

## 1. INTRODUCCIÓN AL AUTOMÓVIL

### Definición del automóvil

Según la Ley Sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, automóvil es el vehículo a motor que sirve normalmente para el transporte de personas o de cosas, o de ambas a la vez, o para tracción de otros vehículos con aquel fin, excluyendo de esta definición los vehículos especiales.

La energía, para su desplazamiento (**fig. 1**), la proporciona el motor (**M**). Esta energía llega a las ruedas por medio del sistema de transmisión (**T**), que se complementa con otros para conseguir la seguridad activa en el vehículo.

El sistema de suspensión (**S**), que evita que las irregularidades del terreno se transmitan a la carrocería; el de dirección (**D**), para orientar la trayectoria del vehículo y el sistema de frenos (**F**), para detenerlo.

Otros componentes corresponden al sistema eléctrico y a los que integran la seguridad pasiva del automóvil, como es la propia carrocería, entre otros elementos.

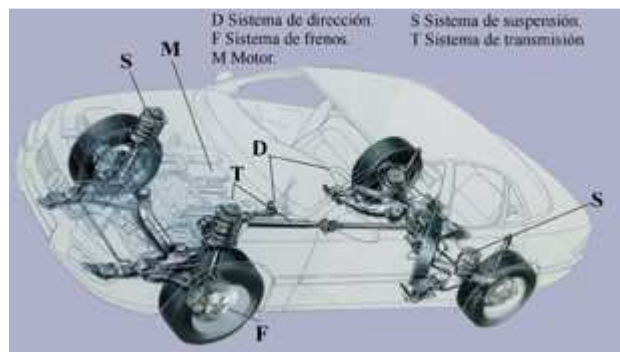


Fig. 1

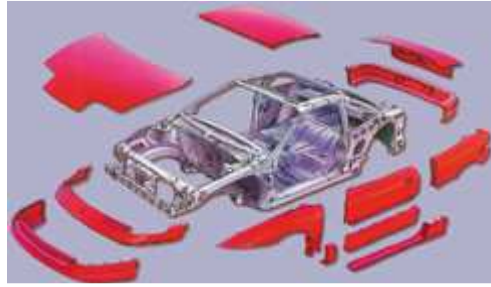
### Sistemas o conjuntos que forman el automóvil

Sin entrar en su composición y funcionamiento, enumeramos los distintos sistemas o conjuntos que forman el vehículo, su orden de colocación y misiones.

Podemos considerar dos partes esenciales en su formación: la carrocería y el chasis.

- **La carrocería**

Actualmente los turismos se fabrican con la carrocería como soporte o bastidor de los distintos conjuntos o sistemas que se acoplan en el vehículo, denominándose carrocería monocasco o autoportante (**fig. 2**).



*Fig. 2*

Estas carrocerías se construyen con una estructura resistente a los esfuerzos a que está sometida, y en función a las posibles deformaciones, en caso de accidente, atendiendo a la seguridad pasiva y a los conjuntos que soporta.

Excepcionalmente, en los turismos "todo terreno", la carrocería se monta sobre un bastidor formado por largueros y travesaños.

### **La cabina**

La cabina se proyecta dándole la máxima resistencia por medio de una estructura lo suficientemente reforzada y de estudio ergonómico que le permita al conductor una conducción cómoda, sin fatiga y segura, además de bien ambientada.

El montaje de la cabina puede ser avanzada de montaje fijo (**fig. 3**), o abatible (**fig. 4**), con el fin de tener fácil acceso a los elementos de control o reparaciones del motor, embrague o caja de cambios.



*Fig. 3*



*Fig. 4*

El abatimiento de la cabina es de fácil manejo; puesto que se realiza generalmente por un sistema hidráulico sin grandes esfuerzos.

Cuando se estudia la carrocería se busca un bajo coeficiente  $C_x$  aerodinámico, con la finalidad de reducir el consumo del combustible y mejorar la estabilidad; esta es la razón por la cual algunas cabinas en los camiones llevan colocados deflectores en la parte superior de ésta.

- **Caja de carga**

La caja de carga en los camiones depende de la aplicación o trabajo que vaya a realizar.

### **El chasis**

El chasis está formado por: el bastido y los sistemas o conjuntos que se acoplan al bastidor.

## El bastidor

El bastidor (**fig. 5**) lo forman los largueros (**L**) y los travesaños (**T**). La disposición, dimensiones y su forma dependen de la función o trabajo a que el vehículo esté destinado.



*Fig. 5*

El bastidor está sometido, durante el desarrollo del trabajo del vehículo, a grandes esfuerzos en todos los sentidos. Por lo tanto, su estructura y materiales así como los puntos de sujeción entre sus componentes, serán visados y entretenidos periódicamente, como medida preventiva a posibles indicios de roturas que son frecuentes en este conjunto.

## El motor

El motor (**fig. 6**) es el conjunto de elementos mecánicos que transforma la energía calorífica contenida en el combustible, gasolina o gasoil, en energía mecánica para obtener el desplazamiento del vehículo.

El motor para su funcionamiento dispone de los siguientes sistemas o subsistemas:

- Mecánicos. Órganos del motor.
- De distribución.
- De lubricación.
- De refrigeración.
- De alimentación.
- Eléctrico de encendido y arranque.



*Fig. 6*

## Sistemas que componen el motor

- **Sistema de distribución (fig. 7)**

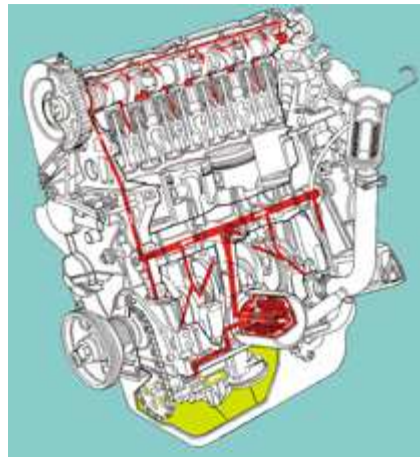
Su misión es la de regular la entrada y salida de los gases en los cilindros, para el llenado y vaciado de éstos, en el momento preciso.



*Fig. 7*

- **Sistema de lubricación (fig. 8)**

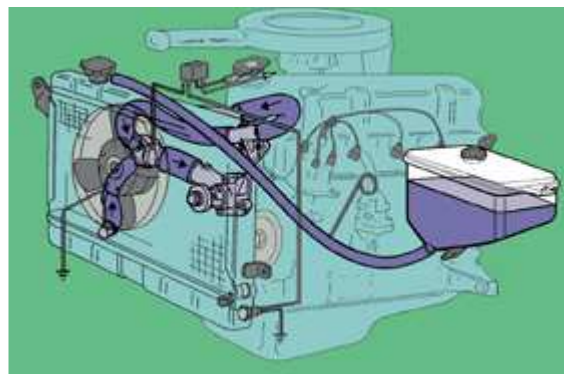
Su misión es reducir el desgaste, facilitar el movimiento relativo de las piezas del motor. refrigerar, en parte, estas piezas y mantener una presión de engrase máxima.



*Fig. 8*

- **Sistema de refrigeración (fig. 9)**

Su misión es la de mantener una temperatura que proporcione el máximo rendimiento del motor (aproximadamente 85° C).



*Fig. 9*

- **Sistema de alimentación**

Su misión es la de proporcionar el combustible y el aire necesario para su funcionamiento, en función de las necesidades de cada momento, en los motores de explosión y el gasoil en los motores diesel.

- **Sistema eléctrico**

El sistema eléctrico, por medio de sus correspondientes circuitos, tiene como misión, disponer de energía eléctrica suficiente y en todo momento a través de los circuitos que correspondan reglamentariamente de alumbrado y señalización, y de otros, que siendo optativos, colaboran en comodidad y seguridad:

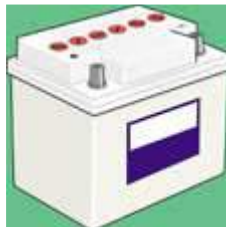
El sistema eléctrico lo componen los siguientes circuitos:

- La batería
- Circuito de carga de la batería.
- Circuito de encendido eléctrico del motor.
- Circuito de arranque del motor eléctrico.
- Circuito electrónico para la inyección de gasolina.
- Circuito para las bujías de caldeo. Motores diesel.
- Circuito de alumbrado, señalización, control y accesorios.

A continuación se da una idea, simple, de cada uno de estos circuitos.

#### **La batería**

La batería (**fig. 10**) como almacén de energía eléctrica permite el arranque, el encendido del motor, el alumbrado y el accionamiento de los distintos accesorios.



*Fig. 10*

La batería recibe energía eléctrica del generador (alternador), se transforma en energía química almacenada, y la suministra de nuevo en forma de energía eléctrica cuando se establece el circuito de cualquier servicio o consumo (receptores).

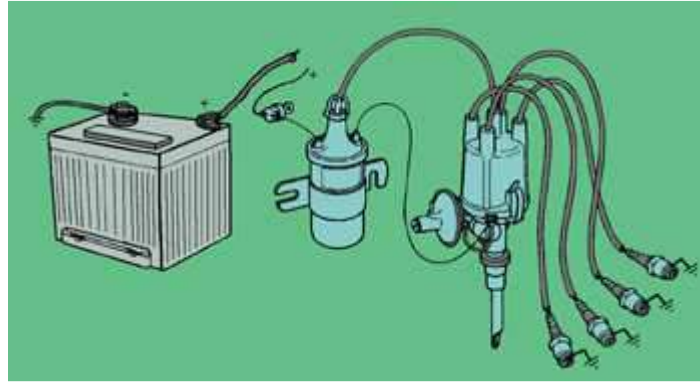
#### **Circuito de carga de la batería**

El circuito de carga tiene como misión generar la corriente eléctrica suficiente para alimentar los receptores o consumos que estén funcionando y mantener la batería cargada.

El alternador recibe energía mecánica y la transforma en energía eléctrica. Un regulador de tensión regula el voltaje a un valor constante, aunque varíen las revoluciones del motor.

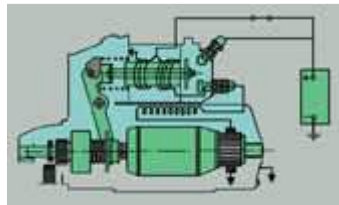
#### **Circuito de encendido eléctrico del motor**

La misión del encendido (**fig. 11**) en los motores de explosión es la de producir una chispa eléctrica de alta tensión en las bujías, en el momento oportuno, según un orden de explosiones.

*Fig. 11*

### **Circuito de arranque del motor eléctrico**

La misión del circuito de arranque (**fig. 12**) del motor eléctrico, es la de imprimirle al motor (explosión o combustión), un giro inicial para que pueda comenzar el ciclo de funcionamiento.

*Fig. 12*

### **Circuito electrónico para la inyección de gasolina**

Tiene como misión la de inyectar gasolina en la parte correspondiente del motor, según el sistema empleado de inyección, directa o indirecta, monopunto o multipunto, y según las condiciones y necesidades de cada momento.

### **Circuito de bujías de caldeo. Motores diesel**

Tiene como misión (**fig. 13**) en los motores de combustión o diesel, facilitar el arranque, calentando previamente el aire que llega a los cilindros.

*Fig. 13*

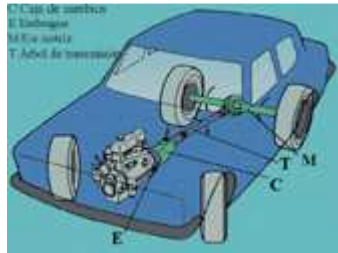
### **Circuito de alumbrado, señalización, control y accesorios**

Estos circuitos ponen en funcionamiento el sistema de alumbrado y señalización, de acuerdo con lo estipulado en la normativa.

Por otra parte, existen elementos eléctricos que colaboran en la seguridad considerablemente: espejos eléctricos, lava y limpia-parabrisas, luces optativas, testigo, aparatos de control y otros accesorios que indican el funcionamiento en cada momento del sistema correspondiente.

## Sistema de transmisión

Se entiende por el sistema de transmisión (**fig. 14**), el conjunto de elementos que transmiten la potencia desde la salida del motor hasta las ruedas.



*Fig. 14*

Todos estos elementos con misiones específicas, dentro del sistema de transmisión o cadena cinemática, son:

- El embrague (**E**).
- La caja de cambios (**C**).
- Árbol de transmisión (**T**).
- Eje motriz (par cónico diferencial) (**M**).

La colocación y número de estos elementos variará dependiendo de la situación del motor y del eje motriz.

En los turismos está muy generalizado la tracción delantera (motor y eje motriz delante), en los camiones y en algunos turismos la propulsión trasera (motor delantero o trasero y eje motriz trasero).

En la actualidad se emplea la propulsión total 4 x 4.

### • El embrague

El embrague (**fig. 15**) es el conjunto que, situado entre el motor y la caja de cambios, tiene como misión:

- Acoplar (embragar) o desacoplar (desembragar) el motor de la caja de cambios.
- En el arranque, asegurar una unión progresiva.
- Desacoplar temporalmente el motor de los elementos de la transmisión al cambiar de marcha.



*Fig. 15*



- **La caja de cambios**

La caja de cambios (**fig. 16**) es el conjunto que, situado entre el embrague y el eje motriz:

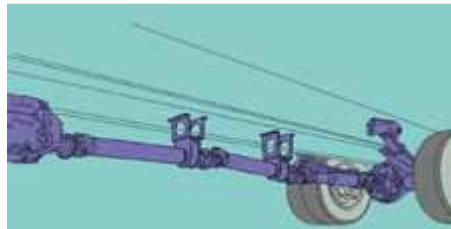
- Aprovecha al máximo la potencia del motor para vencer las variables resistencias del vehículo al desplazarse.
- Modifica la fuerza o la velocidad aplicada a las ruedas.

En la misma proporción en que aumenta la fuerza, disminuye la velocidad (lo que se gana en fuerza se pierde en velocidad y a la inversa).

- **El árbol de transmisión**

El árbol de transmisión (**fig. 17**) está situado entre la caja de cambios y el eje motriz. Tiene como misión transmitir el movimiento que sale de la caja de cambios hasta el eje motriz, transmitiéndolo a las ruedas.

No existe cuando forma un solo conjunto el motor, caja de cambios y eje motriz.



*Fig. 17*

- **El eje motriz (par cónico-diferencial)**

El eje motriz, también llamado puente motriz, puede estar situado en la:

- Parte delantera (vehículo de tracción delantera).
- Parte trasera del vehículo (vehículo de propulsión trasera).
- Parte delantera y trasera a la vez (vehículo de propulsión total - 4 x 4).  
Lleva en su interior dos mecanismos:
- El par cónico piñón-corona, que reduce la velocidad y que cambia el movimiento longitudinal en transversal.
- El diferencial, que permite al tomar una curva, que la rueda exterior lleve más velocidad que la interior. La diferencia de vueltas equivale a la diferencia de espacio de recorrido. Lo que pierde la rueda interior la gana la exterior.

## **Sistema de suspensión**

La misión de la suspensión (**fig. 18**), es la de impedir que las irregularidades del pavimento se transmita a la carrocería, aumentar el confort y sobre todo es un conjunto fundamental en la seguridad activa manteniendo bien apoyadas las ruedas sobre el pavimento.

Se acopla entre la carrocería o bastidor y los ejes de las ruedas.





## Sistema de dirección

La misión de la dirección es la de orientar las ruedas delanteras para dirigir el vehículo a voluntad del conductor y con el menor esfuerzo.

Para no tener que hacer grandes esfuerzos. además de la reducción conseguida en la caja de engranajes, cada día se utiliza más la dirección asistida.

## Sistema de frenado

La misión del sistema de frenos es la de obtener una fuerza que se oponga al desplazamiento del vehículo, reteniéndolo incluso hasta su total inmovilización y mantenerlo detenido, parado o estacionado si es voluntad del conductor.

## Ruedas y neumáticos

- La rueda

La rueda tiene como misión, al mismo tiempo, transmitir la potencia y asegurar la dirección posibilitando su desplazamiento, es decir; sobre la rueda actúa la transmisión, la dirección y los frenos.

Es el conjunto metálico (**fig. 19**) y está formado por:

- La llanta.
- El disco.



*Fig. 19*

La llanta es la parte donde se acopla la cubierta.

El disco es la parte central que se une al buje o al tambor.

- El neumático

Es la parte elástica (**fig. 20**).

- Está en contacto con el pavimento.
- Absorbe, aproximadamente, el 8% de las irregularidades del pavimento.

- Tiene la suficiente adherencia para poder transmitir la potencia del motor, el frenado y la dirección del vehículo.
- Tiene gran importancia en la estabilidad.
- Es un elemento fundamental en la seguridad activa.



*Fig. 20*

## 2. EL MOTOR

### Definición y clasificación de motores

Por motor se entiende toda máquina que transforma en trabajo cualquier tipo de energía.

El motor del automóvil empleado hoy puede decirse que transforma la energía química almacenada en un combustible, o la energía eléctrica almacenada, en unos acumuladores, en energía mecánica.

Los tipos de motores generalmente empleados en el automóvil, son motores térmicos de combustión interna:

- De explosión (utilizan gasolina).
- De combustión o diesel (utilizan gasoil).

También existe el motor eléctrico, que aprovecha la energía eléctrica almacenada en una batería de acumuladores.

- **Motores de combustión interna**

Pueden ser clasificados a su vez, según la forma de realizarse la combustión en:

#### **Motores de encendido provocados por una chispa**

Se caracteriza porque la combustión se realiza con la intervención de chispa. Se denominan motores de explosión.

#### **Motores de encendido por compresión**

Se caracteriza porque la combustión se realiza por autoencendido debido a las altas temperaturas alcanzadas por efecto de la presión. Se denominan motores de combustión o diesel.

Generalmente, los motores utilizados en los vehículos ligeros son de explosión y combustión. Los utilizados en vehículos pesados son de combustión, debido a su menor consumo y mayor duración.

Pueden ser de dos tipos: alternativos y rotativos. Los más utilizados son los alternativos y menos los motores rotativos (Wankel).

### Elementos de que consta el motor

Los elementos de que consta el motor son comunes a los dos tipos que existen: de explosión y de combustión. Actualmente existen pequeñas diferencias, al conseguirse grandes resistencias en los materiales y poco peso.

Estos elementos se pueden dividir en dos grandes grupos:

- Fijos.
- Móviles.

- **Elementos fijos por orden de importancia**

Son los que componen el armazón y la estructura externa del motor y cuya misión es alojar, sujetar y tapar los elementos del conjunto. Éstos son: el bloque de cilindros, culata, cárter y tapa de balancines.

**Bloque de cilindros**



Fig. 1

Es el elemento principal del motor. En él se pueden distinguir dos partes: los cilindros **(C)** y la bancada **(B)** o cárter superior **(fig. 1)**.

*Los cilindros*

Son unas oquedades cilíndricas donde se desplazará el pistón realizando un movimiento lineal alternativo entre sus dos posiciones extremas (P.M.S. punto muerto superior y P.M.I. punto muerto inferior).

Los cilindros pueden formar parte del mismo bloque o ser independiente de éstos. Además el bloque está diseñado para:

- Acoplar la bomba de refrigeración.
- Los conductos necesarios para la circulación de la refrigeración y engrase.
- Los apoyos del cigüeñal y el árbol de levas.
- Los acoplamiento del distribuidor de encendido, filtro de aceite y bomba de gasolina.

*La bancada o cárter superior (B), (fig. 2)*



Fig. 2

Es la parte inferior del bloque, destinada a contener y sujetar el cigüeñal.

Existen tres tipos de bloques según el montaje y sujeción de los cilindros. Estos son:

- Bloque integral **(fig. 3)**.

Lo forma una sola pieza, con cámaras para el líquido refrigerante. Los cilindros se obtienen en bruto, pasando después a realizarse una mecanización para conseguir un acabado perfecto. Con este sistema, el cilindro inicial fundido (hierro fundido) es de una medida menor que el cilindro final.

En el caso de un desgaste excesivo en las paredes de un cilindro, hay que rectificar todos a una medida superior y sustituir pistones, bulones y segmentos por otros de mayor diámetro para conseguir de nuevo un perfecto ajuste entre pistón y cilindro.

Fig. 3

o Bloque de camisas secas (**fig. 4**).

En este tipo de bloque, los cilindros van mecanizados igual que en el caso anterior, pero en su interior se alojan, a presión, otros cilindros (**C**) (acero especial), con las paredes más finas, denominadas camisas, que en este caso no están en contacto con el líquido del sistema de refrigeración, dificultando en parte la refrigeración del cilindro.

Su principal ventaja es que al producirse el desgaste de estas camisas se pueden colocar otras nuevas de la misma medida que las originales, con lo que se conserva el diámetro original de los pistones.

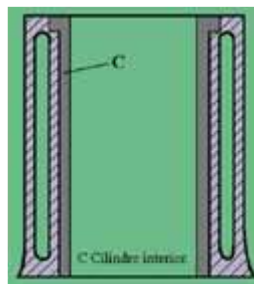


Fig. 4

o Bloque de camisas húmedas (**fig. 5**)

El bloque es totalmente hueco y las camisas (**C**), no se introducen a presión, sino que se apoyan sobre el bloque formando las cámaras de agua, estando en contacto directo las camisas con el agua. Este bloque es el que mejor refrigeración ofrece, teniendo como inconveniente la dificultad de permanecer ajustadas en su montaje las camisas.

