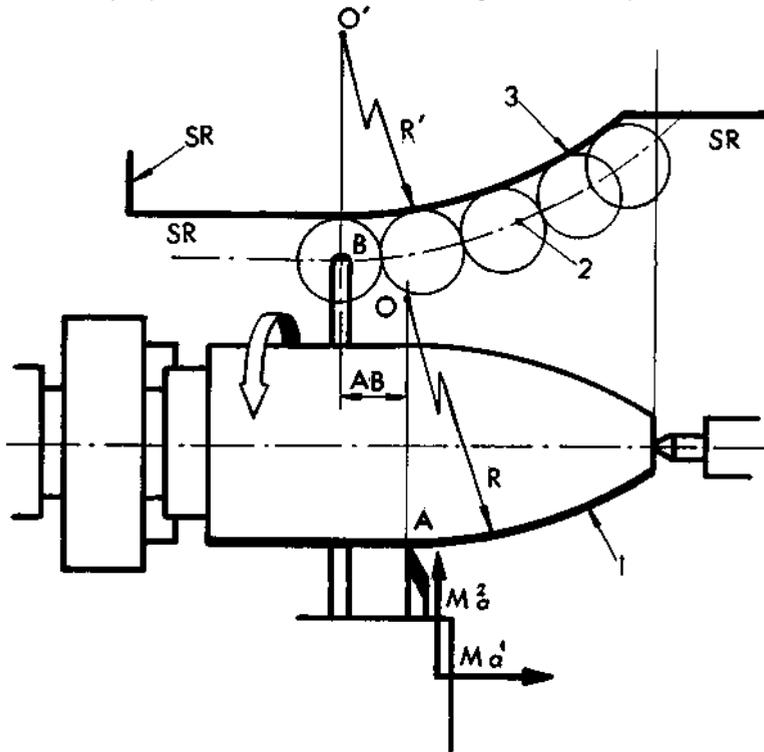


Figura 681. — Reproductor de rodillo: $R = R'$. — 1, Generatriz de la pieza. — 2, Lugar de los centros del rodillo.—3, Plantilla. — $AB = \text{Constante}$. — $Ma' = \text{automático}$. $Ma' = s/\text{plantilla}$.

El carro transversal es empujado contra el reproductor mediante un resorte. Un rodillo colocado al extremo del brazo fijo rueda sobre el perfil a seguir. La generatriz realizada es idéntica a la trayectoria del eje del rodillo (figura 681).

Como precauciones cabe señalar que el giro del rodillo debe ser perfectamente concéntrico y la punta de la herramienta de acabado debe ser de ángulo vivo; prácticamente se adopta un radio de acabado de $r = 0,2 \text{ mm}$.

Reproducción de superficies cuya generatriz es un arco de círculo de radio R.

En este sistema, el carro transversal está unido a un punto fijo con una biela de longitud R igual al radio que se quiere reproducir (figura 682). Se utiliza para ello un dispositivo como el de la figura 624, lección 19.

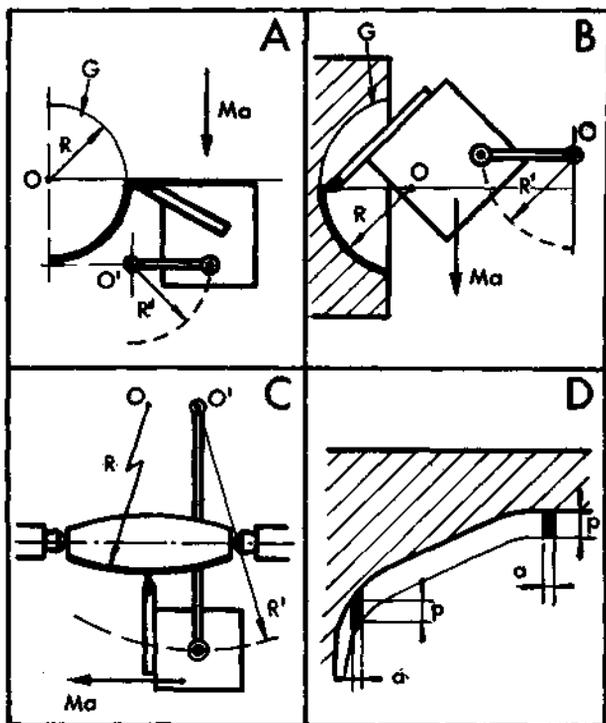


Figura 682. — Reproductor de biela. — A, Torneado de una esfera exterior. — B, Torneado de una esfera interior. — C, Torneado de un perfil curvo ($R=R$; $G = \text{Generatriz}$). — D, sección de viruta, $S_{mm2} = axp = \text{cte}$.

En todos estos casos de obtención de piezas de generatriz de forma, hace falta que el esfuerzo sea constante durante toda la pasada de acabado. Esto puede realizarse, haciendo en las piezas un desbaste previo.

Torneado de bolas

El torneado de bolas a mano es un pequeño problema que suele presentarse a veces en los talleres y que no en todas partes saben resolver. No queremos dejar de presentarlo en este Curso, pues el conocerlo, puede alguna vez resultar de gran utilidad.

Se trata, en realidad, de seguir un proceso racionalmente estudiado y cuya comprensión, desarrollo y aplicación están al alcance de cualquier operario, pues es semejante al famoso y conocido «huevo de Colón».

Vea en la figura 683 el proceso a seguir:

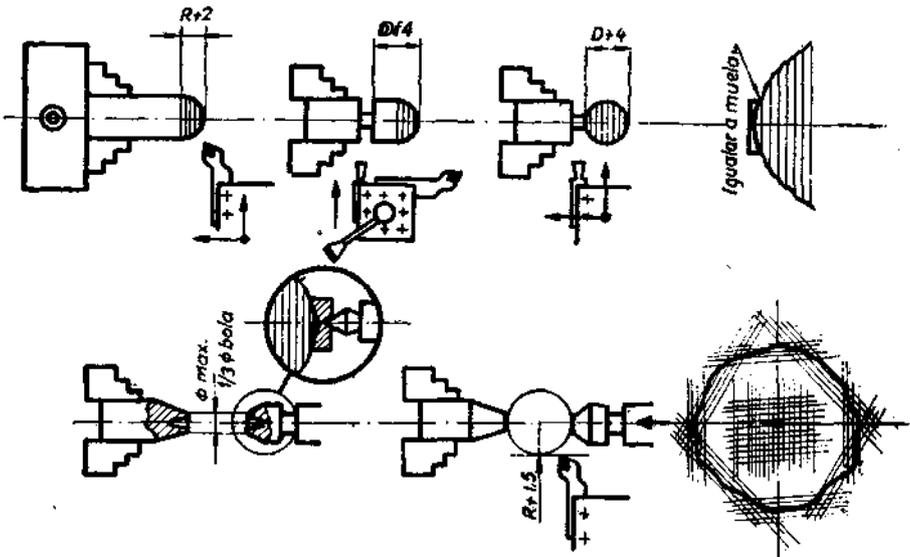


Figura 683. — Proceso a seguir para el torneado de bolas.

1.º — Se desbasta primeramente a mano la parte correspondiente a media bola, de forma que dado un diámetro a conseguir consigamos una media esfera más o menos bien hecha teniendo en cuenta que cuanto mejor construida se deje, menos excedente deberá dejarse, pero en todo caso, el resultado será el mismo, aunque haya de invertirse algo más de tiempo en el acabado.

2.º — Se efectúa una gran garganta de manera que continuemos dejando un excedente igual al que hemos cortado en la primera operación.

3.º — Se desbasta la media bola restante a mano hasta conseguir una esfera más o menos perfecta, aunque esto último no debe preocuparle demasiado, y se termina el tronzado.

4.º — En el caso de que haya quedado un tetón (producto del tronzado) se procura igualarse a muela con el resto de la forma esférica.

5.º — Se prepara un punto especial (croquis de la figura 683) de forma que su diámetro sea aproximadamente una tercera parte de la de la bola a torneear, o menor, y se efectúa una descarga interior, teniendo cuidado de que todo quebe bien concéntrico.

Asimismo se monta un punto rotativo con las mismas características si se tiene o en su defecto, un pequeño disco al que se pueda apoyar un punto rotativo corriente, cuidando también en el disco de que el punto vaya concéntrico con la descarga efectuada en la cara anterior.

6.º — Se coloca la bola desbastada entre puntos sujeta por presión axial del punto rotativo y se ajusta la herramienta al radio conveniente (este reglaje puede efectuarse antes de la fijación).

7.º — Se da pasada de cilindrado con poca profundidad.

8.º — Sin profundizar, nuevamente se va girando la pieza en todas direcciones hasta que al dar pasada, la herramienta ya no arranque material.

9.º — Se observará la aplicación de numerosas fajas cilíndricas, que habrán igualado considerablemente la esfera, la cual tomará una forma poliédrica.

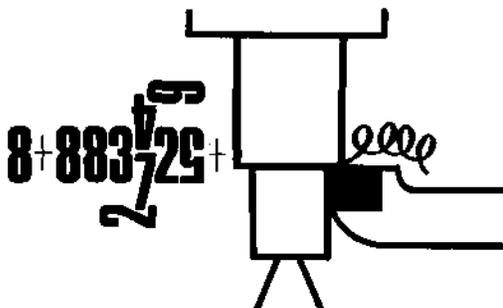
10.º — Se profundizará ligeramente la herramienta para dar nuevas pasadas hasta conseguir el mismo resultado que en la operación precedente.

Podrá observarse que la anchura de las fajas cilíndricas va disminuyendo. Ello indicará que se va redondeando perfectamente y que se va ajustando hacia un único centro de rotación.

11.º — Se procede con el mismo orden hasta conseguir que las fajas cilíndricas «no tengan anchura», es decir que se hayan convertido en una línea y que se tenga la medida propuesta.

Ha de tenerse la precaución de ir profundizando despacio para que no se logre la medida antes de haber redondeado completamente la pieza.

12.º — Se pule con tela, siguiendo el mismo método del cilindrado y... ya está.



MATEMÁTICAS PARA EL TORNERO

LECCIÓN 20

VARIACIONES DE LAS RAZONES TRIGONOMÉTRICAS

Antes de comenzar el estudio de la aplicación de las razones trigonométricas al cálculo, es conveniente aún conocer algunos hechos más con ellas relacionados.

Usted vio como los valores de las razones trigonométricas variaban según el valor del ángulo; puede decirse, pues, que estos valores son función del valor del ángulo y por tal razón se les da el nombre también de funciones trigonométricas.

Es interesante el estudio de la variación de los valores de las razones trigonométricas en función de la variación del valor del ángulo. Empiece usted por ver cómo varía el seno al ir tomando el ángulo distintos valores; en la figura 106 puede usted ver claramente cómo el seno va aumentando de valor a medida que aumenta la abertura del ángulo entre 0° y 90° . Para un ángulo de 0° el seno se reduce a un punto, o sea, tiene un valor 0. En la figura se han señalado los ángulos $22'5''$, 45° y $67'5''$; usted verá como en el primero, el seno tiene un valor representado por la distancia AB, en el segundo valor representado por la distancia CD, mayor que la anterior, y en el tercero un valor representado por la distancia EF mayor que la CD; cuando el ángulo llega a valer 90° el seno tiene una longitud OG igual al radio y, teniendo en cuenta que las razones trigonométricas el radio se considera igual a la unidad, éste valdrá, por lo tanto, 1.

Veamos ahora lo que sucede en el segundo cuadrante al variar el ángulo desde 90° a 180° ; fíjese en la figura 107 cómo para un ángulo 112.5° el seno vale la longitud AB menor que el radio o sea, menor que 1, para 135° el seno vale CD que es menor que AB, para 157.5° , el seno vale EF menor que CD y para 180° el seno se convierte en un punto, es decir, toma el valor 0; se ve, pues claramente, que el valor del seno va disminuyendo desde 1 a 0 a medida que el ángulo aumenta desde 90° a 180° .

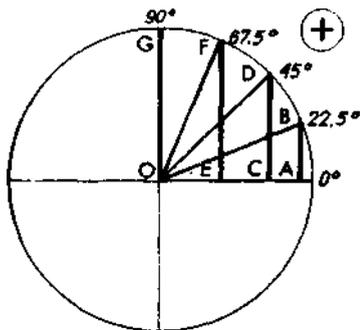


Fig. 106

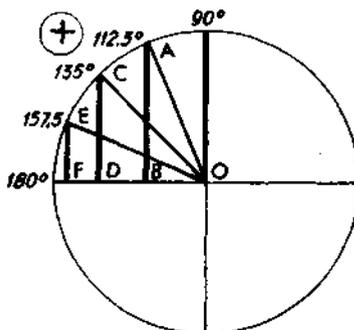


Fig. 107

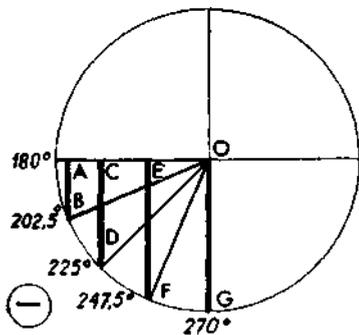


Fig. 108

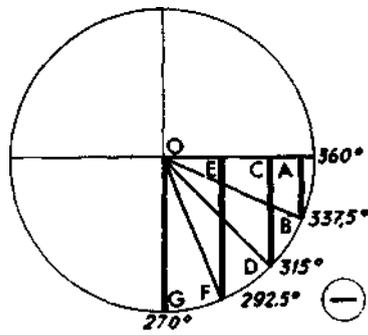


Fig. 109

Continúe usted el estudio de la variación en la figura 108; aquí para un valor de 202.5° el seno vale AB, para un valor de 225° el seno vale CD para un valor de 247.5° el seno vale EF, mayor que los anteriores y para un ángulo de 270° el seno vuelve a ser igual al radio o sea a la unidad;

pero fíjese que en todos estos casos el seno está situado por debajo del diámetro de origen y, por lo tanto, tiene un valor negativo y en consecuencia, a medida que va aumentando en valor absoluto su valor real decrece. Puede decirse, pues, que al aumentar el ángulo desde 180° a 270° el valor del seno disminuye desde 0 a -1 .

Pase usted ahora al estudio de la variación en el cuarto cuadrante, es decir en los ángulos comprendidos entre los 270° y 360° ; aquí, como puede ver en la figura 109, el seno va disminuyendo en valor absoluto, pero siendo los valores negativos, en realidad, lo que sucede es que va aumentando de valor desde -1 que vale para el ángulo de 270° hasta 0 que vale para el ángulo de 360° .

Aún cuando en las figuras anteriores se han representado solamente alguno de los ángulos que pueden darse, estas variaciones de seno son continuas para una variación del ángulo continuo también.

VARIACIÓN DEL COSENO

Pase ahora a ver, en las figuras 110, 111, 112 y 113 cómo varían los valores del coseno al variar el valor del ángulo correspondiente. En la figura 110 se ve claramente cómo el coseno que para un valor del ángulo de 0° es igual al radio o sea a la unidad, al ir aumentando el valor de este ángulo va disminuyendo el valor del coseno haciéndose igual a OA para un valor de $22'5''$, igual a OB para un valor de 45° , igual a OC para un valor de $67'5''$ para llegar, por último, a valer 0 cuando el valor del ángulo es de 90° .

En la figura 111 puede ver cómo el valor absoluto del coseno crece al crecer el ángulo de 90° a 180° pero, estando el coseno situado a la izquierda del diámetro perpendicular, estos valores son negativos y por lo tanto, en realidad, los valores del coseno decrecen desde 0 que vale para un ángulo de 90° hasta -1 , que vale para un ángulo de 180° .

En la figura 112 puede ver cómo el valor del coseno vuelve a crecer desde -1 a 0 a medida que crece el ángulo desde 180° a 270° y, por último, en la figura 113 puede ver cómo al variar el ángulo desde 270° a 360° , el valor del coseno sigue creciendo desde 0 hasta valer $+1$.

VARIACIÓN DE LA TANGENTE

Vea ahora en la figura 114 cómo varía la tangente al variar el ángulo desde 0° a 180° . Al principio, al crecer el ángulo desde 0° hasta 90° la

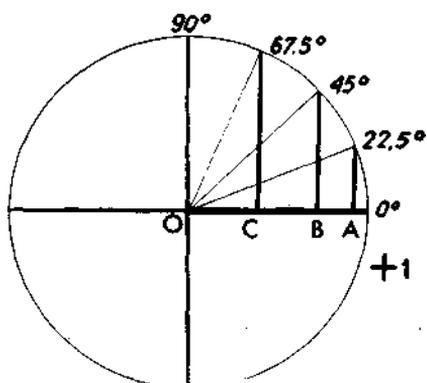


Fig. 110

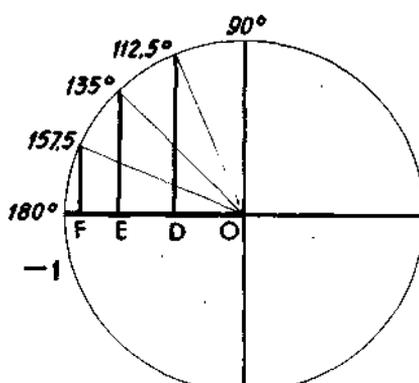


Fig. 111

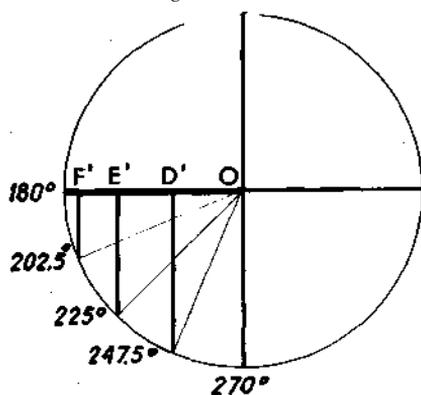


Fig. 112

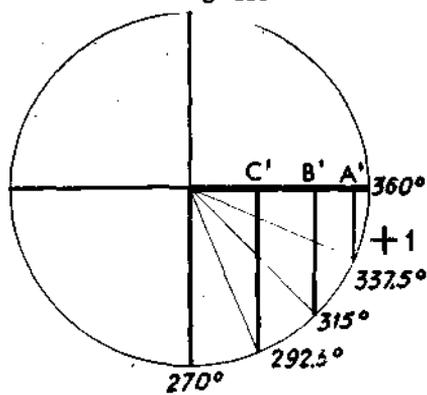


Fig. 113

tangente va aumentando; así para 22.5° tiene un valor equivalente a la distancia AB, para 45° un valor equivalente a la distancia AC, para 67.5° un valor equivalente a la distancia AD mayor que las anteriores y así va aumentando ahora rápidamente hasta que al llegar el ángulo a tener un valor de 90° la tangente tendría un valor infinitamente grande, ya que la tangente en el punto de origen de ángulo y el diámetro perpendicular son paralelos. Al sobrepasar el ángulo de 90° e ir creciendo hasta 180° , la tangente va disminuyendo ahora hasta que, para este último valor, se hace 0, pero en este caso las tangentes están situadas por debajo del diámetro de origen y, por lo tanto, sus valores son negativos, así en realidad en este segundo cuadrante la tangente crece desde $-\infty$ hasta 0, al crecer el

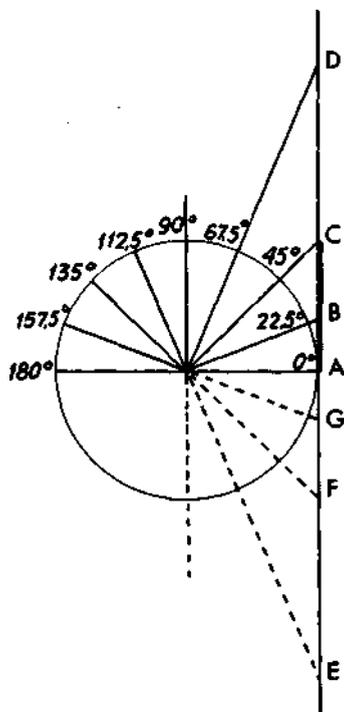


Fig. 114

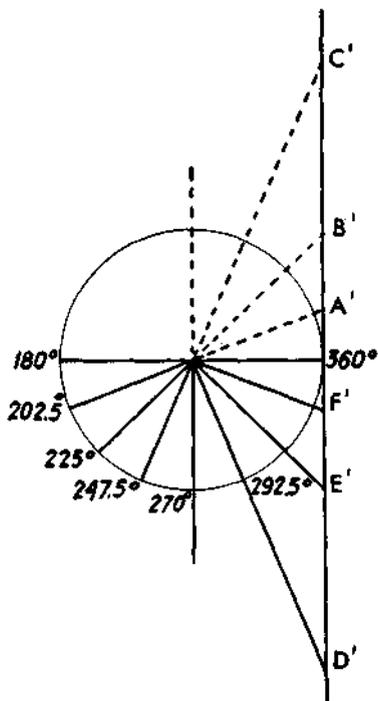


Fig. 115

ángulo de 90° a 180° . En la figura 115 puede seguir ahora el estudio de la variación de la tangente, al pasar de 180° el valor del ángulo.

REDUCCIÓN DE ÁNGULOS AL PRIMER CUADRANTE

Ya le dieron a usted las tablas trigonométricas, con los valores de las tres razones más corrientes utilizadas: seno, coseno y tangente de los ángulos comprendidos entre 0° y 90° , ángulos llamados del primer cuadrante. Ahora verá usted cómo, con estas tablas, pueden fácilmente conocerse los valores de estas razones trigonométricas para cualquier ángulo, cuyo valor fuese superior a 90° . Vamos ahora a ver cómo puede ser esto.

Vea en la figura 116 un ángulo alfa cuyo valor está comprendido entre 90° y 180° , es decir, en el segundo cuadrante. Las líneas trigonométricas de este ángulo son AB el seno, OB, el coseno, DC la tangente. Considere ahora el ángulo suplementario del ángulo α que es β , tomado este ángulo β a partir del origen para dibujar las líneas trigonométricas resulta β' del cual se da el seno $A'B'$, el coseno OB' y la tangente DC . Veamos ahora la relación que hay entre las líneas trigonométricas de uno y otro:

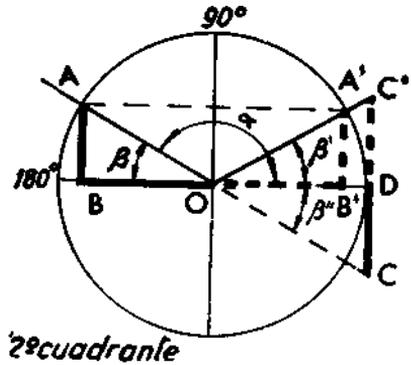


Figura 116

El seno AB del ángulo alfa es igual por igualdad de triángulos, al seno $A'B'$ de β .

El coseno de β OB' , es igual al coseno de β' OB' , pero es negativo.

La tangente β' DC es también igual a la tangente de β DC , pero también negativa.

Así pues, conocemos el valor de las razones trigonométricas de un ángulo alfa del segundo cuadrante si conocemos los valores de las mismas razones del ángulo suplementario, los senos de ambos son iguales y la tangente y el coseno son iguales, pero con signo negativo.

Vea ahora en la figura 117 lo que sucede con un ángulo alfa comprendido en el tercer cuadrante, es decir, un ángulo cuyo valor es mayor de 180° y menor de 270° . El seno de este ángulo es AB, el coseno OB, y la tangente DC. Si restamos al ángulo alfa 180° obtenemos el ángulo β , cuyas líneas trigonométricas representadas en la misma figura 117 son el seno $A'B'$, el coseno OB' y la tangente DC. Vemos en seguida que la tangente DC es la misma para el ángulo alfa que para el ángulo resultante de restar 180° al ángulo alfa. El seno y el coseno son también iguales en valores absolutos, pero son de signo negativo.

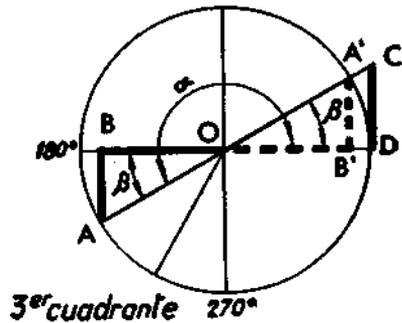


Figura 117

Vemos, pues, la forma de obtener los valores de las razones trigonométricas de un ángulo comprendido entre 180° y 270° simplemente conociendo las de un ángulo resultante de restar a éste 180° .

Para ahora estudiar la figura 118 en la cual se han representado los valores de las líneas trigonométricas correspondientes a un ángulo alfa, comprendido en el cuarto cuadrante, es decir, superior a 270° e inferior a 360° ; las líneas trigonométricas de este ángulo son el seno AB, el coseno OB y la tangente DC. En este caso, vemos que el seno, el coseno y la tangente son iguales en valor absoluto a las de un ángulo resultante de restar alfa de 360° , pero teniendo en cuenta que el coseno es positivo y el seno y la tangente negativos.

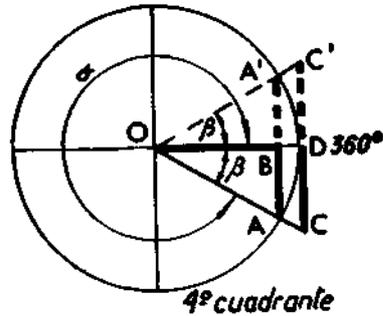


Figura 118

Para poder emplear con más comodidad estos conocimientos, vamos a resumirlos de la siguiente manera:

Los valores de las razones trigonométricas de un ángulo, cuyo valor corresponda al segundo cuadrante, los obtendremos teniendo en cuenta que son iguales a los de su suplemento, pero el coseno y la tangente son negativos.

Los valores de las razones trigonométricas de un ángulo del tercer cuadrante, es decir, comprendido entre 180° y 270° los obtendremos teniendo en cuenta que son iguales a los del ángulo resultante de restar al ángulo dado 180° y teniendo en cuenta que el seno y el coseno son negativos.

Los valores de las razones trigonométricas de un ángulo comprendido entre los 270° y 360° o sea del cuarto cuadrante se obtendrán teniendo en cuenta que son iguales a los del ángulo resultante de restar el ángulo dado de 360 y teniendo en cuenta que el seno y la tangente son negativos.

Para afirmar más estos conocimientos vea a continuación unos ejemplos de cálculo.

Sea hallar los valores de las razones trigonométricas del seno, coseno y tangente correspondiente a un ángulo de 117° ; el suplemento de este ángulo valdrá $180^\circ - 117^\circ = 63^\circ$.

Los valores de las razones trigonométricas de un ángulo de 63° son los siguientes:

$$\begin{aligned}\text{Seno } 63^\circ &= 0'89101 \\ \text{Coseno } 63^\circ &= 0'45399 \\ \text{Tangente } 63^\circ &= 1'96261\end{aligned}$$

Teniendo en cuenta los cambios de signos que afectan a las razones trigonométricas de un ángulo situado en el segundo cuadrante, se tiene: seno de $117^\circ = 0'89101$; coseno de $117^\circ = -0'45399$; tangente de $117^\circ = -1'96261$.

Hallar los valores de las razones trigonométricas de un ángulo de 205 grados.

Estando este ángulo comprendido entre los valores de 180° y 270° corresponde al tercer cuadrante. La diferencia entre este ángulo y 180° es igual a $205 - 180 = 25^\circ$.

Los valores de las razones trigonométricas del ángulo de 25° son las siguientes:

$$\text{Sen } 25^\circ = 0'42262; \text{ tg } 25^\circ = 0'46631; \text{ cos } 25^\circ = 0'90631.$$

Teniendo en cuenta los cambios de signo que afectan a los ángulos citados en el tercer cuadrante, tendremos: sen $205^\circ = -0,42262$; cos $205^\circ = -0,90631$; tg. $205^\circ = -0,46631$.

Veamos, por último un ejemplo de ángulo situado en el cuarto cuadrante:

Hallar las razones trigonométricas de un ángulo de 300° ; restando este valor de 360° se obtienen $360^\circ - 300^\circ = 60^\circ$. Los valores de las razones trigonométricas de un ángulo de 60° son:

$$\text{Sen } 60^\circ = 0'86603; \text{ cos } 60^\circ = 0'50000; \text{ tg } 60^\circ = 1'73205$$

Teniendo en cuenta los cambios de signo que afectan a los **ángulos situados** en el cuarto cuadrante se tiene:

$$\text{Sen } 300^\circ = -0'86603; \text{ cos } 300^\circ = 0'50000; \text{ tg } 300^\circ = -1'73205$$

RELACIONES FUNDAMENTALES ENTRE LAS RAZONES TRIGONOMÉTRICAS DE UN MISMO ÁNGULO

Observe en la figura 119 que las líneas trigonométricas forman tres triángulos rectángulos: el triángulo **OMN**; el triángulo **OTA** y el triángulo **OBF**. Estos tres triángulos rectángulos son semejantes, y, por tanto, sus lados y ángulos son proporcionales.

Por ser rectángulos y semejantes, aplicando el teorema de Pitágoras y la proporcionalidad y teniendo en cuenta que el radio es igual a 1, se obtienen entre los valores de las razones trigonométricas de un mismo ángulo determinadas relaciones que permiten, en caso necesario calcular los valores de todos ellos conociendo solamente el de una cualquiera.

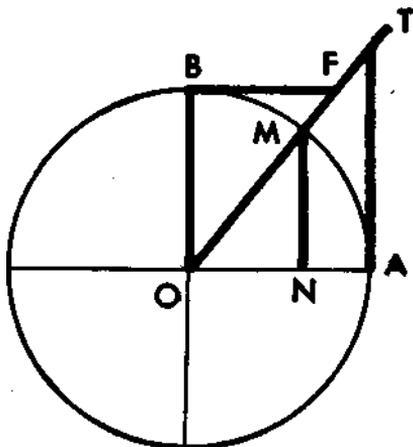


Figura 119

Estas relaciones son las siguientes:

$$1.^\circ \quad \text{sen}^2 \alpha + \text{cos}^2 \alpha = 1$$

De ésta se deducen:

$$\text{sen } \alpha = \sqrt{1 - \text{cos}^2 \alpha}$$

$$\text{cos } \alpha = \sqrt{1 - \text{sen}^2 \alpha}$$

$$2.^\circ \quad \text{tg } \alpha = \frac{\text{sen } \alpha}{\text{cos } \alpha}$$

$$3.^\circ \quad \text{ctg } \alpha = \frac{1}{\text{tg } \alpha} \quad \text{ó} \quad \text{tg } \alpha = \frac{1}{\text{ctg } \alpha}$$

$$4.^\circ \quad \text{sec } \alpha = \frac{1}{\text{cos } \alpha} \quad \text{ó} \quad \text{cos } \alpha = \frac{1}{\text{sec } \alpha}$$

$$5.^\circ \quad \text{cosec } \alpha = \frac{1}{\text{sen } \alpha} \quad \text{ó} \quad \text{sen } \alpha = \frac{1}{\text{cosec } \alpha}$$

Así, por ejemplo, si sabemos que el **sen alfa** cuando $\alpha = 30^\circ$, es igual a 0'5 tendremos que las restantes razones del mismo ángulo valdrán:

$$\text{cotg } \alpha = \frac{\sqrt{1 - 0'25}}{0'5}$$

$$\text{sec } \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 - 0'25}}$$

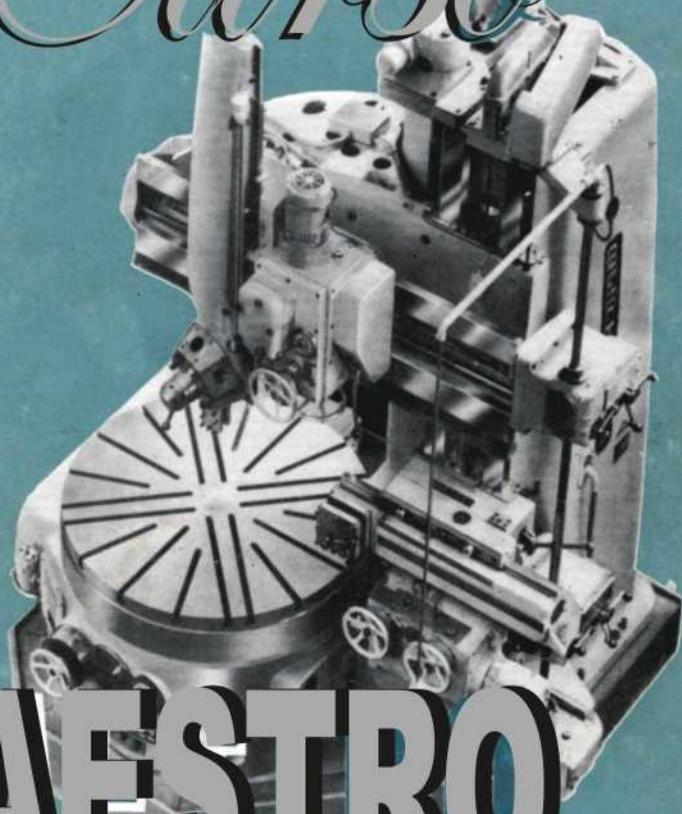
$$\text{cosec } \alpha = \frac{1}{0'5}$$

$$\text{cos } \alpha = \sqrt{1 - 0'25}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{0'5}{\sqrt{1 - 0'5^2}}$$

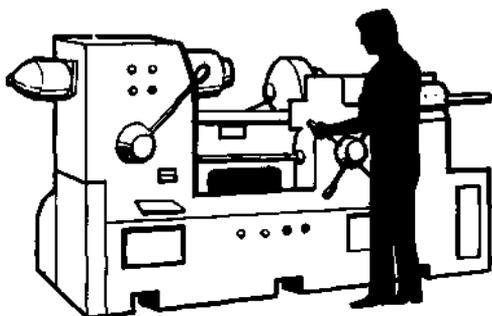
En la próxima lección estudiará usted la aplicación de estos conocimientos al cálculo de las dimensiones de triángulos. Es, pues, muy importante que usted repase y estudie esta lección con toda atención hasta que logre comprenderla en todos sus detalles.

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 21



PRACTICA DEL TORNEADO

LECCIÓN 7

CONSTRUCCIÓN DE PATRONES PARA EL COPIADO

Señalábamos en nuestra lección anterior de **Técnica de torneado** que cada vez son más los tornos cilindricos que se les dota de copiador hidráulico. Vamos a suponer ahora que disponemos de un torno en el que se ha montado uno de estos aparatos; de este montaje y de su puesta en marcha se ha encargado la casa constructora. A nosotros nos corresponde saber cómo se trabaja con él; para ello se necesita conocer las posibilidades del aparato y cómo se construye un patrón o plantilla.

Usted sabe que el perfil de este patrón o plantilla ha de ser el mismo de la pieza o piezas a construir. Como es evidente, para cada pieza de diferente perfil debemos tener un patrón distinto. Ahora bien, la construcción de un patrón queda justificada cuando la cantidad de piezas a copiar es grande o deben mecanizarse periódicamente. En el caso de que sean pocas las piezas a construir y no se tiene la seguridad de que dentro de un tiempo habrán de mecanizarse más, se mecaniza una pieza y ésta se utiliza como patrón.

El patrón se puede construir cilindrico o bien de plancha de un espesor de, aproximadamente, 3 milímetros; en general, este espesor es suficiente. Para los trabajos de torno casi siempre es cilindrico, dado lo fácil de su mecanizado.

Las longitudes a copiar deben ser en el patrón iguales, a las que ha de tener la pieza a mecanizar. En cuanto a los diámetros, lo único que interesa es que las diferencias entre los del patrón sean iguales a las diferencias de los que han de obtenerse en la pieza; así, si ha de construirse una pieza con unos diámetros, por ejemplo, 55, 40 y 38 mm, en el patrón no hace falta que el diámetro más pequeño sea exactamente 38, sino que según el material o porque la pieza ha de ser relativamente corta y no hay peligro de que flexe, puede partirse de un diámetro mucho menor, 20 por ejemplo. Así pues, el palpador se deslizará por un cilindro de ϕ 20 para copiar la longitud correspondiente de ϕ 38. Ahora bien, la diferencia, de diámetros en la pieza de 38 a 40 es de dos milímetros; en consecuencia, esta diferencia debe ser conservada en el patrón: para copiar el ϕ de 40 el diámetro correspondiente del patrón será $20 + 2$, o sea, 22. El diámetro siguiente de la pieza varía de 40 a 55 cuya diferencia, son 15 mm : en el patrón la diferencia debe ser la misma, es decir, el diámetro será de $22 + 15$, o sea, 37 mm. En resumen, un patrón ha de reunir las dos condiciones siguientes:

1? Mismas longitudes en el patrón que en la pieza a copiar.

2? Iguales diferencias de diámetro (no iguales diámetros) en el patrón que en la pieza a copiar.

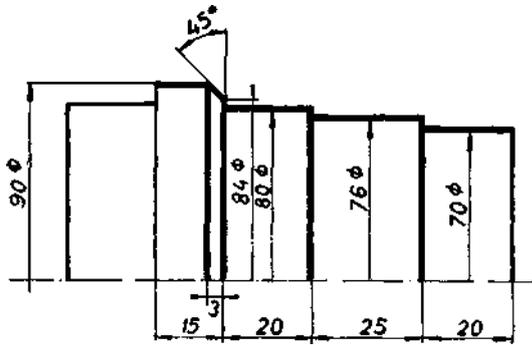


Figura 47

Fíjese en el croquis de las figuras 47 y 48. El primero es el de una pieza que ha de copiarse y el segundo el del patrón que nos permitirá mecanizar dicha pieza. (En realidad, este último no es el definitivo; ya verá usted, la disposición más adecuada de sus extremos).

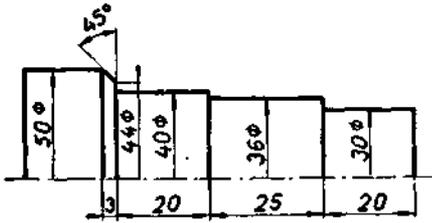


Figura 48

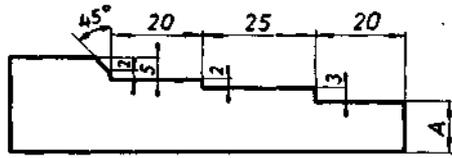


Figura 49

Fíjese asimismo en la figura 49: se trata del croquis de una plantilla de plancha que también permitiría mecanizar la pieza de la figura 47. Observe que en la acotación de la plantilla no se ha tenido en cuenta para nada la anchura de la plancha; solamente se ha considerado la diferencia en el perfil. La cota A es indiferente y dependerá de la dimensión más adecuada para la fijación en el portaplantillas o de la plancha que se disponga en el momento de construirla-

Observe en las figuras 48 y 49 que la cota de longitud de la parte izquierda no se determina; ésta será siempre más larga que la de la pieza; de lo contrario el palpador al llegar al final de dicha longitud efectuaría lo mismo, con lo que la pieza se malograría. El exceso de longitud permite al operario desembragar el automático del avance del carro y accionar la palanca de retroceso de la herramienta.

El tipo de piezas como la de la figura 47 no es el más corriente de los que se presentan en los trabajos a copiar. Generalmente se han de copiar los dos extremos, pero se efectúan en dos operaciones diferentes debido a que el copiador debe seguir una marcha de trabajo que, salvo casos especiales, sólo le permitiría trabajar alejándose del eje del torno, es decir, la progresión de los diámetros de la pieza ha de ser de menor a mayor.



Figura 50

Para mecanizar una pieza como la de la figura 50 con un copiador hidráulico las operaciones a efectuar serían las de las figuras 51 y 52.



Figura 51

Debe tenerse en cuenta que para mecanizar una serie de piezas en un torno con un copiador hidráulico acoplado, todas deben tener la misma longitud y los puntos, la misma profundidad. Evidentemente, el perfil del patrón permanece fijo; por lo tanto, el perfil descrito por la herramienta tam-

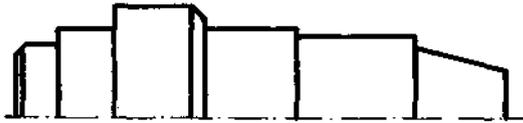
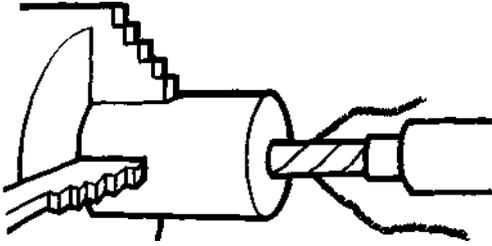


Figura 52

bien es constante en cuanto a su forma y emplazamiento con respecto a los puntos del torno. De ahí que, si las piezas no son todas iguales, saldrán con el perfil desplazado. Lo único que se varía son los diámetros, ya que la herramienta va montada sobre una torre porta-herramienta que permite acercarla o alejarla del eje del torno.

En la próxima lección le explicaremos un ejemplo de copiado en el que podrá ver claramente la puesta a punto de un patrón para trabajar; lo más interesante en realidad, ya que el mecanizado de las piezas es más bien trabajo de especialista que de operario; no si la preparación del patrón y puesta a punto que debe ser efectuada por un operario.



TÉCNICA DEL TORNEADO

LECCIÓN 21

TORNOS REVOLVER

El torno revolver fue dado a conocer por primera vez en los Estados Unidos durante los años 1860 y 1861 por los fabricantes Jones y Swasey y más adelante, en 1890, en Inglaterra por Herbert. Posteriormente, Herry Ernault creó los primeros modelos franceses de este tipo de torno. En la actualidad, son varias las firmas españolas constructoras de tornos revolver.

En un principio los tornos revolver estaban destinados a trabajar sobre todo con barras, es decir, eran considerados como tornos de decolletaje y se reputaban faltos de precisión, pero después se cayó en ja cuenta de que también podrían obtenerse buenos resultados trabajando con plato, en particular si se trataba de piezas en las que hubieran de efectuarse diversas operaciones tales como mandrinados, ranuras, refrentados, roscas, etc.

Esta nueva apreciación del torno revolver motivó importantes modificaciones que lo convirtieron en una máquina universal por la diversidad de piezas y trabajos que puede realizar. Es ideal para series medianas, por el número relativamente importante de piezas que se pueden trabajar a un precio de coste muy interesante y razonable, sin necesidad de recurrir a un utillaje especial o a la preparación complicada y difícil que requieren los tornos automáticos.

Cabe clasificar los tornos revolver en dos grandes grupos, aun cuando sus diferencias no son, como veremos después, muy acusadas, sino más bien por lo que respecta a su aplicación.

TORNOS PARA TRABAJOS EN BARRA

Con torre revólver accionada por un mecanismo de trinquete. La torre puede ser de eje vertical horizontal o de base inclinada.

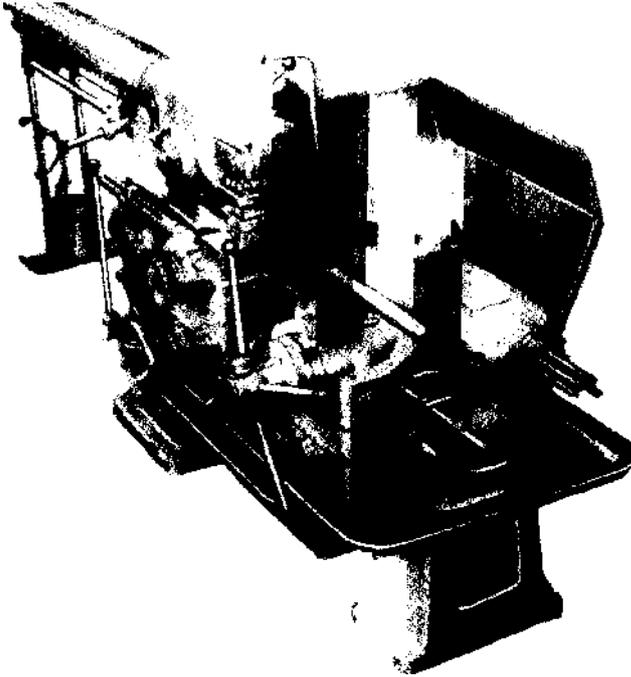


Figura 684. — Torno revólver con torre de trinquete y fijación con pinza

Este primer grupo lo forman los que la sujeción de las piezas (en barra) se efectúa por pinzas y llevan la torre revólver portaherramientas montada sobre una corredera o patín, que se desplaza por unas guías alojadas en el carro portaherramientas (fig. 684). Su manejo es relativamente ligero y muy rápido.

Los de este tipo se denominan por el diámetro de la barra que puede introducirse por el interior de su eje. Se construye generalmente desde 10 mm hasta 65 mm de paso de barra y en las capacidades menores los hay que no disponen de movimientos automáticos, pues dado que se dedican al pequeño descolletaje y no exigen demasiados esfuerzos, los movi-

mientos pueden realizarse a mano; así se facilita un trabajo extremadamente rápido.

TORNOS PARA TRABAJOS CON PLATO

Con torre revólver de eje vertical o tambor revólver de eje horizontal.

Los de este grupo se designan por el diámetro admitido sobre la bancada y por la distancia máxima entre la nariz del eje y la cara frontal de la torre revólver.

Otra particularidad consiste en que el soporte sobre el que va montada la torre revólver se desliza directamente sobre la bancada. Esta disposición proporciona una gran rigidez a la torre y, en consecuencia, a las herramientas que en ella se montan.

El mencionado montaje del carro sobre la bancada es más pesado y pierde por tanto movilidad y ésta es una de las razones por la que estos tornos solamente se utilizan para la fijación con plato (piezas grandes) o para barras mayores de los 65 mm (fig. 685).

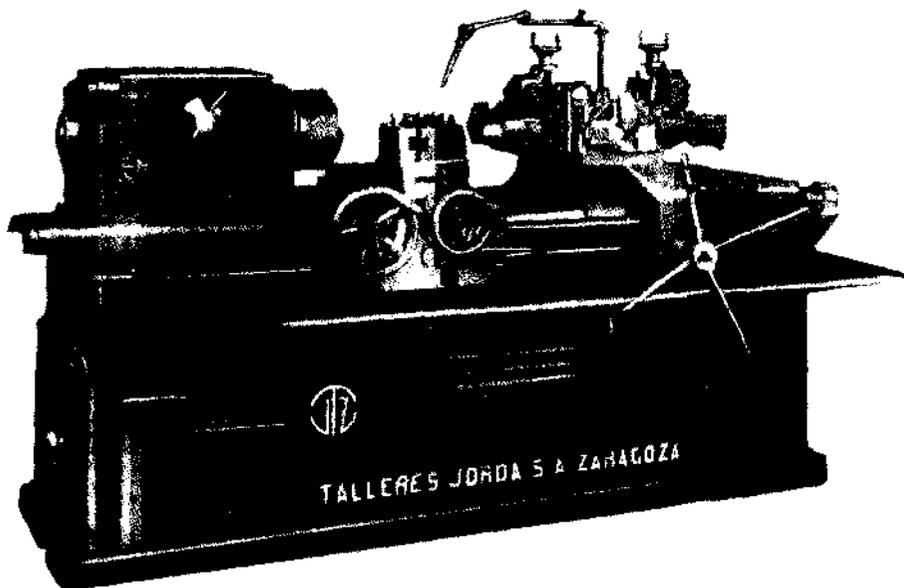


Figura 685. — Torno revólver para trabajos con plato.

ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS CON RESPECTO AL PARALELO

Dos son las características principales que diferencian al torno revólver del paralelo:

- Alimentación semiautomática de la pieza en barras.
- Torre portaherramientas revólver de 6 posiciones montada en un carro auxiliar que sustituye a las contrapuntas de los tornos paralelos corrientes.

Otra característica a considerar es la de que el carro transversal va provisto siempre de un dispositivo de desplazamiento rápido que generalmente puede accionarse a mano o automático y que tiene acoplado un sistema de topes transversales-

Los tornos revólver se designan así por el mecanismo de trinquete o gatillo que acciona a la torre portaherramientas, casi siempre exagonal, que se desplaza y evoluciona en la prolongación del eje principal del torno (figura 686). Dicho mecanismo de trinquete tiene tantas muescas como posiciones la torreta y al saltar el trinquete o gatillo se produce un ruido semejante al que se percibe al soltar el percutor de un revólver sin carga.

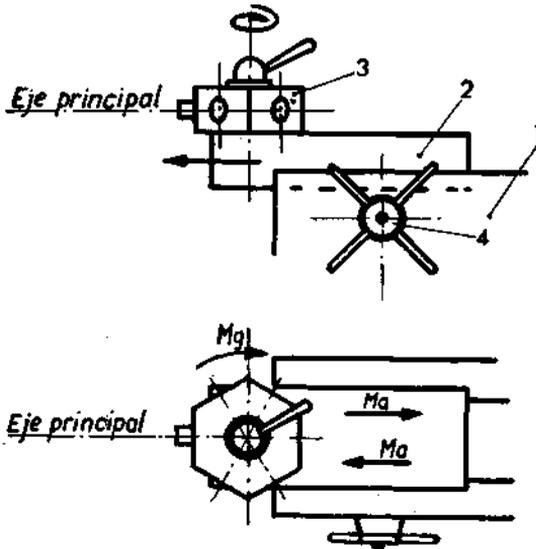


Figura 686. — 1, Carro auxiliar. — 2, Corredera. — 3, Torre exagonal. — 4, Palanca de accionamiento. — M_a , movimiento de desplazamiento longitudinal. — M_s , movimiento de giro de la torre.

Figura 687. — Carro revólver con torre de seis posiciones. — 1, Carro revólver. — 2, Corredera. — 3, Torre portaherramientas. — 4, Palanca de accionamiento de la corredera. — 5, Alojamiento para los portaherramientas. — 6, Portaherramientas. — 7, Topes longitudinales para la corredera. — 8, Palanca del automático para la corredera.

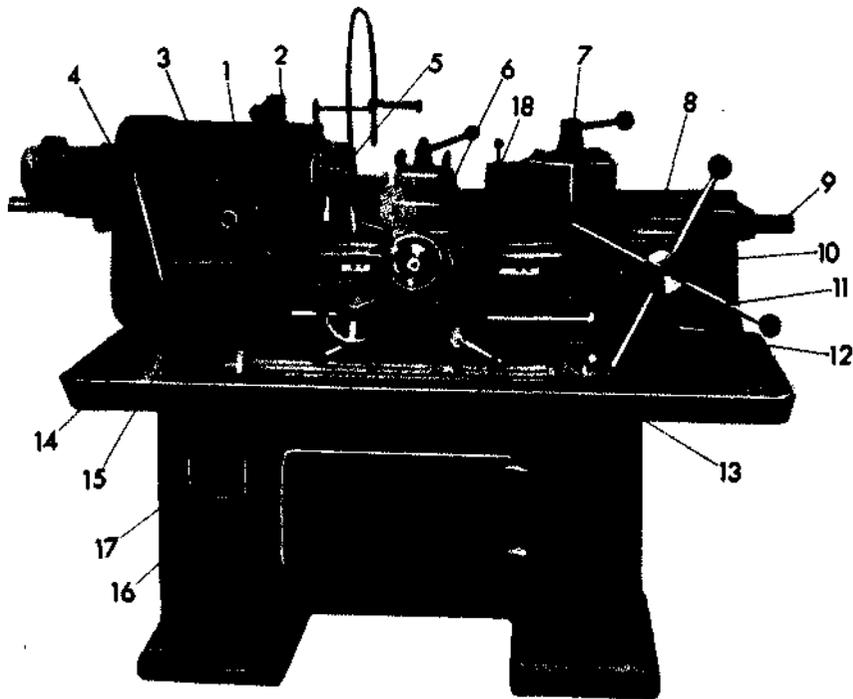
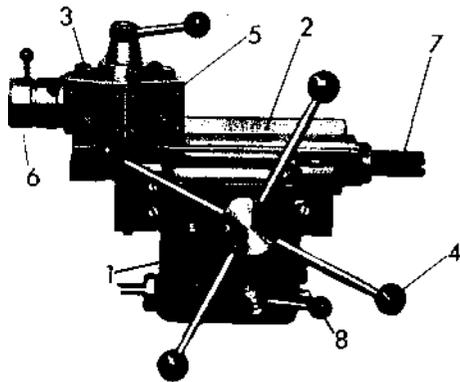


Figura 688. — Modelo de torno revólver CABALLERÍA, TR2, MA-3. — 1, Caja bezal. — 2, Palanca de embrague para accionamiento y paro. — 3, Palancas de selección de las velocidades. — 4, Palanca de apertura y cierre de las pinzas. — 5, Cabezal portapinza. — 6, Carro transversal. — 7, Torre revólver. — 8, Corredera longitudinal del carro revólver. — 9, Topes de desplazamiento del carro revólver. — 10, Palanca accionamiento de la corredera (8). — 11, Carro revólver. — 12, Palanca avance automático del carro revólver. — 13, Barra de topes. — 14, Caja de avances. — 15, Palanca de selección de los avances. — 16, Carro longitudinal. — 17, Interruptores de puesta en marcha y paro. — 18, Topes transversales.

Observe en la figura 687, para entrar en estudio, un carro revólver con la torre correspondiente.

Últimamente, al haberle sido añadidos nuevos mecanismos, el torno revólver también es llamado torno **semiautomático**.

En las figuras 688 y 689 hemos reproducido las fotografías de dos tornos revólver. El de la figura 688, de capacidad mediana, es de la conocida marca española de tornos de este tipo CABALLERÍA, de Badalona, y el de la figura 689, clasificado como de gran capacidad es construido por la firma TOS, de Checoeslovaquia, y se le reconoce como uno de los tipos más logrados por los fabricantes europeos; en la figura 27 de la lección 1 ya lo vio usted en plena acción.

Vea relacionadas a continuación y a propósito de los dos tornos de las figuras 688 y 689, las características a considerar en los tornos revólver, para determinar su capacidad y posibilidades.