La estanqueidad o ajuste se asegura con un anillo (**J**) de caucho sintético especial o cobre en la parte inferior, y otro en la parte superior. Su montaje no presenta dificultad. El uso de camisas hace que se puedan emplear aleaciones ligeras en la fabricación de los bloques, con lo que la disminución de peso es muy considerable.

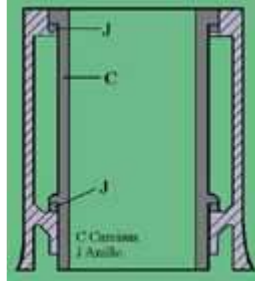


Fig. 5

## Culata

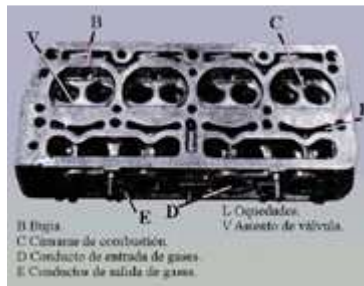


Fig. 6

Es la pieza (**fig. 6**) que va montada en la parte superior del bloque, que hace de tapa y cierra a los cilindros, formando la cámara de combustión.

En el interior de la culata hay unas oquedades (**L**) para que circule el líquido de refrigeración, que están comunicadas y enfrentadas con las cámaras de agua del bloque. 000

En la parte inferior de la culata, llevan unos huecos que forman las cámaras de combustión (**C**). Dentro de éstas, los taladros para alojar las válvulas y sus asientos, la bujía (**B**) o el inyector, en caso de un motor de inyección.

Lleva orificios para las guías de válvulas y para su fijación con el bloque a través de tornillos o espárragos. También tiene unos conductos (**D-E**) para la entrada y salida de gases, el montaje de los colectores (admisión y escape) y otras para el paso de aceite.

Según el tipo de motor de que se trate, existen culatas para motores de cuatro tiempos o para los de dos tiempos.

El material empleado para su fabricación es la fundición o aleación ligera de aluminio. Estas últimas son las más empleadas.

Se clasifican en:

- Culata para motor con válvulas laterales.
- Culata para motor con válvulas en cabeza y árbol de levas lateral.
- Culata para motor con válvulas y árboles de levas en cabeza.
- Culata para motores de dos tiempos.

○ Culata para motor con válvulas laterales (**fig.7**)

El bloque lleva los orificios donde se alojan las válvulas de admisión y escape. La culata constituye la tapadera de los cilindros, la cámara de compresión y los orificios para las bujías. Es barata y de fácil construcción. En la actualidad está en desuso.



Fig. 7

○ Culata para motor con válvulas en cabeza y árbol de levas lateral (**fig. 8**).

Lleva las cámaras de refrigeración (**C**), los orificios de admisión (**A**) y escape (**E**), orificios para las bujías, así como los practicados para el sistema de accionamiento de las válvulas (balancines y empujadores), y la cámara de combustión.



Fig. 8

○ Culata para motores con válvulas y árboles de levas en cabeza (**fig. 9**)

A los orificios citados en el tipo anterior ,hay que añadir los soportes (**S**) del árbol de levas con lo que su fabricación se complica y encarece notablemente. En la actualidad es el tipo más usado debido a que el mando de la distribución se simplifica mucho al agruparse todos los órganos en un espacio muy reducido y eliminarse los empujadores (varillas).





Fig. 9

- o Culata para motores de dos tiempos (fig. 10)

Las culatas para motores de dos tiempos (**C**) no llevan elementos de distribución, siendo aún más sencillas si la refrigeración es por aire.



Fig. 10

### Junta de culata (fig. 11)

El bloque se cierra por su parte superior con la CULATA, formando una cámara donde se desarrollará el ciclo de trabajo. Entre ambas superficies se coloca una junta de estanqueidad denominada JUNTA DE CULATA. Su misión es mantener la estanqueidad entre las superficies del bloque y la culata y evitar que los gases que provienen de la combustión entren en las cámaras de refrigeración. Además, en caso de deterioro de la junta, el líquido de refrigeración podría pasar al cárter inferior y el aceite a las conducciones de refrigeración, apareciendo aceite en el vaso de expansión. Se fabrica de un material grafitado y adaptable, que es resistente a las altas temperaturas y a las deformaciones.

La junta de culata lleva taladrados todos los orificios que llevan la culata y el bloque en sus caras de contacto.



Fig. 11

### Cárter inferior (fig. 12)

Su misión es la de proteger a los órganos mecánicos inferiores. Sirve de depósito para alojar el aceite del motor una vez que ha recorrido todo el circuito de lubricación y del que, a través de la bomba de engrase que va alojada en su interior, se vuelve a recoger para empezar de nuevo su recorrido.

En su interior se colocan uno o varios tabiques para evitar las variaciones bruscas de nivel y la polimerización del aceite (se espesa por su movimiento). A veces posee una serie de aletas en

la superficie exterior para aumentar la zona de refrigeración del aceite. En el punto más bajo se encuentra el tapón de vaciado.



Fig. 12

### **Tapa de balancines (fig. 13)**

Su misión es la de proteger los órganos de la distribución: árbol de levas, taqués y balancines (mecanismos de apertura de las válvulas), y a su vez evita que se salga el aceite que sirve para su lubricación. También lleva el tapón de llenado de aceite en la parte superior.

Va fijada a la culata mediante una junta que evita posibles fugas de aceite.

Se fabrica de chapa embutida.

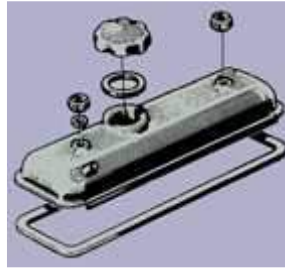


Fig. 13

## • **Elementos móviles**

Son los encargados de transformar la energía química del carburante en energía mecánica. Estos elementos son :

- **El pistón.**
- **Las bielas.**
- **El cigüeñal.**

### **Pistón (fig. 14)**

Es el elemento móvil que se desplaza en el interior del cilindro. Recibe directamente la fuerza de expansión de los gases durante la combustión, que le obliga a desplazarse con un movimiento lineal alternativo entre sus dos posiciones extremas (PMS - PMI).

*Misiones del pistón*

- Transmitir a la biela la fuerza producida en el interior del cilindro durante la expansión de los gases.
- Evitar fugas de gases así como el paso de aceite a la cámara de combustión.

- Conducir parte del calor producido en la combustión y transmitirlo a las paredes del cilindro para evacuarlo al sistema de refrigeración.

#### Descripción del pistón (fig. 14)

Tiene forma de vaso invertido y se pueden distinguir dos partes: cabeza (**C**) y falda (**F**). La cabeza lleva unas ranuras o gargantas (**R**) donde se alojarán los segmentos. El pistón tiene un diámetro ligeramente inferior al del cilindro. La cabeza puede ser plana o con formas especiales para conseguir en parte la turbulencia de aire, como ocurre en los motores diesel. La falda lleva un taladro pasante (**O**), cuya longitud corresponde al diámetro del pistón. En este taladro se introduce el bulón (**N**), que servirá para acoplar el pistón y la biela.

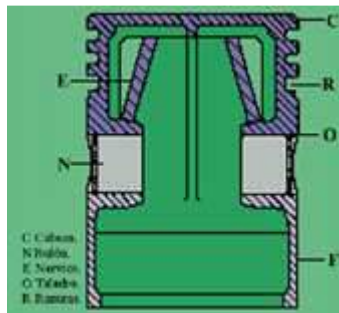


Fig. 14

#### Características del pistón

Debido a los esfuerzos que tiene que soportar un pistón (rozamientos laterales y temperaturas), los materiales empleados en su construcción deben reunir las siguientes características:

- Estructura robusta, sobre todo en las zonas de mayor esfuerzo, la cabeza y el bulón.
- Tener el menor peso posible y estar perfectamente equilibrados, para evitar el campaneo, golpeteos laterales y los esfuerzos de inercia.
- Resistente al desgaste, a las altas temperaturas y a los agentes oxidantes o corrosivos.
- Tener gran conductibilidad térmica.

Los pistones se fabrican con aleaciones ligeras. Pueden ser de fundición de hierro, aunque en la actualidad son poco utilizados, porque presentan el problema de una mayor dilatación con respecto a las paredes del cilindro y su mayor peso, que afecta a los esfuerzos de inercia.

Si estos pistones se montan ajustados, al calentarse se agarrotarían a las paredes y el motor se griparía; pero si se montan con mucha holgura, cabecearían en frío. Para evitar esto, se construyen los pistones con la falda de mayor diámetro que la cabeza y se practican en la falda dos ranuras, una horizontal (**H**) y otra vertical, en algunos tipos de pistones. (fig. 15).

La ranura horizontal limita la transmisión de calor de la cabeza a la falda. La vertical (**V**), hace que al dilatarse la falda, ésta no se roce con el cilindro.

Otro sistema de fabricar el pistón con la falda ligeramente ovalada y con el diámetro mayor perpendicular al eje del bulón, que es donde se produce el mayor esfuerzo. De esta forma al dilatarse se ajusta perfectamente por igual en toda la superficie del cilindro evitando el cabeceo del pistón.



Fig. 15

### Segmentos

Son unos anillos (**fig. 16**) de acero elástico situados en las ranuras de la cabeza del pistón. Tiene un corte para facilitar su montaje y una separación para su dilatación. Los segmentos tienen como misión:

- Hacer estanca la cámara de compresión.
- Transmitir el calor de la cabeza del pistón a la pared del cilindro.
- Evitar el paso de aceite a la cámara de combustión.

Si los segmentos no hicieran una perfecta estanqueidad, debido a un desgaste excesivo, se podría producir:

- Pérdida de potencia.
- Consumo excesivo de aceite.
- Formación de carbonilla en la cámara.
- Provocación de autoencendido, debido a la peor refrigeración de la cámara por la creación de carbonilla.

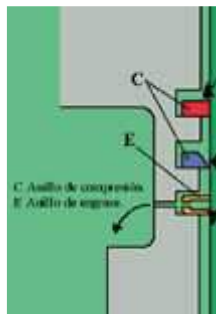


Fig. 16

Según la función que realizan, los segmentos se clasifican en:

- Segmentos de compresión.
- Segmentos de engrase.

- Segmentos de compresión (**fig. 17**). Situados en la parte alta de la cabeza del pistón, tienen como misión asegurar la estanqueidad en el cilindro. Por su posición son los más afectados por las temperaturas y presiones. El primero de ellos (el más cercano a la cabeza del pistón), recibe directamente

los efectos de la explosión. Se le conoce con el nombre de segmento de fuego (**F**). Los restantes están sometidos a condiciones de trabajo menos severas, son los segmentos (**E**) de estanqueidad (**fig. 18**).

El total de segmentos de compresión varía de 2 a 3, dependiendo su número de la relación de compresión del motor.

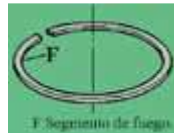


Fig. 17



Fig. 18

- o Segmentos de engrase (**fig. 19**). Situados debajo de los de compresión (**E**). Tiene la misión de recoger, durante el descenso del pistón, el exceso de aceite depositado en la pared del cilindro. A través de los taladros (**T**), que posee tanto el segmento de engrase como su alojamiento, el aceite es enviado hacia el interior del pistón, para lubricar el bulón; dicho aceite regresa al cárter inferior por gravedad. Este segmento también es conocido como "rascador" o de limpieza y siempre dejarán una pequeña película de aceite, entre el pistón y el cilindro.



Fig. 19

### Bulón

Es el elemento (B) que sirve de unión entre el pistón (P) y la biela (A) (fig. 20). Su estructura robusta le permite soportar los esfuerzos a los que está sometido el pistón. Tiene forma cilíndrica y vaciado interiormente. Se fabrican con acero tratado y rectificado.

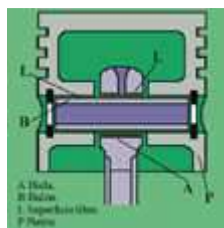


Fig. 20

### Biela

Es el elemento que sirve de unión entre el pistón (**E**) y el cigüeñal (**fig. 21**). Su misión es transformar el movimiento lineal del pistón en movimiento rotativo. Está sometida a grandes esfuerzos, tales como tracción, flexión y compresión. En ella se pueden distinguir tres partes: pie, cuerpo y cabeza.

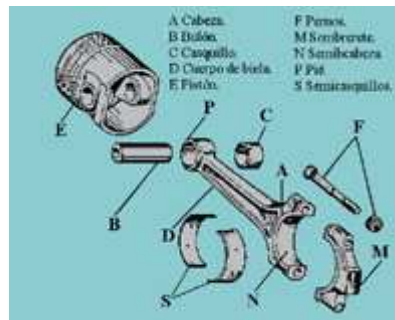


Fig. 21

### *Pie*

Es la parte más estrecha de la biela (**P**). Se une al pistón a través del bulón (**B**). Entre ambas piezas se coloca generalmente un casquillo antifricción (**C**). El pie tiene un movimiento oscilante.

### *Cuerpo*

Es la parte más larga de la biela (**D**), situada entre el pie y la cabeza. Es la zona sometida a los esfuerzos anteriormente citados. A veces posee un taladro pasante en toda su longitud para asegurar la lubricación del bulón, y su sección es en forma de (**H**) o doble (**T**).

### *Cabeza*

Es la parte más ancha (**A**) y se une al codo o muñequilla del cigüeñal. Entre ambas piezas se intercalan dos semicajinetes antifricción (**S**). Para facilitar el montaje en los codos del cigüeñal, la cabeza se divide en dos partes. Una parte llamada semicabeza (**N**), que va unida directamente a la biela, y la otra llamada sombrerete (**M**), siendo la parte desmontable que se unirá a la semicabeza a través de unos tornillos o pernos (**F**).

### *Golpeteo en las bielas (picado)*

Es un ruido metálico. Se parece al que se obtiene al mover enérgicamente una botella de cristal con perdigones.

Puede ser debido a:

- Que se apure demasiado el motor (alto número de revoluciones).
- Exceso de avance al encendido.
- Detonación.
- Autoencendido.

### *Biela fundida*

Se debe a una falta de lubricación en la cabeza de biela o apoyos del cigüeñal.

Aparece un golpeteo metálico y alarmante, debido a la fusión del metal antifricción de los semiscasquillos (**S**).

### Cigüeñal (fig. 22)

Es un eje denominado también árbol motor. Su misión es la de convertir el movimiento lineal del pistón (**P**), en movimiento giratorio, para transmitirlo posteriormente a las ruedas a través del sistema de transmisión. Es de acero especial y con las superficies de rozamiento pulidas.

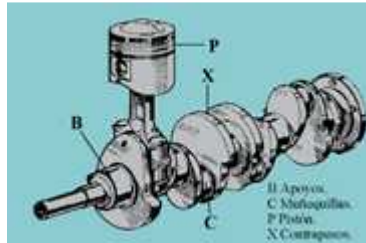


Fig. 22

### Apoyos

Son las partes que sirven de sujeción al cigüeñal en la bancada. Éstos estarán alineados respecto al eje de giro y su número será igual al número de cilindros del motor más uno (motor en línea). Un motor en cuatro cilindros en línea tiene generalmente un cigüeñal con cinco apoyos y se alojan en la bancada.

### Codos o muñequillas

Situados excéntricamente respecto al eje del cigüeñal. Son los lugares sobre los que se montan las cabezas de biela. En los motores en línea el número de codos será igual al número de cilindros. En los motores en "V" será igual a la mitad del número de cilindros, acortando la longitud del motor; en cada codo se montan dos bielas.

### Cojinetes o casquillos antifricción (fig. 23)

Se sitúan (**C**) entre las cabezas de biela y los codos (**N**) y entre los apoyos (**M**) y la bancada. Están formados por un material antifricción para evitar el desgaste por rozamiento en los lugares de articulación y de giro.

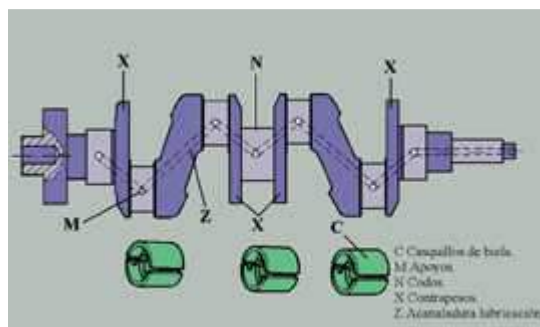


Fig. 23

### Contrapesos (fig. 22 y 23)

Son unas masas (**X**) perfectamente repartidas en relación con el eje de rotación, de forma que el cigüeñal siempre quede equilibrado evitando posibles vibraciones del motor.

Para la lubricación lleva unas canalizaciones (**Z**) que atraviesa toda la longitud del cigüeñal, con puntos de salida en codos (**M**) y apoyos (**N**). El cigüeñal, además, está encargado, en su extremo anterior, de accionar una serie de elementos y sistemas fundamentales:



- El árbol de levas del sistema de distribución.
- La bomba de agua del sistema de refrigeración.
- La bomba de la dirección asistida, si estuviera instalada.
- El depresor, si estuviera instalado.
- El alternador.
- El aire acondicionado, si estuviera instalado.
- El compresor, si estuviera instalado.
- El volante de inercia en su extremo posterior.

### ***Volante de inercia (fig. 24)***

La misión del volante es la de regularizar el funcionamiento del motor, almacenando la energía obtenida durante el tiempo de combustión y cediendo esta energía en los tiempos pasivos, manteniendo así la regularidad en el giro.

En un motor de cuatro tiempos, sólo existe un tiempo que produce trabajo (explosión) y tres tiempos resistentes, con lo cual el movimiento a transmitir no sería uniforme o regular.

Su forma es circular, pesada, unida mediante tornillos al cigüeñal y situada en un extremo del cigüeñal. Por su parte exterior, se monta una corona dentada para que engrane el piñón del motor de arranque. Por un lado se une al cigüeñal y por el otro, se acoplará el embrague.

Cuanto mayor número de cilindros tenga el motor, menor será el tamaño del volante, ya que las explosiones serán menos espaciadas y la torsión y rotación del cigüeñal será más perfecta.

El volante suele disponer de unas marcas o referencias que sirven para el reglaje de la distribución y el encendido.



*Fig. 24*

### ***Dámper o antivibrador***

Situado en el extremo opuesto al volante se encuentra el dámper o antivibrador, que se encarga de absorber las vibraciones y oscilaciones del cigüeñal. Su eficacia se nota, principalmente, cuando se trata de un motor con elevado número de cilindros, o con un cigüeñal excesivamente largo.

## **Tipos de motor según el número y la disposición de los cilindros**

El motor puede alojarse en la parte delantera del vehículo o en la parte trasera; puede ir colocado longitudinal o transversalmente al eje del vehículo.

La disposición relativa de los cilindros, puede ser:

- Motor de cilindros en línea.
- Motor de cilindros en "V".
- Motor de cilindros horizontales opuestos (boxer).

- **Motores de cilindros en línea (fig. 25)**

Los cilindros van colocados unos a continuación de los otros. El número de cilindros más utilizados son los de 4, 6 y 8 cilindros.

Los de cuatro cilindros son los más utilizados en los vehículos de serie.



*Fig. 25*

- **Motores de cilindros en "V" (fig. 26)**

Los cilindros forman dos bloques colocados en "V", compartiendo el mismo cigüeñal. El número de codos será igual a la mitad de los cilindros que tenga el motor. En cada uno de los codos del cigüeñal se articulan dos bielas. Son utilizados para acortar la longitud de los motores que tengan un número elevado de cilindros.



*Fig. 26*

- **Motores de cilindros opuestos o "boxer" (fig. 27)**

Los cilindros se colocan en sentido horizontal en bloques opuestos y son ruidosos, por ser refrigerados por aire generalmente. Con este montaje se reduce la altura del motor a costa de utilizar más espacio lateral.

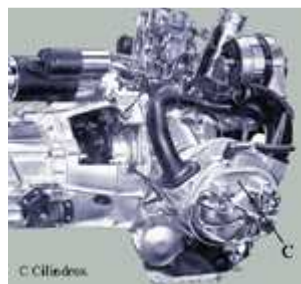


Fig. 27

## Orden de encendido de un motor

Es el orden en que salta la chispa en las bujías de cada cilindro, o la inyección en los motores diesel.

El orden de encendido en los motores se establece para que los esfuerzos que recibe el cigüeñal en cada explosión se repartan lo más distanciados posible y no se produzcan las explosiones seguidas, una cerca de la otra; consiguiéndose de esta manera una marcha más suave y regular del motor.

El orden de encendido más habitual, según el número de cilindros, se representan en el siguiente cuadro.

- Motores en línea**

### 4 Cilindros

ORDEN DE  
ENCENDIDO  
O COMBUSTIÓN

1 - 3 - 4 - 2

### 6 cilindros

ORDEN DE  
ENCENDIDO  
O COMBUSTIÓN

1 - 5 - 3 - 6 - 2 - 4

*o bien:*

1 - 4 - 2 - 6 - 3 - 5

- Motores en "V"**

### 6 cilindros

ORDEN DE ENCENDIDO  
O COMBUSTIÓN

1 - 3 - 6 - 5 - 4 - 2

### 8 cilindros

ORDEN DE ENCENDIDO  
O COMBUSTIÓN

1 - 5 - 4 - 8 - 6 - 3 - 7 - 2

- Motores de cilindros opuestos o "boxer"

4 cilindros

ORDEN DE ENCENDIDO  
O COMBUSTIÓN

1 - 4 - 3 - 2

## Mediciones y características de un motor

- Carrera (fig. 28)

Es la distancia existente entre la P.M.S. y el P.M.I. (**C**), en milímetros.

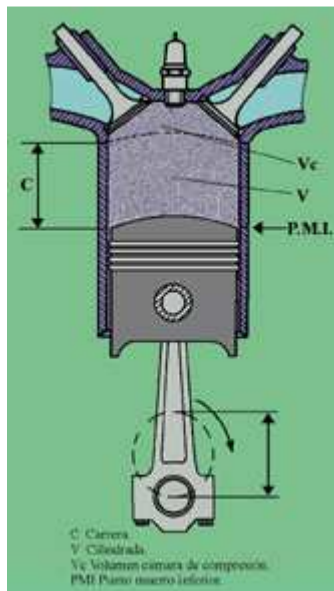


Fig. 28

- Calibre o diámetro (fig. 29)

Es el diámetro interior del cilindro (**D**). Este dato se expresa en milímetros.

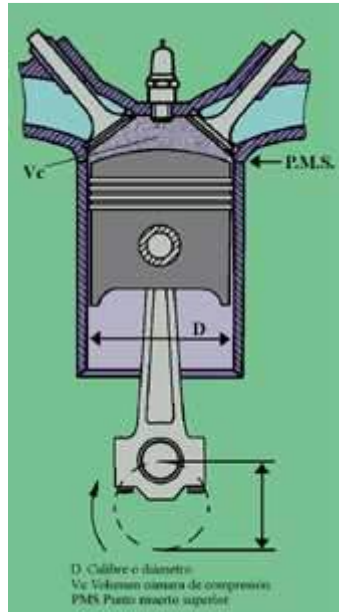


Fig. 29

- **Cilindrada**

Es el volumen existente entre el P.M.S. y el P.M.I.

Este dato (cilindrada o volumen) se expresa en centímetros cúbicos o en litros.

$$V = (\pi \times D^2 / 4) \times \text{carretera}$$

Esta es la cilindrada unitaria.

El dato obtenido corresponde al volumen de un cilindro. Multiplicando este volumen por el total de cilindros, se obtiene la cilindrada del motor.

- **Relación de compresión (fig. 28)**

Es la relación existente entre el volumen que ocupan los gases antes de ser comprimidos (volumen del cilindro más el volumen de la cámara de compresión) y el volumen que ocupan los gases una vez comprimidos (volumen de la cámara de compresión).

$$Rc = (V + vc) / vc$$

La relación de compresión en los motores de explosión suele ser entre 7-11 a 1, y en los diesel de 18-24 a 1 aproximadamente, siendo el doble en algunos motores diesel con respecto a los de explosión.

- **Potencia**

Es el trabajo que produce un motor en la unidad de tiempo. La potencia se mide en caballos de vapor (C.V) o en kilovatios y esta depende de:

- La cilindrada.
- La relación de compresión.
- El número de revoluciones del motor, hasta un límite.

- El llenado de los cilindros o relación volumétrica.

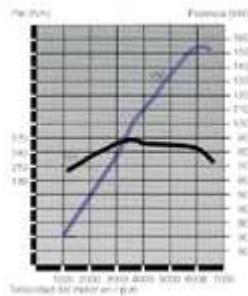
Aunque todos estos factores influyen o determinan la potencia de un motor, el que más influye de ellos es el número de revoluciones, hasta alcanzar las revoluciones de máxima potencia.

- **Par motor**

Es la fuerza que se aplica en la biela y ésta sobre el codo del cigüeñal. El par motor aumenta; hasta alcanzar su máximo valor a la mitad de las revoluciones, aproximadamente que da la máxima potencia. A partir de este punto, si las revoluciones siguen aumentando, el par motor disminuiría por disminuir el llenado de los cilindros.

El grado de llenado de los cilindros varía según el número de revoluciones del motor. Así el llenado de cilindros empieza a disminuir cuando se supera la mitad de las revoluciones máximas del motor, debido al poco tiempo de apertura de las válvulas. El mejor llenado de cilindros se consigue aproximadamente a la mitad de las revoluciones que da la máxima potencia, consiguiéndose el máximo par motor.

En la **fig. 30** se representa la curva de potencia y la del par motor en función de las revoluciones por minuto.



*Fig. 30*

- **Relación carrera-calibre**

Según la relación existente entre la carrera y el calibre, los motores pueden ser:

- Motores cuadrados: la carrera y el calibre son iguales.
- Motores alargados: la carrera es mayor que el calibre.
- Motores supercuadrados o "chatos": la carrera es menor que el calibre.

- **Relación volumétrica**

Es la relación entre el volumen de llenado del cilindro en un momento determinado (volumen real de gases que han entrado en el cilindro en el tiempo de admisión) V1 y el volumen teórico total cuando el pistón está en el P.M.I. (V2).

$$R_v = V_1 / V_2$$

Se expresa en tanto por ciento.

### 3. EL MOTOR DE EXPLOSIÓN

#### El motor de cuatro tiempos

- **Introducción**

El motor de cuatro tiempos es un motor que transforma la energía química de un combustible en energía calorífica, que a su vez proporciona la energía mecánica necesaria para mover el vehículo. Esta transformación se realiza en el interior del cilindro, quemando el combustible debidamente dosificado y preparado. Estos motores reciben el nombre de motores de combustión.

Para conseguir esta transformación de la energía, se deben realizar cuatro operaciones distintas y de forma escalonada.

Cada una de estas operaciones se realiza en una carrera del pistón (desplazamiento desde el P.M.S. al P.M.I.) llamado tiempo y como son cuatro tiempos los necesarios para realizar el ciclo completo, el cigüeñal dará dos vueltas completas, pues téngase en cuenta que cada carrera corresponde a media vuelta en el cigüeñal (180° de giro).

- **Ciclo teórico -motor de explosión-**

Para estudiar el ciclo teórico, lo haremos atendiendo a los siguientes puntos:

- Desplazamiento o recorrido del pistón.
- Posición de las válvulas.
- Finalidad del tiempo.
- Aperturas y cierres de las válvulas que se realizan en los puntos muertos de este ciclo.

El ciclo teórico se realiza en cuatro tiempos: admisión, compresión, explosión y escape.

**Primer tiempo: admisión (fig. 1)**

El pistón desciende desde el P.M.S. al P.M.I. La válvula de admisión se mantiene abierta y la de escape cerrada.

Se crea en el cilindro un vacío o aspiración, que permite que se llene de mezcla de aire y gasolina en forma de gas.

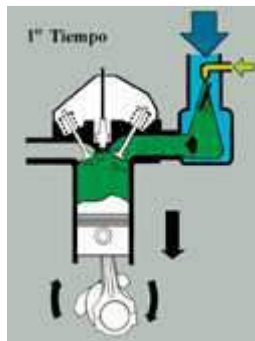


Fig. 1



**Segundo tiempo: compresión (fig. 72)**

El pistón asciende del P.M.I. al P.M.S. Las dos válvulas están cerradas.

Los gases se comprimen hasta dejar reducido su volumen al de la cámara de compresión, adquiriendo una presión y una temperatura ideal para producir la explosión.

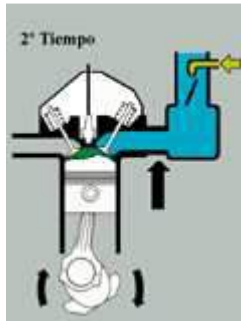


Fig. 2

**Tercer tiempo: explosión (fig. 3)**

Salta una chispa en la bujía, se inflaman los gases y aparece un considerable aumento de presión, recibiendo el pistón un gran esfuerzo que le hace descender enérgicamente desde el P.M.S. al P.M.I.

Las válvulas, durante este tiempo, se han mantenido cerradas.

A este tiempo se le llama tiempo motor o de trabajo, pues en él se consigue la fuerza que realmente moverá al vehículo.

En el momento de quemarse, la presión de los gases alcanza y supera los 45 Kg/cm<sup>2</sup>. La temperatura de estos gases puede superar los 950° C.

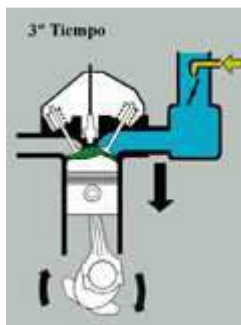


Fig. 3

**Cuarto tiempo: escape (fig. 4)**

El pistón asciende desde el P.M.I. al P.M.S.

La válvula de escape se abre y la admisión se mantiene cerrada.

Durante este tiempo se produce la expulsión de los gases quemados en la explosión, dejando libre el cilindro para la admisión de una nueva cantidad de mezcla.

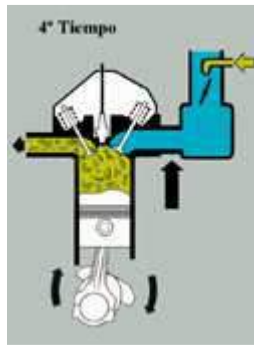


Fig. 4

- **Ciclo práctico**

El ciclo de cuatro tiempos descrito anteriormente, llamado teórico, en la práctica no se realiza exactamente como se ha indicado, en cuanto a los momentos de apertura y cierre de las válvulas, existiendo en la realidad un desfase con respecto a los momentos en que el pistón alcanza los puntos muertos. Con este desfase se consigue no solamente un mejor llenado del cilindro y mejor vaciado de los gases quemados, sino que se mejora la potencia y el rendimiento del motor.

El ciclo del motor de cuatro tiempos, en el que la apertura y cierre de las válvulas no coincide con los puntos muertos del pistón, se denomina "Ciclo Práctico" o reglado.

Vamos a ver en qué momento se abren y cierran, en el ciclo práctico, las válvulas de admisión y escape en relación con el momento en que el pistón se encuentra en sus puntos muertos.

**Válvula de admisión (fig.5)**

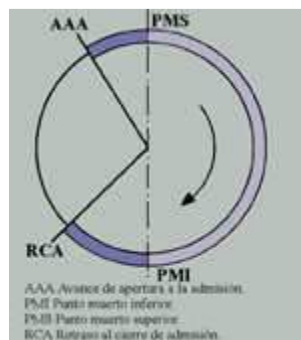


Fig. 5

En el ciclo teórico se abría en el momento en que el pistón iniciaba, durante el primer tiempo, su descenso desde el P.M.S. al P.M.I.

En el práctico, lo hace un momento antes de alcanzar el P.M.S; existe pues un avance de apertura a la admisión (A.A.A) para aprovechar la inercia que tienen los gases en el colector de admisión y que son aspirados en el cilindro más próximo y que se lanzarán hacia el cilindro interesado.

En cuanto a su cierre, ocurre lo contrario; se retrasa. El cierre se produce cuando el pistón ya ha iniciado la compresión (segundo tiempo); pasado el P.M.I. existe un retraso al cierre de la admisión (R.C.A). Con ello se consigue aumentar el llenado, aprovechando la inercia de los gases.

**Válvula de escape (fig. 6)**

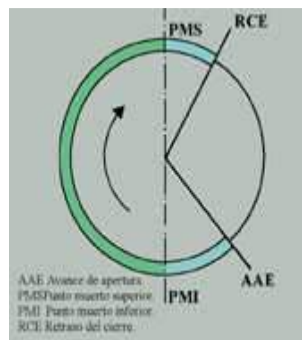


Fig. 6

Los desfases de su apertura y cierre, con respecto a los puntos muertos del pistón, son aproximadamente iguales que en las válvulas de admisión.

La apertura de la válvula de escape se produce un momento antes de alcanzar el pistón el P.M.I. después de la explosión, (tercer tiempo); por lo que existe un avance a su apertura (A.A.E). Se consigue obtener más rápidamente el equilibrio entre presiones exterior e interior del cilindro.

Evita las contra-presiones en la subida del pistón.

El cierre se produce un momento después de pasar el pistón por el P.M.S, ya iniciada la admisión (primer tiempo) del ciclo siguiente. Existe pues un retraso en su cierre (R.C.E). Se consigue eliminar completamente los gases quemados, aprovechando así mismo la inercia de los gases en su salida.

**ruce de válvulas o solapo (fig. 7)**



Fig. 7

Como la válvula de admisión se abre antes y la de escape se cierra después del P.M.S. debido al A.A.A y al R.C.E, resulta que ambas válvulas están abiertas a la vez durante un cierto tiempo o giro cigüeñal, llamado CRUCE DE VÁLVULA O SOLAPO.

Los gases quemados a su salida por el conducto de escape y debido a la inercia que llevan, ayudan a entrar a los gases frescos y no se mezclarán debido a que las densidades de los gases frescos y la de los gases quemados son diferentes.

Un motor revolucionado tendrá más ángulo de solapo que otro menos revolucionado.

### **Momento de inflamación de la mezcla (A.E)**

También existe un avance al encendido (A.E) o a la inyección en los diesel. Esta cota de avance al encendido, indica los grados que le faltan al volante en su giro, para que el pistón llegue al P.M.S y salte la chispa en la bujía teniendo en cuenta la duración de la combustión. La combustión se realiza de una forma progresiva, ya que la mezcla arde por capas en los motores de explosión y por otra parte, existe un retardo a la ignición de la combustión en los motores Diesel. El valor de este ángulo, dependerá de las revoluciones de cada motor y en cada momento. Estos ángulos de reglaje son fijados por el fabricante para conseguir el máximo rendimiento.

Estos desfases en la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape, en relación con los puntos muertos del pistón, se conocen con el nombre de "Cotas de Reglaje", que son fijadas por los fabricantes para cada tipo de motor.

En la **fig. 7**, se representa el diagrama de distribución con cotas de reglaje.

### **Motor de dos tiempos (fig. 8)**

En los motores de dos tiempos, el ciclo completo se realiza en dos carreras del pistón, correspondientes a una vuelta del cigüeñal.

El motor dispone generalmente de lumbreras, aunque puede tener válvulas.

Estos motores carecen de sistema de distribución.

El engrase se realiza por mezcla de gasolina y aceite en la proporción de un cinco por ciento, aproximadamente.

La refrigeración es por aire sobre todo en los motores de pequeña cilindrada, aunque también la puede ser por líquido.

Los principales inconvenientes de estos motores son:

- Menos rendimiento térmico. Menos potencia en igualdad de cilindrada.
- Lubricación y refrigeración irregular.
- Más ruidos.
- Más posibilidad de gripaje.
- Mayor consumo específico.
- Fácil creación de carbonilla.

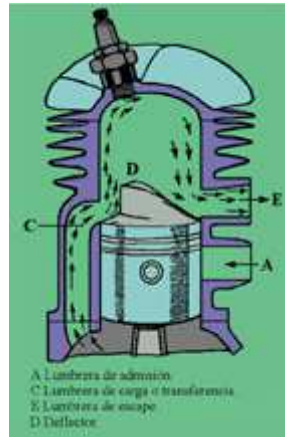


Fig. 8

### Motor rotativo Wankel (fig 9)

En la actualidad todos los motores rotativos que se emplean en los automóviles son del tipo Wankel, nombre de su inventor alemán.

La gran ventaja que tiene el motor rotativo es que sus piezas no tienen movimientos alternativos, sino que giran. Tiene menos peso, menos piezas móviles y es más compacto.

No lleva sistema de distribución, la admisión y el escape de gases se consigue tapando y destapando lumbreras.

El sistema de refrigeración es por líquido, activado por una bomba. El sistema de lubricación es por mezcla, al igual que el motor de dos tiempos.

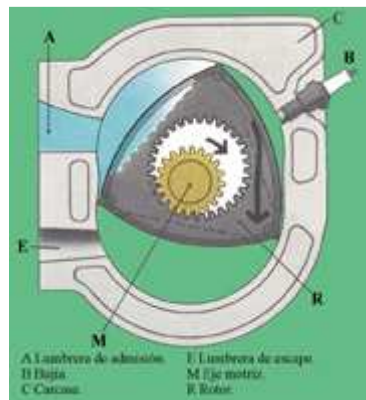


Fig. 9

## 4. EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

### Introducción

El sistema de distribución es el conjunto de elementos que regulan la apertura y cierre de válvulas en el momento oportuno y a su vez la entrada de la mezcla, (gases frescos) y la salida de los gases residuales de los cilindros, en el momento adecuado después de producirse la explosión.



Fig. 1

Del momento en el cual se realice la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape, así será el correcto funcionamiento del motor (avance y retraso a la apertura y cierre de las válvulas correspondientes).

### Diferentes tipos de cámaras de compresión

Las cámaras de compresión se clasifican por su forma geométrica. La forma de las cámaras de compresión es fundamental en el rendimiento y en la potencia del motor.

La forma de la cámara viene impuesta por la disposición y tamaño, tanto de las bujías como de las válvulas.



Fig. 2

A continuación se representa algunos tipos de cámara de compresión más utilizadas.

- **Cámara cilíndrica (fig. 1)**

Es muy utilizada, por su sencillez en el diseño, y el buen funcionamiento producido por la proximidad de la chispa al punto de máximo aprovechamiento. Son económicas.

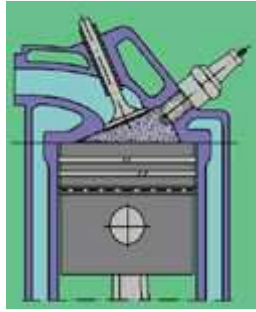


Fig. 3

- **Cámara de bañera (fig. 2) y en cuña (fig. 3)**

Se fabrican generalmente con válvulas en la culata y la bujía se sitúa lateralmente. Tienen la ventaja de que el recorrido de la chispa es muy corto y reduce el exceso de turbulencia del gas. Produce, a la entrada de los gases, un soplado sobre la cabeza del émbolo que reduce el picado de bielas.

- **Cámara hemisférica (fig. 4)**

Por su simetría, acorta la distancia que debe recorrer la llama desde la bujía hasta la cabeza del pistón, consiguiéndose una buena combustión.

Es la más próxima a la forma ideal.

Permite montar válvulas de grandes dimensiones así como, un mejor llenado de los cilindros.



Fig. 4

## Elementos del sistema de distribución

Los elementos principales de la distribución son: árbol de levas, engranaje de mando, y las válvulas con sus muelles.

Se clasifican, de acuerdo con su función en:

- Elementos interiores
  - Válvula de admisión
  - Válvulas de escape
- Elementos de exteriores
  - Árbol de levas.
  - Elementos de mando.



- Taqués.
- Balancines

- **Elementos interiores**

Estos elementos son las válvulas de admisión y las válvulas de escape.

**Válvulas**

Son las encargadas de abrir o cerrar los orificios de entrada de mezcla o salida de gases quemados en los cilindros.

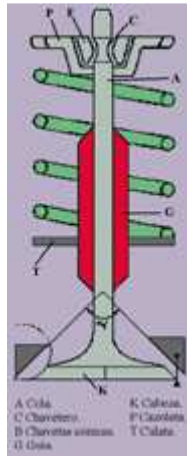


Fig. 5

En cada válvula (**fig. 5**), se distinguen dos partes: cabeza (**K**) y cola (**A**). La cabeza, que tiene forma de seta, es la que actúa como verdadera válvula, pues es la que cierra o abre los orificios de admisión o escape. La cola o vástago, (prolongación de la cabeza) es la que, deslizándose dentro de una guía (**G**), recibirá en su extremo opuesto a la cabeza el impulso para abrir la válvula.

Las válvulas se refrigeran por la guías, principalmente, y por la cabeza.

Las válvulas que más se deterioran son las de escape, debido a las altas temperaturas que tienen que soportar 1000° C.

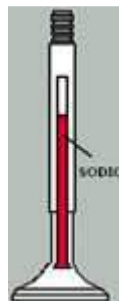


Fig. 6

Algunas válvulas, sobre todo las de escape, se refrigeran interiormente con sodio (**fig. 6**).

Debe tener una buena resistencia a la fatiga y al desgaste (choques).

Debe presentar igualmente una buena conductividad térmica (el calor dilata las válvulas) y buenas propiedades de deslizamiento.

La cabeza o tulipa de admisión es de mayor diámetro que la de escape, para facilitar el llenado.

### Muelles (fig. 7 y fig. 8)

Las válvulas se mantienen cerradas sobre sus asientos por la acción de un resorte (muelle) (R).

Los muelles deben tener la suficiente fuerza y elasticidad para evitar rebotes y mantener el contacto con los elementos de mando.

- Debe asegurar la misión de la válvula y mantenerla plana sobre su asiento.
- El número de muelles puede ser simple o doble.