Características	Torno CABALLERÍA TR. 10-MA 3 (Fig. 688)	Torno T.O.S. R 5 (Fig. 689)
Altura de puntos. mm.	160	230
Agujero de eje principal ... 0 mm.	38	53
Paso máximo de barras, redondas. 0 mm,	30	50
Paso máximo de barras, exagonales. mm.	26	41
Paso máximo de barras, cuadradas. mm.	21	35
Diámetro de los alojamientos de la torre revólver 0 mm.	30	54
Anchura de la torre, medida entre planos. mm.	180	260
Carrera máxima del carro revólver. mm.	210	250
Gama de avances del carro revólver. mm/rev.	0,05 a 0,2	0,045 a 2
Número de velocidades del eje principal. rpm-	6	18
Gama de velocidades del eje principal. rpm.	130 a 1 100	28 a 1 400
Potencia del motor. C.V.	3	7'5 10

Podría añadirse alguna característica más, tal como los diámetros admitidos sobre bancada y carro, etc , pero las propias de los tornos revólver, es decir, las verdaderamente importantes son las reseñadas.

La mayoría de los órganos conjuntos del torno revólver son iguales a sus similares del paralelo, por lo que únicamente estudiaremos con detalles sus dispositivos característicos.

CABEZAL CON DISPOSITIVO DE ALIMENTACIÓN SEMIAUTOMÁTICA

Los cabezales de los tornos revólver se ajustan a las mismas características que los de los tornos paralelos y en la actualidad atienden también a lograr una mayor eficiencia y seguridad en el trabajo y así disponen de motores acoplados, sus mandos están dispuestos de una forma racional y reúnen las mismas ventajas que se han ido aplicando a los tornos paralelos modernos que estudiaremos en la lección 19.

Destaca en este tipo de cabezales el dispositivo que les diferencia y da nombre. Vea en la figura 690 un detalle del cabezal de un torno seme-

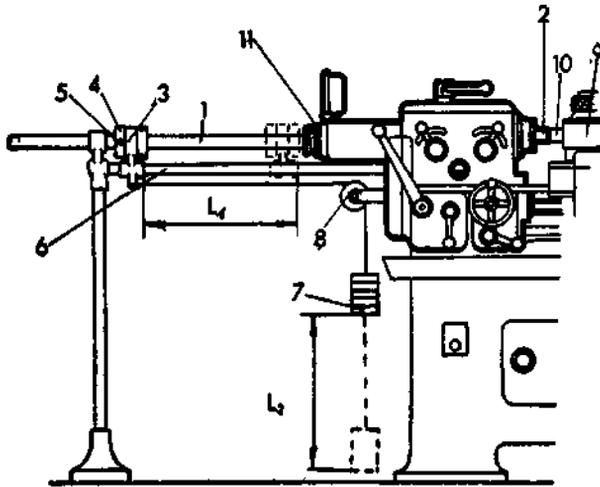


Figura 690. — Esquema de la alimentación por barra en el torno revólver. — 1, Barra a mecanizar. — 2, Pinza y extremo barra. — 3, Soporte trasero. — 4, Anillo giratorio. — 5, Tornillos fijación barra. — 6, Barra de guía del soporte. — 7, Contrapeso. — 8, Polea guía del contrapeso. — 9, Torre revólver. 10, Tope. — 11, Tuerca de regulación de la barra de empuje. — L_1 Longitud de la carrera de alimentación. — L_2 , longitud de la carrera del contrapeso.

jante al de la figura 688. Este detalle nos servirá para el estudio del citado dispositivo. Por consiguiente, siga usted las siguientes explicaciones atendiendo a la figura 690.

FIJACIÓN DE LA BARRA

La barra de material a mecanizar (1) se hace pasar a través del agujero del eje principal del cabezal; éste lleva montada una pinza (2) que sujetará la barra, de forma que sobrecarga la longitud justa para la pieza a mecanizar.

De lo dicho y de lo que se aprecia en la figura, resulta fácil deducir que la barra se apoya por su extremo delantero en la pinza que la fija y por su parte posterior en un soporte (3) que lleva un anillo giratorio (4) y dentro del cual se fija la barra. Tenemos, pues, que si hemos hecho la barra solidaria del eje principal, en cuanto empieza a girar éste empezará a girar la barra (condición indispensable para que podamos tornearla), ésta arrastra en su giro al anillo (4) que queda apoyado en el soporte (3). Esta fijación es necesaria, aparte de que la utilizaremos para el dispositivo de alimentación, como veremos seguidamente, para lograr una fijación segura de la barra, fijación con la que se evitan los coletazos que daría la barra si estuviera suelta. Esta precaución de sujetar la barra por su parte posterior debe tomarse siempre que se trabaje partiendo de esa forma del material y en cualquier máquina que se haga, precaución que ha de acentuarse tanto más cuanto más delgada y larga sea la barra, pues será menos rígida y las vibraciones que experimente repercutirán en el acabado.

También debe tenerse en cuenta que la barra al fijarla con los tornillos (5) quede sensiblemente centrada; para este centraje ninguno de los tornillos deben forzarla, sino que han de limitarse a un tensado que sujete la barra precisamente en el centro que señale la pinza y que es el mismo eje principal.

En todos los tornos revólver la fijación de la barra se efectúa con ligeras variantes de la misma forma que acaba de explicarse.

ALIMENTACIÓN SEMIAUTOMÁTICA

Primeramente definiremos como semiautomático aquel movimiento o ciclo completo, más o menos largo, de movimiento, que tiene lugar de

forma automática como consecuencia de un movimiento obtenido por una operación efectuada manualmente.

Por consiguiente, si mediante una sola maniobra, logramos disponer, una vez mecanizada una pieza, de un nuevo trozo de barra para el mecanizado de una nueva pieza, habremos conseguido la alimentación semi-automática.

Establezcamos ahora el orden de las operaciones que deberán efectuarse de forma automática:

- 1.º Apertura de la pinza.
- 2.º Avance de la barra.
- 3.º Nueva puesta a punto de la barra.
- 4.º Cerrado de la pinza.

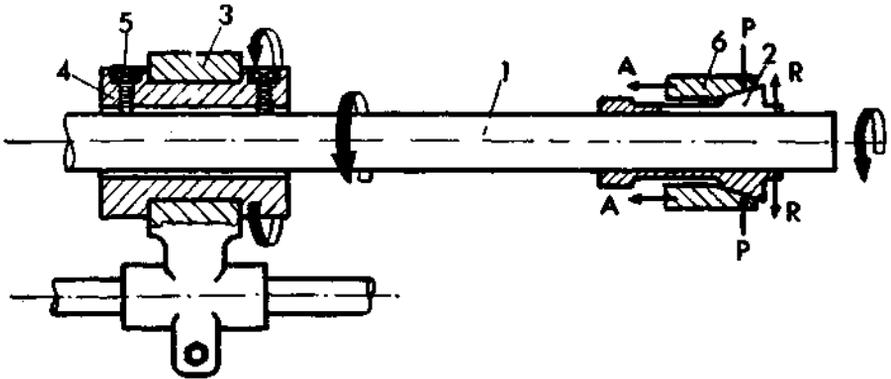


Figura 691. — Sujeción de la barra en un torno revólver. — 1, Barra a mecanizar. 2, Pinza. — 3, Soporte trasero. — 4, Anillo giratorio. — 5, Tornillos de fijación de la barra. — 6, Dola de cierre de la pinza. — 7, Presión de la pinza sobre la barra. — A, El retroceso de la dola 6 provocará una reacción R, que abrirá la pinza y permitirá el paso libre de la barra por su interior.

Observe en la figura 691 la forma en que la pinza sujeta a la barra. La dola (6) aprieta sobre el cono de la pinza (2) provocando su cierre; un esfuerzo en sentido contrario y gracias a la elasticidad del material de que están construidas, hará que la pinza se abra, permitiendo el libre paso de la barra por su interior.

El movimiento de la dola de apriete lo produce una barra que pasa por el interior de eje y que empuja la dola contra el cono de la pinza. Esta barra es hueca y por su interior se desliza la barra a mecanizar (figura 692).

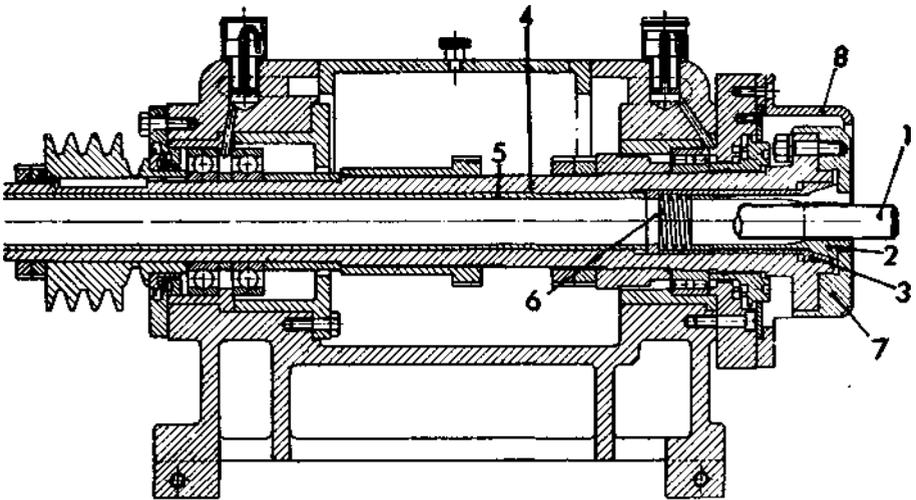


Figura 692. — Dispositivo de alimentación de la barra. — 1, Barra. — 2, Pinza. — 3, Dolla de cierre. — 4, Eje principal. — 5, Barra de empuje para el cierre. — 6, — Muelle de recuperación para la apertura. 7, — Tapa frontal para tope de la pinza. — 8, Protector.

El mando de la barra se efectúa por una palanca generalmente situada en la parte posterior del cabezal. Con el accionamiento de dicha palanca se desplaza la barra en uno u otro sentido, cerrando o permitiendo la apertura de la pinza, ya que al retirarse la barra (ver figura 692) el resorte (6) despide a la dolla (3) hacia atrás. El que la barra 5 haya de vencer la acción del resorte para efectuar el cierre, permite un perfecto contacto entre los conos de la pinza y la dolla, asegurando así que la pinza quede siempre bien centrada.

En la figura 693 se muestra uno de estos dispositivos de la barra de cierre y su correspondiente palanca de mando; dicho dispositivo puede acoplarse también a cualquier tipo de torno (en la figura 237 de la lección 3.^a puede comprobarlo) y cuya forma varía según la casa constructora.

Todos estos dispositivos de cierre rápido así como los platos-pinzas que estudiamos en la lección 7.^a permiten su manipulación, trabajando con barra, sin necesidad de parar la máquina. Vea en la figura 694 un cabezal de torno revólver accionado por correas desde una caja de velocidades situada en la base del zócalo.

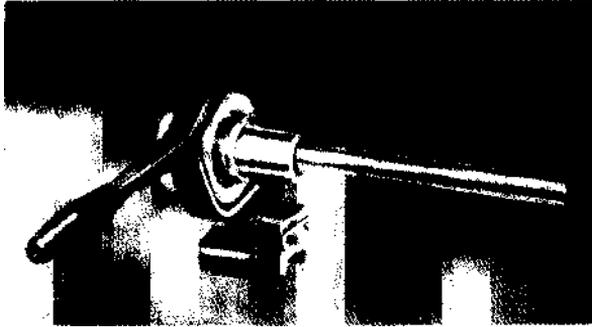


Figura 693. — Dispositivo de cierre de las pinzas, por barras y palanca.

Falta ver ahora cómo se produce el avance de la barra. Volvamos a la figura 690 y podremos comprobar que una vez abierta la pinza y, por consiguiente, sin sujeción la barra, el contrapeso (7) bajará haciendo desplazar al soporte (3) por su guía (6) y, en consecuencia a la barra que es solidaria del soporte. El desplazamiento de la barra lo limitaremos por delante, colocando un tope en la torre revólver, de manera que nos quede a la longitud necesaria. Una vez la barra a tope, procederemos al cierre de la pinza accionando la palanca correspondiente. Como es natural, la

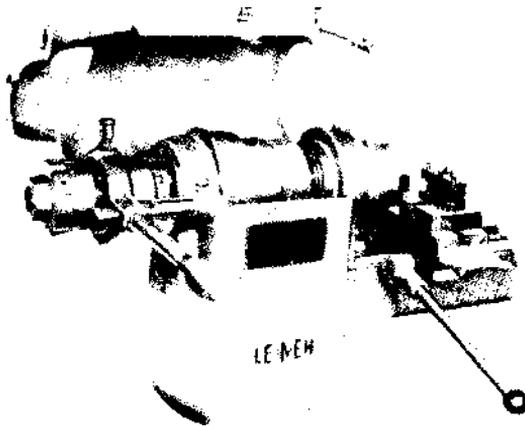


Figura 694. — Dispositivo de cierre accionado por palanca en un cabezal de carro de poleas.

carrera de alimentación L_t viene limitada por la longitud de la guía (6) y en cuanto al soporte llega junto a la parte posterior del cabezal, debe desplazarse nuevamente a su posición trasera. Interesa advertir que cuando el soporte (3) está en su posición trasera, el contrapeso (7) ha de estar a una distancia del suelo, superior a la longitud total de la carrera de alimentación.

CAMBIO DE PINZA

Para el cambio de pinza, el orden de las operaciones a seguir puede ser el siguiente (figura 692):

- 1.º Desmontar el protector (8) y la tapa frontal (7).
- 2.º Sacar la pinza con los dedos y colocar la que convenga.
- 3.º Volver a colocar la tapa frontal y el protector.
- 4.º Regular la posición de la barra de empuje respecto de la pinza, por medio de la tuerca 11 de la figura 690' de forma que la barra efectúe la presión justa sobre la pinza. Una presión excesiva no permitiría la apertura y, por tanto, el paso de la barra. En caso de que la presión fuese insuficiente, la sujeción de la barra sería débil y no podrían efectuarse más que pasadas muy finas, es decir, de muy poco o nulo esfuerzo de corte.

En consecuencia, siempre ha de comprobarse la presión de la barra sobre la pinza, maniobrando repetidas veces. Una cierta experiencia permite notar perfectamente cuando la presión es la adecuada.

COLOCACIÓN DE LA BARRA

Las operaciones para la colocación del material una vez montada la pinza apropiada, se efectúan en el siguiente orden:

- 1.º Se abre la pinza para que la barra pueda pasar libremente.
- 2.º Se toma la barra y se pasa por el interior del eje principal hasta que salga por la parte delantera.
- 3.º El soporte trasero se coloca en su posición más atrasada.
- 4.º Se fija la barra en el interior del anillo giratorio con los tornillos correspondientes. Normalmente este anillo lleva dos grupos de tornillos: en una valona hay previstos tres tornillos para fijar barras redondas o exagonales y en la otra, lleva cuatro para fijación de barras cuadradas.

Conforme se ha indicado anteriormente, se procurará fijar la barra lo más centrada posible; este centraje se comprobará con el torno en marcha y si es preciso se corregirá.

5.° Se fija el contrapeso y el cable a la oreja inferior del soporte trasero, pasando el cable por la polea.

6.° Por último, abriendo y cerrando la pinza se comprueba si el avance de la barra se efectúa en la forma conveniente, primero con el torno parado y luego con el torno en marcha.

PINZAS

El equipo de pinzas del torno revólver es una de las partes más importantes del mismo. No cabe duda de que debe prestarse siempre mucha atención a la conservación total de la máquina, pero las pinzas, como todas las herramientas, requieren un cuidado especial, casi podría decirse un cuidado cariñoso, pues de su buen estado y conservación depende la



Figura 695. — Pinzas de torno revólver

calidad de los trabajos que se realicen. Téngase en cuenta que en nuestros talleres es muy corriente pedir una precisión en los trabajos superior la mayoría de las veces, a la que es posible lograr normalmente con la máquina. Del operario y del cuidado que presta a su equipo depende, **casi** siempre, que pueda lograrse la calidad exigida.

Las pinzas son herramientas caras, dada su fabricación difícil por la precisión de concentricidad que debe lograrse y por el proceso costoso de su mecanizado y su tratamiento térmico, así como el material, que debe ser especial (elástico) y muy escogido. Se construyen de todas formas y tamaños (figura 695), pues hay tornos revólver que permiten el paso de barras de hasta 60 mm e incluso de mayores diámetros.

A título de orientación, señalamos las principales cualidades que deben reunir las pinzas:

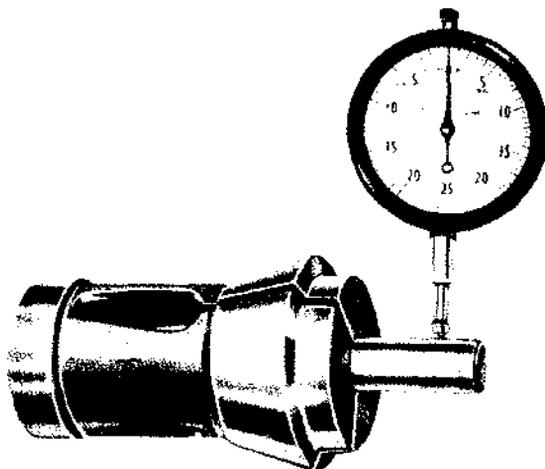


Figura 696. — Comprobación de la concentricidad de una pinza. Una pinza de calidad debe asegurar una concentricidad tal, que su diferencia sea inferior a 0,025 mm, a 25 milímetros de la cara, frontal.

Material adecuado y escrupulosamente seleccionado.

Tratamiento térmico cuidadosamente aplicado.

Control perfecto en su fabricación.

Rectificado de todas sus partes rozantes.

Concentricidad perfecta (figura 696).

Firme sujeción del material con un esfuerzo mínimo.

Insistimos en que de la precisión de la pinza depende la precisión del trabajo; por consiguiente, todos los cuidados serán pocos. Vea en la figura 697 una interesante forma de tener en orden un completo equipo de herramientas de este tipo.

A veces, a fin de reducir el equipo de pinzas y para determinados trabajos, se utilizan de un tipo especial; las pinzas de este tipo especial se llaman de **reducción** y en ellas pueden montarse casquillos de diferentes medidas (figura 698).

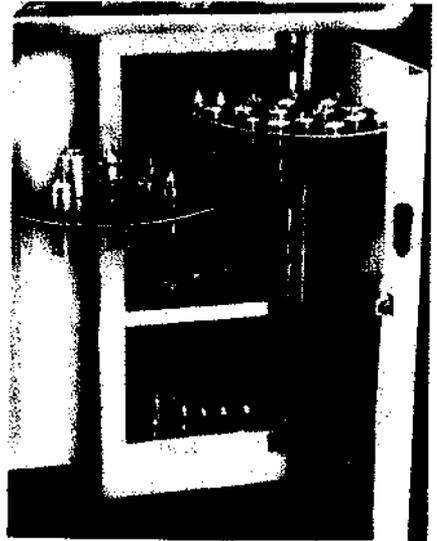


Figura 697. — Vista interior de un armario, mostrando una excelente solución para el cuidado y conservación del equipo de pinzas.

CARROS PORTAHERRAMIENTAS

Ya sabe usted que los carros portaherramientas de muchos tornos revólver van montados sobre la bancada y disponen de una corredera o patín a

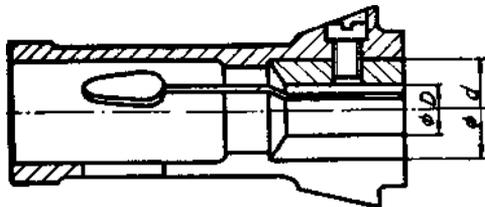


Figura 698. — Pinza con casquillos de reducción. — D , diámetro; d , diámetro exterior del casquillo de reducción.

la que va acoplada una torre portaherramientas especial del tipo llamado revólver, torre que permite el montaje de hasta seis herramientas (figura 699). También hemos indicado que hay otro tipo de carros revólver que no disponen de patín sino que efectúan sus desplazamientos o avances directamente sobre la bancada (figura 700).

Este grupo del carro portatorre exagonal revólver se utiliza normalmente para las siguientes operaciones: para sacar la barra o tope, para taladrar,

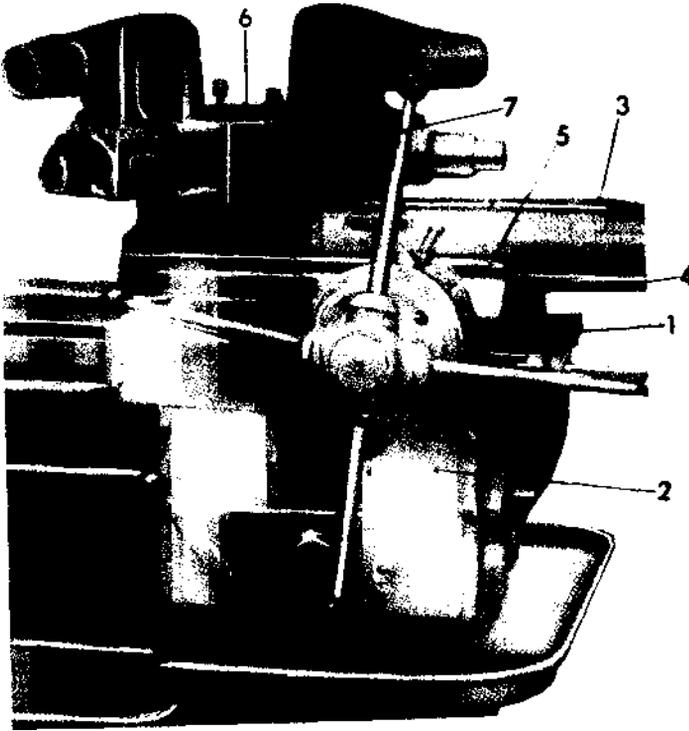


Figura 699. — Carro portaherramientas y torre revólver del torno de la figura 689, con corredera y trinquete. — 1, Guías de la bancada. — 2, Garro portaherramientas. — 3, Corredera. — 4, Guías de la corredera. — 5, Reglas de las guías. 6, Torre revólver. — 7, Palanca de accionamiento de la corredera

cilindrar, roscar interiores y exteriores, etc. Esto se consigue con los seis portaherramientas que pueden montarse en la torre exagonal así como también por la gran cantidad de soportes que en ella puede fijarse según las necesidades de fabricación de los innumerables tipos de piezas a construir.

FUNCIONAMIENTO DEL CARRO PORTATORRE REVOLVER

Sirviéndonos del esquema de la figura 701 estudiaremos este funcionamiento.

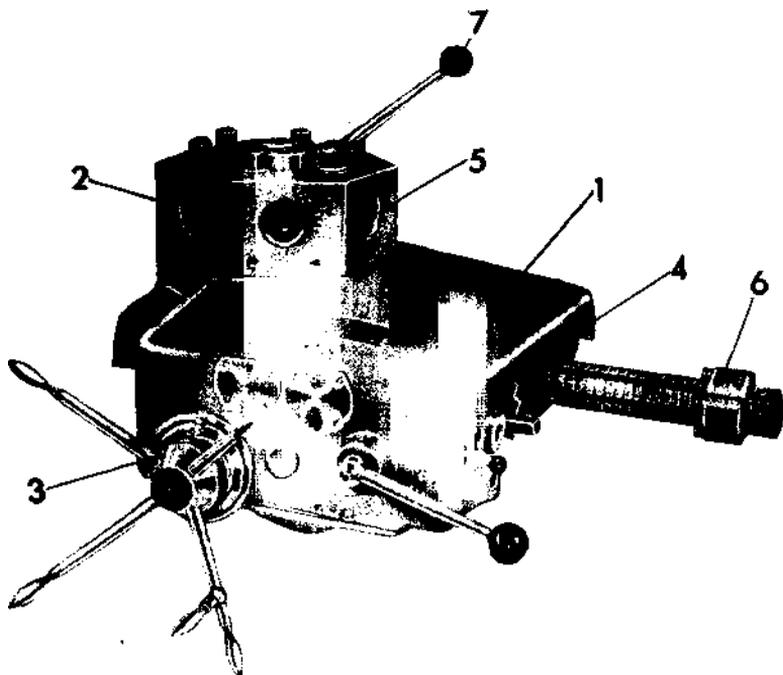


Figura 700. — Carro portaherramientas del torno de la figura 685, de deslizamiento directo sobre la bancada. — 1, Carro portaherramientas. — 2, Torre revólver. — 3, Palanca de accionamiento del carro. — 4, Guías de apoyo. — 5, Agujeros para alojamiento de las herramientas o útiles. — 6, Topes para torre revólver. — 7, Palanca fijación torre.

Por medio de la palanca en forma de cruz (1) se adelanta o se hace retroceder el carro a mano. Para que la torre exagonal gire hay que aflojar la tuerca de fijación (3) situada encima de la torre y hacer girar la palanca hacia la derecha. Este desplazamiento provoca, al llegar a una cierta posición en su retroceso, el desenclavamiento en un pivote que mantiene a la torre en su posición fija, gira entonces ésta un sexto de vuelta, volviendo a enclavarse el pivote en una nueva posición de la torre, de forma automática con una máxima exactitud en el cambio de posición (figura 702), asegurando después la nueva posición con la tuerca (3).

El carro lleva también un conjunto de topes graduables (4), uno por

cada herramienta de trabajo; estos topes giran sincronizados con la torre; graduando el tope correspondiente a cada herramienta limitan por delante la carrera de ésta, llegando así siempre de manera precisa hasta la profundidad o longitud graduada. Este avance funciona a mano o con automático, el cual se dispersará al llegar al fin de la carrera limitada por el tope, provocando el giro de la torreta; ésta presentará una nueva herramienta frente a la pieza que se trabaja.

El avance automático de la corredera o del carro, según el modelo sea de la figura 699 ó 700, se efectúa embragando la palanca (5) de la figura 701 situada en el exterior del carro. El disparo automático funciona cuando el tope correspondiente a la herramienta que trabaja toca a la palanca de disparo alojada en el interior del carro.

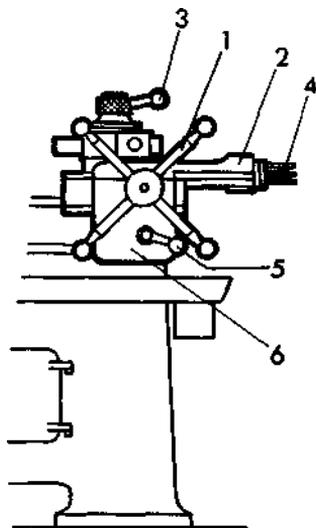


Figura 701. — Esquema del funcionamiento del carro de los tornos de las figuras 688, 689, y 700. — 1, Palanca accionamiento del carro. — 2, Corredera portatorre. — 3, Tuerca fijación torre. — 4, Topes de carrera longitudinal de (2). — 5, Palanca de embrague del automático. — 6, Carro portaherramientas.

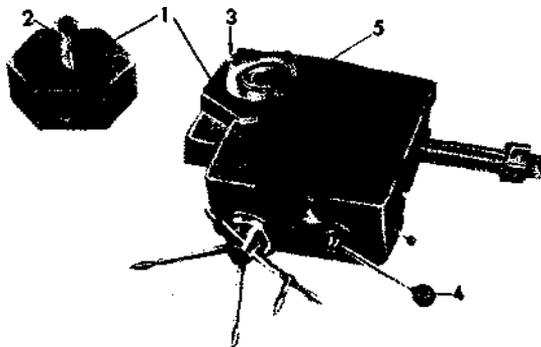


Figura 702. — Detalle del enclavamiento de la torre revólver del carro de la figura 700. — 1, Caras de apoyo de la torre. — 2, Cono de centrado giro. — 3, Pivote de enclavamiento. — 4, Palanca de embrague automático. — 5, Muescas para la fijación que se efectúa por la palanca 7 de la figura 700.

El carro de herramientas debe colocarse tan cerca de la pieza **como** permitan las longitudes de las herramientas montadas en la torre, **para así** reducir los recorridos de la corredera o patín hasta el punto en que **salte** el pivote cada vez que se haya de girar la torre, evitando al mismo tiempo en lo posible excesivos voladizos en la fijación de las herramientas.

En los tornos de revólver de poca capacidad (hasta 22 mm) el accionamiento de la corredera portatorre se efectúa en lugar de con el manetón en cruz que acciona a una cremallera, con una palanca a mano. Como quiera que en estos tornos los trabajos de corte tampoco son excesivamente fuertes, la torreta sólo va fijada con el enclavamiento del pivote, sin tuerca alguna que la fije por encima (figura 703).

TORRES PORTAHERRAMIENTAS: TIPOS Y SUS MOVIMIENTOS

En las figuras 699 y 700 ya ha visto usted dos torres portaherramientas de eje vertical y en la figura 703 otro de base inclinada. Ya hemos dicho que la torre también puede ser de eje horizontal.

La torre de eje vertical y la de base inclinada pueden efectuar dos movimientos:

1. M_a rectilíneo según el eje del torno.
2. M_g de giro sobre su propio eje de rotación.

Ya hemos visto que el M_a puede ser a mano y automático; en ambos casos, al final de su carrera (hacia atrás) provocan automáticamente el giro de la torreta. Esta no tiene, pues, ningún desplazamiento transversal, por lo que las herramientas que llevan están siempre regladas en posición axial y el eje de los agujeros de acoplamiento de las herramientas debe ser el mismo del torno.

Indicaremos que las torres de base inclinada pueden considerarse más rígidas, por lo que muchas veces, caso de tornos pequeños, no necesitan ninguna tuerca auxiliar de fijación.

Tanto las torres de eje vertical como las de base inclinada, llevan ade-

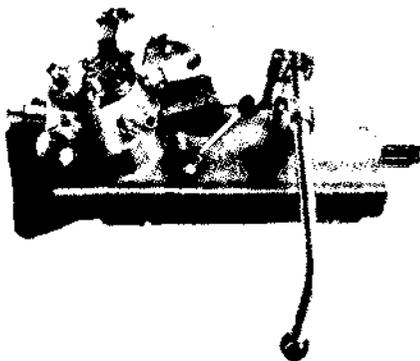


Figura 703. — Patín portatorre de torno pequeño, accionado por **palanca**.

más de los agujeros (uno en cada cara) para la fijación directa de las herramientas (figura 700) unos pequeños agujeros roscados en las esquinas de las caras para poder acoplar diversos tipos de soportes (figura 701) con los cuales se amplía considerablemente las posibilidades de las herramientas de corte en el torno revólver.

PORTAHERRAMIENTAS DE EJE HORIZONTAL

Constituyen en realidad una de las variantes de los grandes tornos revólver, generalmente de los que trabajan con plato y por ser de grandes di-

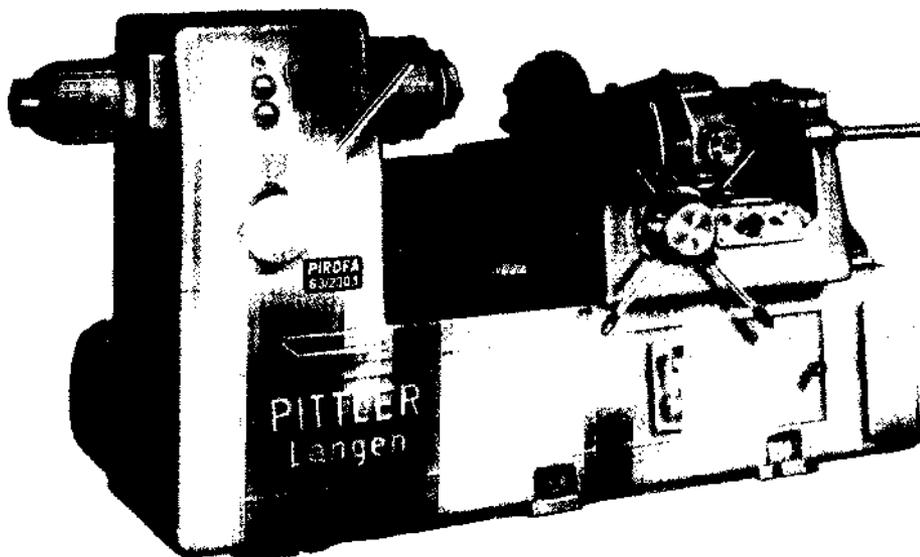


Figura 704. — Torno revólver PITTLER

mensiones reciben el nombre de portaherramientas de tambor de eje horizontal. Vea uno de estos tambores en el torno de la figura 704 y otro en la figura 705.

En los portaherramientas del tambor pueden montarse a veces 15 ó 16 herramientas, por lo que debido a esta gran capacidad se ha suprimido el pequeño carro transversal de desplazamiento rápido (6 de la figura 688). La supresión de este carro permite que pueda acercarse cuanto se quiera el tambor del revólver a la pieza que se trabaja.

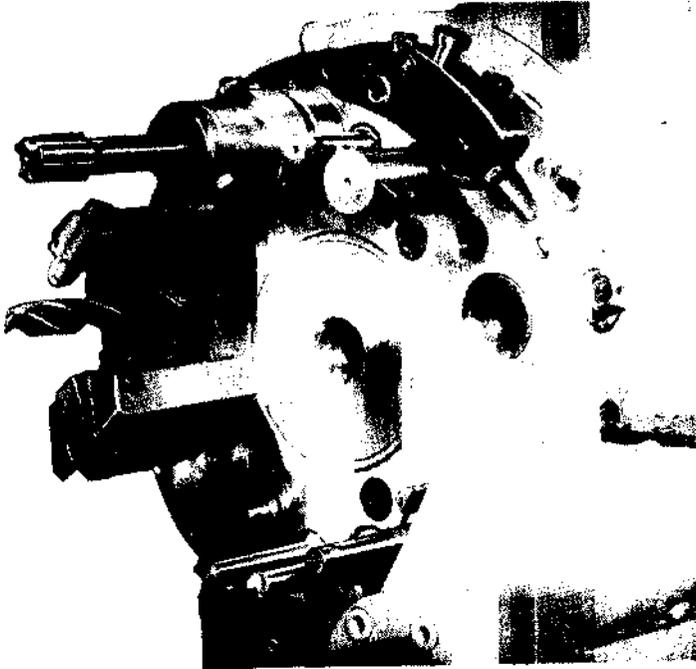


Figura 705. — Portaherramientas de tambor de eje universal.

Con esta disposición se consigue:

- Tiempo muy reducido para el cambio de herramientas.
- Gran profundidad de pasada, gracias al poco voladizo que puede tener la herramienta.
- Empleo simultáneo de la herramienta más alta (eje de puntos) y de las dos inmediatas (anterior y posterior).

El carro del tambor revólver se desliza sobre guías de gran longitud y lleva en su centro, entre las guías, el eje horizontal sobre el cual va montado el tambor revólver (figura 706).

El eje del plato del tambor está situado a una altura tal respecto del eje principal que el agujero más alto del plato queda precisamente a la altura del eje de puntos.

Como orientación consignaremos que tanto en estos tornos como en los de torre con eje vertical, los taladros de alojamiento de las herramientas en las torres se efectúan con herramientas montadas en el eje principal con el fin de asegurar una alineación completamente exacta.

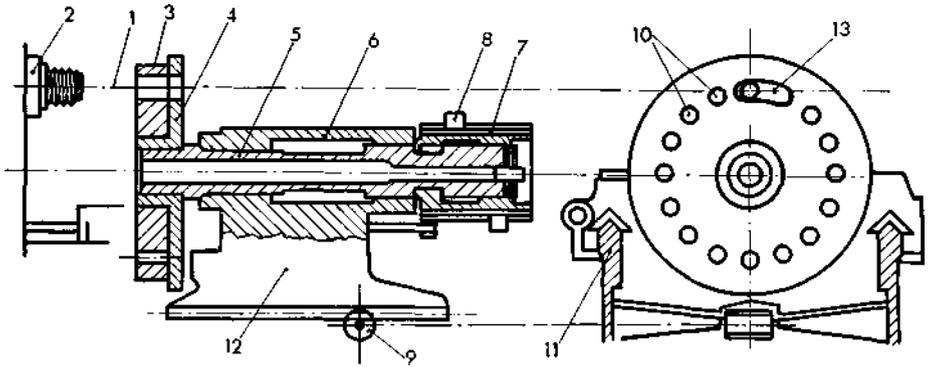


Figura 706. — Revólver de tambor del torno americano PITTER. — 1, Eje de puntos teórico. — 2, Eje principal. — 3, Tambor del revólver. — 4, Plato del tambor. — 5, Eje del plato del tambor. — 6, Soporte del eje. — 7, Tambor de topes. — 8, Topes regulables — 9, Piñón de traslación del carro longitudinal. — 10, Taladros para montaje de las herramientas. — 11, Guías bancada. — 12, Carro revólver. — 13, Alojamiento alargado para el tronzado de piezas largas.

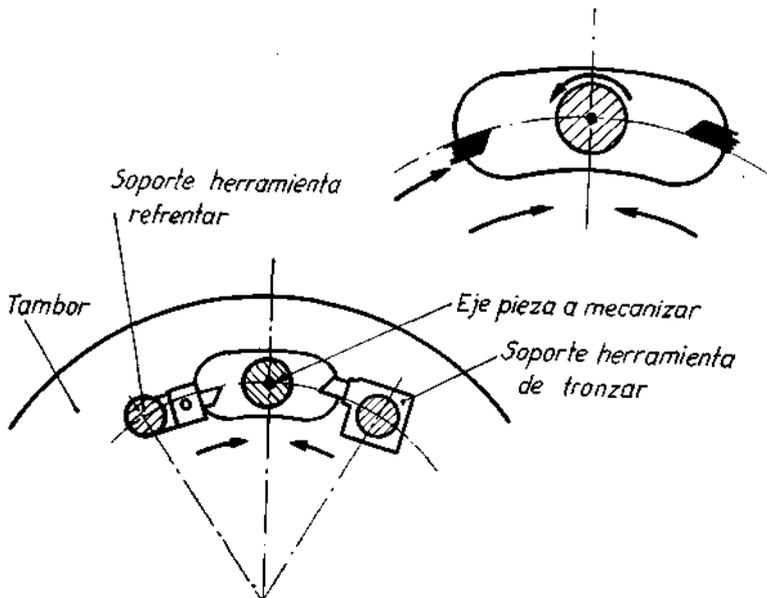


Figura 707. — Tronzado y refrentado en un tambor revólver con portaherramientas, fijados en posición anterior y posterior del eje de la pieza a mecanizar o eje de puntos.

El eje horizontal del tambor, muy bien dimensionado, asegura al tambor del revólver una guía perfecta. El tambor se fija en cualquier posición con un fuerte pasador de enclavamiento.

En un lado del carro revólver van situados los topes que limitan el movimiento longitudinal y desembragan de forma automática el avance del carro por sobre la bancada.

Para refrentar y segar basta girar convenientemente el plato del tambor ya que su eje está más bajo que el del torno (figura 707).

Las piezas muy largas se siegan fácilmente, pasándolas por el alojamiento alargado (13 de la figura 706) y montando la herramienta de tronzar en el alojamiento inmediato. El mando o cuerpo de la herramienta puede ser, en este caso, muy corto y, para disponer de suficiente juego cuando se gire el tambor, el alojamiento por el que pasa la pieza es alargado.

Cuando la fabricación de una determinada pieza no exige demasiadas herramientas, pueden montarse a la vez en el mismo tambor las correspondientes a otros trabajos con lo que se reduce considerablemente los tiempos necesarios para la preparación.

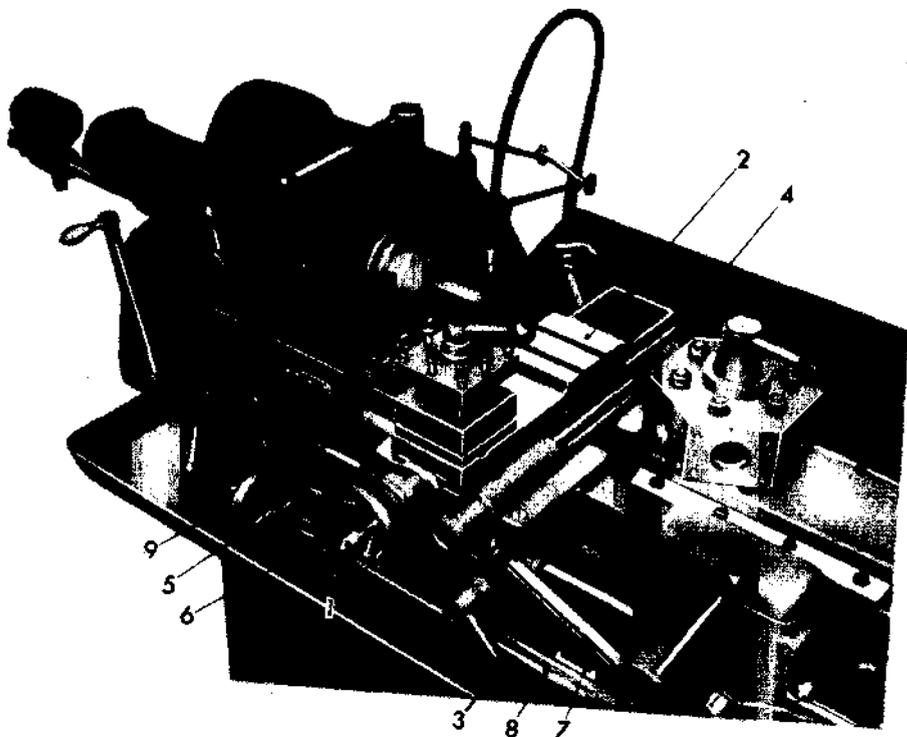
El tambor se desmonta fácilmente del plato y puede cambiarse con gran rapidez, interesante ventaja que permite disponer de un tambor con las herramientas montadas, cada vez que se repita un determinado trabajo.

CARRO LONGITUDINAL-TRANSVERSAL

Vea en la página 708 un detallado grabado del torno de la figura 688 en el que puede apreciarse perfectamente el carro longitudinal-transversal.

Este carro, al igual que en los tornos paralelos corrientes, proporciona a la máquina un movimiento longitudinal al eje de puntos y otro movimiento transversal, perpendicular al mismo eje. Ambos movimientos pueden efectuarse a mano y con automático.

Con el volante (1) se acciona el carro transversal en el cual va dispuesta una torre cuádruple y puede también montarse una torre posterior, para las operaciones normales de tronzado. Con el embrague de la palanca (3) se efectúa automáticamente el avance transversal. Para desplazamientos transversales lleva este carro un conjunto de topes (4), uno para cada herramienta. Graduando uno de estos topes, al llegar la herramienta correspondiente a tope, desembragará el automático. Esto puede producirse yendo el carro transversal en los dos sentidos del avance o



*Figura 708. — Detalle del carro longitudinal-transversal y de sus mandos del tor-
no de la figura 688.*

sea, que puede utilizarse este tipo de desembrague tanto para las herramientas anteriores como para las posteriores.

El avance longitudinal del carro se efectúa por el volante (5) si es a mano o embragando la palanca (6) si quiere hacerse automáticamente. Para detener el avance puede desembragarse dicha palanca (6) o bien con el accionamiento del disparo automático por medio de los topes (7) montados en la barra (8), la cual dispone de seis topes distintos, numerados del 1 al 6 y mandados por el volante (9).

Este mecanismo de disparo, al igual que el de refrentar, funciona en los dos sentidos del avance, aunque se recomienda hacerlo funcionar siempre de derecha a izquierda, es decir, hacia el cabezal, para evitar atascamientos en el carro revólver, ya que éste solamente tiene disparo automático en una sola dirección.

En los tornos pequeños para diámetros de $20 \div 22$ mm este carro solamente tiene desplazamiento transversal. Se acciona a mano por medio de un mecanismo de piñón y cremallera y se le da el nombre de carro de tronzar. El desplazamiento rápido permite con una breve maniobra actuar con las dos torretas montadas, una anterior y otra posterior (figura 709) llevando también en su parte

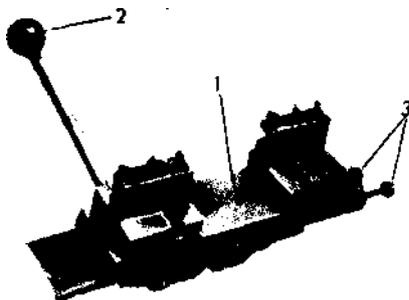


Figura 709. — Carro transversal o de tronzar de desplazamiento rápido a mano.

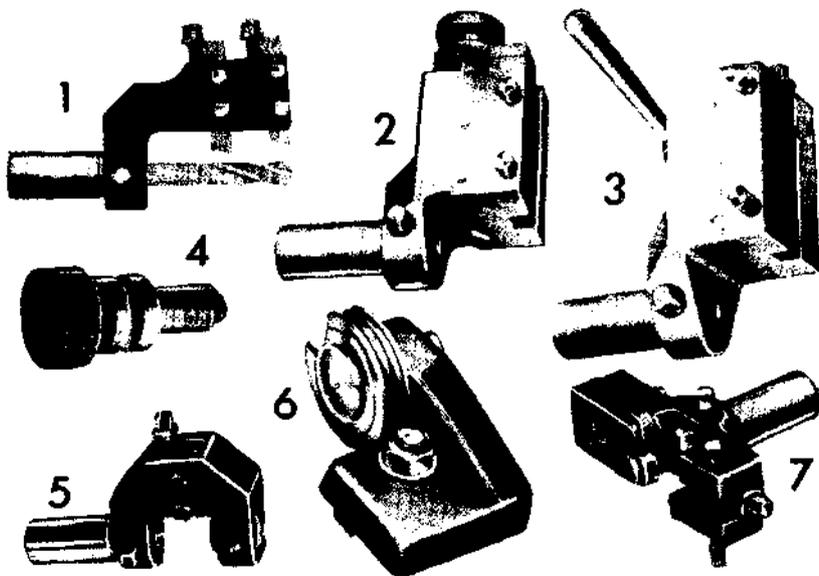


Figura 710. — Portaherramientas para torno revólver de trabajo con barra. — 1, Portaherramientas de cilindrar, con fijación para broca. — 2, Portaherramienta ajustable. — 3, Portaherramienta de ranurar o tronzar. — 4, Portaterraja de roscar. — 5, Portaherramientas para cilindrar con guía para piezas delgadas. — 6, Portaherramientas de perfil constante. — 7, Portaherramientas con soporte o luneta de rodillos.

trasera un sistema de topes para limitación de carrera en los dos sentidos.

PORTAHERRAMIENTAS

Ya hemos visto que la principal ventaja del torno revólver la constituye la de disponer de un gran número de herramientas que pueden entrar en acción siguiendo un orden operatorio establecido anteriormente. Alguna de las herramientas están fijadas en las torres cuadradas (anterior y posterior) del carro longitudinal-transversal, y las otras en la torre revólver. Todas ellas deben ser montadas en una posición geométrica determinada por la especial forma de trabajo o disposición del soporte y fijadas, con rigidez y precisión.

Puede utilizarse una gran variedad de herramientas y los soportes que las sostiene y fijan, reciben el nombre de portaherramientas.

Vea en la figura 710 varios portaherramientas de torno revólver pequeño, es decir, para trabajos con barra, por lo que difieren algo de los utilizados en los tornos dispuestos con plato que, como destinados a trabajos más duros, son mucho más sólidos, rígidos y resistentes (figura 711). A veces, y con el fin de dar mayor rigidez al soporte, incluso llevan un taladro-guía por el que se introduce una barra acoplada al cabezal que hace que el soporte vaya siempre perfectamente guiado y, por tanto, que no sufra vibraciones (figura 712).

PREPARACIÓN DEL TORNO REVOLVER

Preparar el torno revólver para el mecanizado de una pieza requiere ante todo mucha experiencia y práctica al objeto de aprovechar todas las posibilidades de la máquina. No es tarea que pueda improvisarse ni sobre la que se pueden dar cuatro reglas concretas y definidas, ya que depende, entre otros, de dos factores imposibles de prever totalmente. Estos son, la forma de la pieza que, como es natural, puede ser variadísima y las posibilidades de un determinado torno revólver, junto con los accesorios y portaherramientas de que disponga.

En la figura 713 se muestra una serie de piezas, cuya fabricación es típicamente de torno revólver, aun en series pequeñas.

Como quiera que estos tornos son usados para trabajos en serie de una misma pieza, se trata de estudiar ésta muy detenidamente antes de lanzarse a la colocación de las herramientas, viendo todas las posibilida-



Figura 711. — Portaherramientas de torno revólver para trabajar con plato. — 1, Portabrocas de centrar (con pinza). — 2, Portaherramienta de cilindrar con fijación para broca. — 3, Portaherramientas de mandrinar. — 4, Portaherramientas de cilindrar. — 5, Soporte portaherramientas. — 6, Porta-moletas.

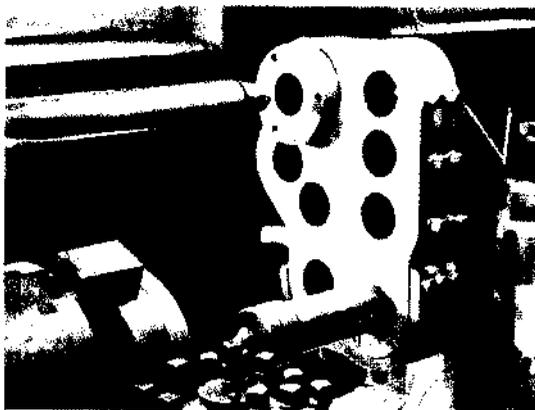


Figura 712. — Barra superior de guía.

des que existan de que trabajen varias a la vez. Esta tarea requiere un especial cuidado y sobre todo, cerciorarse de que se aplica siempre la solución más adecuada.

El criterio que debe guiar todos los pasos en esta búsqueda, es encontrar una coordinación de los trabajos a efectuar en las superficies exteriores: cilindrado, ranurado, etc , con los trabajos a efectuar en las superficies

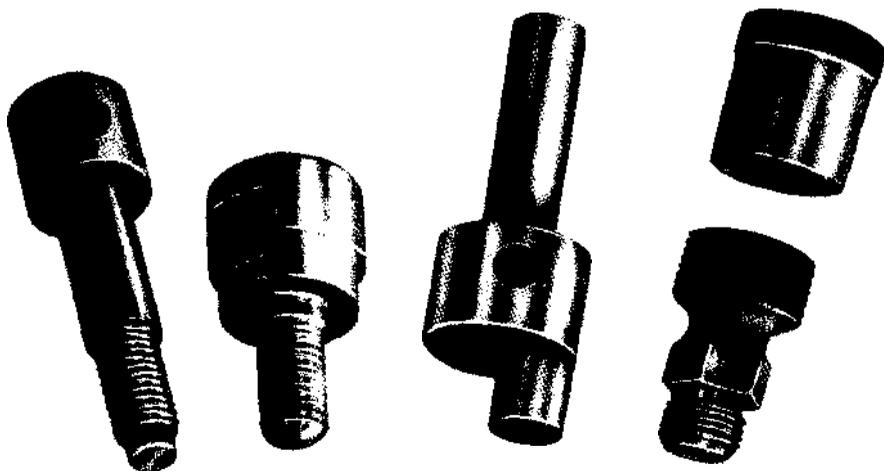


Figura 713. — Piezas diversas, típicas de mecanizado en torno revólver.

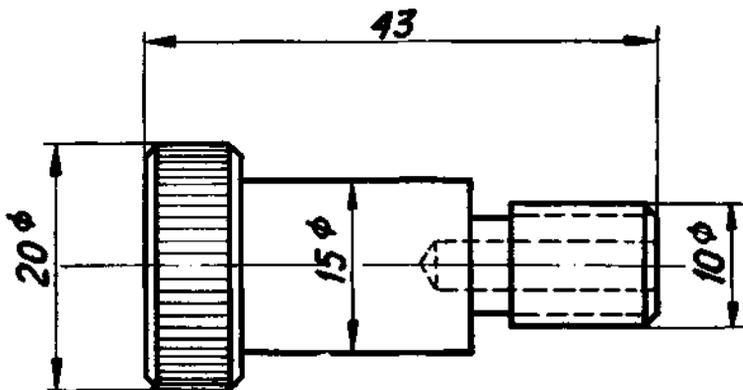


Figura 714. Ejemplo de piezas a mecanizar en torno revólver.

interiores: taladrado, mandrinado, roscado, etc , encontrando el sucesivo orden en que las operaciones deberán producirse. No hay que perder de vista la importancia que tiene en estos tornos el hecho de que varias herramientas trabajen a la vez, única forma no sólo de reducir los tiempos muertos, sino de fabricar más piezas y, en consecuencia, con más reducido -coste.

Con un ejemplo comentado veremos con mayor claridad los objetivos que la preparación del torno debe cubrir.

Suponga usted que se trata de fabricar la pieza de la figura 714. Las operaciones a realizar son (figura 715): Cilindrado de la sección A, cilindrado de la sección B, ranurado de C, roscado en D, taladrado de E, moleteado de F, chaflanado de G y tronzado de la pieza, separándola de la barra, en H.