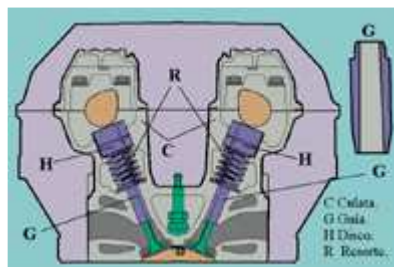


Fig. 7

### Guías de válvula (fig. 7 y fig. 8)

Debido a las altas velocidades, el sistema de distribución es accionado muchas veces en cortos periodos de tiempo. Para evitar un desgaste prematuro de los orificios practicados en la culata por donde se mueven los vástagos de las válvulas y puesto que se emplean aleaciones ligeras en la fabricación de la culata, se dotan a dichos orificios de unos casquillos de guiado G, llamados guías de válvula, resistentes al desgaste y se montan, generalmente, a presión en la culata.

Las guías (G) permiten que la válvula quede bien centrada y guiada.

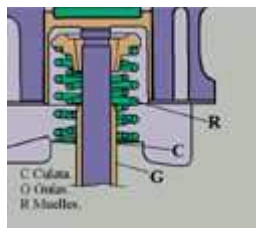


Fig. 8

La guía de válvula debe permitir un buen deslizamiento de la cola de la válvula, sin rozamiento.

Si existiera demasiada holgura entre la guía y el cuerpo de una válvula de admisión, entraría aceite en la cámara de compresión, debido a la succión del pistón, produciendo un exceso de carbonilla en dicha cámara, y si fuera en una válvula de escape, el aceite se expulsará por el tubo de escape.

### Asientos de válvulas (fig. 9)

Son unos arillos (**A**) postizos colocados a presión sobre la culata para evitar el deterioro de ésta, por el contacto con un material duro como el de la válvula, su golpeteo, y a la corrosión debido a los gases quemados.

El montaje de los asientos se hace a presión mediante un ajuste (frío-calor), y cuando estén deteriorados se pueden sustituir.

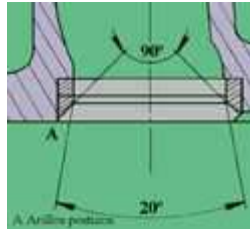


Fig. 9

- **Elementos exteriores**

Son el conjunto de mecanismos que sirven de mando entre el cigüeñal y las válvulas. Estos elementos son: árbol de levas, elementos de mando, empujadores o taqués y balancines. Según el sistema empleado, los motores a veces carecen de algunos de estos elementos.

### Árbol de levas (fig. 10)

Es un eje que controla la **apertura de las válvulas** y permite su cierre. Tiene distribuidas a lo largo del mismo una serie de levas (**L**), en número igual al número de válvulas que tenga el motor.

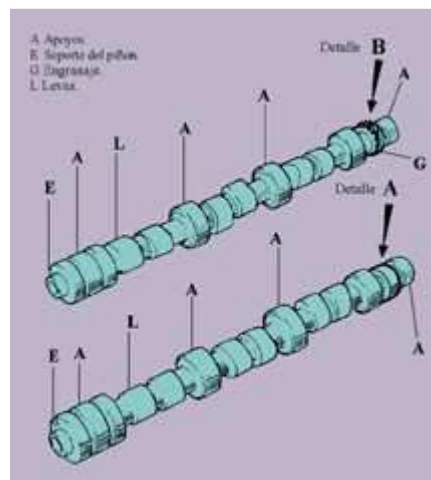


Fig. 10

El árbol de levas o árbol de la distribución, recibe el movimiento del cigüeñal a través de un sistema de engranajes (**E**). La velocidad de giro del árbol de levas ha de ser menor, concretamente la mitad que la del cigüeñal, de manera que por cada dos vueltas al cigüeñal (ciclo completo) el árbol de levas dé una sola vuelta. Así, el engranaje del árbol de levas, tiene un número de dientes doble que el del cigüeñal.

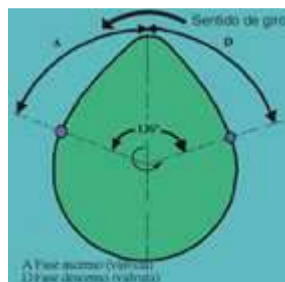
El árbol de levas lleva otro engranaje (**G**), que sirve para hacer funcionar por la parte inferior a la bomba de engrase, y por la parte superior al eje del distribuidor. Además tiene una excéntrica para la bomba de combustible en muchos casos.

Según los tipos de motores y sus utilizaciones, las levas tienen formas y colocaciones diferentes.

En la **fig. 10** se representa dos tipos de árbol de levas:

- Detalle **B**: con engranaje para accionar la bomba de aceite y distribuidor.
- Detalle **A**: con excéntrica para la bomba de combustible.

En la **fig. 11**, se representa el perfil de la leva y las correspondientes fases que se realiza durante su giro.



*Fig. 11*

### Elementos de mando

El sistema de mando está constituido por un piñón del cigüeñal, colocado en el extremo opuesto al volante motor y por otro piñón que lleva el árbol de levas en uno de sus extremos, que gira solidario con aquél.

En los motores diesel se aprovecha el engranaje de mando para dar movimiento, generalmente, a la bomba inyectora.

El acoplamiento entre ambos piñones se puede realizar por alguno de los tres sistemas siguientes:

#### *Transmisión por ruedas dentadas*

Cuando el cigüeñal y el árbol de levas se encuentran muy separados (**fig. 12**), de manera que no es posible unirlos de forma directa, se puede emplear un mecanismo consistente en una serie de ruedas dentadas en toma constante entre sí para transmitir el movimiento.

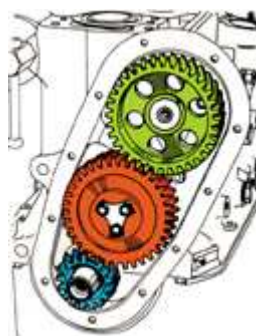


Fig. 12

Los dientes de los piñones pueden ser rectos, éstos son ruidosos y de corta duración o en ángulo helicoidales bañados en aceite en un cárter o tapa de distribución, siendo éstos de una mayor duración.

En el caso de dos ruedas dentadas (**fig. 13**), el cigüeñal y el árbol de levas giran en sentido contrario y, si son tres, giran el cigüeñal y árbol de levas en el mismo sentido.

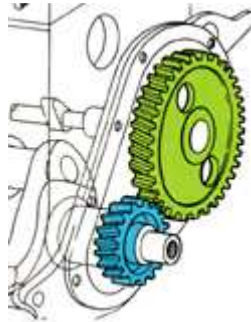


Fig. 13

#### Transmisión por cadena (**fig. 14**)

Igual que en el caso anterior, este método se utiliza cuando el cigüeñal y el árbol de levas están muy distanciados. Aquí se enlazan ambos engranajes mediante una cadena.

Para que el ajuste de la cadena sea siempre el correcto, dispone de un tensor consistente en un piñón o un patín (**P**) pequeño, generalmente de fibra, situado a mitad del recorrido y conectado a un muelle, que mantiene la tensión requerida.

En este sistema se disminuye el desgaste y los ruidos al no estar en contacto los dientes. Es poco ruidoso.



Fig. 14

#### Transmisión por correa dentada (**fig. 15**)

El principio es el mismo que el del mando por cadena, sólo que en este caso se utiliza una correa dentada de neopreno que ofrece como ventaja un engranaje más silencioso, menor peso y un coste más reducido, lo que hace más económico su sustitución.

Es el sistema más utilizado actualmente, aunque la vida de la correa dentada es mucho menor que el de los otros sistemas. Si se rompiera ésta, el motor sufriría grandes consecuencias.

Estos piñones se encuentran fuera del motor, por lo que es un sistema que no necesita engrase, pero sí la verificación del estado y tensado de la correa.

En la figura **(T)**, indica los tornillos para el tensado de la correa.



Fig. 15

**Taqués (fig. 16)**

Son elementos que se interponen entre la leva y el elemento que estas accionan. Su misión es aumentar la superficie de contacto entre estos elementos y la leva. Los taqués **(T)**, han de ser muy duros para soportar el empuje de las levas y vencer la resistencia de los muelles de las válvulas.

Para alargar la vida útil de los taqués, se les posiciona de tal manera, que durante su funcionamiento realicen un movimiento de rotación sobre su eje geométrico.

Los taqués siempre están engrasados por su proximidad al árbol de levas.

La ligereza es una cualidad necesaria para reducir los efectos de inercia.

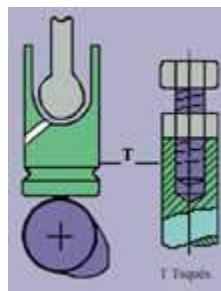


Fig. 16

**Taqués hidráulicos (fig. 17)**

Los taqués hidráulicos funcionan en un baño de aceite y son abastecidos de lubricante del circuito del sistema de engrase del motor.

Los empujadores o taqués se ajustan automáticamente para adaptarse a las variaciones en la longitud del vástago de las válvulas a diferentes temperaturas. Carecen de reglaje. Las

ventajas más importantes de este sistema son su silencioso funcionamiento y su gran fiabilidad.

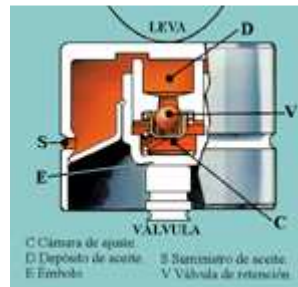


Fig. 17

### Varilla empujadora (fig. 18)

No existen en los motores que llevan árbol de levas en cabeza.

Las varillas (**V**) van colocadas entre los balancines (**B**) y los taqués (**T**).

Tienen la misión de transmitir a los balancines (**B**) el movimiento originado por las levas (**L**).

Las varillas empujadoras:

- o Son macizas o huecas, en acero o aleación ligera.
- o Sus dimensiones se reducen al máximo para que tengan una débil inercia y al mismo tiempo una buena resistencia a las deformaciones.
- o El lado del taqué tiene forma esférica.
- o El lado del balancín tiene una forma cóncava que permite recibir el tornillo de reglaje.

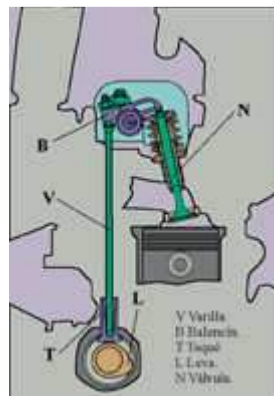


Fig. 18

### Balancines (fig. 19 y fig. 20)

Son unas palancas que oscilan alrededor de un eje (eje de balancines), que se encuentra colocado entre las válvulas y las varillas de los balancines (o bien entre las válvulas y las levas, en el caso de un árbol de levas en cabeza).

Los balancines son de acero. Oscilan alrededor de un eje hueco en cuyo interior circula aceite a presión. Este eje va taladrado para permitir la lubricación del balancín.

La misión de los balancines es la de mandar la apertura y el cierre de la válvula.

Se distinguen dos tipos de balancines:

- Balancines oscilantes.
- Balancines basculante.

**Balancines oscilantes (fig. 19)**

Lo utilizan los motores con árbol de levas en cabeza. El eje de giro pasa por un extremo del balancín. Se le conoce también con el nombre de "semibalancín". Recibe el movimiento directo del árbol de levas y lo transmite al vástago de la válvula a través de su extremo libre.

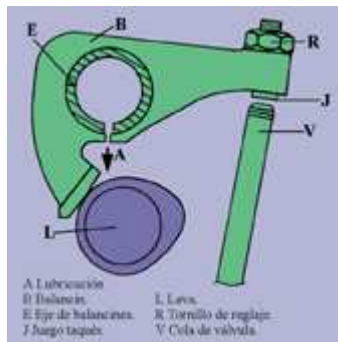


Fig. 19

**Balancines basculantes (fig. 20)**

Lo utilizan los motores con árbol de levas laterales.

Las válvulas van en cabeza. El eje de giro pasa por el centro del balancín. Uno de sus extremos recibe el movimiento de la varilla empujadora y lo transmite al vástago de la válvula por el otro extremo.



Fig. 20

**Sistemas de distribución**

Se clasifican según el emplazamiento del árbol de levas:

- Árbol de levas en bloque o lateral.
- Árbol de levas en la culata o cabeza.

Las válvulas generalmente, van colocadas en la culata. En algunos motores se utilizan válvulas laterales (sistema SV), pero está en desuso.

- **Árbol de levas en el bloque (sistema OHV) (fig. 21)**



Es un sistema muy utilizado en motores diesel de medianas y grandes cilindradas. En los turismos, debido a las revoluciones que alcanzan estos motores cada vez se emplean menos. Esto es como consecuencia de las fuerzas de inercia creadas en los elementos que tienen movimientos alternativos.

### **Funcionamiento**

El cigüeñal le da movimiento al árbol de levas (**L**) y éste acciona el taqué (**T**), en el cual está apoyada la varilla (**V**). Al ser accionada la varilla se levanta y acciona la cola del balancín (**B**) (basculante) que al girar sobre el eje (**E**) de balancines hace que éste actúe sobre la cola de la válvula (**C**), venciendo la acción del muelle (**M**), abriendo el orificio correspondiente. Al desaparecer la acción de la leva, el muelle recupera su longitud inicial y la válvula cierra el orificio, al permitirlo la leva.

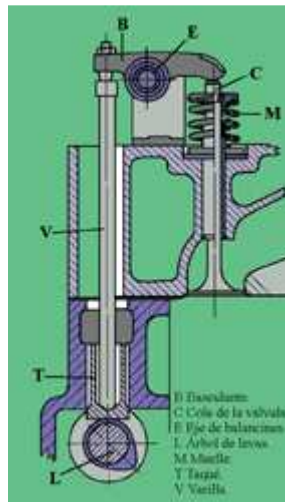


Fig. 21

- **Árbol de levas en la culata (OHC)**

Es el sistema más utilizado. El accionamiento de las válvulas es o bien directo o a través de algún órgano. Esto hace que lo utilicen los motores que alcanzan un elevado número de revoluciones, aunque el mando es más delicado.

El accionamiento puede ser:

- Directo.
- Indirecto.

### **Sistema OHC de accionamiento directo (fig. 22)**

Es un sistema que lleva pocos elementos. Se emplea para motores revolucionados. La transmisión entre el cigüeñal y árbol de levas se suele hacer a través de correa dentada de neopreno. Utiliza cámara de compresión tipo hemisférica, empleándose con mucha frecuencia tres o cuatro válvulas por cilindro. Estos sistemas presentan el problema de que la culata es de difícil diseño.

Puede llevar uno o dos árboles de leva en la culata, llamado sistema DOHC, si son dos árboles de levas.

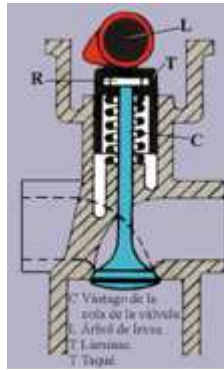


Fig. 22

### Sistema OHC de accionamiento indirecto (fig. 23)

Este sistema prácticamente es igual que el anterior, con la única diferencia de que el árbol de levas (**E**), acciona un semibalancín (**S**), colocado entre la leva y la cola de la válvula (**R**).

El funcionamiento es muy parecido al sistema de accionamiento directo.

Al girar la leva, empuja el semibalancín, que entra en contacto con la cola de la válvula, produciendo la apertura de ésta.

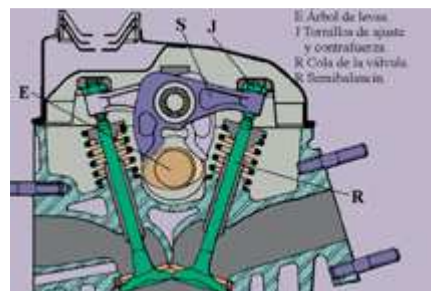


Fig. 23

### Reglajes

Como consecuencia de la temperatura en los elementos de la distribución, estos elementos se dilatan durante su funcionamiento por lo que hay que dotarles de un cierto juego en frío (separación entre piezas que permita su dilatación).

Aunque la razón principal de dar este juego (holgura de taqués) es que determinan las cotas de la distribución, es importante no olvidar los efectos de la dilatación en la válvula.

Esta holgura con el funcionamiento, tiende a reducirse o aumentarse (dependiendo del sistema empleado), por lo que cada cierto tiempo hay que volver a ajustarlos pues de lo contrario las válvulas no cerrarán ni abrirán correctamente. Esta holgura viene determinada por el fabricante y siguiendo sus instrucciones.

Esta comprobación hay que realizarla cuando la válvula está completamente cerrada. En un sistema OHV el juego del taqués (**J**) se mide entre el vástago de la válvula y el extremo del balancín (**fig. 20**).

En el sistema de distribución OHC de accionamiento directo, el reglaje de taqués se hace colocando en el interior del taqué, más o menos láminas de acero (**R**) (**fig. 22**).

En el sistema de distribución OHC de accionamiento indirecto el reglaje de taqués se hace actuando sobre los tornillos de ajuste y contratuerca **(J) (fig. 23)**. El reglaje se hará siempre con el motor en frío y como se dijo anteriormente, su valor, depende del fabricante.

Un juego de taqués grande provoca que, la válvula no abra del todo el orificio correspondiente, con lo que los gases no pasarán en toda su magnitud. Un juego de taqués pequeño provoca que la válvula esté más tiempo abierta incluso no llegue a cerrar si no existe holgura, no pudiéndose conseguir una buena compresión y pudiéndose fundir la válvula en la parte de su cabeza (válvula descabezada) dando lugar a producirse grandes averías en el interior del cilindro y de la culata.

## 5. EL SISTEMA DE LUBRICACIÓN

### Misión del sistema de lubricación

El funcionamiento del motor requiere el acoplamiento de distintas piezas que llevan diferentes movimientos entre sí. Todo movimiento de dos piezas en contacto y sometida a presiones, producen un rozamiento que depende tanto del estado (calidad de acabado superficiales), como de la naturaleza de las superficies en contacto (materiales empleados).

Las superficies, por muy lisas y acabadas que parezcan, siempre presentarán (**fig. 1**), una serie de rugosidades que al estar en contacto con otras, generan tal cantidad de calor, que ocasiona desgaste y un aumento de temperatura que podrá provocar la fusión (gripaje) de los metales en sus respectivas zonas superficiales de acoplamiento.

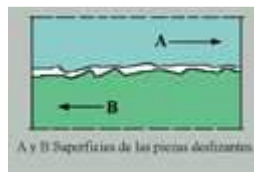
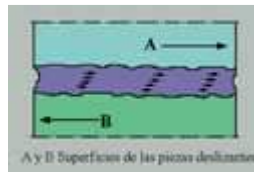


Fig. 1

Para reducir el rozamiento en los acoplamientos metálicos móviles se interpone entre ambas superficies, una fina película de aceite, de tal manera, que forme una cuña de aceite que mantenga separada e impida el contacto entre sí (**fig. 2**).



### Órganos del motor a lubricar

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Órganos en rotación</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los apoyos y las muñequillas del cigüeñal.</li> <li>- Los apoyos del árbol de levas y las levas.</li> <li>- Los engranajes de mando del mecanismo del encendido.</li> <li>- Los engranajes o la cadena de la distribución</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Órganos deslizantes</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los pistones en los cilindros.</li> <li>- Los taqués y las válvulas en sus guías.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Órganos oscilantes</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los pies de bielas y los balancines alrededor de sus ejes</li> </ul>

### Sistemas de lubricación

- **Lubricación por mezcla**

Este sistema de lubricación es empleado en motores de dos tiempos. Consiste en mezclar con la gasolina una cierta cantidad de aceite (del 2 al 5%).

Este sistema de engrase tiene el inconveniente de formar excesiva carbonilla en la cámara de compresión y en la cabeza del pistón, al quemarse el aceite.

La ventaja de este sistema es que el aceite no necesita ser refrigerado. Aún así el engrase es imperfecto y los motores tienen tendencia a griparse, sobre todo cuando el motor está en marcha y el vehículo inmovilizado.

Con el fin de evitar algunos de estos inconvenientes, determinados motores de dos tiempos llevan el aceite en un depósito separado, donde un dosificador envía el aceite al carburador, según las necesidades de cada momento.

- **Lubricación a presión (fig. 3)**

El sistema de lubricación a presión permite dosificar la circulación de aceite y la evacuación del calor.

El aceite se encuentra alojado en el cárter inferior (**I**). Una bomba (**B**) sumergida en dicho aceite, lo aspira después de haber pasado por un colador (**C**) y lo manda a presión hacia el filtro de aceite (**F**). Después del filtrado, se conduce a través de una rampa principal (**R**) hasta los puntos que requieren lubricación. El aceite que rebose de las piezas, regresa al cárter por gravedad.

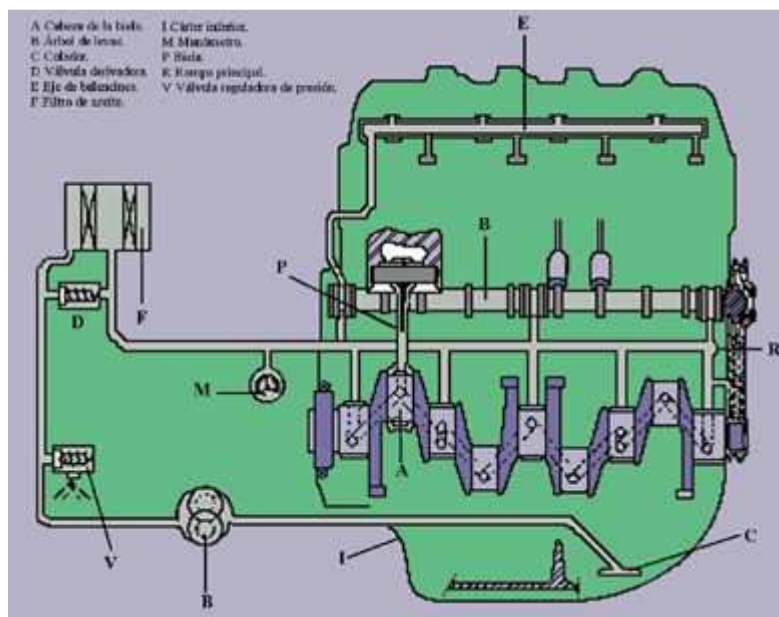


Fig. 3

El movimiento giratorio de ciertos elementos hace que el aceite salga despedido, lo que ocasiona salpicaduras que favorecen el engrase de diversos puntos donde las canalizaciones de engrase no llegan (engrase por proyección).

**Elementos lubricados bajo presión**

- A** - El cigüeñal - cabeza de biela.
- B** - El árbol de levas (apoyos).
- E** - El eje de balancines.

El cigüeñal está taladrado en toda su longitud, penetrando el aceite por su interior, para realizar el engrase en los codos y apoyos.

El árbol de balancines está taladrado en toda su longitud, con puntos de salida en los apoyos y en la zona de giro de los balancines.

### Elementos engrasados por proyección

- Las camisas.
- Los pistones y sus ejes.
- Las levas y el árbol de levas.
- La distribución (mando).
- Las colas de válvulas.
- Las varillas de los balancines.
- Los taqués.

- **Lubricación a presión total o integral (fig. 4)**

Existe un sistema de lubricación denominado a presión total, siendo una mejora del sistema de lubricación a presión.

Es equivalente al engrase, a presión incrementado en el engrase bajo presión del bulón del pistón, gracias a un taladro practicado en el cuerpo de la biela.

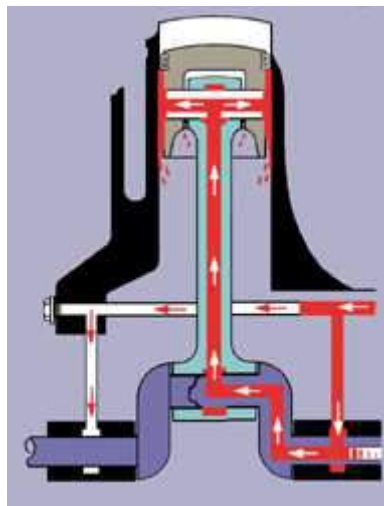


Fig. 4

- **Lubricación por cárter seco (fig. 5)**

En los motores revolucionados el aceite está sometido a altas presiones y temperatura, no refrigerándose éste de una forma rápida y eficaz.

La función y partes a lubricar, es similar al anterior sistema; la diferencia consiste en que el cárter no hace las funciones de depósito de aceite. El aceite se almacena generalmente aparte, pasando por un depósito refrigerador.

Para ello, una bomba (A) recoge el aceite que cae al cárter a través del colador (C) y lo envía al depósito (D), y otra bomba (B), desde el depósito lo envía al sistema de lubricación.

Al poseer un depósito de mayor capacidad que el cárter, el aceite tiene más tiempo para evacuar el calor y su temperatura media de trabajo, es menor.

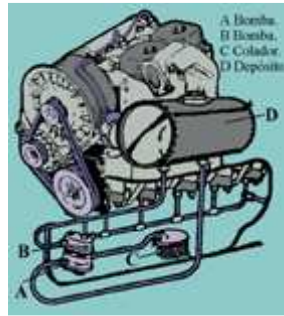


Fig. 5

## Elementos del sistema de lubricación a presión

### Bombas de lubricación

Las bombas de engrase son las encargadas de recoger el aceite del cárter del motor y enviarlo a presión a todo el sistema de lubricación. Esta presión se mide en Kg/cm<sup>2</sup> (bares). Generalmente reciben el movimiento del árbol de levas, mediante un engranaje, dependiendo la presión que envía del número de revoluciones por minuto del motor.

Los tipos de bomba más utilizados son:

- Bomba de engranaje.
- Bomba de rotor.
- Bomba de paletas.

### Bomba de engranajes (fig. 6)

Es la más utilizada en la actualidad. Está formada por dos ruedas dentadas, engranadas entre sí (piñones) con un mínimo de holgura, uno de los cuales recibe el movimiento del árbol de levas, transmitiéndolo al otro, que gira loco.

Ambos están alojados en una carcasa (C) sobre la que los piñones giran ajustados. Los piñones, al girar, arrastran el aceite entre sus dientes y la carcasa sobre la que ajustan y al llegar a la otra parte (S), aceite sale por la tubería de la parte superior.

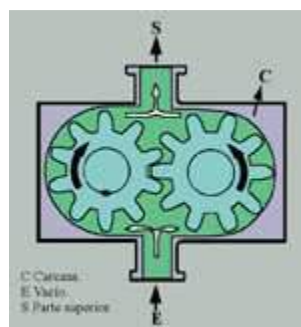


Fig. 6

### Bomba de rotor (fig. 7)

Es un sistema de engranajes internos.

Como uno de los engranajes (rotor interior) **(Z)**, tiene un diente menos que el otro, queda un hueco siempre entre ambos, que se llena de aceite por **(E)**, debido al vacío creado cuando disminuye este hueco. El aceite se manda a presión por la salida **(S)**.

El eje del rotor interior **(Z)** recibe el movimiento del árbol de levas, a través de un piñón.

Se utiliza menos que las de engranajes exteriores por enviar menos presión.

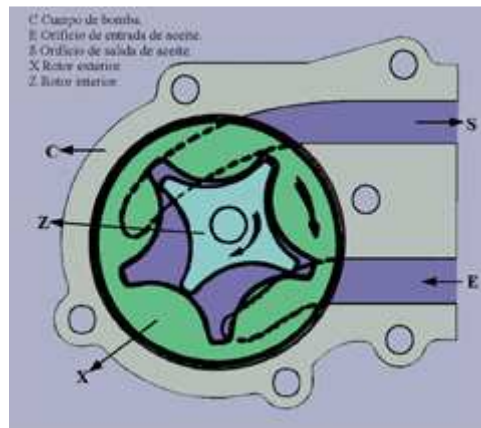


Fig. 7

### Bomba de paletas (fig. 8)

El cuerpo de la bomba **(C)** de paletas tiene interiormente forma cilíndrica.

Dos orificios desembocan en el cuerpo: el de entrada de aceite **(E)** y el de salida **(S)**.

Un rotor excéntrico **(R)** se aloja en la parte cilíndrica.

Este rotor está diametralmente ranurado. La ranura recibe dos paletas **(P)** que giran libremente. Un resorte intermedio mantiene, a poca presión, las paletas contra el cuerpo cilíndrico. La misión del muelle es mantener la estanqueidad a pesar del desgaste de las paletas debido al roce con las paredes del cuerpo de la bomba.

Al girar el motor, el rotor lo hace en el sentido de la flecha.

El volumen **(A)** aumenta, ocasionando una depresión o vacío. El aceite se encuentra entonces aspirado en este volumen.

Cuando el volumen **(A)** tiende al máximo, la paleta 2 tapa el orificio de entrada del aceite. La rotación continúa y esta paleta 2 hace simultáneamente:

- Impulsar el volumen **(A)** hacia adelante, al orificio de salida.
- Crear detrás, un nuevo volumen **(A')**.

El ciclo se realiza así mientras el motor está en funcionamiento y el aceite se encuentra impulsado en las canalizaciones del sistema de lubricación.



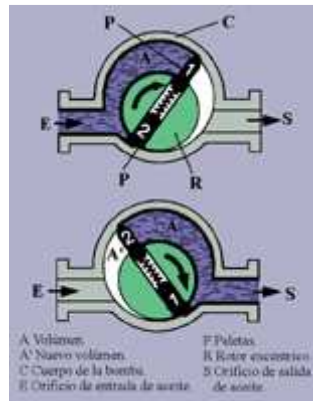


Fig. 8

- **Manómetro (fig. 9)**

Por presión de lubricación se entiende la presión a la que circula el aceite por la tubería general de engrase.

Normalmente esta presión alcanza un valor próximo a 1 Kg/cm<sup>2</sup> al ralentí y de 4 a 5 kg/cm<sup>2</sup> con el motor acelerado, variando algo de un motor a otro. El valor máximo de la presión está limitado por la válvula de descarga o válvula reguladora.

Hay que tener en cuenta que el aceite frío marca más presión que el aceite caliente.

Es el manómetro un aparato encargado de medir en cada momento la presión del aceite en el interior del circuito de engrase. Se conecta a la canalización principal.

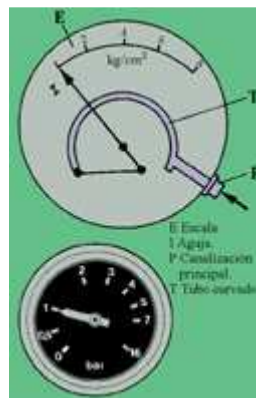


Fig. 9

Además, se monta en los vehículos como elemento de control un indicador de presión de aceite eléctrico que actúa cuando la presión del aceite es muy baja (0.3 a 0.6 atmósfera), indicando, mediante un testigo luminoso, la falta de presión. **(fig. 10)**. No lo llevan todos los vehículos.

Actualmente se tiende a colocar un indicador de nivel de aceite, pero sólo actúa cuando el motor está parado y el contacto dado.

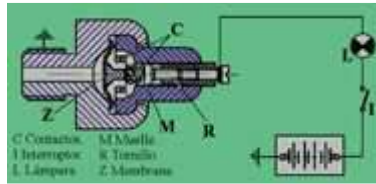


Fig. 10

- **Válvula limitadora de presión (fig. 11)**

Debido a que la presión del aceite enviado por la bomba varía en función del régimen de rotación del motor y de la viscosidad del aceite, puede llegar un momento en que la presión del aceite sea excesiva e innecesaria, pudiendo deteriorar la instalación de engrase.

La bomba recibe el movimiento del árbol de levas y, por tanto, su velocidad de funcionamiento está de acuerdo con la velocidad de giro del motor. Si el motor gira deprisa, también lo hará la bomba y, por tanto, enviará más aceite a las conducciones de lubricación. Si el aceite está frío, ofrecerá dificultad a pasar por las canalizaciones, produciendo en ambos casos un aumento de presión en las tuberías, superior a la normal, que traerá consigo mayor trabajo para la bomba y un aumento de deterioro de aceite.

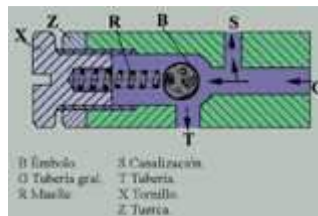


Fig. 11

Para mantener la presión adecuada existe la válvula limitadora o válvula de descarga, que tiene por misión descargar las tuberías de lubricación del aceite sobrante cuando hay un exceso de presión limitando esta presión máxima de funcionamiento.

La válvula va montada a la salida de la bomba, en la tubería general. Si la presión es excesiva, abre la válvula venciendo la acción del muelle calibrado y permitiendo que una parte del aceite vuelva al cárter, limitando de esta manera la presión. Si baja la presión, el muelle cierra la válvula y todo el aceite que va a lubricar, no dejándolo pasar al cárter.

- **Filtro de aceite**

El aceite para el engrase debe estar lo más limpio posible de impurezas. El aceite al volver al cárter, después de haber lubricado todas las partes del motor, arrastra carbonilla y polvillo metálico, que indudablemente se produce en el frotamiento de piezas entre sí, y otras suciedades. Todas estas impurezas deben ser eliminadas del aceite y para ello, se recurre a su filtrado.

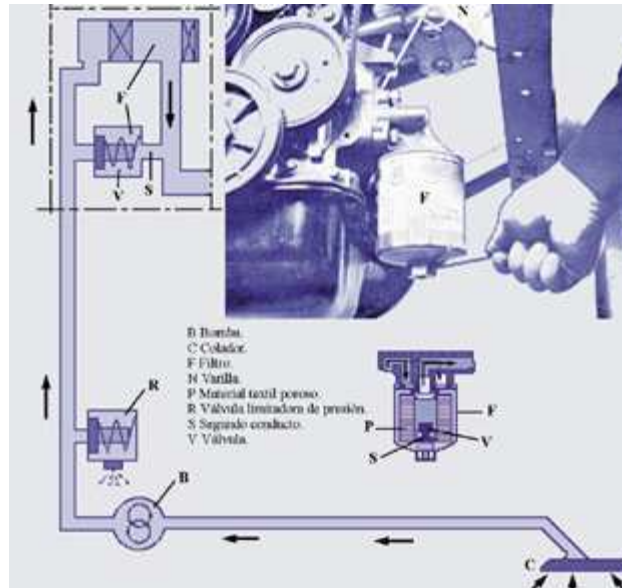
La bomba de engrase (**B**) (fig. 12), lleva en su toma de aceite del cárter un colador (**C**) que produce un primer filtrado. Después de la bomba y antes de llegar a los puntos a engrasar, se le hace pasar por un filtro (**F**), en el que, por su constitución, quedan retenidas las impurezas que pueda llevar el aceite en suspensión.

Este filtro está constituido por un material textil poroso (**P**) que no ofrezca mucha resistencia al paso del aceite. El filtro debe cambiarse pues va obstruyéndose y puede llegar a impedir el paso del aceite a través de él. Si ello ocurriera la diferencia de presiones abriría la válvula (**V**) y pasaría el aceite, pero sin filtrar. El cambio del cartucho filtrante (**F**), se hará con la periodicidad

indicada por el fabricante. En algunos motores también va un filtro centrífugo, en la polea del cigüeñal, ayudando al filtro principal.

En la figura puede verse la válvula limitadora de presión (**R**), así como su situación; y la varilla (**N**) para comprobar el nivel de aceite en el motor.

Dependiendo de la disposición del filtro de aceite en el circuito de lubricación, el filtrado puede ser: en serie o en derivación.



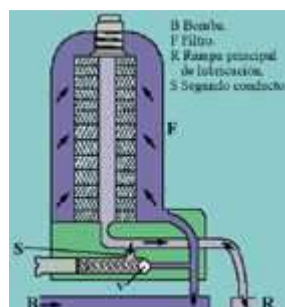
*Fig. 12*

### Filtrado en serie (fig. 12 y 13)

En la actualidad es el más utilizado. Todo el caudal de aceite procedente de la bomba (**B**) se hace pasar a través del filtro hacia la rampa principal de lubricación (**R**).

Con objeto de evitar que una obstrucción del filtro (**F**) deje al circuito de engrase interrumpido, se practica una segunda canalización con una válvula (**V**) que permite el paso directo.

En funcionamiento normal, todo el aceite pasa por el filtro. Con el filtro obstruido, el aceite, por efecto de la sobrepresión, vence la acción del muelle de la válvula (**V**), abriendo el segundo conducto (**S**) y creando un circuito de engrase sin posibilidad de filtrado.

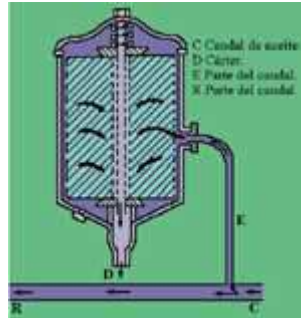


*Fig. 13*

**Filtrado en derivación (fig. 14)**

Se hace pasar sólo una parte **(E)** del caudal **(C)** del aceite por el filtro, dirigiendo la otra **(R)** directamente a la rampa de lubricación del motor.

El aceite que pasa por el filtro va directamente al cárter **(D)**, con lo que toda la reserva de aceite se encuentra finalmente filtrada. Todo el aceite no se filtra en el momento en que empieza a lubricar las piezas.



*Fig. 14*

- **Tipos de filtro de aceite (fig. 15)**

Como elemento filtrante se emplea una materia textil porosa dispuesta en forma de acordeón o bien ondulada, para aumentar la superficie de retención de impurezas y oponer menor resistencia al paso del aceite.



*Fig. 15*

Dependiendo de si es recambiable el elemento filtrante, los filtros pueden ser:

- Filtro con cartucho recambiable.
- Filtro monoblock
- Filtro centrífugo

**Filtro con cartucho recambiable (fig. 16)**

Muy empleados en los motores diesel, el elemento filtrante **(F)** se sustituye, y aunque el proceso de sustitución resulta más laborioso, resulta más económico.

La envoltura o carcasa exterior **(C)** se mantiene y no es necesario recambiarla.



Fig. 16

### Filtro monoblock (fig. 17)

Es el más utilizado en los motores de gasolina. El elemento filtrante (**F**) y su recubrimiento metálico (**R**) forman un solo conjunto, con lo que se sustituye todo de una sola vez. Son de fácil colocación y suelen ir roscados a un soporte lateral del bloque motor.

Al recambiarlo se tendrá precaución con el apriete, puesto que lleva una junta de caucho (**J**) y fácilmente se pueden deformar.

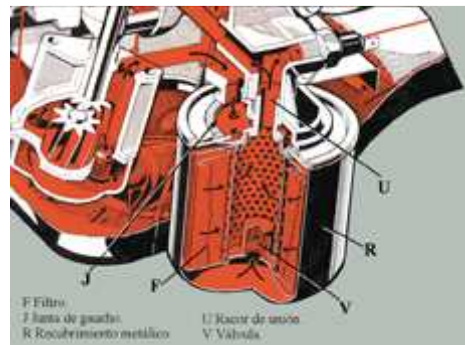


Fig. 17

### Filtro centrífugo (fig. 18)

Algunos motores diesel, sobre todo en motores de grandes cilindradas, requieren un filtrado más perfecto que los de gasolina (debido a la carbonilla producida en la combustión y que pasa al cárter por la alta compresión alcanzada).

La presión del aceite hace girar al conjunto giratorio (**R**) hasta 5000 rpm. La fuerza centrífuga impulsa a las partículas contra la pared interior, quedando adheridos a un papel filtrante. El aceite limpio sale por (**O**). En ciertos vasos, las partículas metálicas se retiene por un imán.

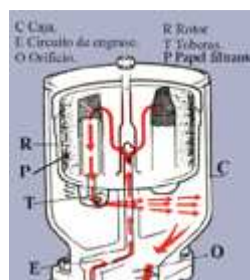


Fig. 18

## Refrigeración del aceite

En la actualidad los aceites empleados son de gran calidad y variando poco su viscosidad con la temperatura. Conviene mantener su viscosidad dentro de unos límites óptimos de funcionamiento para que pueda ejercer perfectamente su acción refrigerante en los elementos lubricados y evitar que, por exceso de calor, el aceite pierda sus características.

Para conseguir la correcta refrigeración se emplean dos sistemas:

- Refrigeración por el propio cárter inferior del motor.
- Refrigeración por radiador de aceite.

• **Refrigeración del cárter (fig. 19)**

Lo utilizan todos los vehículos. Consiste en hacer que el aire incida sobre el cárter, que será de gran superficie y de pequeño grosor (normalmente construido de chapa de acero estampado o aluminio). En el caso de engrase por cárter seco el aire incide sobre el depósito de aceite y sobre el cárter. Así pues, la eficacia de esta refrigeración será en función de la superficie del cárter, del grosor y del material utilizado en su construcción y de la exposición que tenga al aire de la marcha, según si el motor va colocado longitudinal o transversalmente.

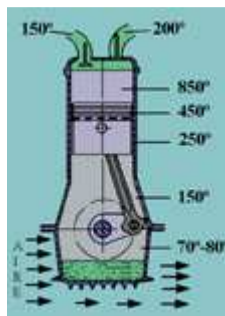


Fig. 19

Como se puede observar la temperatura en el cárter es la de régimen del motor, aproximadamente 80° C.

• **Refrigeración por radiador de aceite**

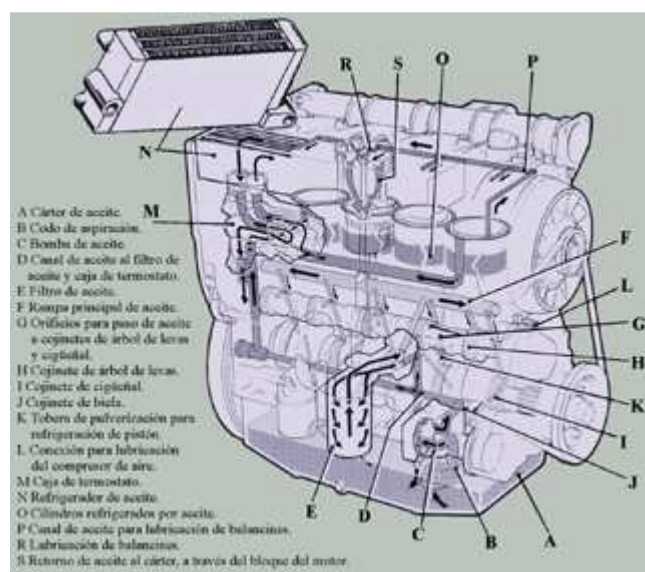


Fig. 20

Es un sistema complementario de la refrigeración por cárter, muy empleado en los motores refrigerados por aire y en motores de elevado número de revoluciones, que trabajan en condiciones más severas. La temperatura de funcionamiento del aceite es mucho mayor, por lo que se recurre a la utilización de una refrigeración más efectiva, para mantener las características del aceite.