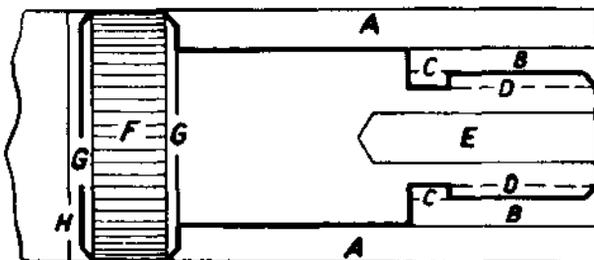
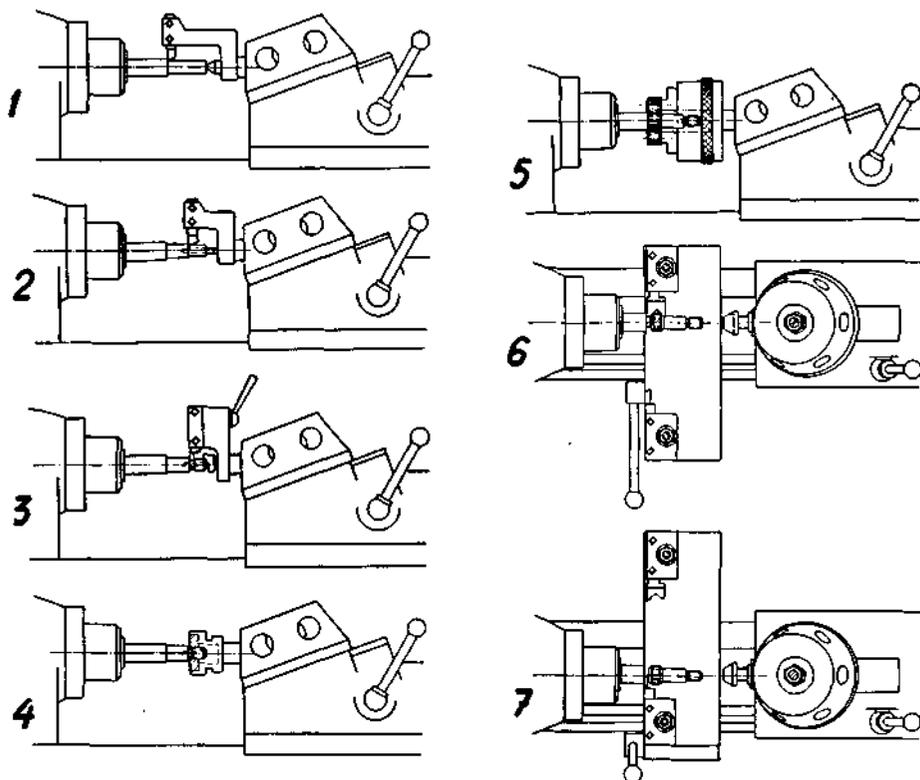


Figura 715. — Enumeración de las operaciones a efectuar en el mecanizado de la pieza de la figura anterior.

Ahora se trata de combinar la sucesión de estas operaciones, teniendo en cuenta el tiempo que se emplea en unas, más que en otras, a fin de lograr una mejor coordinación del trabajo.

Vemos que el cilindrado A y el cilindrado B, pueden hacerse casi simultáneamente. Ahora bien, también podemos agrupar el cilindrado B con el taladrado, pues la similitud de su carrera o longitud, hará que coincida por más tiempo el trabajo de las dos herramientas. Otra operación de longitud similar es el roscado B, pero no lo podemos efectuar si antes no practicamos la ranura C, operación ésta que debe forzosamente ser posterior al cilindrado B.

Vaya siguiendo en la figura 715 este orden de operaciones y observará que pueden fácilmente agruparse en la forma mencionada.



El moleteado F podría practicarse al mismo tiempo que el roscado D, pero siempre es preferible efectuar las operaciones de roscado por separado para evitar toda clase de vibraciones que podrían perjudicar la marcha de la operación. Finalmente, el biselado G y el tronzado H serán hechos por herramientas montadas en el carro transversal.

Resumiremos ahora el orden progresivo de las operaciones a efectuar (figura 716).

Ya hemos estudiado anteriormente la forma en que tiene lugar el «adelantamiento» de la borra hasta el tope convenientemente situado a la medida precisa y que puede ver en 6 y 7 de la figura 716.

Las operaciones a efectuar serán:

1. Cilindrado A y punteado con broca de centrar

Esta operación de puntear con broca de centrar tiene, aunque no lo parezca, bastante importancia, pues de este punteado depende el centrado posterior de los taladros. Las caras de las barras forjadas o fundidas, tienen unas rugosidades o asperezas que pueden desviar las brocas, por otra parte, fijadas muchas veces con bastante voladizo. Estos inconvenientes se evitan con una broca de centrar lo más grande que permite el taladro a efectuar posteriormente y lo más corta que se pueda, fijada con un mínimo de voladizo en la torre revólver. Es por esto que esta operación previa de punteado se efectúa casi siempre combinada con otra operación cualquiera.

Esta operación se efectúa con un portaherramientas como el 1 de la figura 710, pero de una sola herramienta.

2. Cilindrado B y taladrado E

Tiene lugar en forma igual a la operación 1, pero utilizando una broca, como es natural, más larga según la profundidad del taladro. En las operaciones en las que efectúen trabajo de corte dos o más herramientas, se prestará especial atención a la elección de la velocidad para que en ningún caso resulte excesiva para una de ellas, pues pocas veces podrán utilizarse todas ellas al máximo: casi siempre, las brocas serán como máximo de acero rápido, con límites de velocidad, notablemente inferiores a las de carburo de tungsteno que podemos fijar en los soportes, razón por la cual, en el torno revólver se usan mucho las herramientas de acero rápido y de stelita.

3. Escariado del taladro y ranurado C para la rosca

El taladro, desbastado previamente con broca, se acaba con un escariador de medida fija y con un portaherramientas como el 3 de la figura 710 procederemos a efectuar la ranura de la salida de rosca. La penetración se efectúa a mano con la palanca que se aprecia en la figura.

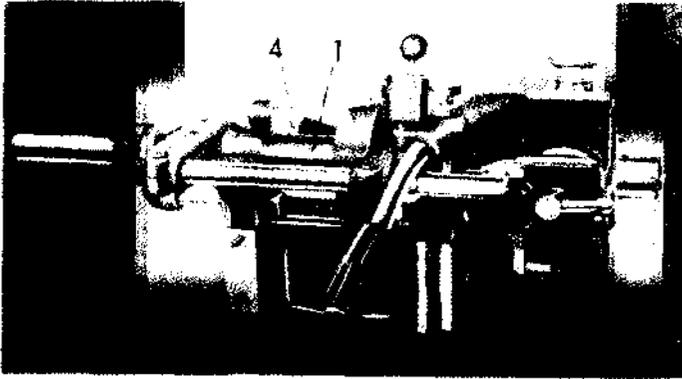


Figura 717. — Dispositivo para roscar con patrón. — 1, Patrón. — 2, Herramienta. — 3, Palanca para poner en contacto el palpador sobre el patrón. — 4, Palpador.

4. Roscado

El roscado puede efectuarse, claro está, de varias maneras; estos tornos incluso disponen de un dispositivo especial para el tallado de roscas, las cuales se efectúan de modo parecido al copiado (se precisa pues un patrón para cada paso distinto). Sin embargo, estos dispositivos (fig. 717) no son muy utilizados. En un principio no se efectuaban roscas de calidad y había suficiente con el empleo de terrajas normales (4 de la figura 710). La dificultad de dejar un buen acabado de flancos y una mediana precisión,

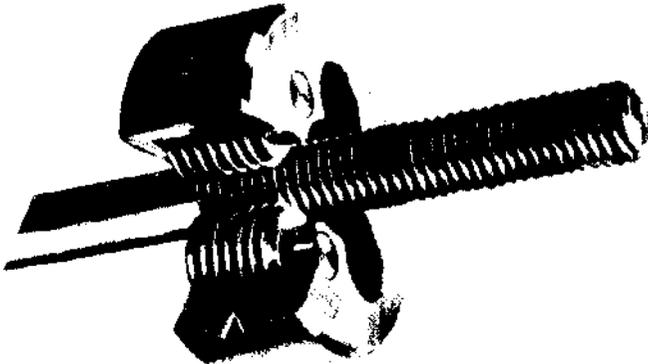


Figura 718. — Terraja o cojinetes de roscar por laminación.

impuso el uso de los cabezales de roscar por el sistema de patines, y de apertura automática al final de carrera (fig. 445 de la lección 13).

También estos cabezales van siendo sustituidos por unas modernas terrajas para roscar por laminación (fig. 718). Esto representa una notable ventaja sobre los procedimientos anteriores, pues no precisan de reafileados, dejan un acabado infinitamente mejor, puede trabajarse a velocidades más elevadas y además al comprimir el material, en lugar de arrancar viruta (cortando la fibra), proporciona una mayor resistencia a las roscas.

5. Moleteado

El moleteado se efectúa con soportes especiales de dos o tres moletas, y que van normalmente fijados en la torre revólver (fig. 719).



Figura 719. — Portamoletas para fijar en la torre revólver.

6 y 7. Biselado G y tronzado H

En realidad estas dos operaciones son una sola maniobra si bien con desplazamientos en ambos sentidos del carro transversal. Se ha montado una herramienta en cada torre, de forma que sus caras de corte están opuestas a fin de no tener que invertir el sentido de giro, al pasar de una a otra. El orden de operaciones es como sigue:

- Iniciación del tronzado (torre anterior) hasta una profundidad que permita efectuar el biselado posterior.
- Retirada de la torre anterior y acercamiento de la posterior.
- Efectuar biselado con herramienta especial, en ambas caras a la vez.
- Retirada de la torre posterior y acercamiento de la anterior.
- Terminación del tronzado y evacuación de la pieza terminada.

Se ha omitido en la figura 716 dibujar todas las herramientas dispuestas en la torre revólver, pero debe quedar bien entendido que cada una está colocada en su alojamiento correspondiente y precisamente por el orden sucesivo (según el sentido de giro de la torre) en que van a ser utilizadas para cada operación.

También ha sido preciso, antes de empezar el trabajo o sea formando parte de la preparación, el reglaje de los topes de limitación de carrera para cada herramienta montada en la torre revólver, así como de los del carro transversal. Estos topes son varillas roscadas, por lo que resulta fácil su reglaje de acuerdo con la profundidad que se precisa para cada operación.

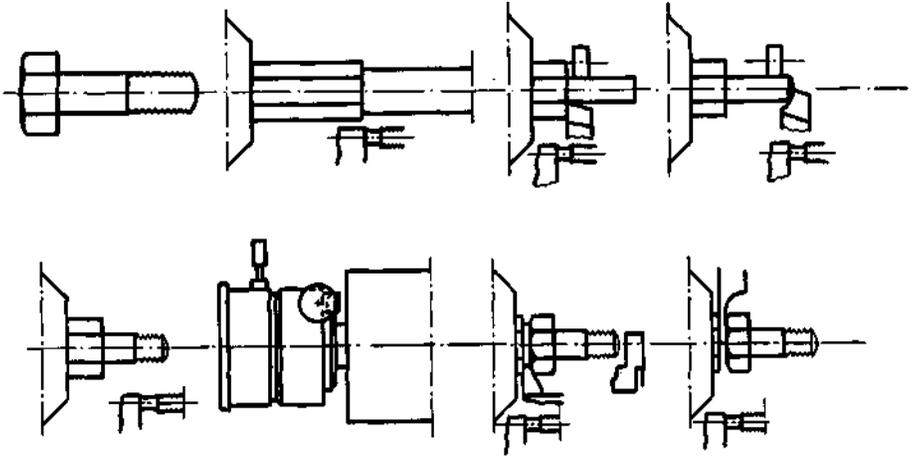


Figura 720. — Orden de operaciones para el mecanizado de tornillos en torno revólver.

MECANIZADO DE UN TORNILLO DE CABEZA EXAGONAL, PARTIENDO DE BARRA (fig. 720)

Orden de operaciones:

- 1.^a Apertura de pinza y salida de barra hasta el tope montado en la torre revólver.
- 2.^a Cilindrado de la caña con un portaherramientas de rodillos (7 de la figura 710).
- 3.^a Refrentado y biselado del extremo de la caña con portaherramientas de rodillos.
- 4.^a Roscado con cabezal especial de apertura automática.
- 5.^a Biselado de la cabeza del tornillo.
- 6.^a Tronzado de la pieza.

SOPORTES DE MANDRINAR

Como en el torno paralelo, la operación de mandrinado es una de las más engorrosas por lo que, según la pieza y según el diámetro a mandrinar, pueden utilizarse uno de los tres medios siguientes (fig. 721).

- Herramienta de mango clásico montada sobre la torre cuadrada.
- Con barrena y cuchilla montadas sobre un soporte especial de mandrinar (ver 3 de la figura 711).
- Con barrena y cuchilla montadas sobre soporte normal (5 de la figura 711). La barrena va guiada y apoyada en un casquillo montado en el eje principal. En estos casos se procurará especialmente que la barrena sea tan gruesa como sea posible.

Termina aquí el estudio de la teoría del torno revólver. Este tipo de torno requiere obreros especializados y normalmente el preparador sólo debe vigilar la producción que con él realiza el operario encargado, tanto en calidad como en cantidad, pero también debe preocuparse para que las posibilidades de estas máquinas sean aprovechadas al máximo.

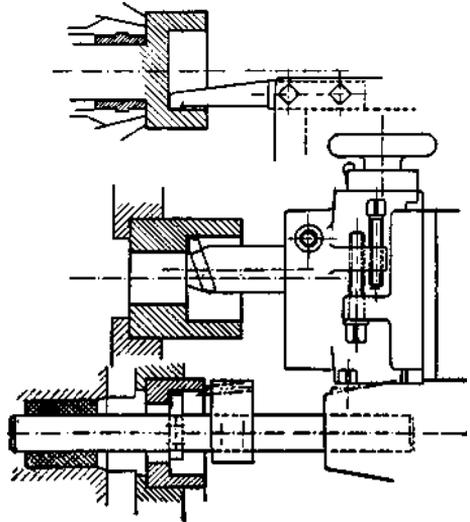
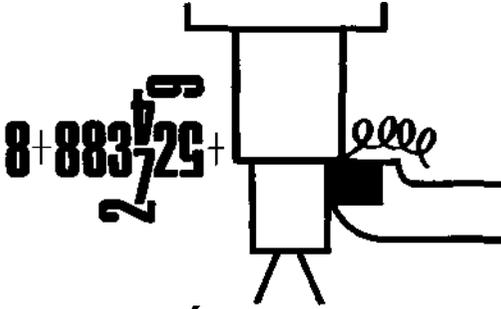


Figura 721. — Procedimientos de mandrinado.



MATEMÁTICAS PARA EL TORNERO

LECCIÓN 21

RESOLUCIÓN DE TRIÁNGULOS

En esta lección va a ver usted cómo los conocimientos de trigonometría que ha estudiado en las lecciones anteriores se utilizan en el cálculo.

Los problemas que fundamentalmente resuelve la trigonometría son los llamados **de resolución de triángulos**. Se llama **resolver un triángulo** a la realización de las operaciones para calcular los valores desconocidos de los lados o ángulos de un triángulo, conociendo previamente los valores de algunos de ellos.

Antes de entrar de lleno en el estudio de las fórmulas que se utilizan para resolver los triángulos es conveniente que usted aprenda la nomenclatura o lenguaje que se emplea en estos problemas y la notación que se suele adoptar para los distintos elementos de un triángulo.

Usted sabe que un triángulo está formado por seis elementos: tres ángulos y tres lados. En los cálculos de trigonometría se acostumbra a representar un ángulo cualquiera de un triángulo por la letra mayúscula puesta en su vértice.

Vea usted, por ejemplo, en la figura 120 donde se representa un triángulo cuyos vértices son las letras A, B y C; al ángulo **BAC** se le designa

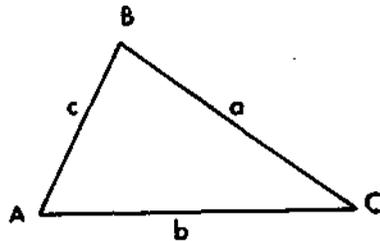


Figura 120

ará con la letra A; al ángulo **ABC** se le designará con la letra B y al ángulo **BCA** se le designará con la letra C. En los triángulos se llama **lado opuesto a un ángulo** al lado que queda entre los dos que forman el ángulo; así el lado BC es opuesto al ángulo A en la figura 120.

En los cálculos trigonométricos los lados que suelen representar por una letra minúscula igual a la del ángulo opuesto a ellos; así, por ejemplo, en la figura 120 el lado opuesto al ángulo A se indica por la letra **a** colocada en él, el opuesto al ángulo B es el señalado con la **b** y el lado opuesto al ángulo C es el señalado con **c**.

Otras denominaciones que también emplearemos en el cálculo de triángulos son las siguientes:

Lado adyacente de un ángulo es uno de los lados que lo forman.

Ángulo comprendido entre los dos lados es el ángulo formado por los mismos.

Así en la figura 120 se tiene:

El lado **a** es opuesto al ángulo A y adyacente de los ángulos B y C.

El lado **b** es opuesto al ángulo B y adyacente de los ángulos A y C.

El lado **c** es opuesto al ángulo C y adyacente de los ángulos A y B.

El ángulo A es el ángulo comprendido entre los lados **b** y **c**.

El ángulo B es el ángulo comprendido entre los lados **a** y **c**.

El ángulo C es el ángulo comprendido entre los lados **a** y **b**.

Un triángulo habrá quedado resuelto por cálculo cuando se haya logrado obtener los valores de todos los ángulos y lados que lo forman. Pero para poder resolver el triángulo es preciso conocer unos datos. Como mínimo es necesario conocer tres de los seis datos y de los tres datos conocidos uno por lo menos debe ser la longitud de un lado.

Los problemas de resolución de triángulos que pueden presentarse según los datos conocidos, pueden clasificarse en los grupos siguientes:

1.º Siendo los datos conocidos **dos ángulos y un lado**.

2.º Siendo los datos **dos lados y el ángulo comprendido entre ellos**.

3.º Siendo los datos conocidos **dos lados y el ángulo opuesto a uno de ellos**.

4.º Siendo conocidos **los tres lados**.

Además para facilitar el estudio de los métodos de cálculo los triángulos pueden clasificarse en dos clases: **triángulos rectángulos y triángulos oblicuángulos**.

A continuación va a estudiar usted los métodos de cálculo y fórmulas empleadas para resolver los triángulos rectángulos, pues es muy difícil que en la práctica usted se encuentre en el caso de resolver un cálculo de triángulos oblicuoángulos.

RESOLUCIÓN DE TRIÁNGULOS RECTÁNGULOS

Para facilitar el estudio y el recuerdo de las fórmulas en la resolución de triángulos rectángulos se suele representar por a la hipotenusa y por A el ángulo recto representando por b y c los catetos y por B y C los ángulos agudos opuestos a los mismos, como se muestra en la figura 121.

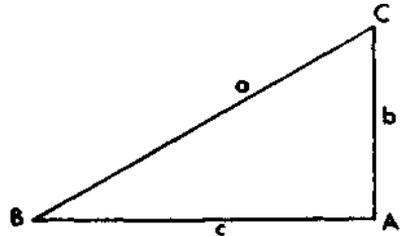


Figura 121

La resolución de triángulos rectángulos se basa en fórmulas de gran sencillez, como podrá ver en seguida.

En primer lugar, si se sabe que el triángulo es rectángulo, ya se conoce que uno de los ángulos es recto y que los otros dos ángulos son complementarios; por lo tanto, si se conoce uno de ellos, el otro se puede obtener con toda sencillez restando el conocido de 90° . Así, por ejemplo, si el ángulo conocido es C se tendrá la fórmula:

$$B = 90^\circ - C$$

Y si es B el ángulo conocido se tendrá la fórmula:

$$C = 90^\circ - B$$

Otras fórmulas sencillas permiten calcular el valor de los ángulos cuando los datos conocidos son las longitudes de los lados. En efecto, verá usted en la figura 122 un triángulo rectángulo sobre el cual se han dibujado las líneas trigonométricas correspondientes a uno de los ángulos agudos, por proporcionalidad entre los lados de los triángulos y ángulos que se forman se deducen las fórmulas siguientes:

$$\frac{b}{a} = \frac{\text{sen } B}{1} \quad \text{o lo que es lo mismo} \quad \text{sen } B = \frac{b}{a}$$

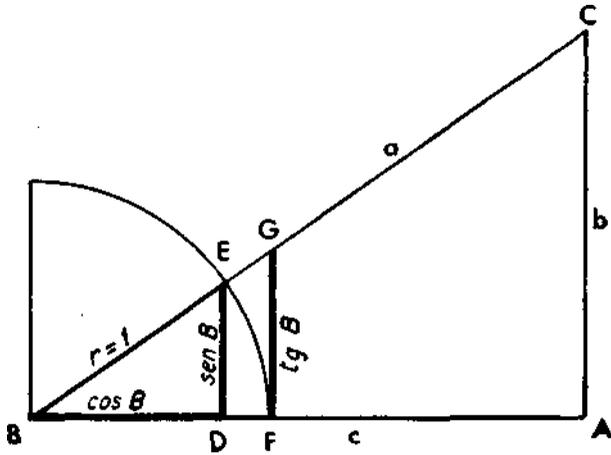


Figura 122.

$$\frac{c}{a} = \frac{\cos B}{1} \quad \text{o lo que es lo mismo} \quad \cos B = \frac{c}{a}$$

$$\frac{b}{c} = \frac{\text{tg } B}{1} \quad \text{o lo que es lo mismo} \quad \text{tg } B = \frac{b}{c}$$

Estas mismas fórmulas se cumplen igualmente si se considera el ángulo C en cuyo caso se convierten en las siguientes:

$$\text{sen } C = \frac{c}{a} \quad \text{cos } C = \frac{b}{a} \quad \text{tg } C = \frac{c}{b}$$

fórmulas que permiten calcular una u otra de las razones trigonométricas de los ángulos B o C y teniendo estos valores buscar en las tablas la medida del ángulo correspondiente.

Por sencillas transformaciones de las fórmulas anteriores se encuentran una serie de fórmulas que permiten calcular los valores de las longitudes de los catetos o de la hipotenusa, cuando se conoce la longitud de alguno de estos lados y el valor de alguno de los ángulos agudos.

En efecto multiplicando los dos miembros de cada una de las fórmulas anteriores por el denominador del segundo miembro se obtienen las fórmulas siguientes:

RESOLUCIÓN DE TRIÁNGULOS

TABLA 41

Caso 1. Se conocen la hipotenusa y uno de los ángulos agudos		
Datos	Elementos desconocidos	Fórmulas que se emplean para el cálculo
a , C	B , c , b	$B = 90^\circ - C$ $c = a \operatorname{sen} C$ $b = a \operatorname{cos} C$
Caso II. 1.º Se conoce un cateto y el ángulo agudo opuesto a él		
Datos	Elementos desconocidos	Fórmulas que se emplean para el cálculo
b , B	C , c , a	$C = 90^\circ - B$ $c = b \operatorname{tg} C$
Caso II. 2.º Se conoce un cateto y el ángulo agudo adyacente a él		
Datos	Elementos desconocidos	Fórmulas que se emplean para el cálculo
b , C	B , c , a	$B = 90^\circ - C$ $c = b \operatorname{cos} C$

TABLA 41 (Continuación)

Caso III. 1.º Se conocen los dos catetos		
Datos	Elementos desconocidos	Fórmulas que se emplean para el cálculo
b , c	B , C , a	$\text{tg } B = \frac{b}{c}$ $\text{tg } C = \frac{c}{b} \text{ o bien } C = 90^\circ - B$ $a = \sqrt{b^2 + c^2}$
Caso III. 2.º Se conocen un cateto y la hipotenusa		
Datos	Elementos desconocidos	Fórmulas que se emplean para el cálculo
a , b	B , C , c	$\text{sen } B = \frac{b}{a} \quad \text{cos } C = \frac{b}{a}$ $c = \sqrt{a^2 - b^2} \text{ o bien } c = a \text{ cos } B$

$$b = a \text{ sen } B \quad ; \quad c = a \text{ cos } B \quad ; \quad b = c \text{ tg } B \quad ;$$

$$c = a \text{ sen } C \quad ; \quad b = a \text{ cos } C \quad ; \quad c = b \text{ tg } C \quad ;$$

que permite conocer los valores de los catetos **b** y **c** aplicando una u **otra** de las seis, según cuales sean los datos conocidos.

De estas últimas fórmulas se deducen las siguientes que sirven para calcular la longitud de la hipotenusa cuando se conoce el valor de un cateto y un ángulo:

$$a = \frac{b}{\text{sen } B} ; a = \frac{c}{\text{cos } B} ; a = \frac{c}{\text{sen } C} ; a = \frac{b}{\text{cos } C} ;$$

También en este caso se tomará una u otra según cuales sean los valores conocidos.

Además de las formas trigonométricas anteriores se aplica también a la resolución de triángulos rectángulos al teorema de Pitágoras. Como usted ya sabe este teorema se expresa por la fórmula:

$$a^2 = b^2 + c^2$$

que relaciona los valores de la hipotenusa y los catetos y de la cual se derivan los siguientes:

$$a = \sqrt{b^2 + c^2} ; b = \sqrt{a^2 - c^2} ; c = \sqrt{a^2 - b^2}$$

que permite calcular uno cualquiera de los lados de un triángulo rectángulo cuando se conocen los valores de los otros dos.

Otras fórmulas pueden ser también empleadas para la resolución de triángulos rectángulos; sin embargo, las que se han indicado hasta aquí son suficientes para resolver cualquier caso y para mayor facilidad en su empleo se han reunido en la tabla indicando en la misma cuáles deben emplearse en cada caso.

EJEMPLOS DE RESOLUCIÓN DE TRIÁNGULOS RECTÁNGULOS

Para familiarizarle a usted con el cálculo de resolución de triángulos rectángulos va a ver a continuación dos ejemplos.

1er. ejemplo. **Hallar los valores de los elementos desconocidos de un triángulo rectángulo uno de cuyos catetos mide 120 mm y el ángulo agudo adyacente a él mide 51° 10'.**

Se trata del caso II-2.º de la tabla. Los valores conocidos son:

$$b = 120 \text{ mm. y } C = 51^\circ 10'$$

Aplicando las fórmulas se tiene:

$$B = 90^\circ - 51^\circ 10' = 38^\circ 50'$$

$$a = \frac{b}{\cos C} = \frac{120}{\cos 51^\circ 10'} \text{ y } c = b \operatorname{tg} C = 120 \operatorname{tg} 51^\circ 10'$$

según las tablas: $\cos 51^\circ 10' = 0'62706$ y $\operatorname{tg} 51^\circ 10' = 1'24227$
luego se tiene:

$$a = \frac{120}{062706} = 191'369 \quad c = 120 \times 1'24227 = 149'0724$$

con lo que queda resuelto el problema, siendo los valores buscados:

$$B = 38^\circ 50' \quad ; \quad a = 191'369 \quad ; \quad c = 149'0724$$

2º ejemplo. **Calcular los valores de los elementos desconocidos de un triángulo rectángulo, uno de cuyos catetos mide 125 mm. y su hipotenusa 250 mm.**

Se trata del caso III. 2.º de la tabla. Los valores conocidos son:

$$a = 250 \text{ mm. y } b = 125 \text{ mm.}$$

Aplicando las fórmulas se tiene:

$$\operatorname{sen} B = \frac{b}{a} = \frac{125}{250} = 0'5 \quad ; \quad \cos C = \frac{b}{a} = \frac{125}{250} = 0'5$$

buscando en las tablas se tiene:

$$0'5 = \operatorname{sen} 30^\circ; \quad 0'5 = \cos 60^\circ; \quad \text{luego } B = 30^\circ \text{ y } C = 60^\circ$$

calculando ahora el cateto c por la fórmula $c = a \cos B$ se obtiene:

$$c = a \cos B = 250 \cos 30^\circ = 250 \times 086603 = 216'5075$$

y queda así resuelto el problema.

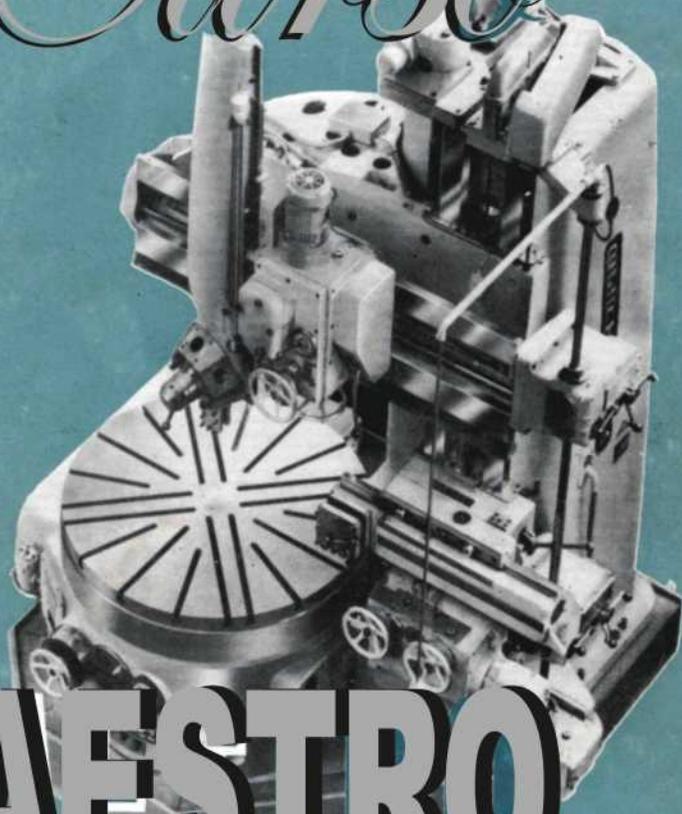
GERSA - Llorens y Barba, 38 - Barcelona-13

Depósito Legal: B. 3134-1959

ISBN 84-329-0020-6 (O. completa)

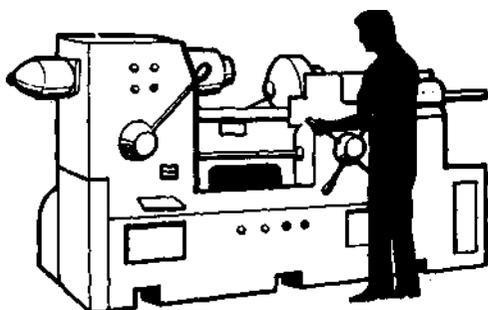
ISBN 84-329-0021-4 (Fascículos)

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 22



PRACTICA DEL TORNEADO

LECCIÓN 8

PREPARACIÓN DE UN TRABAJO POR COPIADO

Disponemos de un torno con un copiador hidráulico acoplado y en él hemos de mecanizar una serie de piezas como la representada en el croquis de la figura 53. El aparato copiador lo tenemos ya preparado para montar en él el patrón.

Ya sabe usted que todas las piezas de la serie han de tener la misma longitud antes de fijarse en el copiador. Las que ahora hemos, de mecanizar han sido ya refrentadas con una tolerancia de $\pm 0,1$ mm, y también se han construido los puntos.

El mecanizado en el copiador de cada una de las piezas se efectuará en dos partes:

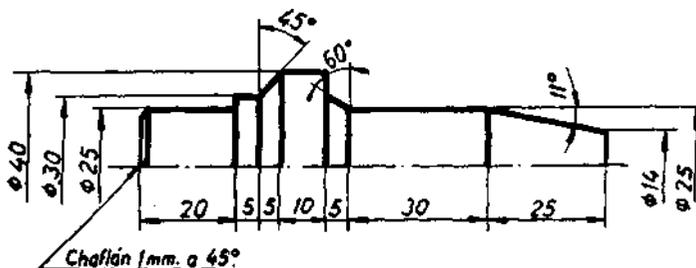


Figura 53

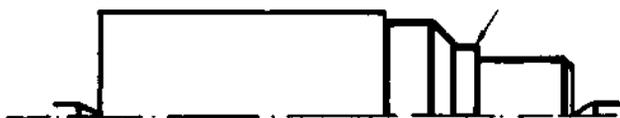


Figura 54

1.º Mecanizado entre puntos de la parte representada en la figura 54.

2.º Mecanizado, fijando la pieza con patas blandas y haciendo tope en la cara A de la figura 54, de la parte representada en la figura 55.



Figura 55

PATRÓN

En principio, podrían construirse dos patrones, uno para cada extremo a mecanizar, pero como la longitud total de la pieza no es muy grande, lo construiremos de una sola pieza. Así pues, una vez mecanizado un extremo lo cambiaremos de posición para el mecanizado del otro.

En la figura 56 hemos dibujado el patrón que vamos a construir. Consideremos primeramente la parte izquierda del mismo, la que nos permitirá el mecanizado de la parte representada en la figura 54.

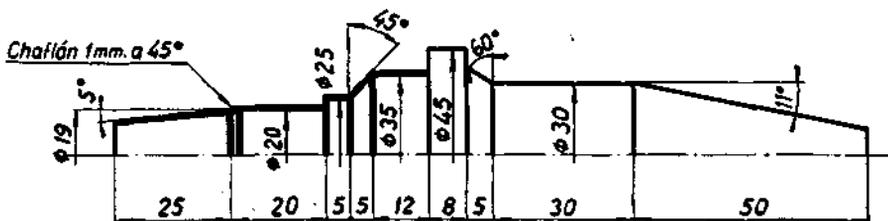


Figura 56

La primera mecha de longitud 25 no será reproducida en la pieza; dicha mecha tiene como finalidad la de situar el palpador, ya que éste, al avanzar, no para hasta que encuentra un tope. Por consiguiente, como el palpador al empezar a girar el torno debe estar apartado de la pieza, se apoyará en esta mecha. Una vez el torno en marcha y el avance automático embragado, el palpador avanzará a lo largo de la mecha y la herramienta no habrá entrado en contacto todavía con la pieza. La mecha tiene una conicidad de 5 grados, con la finalidad de estabilizar el circuito hidráulico, es decir, antes de entrar la herramienta en contacto con la pieza, el palpador ya ha retrocedido haciendo actuar el mecanismo hidráulico.

Las mechas de longitud 20, 5 y 5 que siguen a continuación son iguales a la pieza en cuanto a longitudes; por lo que respecta a los diámetros son distintos, pero las diferencias entre ellos son iguales.

La longitud del patrón que servirá para copiar el diámetro mayor (0 40 en la pieza y \varnothing 35 en el patrón) de la primera operación, en lugar de 10 mm es de 12. Este exceso es para cilindrar una longitud mayor y asegurar que en la segunda operación no quede una pequeña zona sin mecanizar.

Seguidamente viene la valona de \varnothing 45 y longitud 8, que tampoco será reproducida en la pieza; esta valona tiene como finalidad el apartar la herramienta hacia atrás, dando tiempo al operario de accionar la palanca de retroceso de la unidad hidrocopiante.

Consideremos ahora la parte derecha del patrón que nos servirá para efectuar la operación indicada en la figura 55. Observe que en este caso cómo la primera mecha a mecanizar es un cono, en lugar de una mecha con inclinación de 5° se ha prolongado la longitud del cono con inclinación del 11° , el cual servirá para situar el palpador y al mismo tiempo cuando avance y debido a la inclinación estabilizará el circuito hidráulico.

Cuando la herramienta termine en el cono de 60° el recorrido sobre la pieza, la herramienta retrocederá al encontrar la valona, dando tiempo así al operario a accionar el mando de retroceso.

Observe también que así como en el extremo izquierdo la diferencia de los diámetros entre el patrón y la pieza es de 5 milímetros en menos, en la parte derecha es al contrario; el diámetro del patrón es 5 milímetros mayor que el de la pieza, lo cual significa que un extremo es independiente del otro y dependerá sobre todo de la forma de la pieza, ya que según la longitud, será larga o corta, exigirá diámetros mayores o más pequeños.

CONSTRUCCIÓN DEL PATRÓN Y MECANIZADO

El patrón debe tener una superficie lisa, si puede ser rectificado mejor; en cuanto al material ha de ser resistente al desgaste, por lo que se recomienda que los patrones se traten térmicamente y rectifiquen después si han de servir para el copiado de gran cantidad de piezas.

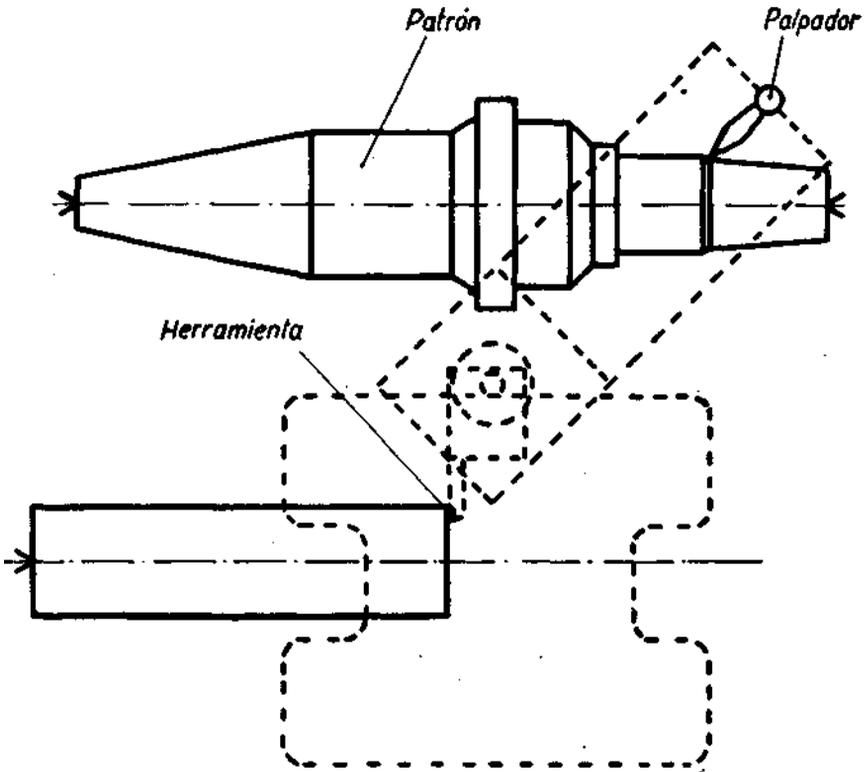


Figura 57

Una vez construido ya puede procederse al montaje del mismo en el portaherramientas y preparar el torno para efectuar el mecanizado.

Usted estudió en la lección 8 de TÉCNICA DEL TORNEADO el **punto fijo con resorte**. Este tipo de punto es el que tenemos montado en el cabezal. Tomamos una pieza, le colocamos un perro de arrastre y la

fijamos entre puntos. Fijada la pieza y montado el patrón en su sitio, hacemos adelantar el copiador mediante el mando de avance. Este cesará en cuanto el palpador haga tope en el patrón. Entonces situamos la herramienta, de forma que roce la cara delantera de la pieza (figura 57) y observamos la posición del palpador. Si éste no coincide con el principio del chaflán en el patrón, desplazaremos éste mediante los puntos móviles hasta que quede en la posición indicada en la figura.

Con esta operación hemos situado el patrón y el copiador en posición en lo que respecta a relación longitudinal.



Figura 58

Mediante el volante que regula la posición de la herramienta con respecto a su distancia al eje de giro y que, por lo tanto, es del que nos serviremos para regular las sucesivas pasadas, situaremos la herramienta en cuanto a profundidad. En las figuras 58 y 59 puede observar las pasadas a dar.

En la figura 58, correspondiente a la primera parte del mecanizado, se dan tres pasadas; en la primera sólo conseguiremos efectuar una mecha cilíndrica. Volveremos hacia atrás y adelantaremos la herramienta y efectuaremos la segunda pasada arrancando la sección indicada en la figura. Volveremos a retroceder y adelantar de nuevo la herramienta comprobando la medida, la cual dejaremos un milímetro más grande para efectuar, por último, una pasada de acabado. Esta pasada puede darse a continuación de las otras tres o bien, una vez terminada la partida de piezas, las cuales se habrán dejado todas con un excedente de milímetro. Se volverá a colocarlas y se les dará la pasada de acabado, lo cual permitirá poner más revoluciones y un avance que nos deja una superficie de mecanizado bien acabada.

Para el mecanizado del otro extremo, la fijación se hará con patas blandas, las cuales permiten hacer tope por la cara mecanizada. La situación del patrón se efectúa como en la operación anterior, pero en

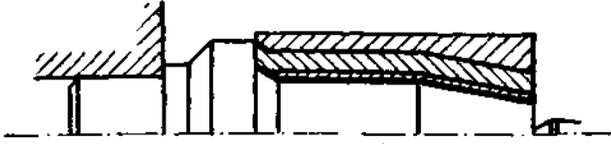
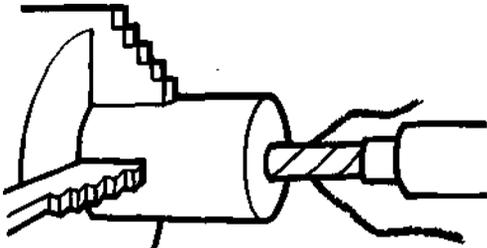


Figura 59

este caso la comprobación será haciendo pasadas sucesivas hasta conseguir la cota de 10 (figura 59), ya que por la parte cónica no podemos precisar la posición del palpador con respecto a la pieza. Una vez conseguida la situación del patrón procederemos al mecanizado de este extremo como lo hicimos con el primero.

Conviene que al retirar el carro para empezar una nueva pasada, quede situado de forma tal que al accionar el mando de avance de la unidad hidrocopiante, el palpador coincida sobre la zona del patrón correspondiente, ya que si quedase más atrasado o adelantado, la herramienta chocaría contra la contrapunta o contra la pieza.

La solución práctica, en este caso y puesto que tenemos que utilizar el contrapunto para fijar la pieza, es la de situar el contrapunto de forma que al hacer el carro tope en él, la situación del palpador sea la adecuada para que en el momento de avanzar incida sobre la zona del patrón prevista para ello.



TÉCNICA DEL TORNEADO

LECCIÓN 22

TORNOS AUTOMÁTICOS

Señalábamos en la primera lección que los tornos con los que pueden alcanzarse los rendimientos más elevados son los automáticos. Mejorando aún más las posibilidades del torno revólver, en ellos la alimentación, los desplazamientos de las herramientas, la obtención de las medidas correspondientes y la evacuación posterior de la pieza, se efectúan en forma automática mediante dispositivos mecánicos o eléctricos, neumáticos o hidráulicos o bien combinándolos. Esta automatización de todos sus movimientos y trabajos de corte hace que los tiempos pasivos, es decir, los tiempos durante los cuales no se efectúa ningún corte de material, estén reducidos al mínimo.

Ahora bien, los tornos automáticos son máquinas de elevado precio, ya que están formadas por muchos y complicados mecanismos. Al mismo tiempo requieren el empleo de un variado y costoso utillaje, especialmente diseñado y construido para cada tipo de piezas a mecanizar.

De ahí que las preparaciones sean generalmente bastante complicadas, precisen de un tiempo considerable y, sobre todo, de personas especializadas y capacitadas que dominen perfectamente los problemas de fabricación y preparación de herramientas, así como los métodos de

trabajo en estos tornos por lo que concierne a la preparación y ordenación de las operaciones a efectuar por cada herramienta.

Todo esto hace que no se considere económico el empleo del torno automático para la fabricación de pequeñas series de piezas. Puede señalarse que, para obtener un gran rendimiento las cantidades mínimas que formen las series han de ser según la forma y dimensión de la pieza, claro está, del orden de 1.000 a 100.000 piezas, teniendo en cuenta que para el caso de piezas muy pequeñas y relativamente sencillas, su capacidad de producción puede ser hasta de 20 piezas por minuto. La producción horaria que correspondería a esta cadencia de 20 piezas por minuto sería:

$$20 \text{ piezas} \times 60' = 1.200 \text{ piezas/hora.}$$

Si la preparación de la máquina requiriese, por ejemplo, tres horas, fácilmente comprenderá usted que la cantidad mínima a fabricar no podría ser nunca del orden de 100 piezas, sino como mínimo del de 5.000, pues para que el tiempo de trabajo resulte económico debe ser superior al de preparación, aumentando éste aún más si han de prepararse herramientas especiales o levas de mando.

DISPOSICIÓN DE LOS TORNOS AUTOMÁTICOS

Los tornos automáticos difieren esencialmente de los tornos revólveres en que, como ya hemos dicho, todos los movimientos de avance de las herramientas, de retroceso de las mismas, cambio de herramienta para las sucesivas operaciones y avance de la barra del material son realizados automáticamente, sin ninguna intervención del operario, gracias a un mando de levas que por medio de palancas acciona los distintos carros portaherramientas y la torre, con movimientos sincronizados con el giro del eje del cabezal porta-piezas. Observe a este respecto la figura 722.

Los tornos automáticos más corrientes son los diseñados para la fabricación de pequeñas piezas y tornillería en grandes series partiendo de barra (decoletaje). Para aumentar sus posibilidades de trabajo, además de las torretas anterior y posterior y la torre portaherramientas giratoria se disponen formando estrella alrededor del extremo del cabezal, una serie de carros portaherramientas, cuyo movimiento de avance es siempre perpendicular al eje de giro de la pieza. Vea en la figura 723

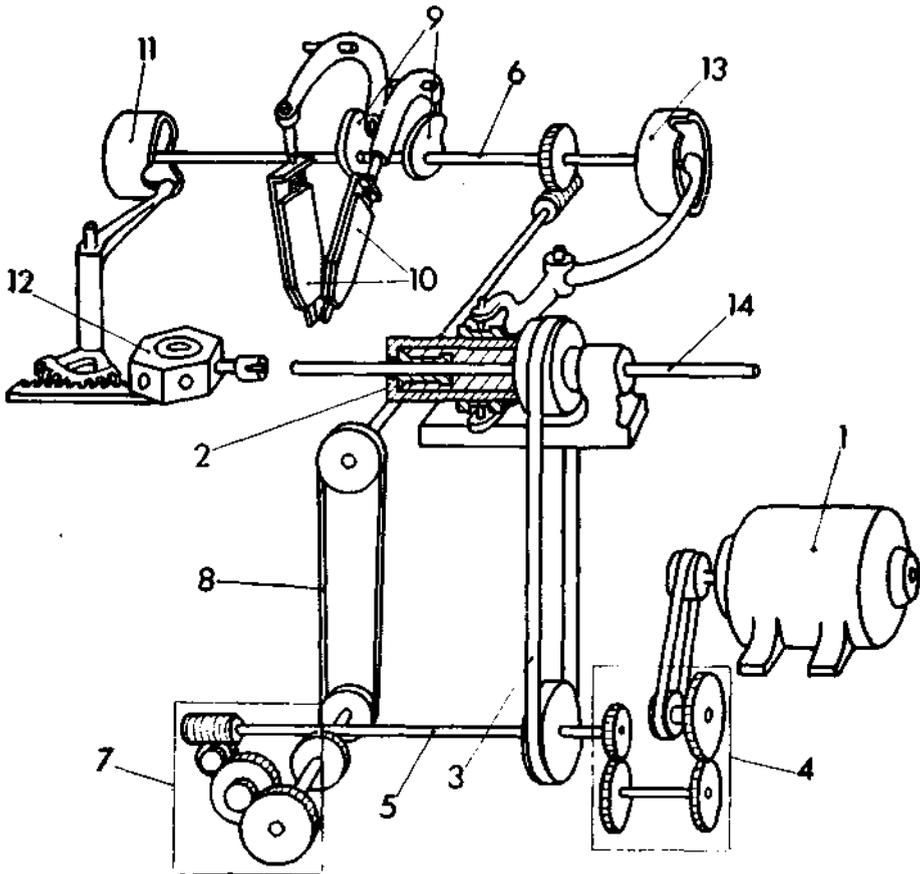


Figura 722. —Esquema del funcionamiento de un torno automático. El motor (1) acciona el husillo portapiezas (2), a través de la transmisión (3), una caja de cambio (4) permite variar la velocidad de giro de la pieza o barra (14); el mismo eje (5) de accionamiento del husillo comunica el movimiento al eje de levas (6), a través de otro cambio de velocidades (7) y la transmisión (8). Los levas (9) mandan el movimiento de los carros (10). La leva (11) manda el movimiento de la torre (12) y la leva (13) el movimiento de la pieza que hace avanzar la barra (14) del material que se trabaja.

un torno automático moderno construido por la firma francesa MANURHIN, en el que se puede apreciar la disposición general de sus elementos, y en la figura 724 un detalle de la torre portaherramientas y la disposición de los carros en el mismo torno.

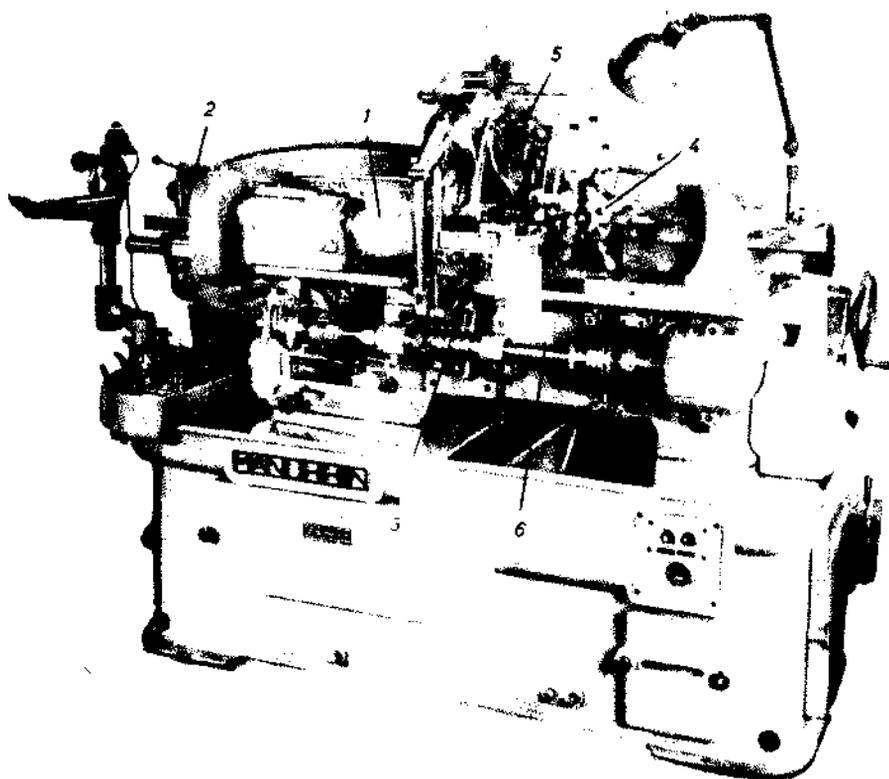


Figura 723. — Torno revolver moderno MANURHIN TR-60. 1, cabezal fijo; 2, dispositivo de alimentación automática; 3, carro trasnversal; 4, torre portaherramientas giratoria; 5, carros ¿(laterales (en estrella); 6, eje de levas de mando.

Antes de pasar al estudio de las características y particularidades de los tornos automáticos, aclararemos unos cuantos puntos que nos facilitarán dicho estudio.

DECOLETAJE

Consideramos interesante definir esta palabra **que se aplica muy a menudo**, sobre todo al hablar de tornos semiautomáticos y automáticos:

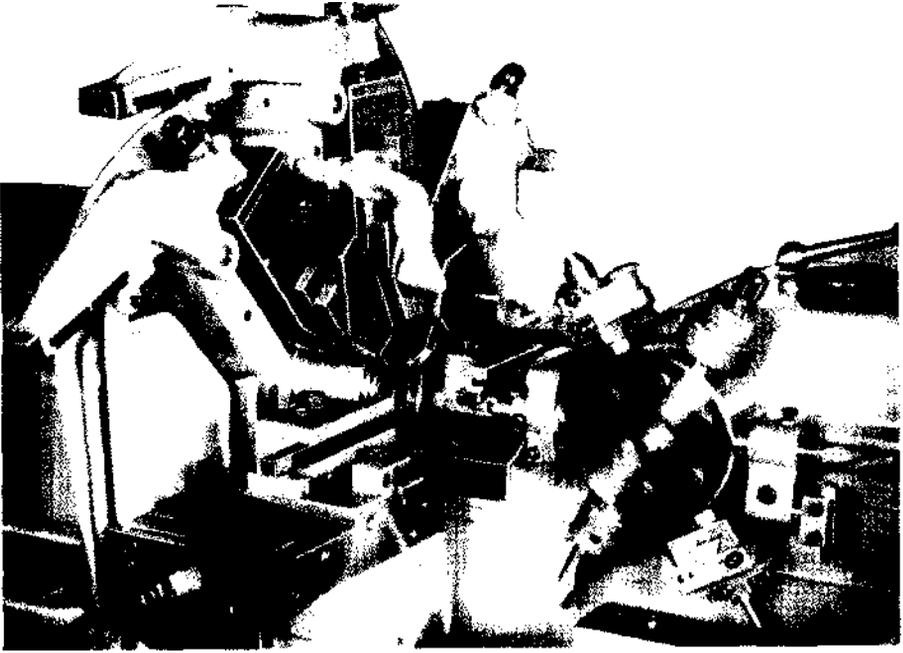


Figura 724. — Detalle de los portaherramientas del torno automático MANURHIN

* Se designa, con el nombre de **decoletaje** al conjunto de operaciones de torneado que es posible efectuar sobre una pieza que se está torneando partiendo de barra, barra que se ha montado a través del agujero del eje del cabezal principal del torno. Vea en la figura 725 una variedad de piezas obtenidas por decoletaje.

En los tornos de decoletaje (ya lo vio usted en los tornos revólver) la barra se pone a girar por intermedio de un dispositivo de pinza de fijación montada en la parte delantera del eje principal. En el extremo opuesto la barra está apoyada en un tubo que le hace al propio tiempo de guía.

Después del decoletaje de la pieza mecanizada, una vez cortada ésta y, por consiguiente, separada del resto de la barra, ésta avanza otra vez la longitud correspondiente para el decoletado de una nueva pieza.

Así, pues, no es posible mecanizar por decoletado piezas cuyos diámetros o medidas transversales sean superiores al diámetro máximo admitido a través del agujero del eje principal

Un torno de decoletaje, sea semiautomático o automático, se caracteriza en primer lugar, por el diámetro de barra admisible a través de su eje, en vez de por la altura de puntos sobre la bancada como ocurre con los tornos paralelos.