Este sistema consiste en utilizar un radiador. Por su interior circulará el aceite del motor. El aceite es enviado por la bomba al radiador, donde se refrigera y continúa hacia los puntos de engrase. Este radiador dispone de una válvula térmica que impide la entrada al radiador, cuando el aceite no tiene la temperatura de funcionamiento. En la **fig. 20, (N)** indica la situación del radiador y el circuito completo de lubricación con todos sus elementos.

## Ventilación del sistema de lubricación

- **Ventilación del cárter**

Durante el funcionamiento del motor y durante los tiempos de compresión, explosión y escape, pasan, a través de los segmentos, pequeñas cantidades de combustible sin quemar, vapor de agua y otros productos residuales de la combustión.

Estos vapores diluyen y producen la descomposición del aceite, perdiendo rápidamente sus características o propiedades lubricantes. Además de estos vapores, el aceite produce otra serie de vapores procedentes de su oxidación debido a las altas temperaturas del motor.

Todos estos vapores (combustible, vapores de agua y aceite) producen también sobrepresiones en la parte baja del motor, por lo que se hace necesario sacarlo fuera del cárter según se vayan produciendo.

Los reglamentos de la lucha anti-polución obligan a los constructores a no enviar los vapores de aceite a la atmósfera.

Existen dos sistemas de ventilación aunque en la actualidad se emplea uno de ellos, la ventilación cerrada.

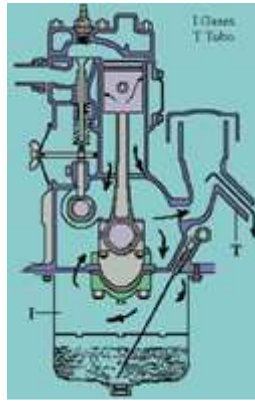
Estos sistemas son:

- Ventilación abierta.
- Ventilación cerrada.

### **Ventilación abierta (fig. 21)**

Este sistema está prohibido debido a que arroja a la atmósfera los gases **(I)** procedentes de la combustión, contaminándola. Este sistema consiste en colocar un tubo **(T)**, que comunica el interior del motor con la atmósfera.



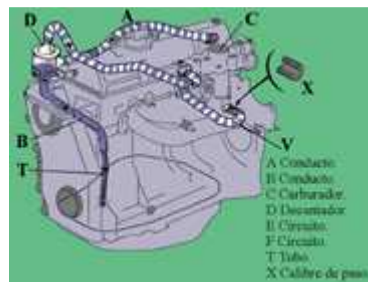


*Fig. 21*

### Ventilación cerrada (fig. 22)

Este sistema es obligatorio en todos los motores actuales. Consiste en que el tubo que proviene del cárter no da a la atmósfera sino al colector de admisión, quedándose los gases en el interior de los cilindros.

Esta mezcla carburada (vapores, aire y combustible) que entra a los cilindros, contribuye a que la gasolina sea menos detonante y, por otra parte, la niebla aceitosa lubrica las partes altas del cilindro que tan escaso está de aceite y en tan duras condiciones trabaja.



*Fig. 22*

## Características de los aceites

Para el buen funcionamiento del motor y de los demás conjuntos del vehículo, ha de utilizarse el aceite adecuado, es decir aquel que tenga unas determinadas características físicas y químicas, que responda a las condiciones particulares de los distintos conjuntos.

En estos estudios nos vamos a referir a los aceites empleados en los motores, de una forma más específica que en los aceites para el resto de los conjuntos que constituyen el vehículo.

Los aceites empleados en los motores, actualmente, son de origen mineral obtenidos por medio de destilación por vacío del petróleo bruto. Después reciben aditivos y tratamientos que les confieren propiedades específicas.

La tendencia actual es a la utilización de aceites sintéticos, creados en laboratorios, en los cuales se potencia sus características lubricantes, duración y menor mantenimiento, aunque son más caros.

Un aceite, para responder a las exigencias de un motor, ha de considerarse bajo los siguientes puntos de vista:



- Presión entre las piezas del rozamiento.
- Medios de repartición de aceite.
- Régimen de rotación del motor.
- Temperatura de funcionamiento.
- Condiciones de utilización del motor.

Las características de los aceites son:

- **Viscosidad.** Es la resistencia que opone el aceite al fluir por un conducto. La viscosidad se mide utilizando una tabla (S.A.E.), que indica el índice de viscosidad.
- **Adherencia.** Es la capacidad que poseen los aceites de adherirse a las superficies.
- **Grado de acidez.** Es el porcentaje de ácidos que contiene el aceite. Este grado ha de ser muy bajo para evitar corrosiones y no debe exceder del 003%.
- **Grado de cenizas.** Es el porcentaje de cenizas del aceite y no debe exceder de 002%.
- **Estabilidad química.** Es la capacidad que tienen los aceites de permanecer inalterables con el tiempo a la oxidación y a la descomposición.
- **Punto de congelación.** Es la temperatura a la cual solidifica un aceite.
- **Punto de inflamación.** Es la temperatura a la que se inflaman los gases o vapores del aceite.
- **Detergencia.** Es el efecto que posee un aceite de arrastrar y mantener en la superficie residuos y posos.

## Designación de los aceites

- **Por viscosidad**

Los aceites se clasifican por su índice de viscosidad de 10 a 70, según las normas SAE. A partir del grado 80 y hasta 120 se llaman valvulina (utilizadas en cajas de cambio). Un aceite de índice 70 es muy viscoso y uno de índice 10, muy fluido.

Actualmente, es muy frecuente la utilización de aceites multigrados. Esto es debido a que en invierno los aceites se vuelven espesos, por lo que nos interesará que el aceite sea fluido. En cambio en verano el aceite se vuelve más fluido, por lo que nos interesa que sea viscoso. Estos aceites multigrados presentan dos grados o índices de viscosidad, por ejemplo: SAE 10 W-40. ,Nos indica que el aceite se portará como uno de viscosidad 10 (muy fluido) en invierno y como uno de viscosidad 40 (semiviscoso) en verano. La W (winter = invierno en inglés) indica un aceite un poco más fluido que otro que no la lleva (SAE10-40).

- **Por tipos de calidades**

- Aceite regular: aceite normal purificado, sin aditivos químicos. Su viscosidad varía con la temperatura y se oxida.
- Aceite premium: es aceite regular con aditivos químicos en proporción inferior al 5%. Se mezcla con aceites vegetales.
- Aceite detergente (HD): anticorrosivo, antioxidante y detergente.
- Aceite multigrado: ya mencionado.
- Aceite al grafito o molibdeno: adecuados para el rodaje de los motores, debido a las propiedades de estos materiales (bajo coeficiente de rozamiento).

- **Por condiciones de servicio**

### **Norma A.P.I.**

Son las normas del Instituto Americano del Petróleo.

- Condiciones de servicio para motores de gasolina (identificador "S").
- Condiciones moderadas SA, Medias SD y Duras SCT.
- Condiciones de servicio para motores diesel (identificador "C").
- Condiciones moderadas CA, Medias CC y Duras CD.

La segunda letra, después del identificador, indica la calidad del aceite y el servicio de trabajo que puede soportar y cuyas condiciones de servicio serían: moderadas, medias y duras.

### **Norma C.C.M.C. (Comité de Constructores del Mercado Común)**

Es otra clasificación de calidades de aceite, que comprenden tres series:

- Motores de gasolina: G1 - G2 - G3 - G4 - G5.
- Motores diesel de turismos: PD1 - PD2.
- Motores diesel: D1 - D2 - D3 - D4 - D5.

Según va aumentando el número, aumenta también la calidad del aceite, siendo los de mayor calidad y resistencia a condiciones duras de servicio (motores sobrealimentados) los aceites del número "4" y "5".

### **Norma A.C.E.A. (Asociación de Constructores Europeos de Automóviles)**

Utiliza la siguiente nomenclatura:

Primero pone una letra:

- Motores de gasolina: A.
- Motores diesel de turismos: B
- Motores diesel de pesados: E

A continuación detalla un número:

- Motores antiguos: 1 (calidad básica)
- Motores de potencia pequeña y mediana: 2 (calidad standar)
- Motores de gran potencia: 3 (calidad superior)

Por último indica el año de instalación o revisión de la Norma.

Por ejemplo: ACEA A298 / B298. Aceite para vehículo de gasolina o diesel de no mucha potencia, calidad standar, y para servicios normales o ligeramente severos.

## **Mantenimiento**

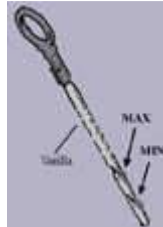
Como norma general se deben seguir las instrucciones del manual del vehículo indicadas por el fabricante.

A continuación se dan unas normas que pueden complementar o sustituir en algún caso a las dadas por el fabricante.

- **Comprobación del nivel de aceite en el cárter (fig. 23)**

El consumo de aceite en los motores se realiza, generalmente, por el paso de aceite entre los segmentos, quemándose en el interior del cilindro. Se considera límite de consumo la pérdida de 1 litro cada 2000 km.

Los motores poseen una varilla indicadora de nivel de aceite. Está situada en un lateral del motor y al extraerla se observan unas marcas indicadoras del nivel máximo y mínimo.



*Fig. 23*

Esta medición se realizará con motor frío y terreno en horizontal. Si necesitáramos añadir aceite por encontrarse el nivel por debajo del mínimo, utilizaremos aceites de las mismas características y a ser posible de la misma marca, aunque esta última no es condición indispensable; y no debiendo superar nunca la marca del máximo o quedar por debajo del mínimo.

Un exceso de nivel puede producir, además de humos azules, carbonilla en la cámara de combustión.

- **Cambio de aceite (fig. 24)**

La ventilación y filtrado del aceite no bastan para impedir que éste vaya perdiendo sus cualidades poco a poco.

El cambio de aceite debe realizarse:

- Siempre con el motor parado.
- El motor debe estar caliente.
- El vehículo colocado en posición horizontal.
- Abriendo el tapón de vaciado (**T**) situado en la parte inferior del cárter.
- Extrayendo la varilla indicadora de nivel de aceite de su alojamiento.
- Cambiando la arandela (**A**).
- Llenándolo por el orificio o tapa de balancines (**B**).

Este cambio se hará en función de los kilómetros recorridos por el vehículo, la estación del año y vías por las que se circula, adaptándose al libro de instrucciones del vehículo o bien cuando el aceite pierda sus características.

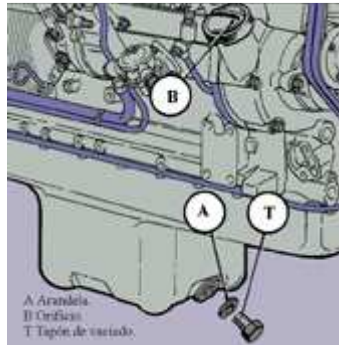


Fig. 24

- **Cambio del filtro de aceite (fig. 25)**

Debido a la cantidad de impurezas retenidas por el filtro (**F**) de aceite, este podría llegar a obturarse, siendo necesario su sustitución antes de que esto ocurra.

Se pueden utilizar las siguientes normas de cambio de filtro:

- Utilizar el mismo filtro (referencias).
- Apretar atendiendo a la junta (**J**) y a su asiento (**A**).
- En los motores de gasolina, un cambio de filtro por cada dos cambios de aceite del cárter. En los motores diesel, por cada cambio de aceite, como norma general, cambiar el filtro de aceite.

Si se utilizan aceites que por sus características, los cambios se realizan después de muchos kilómetros (aceite sintéticos), el cambio de filtro se realizará al mismo tiempo que el cambio de aceite.

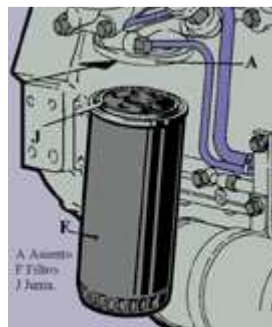


Fig. 25

- **Limpieza exterior del cárter**

El cárter es el lugar donde se refrigera el aceite, por lo que la superficie exterior de este cárter debe estar libre de grasas y barro, para favorecer la evacuación del calor.

## 6. EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

### Misión del sistema de refrigeración

Al hablar del motor de explosión decíamos que en su funcionamiento se aprovechaba parte de la energía química existente en un combustible y que se transformaba en energía mecánica.

La transformación se hacía mediante la inflamación de la mezcla que producía una explosión. En esta explosión se desarrolla un extraordinario calor, hasta el punto que la mayor parte de la energía que no se utiliza, sí da lugar al calentamiento y por consiguiente a muy elevadas temperaturas en los elementos y piezas de la cámara de explosión, principalmente durante el tiempo de escape.

Esta temperatura, que en el momento de la explosión se acerca a los 2.000 grados (temperatura instantánea), produciría una dilatación tal, que las piezas llegarían a agarrotarse, dando lugar por otra parte a una descomposición del aceite de engrase.

Ahora bien, no solamente se produce calor en la cámara de compresión, sino también en los cilindros, pues aún cuando en ellos no tiene lugar la explosión y no están sometidos a la temperatura instantánea que ésta provoca, sí lo están a la de los gases durante el tiempo de explosión y por otra parte al calor producido por el frotamiento continuo del pistón sobre sus paredes.

Para eliminar en parte ese calor y evitar los perjuicios que puede ocasionar se recurre a la refrigeración de las piezas o elementos del motor que más calor reciben. Ello se consigue con el sistema de refrigeración.

Este calor absorbido no ha de ser ni muy poco (ya que produciría dilataciones), ni muy elevado (pues bajaría el rendimiento del motor notablemente). Aproximadamente se eliminará por el sistema de refrigeración un 30% del calor producido en la explosión o combustión.

Además de estas grandes dilataciones, las altas temperaturas producidas en los motores hacen que la cantidad de mezcla que llega a los cilindros sea pequeña, por lo que es necesario para el aumento de rendimiento del motor, dotarlo de un sistema de refrigeración. También ocurre que, debido a las altas temperaturas, el aceite de lubricación pierde sus propiedades lubricantes. Las partes que requerirán mayor refrigeración, serán aquellas sometidas a más altas temperaturas. Estas son: la culata (especialmente las zonas de proximidad a la válvula de escape), las válvulas (con sus asientos y guías) y los cilindros (debido al roce con el pistón).

### Sistemas de refrigeración

Los sistemas de refrigeración que se utilizan en la actualidad son:

- Refrigeración por aire.
- Refrigeración por líquido.

- **Refrigeración por aire**

La refrigeración por aire se consigue exponiendo las partes más calientes del motor (culata y exterior de los cilindros) a la corriente de aire que se produce por la marcha del vehículo o bien por una turbina, al irse renovando continua y rápidamente el aire absorbe el calor de las superficies antes indicadas.

El calor producido en el motor se evacúa directamente al aire, para lo cual el motor se construye de aleación ligera (con buen coeficiente de conductividad térmica) y se le aumenta la superficie de contacto con el aire, dotándole de una serie de aletas. Estas aletas serán mayores cuanto mayor sea el calor a evacuar. Así, pues, las mayores serán las más cercanas a la culata (cámara de explosión).

El intercambio de calor entre los cilindros y el aire será mayor cuanto más delgadas sean las paredes de las aletas, debiéndose mantener el espacio entre las aletas perfectamente limpio.

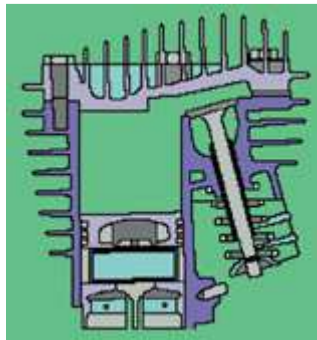
Dependiendo de la forma de hacer llegar el aire a los cilindros existen dos tipos de refrigeración por aire:

- Refrigeración por aire directa.
- Refrigeración por aire forzada.

#### **Refrigeración por aire directa (fig. 1)**

El aire que incide sobre el vehículo al circular, a su vez, refrigera el motor, dependiendo así la refrigeración de la velocidad del vehículo y no de la del motor.

Al ralentí, la refrigeración es mínima, ya que se realiza por radiación únicamente y a bajas revoluciones del motor. Por ello sólo se utiliza en motocicletas de pequeña cilindrada que tienen el motor expuesto al aire.



*Fig. 1*

En turismos y camiones sería totalmente ineficaz, ya que la eliminación de calor por radiación dentro del compartimento motor sería mínima.

#### **Refrigeración por aire forzada (fig. 2)**

La refrigeración por aire de los motores, al estar estos generalmente cerrados por la carrocería, es necesario encauzar el aire, canalizándolo hacia los cilindros y culata.

Se dispone de una turbina que activa y aumenta esa corriente, que es movida por una correa montada en una polea situada en el extremo del cigüeñal. El ventilador aspira el aire exterior y lo dirige a las partes a refrigerar.

Un estrangulador automático regula el paso de aire en función de las necesidades del motor. Así, en el arranque en frío, corta el paso de aire y el motor alcanzará rápidamente su temperatura de régimen.

### Ventajas

- Diseño y construcción simplificado.
- Poco peso del motor (no tiene elementos como radiador, manguitos o bomba).
- Mínimo mantenimiento, al carecer de líquido refrigerante, bomba o manguitos.
- Tamaño pequeño del motor, al no tener cámara para líquido.
- Mayor rendimiento térmico (menos pérdidas de calor por refrigeración).
- Se alcanza la temperatura de régimen óptimo del motor antes que en la refrigeración líquida.

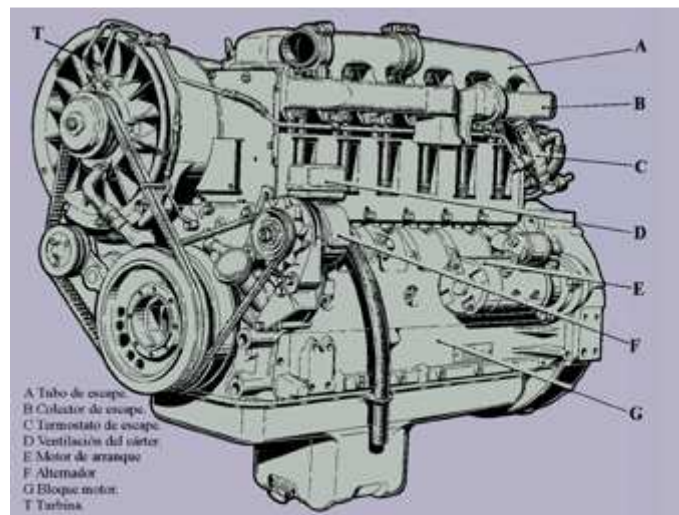


Fig. 2

### Inconvenientes

- Refrigeración irregular, debido a que depende de la temperatura del aire, la altitud y la velocidad del vehículo.
- Son más ruidosos, debido a que el aire al pasar entre las aletas produce vibraciones.
- Se enfrían muy rápidamente (uso del estrangulador muy a menudo).
- Peor llenado de los cilindros (menor potencia útil), debido a las temperaturas alcanzadas.
- Se utiliza en motores bóxer o de cilindros opuestos, por canalizar mejor el aire.

### • Refrigeración por líquido

Es el sistema generalizado que utilizan los automóviles actuales.

En este sistema cilindros y bloque de cilindros constituyen una envoltura en cuyo interior circula el líquido de refrigeración. El líquido refrigerante circula igualmente por el interior de la culata a través de unos huecos previstos al efecto (cámaras de líquido).

Las cámaras están uniformemente repartidas alrededor de la cámara de combustión y cilindros. Este líquido, que se calienta al contacto con las paredes, es a continuación dirigido hacia el radiador, donde cede su calor al aire ambiente, para volver después al bloque de cilindros.

La capacidad calorífica del líquido es muy elevada, siendo, a veces mayor que la del aire. Por ello, el volumen de las cámaras de líquido, los cilindros y la velocidad de circulación del líquido, deben contribuir a no dejar llegar el agua hasta el punto de ebullición.

## Elementos de los sistemas de refrigeración por líquido

A continuación describimos los elementos componentes de un sistema de refrigeración por circulación forzada de líquido:

- Cámara de agua.
- Radiador.
- Uniones elásticas.
- Bomba de agua.
- Ventilador o electroventilador.
- Termostato.
- Elementos de control.

- **Cámara de agua (fig. 3)**

Son unos huecos (**C**) practicados en el bloque motor y en la culata. Por las cuales circula el líquido refrigerante. Rodean las partes que están en contacto directo con los gases de la combustión (cilindros, cámaras de combustión, asientos de bujías y guías de válvulas).

Se caracterizan por el caudal de líquido que circula en el motor.