De todas maneras, en muchos casos no hay posibilidad de mecanizar completamente una pieza por decoletaje, sino que después del tronzado ha de procederse al acabado en una operación aparte en la misma máquina o sobre otra cualquiera.

Los tornos automáticos están generalmente organizados para el trabajo por decoletado, o sea, para el trabajo en barra. No obstante, equipados con un dispositivo de alimentación conveniente, pueden ser utilizados también para el trabajo en sucesivas fijaciones. Por otra parte, si el torno es lo suficiente potente para trabajar grandes diámetros, puede asimismo equiparse con platos universales de mando automático o hidráulico, pero siempre automático.

Para el presente estudio consideraremos el torno organizado para el decoletaje.

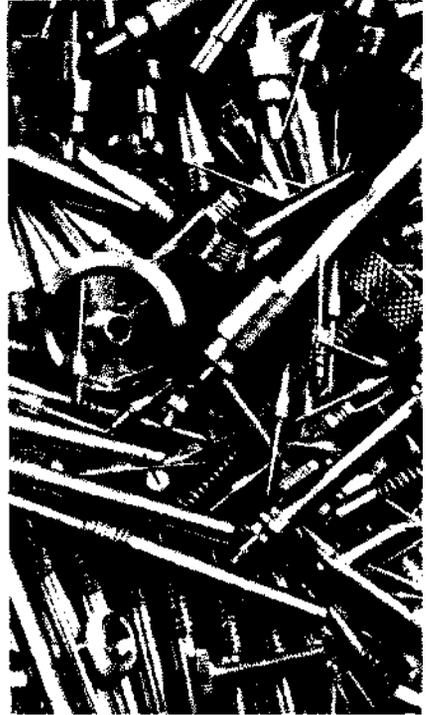


Figura 725. — Muestras de, piezas típicas de decoletaje

PREPARACIÓN DE LAS BARRAS

Las barras destinadas a ser torneadas por decoletaje no pueden tomarse tal cual salen del laminado. Es preciso que sean bien redondas y estén muy derechas para poder ser arrastradas sin excesivas vibraciones, puedan pasar fácilmente a través del eje principal y ser fijadas fácil y uniformemente por los órganos de fijación (pinzas).

Es indispensable que las barras se sometan a un proceso de deca-

pado o limpieza de la cascarilla de la capa exterior a fin de mantener una buena conservación de las aristas de corte de las herramientas y de la misma máquina.

Otros procesos a aplicar a las barras con anterioridad a su mecanizado y con objeto de que cumplan las prescripciones señaladas anteriormente, son:

- # Enderezado perfecto de la barra en máquina especial de rodillo.
- # Cortado y preparación de las puntas.
- # Calibrado o tolerancias precisas, por medio de estirado o trefilado cuando se trate de materiales relativamente blandos (aluminio, latón, acero dulce, semiduro, etc), o bien en caso de aceros duros, con un rectificado en máquina especial sin centros.

Normalmente todas estas condiciones ya están previstas y preparadas en las barras destinadas a este fin por los almacenistas de materiales y listas para su puesta a punto sobre el torno.

DISPOSITIVOS DE FIJACIÓN DE LAS BARRAS Y AVANCE DE LAS MISMAS

Estos dispositivos son más o menos los mismos para todos los tornos de decoletaje, ya sean semiautomáticos o automáticos. Usted ya los estudió en la lección anterior y recordará que ante todo han de hacer:

1. ° Fijar la barra durante las operaciones de decoletaje, de forma que gire solidaria del eje del cabezal.
2. ° Permitir el avance de la barra hasta un tope de longitud, después del decoletado y tronzado de una pieza a fin de poder trabajar en la siguiente.

Aunque en los tornos revólveres y semiautomáticos, el avance y la fijación son ordenados por el obrero y en los tornos automáticos el mando se efectúa por medio de levas, el mecanismo de fijación y avance son sensiblemente los mismos.

PINZAS DE FIJACIÓN Y DE AVANCE

Las pinzas de fijación, al igual a las que vimos en la lección anterior, están construidas de acero de resortes fundidos y rectificadas con toda precisión, se montan en la parte delantera del eje y fijan enérgicamente la barra. Como las de la figura 695 de la lección anterior

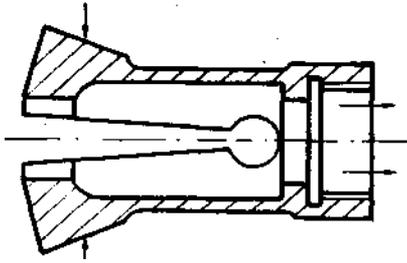


Figura 726. — Pinza de fijación del torno GRIDLEY (U.S.A.). Fijación por arrastre hacia atrás de la pinza

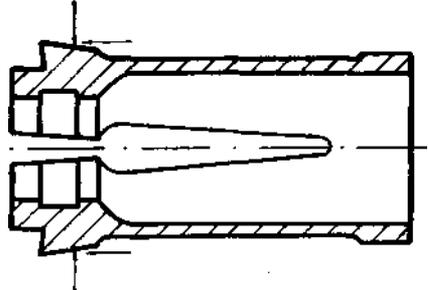


Figura 727. — Pinza de fijación de los tornos BROWN Y SHARPE (U.S.A.) y BECHLER (Suiza). Fijación por desplazamiento hacia delante de una dola o tubo exterior a la pinza

presentan exteriormente un cono que al apoyarse contra el cono correspondiente del eje o de una dola intermedia, determina el cierre de la pinza sobre la barra (figs 726 y 727).

El avance de la barra, según el grado de automatización de las máquinas, puede ser mandado, siempre que la pinza de fijación esté abierta, ya a mano, ya por acción de un mecanismo de empuje por contrapeso o bien por intermedio de una pinza de avance.

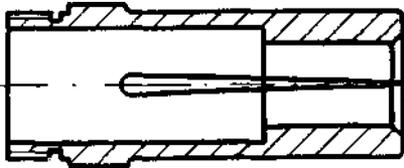
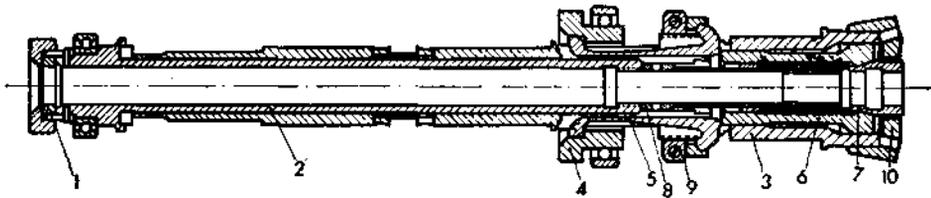


Figura 728. — Pinza de avance. Observe que la abertura para el cierre es menor que en las pinzas de fijación y por tanto la presión sobre la barra es menor

Esta pinza (fig. 728), consiste esencialmente, como la de fijación, en una dola de acero de resorte, fundida, pero que cierra con menos fuerza. Cuando se abre la pinza de fijación por medio de una palanca (tornos revólveres) o por medio de una leva (tornos automáticos), se desplaza la pinza de avance hacia adelante y ésta última arrastra a la barra, puesto que la sujeta ligeramente. Al cerrarse la pinza de fijación vuelve a su posición inicial la pinza de avance y la barra es mantenida de nuevo en su posición de trabajo por la pinza de fijación. Es decir, hasta ahora el orden de las operaciones será el siguiente:

- # apertura de la pinza de fijación;
- # desplazamiento hacia delante de la pinza de avance;
- # cierre de la pinza de fijación;



7 10

Figura 729. — Esquema del montaje de un eje principal con los dispositivos de fijación y avance. El desplazamiento hacia atrás del anillo de cierre manda a los dedos del cierre, lo que provoca un desplazamiento hacia adelante de la dola de apriete y, por tanto, el cierre de la pinza. La pinza de avance puede deslizarse sobre la barra y está montada, sobre el tubo de avance. 1, aro de guía; 2, tubo de avance; 3, eje principal; 4, anillo de cierre; 5, dedos del cierre; 6, dola de apriete; 7, pinza de fijación; 8, pinza de avance; 9, tuerca de reglaje; 10, tapa frontal

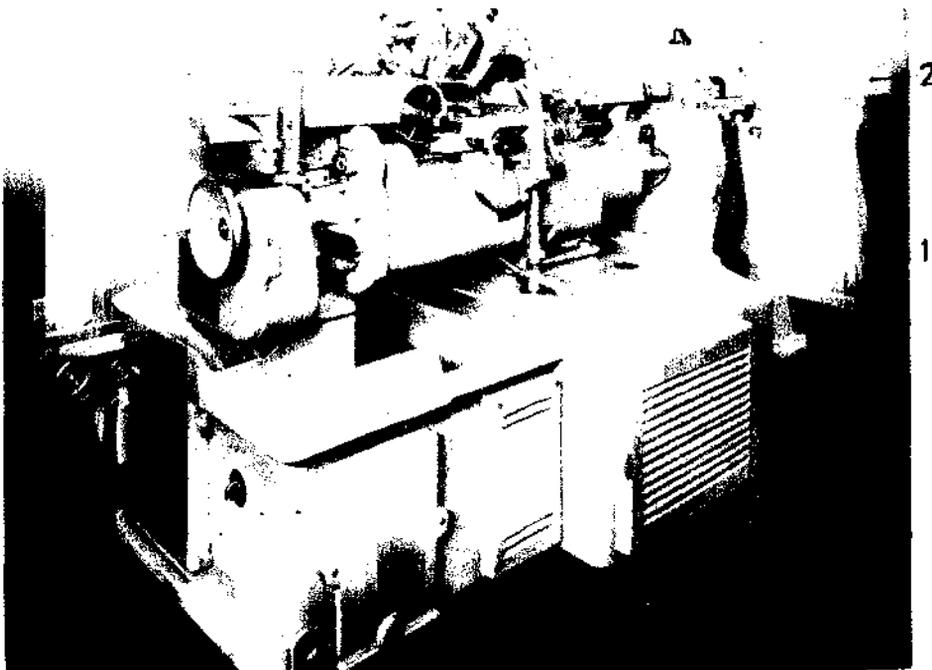


Figura 730. — Vista posterior del torno de la figura 723, en la que pueden apreciarse los soportes (1) y el tubo guía para las barras (2)

- nueva puesta en posición atrasada de la pinza de avance, después de haber avanzado la barra la longitud correspondiente a una nueva pieza.

Observe usted en la figura 729 el esquema de un dispositivo de fijación y avance en el eje principal de un torno automático americano BROWN y SHARPE.

La longitud de las barras para el trabajo de decoletaje es aproximadamente de unos 4 metros, a fin de permitir el torneado de un gran número de piezas sin necesidad de aprovisionar continuamente la máquina. Se requiere la instalación de un dispositivo que sostenga la barra en su extremo posterior con el fin de evitar flexiones y vibraciones. Este dispositivo, similar al estudiado en la lección anterior, guía la barra en toda su longitud por el interior de un tubo. Va montado sobre unos soportes y debe estar alineado con el eje principal del torno, como en la

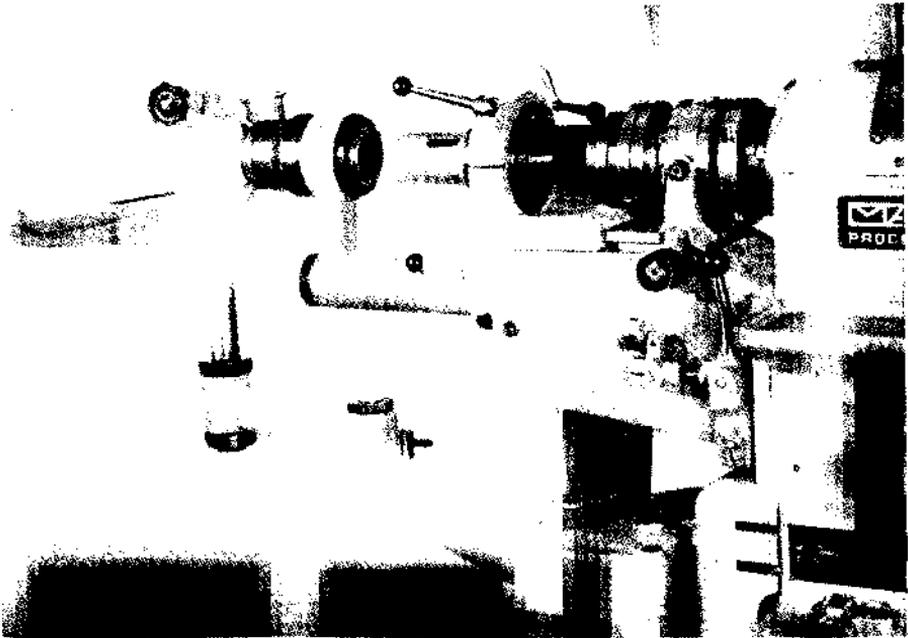


Figura 731. — Dispositivo de alimentación exterior de las barras en el mismo torno de la figura 723

figura 730; como es natural la alimentación se efectúa de forma automática. En la figura 731 puede ver representado el dispositivo para alimentación exterior del mismo torno de la figura 730.

En estos dispositivos se procurará especialmente conseguir un deslizamiento suave de las barras en el interior de la pieza de avance, verdadero problema cuando se trata de barras de gran diámetro porque dificulta el arrastre. También se cuidará de que las barras giren sin ruidos en el interior de los tubos-guías; esto se consigue apoyándolas sobre rodillos en varios puntos de su longitud total.

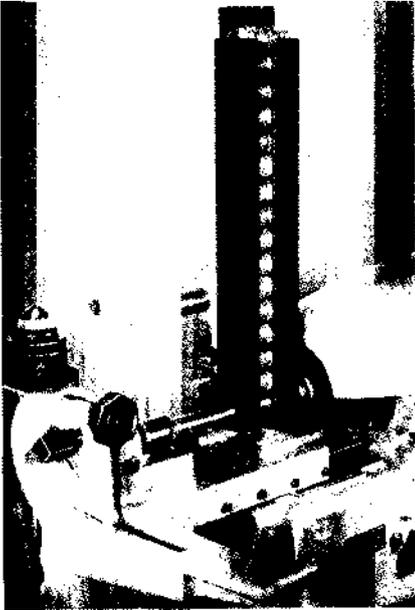


Figura 732. — Cargador automático situado detrás del husillo. Torno MANURHIN



Figura 733. — Cargador automático situado detrás de la torre. Torno MANURHIN

Ya se ha indicado que en estos tornos está previsto también el trabajo con platos universales, generalmente neumáticos o hidráulicos, sobre todo para piezas grandes, para las que no es posible partir de barra, o también para piezas más pequeñas que han sido previamente estampadas o bien mecanizadas en una operación anterior de decoletado. En

este segundo caso, la carga o alimentación de las piezas suele efectuarse con cargadores automáticos, situados según convenga (cada caso debe ser estudiado particularmente), en la parte posterior del eje principal (figura 732), detrás de la torre revólver (figura 733), o bien delante de los carros laterales situados en estrella (figura 734). En los tres casos, hay una leva que actúa sobre un pivote que hace de empujador colocando la pieza convenientemente para su fijación. Aun en el caso de fijación en plato universal, pueden prepararse cargadores automáticos si bien la mayoría de las veces suele hacerse la operación a mano; esto será siempre objeto de un estudio.

HERRAMIENTAS Y PORTAHERRAMIENTAS

El trabajo de torneado en tornos automáticos difiere del efectuado sobre tornos paralelos por la especial concepción de ciertas operaciones y de las herramientas y portaherramientas que se empleen.

Como quiera que estos tornos están destinados a mecanizar series de gran número de piezas, han de equiparse muy especialmente con vistas a la fabricación a que van a dedicarse, debiendo tenerse en cuenta que:

- Deben poder efectuar una gran variedad de trabajos.
- Han de trabajar en óptimas condiciones de rendimiento.
- Las herramientas serán fácilmente reglables, a fin de que pueda efectuar la operación un especialista no preparador.

Puede decirse que el torno mejor concebido (y esto vale para todos los tipos automáticos, revólver, copiadores, paralelos, etc), no pasa



Figura 734. — Cargador automático situado ante los carros laterales. Torno MANURHIN

de ser una máquina mediocre, si no es utilizado racionalmente. La importancia del dotamiento de equipo a un torno automático no debe nunca olvidarse y, en realidad, un estudio profundo de todo el utillaje preciso (herramientas, portaherramientas, levas, etc), deberían preceder a todas las fabricaciones.

Sin hablar de herramientas y portaherramientas especiales, la especial concepción de que hablábamos antes puede aplicarse a los trabajos siguientes:

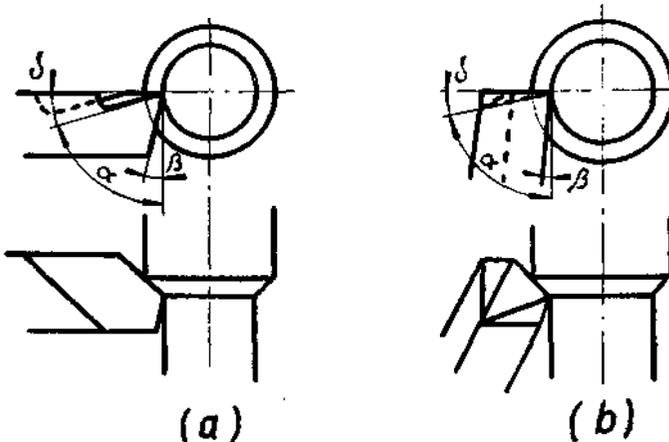


Figura 735. — a, corte radial; b, corte tangencial; alfa, ángulo de corte; Beta, ángulo de despulla; δ > ángulo de desprendimiento

1. Cilindrado

En la mayoría de los tornos automáticos, el cilindrado se efectúa con herramientas montadas sobre la torre revólver. El cilindrado puede efectuarse (figura 735) con **herramientas de corte radial** o con **herramientas de corte tangencial**.

En el primer caso, la herramienta suele montarse en portaherramientas acodados (ver 2 de la figura 710, de la lección 21); en el segundo caso en un portaherramientas especial en el que la herramienta se dispone tangencialmente a la pieza.

Las herramientas de corte tangencial tienen las ventajas de que presentan menos longitud de arista de corte y son más fáciles de afilar.

Las herramientas de cilindrar se preparan con las barras de acero tratado (figura 400, de la lección 11).

Esta forma de cilindrado presenta, no obstante, el inconveniente de la poca precisión que se obtiene a veces en un trabajo de una excesiva longitud. En efecto, el cilindrado tiene lugar al aire y si bien esto no importa para longitudes inferiores a 3 ó 4 diámetros, es un inconveniente en cuanto se sobrepasan estos valores, recomendándose entonces el uso de los tornos de herramientas múltiples o de los tornos automáticos de cabezal móvil que estudiaremos más adelante.

2. Trabajo con penetración normal

Este tipo de trabajo, con herramienta que se desplaza perpendicularmente al eje de la pieza, es muy corriente en los tornos automáticos, ya que es el que más frecuentemente se realiza con los carros transversales y laterales. Permite el torneado de perfiles complejos y las herramientas pueden prepararse con barras o con discos para el afilado del perfil constante (ver lección 11). Es éste un trabajo de gran rendimiento, aunque presenta el inconveniente de que el esfuerzo de corte es siempre más elevado que en el cilindrado y se somete a la máquina a un trabajo muy duro (figura 736).

Aunque los fabricantes ya tienen en cuenta este problema para el cálculo de la resistencia de los órganos de la máquina, debe evitarse siempre un exagerado avance por vuelta y, a ser posible, se reducirá al final de la operación a fin de obtener un mejor acabado de la superficie.

3. Taladrado

Las herramientas de taladrado (brocas) o de escariado (escariadores) se montan sobre la torre revólver, en un portaherramientas regable para facilitar el centrado. Los escariadores suelen montarse en

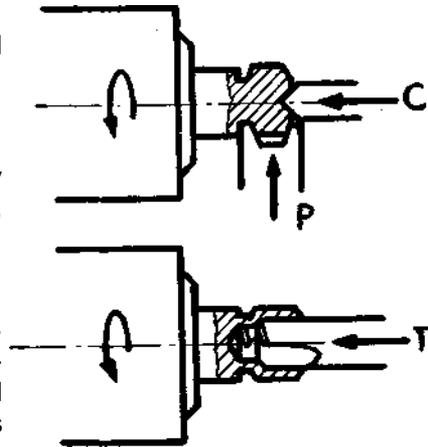


Figura 736. — Torneado en torno automático P, trabajo con penetración normal; C, taladrado de centraje; T, taladrado a medida

portaherramientas flotantes. Estos trabajos de taladrado y de escariado dan lugar a una serie de operaciones sucesivas que siguen aproximadamente el siguiente orden (figura 736):

- # Punteado de centrado por medio de una broca corta de centrar.
- # Taladrado en varias penetraciones sucesivas, según la profundidad del taladro. El retroceso de la broca se hace para la evacuación de virutas, refrigeración, etc.
- # Mandrinado a medida con herramienta, escariador, etc.

4. Trabajos con portaherramientas basculante o deslizante

El trabajo con herramienta montada sobre un portaherramientas de brazo oscilante en un plano perpendicular al eje de la pieza es una de las operaciones características del decoletaje en torno automático.

Permite efectuar trabajos, tales como refrentados interiores en espaldones, ranuras de salida de herramienta, etc , y se utiliza tanto para interiores como para exteriores.

5. Roscado

La operación de roscado ofrece las naturales dificultades en el torno automático, dado que ha de transformarse en una operación de gran rendimiento. Normalmente se efectuaba con hilera o macho, pero se producía una gran pérdida de tiempo por la lenta velocidad de corte que forzosamente debía ponerse y, además, no dejaba un trabajo bien acabado, pues requería un pequeño cono de entrada. A esto hay que añadir la dificultad de construir una leva que diera exactamente el mismo avance por vuelta con la precisión que requiere el paso de rosca.

De ahí que se apliquen los mismos dispositivos que en el torno revólver a base de roscar con patrón y aún modernamente para una producción muy elevada puede roscarse en operaciones aparte en tornos del tipo de la figura 572 de la lección 18 de **Técnica del Torneado**, que roscan a velocidades elevadísimas y con una elevada cadencia de trabajo.

CLASIFICACIÓN DE LOS TORNOS AUTOMÁTICOS

Pueden clasificarse, bajo un punto de vista general del diseño, en dos grandes grupos: **tornos automáticos de un solo husillo** (fig. 723) y **tornos automáticos de varios husillos** (fig. 737).

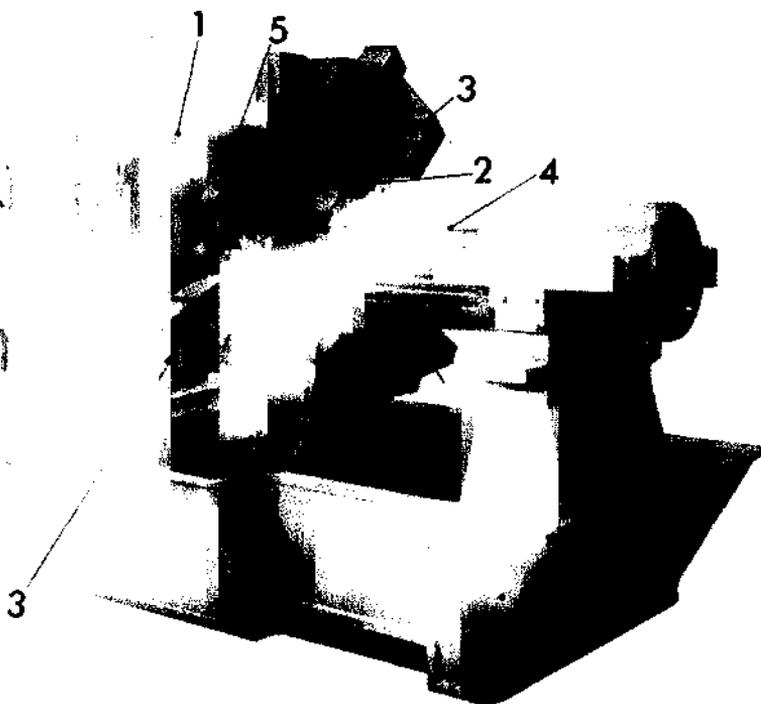


Figura 737. — Torno automático de 8 husillos NEW BRITAIN (U.S.A.). 1, cabezal portahusillos; 2, husillos; 3, soportes fijos de los carros laterales; 4, soporte fijo de los carros frontales; 5, dispositivo portahusillos giratorio

En los tornos automáticos de un solo husillo se trabaja, claro está, sobre una sola barra que pasa a través del mismo y las herramientas actúan sobre la misma en forma sucesiva y en algunos casos dos y hasta tres a la vez.

En los tornos de varios husillos, el cabezal o por su forma, el bastidor lleva un dispositivo en el que se agrupan todos los husillos (ocho en la figura 737), repartidos regularmente y girando todos a la misma velocidad. A través de cada husillo pasa una barra y sobre cada una tiene lugar, en forma simultánea, una operación de mecanizado por medio de las herramientas que se presentan y actúan en cada una de ellas (figura 738). El dispositivo del conjunto de los husillos efectúa,

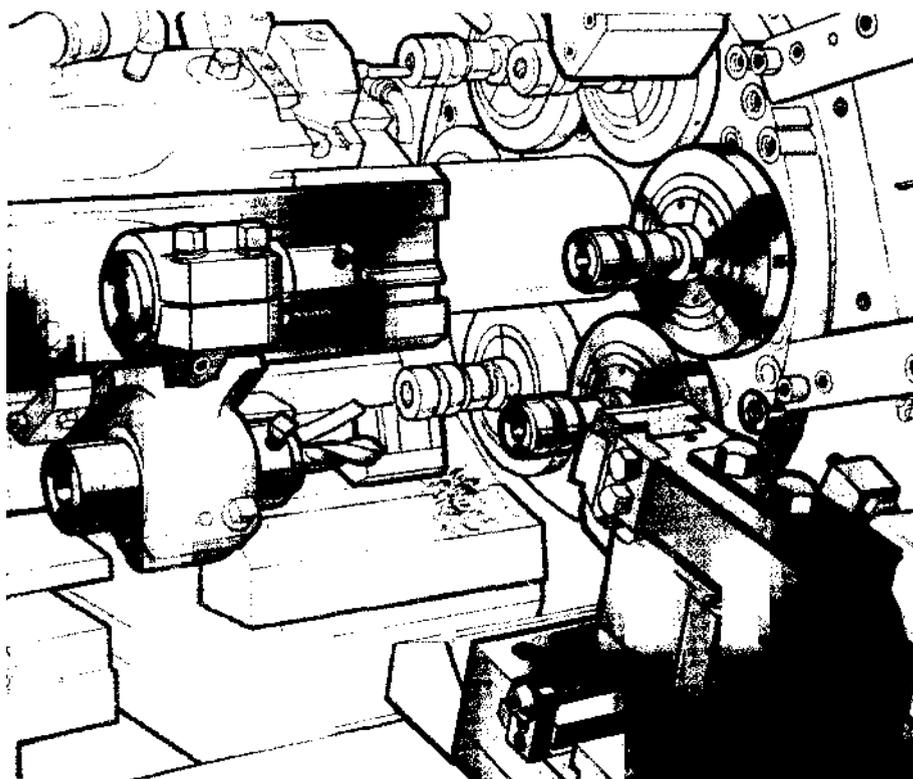


Figura 738. — Organización del trabajo en un torno de husillos múltiples NEW BRITAIN GRIDLEY

además, a intervalos regulares una fracción de vuelta sobre su eje, presentando delante de las herramientas una nueva pieza en la que cada herramienta debe efectuar su operación correspondiente, de manera que cuando el dispositivo portahusillos ha dado la vuelta completa, todas las piezas se han presentado delante de todas las herramientas y se han realizado, por tanto, todas las operaciones y la pieza queda terminada.

Esto significa, claro está, que con este fraccionamiento del trabajo se obtiene un rendimiento formidable, permitiendo la obtención de piezas en tiempos muy reducidos.

El reparto de trabajo entre las diversas estaciones o puestos de herramientas se hará siempre de forma que el tiempo a emplear sea

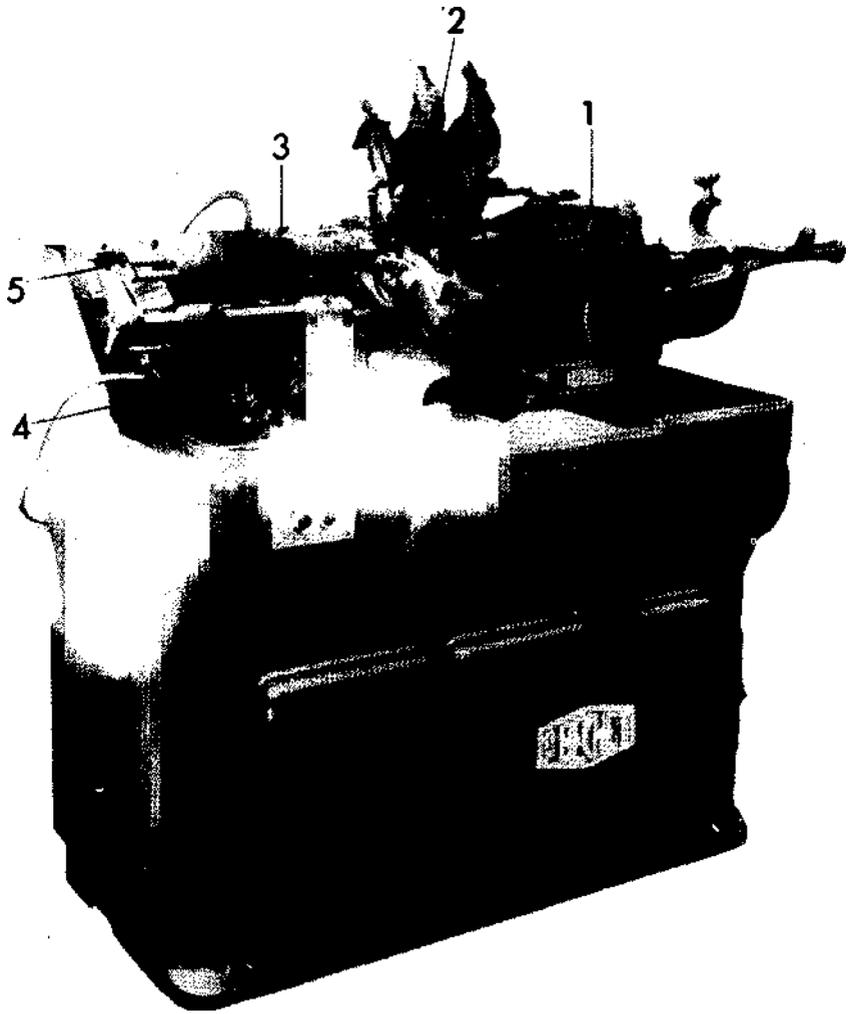


Figura 739.—Torno automático de decoletaje. Modelo BECHET Mf-1660. Capacidad de barra = 16 mm. 1, cabezal portapiezas; 2, portaherramientas radiales; 3, cabezal portaherramientas móvil basculante; 4, palanca de mando para el avance y retroceso de los ejes portabrocas del cabezal (3); 5, palanca de empuje.

Figura 740. — Torno automático de decoletaje modelos TOS A-20 (Checoslovaquia). Capacidad de barra = 20 mm.

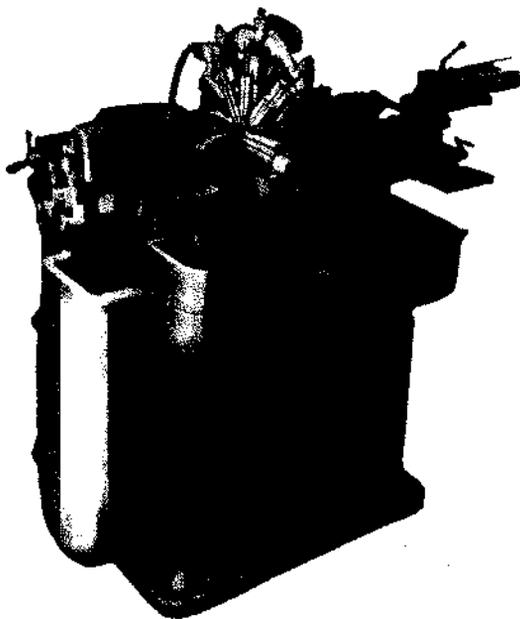
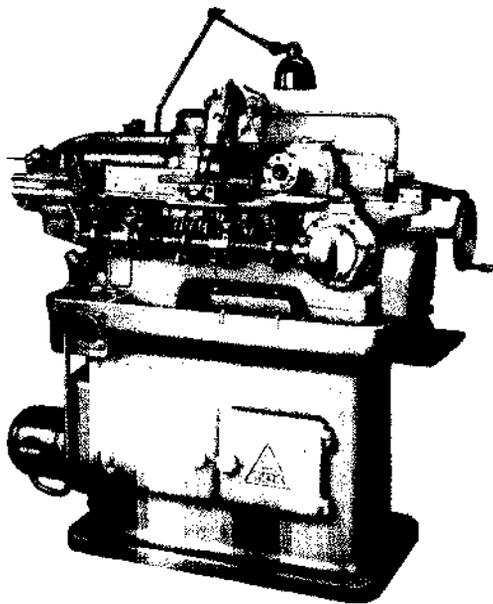


Figura 741. — Torno automático de decoletaje Modelo BECHLER AR-10 (Suiza). Capacidad de barra = 10 mm.

aproximadamente el mismo, ya que el movimiento de giro con intervalos del conjunto portahusillos se ajusta a la operación más larga, debiendo aguardar las demás.

La primera estación corresponde naturalmente a una alimentación a tope; esta pieza se irá mecanizando en las sucesivas estaciones hasta la última en que se terminará y tronará, y en cada giro parcial tendrá lugar una nueva alimentación y una pieza terminada.

CARACTERÍSTICAS DE LOS TORNOS AUTOMÁTICOS

La complejidad de los mecanismos y las diferentes soluciones adoptadas por cada fabricante, hace que sea muy difícil la comparación, punto por punto, de dos tornos diferentes, pero la relación de las principales características son suficientes a un experto para decidir una determinada elección según el trabajo a realizar.

En la página siguiente damos las características de uno de los más populares tornos automáticos que se fabrican en Europa. Basándonos en los modelos MANURHIN TR-60 y BECHET M-1660 (figura 739), estudiaremos algunos de los mecanismos que los forman. Incluimos el modelo TOS A-20 (fig. 740) por representar una capacidad intermedia, y un modelo suizo, el BECHLER AR-10 (figura 741), que juntamente con el de la figura 28, de la lección primera, son los más conocidos de los tornos dedicados al decoletaje con barra de hasta 10 mm.

CICLO COMPLETO EN UN TORNO AUTOMÁTICO Y ORDEN DE LAS OPERACIONES

El ciclo completo de las operaciones a efectuar en un torno automático es el siguiente:

1. Apertura de la pinza o dispositivo de fijación.
2. Alimentación: avance de la barra para los tornos de decoletaje. Puesta a punto en pinza o plato para otros trabajos.
3. Cierre o fijación de la pinza o la pieza.
4. Operaciones de mecanizado por los diversos carros portaherramientas que comprende:

Aproximación de cada herramienta en el momento preciso.

- Realización de la operación con un avance por vuelta determinado.

CARACTERÍSTICAS		Modelo MANURHIN TR- 60 Francia	Modelo TOS A-20 Checoslovaquia	Modelo BECHET - M-1660 Francia	Modelo BECHLER AR-10 SUIZA
Capacidad	Díametro máx. de barra admitido	52	20	16	10
	Díametro máx. en alimentación exterior	60	26	—	—
	Avance máx. de barra	100	80	—	—
	Recorrido máx. de carros transversales	40	35	—	—
	Diám. máx. de roscado en latón	—	Ø 14	Ø 12 p=175	M 7
	Diám. máx. de roscado en acero	—	Ø 18	Ø 10 p=100	M 5
Long. máx. de torneado:	Con leva de disco	—	—	55	70
	Con leva de campana	—	—	100	130
	Carrera máx. de taladrado	—	—	60	—
	Carrera máx. de roscado	—	—	70.	—
Husillo	Núm. de velocidades de torneado	32	8	20	—
	Núm. de velocidades de roscado	160	64	—	—
	Valores extremos de veloc. de torneado	56 a 1.730	322 a 3.565	570 a 5.700	Vel. m. 9.000
	Valores extremos de veloc. de roscado	10 a 1.730	65 a 2.013	—	—
Torre revolver	Núm. de posiciones	6	6	—	6
	Díametro de los alojamientos	25	20	—	—
	Recorrido máx.	85	60	—	—
	Distancia mín. y máx. torreta-husillo	70-220	55-150	—	—
	Díametro de la torre-revolver	150	110	—	—
	Recorrido de reglaje	55	39	—	—
Producción	Tiempo normal de fabricación de una pieza	—	2,9 a 300	6 a 1.800	—
	Producción horaria	9 a 55	—	0,1 a 30	—
	Velocidad del árbol de levas	(55 veloc.)	—	(50 veloc.)	—
	Velocidad de aceleración	4	—	10	—
Motor	Potencia	6	3,5	3,75	3
	Velocidad	960	1.420	900	—

NOTA: Se desconocen los datos no señalados por no estar indicados en los catálogos.

- Separación de la herramienta.
 - # Cambio de herramienta si se trata de torre revólver o carro basculante en tornos de un solo husillo o cambio de estación en los de husillos múltiples.
5. Separación por tronzado o taladrado de la pieza mecanizada (en caso de decoletaje), aunque es en realidad una operación más que formaría parte del apartado 4.

Eventualmente también pueden efectuarse cambios en el sentido de la rotación de la pieza, cuando se realizan operaciones de roscado.

MOVIMIENTOS PRODUCTIVOS E IMPRODUCTIVOS

En el curso del ciclo de operaciones ya estudiado podemos distinguir dos grupos: movimientos **productivos** y movimientos **improductivos**.

Ambos son producidos y ordenados por los juegos de levas de mando. Los movimientos productivos corresponden siempre a operaciones en las que tiene lugar un arranque de viruta. Como es natural, las condiciones de corte (velocidad de corte, avance por vuelta, profundidad de pasada), vienen determinadas por la potencia de la máquina, la naturaleza del trabajo y la resistencia a los esfuerzos de corte de las herramientas. Por consiguiente, no hay lugar a reducir estos tiempos productivos ya que están limitados por las condiciones expuestas.

No ocurre lo mismo con los tiempos improductivos: éstos deben ser reducidos en la máxima medida de lo posible, siempre compatible con un buen funcionamiento de los órganos mecánicos en movimiento.

Los movimientos improductivos son todos aquellos durante los que las herramientas no efectúan arranque alguno de viruta. Comprenden exactamente: apertura de la pinza, avance de la barra y fijación de la misma, aproximación y retirada de las herramientas de corte y los correspondientes movimientos para el cambio de las herramientas.

En los primeros tornos automáticos todos los movimientos (productivos e improductivos) venían ordenados por un solo árbol de levas; una vuelta completa de este árbol o eje correspondía a la fabricación de una pieza. Según esta disposición la velocidad de rotación del eje de levas venía ordenada por las operaciones de mecanizado y sus correspondientes condiciones de corte. En caso de que las operaciones de corte fueran largas, era obligado adoptar una velocidad de corte relati-

vamente reducida, así como un avance pequeño, por lo que el giro del eje de levas era muy lento. Asimismo los movimientos improductivos resultaban desesperadamente lentos. Esto constituía un grave defecto para los tornos automáticos. De ahí que en los tipos más modernos se adaptaran principalmente dos soluciones que estudiará más adelante: **Utilización de un dispositivo de aceleración y utilización de un eje auxiliar para el mando de (os movimientos improductivos.**

DESCRIPCIÓN DE LOS ÓRGANOS O CONJUNTOS DE LOS TORNOS AUTOMÁTICOS

La descripción de los principales elementos de un torno automático, del funcionamiento de sus mecanismos y de su utilización es materia suficiente para todo un curso. Sin embargo, podemos darle a usted una idea de sus generalidades más destacadas, sin que esto signifique que el solo estudio de esta lección sea suficiente para convertirle en un experto, aunque sí para obtener una firme base a partir de la cual le sean fácilmente comprensibles las particularidades de un determinado torno que puede verse un día en la necesidad de preparar. Insistiremos en lo que varias veces le hemos indicado: antes de poner en funcionamiento una máquina es indispensable efectuar un completo estudio de sus características y tener en cuenta las instrucciones dadas por el fabricante para su conservación y manejo. Esta necesidad se acrecienta todavía más por su complejidad, en el caso de los tornos automáticos y dada dicha complicación los fabricantes dedican verdaderos libros de instrucciones y normas para su puesta en marcha por el especialista, que facilitan al adquirirse sus modelos.

CABEZAL FIJO. — TRANSMISIÓN DE LA MAQUINA Y DEL EJE PRINCIPAL

Hay un motor principal que es el que proporciona el giro de todos los elementos de la máquina (1 de la figura 722). Generalmente está dispuesto en la parte inferior del bastidor o zócalo y transmite el movimiento a una caja de velocidades (4 de la figura 722), en la cual mediante el cambio de engranajes es posible obtener toda la gama o serie completa de velocidades. A la salida de la caja se monta la polea motriz que transmite el movimiento del cabezal (3 de la figura 722).

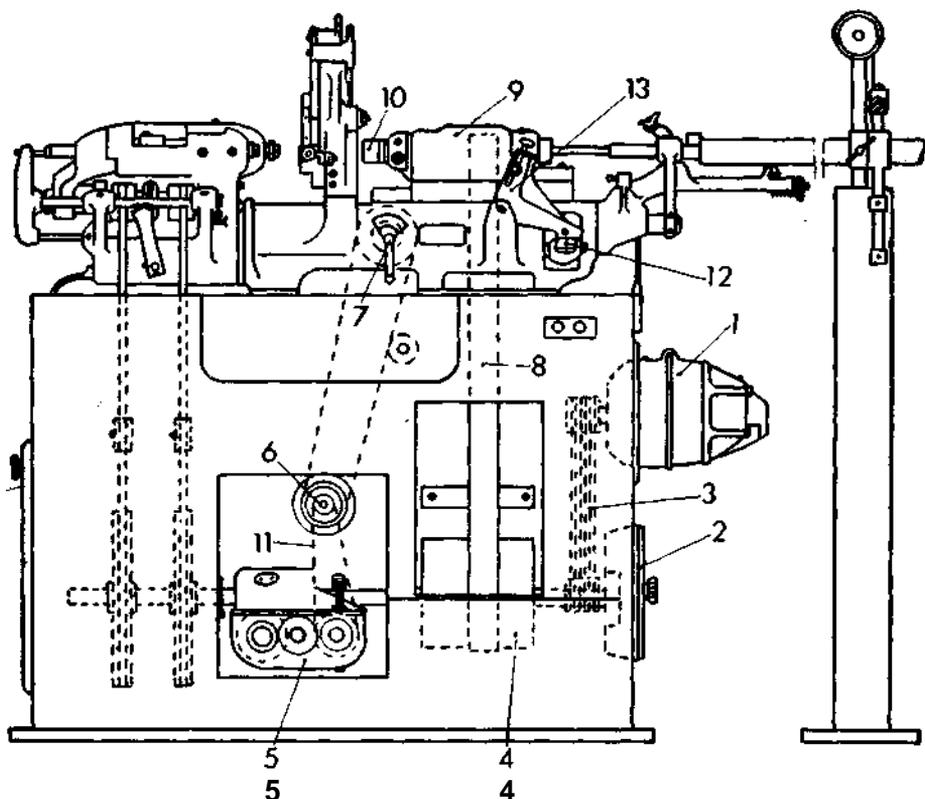


Figura 742. — Esquema de las transmisiones del movimiento del motor principal en el tomo BECHET M 1660. 1, motor principal; 2, caja de velocidades del eje; 3, transmisión por correas trapezoidales; 4, Tambor de transmisión al eje; 5, caja de velocidades del árbol de levas; 6, eje intermedio para el dispositivo de aceleración; 7, eje de transmisión al eje de levas; 8, correa de transmisión al eje principal; 9, cabezal móvil; 10, eje principal; 11, cadena de transmisión al eje intermedio; 12, rodillo de transmisión del movimiento de las levas a la corredera; 13, corredera para el desplazamiento del cabezal móvil.

Esta transmisión se efectúa por medio de correas (figuras 742 y 743) o bien por medio de cadenas DÚPLEX como en la figura 744. Esta última figura representa el cabezal de la figura 723 en el que la alimentación se efectúa por medio de pinza de avance interior con una disposición semejante a la que se muestra en la figura 729. Sin embargo, algunos de estos modelos tienen prevista la posibilidad de efectuar trabajos de decoletaje con barra de medida mayor que la prevista para la pinza interior del avance; en ella se monta el dispositivo

adicional de la figura 731 que efectúa la alimentación con pinza de avance situada en el exterior.

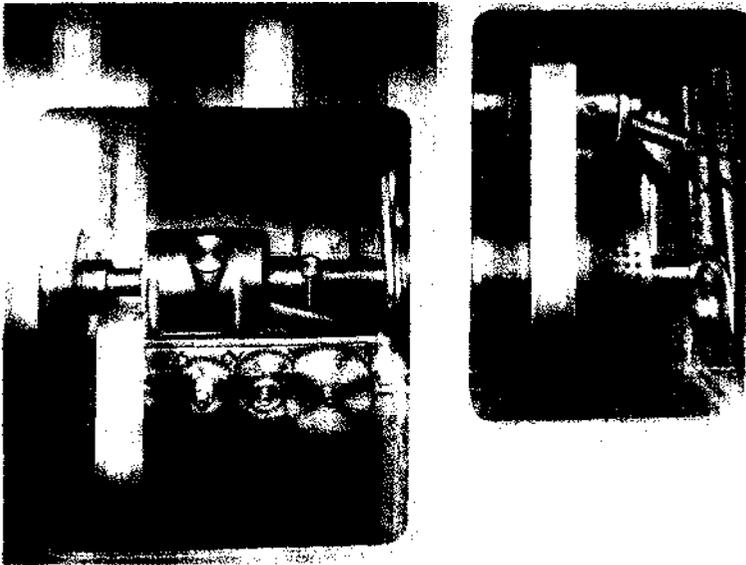


Figura 743. — Transmisión principal al eje del cabezal por correa plana y al árbol de levas por cadena (8) y (11), respectivamente, de la figura 742

CABEZALES MÓVILES

Al tratar del cilindrado en el torno automático decíamos que uno de los mayores inconvenientes que se presentaban era el de que en la mayoría de las veces las longitudes a cilindrar eran superiores a 3 ó 4 diámetros y se efectuaban prácticamente con un exceso de voladizo, lo que perjudicaba la precisión. Para salvar este inconveniente se crearon los tornillos automáticos de cabezal móvil (BECHET, BECHLER, TORNOS, PETERMANN, etc).

Esta solución consiste en facilitar al cabezal un desplazamiento en el sentido longitudinal del eje, mandado también por leva y que permite así trabajar con la herramienta cortando a ras de un apoyo especial para la barra, situado delante de la pinza de fijación.

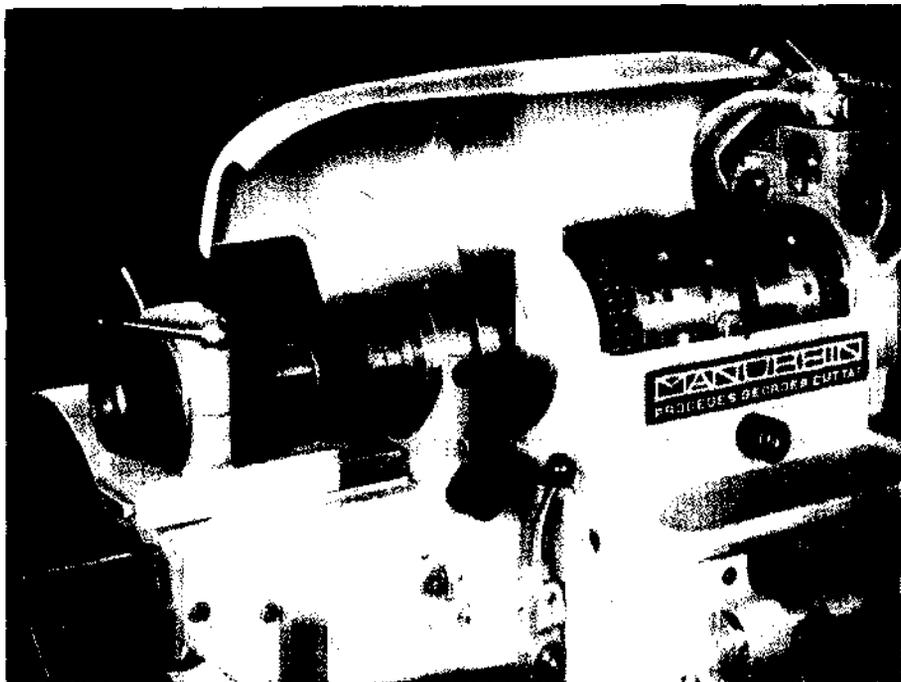


Figura 744. Transmisión al eje principal por cadena DÚPLEX. Cabezal del torno MANURHIN TR-60

Preste atención a la figura 745: El eje principal y la pinza comunican a la barra 3 el movimiento de rotación. Al mismo tiempo, el cabezal 1 mandado por una leva se desplaza longitudinalmente guiado en la ranura guía 2. Esta disposición permite guiar la barra que se trabaja hasta la herramienta 4 por el interior de un casquillo guía 5 montado en un dispositivo semejante a una luneta. La barra está así siempre sujeta en una zona inmediata a la que se está trabajando, pudiendo obtener tolerancias muy precisas en piezas largas, al igual que si se tratase de piezas cortas; éstas últimas pueden trabajarse con pinza después de haber desmontado los casquillos y portacasquillos de la luneta y de introducir e: extremo del eje (figura 745). Para barras de perfil poligonal, el casquillo-guía va apoyado en portacasquillos giratorios.

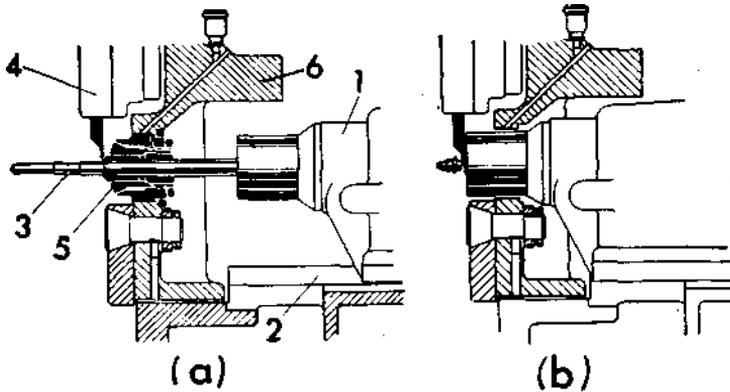


Figura 745. — a) Trabajo de cilindrado con casquillo-guía; b) Trabajo de cilindrado con pinza. Disposición de los modelos de cabezal móvil de la firma TORNOS de Suiza. 1, cabezal móvil; 2, guía o corredera, por donde se desliza el cabezal; 3, barra que se torne; 4, portaherramientas; 5, casquillo-guía y portacasquillos; 6, soporte y centraje para los casquillos

La nueva alimentación se efectúa de una manera sencilla: después del tronzado de la última pieza, la herramienta no se retira, se abre la pinza mientras la barra permanece haciendo tope contra la herramienta de tronzar; por efecto de un contrapeso el cabezal que está en su posición más avanzada retrocede (a pinza abierta) una longitud



Figura 746. — Levas y palanca de mando para los desplazamientos del cabezal móvil, Modelo TORNOS (Suiza)

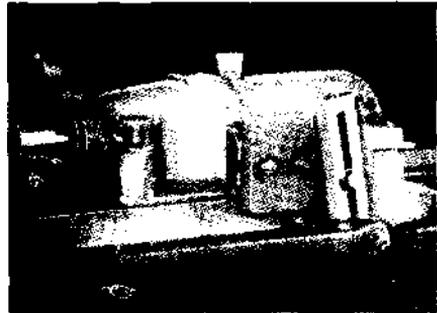


Figura 747. — Vista por la parte delantera, mostrando la corredera que recibe por rodillo el movimiento de las levas y lo transmite al cabezal

igual a la nueva pieza a decoletar (más el espesor del tronizador), se cierra de nuevo la pinza, se retira la herramienta que ha hecho tope y se reanuda el ciclo.

Vea en las figuras 746 y 747 el mando por leva de los desplazamientos del cabezal móvil y observe en la figura 742 que el tambor de transmisión al cabezal (4) tiene una longitud que cubre todas las posiciones de la correa, en los desplazamientos del cabezal.

Como es de suponer, en este tipo de tornos es importantísimo lograr una precisión en los desplazamientos y además, mantenerla por mucho tiempo.