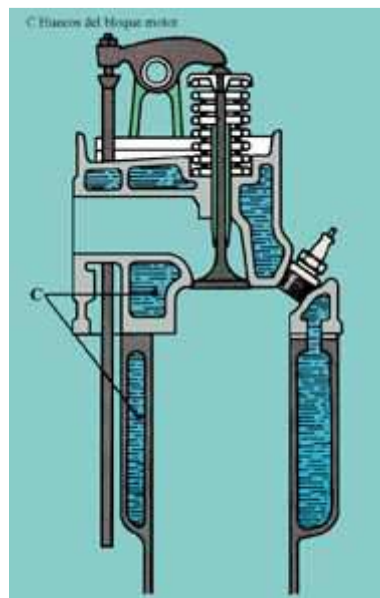


Fig. 3

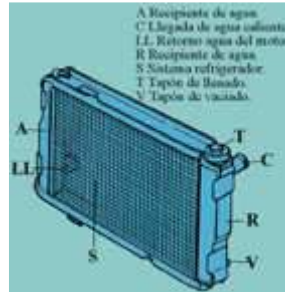
- **Radiador (fig. 4)**

Su misión es enfriar el agua caliente procedente del motor. Está situado, generalmente, en la parte delantera del vehículo de forma que el aire incida sobre él durante su desplazamiento.



Las partes del radiador se indican en la **fig. 4**

Se une al chasis de forma elástica mediante tacos de caucho y por medio de manguitos flexibles al motor, evitando así posibles daños con las vibraciones del motor y la marcha del vehículo. Para su fabricación se emplean generalmente, aleaciones a base de cobre (latón).

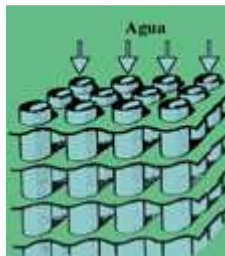


*Fig. 4*

Si bien es cierto que cuanto mayor sea la superficie frontal del radiador mayor será también la refrigeración (más superficie en contacto con el aire), tampoco conviene que sea de una superficie excesiva, puesto que de ser así el motor tardaría mucho en alcanzar su temperatura óptima de funcionamiento o no llegaría a alcanzarla. En algunos casos aislados se montan en la parte frontal del radiador unas persianas para regular la superficie del radiador expuesta a la incidencia del aire.

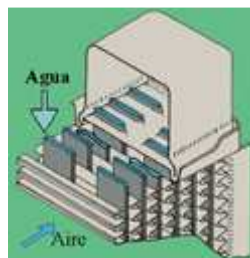
Por ello, la efectividad de un radiador, depende de la superficie del mismo expuesta a la incidencia del aire.

Para mejorar el coeficiente aerodinámico del vehículo y que la superficie del radiador sea suficiente, se fabrican los radiadores gruesos en vez de muy altos.



*Fig. 5*

El radiador tubular está formado por una serie de tubos cilíndricos (**fig. 5**) o planos (**fig. 6**); largos y finos; verticales u horizontales, rodeados por unas aletas de gran conductividad térmica que le sujetan y a la vez le sirven de superficie refrigerante.



*Fig. 6*

El aire del exterior y el producido por el ventilador pasa por entre los tubos, absorbiendo el calor de sus superficies y con ellos el del agua que por los mismos descende.

El agua cae vertical u horizontalmente y el aire que penetra horizontalmente lo refrigera a través de los tubos que tienen una gran conductividad.

En el radiador de nido de abeja (**fig. 7**) el cuerpo refrigerador está formado por finos y cortos tubos con sus extremos ensanchados en forma hexagonal.

Estos tubos van soldados unos a otros de forma que entre ellos dejan un estrecho espacio para el agua, mientras los tubos horizontales son atravesados por el aire de la marcha.



Fig. 7

La superficie de refrigeración es muy grande. Son poco utilizados a causa de su elevado precio.

En la parte superior del radiador va dispuesto un tapón, que puede ser estanco (sistema moderno) o con válvula de seguridad (sistema antiguo).

## Bomba de agua

En el proceso de refrigeración, la circulación es activada por una bomba que se intercala en el circuito, entre la parte baja del radiador y el bloque, obligando la circulación del líquido refrigerante (refrigeración forzada).

La bomba más usada es de paletas de tipo centrífugo (**fig. 8**), es decir, que el agua que llega a la rueda de paletas (**A**), la cual gira dentro de un cuerpo de bomba (**C**) de aleación ligera, es recogida por éstas y en su giro la expulsa con fuerza hacia la periferia, obligándola a pasar a las cámaras de agua.

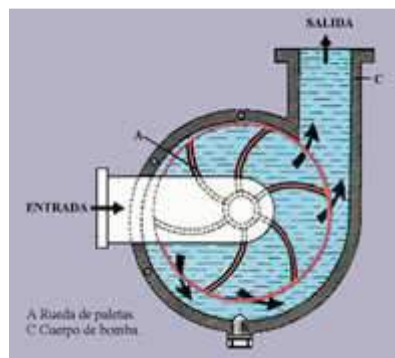
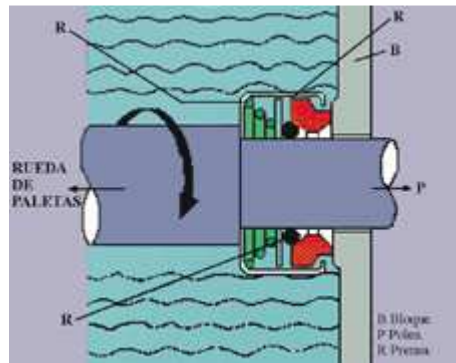


Fig. 8

La bomba va instalada frontal o lateralmente y recibe su movimiento del cigüeñal a través de la correa que en algunos casos también mueve el ventilador (**fig. 10**).

Para evitar que el agua se salga por el eje, se le monta un dispositivo tipo prensa (**R**) o junta de frotamiento, que es la más usada actualmente (**fig. 9**).



*Fig. 9*

El eje de la bomba (**fig. 8**) está montado de forma excéntrica en el cuerpo de la misma, con objeto de economizar el paso de agua alrededor de la rueda.

Se debe comprobar y revisar el estado y la tensión de la correa (**T**) (**fig. 10**) de la bomba. Si está destensada podría producirse el calentamiento del motor al patinar ésta. Si estuviera muy tensada le afectaría a los cojinetes de la bomba y a la propia correa.

No tiene que estar ni muy tensada ni destensada, permitiéndose una flexibilidad de unos 2 centímetros, aproximadamente.



*Fig. 10*

- **Uniones elásticas**

El radiador se une a la carrocería elásticamente (tacón de goma) y al motor mediante conducciones flexibles (manguitos) de tal forma que las vibraciones no perjudiquen al radiador.

- **Ventilador. Electro-ventilador (fig. 11)**

Es el elemento encargado de hacer pasar una corriente de aire suficiente para refrigerar el agua a través del radiador. Además refrigera algunos órganos externos como generador, bomba, bomba de gasolina y carburador.

En los modelos antiguos el ventilador está montado en el mismo eje que la bomba de agua y mientras el motor funciona, lo hace el ventilador. Esto ocasiona que el ventilador funcione cuando el motor no lo necesita, es decir, cuando el vehículo estuviera frío o en marcha y aprovecharse de la corriente de aire producida en su recorrido. Esto implica un consumo de energía, ya que actualmente los automóviles son, en su mayoría, de motor delantero, pudiendo aprovechar la corriente producida por la marcha.

Actualmente los automóviles van dotados de un electroventilador (**E**) con un mando termoelectrico (**T**), de tal forma que entra en funcionamiento al adquirir el agua del circuito de refrigeración una determinada temperatura, evitando así pérdidas innecesarias de potencia por arrastre en regímenes en los que el empleo del ventilador no es necesario.

Uno de los elementos del electroventilador es el ventilador, que es una pequeña hélice, de dos a seis palas. Cuanto mayor sea el número de éstas, más enérgica será la corriente de aire proporcionada; también será dicha corriente más eficaz cuanto más largas sean las palas, hasta llegar a un máximo en que comenzaría a perder su eficacia.

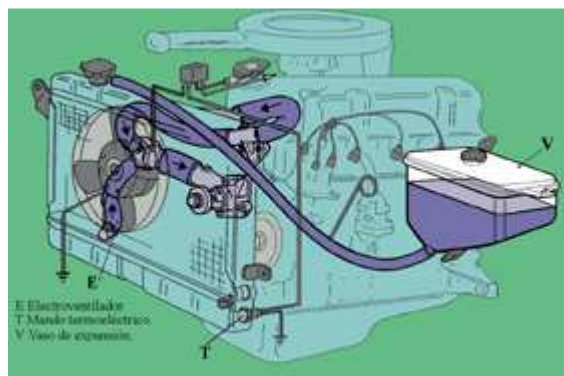
Las palas son fabricadas con láminas de acero, aleación de aluminio o plástico moldeado. Deben ser lo suficientemente sólidas para que puedan absorber las deformaciones, así como estar bien equilibradas para que no produzcan vibraciones.

El electroventilador entra en funcionamiento cuando la temperatura del motor es superior a la de régimen, lo pone en funcionamiento el termocontacto (**T**) que recibe la temperatura del líquido refrigerante.

El termocontacto (**T**) va situado, generalmente, en una parte baja del radiador, o bien en la misma culata.

Cuando el vehículo está en marcha, el aire incide directamente sobre el radiador, con lo que la refrigeración del líquido está asegurada. Al circular a poca velocidad, o cuando el vehículo se encuentre detenido, la refrigeración en el radiador es menor, y la temperatura del líquido subirá.

El electroventilador (**E**) puede ir montado delante o detrás del radiador. En cualquiera de los dos casos, el sentido del aire será siempre de radiador hacia motor (de fuera a dentro).



*Fig. 11*

### Ventajas

- Posibilidad de colocar el radiador en la posición que más convenga. De esta manera se puede colocar el radiador en el frente del vehículo, siendo el motor transversal, así como montarlo delante o detrás del ventilador.
- La marcha es más silenciosa.
- La refrigeración, al ser independiente de la velocidad del motor y del vehículo, evita el sobrecalentamiento en caso de que el motor tenga que funcionar largo tiempo a ralentí.
- El motor consume menos para una misma potencia, al no tener que mover el ventilador con la correa.

### Inconvenientes

- Aunque mínimo, cabe reseñar la mayor complejidad del sistema, que aumenta la posibilidad de averías (los componentes del circuito eléctrico).

## **Tipos de ventiladores**

En la actualidad se utilizan ventiladores que, solamente giran cuando la temperatura del motor se eleva hasta un grado determinado.

### *Ventilador con acoplador electromagnético*

Está provisto de un embrague magnético que se conecta cuando la temperatura del agua se eleva hasta un grado determinado.

### *Ventilador con acoplador hidráulico y regulación térmica por aire del radiador*

La unión entre ventilador y el motor, está asegurado por un acoplador hidráulico cuya acción se determina según la cantidad de líquido que se introduce en él.

Este líquido (aceite de silicosa o líquido hidráulico), está contenido en una cavidad dispuesta en el cubo del ventilador o en un depósito separado, y su introducción en el acoplador está controlada por una válvula a un bimetálico fijada sobre el cubo del ventilador y sometida a la temperatura del flujo de aire que ha atravesado el radiador.

### *Ventilador con acoplador hidráulico y regulación térmica por líquido refrigerante (ventilador viscoso)*

Su funcionamiento se basa en el mismo principio que el anterior. Utiliza como elemento de fricción la silicosa, pero la regulación de funcionamiento está regulada por la acción del líquido refrigerante sobre el bimetálico que actúa en la válvula de paso y no por el aire que atraviesa el radiador.

## **• Termostato**

El motor necesita ser refrigerado, pero como dijimos anteriormente, no en exceso, ya que una temperatura demasiado baja produce una mala vaporización de la gasolina que se condensa en las paredes de los cilindros, mezclándose posteriormente con el aceite y disminuyendo sus cualidades lubricantes, lo que ocasiona mayor gasto de combustible y un peor engrase.

Así pues necesitaremos un dispositivo (termostato) que haga que la refrigeración no actúe cuando el motor esté frío, para que se consiga rápidamente la temperatura de óptimo rendimiento (esta temperatura, medida en el líquido de refrigeración, es de 85° a 90°C aproximadamente). Este mismo dispositivo ha de permitir la refrigeración completa o parcial del agua, dependiendo de la temperatura del motor.

Así pues, la misión del termostato es mantener la temperatura del motor en la de óptimo rendimiento. Para ello actúa sobre el paso del agua regulando la temperatura de ésta sobre los 85° C. Si se produce un exceso de refrigeración (marcha de noche a bajas temperaturas), el termostato se vuelve a cerrar, calentando el motor.

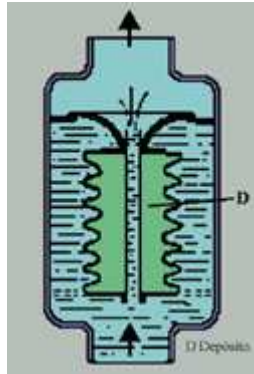
Para mantener la temperatura del motor, actuando sobre la circulación del líquido, se emplea una válvula de doble efecto (el termostato), que se intercala en el circuito de salida de la culata hacia el radiador.

Los termostatos que se emplean son aparatos capaces de producir una acción de tipo mecánico cuando varía la temperatura del ambiente donde están situados, utilizándose generalmente dos tipos:

- Termostato de fuelle.
- Termostato de cera.

**Termostato de fuelle**

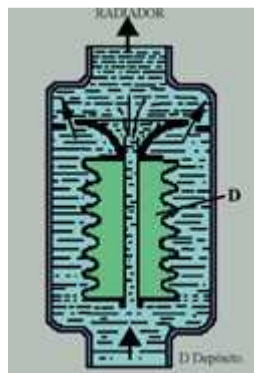
Consiste en un depósito metálico cerrado **(D) (fig. 12)**, de plancha muy fina, con las paredes en forma de fuelle o acordeón. En este depósito hay un líquido o sustancia muy volátil, como por ejemplo: éter, parafina, etc.



*Fig. 12*

Esta válvula, cuando el motor está frío, está cerrando el paso del líquido hacia el radiador y lo permite hacia la bomba. Al calentarse el líquido en el motor se calienta el depósito **(fig. 13)** del termostato con el líquido volátil, éste se volatiliza y aumenta de volumen. El depósito, por este aumento de volumen se alarga, abriendo la válvula y permitiendo el paso del líquido hacia el radiador, a la vez que cierra el paso hacia la bomba.

Si, circulando con el vehículo, la temperatura del motor desciende, por ser muy baja la exterior, el líquido de la válvula que se encontraba volatilizado, se condensa, disminuye su volumen y el depósito se contrae, cerrando la válvula el paso del refrigerante hacia el radiador y abriendo el paso hacia los cilindros (a través de la bomba de agua) hasta que nuevamente se alcanza la temperatura adecuada.



*Fig. 13*

**Termostato de cera (fig. 14)**

El funcionamiento de los termostatos de cera es similar al de los de fuelle, sustituyéndose el líquido volátil por cera.

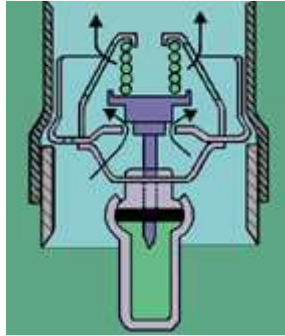


Fig. 14

Este sistema es el más empleado actualmente.

- **Elementos de control**

El conductor debe, en todo momento, poder comprobar la temperatura del agua de refrigeración, a fin de detectar inmediatamente las anomalías posibles en el circuito de refrigeración o motor.

El tablero de control está equipado a este fin; bien con un testigo luminoso, bien con un indicador de temperatura.

**Testigo luminoso (fig. 15)**

El testigo luminoso se enciende cuando la temperatura normal de funcionamiento no es alcanzada. Cuando esta temperatura de funcionamiento es alcanzada, la lámpara se apaga, pero se vuelve a encender si ésta es excesiva.

Este testigo luminoso es mandado por un termocontacto que se sitúa en la culata o sobre el radiador.

El termocontacto es un dispositivo, que hace funcionar el testigo luminoso para avisar al conductor.

Está constituido por una lámina bimetálica que se deforma en función de la temperatura. La deformación de esta lámina establece o corta el circuito de la lámpara piloto.

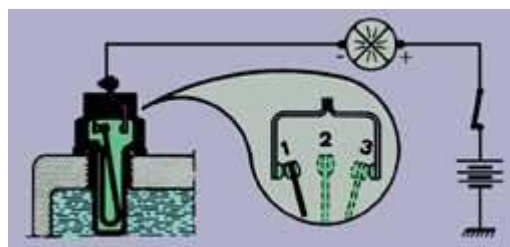


Fig. 15

**Indicador de temperatura (fig. 16)**

Según la precisión del aparato, éste estará provisto de una graduación, indicando la temperatura exacta del motor, en zonas de colores diferentes, correspondiendo a un funcionamiento normal o anormal.



Estos indicadores de temperatura son mandados eléctricamente por un termistor que se sitúa en la culata o sobre el radiador.

El termistor es una resistencia que, en función de la temperatura, deja pasar una corriente más o menos intensa. Esta variación de corriente hace desviar la aguja del indicador de temperatura.

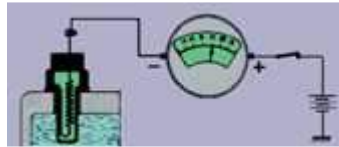


Fig. 16

## Circuitos de refrigeración

En la actualidad y en general, se emplea en vehículos automóviles, la refrigeración por circuito cerrado o sellado.

Existe otro tipo de circuito, el de refrigeración abierta que lo tendremos en cuenta como base del anterior, aunque no se utilice normalmente.

- **Circuito abierto**

El tapón de llenado del radiador en su parte superior posee una válvula de seguridad. Esta válvula comunica con la presión atmosférica y su misión es la de evitar que no se produzcan sobrepresiones en el circuito. En el caso de que en el interior del circuito de refrigeración se produjese una presión excesiva que pudiese dañar alguno de sus elementos, el circuito se pone en contacto con la atmósfera a través de la válvula, produciéndose la evacuación del vapor interno al exterior y retornando aire al interior del depósito.

Este sistema presenta el inconveniente de que el líquido perdido es irre recuperable, con lo que hemos de controlar frecuentemente el nivel del radiador para establecer las pérdidas.

En la **fig. 17** se indican los elementos componentes del circuito.

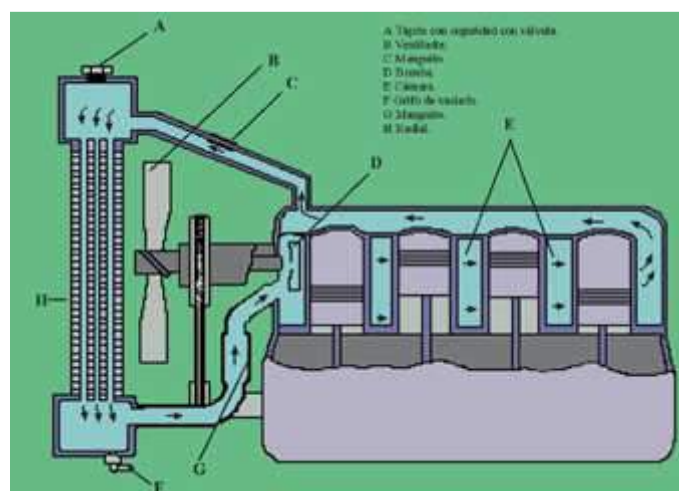


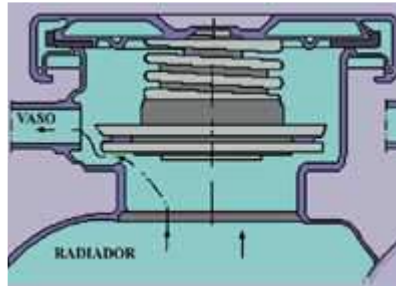
Fig. 17

- **Circuito cerrado o sellado**



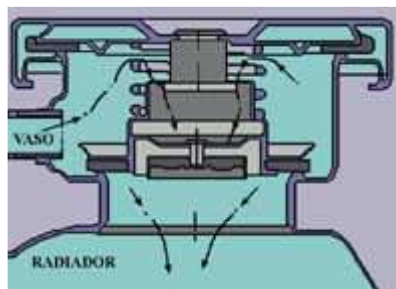
Este circuito consiste en conectar el radiador con un pequeño depósito denominado vaso de expansión. De esta manera el líquido no se pierde en el exterior y puede ser recuperable.

La válvula de seguridad que permite la salida del líquido del radiador, se encuentra en el tapón de cierre o a la entrada al vaso de expansión.



*Fig. 18*

Esta válvula permite el paso del vapor de agua a presión hacia el vaso de expansión, **(fig.18)** hasta que se iguale con la presión en el radiador. Si la presión baja demasiado en el radiador, la válvula permite el paso del líquido del vaso de expansión hacia el radiador y restablece así la presión y el nivel en el radiador **(fig. 19)**.