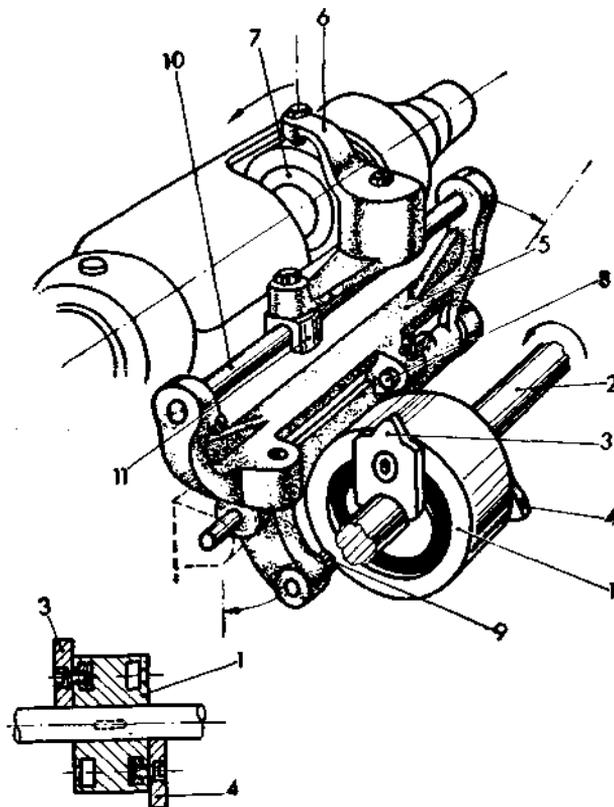


Figura 748. — Dispositivo de cierre y apertura de la pinza en el tomo BECHET, de cabezal móvil. 1, tambor; 2, eje de levas; 3, empujador de apertura; 4, empujador de cierre; 5, escuadra; 6, bandera; 7, horquilla; 8, pivote de contacto con el empujador de cierre; 9, pivote de contacto con el empujador de apertura; 10, guía del lado de la bandera; 11, dado

BLOCAJE Y DESBLOCAJE DE LAS BARRAS

El bloqueo o fijación de las barras así como el desbloqueo vienen mandados por unos taques o empujadores (3 y 4 de la figura 748) fijados a un tambor (1) montado en el árbol de levas. Para los tornos de cabezal móvil, se transmite el movimiento por medio de una escuadra 5 y bandera 6 a la horquilla 7, que es la que acciona en definitiva, sobre los dados de cierre de la pinza. Gracias al deslizamiento del dado sobre la barra 10, el cierre y la apertura de la pinza pueden efectuarse en cualquier posición del cabezal móvil, sin necesidad de ningún otro reglaje.

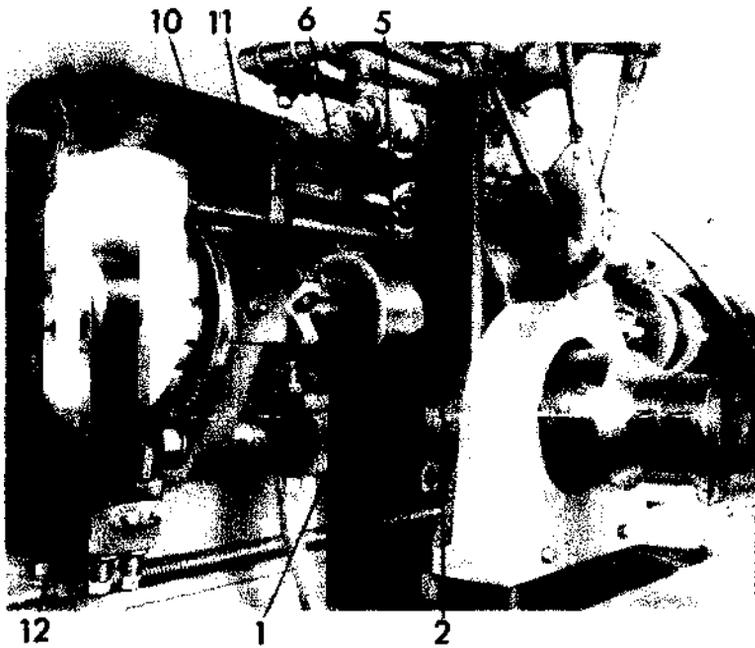


Figura 749. — Dispositivo de cierre y apertura de la pinza en el torno BECHET. 1, tambor; 2, árbol de levas; 5, escuadra; 6, bandera; 10, guía del lado de la bandera; 11, dado; 12, levas mando desplazamiento cabezal

Observe en la figura 749 el dispositivo representado en la figura 748 dispuesto en el torno BECHET.

El avance de la barra es motivado por un contrapeso que empuja la barra cuando está abierta la pinza, o bien por el sistema de pinza interior de avance.

EJE DE LEVAS

El árbol o eje de levas es el eje sobre el cual se montan o acoplan las levas de mando que accionan las palancas, las cuales ponen en movimiento a todos los elementos del torno, es decir, ordenan todos los movimientos productivos e improductivos.

El eje de levas recibe el movimiento por uno u otro procedimiento desde el eje principal de la transmisión. Observe una vez más el esquema de la figura 722, el cual representa con cierta aproximación (en realidad se ha dibujado más simplificado) la transmisión del torno BECHET: el eje de la transmisión principal (5) va acoplado a una caja secundaria de velocidades (7) que es la que las transmite al eje de levas (6). Al igual que para el eje principal del cabezal, se dispone aquí de un juego de piñones que permite obtener una extensa gama de velocidades para el eje de levas (figura 743).

La transmisión desde la caja secundaria del árbol de levas tiene lugar por medio de una cadena (8) a un eje intermedio y de éste al árbol por medio de un juego de sinfín y rueda.

Por regla general, en los tornos automáticos, las levas que mandan los movimientos improductivos son invariables; establecidas por el constructor de la máquina casi nunca es necesario modificarlas y cambiarlas según la pieza a mecanizar.

Por el contrario, las levas que mandan los movimientos productivos deben ser calculadas y trazadas según la pieza a mecanizar en cada caso, de forma que permitan a la herramienta trabajar en condiciones ideales de máximo rendimiento.

De ahí que en la práctica se designa como **juego de levas** al conjunto de levas para cada tipo de pieza a mecanizar correspondientes a las operaciones productivas (figura 750).

Hemos dicho que para reducir al mínimo los movimientos improductivos se habían aplicado a los tornos automáticos modernos dos soluciones: dotarles de un dispositivo de aceleración o de un eje de levas auxiliar.

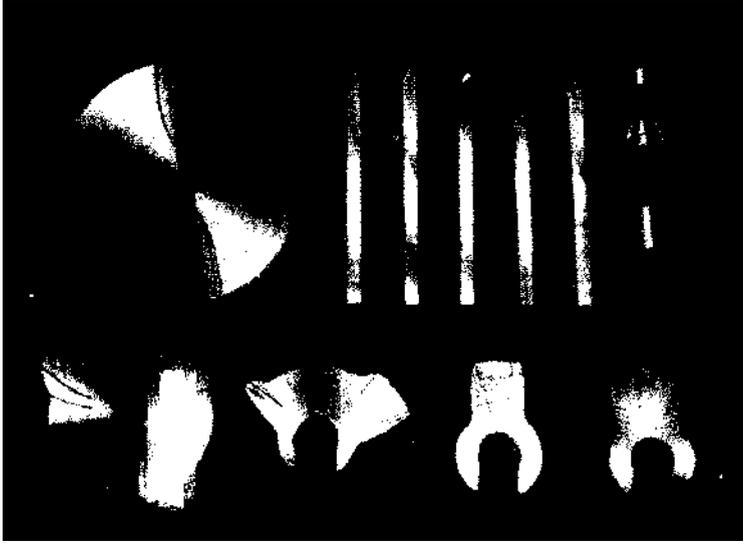


Figura 750. — Juego de levas, herramientas, pinza y casquillo-guia de un modelo de la casa TORNOS de Suiza

DISPOSITIVO DE ACCELERACIÓN

Con este dispositivo se aprovecha el hecho de que los principales movimientos improductivos (apertura de la pinza, avance, fijación, cierre de la pinza, aproximación de las herramientas), agrupados al principio del ciclo total de las operaciones a realizar, se puede hacer girar al árbol de levas a una velocidad más rápida que la correspondiente a las operaciones de trabajo de corte. El dispositivo lleva unos empujadores reglables, que permiten embragar en el momento preciso la velocidad rápida o la velocidad reducida (figura 751).

Usted recordará que una pieza terminada corresponde a una vuelta del árbol de levas. Según se necesiten una, dos o tres aceleraciones durante la operación, es decir, durante una vuelta del árbol, deberán montarse en éstos, dos, cuatro o seis empujadores, correspondiendo la mitad de ellos al embrague y la otra mitad al desembrague del dispositivo.

El dispositivo de aceleración es indispensable para las máquinas de una mediana capacidad. Debemos tener en cuenta que en las máquinas

mo, eje, auxiliar, que es accionado por el árbol de levas. Para ello se montan en este último tambor dos taqués o empujadores regulables que actúan sobre las levas de mando de embrague.

CARROS LATERALES

En el torno automático MANURHIN de la figura 724 pueden observarse claramente los cinco carros laterales o radiales. Tres de ellos están dispuestos en la parte superior y los dos restantes sobre lo que corresponde al carro transversal. Todos ellos son mandados por las levas que se ven en la figura 723.

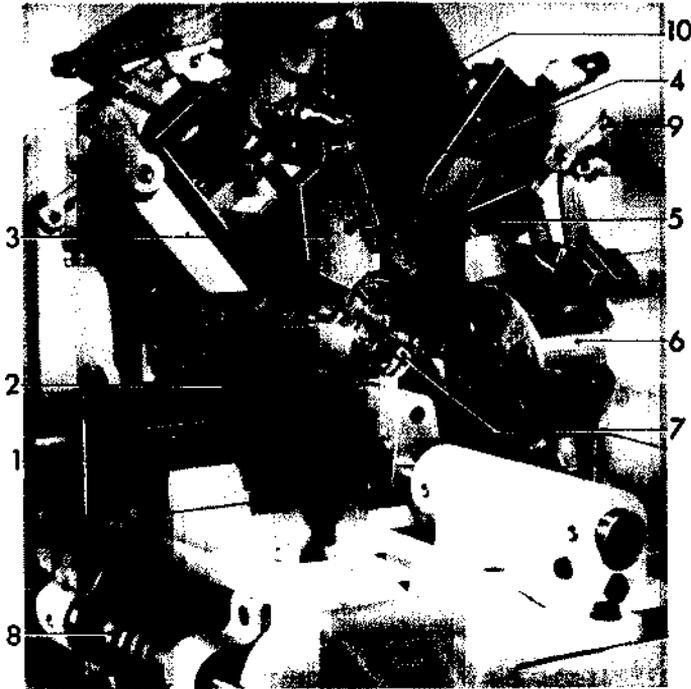


Figura 752. — Vista del torno de la figura 723 equipado con el carro cruzado anterior y plato neumático. 1, carro anterior; 2, carro cruzado; 3, carro radial; 4, carro radial; 5, carro radial; 6, torre revólver; 7, plato neumático; 8, eje de levas; 9, palanca de mando; 10, tubo de refrigeración

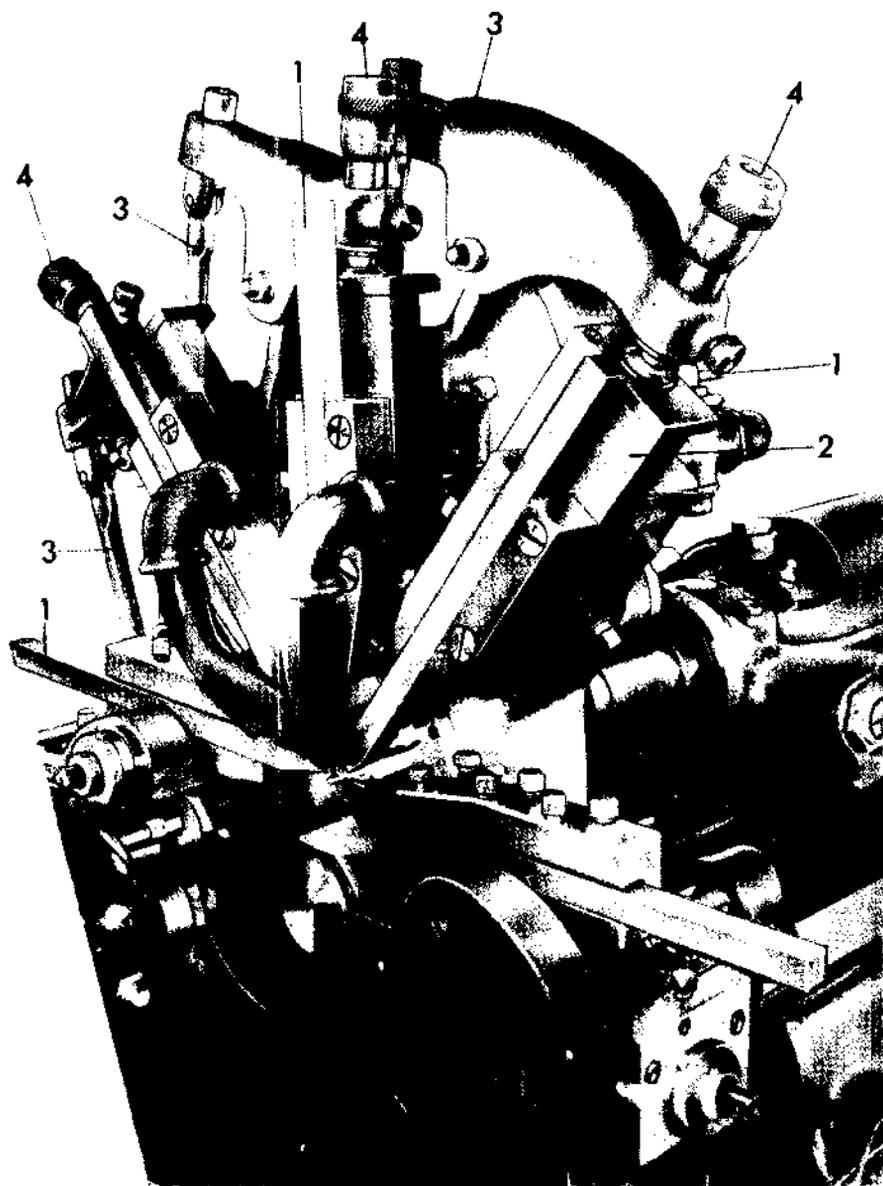


Figura 753. — Detalle de los portaherramientas del torno de la figura 739. 1, herramientas; 2, carros portaherramientas, 3, palancas de mando; 4, pomos de regulación

Los cinco carros son reglables por tornillo micrométrico en sentido transversal y de profundidad y varios de ellos pueden actuar simultáneamente.

El carro horizontal anterior y los tres superiores de ranura transversal se asignan para las operaciones de ranurado y tronzado.

El posterior tiene movimiento cruzado, es decir está provisto de una guía transversal y otra longitudinal. Se destina a trabajos de cilindrado de diferentes diámetros, delante o detrás de los espaldones de la pieza. También puede disponerse para torneado cónico.

Hay ocasiones en que interesa completar el trabajo de cilindrado del carro horizontal posterior con una operación de acabado. Para ello, sobre el carro horizontal anterior se monta un dispositivo denominado **carro cruzado** (figura 752), que dispone como el posterior de guía longitudinal y transversal, pudiendo realizar los mismos movimientos. Compare para darse mejor cuenta, la figura 752 con la figura 724. Vea también en la figura 753 una vista de los porta-herramientas radiales del torno de la figura 739 en los que puede apreciarse los perfiles de las herramientas y los tornillos de regulación micrométrica.

CARRO PORTAHERRAMIENTAS MÓVIL

En el tomo de las figuras 723 y 724 puede observar que el carro porta-herramientas móvil, similar a los del torno revólver, lleva también una torre revólver que puede ser de 6 u 8 caras. Esta disposición interesa muy especialmente para la fabricación de piezas de alta precisión que lleven varios taladros, roscas y otras operaciones de mecanizado interior.

Como puede suponerse, el ciclo de trabajo de una torreta, tanto en sus desplazamientos hacia adelante como de retroceso y sus giros para la puesta en posición de nuevas herramientas, también es completamente automático. Asimismo, es posible reglar el ciclo de evolución de la torreta de forma que se utilicen la mitad de sus posiciones de trabajo.

Es muy corriente, sobre todo, en los modelos de tornos pequeños, la disposición de un carro porta-herramientas de diseño especial que más bien es un nuevo cabezal porta-herramientas móvil y basculante (3 de la figura 738). Este dispositivo va provisto generalmente de tres husillos porta-herramientas que, gracias a las diferentes combinaciones posibles, permiten una gran variedad de trabajos. Facilitan la reducción de los tiempos improductivos, pues es posible operar con estos porta-herramientas mientras se efectúa el cambio de los radiales.

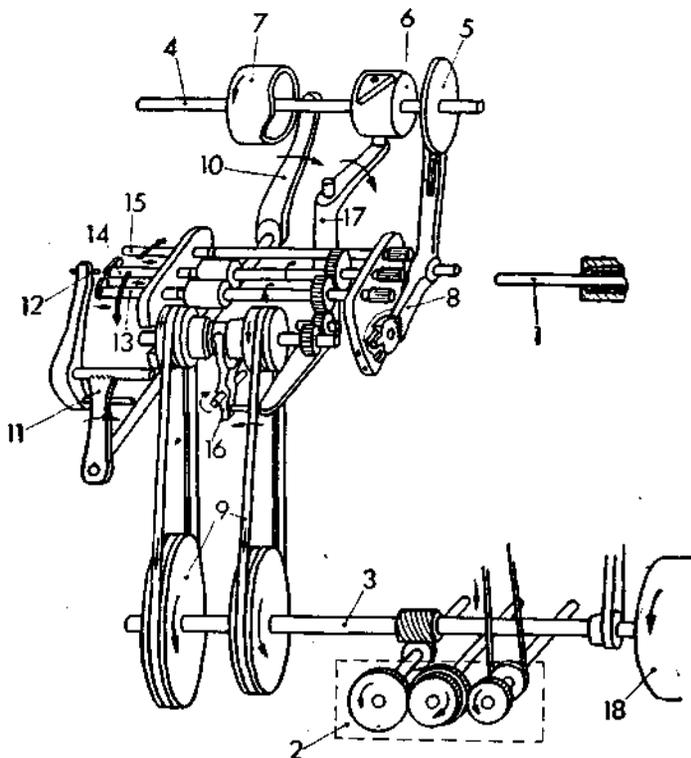


Figura 754. — Dispositivo cabezal basculante aplicado al esquema de la figura 722 y montado en el torno de la figura 739. El árbol principal (3) transmite el movimiento de giro por la transmisión (9) hasta los husillos (13), (14), (15). El eje de levas (4) ordena mediante la leva plana (5) y la palanca (8), el basculamiento del cabezal por cremallera. El tambor (6) guía por un pivote a la escuadra (17), que es la que cuida por la horquilla (16), de la inversión del sentido de giro. Otra leva de tambor (7), con la palanca (10) y el sector dentado (11), actúa sobre el pivote de empuje (12), que es el que por desplazamiento de la cremallera en (17), ordena la penetración de los husillos en, la pieza (1). 1, barra a mecanizar; 2, caja de mando del árbol de levas; 3, e/e principal; 4, eje de levas; 5, leva de mando para el basculamiento del cabezal; 6, tambor de mando del sentido de giro de los husillos; 7, leva de mando del empuje de los husillos; 8, palanca de mando del basculamiento; 9, transmisión; 10, palanca de mando del empuje; 11, cremallera; 12, pivote; 13, husillo de roscar giratorio; 14, husillo de taladrar giratorio; 15, husillo de centrar fijo; 16, horquilla de mando del sentido de giro; 17, escuadra para la inversión del giro; 18 motor

Vea en la figura 754 un esquema de su funcionamiento; por lo general, en los ejes (15 y 14) se disponen las brocas de centrar y taladrar respectivamente, y en el (13) el macho o la terraja para operaciones de roscado por el llamado sistema diferencial. Este sistema con-

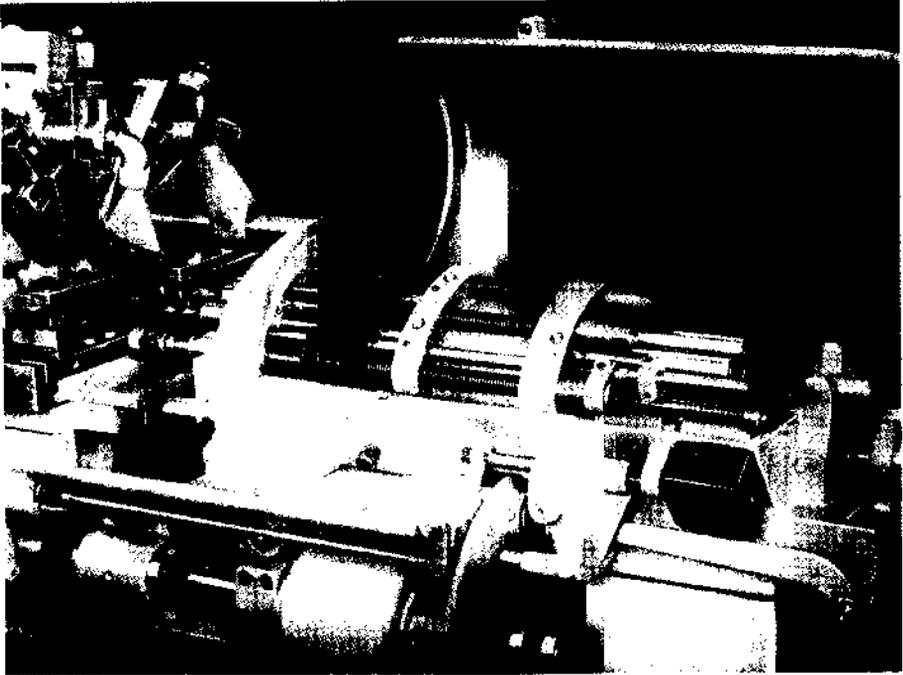


Figura 755. — Cabezal portahusillos basculante, aplicado al torno de la figura 723.

siste en hacer girar el husillo de filetear en el mismo sentido de rotación que el eje del cabezal, pero a una velocidad diferente. Al construir la rosca el husillo debe girar más aprisa que la pieza, pero para sacarlo, es decir, para desenroscarlo ha de girar más despacio.

La figura 755 representa un cabezal de este tipo de tres husillos, acoplado en el torno de la figura 723.

Otra variante en torres porta-herramientas es la torre revólver de la figura 756, similar a la utilizada en los tornos revólver que usted estudió en la lección anterior. Todos los husillos pueden girar en los dos sentidos.

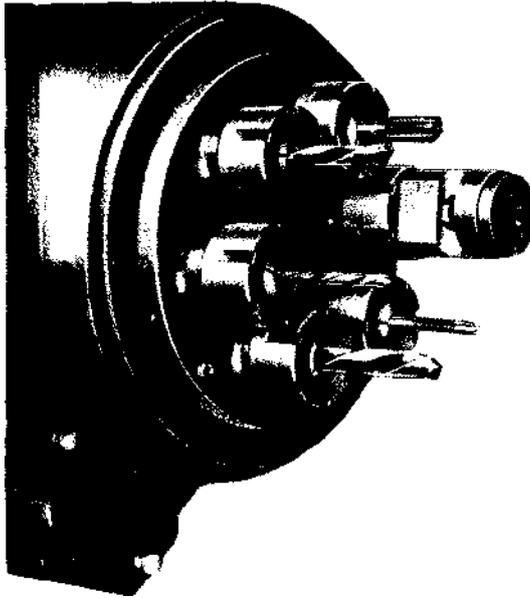


Figura 756. — Torre revólver de 6 husillos giratorios. Tornos PETERMANN (Suiza)

DETERMINACIÓN DE LAS LEVAS

La determinación del juego completo de levas de un torno para los tiempos productivos depende del tipo de máquina y de los datos numéricos (dimensiones, distancias entre ejes, relación de los brazos de palanca, etc). Cada constructor facilita juntamente con la máquina un completo manual, dando a conocer todos los datos que se precisan para el cálculo y determinación de las levas, así como algunos ejemplos con relación a su máquina.

Un método general de determinación de levas, apto para todas las máquinas, puede resumirse como sigue:

1. — Establecimiento del ciclo de fabricación de la pieza fijando:

el orden de las operaciones

- # la relación de herramientas y porta-herramientas
- # la asignación de las operaciones a las diferentes herramientas.

(Interesa asignar operaciones simultáneas siempre que sea posible).

2. — Relación de las operaciones sucesivas intercalando donde correspondan los tiempos improductivos. En caso de operaciones simultáneas reseñar en este orden cronológico solamente las más importantes. La secundaria señalarla aparte.

3. — Establecer las condiciones de corte, en función del material y naturaleza del trabajo:

- velocidad de corte
- avance por vuelta.

4. — Determinar la velocidad de rotación del eje del cabezal, en función de la velocidad de corte y para la operación que presente el mayor diámetro.

5. — Calcular para cada operación productiva el número de revoluciones que se precisa para toda la longitud a mecanizar y establecer para la carrera de la herramienta el avance por vuelta.

6. — Considerar los tiempos improductivos y los de seguridad requeridos para evitar interferencias de las herramientas.

7. — Convertir los tiempos improductivos en fracciones de circunferencia para las levas. Generalmente los constructores indican en el manual estos valores ya en grados, ya en centésimas.

8. — El total de grados o de centésimas que correspondan a estos tiempos, descontando de 360 ó 100 respectivamente, para averiguar lo que resta para las operaciones productivas.

9. — Determinar la fracción que corresponde a cada operación productiva y repartir el número de revoluciones necesarias para cada operación.

10. — Repartir en cada leva los grados o centésimas que correspondan a los tiempos productivos e improductivos según el orden de operaciones, obteniendo así los diferentes puntos de división de las levas (figura 757). La suma debe dar para cada leva 360 grados ó 100 centésimas.

11. — Calcular el tiempo total de las operaciones. Si n fuese el número total de revoluciones del eje necesarias para las operaciones productivas y f la fracción de circunferencia determinada en el apartado 8, resultaría que la circunferencia completa de la leva correspondería a:

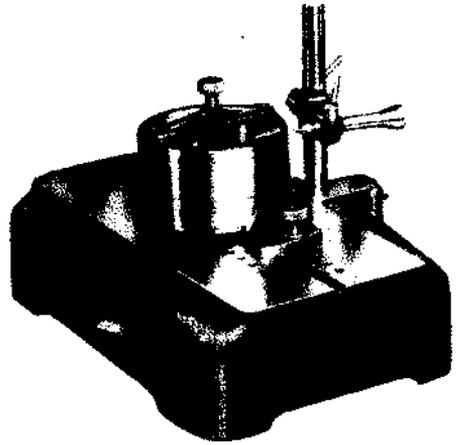


Figura 757. — Aparato para trazar las levas. Dispositivo de la firma TORNOS. Observe el dial graduado

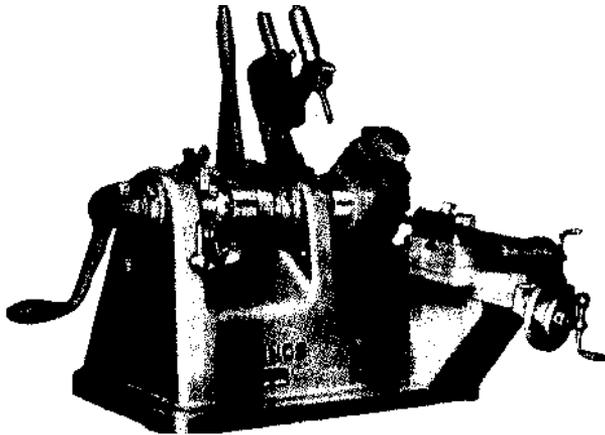


Figura 758. — Torno de destalonar y tara cepillar las levas

$\frac{n \times 360}{f}$ —vueltas del eje principal.
f

Si la velocidad de rotación es N por minuto, la duración de una vuelta del árbol de levas que corresponde a un ciclo completo de fabricación de una pieza, será:

$$T = \frac{n \times 360}{N \times f} \text{ minutos}$$

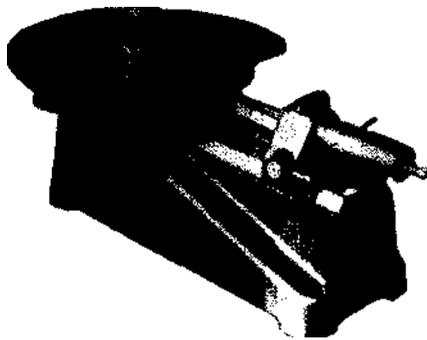


Figura 739. — Aparato para medir y comprobar las levas

Vea en las figuras 758 y 759 la forma en que se construyen y comprueban las levas de las figuras 746 y 750.

TORNOS DE HUSILLOS MÚLTIPLES

En los tornos automáticos de este tipo todos los husillos están acoplados a un eje central en rotación a una misma velocidad.

Las diferentes operaciones de mecanizado se reparten y se efectúa una sobre cada husillo. El conjunto portahusillos evoluciona además una fracción de vuelta, de forma que presenta cada barra sucesivamente ante los diversos grupos porta-herramientas (figura 738).

Las diferentes posiciones se llaman, como ya hemos indicado, **estaciones** y la alimentación (avance de la barra y fijación) tienen lugar siempre sobre la misma estación (la primera).

Junto a cada husillo va dispuesto un soporte para los porta-herramientas transversales, los cuales trabajan siempre por penetración normal. Los trabajos de taladro, roscado, etc, son efectuados por unos porta-herramientas situados en una torre poligonal. El eje de los porta-herramientas coincide precisamente con el del husillo correspondiente en todas las estaciones. La penetración longitudinal de estos porta-herramientas viene mandada por una leva.

Aunque en general su preparación es larga por la gran cantidad de herramientas a preparar y reglar para determinadas fabricaciones resultan muy aconsejables por el elevado rendimiento que puede obtener-

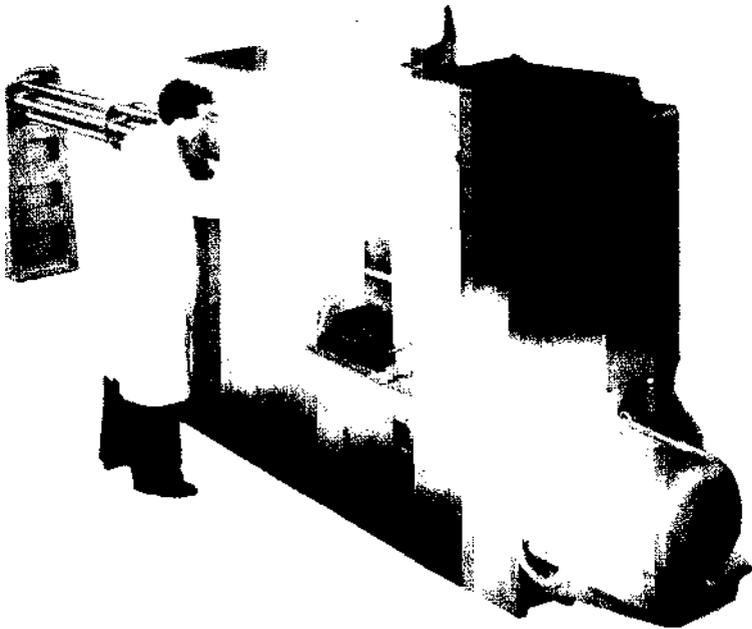


Figura 760.— Torno de 6 husillos WICKMANN (Francia)

se. Vea en la figura 760 un torno de 6 husillos en el que se puede observar el dispositivo giratorio de alimentación de las seis barras.

La figura 761 representa un torno automático de husillos múltiples de mesa horizontal circular, en el cual el eje de giro del conjunto portahusillos es vertical.

CONSIDERACIONES SOBRE LA PREPARACIÓN Y EL MANEJO DE LOS TORNOS AUTOMÁTICOS

La preparación de los tornos automáticos para un trabajo determinado es llevada a cabo ordinariamente por el técnico especializado. El que proyecta el montaje del torno, lo mismo que quien lo monta, deben disponer de experiencia abundante, a fin de poder hacer el montaje del modo más ventajoso posible. La capacidad de producción de uno de



*Figura 761. — Torno automático vertical de mesa circular NASSOVIA (Bélgica)
de 10 husillos*

estos tornos depende más del modo de montarlo o prepararlo para su trabajo y de su buena utilización, que del torno mismo.

OBSERVACIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL PLAN DE UTILAJE

Al disponer un torno automático para ejecutar una pieza determinada, es preciso asegurarse ante todo de si la pieza en cuestión, tanto por su diámetro, como por su longitud y por el número de operaciones a que ha de someterse puede ser ejecutada en el torno. De ser así, se

fija la marcha del trabajo necesaria para la ejecución **en un plan de trabajo** y se dibujan las herramientas individuales en posición **de trabajar**. Al hacerla, es preciso observar las reglas siguientes:

1. El carro longitudinal que lleva el porta-útiles giratorio y el carro transversal deben trabajar simultáneamente en cuanto sea posible con el fin de conseguir un tiempo de ejecución corto.

2. Las operaciones de desbastar y de afinar, en cambio, no deben simultanearse jamás, puesto que las vibraciones que produce el desbastado impiden un trabajo limpio de las herramientas de afinar.

3. Todas las partes trabajadas han de ser desbastadas completamente, tanto por dentro como por fuera antes de que empiece el afinado para evitar una deformación de la pieza. El moleteado sobre paredes delgadas se considerará como un desbastado.

4. Al taladrar una pieza es necesario empezar centrando el agujero con brocas de centrar y bien guiadas, a fin de que la broca de taladrar no se desvíe.

5. Cuando se construyen sobre una pieza de acero agujeros largos y de poco diámetro, para evitar que la broca se embote y se rompa conviene hacer el taladro con interrupciones (descargas), esto es, disponer la plantilla directriz en forma tal que durante el taladro la broca sea retirada varias veces del agujero. En este caso, si se dispone de suficiente número de agujeros para útiles, lo más ventajoso es abrir el agujero con varias brocas, una después de otra.

6. Si los agujeros son escalonados, se debe empezar siempre que sea posible, abriendo el agujero de mayor diámetro y luego los menores. Si se empezara por el agujero menor, sería necesario hacer dos veces el recorrido la primera vez para el agujero pequeño y la segunda para el grande, alargando de esta manera el tiempo necesario.

7. Cuando se trabaja con herramientas de tronzar o con útiles de forma, es necesario aumentar el ancho de las herramientas de forma, una cantidad igual al ancho del útil de tronzar. De esta manera se evita que este último tenga que cortar a partir del diámetro exterior, reduciendo el corte al diámetro ya rebajado por la herramienta de forma (fig. 762).

8. Las herramientas de forma deben cortar en lo posible por abajo. De esta manera las virutas caen libremente y puede conseguirse un enfriamiento mejor del corte que en los útiles que cortan por arriba.

9. Cuando se trabaja material con una costra superficial, es necesario, para no estropear los útiles y obtener piezas limpias, hacer un torneado previo arrancando virutas finas.

10. Para las piezas de forma que deben ser exactas, han de emplearse dos herramientas: una para desbastar y otra para afinar.

11. Cuando se trata de piezas muy rebajadas o de paredes delgadas con un gran agujero, una rosca profunda u otra forma parecida, es necesario para evitar el alabeo, un aplastamiento o un desgarramiento de la pieza, abrir la rosca antes del torneado interior o exterior.

12. Si las herramientas del plato giratorio y las del carro transversal han de trabajar simultáneamente, es preciso establecer el plan de trabajo de manera que las herramientas no estorben. Una vez fijadas las velocidades de corte y los avances para cada operación con dicho criterio, se puede empezar la determinación de las plantillas.

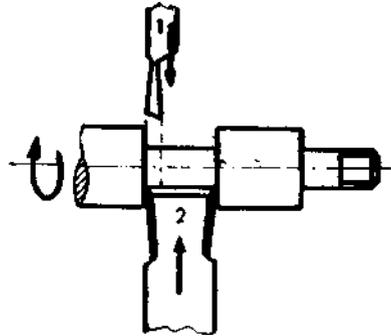


Figura 762. — La herramienta de tronzar (1) iniciará el corte en el diámetro torneado por la herramienta (2)

INSTRUCCIONES GENERALES PARA EL TRABAJO

1. Para todas las herramientas de corte conviene emplear, en cuanto se pueda, acero rápido.

2. El afilado de todas las herramientas debe hacerse con el mayor cuidado, puesto que las condiciones que deben satisfacer son muy distintas de las que satisfacen los útiles de torno corriente. Si el afilado se hace con poco cuidado, el torno se ve obligado a parar antes de llegar al reafilado corriente.

3. Para evitar que la herramienta corte al retroceder el carro, se hace que el útil para el torneado exterior venga algo más alto que el plano medio, y para el torneado, interior, algo más abajo. Así se evitan las espirales que a menudo se marcan en el retroceso.

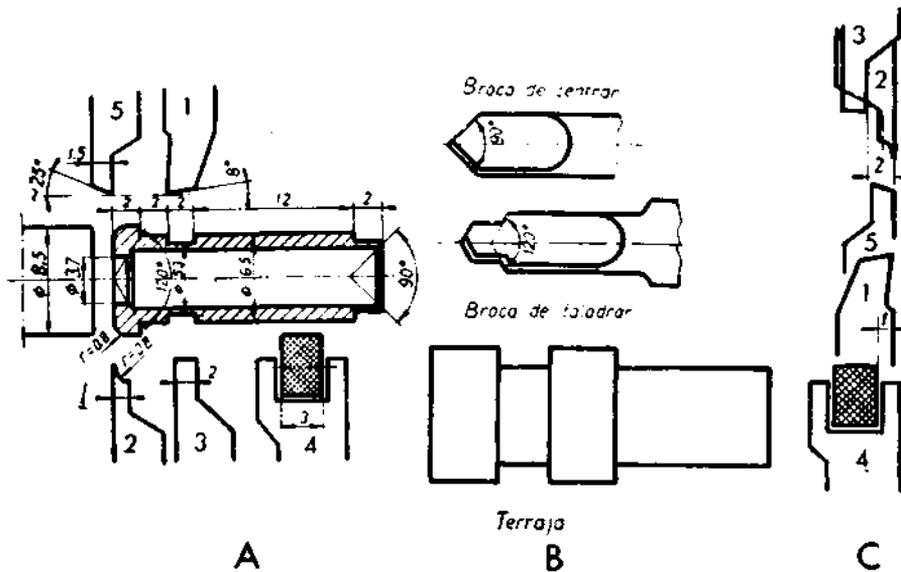


Figura 763. — En A se aprecia la forma de las herramientas a montar en los carros radiales, en B las herramientas montadas en el cabezal basculante y en C, una vista en planta de las herramientas montadas en los carros radiales

4. Para el cortado de roscas es muy importante que el eje de la herramienta coincida exactamente con el eje del husillo principal, para lo cual la herramienta debe fijarse con extremo cuidado. Un útil de roscar fijado oblicuamente, por pequeña que sea la desviación, produce una rosca defectuosa.

5. Al torneado con herramientas de luneta, debe darse al útil de tronzar una forma cónica. Así, al construir la pieza siguiente, el útil, que al principio sale poco de la luneta, debe sacar una pequeña viruta antes de que la luneta entre en acción.

6. Antes de retirar una herramienta gastada, conviene fijar su posición. Para esto, lo mejor es parar el avance durante el trabajo, de modo que la herramienta trabaje ligeramente. Entonces se para el torno y se retira el útil de su posición de trabajo. El nuevo útil afilado puede colocarse entonces en su posición conveniente, guiándose por la pieza trabajada.

Quando se hace necesario parar el torno súbitamente durante el

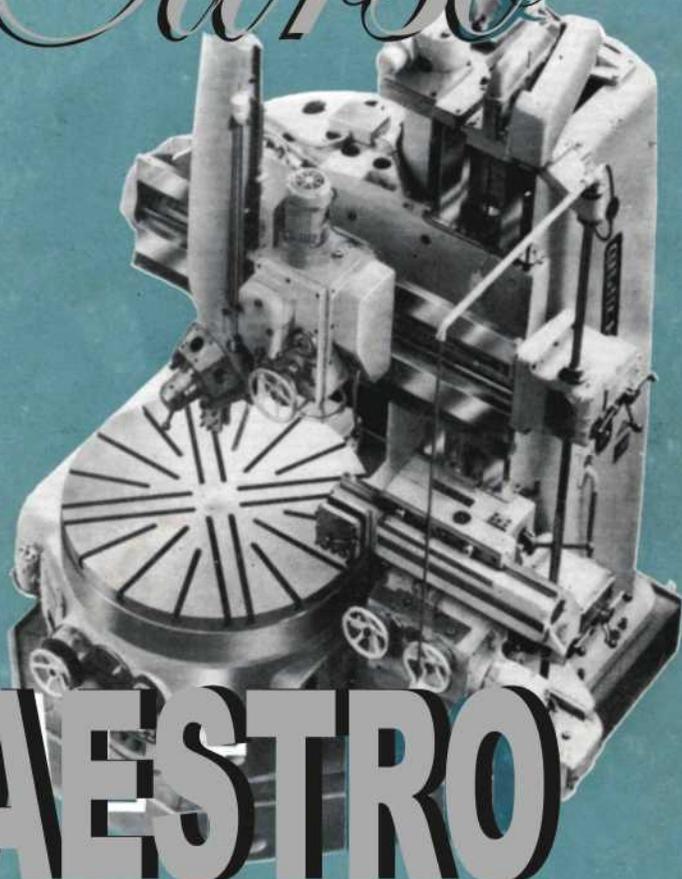
EJEMPLO DE PREPARACION DE UN TORNO AUTOMATICO MONOHUSILLO DE CABEZAL MOVIL Y CABEZAL DE 2 HUSILLOS BASCULANTE (Fig. 763)

N.º	Orden de las operaciones	Grados im-productivos	Carrera útil	Carrera sobre leva	Avances	Núm. vueltas cabezas	Grados productivos	Operaciones simultáneas	Principio operaciones simultáneas	Progresión
1	Apertura de la pinza	10								10
2	Retroceso cabezal	12	21,5	21,5						22
3	Cierre de la pinza	15								37
4	Retroceso herramienta 5	9	4,8	4,8						46
5	Centrado		3	3	0,05	60	19			65
6	Retroceso broca centrar	5	3	3						70
7	Basculamiento de husillo taladrar	18						6	80	88
8	Avance taladrar	5								93
9	Taladrado y cilindrado		18	18	0,05	360	115			208
10	Retroceso broca y avance hta. 3	10						5	208	218
11	Ranurado 3		0,6	0,6	0,03	20	7			225
12	Retroceso herramienta 3	3	1,85	1,85						228
13	Basculam. a husillo roscar	20						4	240	248
14	Avance terraja	8				100				256
15	Roscado						32			288
16	Retroceso terraja					25	8			296
17	Avance moleta 4	2	0,2	0,4						298
18	Moleteado		0,85	1,7		30	9			307
19	Retroceso hta. 4 y cabezal basculante	2	1,05	2,1				60	310	309
20	Tronzar 5, avance 2, retroceso 2		4,8	4,8		160	51	12	330	360
		119				755	241			

trabajo, conviene en lo posible parar siempre primeramente el eje de las plantillas, para que las herramientas puedan trabajar con libertad. De esta manera se evitan muchas roturas de herramientas.

7. Combinando, hasta donde es posible, tornos de igual clase de piezas trabajadas análogas, se puede simplificar mucho el trabajo. En general, un obrero conocedor del montaje del torno, acompañado de un ayudante, trabajando con tornos automáticos especiales, que sólo fabriquen las mismas piezas sencillas, pueden conducir hasta doce tornos. Cuando los tornos fabrican tornillos, gorriones, casquillos, etc, que no deban cambiarse con mucha frecuencia, el obrero especializado y su ayudante pueden conducir hasta ocho tornos. Si se trata de piezas más difíciles, el número de tornos se reduce a cinco o seis.

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 23



Técnica torneado

LECCIÓN

23

TRABAJOS ESPECIALES EFECTUADOS SOBRE TORNOS PARALELOS

En las lecciones anteriores hemos estudiado las múltiples aplicaciones del torno paralelo, así como los diversos tipos especiales que se han ido creando a medida que las necesidades de la industria lo han exigido.

Hemos visto también, que el torno paralelo era una máquina verdaderamente universal, tanto por la diversidad de trabajos que en él es posible realizar, como por poderlo utilizar como máquina especial, unas veces por medio de una serie de accesorios o dispositivos especiales y otras, variando únicamente la forma de efectuar el trabajo de corte.

Aparte de los dispositivos que ya vimos en la lección 19, los cuales eran en realidad para facilitar el trabajo normal del torno paralelo, se puede disponer de otros que permiten la utilización del torno como una máquina de concepción totalmente distinta de la que es, es decir, que permiten ejecutar en él trabajos que normalmente se efectúan en otras máquinas.

Si bien en la mayoría de los casos estos trabajos no se realizan en condiciones verdaderamente económicas, permiten, no obstante, en un momento determinado, poder solucionar una serie de trabajos u operaciones que requerirían otra clase de máquinas de las que no siempre es posible disponer.

Vamos a efectuar ahora un breve estudio de los empleos del **torno** como:

- **FRESADORA***
- Máquina de **TALLAR**
- **MANDRINADORA**
- Máquina de **RANURAR**
- Máquina de **DIVIDIR**
- **RECTIFICADORA**
- Máquina de **AFEITAR**.

EMPLEO DEL TORNO COMO FRESADORA

Usted recuerda que al explicarle el principio o fundamento del torneado decíamos que era necesario aplicar a la pieza y a la herramienta dos movimientos relacionados entre sí:

A la pieza, un movimiento rápido de rotación.

A la herramienta, un movimiento regular de avance.

Este principio no es el mismo, claro está, para todas las máquinas; así, en la fresadora y en otras muchas más se realiza precisamente el revés:

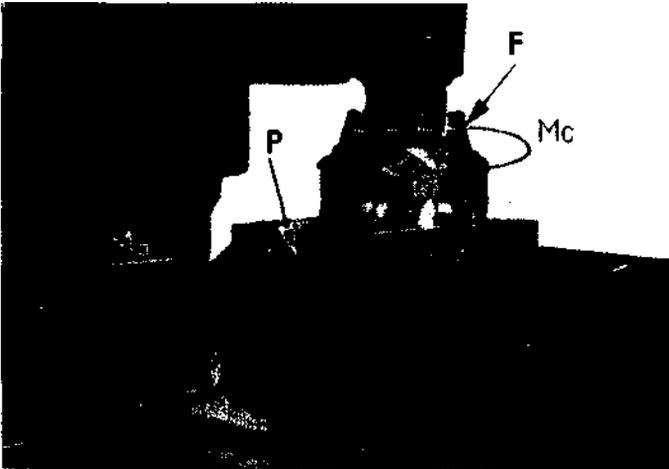


Figura 764. — Mecanizado de superficies planas en una fresadora. — P , superficie planada. — F , herramienta (fresa). — M_a , movimiento de avance. — M_c , movimiento de corte

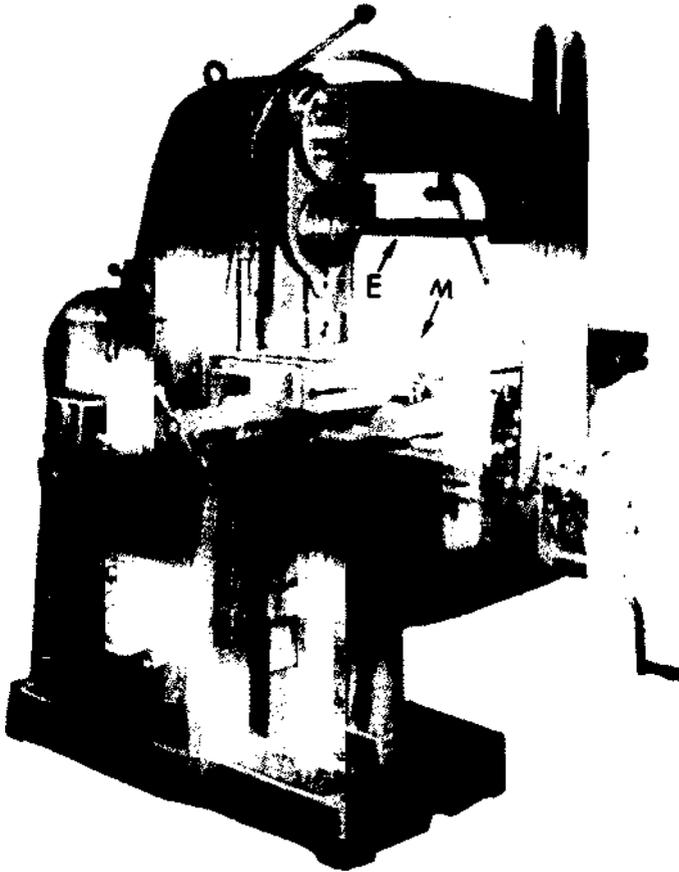


Figura 765. — Fresadora horizontal normal SOMUA: E, eje portafresas; M, mesa para la fijación de las piezas.

A la herramienta, un movimiento rápido de rotación

A la pieza, un movimiento regular de desplazamiento o avance.

Los trabajos de fresadora quedan definidos como: planeados de superficies con posibilidad de hacerlo en diversos ángulos, superficies curvas especiales, dentados, etc...

Vea en la figura 764 la forma en que tiene lugar el fresado de una superficie.

La fresadora (fig. 765) es, en general, una máquina cara y de ahí que son muchos los talleres en los que no se dispone de ella; esto hace que sea

necesario saber la forma en que pueden solucionarse con el torno ciertos trabajos que normalmente los efectuaríamos en una fresadora.

La figura 766 representa un montaje para poder fresar en un torno. Consiste esencialmente en una escuadra que permite el reglaje en tres sentidos:

- Orientación en un plano vertical, para lo cual el centraje de posición de la escuadra sobre el carro transversal es giratorio.
- Posibilidad de situación en cualquier plano horizontal, lo que se consigue maniobrando conjuntamente los carros transversal y longitudinal del torno.
- Reglaje en altura, para hacer coincidir el centro de la herramienta con la superficie a mecanizar y para controlar sus desplazamientos con respecto a la misma.

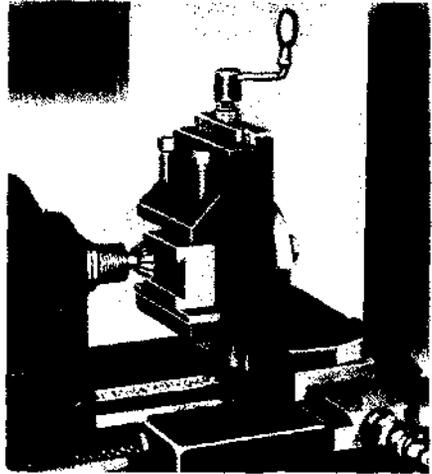


Figura 766. — Montaje para el fresado de superficies planas en el torno.

Esta combinación de movimientos permite el fresado en todas las posiciones. La herramienta o fresa (figu-

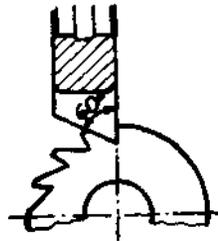


Figura 767. — Fresa de ángulo.



Figura 768. — Fresa de planear desbaste

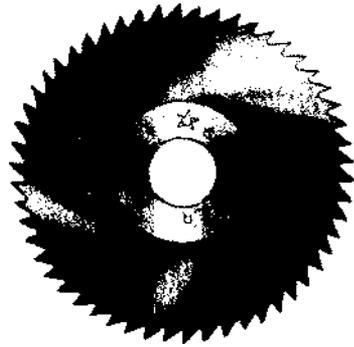


Figura 769. — Fresa de sierra.

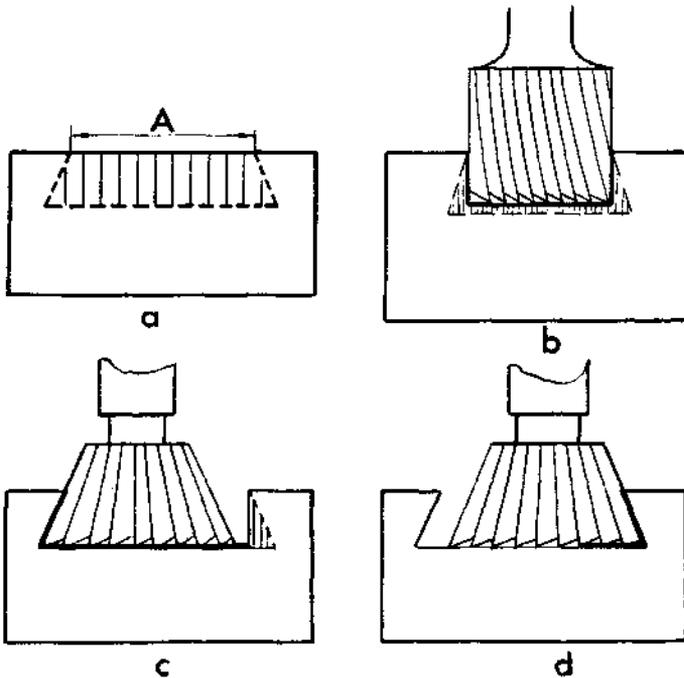


Figura 770. — Proceso de mecanizado con fresa de una cola de milano en una pieza cuadrada: a, perfil a obtener; A, medida en anchura; b, desbaste con una fresa cilíndrica. El diámetro debe ser $< A$; c, fresado de un flanco en ángulo; d, fresado del segundo flanco.

ras 767, 768 y 769) se monta, mediante un acoplamiento cónico en su mango, en el cono del eje del cabezal, al igual que estudiamos en la lección 5 (figs. 131 y 132). También puede disponerse sobre un torneador montado entre puntos para el fresado de superficies en un plano horizontal.

Los avances se logran, como es natural, con los desplazamientos convenientes de los carros longitudinal y transversal.

En la figura 766 el avance de la pasada se logra por el desplazamiento del carro transversal y la profundidad de pasada por el carro longitudinal.

La figura 770 indica el *proceso* a seguir para el fresado de la pieza de la figura 766.

Con el empleo de una fresa como la de la figura 768 se obtienen fácilmente formas cuadradas, exagonales, etcétera.

En la figura 771 se representa un montaje para el fresado de ranuras de chavetas; asimismo, con un montaje apropiado, provisto de divisor, es posible el fresado de ejes estriados (figura 772).

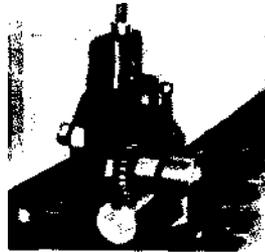


Figura 771. — Montaje para el fresado de una ranura para chavetas.

Para el fresado de chaveteros la principal dificultad consiste en el logro de la anchura exacta, bien sea por no disponer de la fresa correspondiente, o por ser una medida fuera de lo normal. Vea en la figura 773 el proceso a seguir.

Otra de las aplicaciones como fresadora es la de efectuar operaciones de corte o serrado (fig. 774).

Consiste este montaje principalmente, según puede observar, en un soporte provisto de unas ranuras en V. Este soporte se fija sobre el carro transversal y sobre él pueden *colocarse* las piezas a serrar. La fresa se monta mediante los correspondientes casquillos de acoplamiento en el cono del eje principal. Su montaje tiene lugar sobre un torneador y se fija frontalmente con una tuerca.

EMPLEO COMO MAQUINA DE TALLAR

No es muy corriente el uso del torno como máquina de tallar, ya que normalmente es difícil lograr con los dispositivos que se tienen las tole-

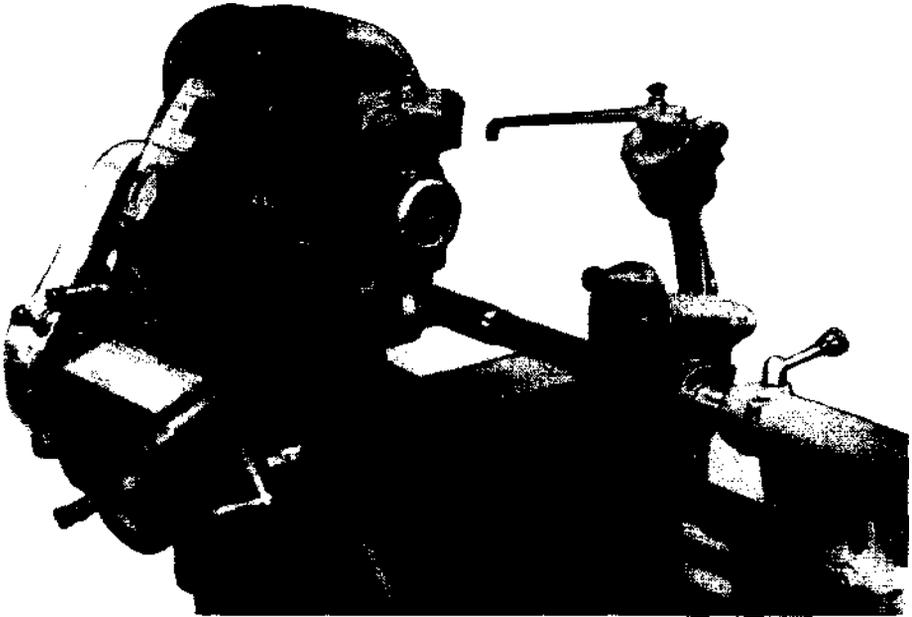


Figura 772. — Fresado de un eje estriado con un dispositivo acoplado en un modelo CUMBRE 022.

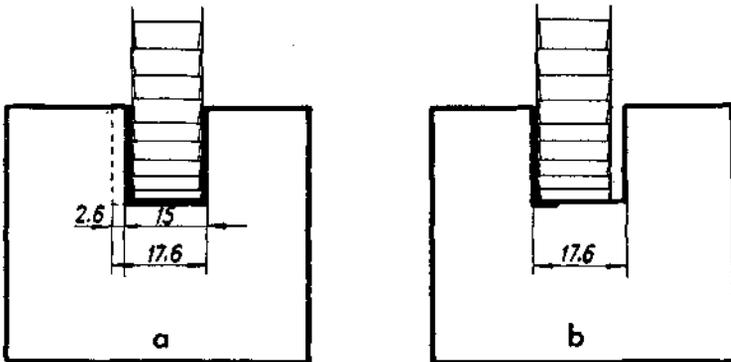


Figura 773. — Proceso para el fresado de una ranura de dimensión determinada: a, abertura de ranura, con desplazamiento a un lado y acabado de un flanco; b, acabado del segundo flanco y medida final.



Figura 774. — Operación de serrado en el torno.

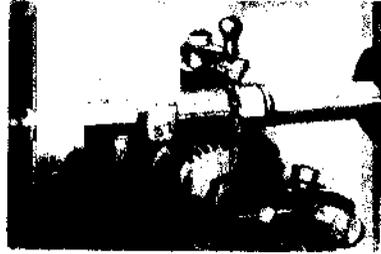


Figura 775. — Empleo del torno para operaciones de tallado de engranajes

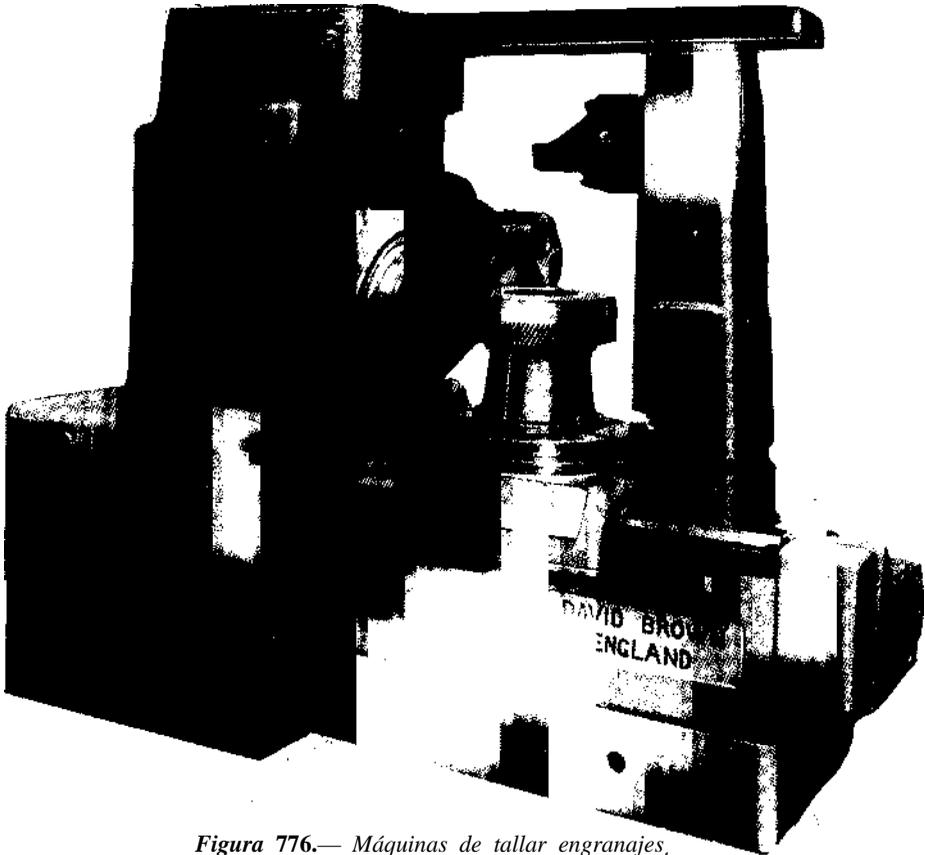


Figura 776.— Máquinas de tallar engranajes.

rancias que se exigen en los engranajes, sobre todo en cuanto se refiere a la precisión de las divisiones.

Teniendo en cuenta, no obstante, que las máquinas de tallar engranajes son quizá las que menos abundan en la generalidad de los talleres españoles, es interesante conocer en qué forma puede efectuarse en un torno una operación de tallado de engranajes. Sobre todo en talleres de reparaciones es frecuente el caso de tener que efectuar este trabajo en tales condiciones.

En la figura 775 puede verse una aplicación de un dispositivo de este tipo.

Dos variantes pueden presentar estos dispositivos. Una de ellas, la de la figura 775, con la fresa montada sobre un torneador colocado entre puntos y pieza la fijada sobre el dispositivo que lleva también acoplado el divisor.

La segunda disposición consiste en una colocación inversa de la herramienta y de la pieza respecto de la primera; es decir, se coloca la pieza entre puntos y el dispositivo de motor auxiliar es el que lleva la herramienta o fresa (fig. 772). El aparato divisor se coloca entonces sobre la contrapunta, ya que es el que ordenará las divisiones a efectuar en el engranaje.

En la primera disposición, el aparato lleva un reglaje en altura a fin de poder graduar la profundidad del diente del engranaje, siendo el carro transversal el encargado de transmitir el avance para la pasada. En la segunda el carro transversal gradúa la profundidad y el longitudinal proporciona el avance para la pasada.

Tal como hemos dicho anteriormente, no es posible alcanzar en este trabajo una extremada calidad, pero teniendo en cuenta la imposibilidad de disponer de una máquina como la de la figura 776 puede aconsejarse su uso en determinadas ocasiones.



Figura 777. — Montaje para mandrinar piezas de perfil complejo en el torno.

APLICACIÓN DEL TORNO COMO MANDRINADORA

La figura 777 representa un montaje para efectuar operaciones de mandrinado en piezas de perfil raro o complejo. Consiste esencialmente en una escuadra colocada sobre el carro transversal que presenta frente al eje principal del torno una superficie plana, completamente perpendicular al eje y provista de unas ranuras en T en las que se colocan los tornillos destinados a fijar las piezas a trabajar.

Con el fin de que pueda hacerse coincidir el eje del agujero a mandrinar con el eje principal, que es el eje de giro de la herramienta, la mesa ranurada de la escuadra debe poder desplazarse en sentido vertical, quedando a cargo del carro transversal los desplazamientos horizontales, que combinados con los verticales localizarán exactamente el eje a mandrinar.

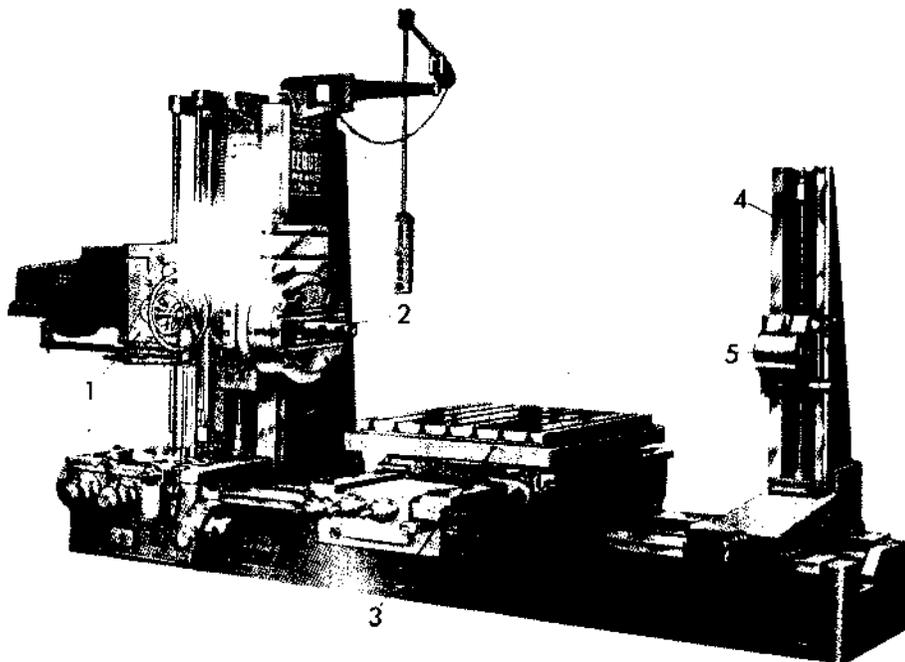


Figura 778. — Mandrinadora de eje horizontal con mesa giratoria y luneta de altura regulable. — 1. Cabezal. — 2. Husillo portaherramientas. — 3. Mesa giratoria. — 4. Luneta de apoyo. — 5. Apoyo de altura regulable.



Figura 779. — Galgas JOHANSSON. Su acopiamiento permite disponer de galgas para todas las medidas con tolerancias de 0,002 mm.

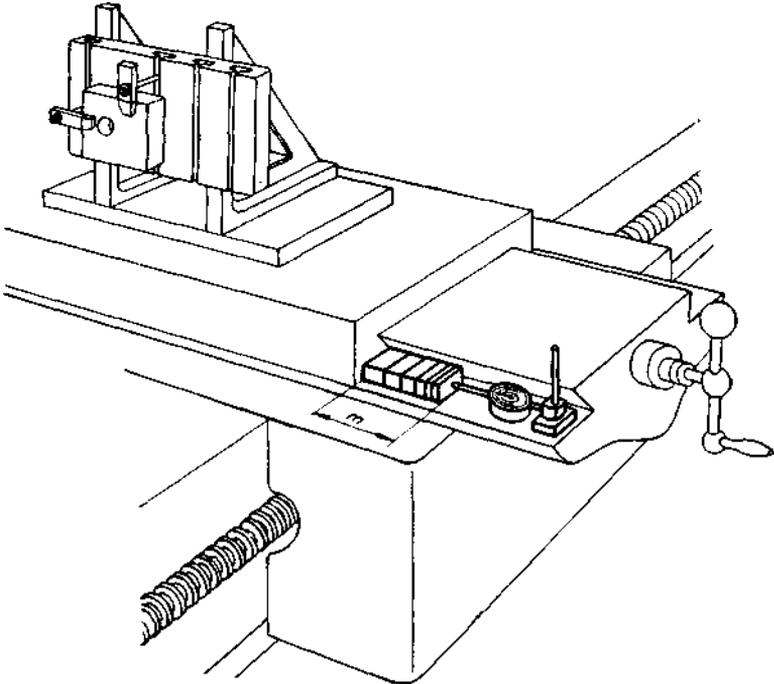


Figura 780. — Control de los desplazamientos con las galgas JOHANSSON y comparador.

Algunas veces, la pieza se monta también directamente sobre el carro transversal; esto depende naturalmente del tamaño de la misma.

Estos montajes, bien concebidos y bien contruidos, permiten alcanzar una gran precisión en los trabajos que con ellos se realizan. Su principio es el mismo que el de las mandrinadoras (figura 778). Todo el secreto consiste en poder controlar los desplazamientos de los órganos correspondientes con la máxima precisión. Con este fin cuando no se disponga de unos dispositivos de traslación de completa confianza (los dispositivos de tuerca-husillo, no siempre se conservan en perfecto estado ni con el reglaje correcto), es preferible medir los desplazamientos con galgas de precisión como las **Johanson** (figs 779 y 780), consiguiendo así distancias entre ejes con la máxima precisión.

El avance se obtiene, como para los trabajos corrientes de torno, por el desplazamiento del carro longitudinal.

En cuanto a la fijación y disposición de la herramienta o útiles de trabajo, pueden adoptarse varias soluciones según la clase de trabajo a efectuar. Normalmente, la herramienta, independientemente de su disposición, va fijada en el eje principal.

Una vez determinada la posición exacta del eje a mandrinar, antes de proceder al mandrinado definitivo a medida debe hacerse un taladro o mandrinado previo de comprobación, tal como veremos más adelante.

MANDRINADO DE AGUJEROS

En la utilización del torno como mandrinadora, definiríamos el mandrinado de agujeros, como un sistema de mecanizado que tiene por base agrandar agujeros previamente contruidos con una broca o salidas de fundición, etc.

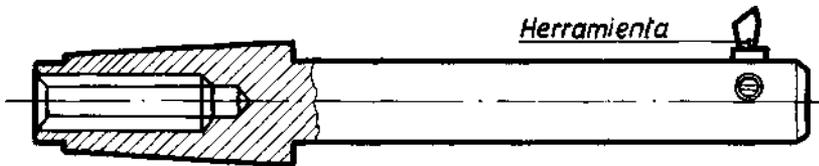


figura 781. — Barrena sencilla de mandrinado.

El mandrinado se efectúa con herramientas que suelen ir fijadas en portaherramientas llamadas **barrenas** o bien en unos cabezales porta-herramientas con desplazamiento transversal de las mismas.

La figura 781 representa una barrena sencilla de mandrinar. Se construyen de diferentes diámetros y longitudes. Debe escogerse siempre el mayor diámetro posible a fin de evitar flexiones y vibraciones al dar las pasadas. La fijación y regulación de la herramienta en la barrena es igual a la estudiada en la lección 5.

PORTAHERRAMIENTAS DE MANDRINAR

Para mayor rapidez y exactitud en los mandrinados, se utilizan unos portaherramientas graduables, muy precisos y exactos (figs. 782 y 783).

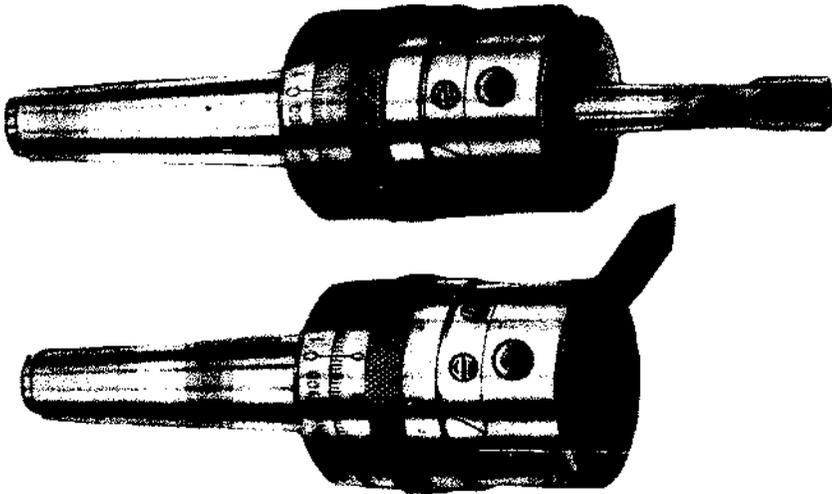


Figura 782. — Portaherramientas de mandrinar.

En la figura 784 se muestra el esquema de funcionamiento de uno de ellos. Aunque puede variar algún pequeño detalle, el principio será siempre el mismo en todos los portaherramientas.

La herramienta (1) está fijada en la barrena (2) por un sistema cualquiera. La barrena (2) va sujeta al cuerpo desplazable (3) mediante uno



Figura 783.— Operación de mandrinado con portaherramientas desplazable fijado en la contrapunta.

o varios tornillos (4) de exágono interior. El cuerpo desplazable (3) es el que hace que se desplace la herramienta, según lo que se precise. Al girar el pomo (8), gira el husillo roscado (7) haciendo que se desplace el carro (3), separando o acercando la herramienta al eje de giro E. Hay un seguro para que una vez lograda la medida que se desea pueda fijarse.

Para variar una medida, primero se afloja el pomo (9) y luego se mueve el (8). Conseguida la medida se vuelve a apretar el tornillo (9). En el disco (10) hay unas divisiones grabadas, que sirven para controlar los desplazamientos.

El radio R será el radio del agujero que se mandrine con la herramienta en esta posición. Cada milímetro que avanza la herramienta corresponde a un aumento de 2 mm. Para agujeros pequeños pueden montarse barrenas de menor diámetro como la indicada por trazos.

Para el mandrinado de agujeros con una cierta precisión, una vez calculadas y obtenidas las coordenadas, se efectúa una operación de desbaste como comprobación, se comprueban las medidas, se efectúan las correcciones necesarias y se procede al acabado.

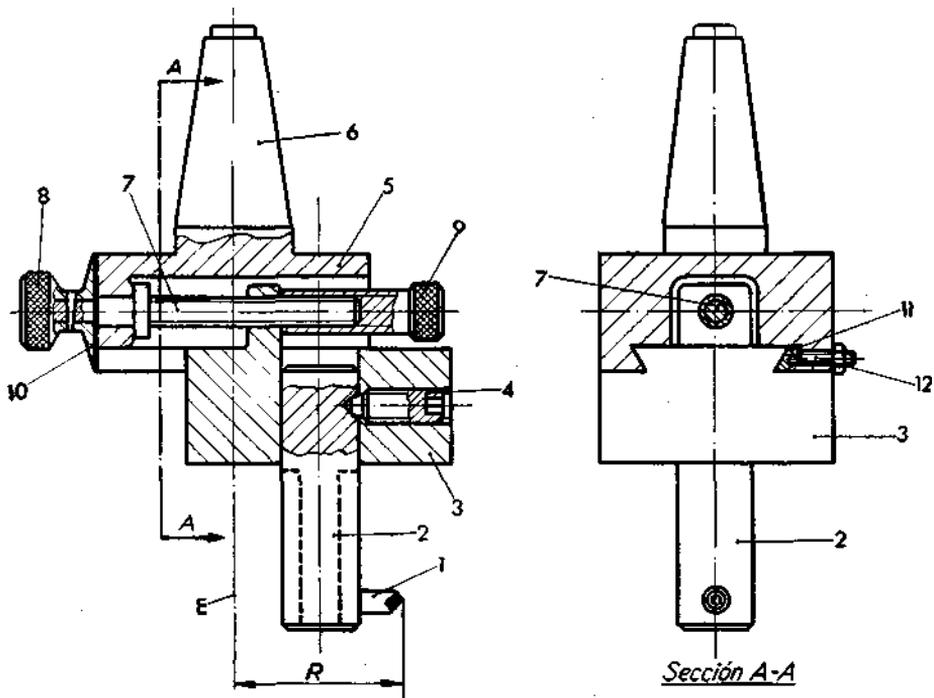
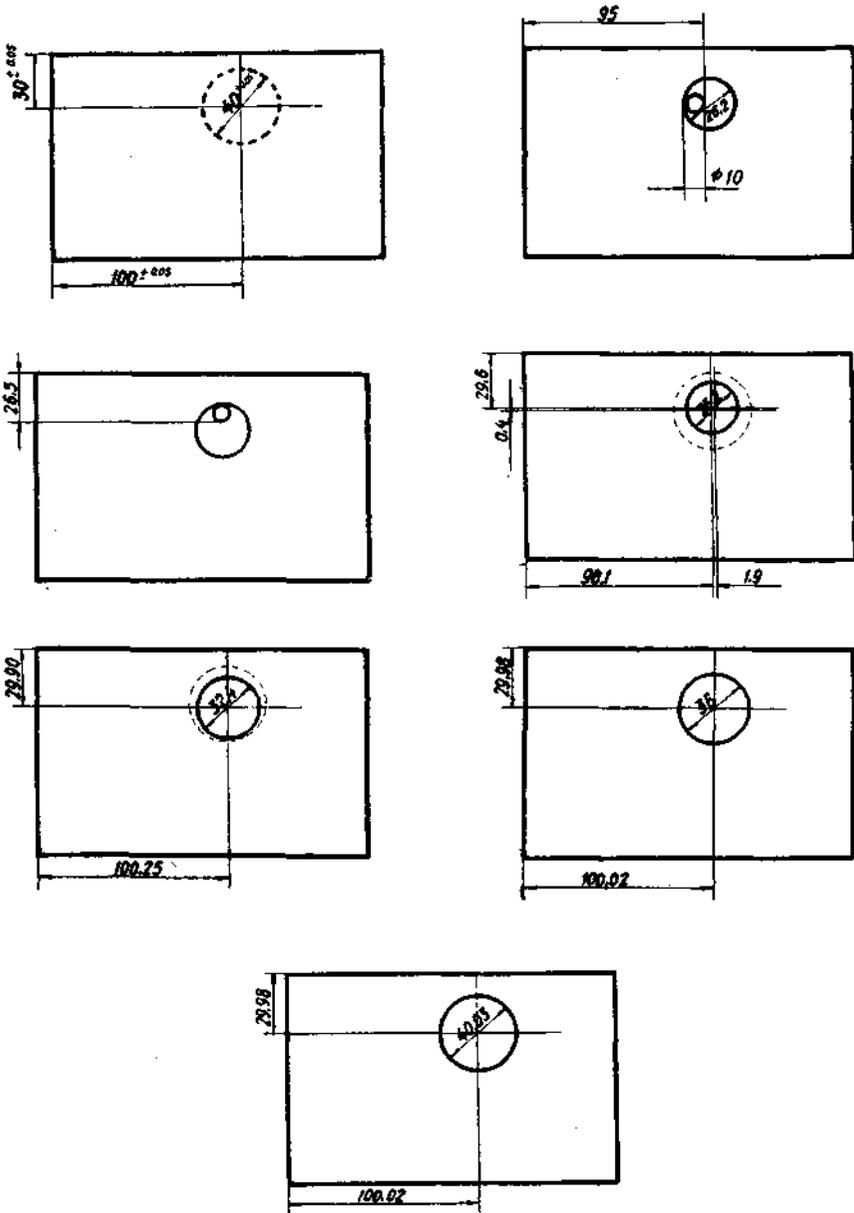


Figura 784. — Esquema del funcionamiento de un portaherramientas para mandrinar. — 1. Herramienta. — 2. Barrena. — 3. Carro portaherramientas. — 4. Tornillo de fijación de la barrena al carro. — 5. Carro portaconos. — 6. Cono de centrado y sujeción. — 7. Husillo roscado. — 8. Pomo de mando del desplazamiento. — 9. Pomo de fijación. — 10. Disco graduado para los desplazamientos. — 11, Reglilla de ajuste. — 12. Tornillo de fijación de la reglilla.

MANDRINADO DE AGUJEROS CON DISTANCIAS ENTRE EJES MUY PRECISAS

El método a seguir para el mandrinado de agujeros con distancias entre ejes muy precisas, es el que a continuación describimos basándonos en un ejemplo:

— Se trata de conseguir el mandrinado de un agujero de 40 mm. a



Figuras 785 o 791. — Proceso de mecanizado de un agujero de precisión.

unas distancias determinadas de las caras que se usan como referencia (figura 785).

Se empieza taladrando con una broca pequeña, por ejemplo de 8 mm. y luego, se agranda el agujero con una broca mayor, supongamos que de 26 mm.

Sin desplazar la pieza en ningún sentido, se cambia la broca por una barrena o portaherramientas. Se mide exactamente el agujero con un micrómetro de interiores y se coloca en el interior una varilla de 10 mm. (fig: 786) para comprobar las coordenadas respecto a las caras de referencia.

Si desde la cara a la varilla hemos obtenido una medida de 95 mm. (fig. 786).

Sabiendo que la varilla es de 10 mm. y el agujero mide 26,2 mm., la distancia de la cara del centro será:

$$95 - 10 + \frac{26,2}{2} = 98,10 \text{ mm.}$$

La misma comprobación se hace con respecto a la otra cota (fig. 787) :

$$26,5 - 10 + \frac{26,2}{2} = 29,6 \text{ mm.}$$

En la figura 788 puede comprobar que la pieza debe desplazarse 1,9 mm. en un sentido y 0,4 mm. en otro. Una vez corregidas estas diferencias, se efectúa un nuevo mandrinado, por ejemplo, aproximadamente 32 mm. Por el mismo procedimiento, se vuelve a comprobar el diámetro y las distancias a las caras de referencia (fig. 789). Se desplaza de nuevo la mesa o escuadra en ambos sentidos y se da una nueva pasada a 36 mm. (fig. 790). Se vuelven a comprobar las medidas y una vez conseguidas con las tolerancias fijadas se mandrina a la medida definitiva (fig. 791).

Compruebe que las dimensiones logradas, 29,98 y 100,02 mm. con relación a las caras de referencia y el diámetro de 40,03 mm. están perfectamente dentro de las tolerancias señaladas en la figura.

EMPLEO DEL TORNO COMO MAQUINA DE MORTAJAR O RANURAR

Cuando no se dispone de la máquina especial comúnmente llamada de mortajar (fig. 792), es muy corriente efectuar en el torno las ranuras para chavetas, en especial las de pequeña sección (fig. 793). Otra aplicación

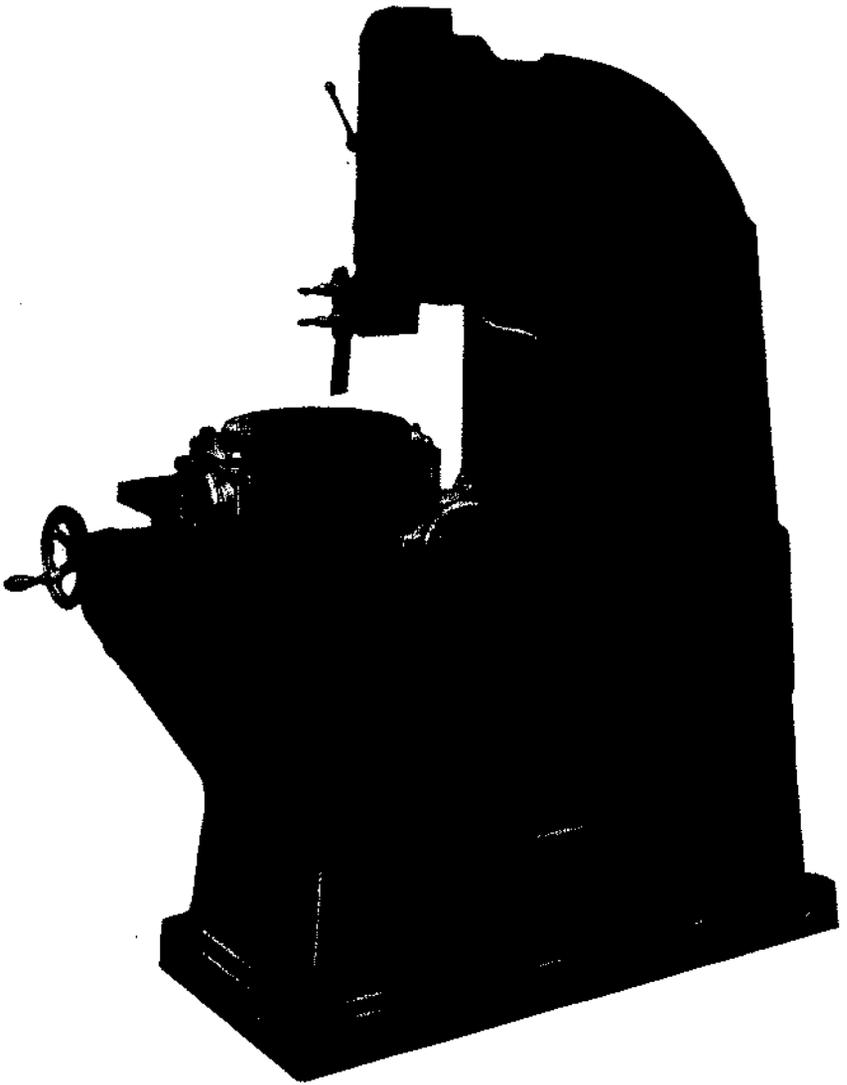


Figura 792. — Máquina de mortajar.

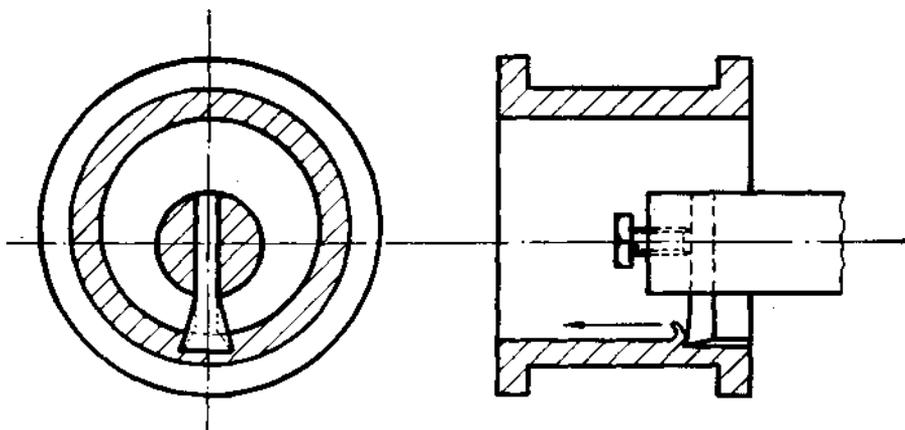


Figura 793. — Empleo del torno como máquina de mortajar.

muy corriente también consiste en efectuar las ranuras de engrase en cojinetes y similares.

Para la ejecución de estos trabajos, debe bloquearse perfectamente el eje principal para asegurar así la perfecta inmovilidad de la pieza durante la operación de ranurado.

La herramienta fijada en la torre del torno directamente o bien en un portaherramientas semejante a las barrenas, efectúa el avance se efectúa generalmente a mano.

El avance se acciona desde el volante al carro longitudinal y exige un esfuerzo muy considerable por parte del operario a pesar de que la profundidad de pasada ha de ser forzosamente muy pequeña, pues la entrada resulta en verdad difícil. Las profundidades de pasada se dan por el carro transversal. Después de cada pasada, es necesario retirar la herramienta, pues al retroceder se estropearía el filo por el frotamiento con la pieza.

Cuando la anchura de la ranura a efectuar pasa de una cierta medida (unos 5 mm.), se efectúa en varias pasadas, a la medida definitiva.

Las ranuras de engrase de desarrollo recto, se hacen en la misma forma que los chaveteros y cuando tienen un desarrollo helicoidal se realizan de igual manera que las roscas de paso largo.

EMPLEO COMO MAQUINA DE DIVIDIR

En el torno paralelo se hace necesario trabajar como máquina de dividir en los casos siguientes: roscados de tornillos de varias entradas, ejecución de ranuras, estriados, patas de arañas, etc.

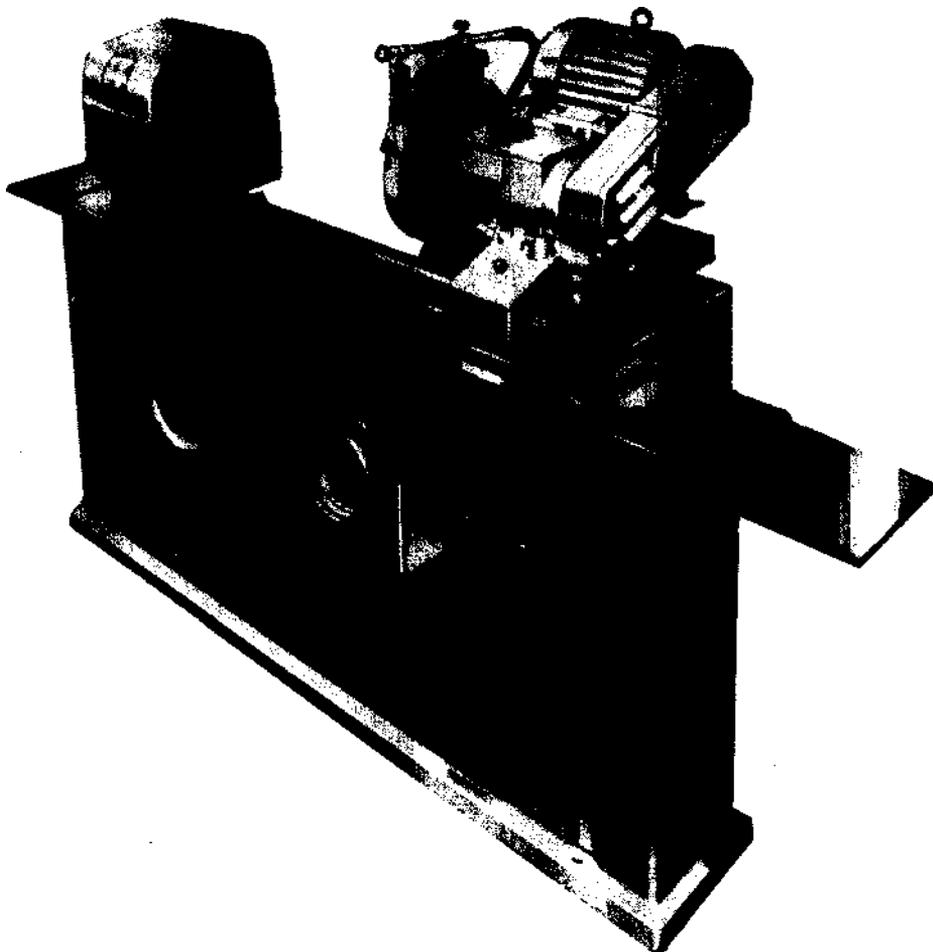


Figura 794. — Máquina de rectificar exteriores.

El dispositivo es el de la figura 624 de la lección 19, y a veces se utiliza en combinación con el aparato de fresar (ver figura 623 de dicho envío).

EMPLEO DEL TORNO COMO MAQUINA DE RECTIFICAR

El rectificado consiste, según ya vimos en la 1.^a lección de Conocimientos generales de Mecánica, en el trabajado de las piezas con muelas. Esto permite alcanzar un grado de acabado y precisión muy superior al que puede lograrse en el torno con herramientas normales; también permite trabajar materiales muy duros a los que no sería posible hacerlo con las herramientas normales.

De todas las operaciones que hemos ido viendo en esta lección es el rectificado, sin duda alguna, la que tiene mayor importancia y, además, la de más frecuente utilización por lo que efectuaremos un más completo estudio.

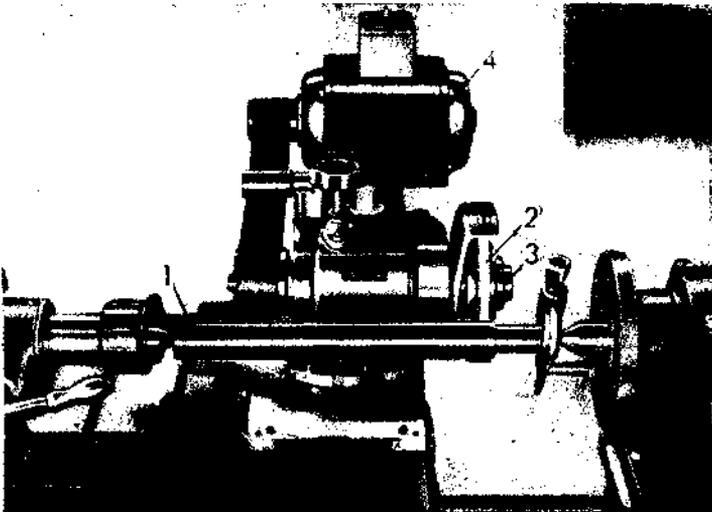


Figura 795. — Aparato de rectificar sobre torno. — 1. Pieza. — 2. Muela. — 3. Eje portamuelas. — 4. Motor de accionamiento.

El rectificado se efectúa en máquinas especiales llamadas **máquinas de rectificar** (fig. 794) en las que la muela está animada de un movimiento de rotación muy rápido y la pieza de un movimiento de traslación y otro de rotación.

Esta combinación puede también efectuarse fácilmente sobre un torno paralelo, mediante un montaje especial en el que la muela viene mandada por un motor auxiliar (fig. 795).

La pieza se monta normalmente entre puntos y el dispositivo de rectificar se fija sobre el carro transversal, de forma que el eje de la muela coincida exactamente con el eje de rotación de la pieza.

TEORÍA DEL RECTIFICADO

El rectificado consiste en igualar con una gran precisión superficies de todas clases, en piezas de cualquier material aunque sea templado, de forma que se obtenga un acabado impecable. El trabajo de corte se realiza con muelas, constituidas por un conglomerado (en realidad se llama aglomerante) de un cemento especial, en el que se han encajado previamente infinidad de pequeñas partículas de material abrasivo (fig. 796).

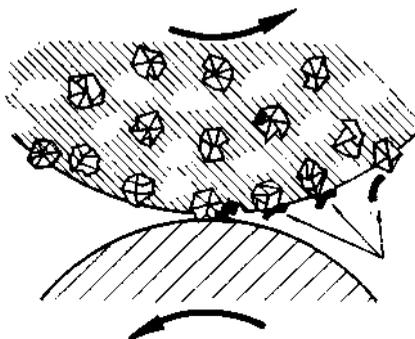


Figura 796. Forma de trabajo de las muelas.

MUELAS

Las muelas se dividen en dos clases: **muelas naturales** y **muelas artificiales**.

Muelas naturales

Están constituidas por una arenisca más o menos fina que les proporcionan una dureza que puede ser mayor o menor, según sea el tamaño del grano. No cabe considerar el aglomerante, puesto que no lo tienen. En general se utilizan para el afilado y acabado de las aristas cortantes de las

herramientas frágiles, ya que las dejan más pulimentadas. Normalmente giran a muy pequeñas velocidades, lo que junto con un rociado abundante hacen que se evite completamente el deterioro de los filos. Se clasifican en muelas de:

- **Granos semifinos y semiblandos**, para el uso de carpinteros.
- **Granos gruesos y muy duros**, para herramientas de trabajar, limas, trabajos de herrero, etc.
- **Muelas inglesas**, muy duras, blancas o grises, para trabajos de óptica, vidrios de reloj, etc.

Muelas artificiales

Están generalmente constituidas por granos abrasivos muy duros unidos con otros por medio de un cemento flexible o rígido, llamado aglomerante. Los intersticios que separan a estos dos elementos determinan su estructura.

MODO DE ACTUAR UNA MUELA

En la figura 796 puede observarse que las aristas y vértices de los granos abrasivos, arañan y desgastan el metal como lo harían una lima o una escofina de carpintero; este modo de actuar es ciertamente distinto del de las herramientas de corte, que lo hacen por desgarro del material.

DESGASTE Y REGENERACIÓN

Al desgastar la superficie de la pieza a rectificar, las aristas de los gra-

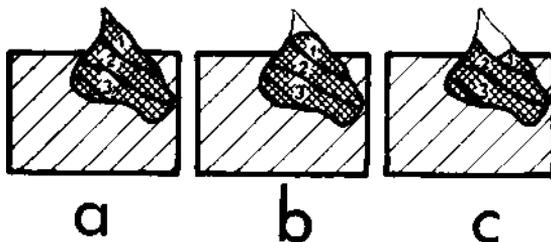


Figura 797. — Regeneración por hendidura de capas: a, corte inicial; b, desgaste de la capa 1; c, cuando el desgaste alcanza la capa 2, la 1 se rompe dejando al descubierto una nueva arista cortante de la capa 2.

nos abrasivos se embotan y es necesario reemplazarlos por nuevas aristas; esta regeneración se realiza de dos maneras :

- **Por hendidura de capas.** Ciertos granos abrasivos, muy empleados, tienen una estructura muy cristalina, cuyos cristales tienen la facultad de separación según hojas paralelas (fig. 797).

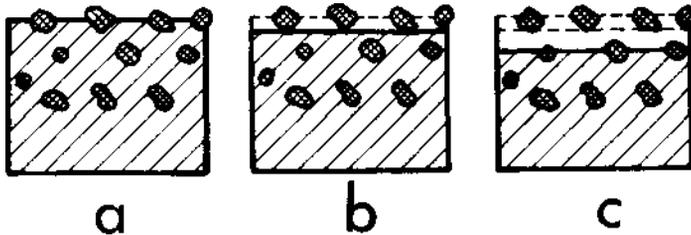


Figura 798. —• *Regeneración por arranque: a, corte inicial; b, desgaste de la primera capa de granos abrasivos u aglomerantes; c, salida a la superficie, como continuación del desgaste de la segunda capa de granos abrasivos.*

- **Por arranque.** La presión de la pieza a rectificar, acaba por arrancar los granos abrasivos embotados del engaste que forma el aglomerante, pero este último, más blando, se desgasta a su vez, dejando al descubierto una nueva capa de granos abrasivos con aristas nuevas (fig. 798).

Podemos enunciar la siguiente regla general :

- Una muela blanda se desgasta más que una muela dura.
- Una muela debe ser tanto más blanda, cuanto mayor es la superficie de las piezas a trabajar que están en contacto con ella.

CONDICIONES DE CORTE DE LAS MUELAS

La selección de las muelas y de las condiciones de corte de las mismas para efectuar un trabajo dado, está afectada por una serie de factores constantes y variables, relacionados entre sí en una forma harto complicada y para la solución de los problemas de rectificado debe tenerse una muy amplia experiencia, además de disponer de una serie de datos tales como una relación de los tipos de muelas más adecuados para cada trabajo.

Al hacer la selección de la muela deben de tenerse en cuenta los siguientes factores :

Constantes.

1. **Material a trabajar.**
2. **Cantidad de material a quitar, grado de acabado que se desea y velocidad de producción.**
3. **Superficie de contacto o tamaño de muela.**
4. **Tipo de máquina empleado.**

Variables.

1. **Velocidad de la muela.**
2. **Velocidad de la pieza que se trabaja.**
3. **Condiciones de la máquina empleada.**
4. **Uso de refrigerantes o lubricantes de corte.**
5. **Habilidad del obrero.**

COMPONENTES DE LAS MUELAS

Las muelas están compuestas por un conjunto de granos de un material muy duro : **abrasivo** y un material de cemento que rodea a todos estos granos y los une : **aglomerante**.

Los primeros abrasivos empleados fueron productos minerales de gran dureza, tales como es el **esmeril**, el **corindón**, etc., pero las exigencias cada vez mayores de la técnica hicieron necesaria una mayor seguridad en la regularidad de la calidad de las muelas y actualmente a mayor parte de las muelas empleadas y la totalidad de las que se emplean en trabajos de precisión están constituidas por abrasivos preparados artificialmente.

Como abrasivos artificiales se utilizan casi exclusivamente el **carburo de silicio**, que toma el nombre de **carborundum**, **electrón**, **carborite**, **cristolón**, etcétera, según su procedencia y el **óxido de aluminio** en forma cristalina, obtenido en horno eléctrico partiendo de un mineral llamado **bauxita**, que según el fabricante toma el nombre de **alum dum**, **aloxite**, **electric**, **borocarboneo**, etc.

También se emplea como abrasivo el **polvo de diamante** para determinadas aplicaciones.

Los aglomerantes, además de actuar como tales, actúan como soporte de la herramienta que son los granos cuando trabajan. De las condiciones de los mismos dependen en gran manera las características de las muelas.

Existen seis tipos principales de aglomeraciones, que caracterizan otros tantos tipos de muelas:

1. **Aglomeraciones vitreo** (arcilla o vidrios).
2. **Resinas sintéticas.**
3. **Goma** (vulcanizada o caucho vulcanizado).
4. **Aglomerantes elásticos.**
5. **Silicato sódico.**
- ó. **Oxido u oxiclورو de magnesio.**

La forma y la resistencia con que el aglomerante está mezclado y sujeto a los granos de abrasivo, dan lugar también a diferentes tipos de muelas. Por otra parte, el abrasivo puede estar en granos más o menos grandes, lo cual hace también variar las características de las muelas.

CARACTERÍSTICAS DE LAS MUELAS

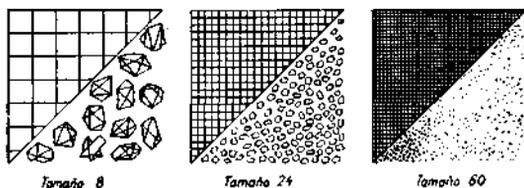
Los distintos tipos de muelas se diferencian unos de otros por ciertas características que determinan el uso y condiciones de corte; estas características son las siguientes:

1. **Clase de abrasivo.**
2. **Tamaño o grano del abrasivo.**
3. **Grado de dureza.**
4. **Estructura.**
5. **Tipo de aglomerante.**
- ó. **Forma de haber sido mezclados y fabricada la muela.**

Las clases de abrasivos y tipos de aglomerante han sido ya estudiadas en los párrafos anteriores; a continuación trataremos de las restantes características.

TAMAÑO DEL GRANO

El tamaño del grano es muy variable y se mide por el número de las mallas del tamiz por el cual pueden pasar, sin pasar por otro de mallas más cerradas. El tamaño del grano viene dado por el número de mallas por pulgada de longitud del tamiz en que se separan (en la figura 799 se muestra esquemáticamente la relación entre tamices y tamaño de grano); así, por ejemplo: **tamaño 24**, quiere decir el tamaño del grano que pasa por un tamiz que tiene 24 agujeros o mallas por pulgada de longitud, o sea, $24 \times 24 = 576$ agujeros por pulgada cuadrada, los tamaños normalizados de granos son los siguientes:



Figuro 799. — *Relación 'esquemática malla: grano.*

Muy grueso	Grueso	Medio	Fino	Muy fino	Impalpable
6	14	30	70	150	280
8	16	36	80	180	320
10	20	46	90	220	400
12	25	54	100	240	500
		60	120		600

GRADO DE DUREZA

El grado de dureza de las muelas es la fuerza con que los granos del abrasivo están fijados a la muela, llamándose **muelas blandas**, aquéllas en que los granos se desprenden con facilidad, y **muelas duras**, aquéllas en las cuales los granos están fuertemente unidos al aglomerante y éste ofrece fuerte resistencia a romperse para soltarlos. Los grados se expresan con una letra del alfabeto, de la A a la Z, siendo más duras las de las últimas letras, y más blandas las de las primeras, avanzando en dureza en el mismo sentido que el abecedario.

REGLAS A OBSERVAR

1. Para rectificar una superficie dura : muela blanda, y para superficie blanda, muela dura.
2. Una muela se desgastará más cuanto más blanda sea.
3. Si la muela es demasiado dura, se embota y no corta; en este estado deteriora la pieza.
4. Una muela puede ser tanto más blanda cuanto mayor sea la superficie de contacto con ella.
5. Para trabajar con refrigeración, es preciso una muela dura.
6. Una muela dará excelentes resultados cuando no abrillante la pieza.

ESTRUCTURA

La estructura de la muela es la relación existente entre el espacio ocupado por los granos del abrasivo y el aglomerante, con respecto a los espacios vacíos existentes entre éstos. En la figura 800 se aclara este concepto. La estructura se indica por un número de 1 al 15, siendo más densa en los números más bajos y más abierta en los números más altos.

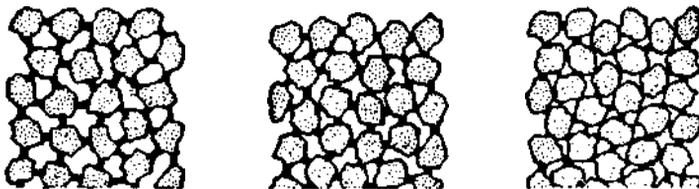


Figura 800. — Croquis de tres muelas del mismo tamaño de grano e igual grado de dureza, pero de estructura diferente. Las zonas punteadas son los granos, los trazados negros el aglomerante y las zonas blancas los huecos.

NOTACIÓN O SIGNATURA DE LAS MUELAS

Para poder diferenciar perfectamente las distintas clases de muelas, los fabricantes señalan en sus etiquetas y en forma abreviada sus características. La Sociedad Americana de Fabricantes de Muelas, ha establecido una forma de hacer estas indicaciones.

Para ello emplean seis signos o cifras puestos uno a continuación de otro y cuyos significados son los siguientes :

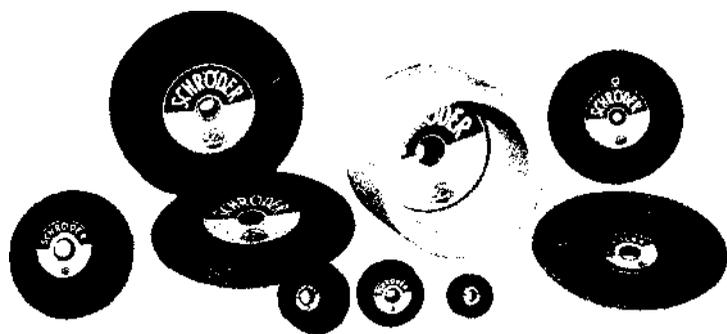
El primer símbolo indica el tipo de abrasivo, siendo A para el óxido de aluminio; una C para el carburo de silicio y una D para el diamante.

El segundo símbolo indica el tamaño de grano por el número correspondiente según se ha explicado; éste puede estar seguido de otro número que indica si existe una combinación de granos de distintos tamaños.

El tercer signo es la letra que indica el grado de la muela.

El cuarto es la cifra que indica su estructura.

El quinto una letra que indica el tipo de aglomerante, empleándose las siguientes: V, para el vitrificado; S, para el silicio; R, para el caucho; B, para las resinas sintéticas; E, para los aglomerados elásticos; y O para la magnesita.



Recta



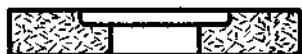
De disco



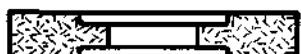
De vaso, recta



Cilíndrica



Rebajada en una cara



Rebajada en ambas caras



Biselada



Para afilar sierras



De vaso, cónica

Figura 801.— Formas de muelas según la marca americana NORTON.

En sexto lugar se pone un signo cifra o letra, que indica **el procedimiento seguido por el fabricante** y que varía según éste.

Por ejemplo, una muela cuyo distintivo sea **A220-Y3-V223**, es una muela de óxido de aluminio, con aglomerante vítreo, tamaño de grano 220, muy fino, grado de dureza muy elevado y estructura densa.

FORMA DE LAS MUELAS

Las formas y tamaños de las muelas son muy variados, según el uso a que están destinados. En la figura 801 se muestran los perfiles considerados como normales por los fabricantes de Estados Unidos.

SELECCIÓN DE LAS MUELAS

La selección de las muelas implica la consideración de los factores de trabajo que se han estudiado, con respecto a las características de las muelas

Los factores que afectan a la **selección del abrasivo** son :

Las propiedades mecánicas del material que debe rectificarse. El óxido de aluminio se emplea para materiales de alta resistencia a la tracción, tales como los aceros, fundición maleable, hierro forjado y bronce de altas características. El carburo de silicio se emplea para materiales de baja resistencia a la tracción, como el aluminio, cobre, latón, bronce blandos y fundición gris.

Los factores que afectan a la selección del **tamaño del grano** son :

1. **La cantidad de material a quitar**, el tamaño del grano debe ser mayor cuanto mayor sea el grueso de la capa del material a quitar (excepto para materiales muy duros).
2. **El grado de acabado deseado**, granos más finos para acabados más finos.
3. **Las propiedades mecánicas del material**, granos gruesos para materiales duros y frágiles.

La **selección del grado** de dureza de la muela se efectúa según los siguientes factores:

1. **Las propiedades mecánicas del material**; grados más duros para los materiales blandos y los grados blandos para materiales duros.
2. **El área de contacto entre la muela y la pieza**; cuanto más pequeña es el área de contacto más pequeña debe ser la muela.
3. **La velocidad de la muela y la velocidad de la pieza**; cuanto más elevada sea la velocidad de la muela con respecto a la velocidad de la pieza, tanto más blanda debe ser la muela.

4. **Las condiciones de la máquina** ; la presencia de vibraciones en la máquina requiere el empleo de muelas duras.

5. **La habilidad del obrero**; los operarios muy prácticos pueden emplear grados más blandos que los inexpertos, alcanzando así una mayor producción y un menor coste de trabajo.

Los factores que afectan a la **selección de la estructura** son :

1. **Las propiedades mecánicas del material**; los materiales más dúctiles y blandos requieren muelas de anchos espacios entre los granos designados con los números de estructura 8-9-10-11-12; los materiales frágiles y duros requieren muelas de bajo número de estructura.

2. **El grado de acabado requerido**; cuanto mayor grado de acabado se desee, menores deben ser los espacios entre los granos, deben emplearse muelas de bajo número de estructura, tales como 3-4-5; el tipo de máquina y las operaciones con aplicación de la presión a mano, tales como rebarbado, requieren números de estructura altos, el rectificado cilíndrico, rectificado sin centros, y afilado de herramientas, se hace mejor con números de estructura medios, las presiones elevadas que tienden a destruir la forma de la muela requieren números de estructura bajos.

Los factores que afectan a la **selección de aglomerante** son :

1. **Las dimensiones de la muela**; las muelas delgadas para cortar y otras sujetas a esfuerzos de flexión, requieren aglomerantes de resinas elásticas o de caucho; las muelas cuyo diámetro es superior a 750 mm., deben ser corrientemente de aglomerante de silicato.

2. **Velocidad de trabajo**; las muelas vitrificadas son mejores para velocidades inferiores a 30 metros por segundo. Para velocidades superiores son necesarias muelas de resinas, elásticas o de caucho.

3. **Grado de acabado**; para altos grados de acabados son necesarias muelas de aglomeración de resinas, caucho o elásticas.

4. **Clase de trabajo**; el aglomerante vitrificado para trabajos rápidos y largo tiempo de servicio en rectificado de precisión. El aglomerante de silicato es adecuado para el afilado de herramientas, cuchillería, etc., en los cuales debe evitarse el recalentamiento al rectificar. Los aglomerantes elásticos son satisfactorios para el rectificado de cigüeñales y rodillos. Los aglomerantes de resinas sintéticas deben ser los preferidos para el trabajo de rebarbado a alta velocidad en las fundiciones y para el trabajo de rectificado sin puntos y para el trabajo de rectificado, pulido y corte que requieren un acabado fino. Los aglomerantes de magnesita se usan para ciertos tipos de rectificado con muelas de disco.

VELOCIDAD DE LAS MUELAS

Dos conceptos podemos separar al hablar de velocidades de las muelas; **velocidad circunferencial o periférica y velocidad de rotación.**

a) **Velocidad periférica** es la velocidad con que se desplazan los puntos situados en la periferia o superficie exterior de la muela.

Recuerde usted que ya estudió este concepto de velocidad al hablar de **velocidades tangenciales** (lección 3 de **Conocimientos Generales de Mecánica**) y de **velocidades de corte** (lección 12 de **Técnica de Torneado**). En este caso se mide o expresa en metros por segundo.

b) **Velocidad de rotación** será el número de vueltas que dará la muela por unidad de tiempo. Se mide un número de vueltas por minuto.

La velocidad periférica de las muelas está generalmente comprendida entre los 20 y los 30 metros por segundo, o sea, 1200 a 1800 metros por minuto.

El límite superior viene señalado por medidas de seguridad respecto a la rotura y proyección de la muela. La velocidad influye mucho en el rendimiento y así se procura en lo posible utilizar muelas blandas para poder trabajar a velocidades máximas.

Según el aglomerante empleado podemos señalar las siguientes velocidades periféricas :

1. **Muelas vitrificadas o cerámicas : 25 metros/segundo.**
2. **Muelas de caucho o goma laca : 30 metros/segundo.**
3. **Muelas con baquelita :**
Cortando, 70 metros/segundo.
Desbarbando, 40 metros/ segundo.

Como dato de información, podemos señalar que en lo que se refiere al límite superior de velocidad no se ha determinado con exactitud, pues se ha llegado en pruebas hasta velocidades de 100 metros/segundo, sin llegar a determinar la velocidad de rotura. De todas formas no se aconseja superar las velocidades indicadas.

CALCULO DE LA VELOCIDAD DE ROTACIÓN

Hemos dicho que la velocidad de rotación se expresaba en vueltas por minuto. Convendrá, pues, que sepamos calcular esta velocidad de rotación en función de la velocidad periférica que hemos asignado para cada tipo de muelas y también según el diámetro de la misma.

Calcularemos primeramente el desarrollo de la circunferencia de la muela, para lo cual, según usted ya ha estudiado, aplicaremos la siguiente fórmula :

$$\text{Desarrollo} = 3,1416 \times \text{Diámetro.}$$

la velocidad de rotación en función de la velocidad periférica señalada será :

$$N = \frac{\text{Velocidad Periférica} \times 60}{\text{desarrollo en metros}} = \text{vueltas por minuto.}$$

Ejemplo:

Calcular la velocidad de rotación de una muela de caucho de 200 mm. de diámetro.

$$N = \frac{30 \times 60}{3,14 \times 0,2 \text{ met.}} = \frac{1800}{0,628} = 2866 \text{ rpm.}$$

REPASO DE LAS MUELAS

Cuando el corte de la muela se ha embotado por haberse adherido a él virutas del material que se trabaja o cuando la superficie de trabajo se ha vuelto irregular a consecuencia del mismo, la muela debe ser rectificada

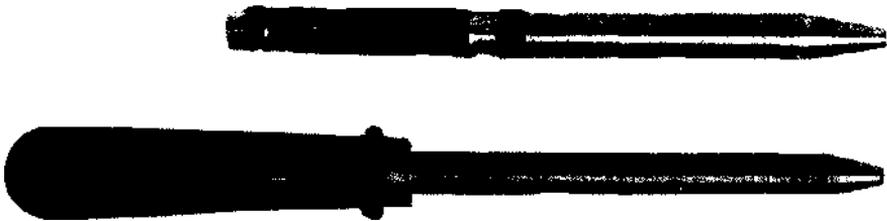


Figura 802. — Portadiamantes de rectificar muelas.

hasta darle una superficie de corte correcta. Para esto se emplea una punta de diámetro montada en un mango adecuado, como se muestra en la figura 802 o unos rodillos de acero duro como los que se muestran en la figura 803 montados sobre un mango especial, cuando el rectificando de la muela no es de mucha precisión, como es el caso de las muelas de rebarbar.



Figura 803. — Porta-rodetes de rectificar muelas.

Se debe utilizar siempre un soporte rígido para evitar las vibraciones dejando un mínimo de voladizo.

El eje del portadiamante debe inclinarse también de un cierto ángulo (fig. 804) que variará según el grano de la muela empleada.

- Grano grueso: alfa = 15°**
- Grano fino : alfa = 30°**
- Grano mediano : alfa = 20°**
- Grano muy fino: alfa = 45°**

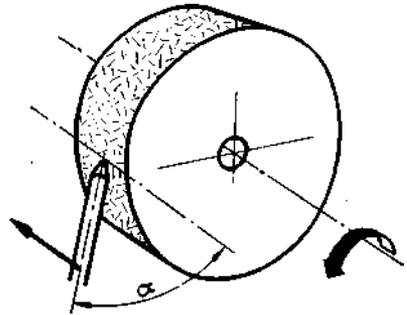


Figura 804. — Utilización del portadiamante.

Debe girarse frecuentemente en su montura para evitar el redondeamiento de la punta.

La velocidad de la muela se reducirá siempre al mínimo para efectuar el repaso. Se evitarán rigurosamente los choques, es decir, las penetraciones bruscas del diamante en la pieza.

El diamante no debe emplearse nunca en seco, sino que se rociará en abundancia la punta de contacto.

El repasado ha de efectuarse por pasadas muy pequeñas y ligeras, repitiéndolas tantas veces como sea necesario.

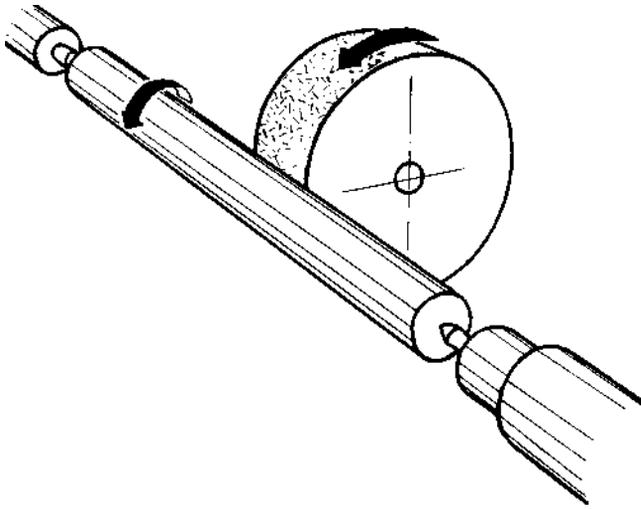


Figura 805. — Sentido de la rotación en operaciones de rectificado exterior.

SENTIDO DE ROTACIÓN DE LAS MUELAS

En las operaciones de rectificado deben tenerse **en cuenta, sobre todo, los** sentidos de rotación de la muela y de la pieza, pues ambos están perfectamente definidos.

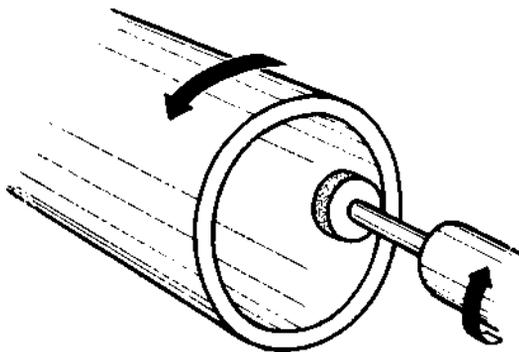


Figura 806 — Sentido de la rotación en operaciones de rectificado interior.

1. En operaciones de rectificado de **superficies cilíndricas**, el sentido de rotación de la muela y de la pieza, debe ser tal que, en su punto de contacto, las generatrices de pieza y muela lleguen en sentido contrario.

2. En los casos de rectificado de **planos**, el sentido de avance de la pieza puede ser cualquiera.

En el primer caso podemos establecer dos aparatos distintos según el rectificado sea exterior o interior:

(rectificado exterior: La muela y la pieza deben girar en el mismo sentido (figura 805).

Rectificado interior: La muela y la pieza deben girar en sentido contrario (figura 806).

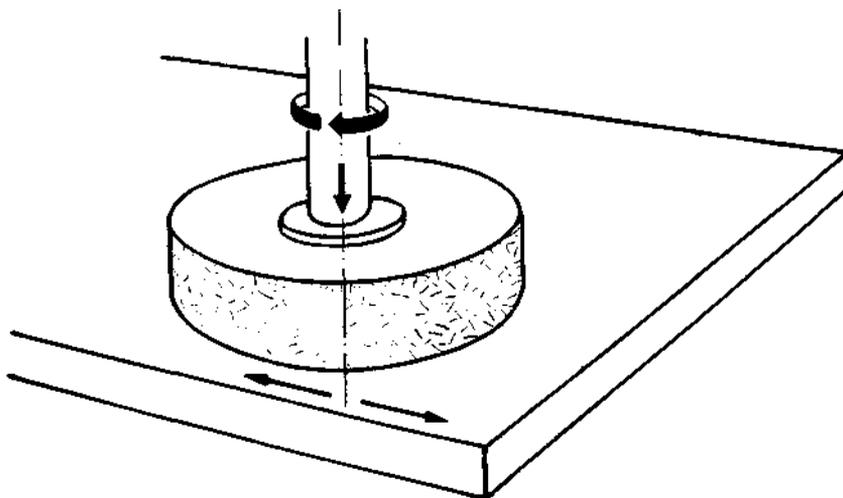


Figura 807. — Sentido de rotación y avance en operaciones de rectificado plano.

Para el **rectificado plano** y para un determinado sentido de rotación de la muela, puede efectuarse el avance de derecha a izquierda o de izquierda a derecha (figura 807).

DESCRIPCIÓN DE UN APARATO PORTÁTIL DE RECTIFICAR SOBRE TORNO

En la figura 808 puede ver el aparato de rectificar sobre torno de la figura 795, tal como se hallan en el mercado. Observe que consta esencialmente de un soporte que lleva montado en un extremo el eje portamuela y en el otro, un motor acoplado independiente, el cual transmite por correa su movimiento al eje y, por consiguiente, a la muela montada en su extremo.

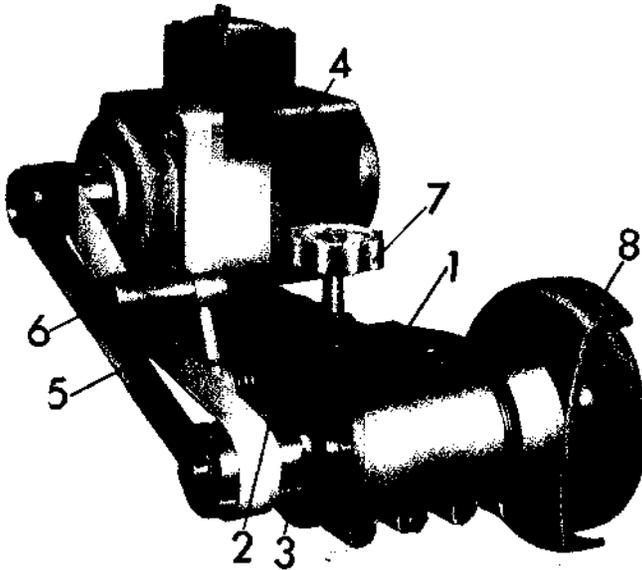


Figura 808.— Aparato de rectificar sobre torno.— 1. Soporte.— 2. Tornillo de fijación. 3. Eje portamuelas. — 4. Motor de impulsión. — 5. Correa. — 6. Tensor. — 7. Regulación micrométrica. — 8. Protección.

En estos dispositivos deben concurrir una serie de circunstancias a fin de poder efectuar trabajos con la garantía que exige una operación de rectificado.

El soporte (1) tiene una base plana que sirve para apoyarlo sobre el carro transversal del torno, exactamente sobre la base en la que normalmente, se asienta el patín del carro superior o portaherramientas. Debe ser

robusto y bien proporcionado a fin de que sea posible una ausencia total de vibraciones y, por consiguiente, el logro del acabado perfecto de las superficies rectificadas. La fijación del soporte se hace por medio del tornillo (2) y permite, desde luego, fijaciones con cualquier inclinación dentro del mismo plano horizontal. No obstante, para el rectificado de conos se utiliza la base graduada del carro transversal.

El eje portamuelas (3) va montado sobre unos cojinetes especiales, que deben permitir el giro del mismo a grandes velocidades. El montaje de estos ejes, mejor dicho, el diseño de este montaje es una verdadera especialidad, si se tiene en cuenta que llegan a girar a velocidades del orden de las 15.000 vueltas por minuto.

El motor (4) transmite el movimiento al eje, para lo cual se dispone una correa (5) que se ha comprobado que da mejor resultado cuando es de lona, ya que resiste mucho mejor las tensiones que tienen lugar a tan altas velocidades sin transmitir las al eje portamuelas.

El tensor (6) sirve para mantener constante la tensión de la correa. Algunos de estos dispositivos llevan un aditamento (7) que sirve para

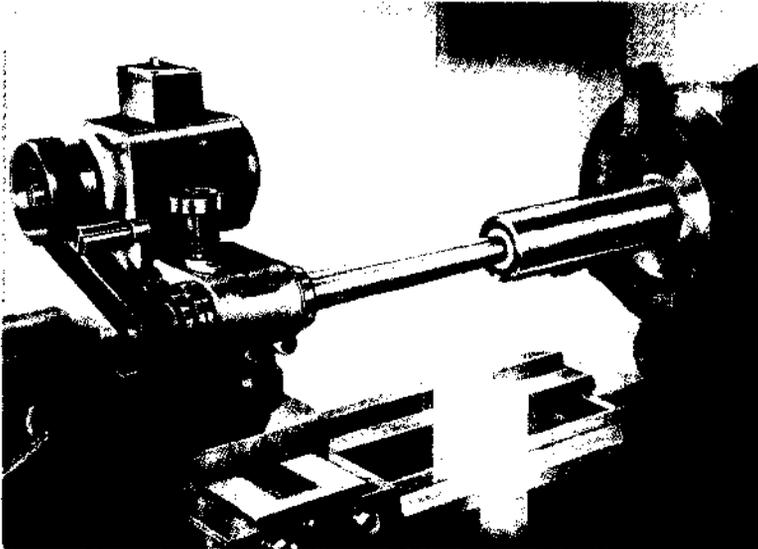


Figura 809. — Rectificado de interiores.

regular micrométricamente las penetraciones de muela, sin necesidad de hacerlo por desplazamiento transversal del carro. El mecanismo de acercamiento de la muela es a base de una excéntrica que no llega a afectar demasiado a la altura de la muela ni siquiera en las posiciones extremas.

La reglamentación para evitar accidentes, indica que deben montarse protecciones (8) para que en caso de rotura de la muela no se proyecten los trozos sueltos.

Mediante el cambio correspondiente del eje portamuelas pueden efectuarse operaciones de rectificado de interiores (figura 809).

REGLAS Y OBSERVACIONES PARA EL RECTIFICADO

Una vez estudiada la teoría del rectificado, procederemos a recoger en las observaciones o reglas una serie de datos a tener en cuenta al efectuar operaciones de este tipo.

1. El rectificado cilíndrico correcto sólo debe efectuarse montando la pieza entre puntos fijos, ya que el acabado y perfección del rectificado depende principalmente del centrado de la pieza.

2. Se procurará que todas las piezas tengan los mismos excedentes de material, a fin de evitar desgastes excesivos e irregulares de la muela, ahorrando al mismo tiempo las frecuentes mediciones de la pieza que se trabaja. Si las piezas tienen además la misma longitud exacta, se facilita extraordinariamente la regulación de los topes.

3. Refrigeración abundante y adecuada. La refrigeración tiene dos objetivos principales: evacuación del calor y precipitación del polvo producido por el trabajo (figura 810).

4. Se cuidará de que las piezas giren concéntricamente facilitando así el trabajo de la máquina.

5. Se considerarán las operaciones de rectificado en una pieza, como las últimas a realizar de su proceso de mecanizado. Deben efectuarse siempre con anterioridad todas las operaciones de fresado de ranuras, taladros, etc.

6. Acertada elección de las muelas. Las muelas blandas se conservan más tiempo que las muelas duras desarrollando un trabajo más exacto. Recordar siempre: material duro, muela blanda; material blando, muela dura.

7. Velocidad adecuada en función del trabajo a efectuar y del material a trabajar.



Figura 810. — Refrigeración en el rectificado.

8. Avance de la muela por revolución de la pieza. Para el hierro y acero se admite un avance de $\frac{2}{3}$ a $\frac{3}{4}$ de la anchura de la muela y para fundición de hierro, de $\frac{3}{4}$ a $\frac{5}{6}$ de la misma anchura.

9. Velocidad periférica de las piezas. En piezas de un diámetro de unos 150 mm. de hierro forjado o acero, la velocidad más ventajosa varía entre 12 y 15 metros por minuto; en piezas pequeñas, hasta 50 mm. de diámetro la velocidad no debe exceder de 9 a 12 m. En hierro fundido puede admitirse una velocidad ligeramente superior.

10. En el rectificado de acabado o alisado, la superficie exterior queda tanto más fina cuanto más diminuta sea la graduación y composición

de la muela y mayor sea la velocidad periférica de funcionamiento. Antes de! alisado se procederá al rectificado de la muela.

Cuando ya se ha profundizado hasta la medida, se deja «pasear» la muela por la pieza al mismo tiempo que desplaza en toda su longitud, desapareciendo así las pequeñas irregularidades o manchas ópticas que puedan presentar las piezas.

DEFECTOS DE RECTIFICADO

El rectificado correcto debe dejar una superficie uniformemente pulida y en la que no se destaquen marcas de ningún género, siendo el rayado de toda la superficie uniforme, las rayas o marcas que pueden aparecer en un trabajo de rectificado son siempre índice de un trabajo defectuoso. También puede dar lugar el rectificado a la aparición de grietas, aunque la causa de éstas no es siempre un defecto de rectificado, sino que a veces en el caso de los aceros procede de un tratamiento térmico defectuoso que crea tensiones que producen al rectificar las citadas grietas. Cuando el rectificado es defectuoso, los remedios más comunes para evitar estos defectos son :

1. Rectificado de la superficie de la muela.
2. Utilización de una muela de grado más blando.
3. Disminución de la velocidad de la muela o aumento de la velocidad de la pieza.
4. Empleo de una muela más estrecha o un área de contacto menor.
5. Cuando se emplea refrigerante, aumentar la cantidad de éste.
6. Empleo de muelas de estructura más abierta o porosa.
7. Un aumento en la velocidad de avance.
8. En algunos casos, *pasar* del rectificado con refrigerante al rectificado en seco.

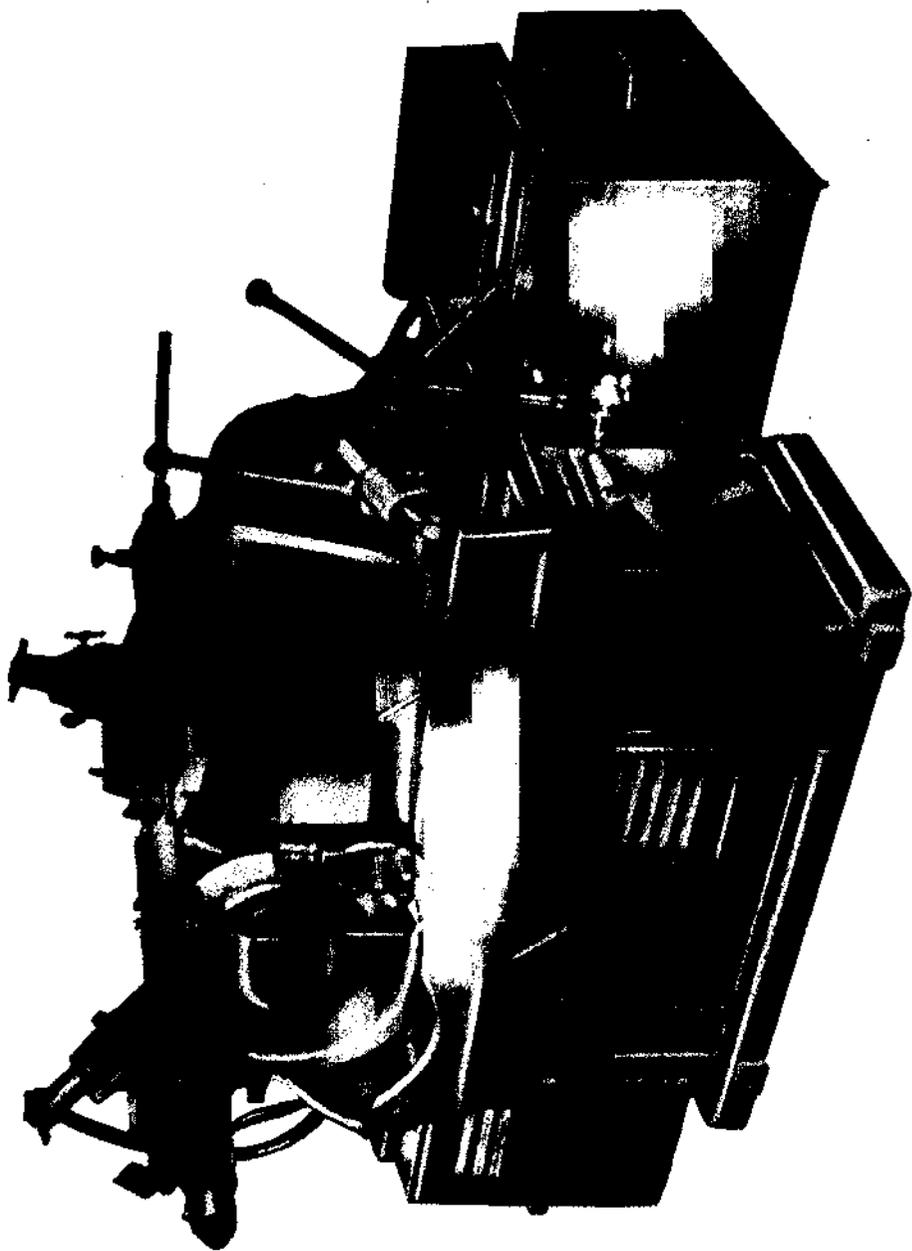


Figura 811. — Rectificadora sin centros.

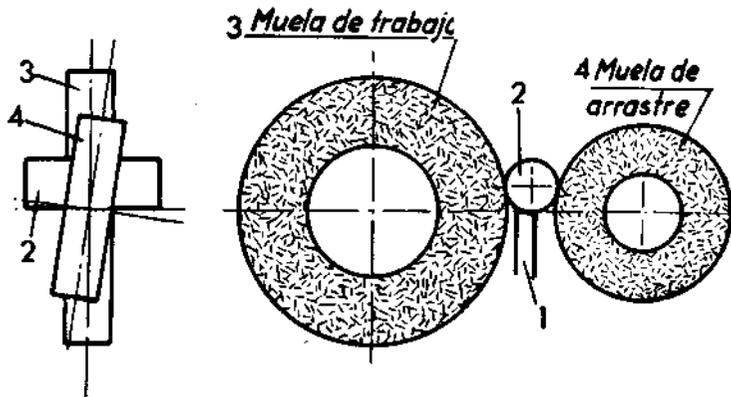


Figura 812.— Esquema de rectificado sin centros.

RECTIFICADO SIN CENTROS

El rectificado sin centros es en realidad una operación especial del rectificado y se efectúa sobre piezas en las que por su forma o tamaño no hay posibilidad de poder montarlas entre puntos.

Se realiza en máquinas especiales (figura 811), pero a fin de completar el estudio efectuado en esta lección daremos una pequeña descripción de la forma en que se realiza este trabajo.

La máquina está provista de dos muelas de distinto diámetro (figura 812) que giran en el mismo sentido. Entre ellas una placa o barra (1) sirve de soporte a la pieza (2). El eje de la muela (4) de menor diámetro llamada muela de arrastre está ligeramente inclinada respecto de la muela (3) llamada muela de trabajo, como se muestra en la figura 812. La muela de arrastre al girar, obliga a la pieza a girar en sentido contrario a la muela de trabajo, al mismo tiempo que la obliga a avanzar. En la fi-



Figura 813. — Detalle del rectificado sin centros.

gura 813 puede ver el detalle de la situación de las muelas, la barra de sostén y la pieza en la rectificadora de la figura 811.

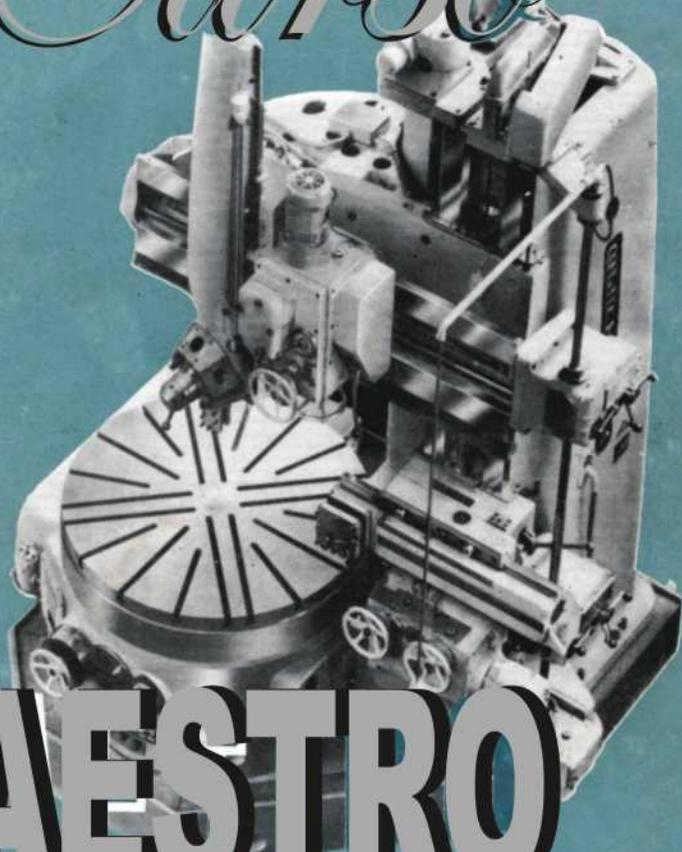
EMPLEO DEL TORNO COMO MAQUINA DE AFILAR



Lo explicado sobre el rectificado en el torno puede aplicarse al afilado de determinadas herramientas. Vea en la figura 814 el afilado de una fresa de dientes cónicos en un torno paralelo. La herramienta a afilar se monta entre puntos y el dispositivo de afilar se coloca de la misma forma que para el rectificado. La puesta en posición de cada uno de los dientes de la fresa es señalada por un índice desplazable al igual que en las máquinas afiladoras.

Figura 814. — Afilado sobre torno de una pieza de dientes cónicos.

Curso



MAESTRO TORNERO

Tomo 24



técnica torneado

LECCIÓN

24

Muchas veces no puede obtenerse todo el rendimiento posible de un torno, tanto en cantidad como en calidad de trabajo, porque no se han tenido en cuenta o, simplemente, porque se ignoran las más elementales normas que deben seguirse en su recepción y preparación.

El torno paralelo es una máquina herramienta de precisión y permite efectuar trabajos de alta calidad, pero para ello es necesario que su instalación y entretenimiento sean correctos.

LIBRO DE INSTRUCCIONES

Los constructores de tornos, celosos de la calidad de sus máquinas, preparan y entregan juntamente con el torno (en realidad, forma parte de su equipo), un manual o libro de instrucciones en el que se detallan todos los pormenores que permiten obtener del torno una máxima utilización, así como las advertencias precisas para atender a su entretenimiento con la mayor seguridad y garantía.

Los libros de instrucciones son, como es natural, distintos para cada clase y modelo de máquina aún cuando por su fin todos son parecidos. Su objeto es, como ya hemos dicho, el de facilitar al cliente un profundo conocimiento de la máquina, procurando instruirle en forma clara y concreta de todos cuantos detalles se consideran necesarios para su óptima utilización.

No obstante, los constructores suelen quejarse con frecuencia de que no se presta la debida atención a estos libros, unas veces porque se considera equivocadamente que no hace falta, y otras, las más, porque no se entregan a la persona adecuada. El libro de instrucciones está destinado al responsable del funcionamiento de la nueva máquina, es decir, al encargado o jefe de la sección a la cual va destinada. Pasa muy a menudo que el libro queda guardado en alguna mesa de la oficina, donde, naturalmente, no puede efectuar la función para la cual ha sido previsto.

El encargado o responsable que recibe una nueva máquina debe exigir siempre la entrega del mencionado libro; sólo así puede responder a su utilización y conservación.

Normalmente, el libro contiene la relación de las características de capacidad y posibilidades de la máquina (en caso contrario, se acompaña catálogo), así como una serie de advertencias en cuanto se refiere a los límites de utilización; si éstos límites se sobrepasan, el constructor, como es natural, declina toda responsabilidad.

Aún cuando no consideramos necesario el estudio completo de un determinado manual, a título de información reseñamos el índice de los apartados de que acostumbran constar los libros de instrucciones :

- Características de la máquina.
- Advertencias relativas a su máxima utilización.
- Nomenclatura de los grupos o conjuntos que la componen.
- Instrucciones generales para el manejo de sus mandos.
- Descarga y transporte de la máquina.
- Cimentación y nivelación.
- Instrucciones particulares para la atención de los diversos grupos.
- Operaciones de reglaje.
- Tipo y periodicidad de los engrases.

- Esquema eléctrico.
- Certificado de pruebas.
- Relación y características de los accesorios especiales que son factibles de acoplar.
- Algunos fabricantes incluyen tablas y gráficos con características de velocidades de corte y tiempos de maniobra.

RECEPCIÓN. — DESCARGA Y TRANSPORTE

Para descargar el torno y colocarlo en su lugar de emplazamiento, deberá siempre tenerse en cuenta la forma adecuada de suspensión de la máquina. Vea en la figura 815 como se coloca un travesaño por debajo de la parte inferior de la bancada, lo suficientemente robusto para que pueda soportar el peso de la máquina.

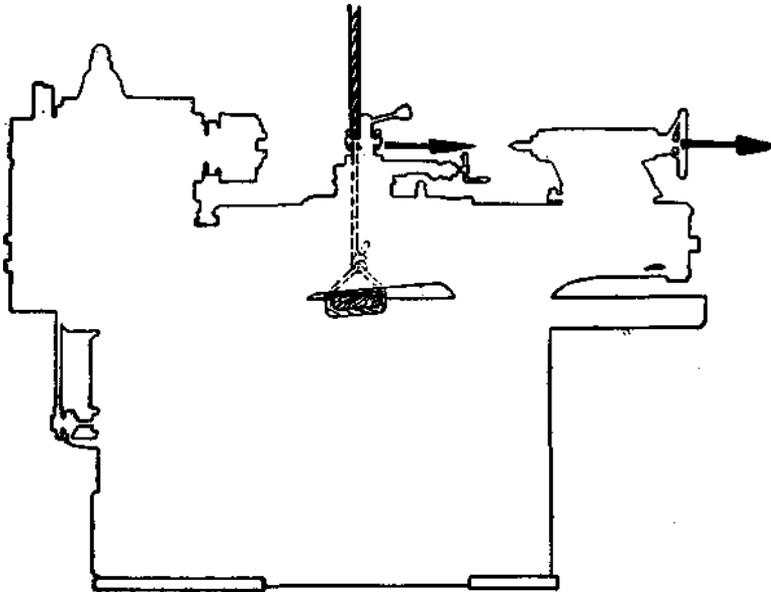


Figura 815. — Suspensión de un torno para proceder a su descarga.

La posición en que se coloca el travesaño, según se indica en la figura, corresponde aproximadamente a la situación del centro de gravedad. Entre las paredes interiores de la bancada se pasa una cuerda o cable que abrace al travesaño y que por su otro extremo pueda colgarse.

Generalmente también se indica en este croquis las dimensiones que debe tener el travesaño a escoger.

Para conseguir el equilibrio de la máquina antes de elevarla, se desplaza la contrapunta hasta el extremo derecho de la bancada y se fija ; se retira asimismo el carro pero sin fijarlo. Después se eleva la máquina unos 2 centímetros del suelo y se procede a efectuar un reajuste del equilibrio mediante el desplazamiento del carro hasta la posición necesaria y fijándolo entonces definitivamente. A continuación puede seguirse elevando la carga y transportándola según convenga.

Se recomienda muy especialmente asegurarse del buen estado de los elementos destinados a soportar la carga (travesaño y cuerdas o cables).

Como sea que aunque el libro de instrucciones se manda juntamente con el torno, va convenientemente guardado, es decir, no está a la vista del personal que debe proceder a su descarga, a fin de poder instruir o informar a éste sobre la manera en que debe efectuarse, se fija en una parte bien visible del torno o del embalaje una cartulina con un croquis como el de la figura 815.

Una vez puesta la máquina en el suelo ha de procederse a su traslado hasta el lugar de emplazamiento previamente asignado. Las dificultades del transporte son mayores o menores según el peso y el estado del piso,

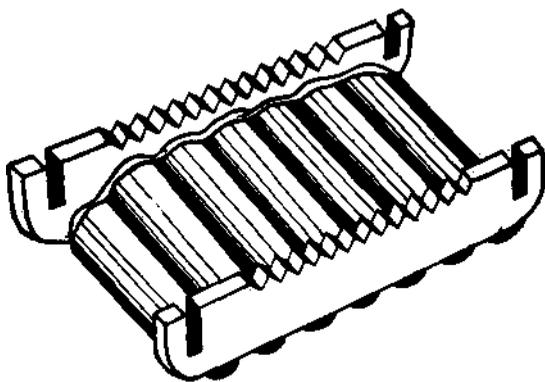


Figura 816. — Carrito-oruga para el transporte de máquinas.

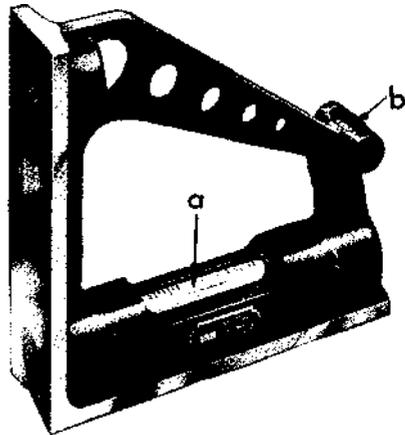
pero casi siempre puede llevarse a cabo mediante unas barras de hierro, situadas bajo los pies o zócalos o con unos carritos especiales que se colocan también bajo los zócalos (figura 816).

NIVELACIÓN PREVIA PARA COMPROBACIÓN

Entre la documentación que acompaña al torno y formando parte del libro de instrucciones las más de las veces, está el llamado **certificado de pruebas** en el que el fabricante reseña los resultados obtenidos en la comprobación final que tiene lugar después de los últimos montajes y en la misma fábrica. Estos resultados deben estar comprendidos dentro de unas tolerancias que se indican en las normas correspondientes y que estudiaremos seguidamente, pero quien recibe el torno debería comprobarlas y el fabricante así lo prefiere, ya que de este modo ambos saben a qué atenerse en todo momento.

Para poder efectuar esta comprobación debe hacerse un nivelado previo de la máquina. Hay quien esta comprobación la hace cuando la máquina está ya anclada y nivelada definitivamente, pero en general, debería hacerse antes de proceder a su fijación en el suelo.

Sea como sea, ha de nivelarse con el mismo cuidado ya que la precisión con que se haga influirá en el resultado de las pruebas, las cuales han sido hechas por el fabricante en las mejores condiciones con una tolerancia en la nivelación de 0,02 mm. por metro. Esta precisión puede lograrse empleando niveles adecuados, que señalan el error en sentido transversal y logitudinal (figura 317).



NORMAS INTERNACIONALES DE VERIFICACIÓN DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS

Los fundamentos para la verificación de las máquinas herramientas,

Figura 817. — Nivel de precisión para nivelación de máquinas herramientas. — a, Índice longitudinal, b, índice transversal.

así como las prescripciones para las distintas pruebas fueron expuestas por primera vez por el profesor Schlesinger en el año 1927. La mayoría de países industriales fueron adoptando con el tiempo, con ligeras modificaciones o adiciones, las directrices expuestas por este autor, pasando así a formar parte de sus normas respectivas, las instrucciones para las distintas pruebas de que consta la verificación de las máquinas herramientas de alta calidad se basan en las experiencias realizadas durante muchos años, habiendo sido redactadas en colaboración con los más destacados fabricantes y usuarios de máquinas de casi todos los ramos de la industria europea. Con arreglo a dichas instrucciones se efectúan ahora las pruebas para la verificación de las que se hallan en funcionamiento y para la puesta a punto de las que han sufrido algún desgaste.

Las normas de verificación de mayor uso actualmente en Europa son las ya mencionadas del profesor Schlesinger, la *norma* DIN núm. 8605 al 8610, y las del profesor Pierre Salmón contenidas en la norma NF-60, 111-2 del Comité de la Normalización de la Mecánica de Francia.

Las pruebas de exactitud han de comprender las exactitudes de fabricación, y de funcionamiento. La exactitud de fabricación se mide con la máquina parada y libre de toda carga, una vez concluido el montaje de la misma, mientras que la exactitud de funcionamiento se refiere al grado de acabado y precisión que han de presentar las piezas torneadas en la máquina.

Se efectúan pues, dos clases de pruebas :

- Pruebas prácticas o de funcionamiento.
- Comprobaciones geométricas o de exactitud de fabricación.

No obstante, las normas aconsejan que en definitiva las pruebas prácticas deben efectuarse con preferencia a cualquier otro tipo de comprobación.

Las comprobaciones geométricas afectan a todos los órganos móviles del torno, una vez comprobada la puesta a punto :

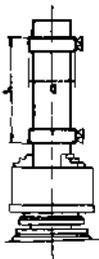
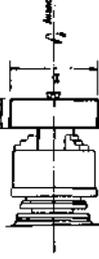
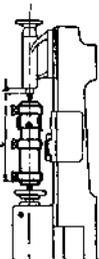
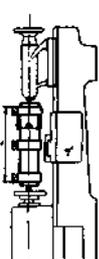
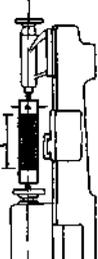
- Eje del cabezal.

PRUEBAS PRACTICAS



CERTIFICADO DE INSPECCION

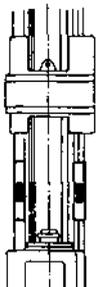
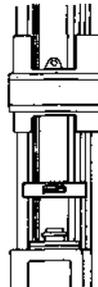
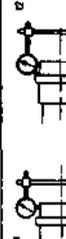
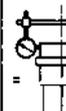
MODELO N.º DE SERIE

ESQUEMA	N.º	OBJETO DE LA PRUEBA	CONDICIONES DE EJECUCION	VERIFICACION PREVISTA	ERRORES EN MM.	
					TOLERADOS	APRECIADOS
	1	Torneado de una pieza cilíndrica montada en plato universal. $D = 1/4 AP$, $L = AP$	Torneado sobre el cilindro de dos fajas de 20 mm. de longitud máxima. El error en + ha de ser en el lado del cabezal.	Las fajas torneadas son redondas.	0,01	
	2	Refrentado de un disco montado en plato universal. $D = 1 AP$, $L máx. = 1/4 A. P.$	Refrentado de una superficie plana normal al eje del torno. El avance ha de ser del centro hacia fuera.	Las fajas torneadas son cilíndricas.	0,02 sobre 130	sobre
	3	Torneado de una pieza cilíndrica montada entre puntos. $D = 1/8 L$, $L máx. = 1 EP$	Torneado sobre el cilindro de tres fajas de 20 mm. de longitud máxima, situadas una en cada extremo y una en el centro.	Las fajas torneadas son cilíndricas.	0,03 para $L \leq 1000$ $L + 0,01$ por cada metro máx. Error máx. 0,08 mm.	sobre
	4	Torneado de una pieza cilíndrica montada entre puntos, sin tocar el resaca, para la contrapunto, después de la op. 3. $D = 1/8 L$, $L máx. = 1/2 EP$	Torneado sobre el cilindro de tres fajas de 20 mm. de longitud máxima, en la misma posición que para la op. 3.	Las fajas torneadas son cilíndricas.	0,03 para $L \leq 1000$ $L + 0,01$ por cada metro máx. Error máx. 0,04 mm.	sobre
	5	Roscado de una pieza cilíndrica entre puntos. $L = 300$ mm. El diámetro y el paso serán los mismos que en el patrón, o muy aproximados.	El origen o principio de la roscadura se tomará en un punto cualquiera del husillo del husillo patrón.	El roscado no tiene facetas ni ondulaciones. El paso debe ser exacto.	0,03 sobre 300	sobre

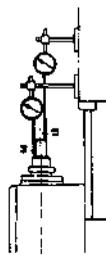
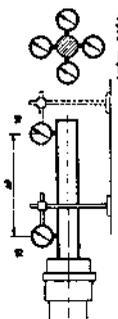
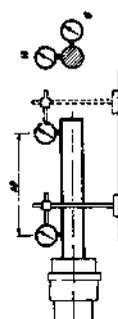
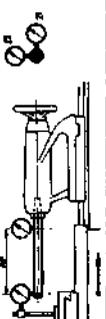
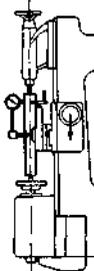
NOTA: Las pruebas prácticas deben efectuarse con preferencia sobre cualquier otro tipo de comprobación

PRUEBAS PRACTICAS

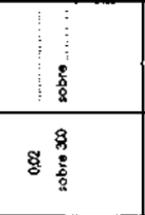
COMPROBACIONES GEOMETRICAS

ESQUEMA	N.º	OBJETO DE LA COMPROBACIÓN	APARATOS RECOMENDADOS	ERRORES EN MM.			
				TOLERADOS	APRECIADOS		
CONTROL DE PUESTA A PUNTO		6	Paralelismo de las dos guías del carro delantero y posterior, según un plano horizontal.	Nivel y regla.	+ 0,02 por metro (en una sola dirección).	por metro	
		7	Comprobación transversal de las guías del carro.	Nivel y regla.	0,04 por metro	por metro	
		8	Paralelismo de las guías del carro y las de la contrapunta.	Dos soportes y dos comparadores.	0,02		
		9	Paralelismo de las guías del carro a un plano vertical que pasa por la línea de puntos.	Comparador y tornecador $l \approx E.P.$	0,015 para $EP \leq 1 m.$ + 0,005 por cada metro más. Error máx. 0,03 mm.	sobre	
PUNTO FIJO EJE CARREZAL		10	Concentricidad del punio fijo.	Comparador.	0,01		
		11	Concentricidad del centroje del plato.	Comparador.	0,01		
		12	Alabeo del flanco del centroje del plato.	Comparador.	0,01		

COMPROBACIONES GEOMETRICAS (Continuation)

EJE CABEZAL	13		13 - Nariz de punto especial.	2 comparadores. 1 punto especial.	0.01	sobre	
			14 - Flanco apoyo centrado plano.		0.01	sobre	
	15		15 - Medición a la salida del cono.	Comparador y tornador.	0.01 sobre 300	sobre	
			16 - Medición a una distancia AP.		0.02 sobre 300	sobre	
	17		17 - En un plano horizontal.	Comparador y tornador.	- 0.01 sobre 300	sobre	
			18 - En un plano vertical.		+ 0.02 sobre 300	sobre	
	CONTRAPUNTA	19		19 - En un plano horizontal.	Comparador.	+ 0.03 sobre 300	sobre
				20 - En un plano vertical.		+ 0.03 sobre 300	sobre
		21		21 - En un plano horizontal.	Comparador y tornador.	+ 0.02 sobre 300	sobre
				22 - En un plano vertical.		+ 0.02 sobre 300	sobre
23		Diferencias de altura entre puntos.	Comparador y tornador \approx EP.	+ 0.02			

COMPROBACIONES GEOMETRICAS (Continuación)

	24	<p>Paralelismo del desplazamiento longitudinal del carro por los instrumentos respecto al eje del cabezal.</p>	Comparador y tornear.	0,02 sobre 300	<p>CARROS</p>		
	25	<p>Perpendicularidad del desplazamiento del carro transversal a la línea entre puntos.</p>	Comparador y plato.	0,02 sobre 300 de carrera			
	26	<p>Desplazamiento axial del husillo bajo presión constante, en los dos sentidos</p>	Comparador.	0,01	<p>HUSILLO</p>		
	27	<p>Paralelismo del eje del husillo patrón respecto de las guías del carro:</p> <p>27 - En un plano horizontal. 28 - En un plano vertical.</p>	Comparador y regla.	0,05 0,005			
28				0,00			
29		<p>Exactitud del paso. Error total. Error registrado sobre una faja cualquiera del husillo por trón de 60 mm. de longitud.</p>		sobre 300 0,03			

El signo + indica por un tornear situado en posición de trabajo con el cabezal a la izquierda el sentido izquierdo-derecha o extremo fijo-extremo libre, detrás-delante y abajo-arriba.

- Punto fijo del eje del cabezal.
- Contrapunto o cabezal móvil.
- Carros longitudinal, transversal y superior.
- Husillo o patrón.

En las páginas anteriores reproducimos una hoja de pruebas de los tornos CUMBRE, pruebas contenidas en las normas del profesor Salmón. En esta hoja pueden observarse los errores tolerados y el lugar donde se indican los observados, que deberán ser, como es natural, inferiores a los primeros o como máximo iguales. Las abreviaturas A.P. y E.P. significan, respectivamente, **altura de puntos y distancia entre puntos**.

Descripción de las operaciones

Operación n.º 6. — Se coloca sobre una de las guías del carro un nivel de precisión como el de la figura 817 con graduaciones de por lo menos 0,02 mm. por metro dispuesto en sentido longitudinal, se desplaza por toda la guía y se leen las variaciones que registre. Debe conseguirse una nivelación con la precisión indicada. Luego, se repite la operación en la otra guía.

Operación n.º 7. — Se colocará el nivel de forma que se apoye sobre las dos guías del carro. Si no es posible, se coloca una regla en el intermedio y se coloca el nivel apoyado transversalmente sobre esta regla. Se desplaza a todo lo largo de la bancada y se leen las indicaciones del nivel. Ha de conseguirse la precisión señalada.

Una vez lograda se comprueba de nuevo la nivelación longitudinal.

Operación n.º 8. — Se fija un comparador sobre el carro, se palpa el vástago de la contrapunta (blocada) y se desplaza el carro y el contrapunto acoplados a todo lo largo de la bancada. Las variaciones que acuse el nivel deben ser menores de las señaladas.

También puede hacerse con dos comparadores fijados sobre el carro de forma que uno de ellos palpe la guía del carro y el otro la guía de la contrapunta.

Operación n.º 9. — Se coloca entre puntos un cilindro de revolución (hueco si es posible a fin de evitar combaduras por el peso) de la longitud indicada; se fija un comparador sobre el carro; se regla el contrapunto de forma que el palpador nos dé las mismas lecturas en ambos extremos del cilindro, se palpa toda la longitud de la generatriz del cilindro, repitiendo la operación dando un giro de 180° al cilindro.

Se efectúa la misma operación invirtiendo la posición del cilindro (figura 818).

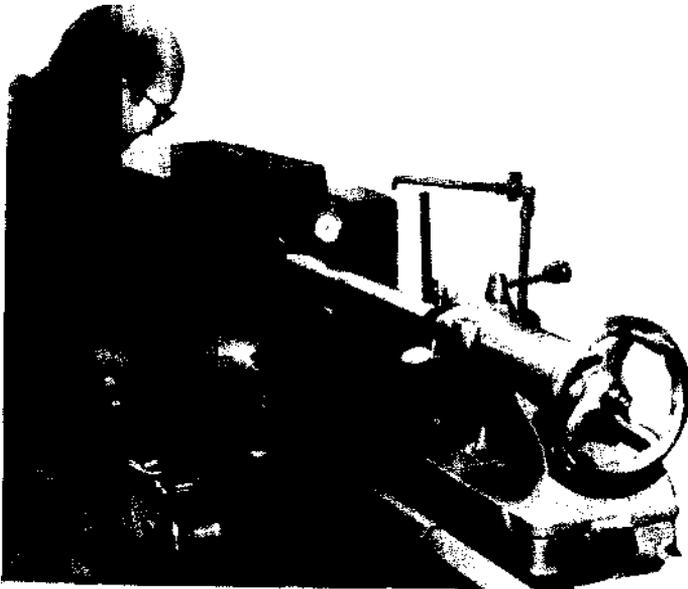


Figura 818. — Comprobación del paralelismo de las guías del carro a un plano vertical que pasa por la línea de puntos (operación 9).

Operación n.º 10. — Se fija un comparador sobre el carro, se palpa el extremo del punto con el palpador normal a la superficie de contacto y con el eje girando lentamente. Se gira el punto 180º en su alojamiento y se repite la operación. Por último, se efectúa la medida de las dos lecturas.

Operación n.º 11—Se fija un comparador sobre el carro y se palpa el cuello del eje que sirve de centraje para el plato.

Operación n.º 12. — Con el comparador fijo en el carro se palpa el flanco del centraje del plato.

Operaciones n.º 13 y 14. — Se sustituye el punto fijo por un punto especial que presente una cara perpendicular al eje del torno. Se aplica a este punto una presión constante para vencer posibles huelgos. Se fija un comparador sobre el carro, se palpa la nariz del punto y el flanco del eje.

Operaciones n.º 15 y 16. — Se monta en el cono del eje un torneador cilíndrico. Se fija sobre el carro un comparador. Se hace girar lentamente el eje y se palpa el torneador sucesivamente cerca de su enclavamiento y luego a una distancia A. P. Se repite cuatro veces la operación haciendo girar cada vez 90". Finalmente, se toma la lectura media.

Operaciones n.º 17 y 18. — Para comprobar estas dos operaciones, se hace girar antes el eje durante una hora a una velocidad media.

El eje ha de estar inmóvil. Se palpa el torneador cerca del enclavamiento y luego en el otro extremo se repite la operación, haciendo girar el mandril 180º en su alojamiento y se toma la medida de las lecturas.

Si bien la exactitud del trabajo realizado por la máquina ha de constituir el patrón por el que se juzgue su calidad, debe considerarse, sin embargo, la exactitud de fabricación de la máquina y la exactitud de mecanizado de las piezas que se cilindran. Esto quiere decir que durante el montaje de las distintas piezas y grupos, que se efectúa en condiciones de temperatura muy diferentes a las que reinan al estar la máquina en funcionamiento, ha de procurarse compensar estas inevitables divergencias, de manera que puedan lograrse después en la máquina acabada unas piezas que satisfagan las tolerancias más exigentes.

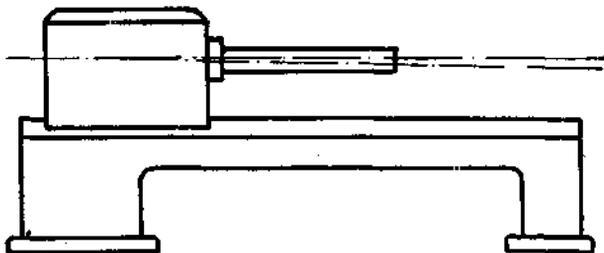


Figura 819. — «Subida» del cabezal fijo a consecuencia del calentamiento producido por la marcha.

Como uno de los ejemplos más instructivos a este respecto merece citarse la **subida** del cabezal fijo del torno, fenómeno que suele resultar bastante desagradable tanto para los constructores como para los usuarios. La temperatura del cabezal fijo se eleva tanto más cuanto mayor es la velocidad de rotación y más fuerte el consumo de energía. Por desgracia ni siquiera crecen uniformemente las paredes del cabezal, sino que el lado del cojinete principal se calienta al principio con más rapidez que el lado exterior, provocando esto la llamada **subida** del torneador montado en el cono del eje principal (figura 819).

Este hecho sólo puede contrarrestarse rebajando la parte delantera del cabezal hasta que al alcanzar la máquina en funcionamiento una temperatura de 60° el paralelismo del eje de trabajo del torno respecto a las guías de la bancada, no difiera en ningún caso de las tolerancias admisibles.-

Operaciones n.º 19 y 20. — Se fija sobre el carro un comparador apoyando el palpador sobre la parte exterior del vastago, se palpa toda la longitud del mismo

desplazado el carro. Esta operación se efectúa en los dos planos: horizontal y vertical.

Operaciones n.º 21 y 22.— Se monta un torneador cilíndrico en el cono del vástago de la longitud indicada. Se fija sobre el carro un comparador cuya punta se apoye sobre el torneador, se palpa el mandril en toda su longitud desplazando el carro y en un plano horizontal y vertical sucesivamente.

Operación n.º 23.— Para esta operación se hace girar el eje aproximadamente una hora. Se monta entre puntos un cilindro de precisión, se fija un comparador sobre el carro y se palpa la generatriz superior en los extremos del cilindro desplazando el carro.

Operación n.º 24.— Se monta en el cono del eje un torneador de longitud A. P. Se fija un comparador sobre el carro portaherramientas y se apoya la punta del comparador sobre la generatriz superior del torneador. Se palpa el torneador en toda su longitud desplazando el carro superior.

Operación n.º 25.— Se monta en el eje un plano cuya cara frontal sea perpendicular al eje de puntos. Se fija un comparador sobre el carro transversal apoyando la punta sobre la cara del plato. Se desplaza esta punta actuando sobre el carro transversal. Se repite la operación haciendo girar el eje 180°. Se toma la medida de las lecturas (820).

Operación n.º 26.— Se fija un comparador sobre el extremo de la bancada palpando la testa del husillo en su centro. Se hace girar el husillo patrón arrastrando el carro en un sentido. Se anotan las lecturas. Se repite la operación arrastrando el carro en sentido inverso.



Figura 820. — Comprobación de la perpendicularidad del desplazamiento del carro transversal a la línea entre puntos.

Operación n.º 27 y 28.— Se coloca el carro en el centro de la bancada, se embraga la tuerca partida, se coloca sobre la bancada un comparador. Se palpa desplazando los dos extremos del husillo y en su centro, primero en un plano horizontal y después en un plano vertical.

Operación n.º 29.— Se comprueba que el error de paso es inferior al tolerado en longitudes de 60 mm. y que el error total no sea superior a 0,03 sobre 300 mm.

Señalaremos que el mayor cuidado del fabricante se centra precisamente en aquellas piezas cuyo funcionamiento o calidad de acabado influye decisivamente en el funcionamiento, como son.

Bancada

De la precisión de esta importantísima pieza depende en realidad la

precisión final de la máquina. Por esta razón los constructores son tan exigentes en lograr una máxima calidad en esta pieza, es decir, una planitud perfecta en todos los sentidos, un grado de acabado también perfecto y una mayor duración posible de esta precisión inicial (templado de las guías).

Cremallera

La cremallera es el órgano que se encarga de transformar los movimientos de rotación en traslación, exigiéndose de ella un alto grado de uniformidad en la transmisión. Como durante el rodamiento se producen unos movimientos deslizantes relativamente grandes en los flancos de los dientes no sólo requiere una gran exactitud en la división y en la forma, sino también una bondad de superficies perfectamente determinada.

Husillo patrón

Naturalmente de la exactitud del husillo patrón dependerá la precisión que pueda obtenerse con toda clase de roscas. Los errores de paso van referidos siempre a una determinada longitud y son los que mayor importancia tienen en la práctica. Los errores en el curso del filete acusan con frecuencia una periodicidad evidente, por ejemplo, a cada vuelta del eje principal o de la barra de roscar. Hoy día se han desarrollado medios muy eficaces para la comprobación de los pasos de los husillos patrones.

Engranajes del cabezal.

Debe cuidarse mucho este punto sobre todo en los tornos que ruedan a velocidades muy elevadas. Ha de tenerse en cuenta que cuando un engranaje alcanza un determinado régimen de velocidad, si su acabado no es perfecto, es muy ruidoso, perjudicando la suavidad de la marcha y la lisura de los acabados. Deben lograrse unos engranajes con una precisión superior en :

- Ausencia total de conicidad en los agujeros del núcleo.
- Concentricidad absoluta entre este diámetro interior y los diámetros primitivos.

- Perfiles de las envolventes rectificadas con desviaciones no superiores a 0,005 mm.

INSTALACIÓN DEL TORNO PARALELO

La duración de la precisión de un torno y generalmente de todas las máquinas depende muy principalmente de la preparación o del estado del suelo. Ni la bancada ni ningún otro armazón pueden construirse con tal rigidez que les permita conservar su forma inicial con un emplazamiento deficiente.

A una máquina le ha de ser posible quedar inmovilizada, nivelada y orientada en el suelo cuando se instala.

La inmovilización puede llevarse a cabo de modos diversos, que dependen de la naturaleza del suelo y del peso de la máquina. Las vibraciones de una máquina en funcionamiento se transmiten por el suelo, los muros, etc. Las de baja frecuencia quedan amortiguadas por un bloque macizo y rígido del hormigón que sirve de base a la máquina. Las de alta frecuencia se absorben en dispositivos elásticos interpuestos entre el suelo y la máquina. La elección de un sistema u otro de fijación depende naturalmente del tipo de torno, si es pesado o ligero, rápido o lento, etc.

En general los constructores aconsejan fijarlos sobre cimentación de hormigón y así en los libros de instrucciones facilitan los detalles necesarios.

Podemos considerar tres etapas en la instalación de un torno.

- Preparación del suelo.
- Nivelación y anclaje.
- Puesta en marcha y pruebas.

PREPARACIÓN DEL SUELO

Para proceder a efectuar las operaciones de enclavamiento del torno debe observarse situarlo en un lugar del subsuelo compacto y libre de vibraciones.

Vea en la figura 821 la forma en que un constructor ilustra la preparación de los bloques de asentamiento para el torno. Se indican siempre

las dimensiones y distancias de la máquina y de los elementos de fijación, así como también el detalle de los elementos y el orden que debe seguirse.

Una vez preparados los bloques de mortero de hormigón en cuyo centro queda el hueco para el mortero de cemento, se coloca el torno sobre su lugar de emplazamiento (nivelación aproximadamente) con los tirantes colocados en los agujeros correspondientes. Se vierte entonces el mortero y se deja fraguar completamente sin tocar el torno y sin efectuar todavía ninguna operación de nivelado definitivo.

Una vez fraguado completamente el cemento, debe procederse a la nivelación para lo cual en el torno de la figura 821 se disponen de unos tornillos de cabeza cuadrada y mediante los cuales podemos elevar el torno según precisemos para una nivelación correcta.

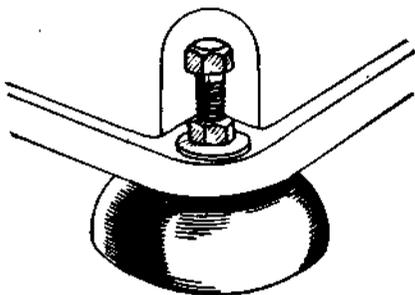


Figura 822. — Apoyo de una máquina mediante dispositivos elásticos.

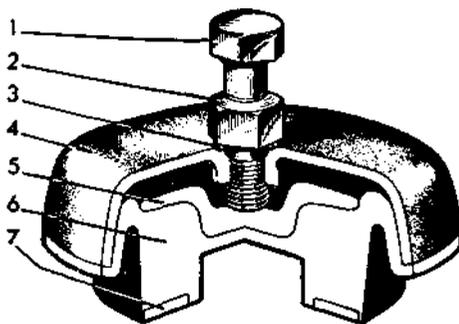


Figura 823. — Indicación de los elementos que componen un apoyo elástico. 1, Tornillo de nivelación. 2, Tuerca de fijación. 3, Arandela de fijación. 4, Campana metálica. 5, Base metálica de nivelación. 6, Goma sintética antivibratoria. 7, Plataforma metálica de apoyo.

Este método llamado de **fijación directa** al suelo puede tener dos variantes: Que se disponga de tornillos para la nivelación o que ésta tenga que efectuarse con cuñas (ver figuras 45 y 46, lección 2.^a). En este segundo caso para nivelar se introducen dos cuñas metálicas de muy poca pendiente (5%) en cada uno de los apoyos y junto a los pernos de anclaje y se van introduciendo según exija la nivelación (al irse introduciendo produce una elevación del apoyo).

Otro sistema de fijación de las máquinas es el de fijación sobre dispositivos elásticos.

Estos dispositivos destinados a absorber las vibraciones se intercalan entre la máquina y el suelo. Pueden ser de varios tipos: de resortes, hidráulicos, con bloques de goma, etc. Vea en la figura 822 uno de estos dispositivos y en la figura 823 los elementos de que consta.

Como es natural tienen sus ventajas y sus inconvenientes. Entre las primeras pueden contarse la de que con ellos la situación de una máquina se hace muy rápidamente, sin agujerear el suelo, puede siempre cambiarse de lugar con rapidez y eliminan ruidos; entre los inconvenientes está el que debido a que las máquinas están apoyadas sobre ellos no conservan durante la marcha la posición que tienen paradas, las detenciones bruscas, los cambios de posición de los centros de gravedad y otros esfuerzos provocan aplastamientos variables en los apoyos y éstas influyen muchas veces en el acabado de los trabajos.

NIVELACIÓN

La nivelación debe efectuarse con sumo cuidado, con niveles de precisión adecuada (0,02 mm. por metro), ya que la exactitud de funcionamiento garantizada por el fabricante no podrá alcanzarse nunca con una máquina mal nivelada, que acabará deformando la bancada.

Una vez se ha logrado tener la máquina completamente nivelada, se aprietan fuertemente las tuercas o tornillos, se comprueba de nuevo la nivelación de las superficies de referencia (bancada) que no debe resultar nunca deformada. Esta nivelación puede comprobarse al mes siguiente y después a los dos meses. Para obtener una prolongada exactitud debe comprobarse cada seis u ocho meses.

PUESTA EN MARCHA Y PRUEBAS

Al recibir un torno nuevo deben seguirse rigurosamente las indicaciones del fabricante en cuanto respecta a rodaje, conexiones, engrases, etc. Como regla general, se hace rodar la máquina en vacía durante unas cinco horas (período de rodaje), cubriendo durante este tiempo toda la gama de velocidades y empezando por las velocidades, pequeñas, se manipulan todos los mandos (embragues, cambios de velocidades, automáticos, freno, reglajes, etc.), para descubrir si hay alguna anomalía que entonces tiene fácil arreglo.

Se observarán los calentamientos que se producen; los husillos montados sobre cojinetes pueden alcanzar en la zona de éstos temperaturas

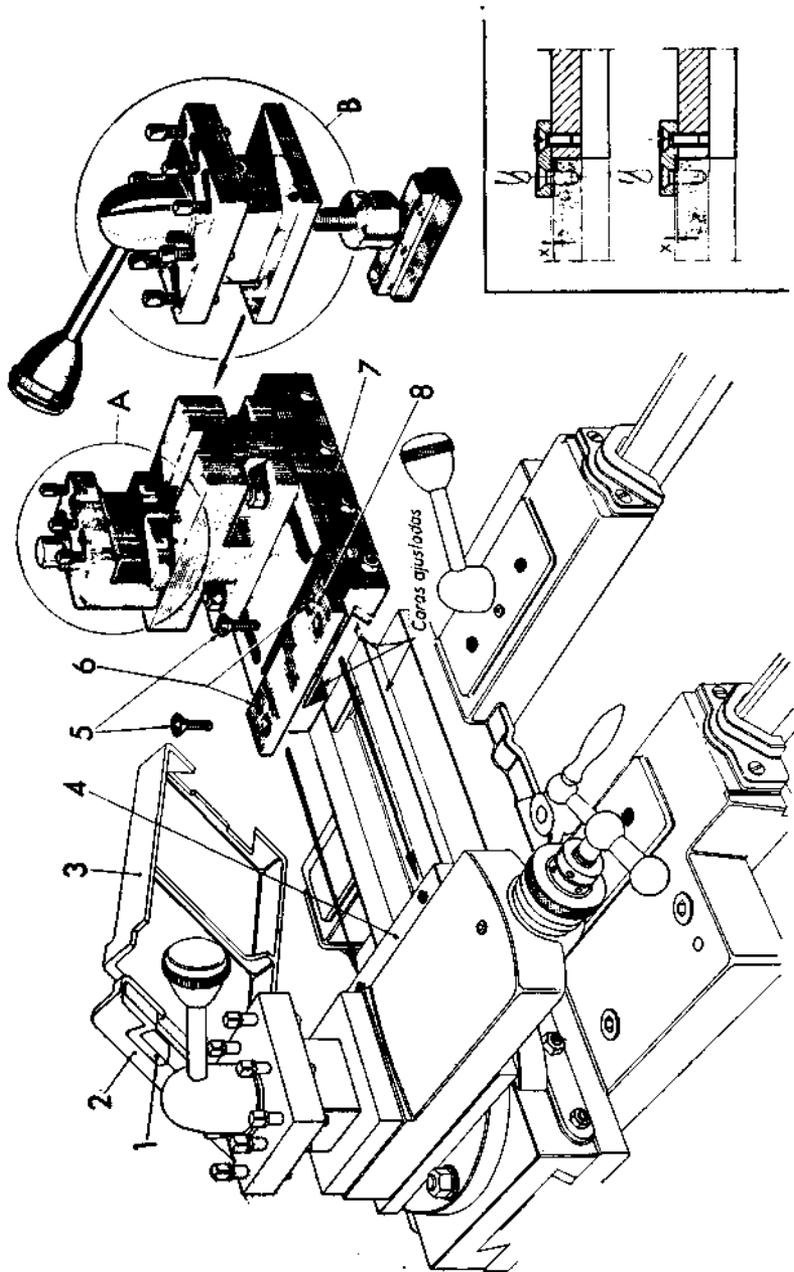


Figura 824. — Instrucciones para el acoplamiento de un accesorio especial.

de hasta 60° sin ningún peligro, apoyos axiales y deslizamientos, ruidos, correas, lubricación.

Una vez efectuadas todas estas pruebas, pueden comprobarse de nuevo algunos de los puntos previstos en el certificado de pruebas y ya puede disponerse de la máquina para la producción normal.

EQUIPO DEL TORNO : ACCESORIOS, REFRIGERACIÓN, ALUMBRADO

Por regla general, el fabricante envía juntamente con la máquina todo el equipo de accesorios normales que forman el equipo o dotación y algunas veces algún otro especial que pueda haberse solicitado. Debe comprobarse rápidamente si ha llegado completo y en condiciones. Para ello se consultará la relación que se incluye en los libros de instrucciones. Toda reclamación a que haya lugar debe hacerse con urgencia.

En cuanto a los posibles accesorios especiales, deben ir siempre acompañados de instrucciones completas sobre la forma de acoplarlos, si es que no vienen ya. La figura 824 muestra la forma en que deben recibirse las instrucciones.

Todos los tornos modernos llevan incluido un equipo de refrigeración. Es accionado generalmente por motor o correa independiente. La bomba trasiega el líquido desde el depósito, localizado en el interior del bastidor o zócalo hasta el grifo de salida situado al alcance del tornero. La conducción tiene lugar por canalizaciones articuladas o flexibles y debe ser posible su aplicación sobre toda la longitud de bancada del torno.

Entre los esfuerzos encaminados a facilitar el trabajo del operario y para prevenir en lo posible accidentes durante el trabajo, desempeña un papel importante un alumbrado adecuado y suficiente de la máquina.

El ideal es un alumbrado natural o artificial, que permita ver sin excesivo esfuerzo visual todo el campo de acción de la herramienta y de la pieza en una posición determinada. Un alumbrado, individual completa eventualmente el alumbrado general del taller. Para evitar los rayos luminosos que se reflejan en la pieza, la fuente de luz debe colocarse más baja que la vista del operario en un soporte regulable y a veces extensible, que pueda llevar la lámpara cómodamente a cualquier posición que haga falta.

Vea en la figura 825 un torno equipo con refrigeración y alumbrado.

PREPARACIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO. — POSICIÓN DEL TORNERO

El tornero ha de tener en un radio de acción relativamente pequeño

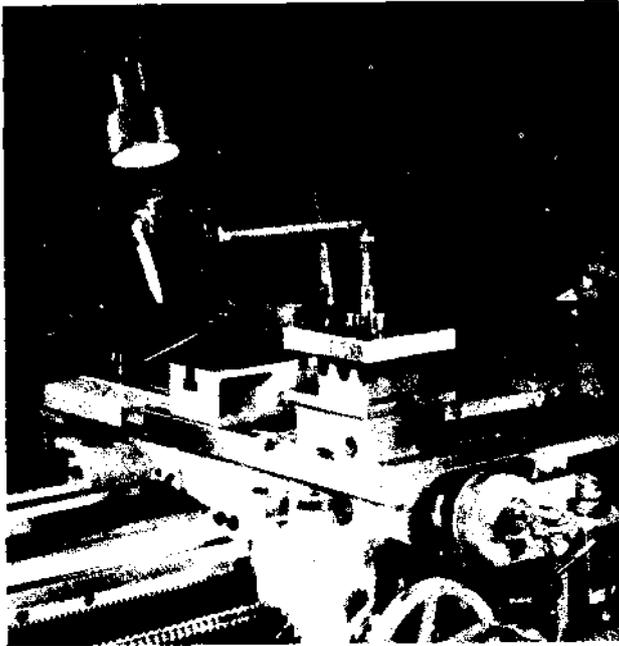


Figura 825. — Lámpara de máquina, protegida contra el agua de salpicadura y con tubo flexible ,en un torno unificado V. D. F.

(extensión del brazo), sin desplazamientos ni maniobras inútiles, todos o casi todos los elementos que precise su trabajo normal.

Una preparación y organización racional del puesto de trabajo le permitirá alcanzar mayores rendimientos en su trabajo con mucha menos fatiga.

En la figura 826 puede ver un puesto de trabajo normalizado en el cual para una posición determinada del tornero delante de la máquina en la que todos sus mandos quedan perfectamente a su alcance, los planos o fichas de trabajo son fácil y cómodamente visibles, las herramientas y accesorios normales están situados en un armario a 0,90 metros como máximo y las piezas con las cuales trabaja, situadas en dos mesitas pudiendo ser alcanzadas sin necesidad de una extensión total del brazo.

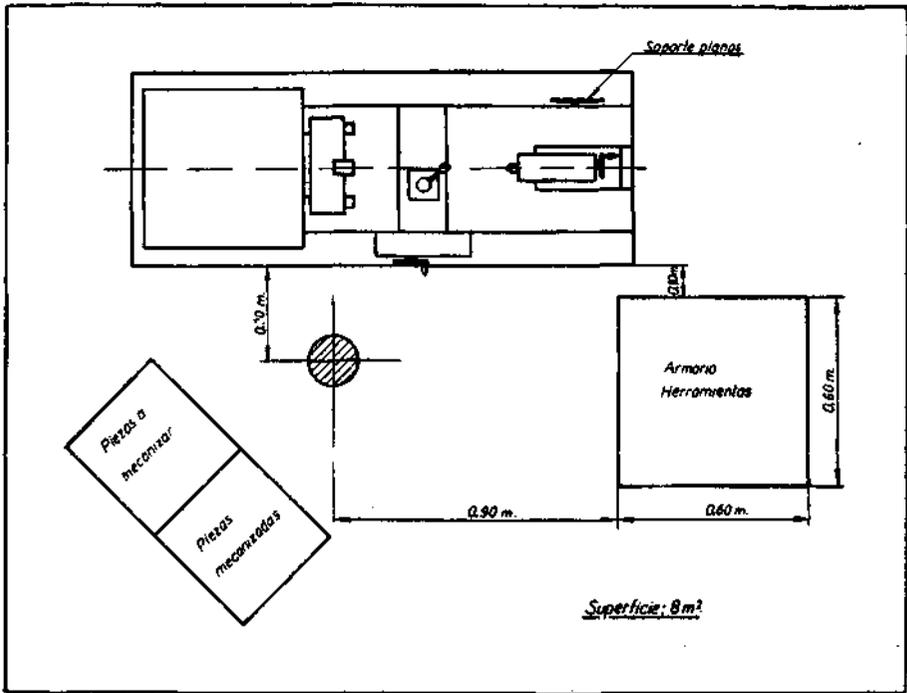


Figura 826. — Distribución de un puesto de trabajo.

CONSERVACIÓN DEL TORNO PARALELO: ENGRASE Y LIMPIEZA

Una buena conservación de un torno alarga considerablemente la vida de éste y también la posibilidad de poder efectuar trabajos de precisión durante un plazo de tiempo más largo. Debe prestarse especial atención al engrase de todos los puntos que lo requieran. Para ello bastará con seguir las recomendaciones del constructor para el empleo de los aceites adecuados y para la renovación del aceite de los depósitos cuando los haya.

Un capítulo muy importante de los libros de instrucciones está dedicado a este punto del engrase y, sin embargo, está comprobado que no siempre se les presta la atención debida, originando esta desatención el 75 por ciento de las averías que tienen lugar en las máquinas. La formación

de una responsabilidad en los operarios en cuanto al cuidado que deben prestar a las máquinas en las que desarrollan su trabajo, no solamente evita muchas pérdidas de tiempo por averías, sino que también mejora extraordinariamente el ambiente de trabajo.

El constructor indica siempre en sus instrucciones :

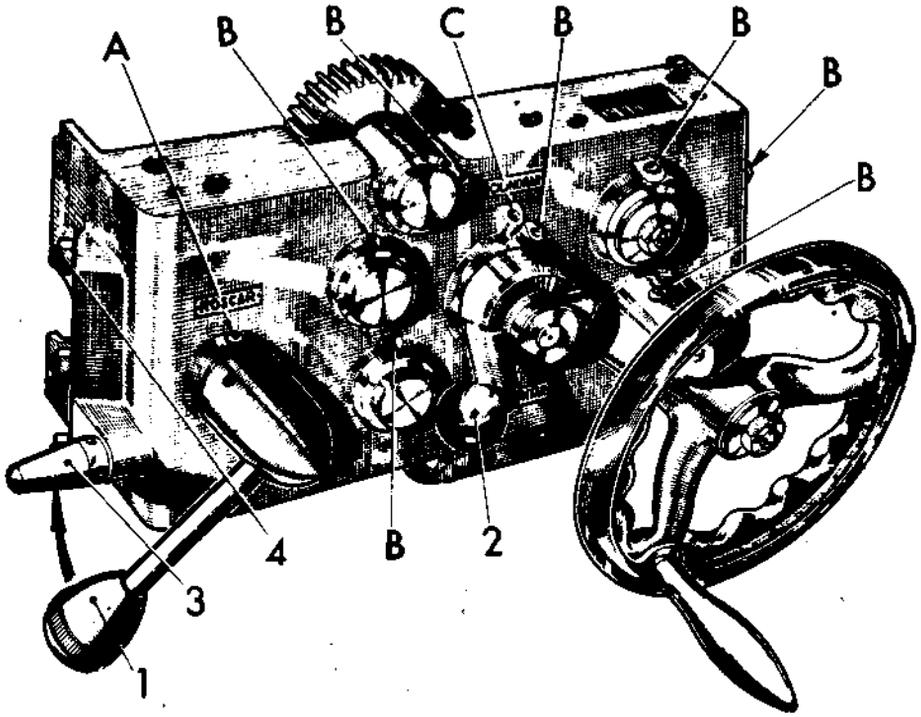


Figura 827. — Puntos de engrase de un conjunto tablero del carro y frecuencia. 1, Palanca de rosca. 2, Palanca de embrague. 3, Tope. 4, Tornillos de ajuste del mecanismo de rosca. C, una vez al día. B, dos veces al día. A, una vez por semana.

- Los puntos de engrase de cada parte de la máquina (fig. 827).
- La clase de aceite que requiere, incluso muchas veces con especificación de dos o tres marcas distintas de iguales características.
- Periodicidad con que deben efectuarse los engrases en cada punto.
- Capacidad de los depósitos de aceite.

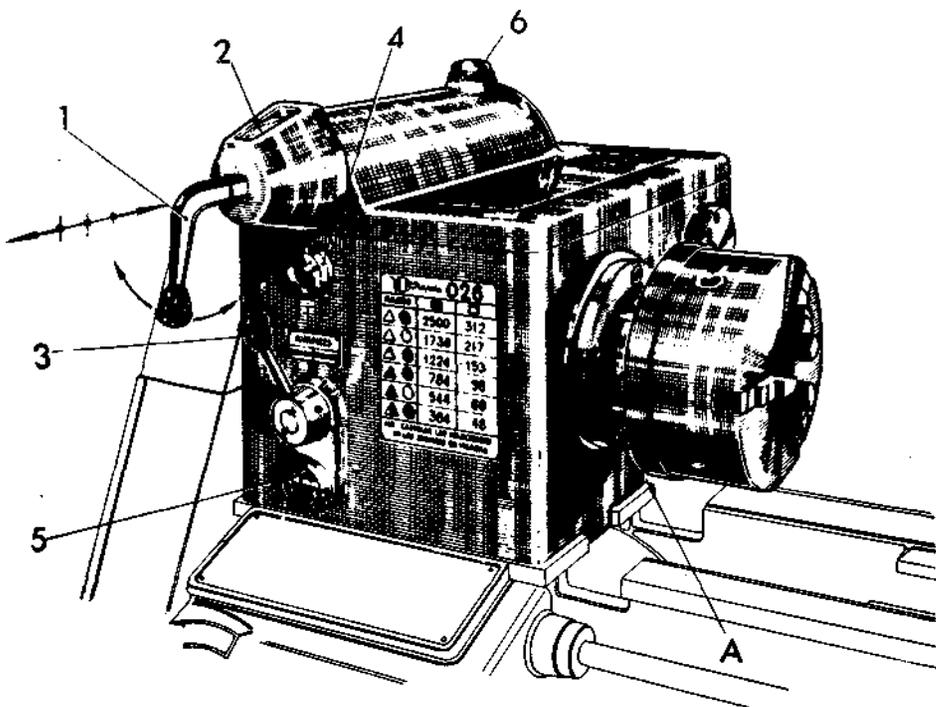


Figura 828. — Controles de nivel y circulación del aceite. 1, Palanca cambio velocidades. 2, Visor selección velocidades. 3, Palanca inversión avances. 4, Punto de control de circulación de aceite. 5, Nivel de aceite. 6, Orificio de llenado de aceite. A, Orificio de purga o vaciado.

- Períodos de renovación de aceites y forma de efectuarlo.
- Indicación de niveles y controles que permitan localizar cualquier avería en el sistema de engrase (fig. 828).

Otro punto también muy importante es la limpieza de la máquina; en particular las partes que rozan deben limpiarse con frecuencia después de las operaciones de desbaste y siempre antes de las operaciones de acabado, así como engrasarlas ligeramente después. Sobre todo deben protegerse las superficies de deslizamiento de toda clase de polvos abrasivos, cascarillas, etc.

OPERACIONES DE REGLAJE Y DESMONTADO

Reglar es verificar y corregir los juegos u holguras que se hayan podido apreciar entre dos o más superficies que estén en contacto. Ya vimos en el envío 17 la forma en que procedíamos al reglaje eventual del juego existente entre husillo y tuerca del carro transversal.

En realidad, estos reglajes afectan sobre todo a los órganos portapiezas y portaherramientas.

En cuanto a los órganos portapiezas, los juegos excesivos producen unos choques al ataque de la herramienta que hacen vibrar a la máquina, quedando la superficie mecanizada con unas facetas o marcas más o menos señaladas.

A este efecto, hay que proceder a veces al reglaje del juego del eje del cabezal; este reglaje se realiza siempre con la máquina parada y desconectada.

APRECIACIÓN DEL JUEGO RADIAL

Debemos asegurarnos, ante todo, de que el eje gira libremente con la mano. Se monta un comparador sobre la bancada y se palpa la superficie exterior cilíndrica del plato. Se ejerce una presión vertical de abajo a arriba sobre el plato y por medio de una palanca. Las oscilaciones de la aguja del comparador no deben sobrepasar del orden de 0,01 a 0,02 mm.

Este juego se suprime (fig. 829) aflojando la contratuerca 8 y apretando ligeramente la tuerca 7 para efectuar el debido reglaje, el cual deberá permitir al eje girar con suavidad, pero sin holgura; se verifica entonces el juego y se vuelve a fijar la contratuerca 8.

APRECIACIÓN DEL JUEGO AXIAL

Se procede como en el caso anterior, pero palpando sobre la cara frontal del plato. Las diferencias no deben ser superiores a 0,01 mm.

Se anula por el reglaje de un conjinete axial de bolas montado en el apoyo trasero o mediante los rodamientos de rodillos cónicos situados en el apoyo delantero del eje.

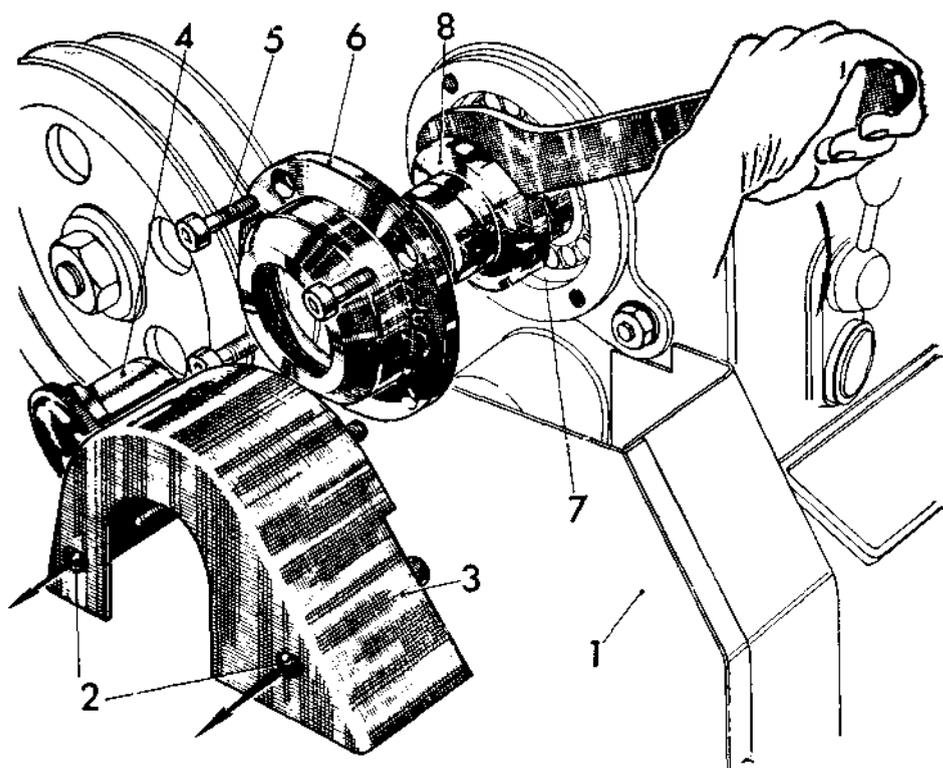


Figura 829. — Reglaje del juego radial. 1, Protección de las ruedas. 2, Parte de protección que se desmonta. 3, Parte tornillos de fijación. 4, Parte tapón del agujero del eje. 5, Tornillos fijación. 6, Tapa posterior. 7, Tuerca para reglaje. 8, Contratuerca.

REGLAJE DEL JUEGO DE LOS HUSILLOS DE LOS CARROS

En la figura 830 puede ver cómo se efectúa el reglaje de estos juegos en un torno modelo CUMBRE 022; la tuerca es partida y mediante unos tornillos (3) puede reducir la holgura producida. Debe evitarse aquí un apriete excesivo de los tornillos que originaría una dureza de desplazamiento y un desgaste prematuro del husillo y tuerca.

También los juegos de los carros pueden reducirse por medio de reglas de ajuste, las cuales se reglan también mediante tornillos.

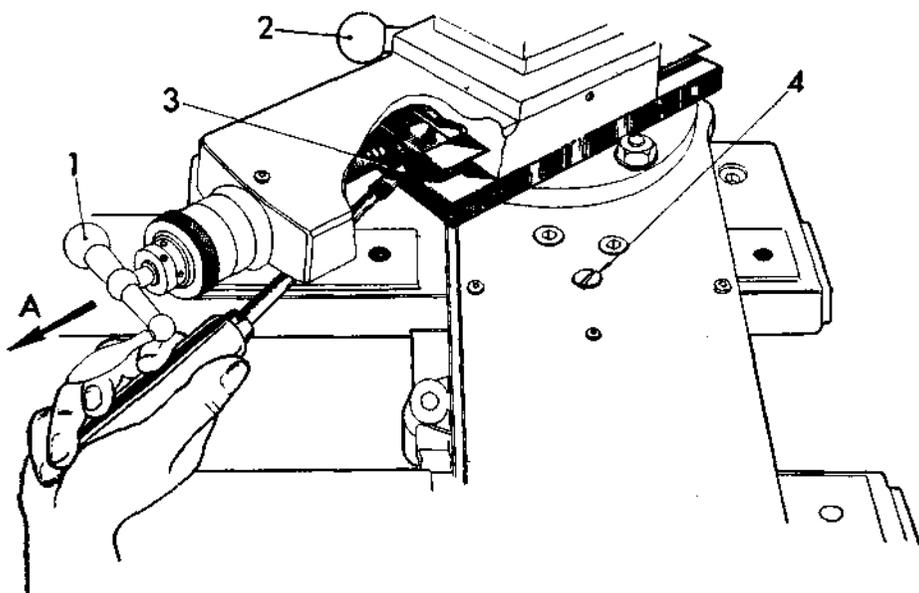


Figura 830. — Reglaje de los juegos husillo-tuerca del carro superior. 1, Mando carro superior. 2, Mando carro transversal. 3, Tornillos de reglaje de 1. 4. Tornillos de reglaje de 2.

DESMONTAJES DE PIEZAS

En los libros de instrucciones vienen también especificadas las operaciones de desmontado que deben efectuarse más frecuentemente, sobre todo si se ha de tomar alguna precaución especial, ya que como la totalidad de los mecanismos van encerrados no puede saberse siempre de qué forma o manera podría procederse al desmontaje. La figura 831 muestra las instrucciones de desmontaje de una tapa de cabezal de un modelo CUMBRE 026 en la que van adosados los mandos del cambio de velocidades.

PREPARACIÓN DEL TRABAJO

A lo largo del curso hemos estudiado los diversos trabajos que pueden

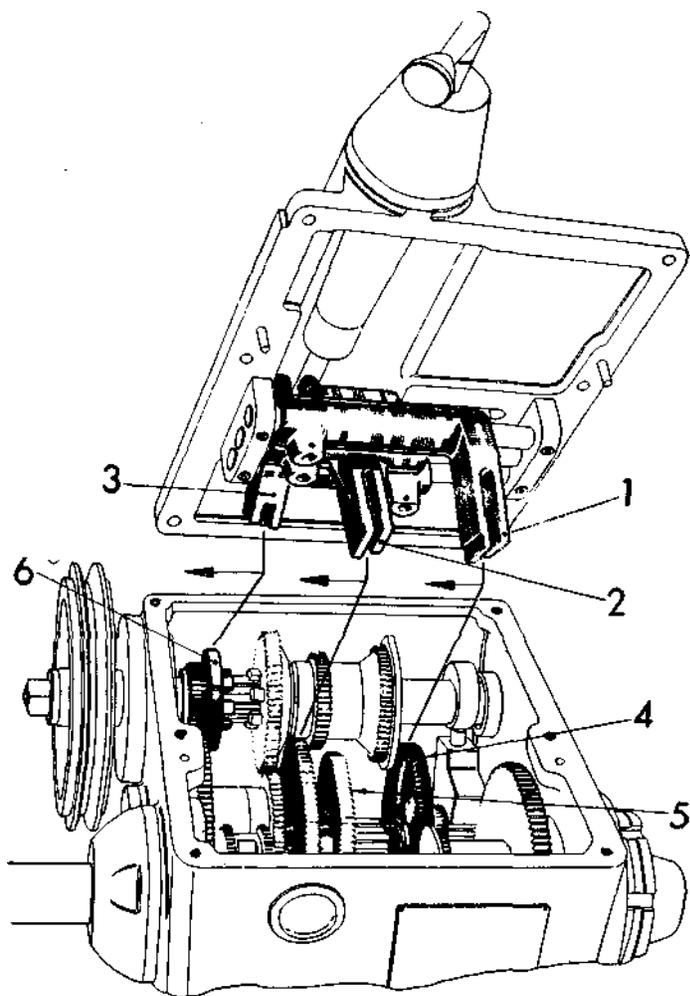


Figura 831. — Desmontaje de la tapa del cabezal de la figura 827. 1, Horquilla de mando. 2, Horquilla de mando. 3, Horquilla de mando. 4, Piñón deslizante correspondiente a 1. 5, Piñón deslizante correspondiente a 2. 6, Piñón deslizante correspondiente a 3. Las flechas indican que los mandos deben desplazarse a su posición extrema izquierda, antes del desmontado.

realizarse en el torno y la forma de hacerlos, pero siempre considerando la operación de torneado completamente desligada de las demás.

Sin embargo, en la práctica pocas veces sucede que un único operario con una sola máquina comience y acabe de una vez una pieza, salvo que esta pieza sea de gran simplicidad o se realice en una máquina automática o semiautomática especialmente preparada para ella.

El caso más frecuente es que para mecanizar una pieza o un conjunto mecánico han de efectuarse una serie de operaciones diferentes empleando distintos medios o máquinas. Surge entonces el problema de determinar qué operaciones y en qué orden de sucesión deben hacerse para la fabricación de la pieza o conjunto.

La determinación de las operaciones y el orden en que deben sucederse constituye la tarea llamada preparación del trabajo y también preparación técnica del trabajo o estudio de métodos. En las grandes empresas esta función es realizada por el personal técnico especializado en oficinas que dependen de las de ingeniería o de las de producción, según esté organizada la empresa y la disponibilidad de mandos capacitados. En talleres pequeños y medianos es frecuente que esta tarea sea realizada de una forma más o menos formal por los encargados y maestros de taller, por lo que consideramos que es interesante tener una idea u orientación sobre este tema.

La gran diversidad de piezas que son objeto de la fabricación mecánica con sus formas y características tan variadas hace que no sea fácil la tarea de preparar el trabajo y no sea posible dar una norma o fórmula simple para resolver cualquier caso que pueda presentarse. Se trata de una especialidad en la que los que la practican aprenden cada día una cosa nueva. Sin embargo, se han fijado unos datos que pueden servir de guía y base a los que tengan que comenzar a realizar esta clase de tareas e incluso pueden aclarar algunas ideas a quienes lo realizan de forma intuitiva, forzados por su posición profesional.

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ESTABLECIMIENTO DEL ORDEN DE OPERACIONES

El costo de mecanizado de las piezas puede reducirse si se efectúa un estudio completo y detallado del plano de ejecución de la pieza que se ha de mecanizar y se analiza el trabajo que se ha de realizar.

Así puede fijarse :

- Establecimiento del proceso de mecanizado con el orden de las operaciones sucesivas.
- Las máquinas a emplear, las herramientas, los dispositivos, las condiciones de corte, el material de control, etc.
- La categoría de los operarios que deben realizar cada fase.
- Los tiempos a emplear.

Estos datos se reúnen en los documentos llamados :

- Ciclo o proceso de mecanizado, que determina el proceso completo de fabricación de la pieza, el orden de las fases y la máquina en que deben realizarse.
- Ficha de fabricación; esta ficha se establece por separado para cada fase y en ella se detallan al máximo todas las características de la operación, como son : tipo de la fijación, condiciones de corte, dimensiones, superficies, tiempos, etc.

La redacción, pues, del proceso completo precisa :

- **Estudio del plano :**

Material.
Pieza en bruto.
Tratamiento térmico.
Dimensiones.
Tolerancias.
Especificaciones particulares.
Signos de mecanizado.

- **Análisis del trabajo a realizar:**

Superficies a mecanizar.
Elementos y superficies de referencia.
Asociación de superficies a mecanizar en la misma fijación.
Agrupación de operaciones en fases.

- **Establecimiento del proceso :**

- Ordenación de fases.

- Elección de superficies de partida.

- Condiciones de ejecución de cada fase.

- Máquinas, fijación, herramientas, control, operario.

CONSIDERACIONES PARA ESTABLECER EL ORDEN DE LAS OPERACIONES

El establecer o determinar el orden de las operaciones es ante todo un trabajo mental o de imaginación. Se parte de unos datos característicos de la pieza a mecanizar y de unos medios o posibilidades de trabajo de que se dispone. Combinando mentalmente éstos se establece el orden o ciclo de mecanizado. El seguir cierto método al pensar cómo combinar los datos, conducirá de una manera más rápida y segura a la obtención de un resultado.

La observación del plano o pieza de muestra, da una primera idea de las máquinas a emplear. Esta primera idea es consecuencia de la forma o detalles de la pieza. En efecto, se conocen las máquinas necesarias para lograr cada una de las formas; así por ejemplo, si hay en la pieza superficies de revolución exteriores sabemos que podemos conseguirlas en el torno; si hay superficies planas, pueden lograrse con la limadora, la fresadora o la cepilladora; un perfil de forma constante puede lograrse con la fresadora, etc. Si en la pieza hay partes roscadas, pueden roscarse a mano, en el torno, en la taladradora o en máquinas de roscar. Si hay agujeros de revolución, sabemos que podemos construirlos en taladradoras, tornos o mandrinadoras, etc. Así, para el trabajo de cada superficie de la pieza quedan determinadas unas posibilidades de máquinas a emplear.

Si a continuación se toman en consideración la magnitud de las dimensiones de la pieza y su precisión y el grado de acabado de las superficies, se obtendrá una limitación de las posibilidades. Por ejemplo: una superficie plana de grandes dimensiones deberá ser mecanizada en una planeadora no siendo útil en este caso la limadora o la fresadora. Una superficie en la que se exija un alto grado de acabado exigirá el empleo de una rectificadora, si se quiere lograr un buen resultado.

Un examen llevado al límite, permitirá incluso llegar a determinar la máquina ideal concreta para labrar cada superficie, pero en general no es necesario llegar a esto ya que en la mayor parte de los casos basta con formarse una sola idea del tipo de máquina a emplear.

El resultado de esta primera fase de la tarea debe compararse, con máquinas y medios de trabajo de que dispone el taller para el cual se prepara el orden de operaciones y de esta comparación, la lista de operaciones por medio de las cuales se puede lograr la pieza objeto del estudio. Así, por ejemplo, si la pieza presenta una superficie plana que puede lograrse en fresadora o en una limadora, pero en el taller no hay fresadora, quedará determinado que hay que hacer una operación de limadora. Otras consideraciones tales como el tamaño, el estado superficial, la precisión e incluso la existencia o no de utillajes y herramientas, pueden influir en esta determinación de las operaciones.

Ejemplo: Una superficie cilíndrica exterior de tolerancia muy precisa, motivará la inclusión de una fase de rectificadora; el tamaño de un tambor puede influir en el tipo de torno a emplear, etc.

Un preparador de trabajo experimentado determinará ya muchas de las operaciones intermedias que se habrán de hacer en el orden de operaciones final; por ejemplo, si se han de hacer operaciones de desbaste en algunas máquinas antes de proceder al acabado, si hay alguna fase de tratamiento de cobreado antes del cementado, etc.

Determinadas ya las operaciones que deben hacerse se pasa por último a ordenarlas sucesivamente tal como deben ser realizadas, redactando la lista o ciclo de operaciones.

Es aquí donde reside el verdadero trabajo y donde se debe considerar cada uno de los factores que intervienen en el trabajo. Al decidir cuál será la primera operación a realizar, cuál la segunda, la tercera, etc., se han de tener en cuenta una serie de condiciones que afectan al trabajo y que obligan a realizar una operación antes que otra o viceversa y la elección de una u otra máquina para su realización. Examinaremos brevemente algunas de estas circunstancias.

Es conveniente comenzar por el mecanizado de una cara o superficie de referencia. En algunos planos el proyectista ya la indica.

Al escoger la superficie de referencia se tendrá en cuenta la facilidad del apoyo, fijación o centraje de la pieza para las operaciones sucesivas, así como la facilidad de comprobación y toma de medidas con respecto a ella que ofrezca.

Las sucesivas operaciones según las necesidades de caras de referencia; así, por ejemplo, de dos torneados concéntricos, hacer primeramente el interior permite referenciar más fácilmente y de forma más precisa el torneado del exterior valiéndose de un torneador.

A veces convendrá efectuar un rectificado antes que otras operaciones

con objeto de que la superficie rectificada sirva de referencia para la mecanización de superficies.

Las operaciones de taladrado y mecanizado de agujeros deben hacerse después del acabado de las caras en que están situados y de aquellas con respecto a las cuales está referenciada su posición ya que el referenciar una cara con respecto a un agujero es muy difícil y en muchos casos imposible.

El grado de exactitud exigido es un factor de la mayor importancia para determinar la sucesión de operaciones.

Las superficies con alto grado de acabado y cotas precisas, exigen casi siempre la ejecución del trabajo en dos operaciones, una de desbaste y otra de acabado. El trabajo de desbaste es el que se cortan grandes cantidades de material, calienta las piezas y si efectuáramos entonces el acabado, al enfriarse falsearía las medidas. El acabado de dos o más superficies exactamente referenciadas entre sí (superficies asociadas), será conveniente hacerlo en la misma fijación. Las operaciones de tratamiento térmico que pueden afectar al acabado de las superficies y a la exactitud de las medidas se efectuarán antes del acabado.

También la exactitud que debe lograrse determinará en muchos casos la máquina en que se han de realizar el trabajo. Es corriente reservar en los talleres una ciertas máquinas para hacer los trabajos de precisión ; en tal caso se deberán separar las operaciones de desbaste y las de acabado, pues las operaciones de desbaste en las que las máquinas trabajan forzadas hacen ceder pronto su precisión a éstas.

La previsión de las operaciones de taladrar debe hacerse teniendo en cuenta las posibles desviaciones de las brocas al desembocar o interferir en otros taladros ya hechos.

Las operaciones deben preverse en un orden tal que cada una elimine los defectos que puedan haber producido las operaciones anteriores, tales como rebabas, deformaciones o marcas.

Debe evitarse, al mismo tiempo, la posibilidad de que al realizar una operación se estropee el trabajo realizado en operaciones anteriores. Las operaciones de rectificado y roscado por este motivo han de preverse como operaciones finales siempre que sea posible. En algunos casos, convendrá poner operaciones de repaso, tales como repasar roscas y quitar rebabas.

DOCUMENTACIÓN PARA MATERIALIZAR EL ORDEN DE LAS OPERACIONES

Para materializar el orden de operaciones se utilizan impresos especiales que dependen principalmente de la tarea y del sistema de organización

RAZON SOCIAL		CICLO DE FASES DE MECANIZADO					Nº 6 simbolo pieza 2-431		
Estudiado por <i>Pineda</i>		Denominación pieza <i>Quilla especial</i>					Fecha	Nº piezas/mes	Hoja nº 77
Nº 46		Material <i>Acero F.T</i> Tratamiento <i>80 ± 90%</i>					3/3/61	56	Nº hojas 1
FASE	Operación	CROQUIS Y DESCRIPCION GENERAL					UTILES DE TRABAJO Y VERIFICACION		TIEMPO PREVISTO PIEZA/PRE
10 SI	10	Partiendo de la barra de ϕ 19 mm, cortar fibra a longitud 44 mm.							
30 TP	19	<p>Se trabaja en las operaciones mecanizar y alisar.</p> <p>1. Fijado en plato universal: estructurar, regular, tablar y desguisar.</p> <p>2. - Fijado en plato universal con patas blancas de ϕ 8 mm de refinar y mandrinar y desguisar.</p>					<p>Plato universal</p> <p>herramienta alisadora</p> <p>herramienta mandrinadora calibre de ϕ 19,7 mm</p>		30/0.50
30 TT		Templar alcanzando una dureza de 80 a 90 Rc							
40 RI	25	Fijado pieza en plato universal con patas blancas. Rectificar interior para formar filete que...							
60 RP	39	Fijado pieza en plato universal. Rectificar a medida y desguisar.							
MODIFICACION.		Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	

Figura 832. — Impreso de ciclo o proceso de mecanizado.

de que se disponga y también de si el orden de operaciones será repetitivo, es decir, si debe guardarse o no para una nueva utilización posterior.

En la figura 832 puede ver un impreso de ciclo o proceso de mecanizado que se utilizaría para trabajos de serie.

En la parte superior se indican todas las especificaciones que atañen a la identificación de la pieza y al control del impreso.

En el resto del impreso el detalle es el siguiente :

- 1.^a Casilla. — Orden y nomenclatura de la fase: Indica el número de orden (10,20, 30, etc.) y la nomenclatura de la máquina en que se realiza (TP para torno, MA para mandrinadora, etc.). Se numeran las fases de 10 en 10, por la facilidad que representa la inclusión de fases intermedias para posibles cambios o modificaciones en el objeto (pieza) o en los medios (máquinas).
- 2.^a Casilla. — Sección a la que pertenece la máquina sobre la que se realiza el trabajo.
- 3.^a Casilla. — Croquis de la fase y breve explicación de la misma, indicando en términos generales, la fijación, las superficies de referencia, las superficies a mecanizar, las medidas y tolerancias, etc.; el cuadradillo facilita el dibujo.
- 4.^a Casilla. — Útiles y herramientas que se precisan, sobre todo si son especiales.
- 5.^a Casilla. — Tiempo total previsto para el mecanizado de la fase completa, con separación del tiempo que se precisa para la preparación de la máquina y el previsto a emplear por pieza.

Naturalmente estas instrucciones no serán suficientemente detalladas para el operario, el cual precisa que se le den con un máximo de detalles.

Se utiliza entonces el impreso llamado **Ficha de fabricación** (fig. 833) el cual se entrega al operario para que ejecute su tarea y su especificación es como sigue :

1. — Croquis detallando la fijación y el orden de las operaciones, exactamente en la forma y sucesión en que tienen lugar, con detalle de dimensiones, superficies de referencia, superficies a mecanizar y asociadas si las hay, tolerancias, grados de acabado, etc.

2. — Útiles y herramientas a emplear detallando nombre, símbolo si lo tiene y cantidad y calidad (acero rápido, widia, etc.).
3. — Detalle de los elementos de preparación: montar plato universal, estudiar ciclo o plano, selección de velocidades y avances, etc.
4. — Si definimos una fase como el cambio que se efectúa en una pieza en un determinado lugar de trabajo (TP, FR, etc.), tendremos que cada fase constará o puede constar de varias operaciones y éstas a su vez de varios elementos.

Aquí se anotará, pues, el número de la operación, que será el trabajo a efectuar indicado en el croquis y en el otro aparato el detalle de que conste cada operación :

- Montar pieza en plato universal.
- Refrentar justo limpiar.
- Cilindrar a 0 48.
- Taladrar a 0 18.
- Suavizar aristas.
- Desmontar pieza y verificar cada 3 piezas, etc.

5. — Condiciones de corte elegidas.
6. — Especificación y detalle de los tiempos concedidos o previstos.

TMP. — Tiempo empleado en las operaciones manuales que se efectúan con la máquina parada; montar pieza, etc.

TMT. — Tiempo empleado en las operaciones manuales que se efectúan durante la pasada; preparación de la próxima pieza, etc.

TM. — Tiempos de duración de las pasadas.

Tm. — Tiempos manuales que tienen lugar con la máquina en marcha, es decir, desplazamientos de carro, ajuste de las pasadas, etc.

Esta operación en tiempos parciales agrupados en diversos conceptos se hace porque cada uno de ellos puede venir incrementado por diferentes conceptos que pueden ser:

TMP. — Incremento por fatiga y necesidades personales y que será aproximadamente un 10 %, dependiendo naturalmente del peso y volumen de la pieza, etc.

TMT. — Puede considerarse como tiempo manual y está afectado de los mismos incrementos, pero se separa para poder deducirlo del tiempo de pasada durante el que tiene lugar.

TM. — Se incrementa como máximo con un 3 % para prevenir variaciones en el régimen de revoluciones por variaciones en la línea eléctrica, etc.

Tm. — Mismas consideraciones que para el TMP.

Creemos que con estas nociones y definiciones será suficiente **para** formarse una idea bastante concreta de cómo se hace la preparación técnica del trabajo.