*Fig. 19*

El paso del líquido entre los dos elementos se consigue por diferencia de presiones del elemento con más presión hacia el elemento con menos presión del radiador al vaso o a la inversa.

El vaso de expansión se comunica con el exterior si la presión de funcionamiento es muy superior a lo establecido y lo hace a través de la válvula de seguridad que lleva el vaso de expansión.

La presión en el radiador, generalmente es superior a la atmosférica. Debido a esta presión en el radiador, el punto de ebullición del líquido aumenta, es decir, hierve a más de 100° C.

En este sistema no existen pérdidas de líquido. Si las hubiera, deberíamos revisar el circuito y localizar el punto donde se produce la fuga para poder subsanarlo.

En la **fig. 20** se representa el conjunto de elementos que componen el circuito:

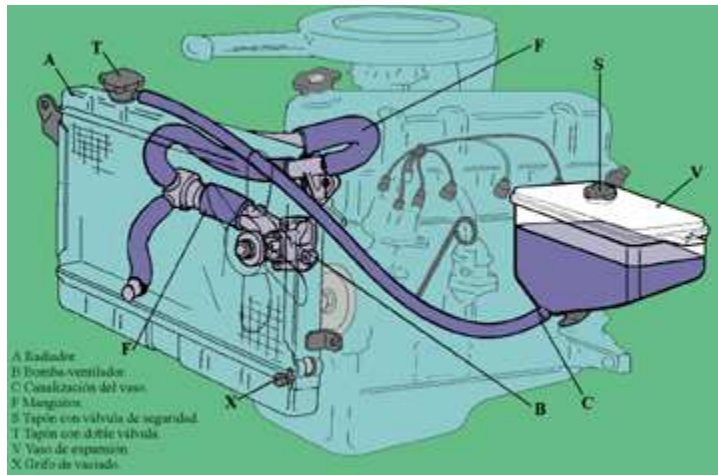


Fig. 20

## Líquidos refrigerantes

Se emplea el agua tratada con ciertos aditivos, como líquido refrigerante, debido a su estabilidad química, buena conducción, por su abundancia y economía.

El agua sola presenta grandes inconvenientes como:

- Sales calcáreas que obstruyen las canalizaciones del circuito (dureza). Se corrige destilando el agua.
- A temperaturas de ebullición es muy oxidante, atacando el circuito y sus elementos.
- Por debajo de 0° C solidifica y aumenta su volumen, pudiendo inutilizar el circuito de refrigeración.

Para evitar estos inconvenientes se mezcla el agua con anticongelante y otros aditivos, denominándose a la mezcla líquido refrigerante. Este líquido presenta las siguientes propiedades:

- Disminuye el punto de congelación del agua hasta - 30° C, según su concentración.
- Evita la corrosión de las partes metálicas del circuito, debido a los aditivos que entran en su composición.

Así, pues, el líquido refrigerante quedará compuesto por:

- Agua destilada.
- Anticongelante (etilenglicol).
- Borax (2 a 3%): inhibidor de la corrosión y de la oxidación.
- Antiespumante.
- Colorante.

## Mantenimiento

Este mantenimiento constará de los siguientes puntos:

- Comprobación periódica del nivel del líquido refrigerante en el vaso de expansión. El nivel de líquido ha de estar comprendido entre las marcas máximo y mínimo que figuran en el vaso de

- expansión. No se ha de llenar nunca completamente el vaso, se debe dejar un espacio libre para el vapor.
- Limpieza periódica del circuito, según las instrucciones del fabricante.
  - Comprobación de fugas y sustitución de los manguitos flexibles deteriorados.
  - Mantenimiento del buen estado general y de tensión de la correa de la bomba. Conviene llevar una correa de repuesto y herramientas para montarla.
  - Comprobación del funcionamiento del termostato y la entrada en funcionamiento del electroventilador.
  - Limpieza exterior del radiador.

## 7. EL SISTEMA DE ENCENDIDO

### Concepto de electricidad y magnetismo

Antes de estudiar los distintos circuitos eléctricos que integran el vehículo automóvil daremos unas ideas sobre conocimientos básicos de electricidad.

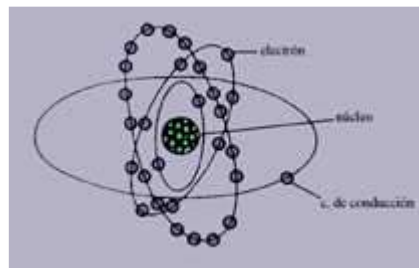
- **Corriente eléctrica**

Para comprender mejor la corriente eléctrica es necesario conocer la constitución de la materia.

Todo lo que ocupa un lugar en el espacio es materia. Cualquier cuerpo está constituido por materia. La materia, a su vez, se compone de partículas, infinitamente pequeñas, que se llaman átomos.

El átomo, a su vez, se divide en dos partes fundamentales:

Una parte central, llamada núcleo, y otra, que la forman unos cuerpos que giran alrededor del núcleo (según órbitas) (**fig. 1**), llamados electrones, con cargas negativas, mientras que el núcleo lo hace con cargas positivas.



*Fig. 1*

Los electrones se mantienen alrededor del núcleo, atraídos por éste, pues tiene cargas contrarias.

Algunos electrones, que están muy retirados del núcleo, son fácil hacerlos escapar por medio de algún agente externo. Estos electrones son los que producen la corriente eléctrica.

- **Intensidad de corriente**

Se entiende por corriente eléctrica, a través de un conductor, el movimiento de los electrones.

Parece lógico que su intensidad venga dada por el número de electrones por segundo que pasa por un punto dado. Se mide en AMPERIOS. Los conductores por los cuales circulan grandes intensidades tendrán una gran sección (diámetro grande) metálica (cobre generalmente).

Para medir la intensidad de la corriente se emplea el amperímetro que se conecta en serie con la rama del circuito que queremos medir, para lo cual se intercalará dentro del mismo conductor, por donde circula la corriente eléctrica.

- **Diferencia de potencial (voltaje)**

Vamos a estudiar la forma de poner en movimiento los electrones. Para comprender mejor la forma de hacerlo vamos a observar un sencillo circuito hidráulico, constituido por vasos comunicantes.

Observando la **fig. 2**, se ve que en el depósito **(A)**, el nivel es mayor que en el depósito **(B)**, existiendo una diferencia de niveles. Si en estas condiciones abrimos la válvula **(V)**, el agua pasa de **(A)** a **(B)** hasta alcanzar el mismo nivel, tal y como se ve en el detalle **(X)**, cesando entonces el paso.

A medida que disminuye la diferencia de niveles, disminuye también el caudal a su paso por la tubería de comunicación, hasta el momento en el que no existe paso porque no hay diferencia de niveles.

Si queremos que el líquido continúe pasando de un depósito a otro, debemos mantener constantemente la diferencia de nivel entre ambos depósitos.



Fig. 2

Considerando el circuito de la **fig. 3**, que está formado por una batería **(B)**, una resistencia **(R)**, una lámpara **(L)**, y un interruptor **(I)**. Cerramos el interruptor **(I)**, se cierra el circuito y se establece la corriente eléctrica, encendiéndose la lámpara **(L)**.

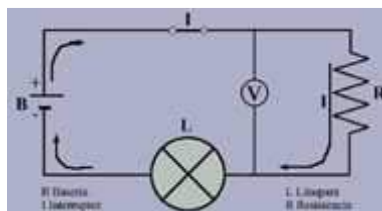


Fig. 3

La circulación de corriente depende de la tensión o diferencia de potencial de **(B)**, aumentado la circulación al aumentar dicha tensión o la diferencia de potencial (d.d.p.), como ocurría en el ejemplo hidráulico, al existir diferencia de nivel.

Convencionalmente se admite que la corriente circula dentro del circuito (camino para los electrones), desde el punto de mayor potencial al de menor, de positivo a negativo.

La unidad para medir la diferencia de potencia o tensión es el VOLTIO y su valor se mide con el voltímetro **(V)**, que se conecta en paralelo o derivación, es decir, conectándolo a uno y otro conducto por el cual circula la corriente eléctrica.

- **Resistencia eléctrica**

Todo hilo conductor ofrece una determinada resistencia al paso de la corriente. El valor de la resistencia o la dificultad al paso de los electrones, depende de:

- La longitud.

- La sección (milímetros).
- El material empleado en la fabricación del conductor.
- La temperatura.

Su unidad es el OHMIO.

Cuando un receptor tiene que recibir una intensidad elevada para su funcionamiento, el conductor será de gran sección y poca resistencia

Estas tres magnitudes, intensidad, resistencia y tensión (o voltaje), se relacionan mediante la ley de Ohm:

$W = I * R$	<b>V = Tensión en voltios</b> <b>I = Intensidad en amperios</b> <b>R = Resistencia en ohmios</b>
-------------	--

- **Potencia eléctrica**

Es otra propiedad de la corriente eléctrica, directamente proporcional a la intensidad y al voltaje. Su unidad de medida es el VATIO (W), y su múltiplo del KILOVATIO (KW).

En las características eléctricas de los receptores eléctricos se indica su potencia y tensión.

$$W = V * I$$

- **Fusibles**

Si tenemos un cable calculado para una intensidad y tensión determinadas y hacemos pasar una corriente de mayor intensidad y tensión, el cable se calienta y llega a fundirse. Esta propiedad se empleará para proteger instalaciones eléctricas de eventuales elevaciones de tensión e intensidad. Para ello se intercalan en las instalaciones unos fusibles, los cuales son conductores calibrados generalmente más finos y con punto de fusión calculado, de tal forma que al sobrepasar la intensidad deseada el fusible alcanza su punto de fusión e interrumpe el paso de la corriente. Se sitúan al principio del circuito. Protegen el cable desde el propio fusible hasta el receptor.

Los fusibles presentan un color normalizado, el cual indica la intensidad máxima del fusible, aunque además la llevan grabada.

- **Magnetismo**

Los imanes, naturales o artificiales, son cuerpos que tiene la propiedad de atraer partículas metálica de hierro. A la propiedad de atraer las partículas metálicas se llama magnetismo. Los imanes pueden ser naturales o artificiales:

Los imanes naturales o piedra imán, son determinados minerales (magnetita), que tiene magnetismo.

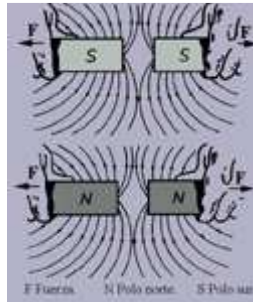


Fig. 4

Los imanes artificiales son los fabricados por procedimientos eléctricos, sobre trozos de acero o aleaciones especiales.

Los extremos de los imanes se llaman polos. Uno de los polos se llama norte (**N**), y el otro sur (**S**).

Del polo norte sale el magnetismo, y en el polo sur entra.



Fig. 5

La ley de atracción y repulsión dice que: si ponemos dos imanes **A** y **B**, con los polos iguales (**fig. 4**), uno frente al otro, éstos se repelen. Si ponemos los imanes **A** y **B** con los polos distintos enfrente, estos imanes (**fig. 5**), se atraen.

- **Líneas de fuerza (fig. 6)**

Líneas imaginarias que delimitan la extensión del campo magnético.

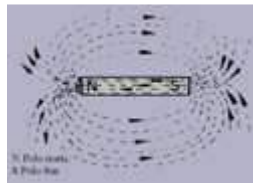


Fig. 6

- **Campo magnético**

El campo magnético es el espacio, próximo al imán, donde se manifiestan los efectos de éste, tales como las atracciones y las repulsiones. La intensidad de éste campo magnético se determina por el flujo magnético de líneas de fuerza que atraviesan la unidad de superficie.

- **Electromagnetismo**

Los electroimanes (**fig. 7**) están constituidos por una bobina con un núcleo de hierro dulce (cable enrollado, formando espiras alrededor de un núcleo de hierro dulce). El objeto del núcleo es aumentar la intensidad del campo magnético producido por la bobina.

La característica de un electroimán reside en que sólo se comporta como imán cuando hay paso de corriente por las espiras, desapareciendo la capacidad para imantar cuando ésta cesa.

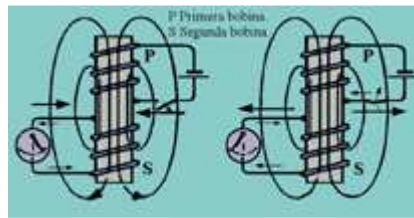


Fig. 7

- **Inducción electromagnética**

### Corrientes inducidas

El efecto de inducción se puede lograr mediante un electroimán. Estableciendo y cortando el paso de la corriente por su circuito (**fig. 7**).

El núcleo de hierro dulce lleva dos bobinas situadas a una distancia donde tenga efecto el electroimán. Al cerrar el circuito se produce un campo magnético en la primera bobina (**P**), cuyas líneas de fuerza cortan también las espiras de la segunda bobina (**S**). Al abrir el circuito, mediante un interruptor, el campo magnético desaparece y se produce una corriente inducida de alto voltaje en la segunda bobina (**S**). La tensión de la corriente inducida es directamente proporcional al número de espiras e inversamente proporcional a la intensidad que le pasa a cada arrollamiento.

### Sistema de encendido

La misión del sistema de encendido es producir una chispa eléctrica en el interior de los cilindros en el momento oportuno y en el orden de explosiones establecido. Esta chispa será la encargada de producir la combustión de la mezcla gaseosa. En el interior del cilindro existe un ambiente de mezcla comprimido por lo que para hacer saltar la chispa entre los electrodos de las bujías (separación de 0,6-0,7mm.) necesitaremos tensiones de unos 25.000 voltios aproximadamente para que se inflame la mezcla y obtener el máximo rendimiento en el motor.

Existen varios sistemas para obtener la chispa. Estos son:

- **Encendido por batería.**
- **Encendido por batería transistorizado.**
- **Encendido por batería electrónico.**

### Encendido por batería



El encendido por batería se basa en que es ésta la que suministra la energía eléctrica necesaria para hacer saltar la chispa. **(fig. 8)**

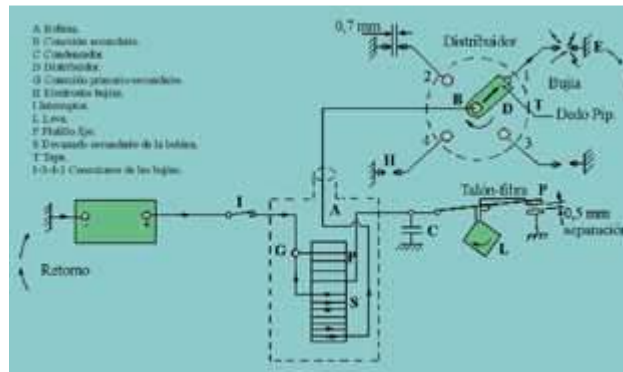


Fig. 8

- **Elementos principales del sistema de encendido por batería**

**Llave de contacto**

Es el interruptor situado en el cuadro de control del vehículo, que mediante una primera posición, su giro cierra el circuito de encendido, permitiendo el paso de la corriente eléctrica de la batería al circuito primario, y en el siguiente giro, pone en funcionamiento el motor de arranque.

**Bobina**

Es el elemento que transforma la corriente de baja tensión procedente de la batería en corriente de alta tensión que circulará hasta llegar a las bujías.

El funcionamiento de la bobina se basa en los fenómenos de inducción electromagnética.

**Ruptor (fig. 9)**

También llamados platinos o contactos.

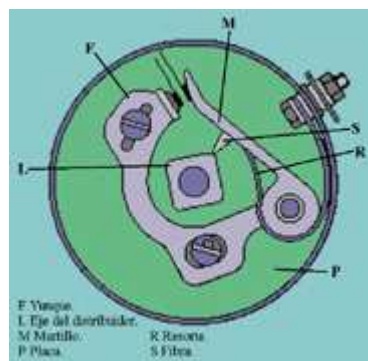


Fig. 9

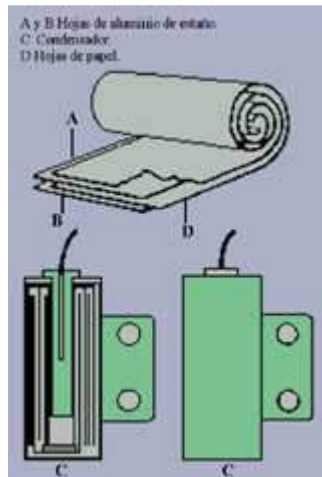
Es el elemento encargado de interrumpir la corriente en la bobina y provocar el aumento de tensión.

Está compuesto por dos contactos, uno móvil (**M**), llamado martillo, que recibe la corriente de la bobina y otro, el yunque, por donde hace masa.

**Condensador (fig. 10)**

El condensador sirve para absorber la chispa que se produce en los contactos del ruptor en el momento de la apertura, evitando que se quemen.

Otra función importante del condensador **(C)** es que disminuye considerablemente el tiempo que dura el corte de la corriente eléctrica en la bobina, elevando el voltaje.



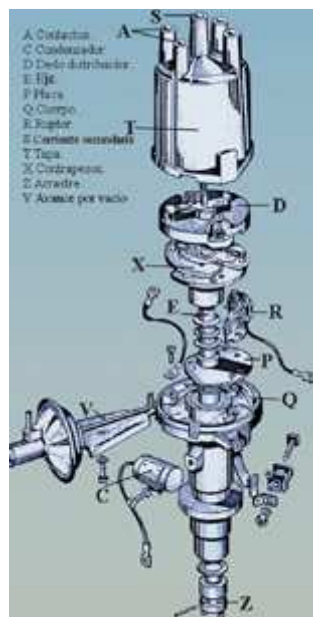
*Fig. 10*

El condensador en el circuito de encendido se conecta en paralelo con el ruptor.

La capacidad del condensador en los automóviles se expresa en microfaradios.

**Distribuidor (fig. 11)**

Su misión consiste en distribuir la corriente de la tensión a las diferentes bujías, en un orden determinado.



*Fig. 11*

Hay que destacar que el distribuidor, en su movimiento rotativo, distribuye la corriente por medio de la pipa (dedo distribuidor) a los cables que van a las bujías, quien asegura un encendido en orden diferente, 1-3-4-2 ó 1-2-4-3, según los tipos de motores.

### Mecanismo de regulación automática

Su misión es avanzar el encendido, adaptando la velocidad de salto de chispa (tiempo entre cada explosión) a las necesidades del motor, según el número de revoluciones. Hay dos tipos de ajuste:

- Manual. Consiste en dar el avance al encendido correcto al ralentí (puesta a punto del encendido).
- Automático. Constituido por:
  - Avance centrífugo (**fig. 11**). Formado por unos contrapesos que actúan en función de las revoluciones del motor.
  - Avance por depresión (**fig. 11**). Formado por una cámara neumática conectada al colector de admisión. Actúa en función del llenado de los cilindros y complementa al avance centrífugo.

### Bujías (fig. 12 y 13)

La bujía es el elemento donde salta la chispa, como consecuencia de la corriente de alta tensión procedente del distribuidor, inflamando la mezcla de aire y combustible comprimido en la cámara de explosión.

#### Grado térmico de una bujía

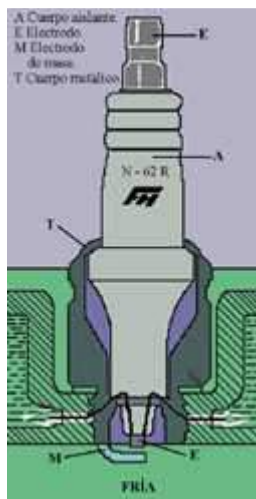
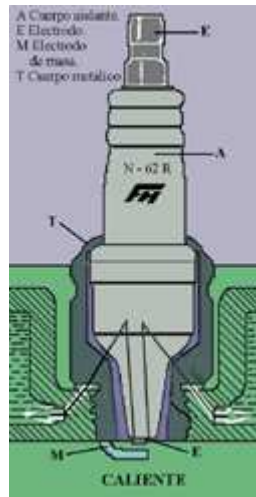


Fig. 12

El grado térmico de una bujía está en función de la conductibilidad térmica del aislador de la superficie expuesta al calor así como del tamaño y forma del hueco existente. Puede clasificarse en dos tipos: frías y calientes.

Esta característica va grabada en la propia bujía, y en algunas marcas en el cuerpo va grabado un código de cifras: 95, 145, 240 y hasta 340 para coches de competición. Cuanto mayor sea este valor térmico, mayor será su resistencia al encendido por incandescencia (autoencendido) y menor a ensuciarse.

- Bujía fría o de alto grado térmico (**fig. 12**). Está formada por un aislante corto y grueso en su parte inferior, para que la evacuación del calor se efectúe rápidamente. Se utiliza en motores de grandes compresiones y altas revoluciones.
- Bujía caliente o de bajo grado térmico (**fig. 13**). Está formada por un aislador largo y puntiagudo, con más cantidad de material aislante en su extremo inferior, estando alejado de la carcasa, efectuándose la evacuación del calor más lentamente. Se utiliza para motores de poca compresión y bajas revoluciones.



*Fig. 13*

La elección de la bujía así como la separación de electrodos que puede ser de 0,6 a 0,7 mm, es muy importante. Conviene seguir los consejos del fabricante, ya que influyen un buen número de factores como son:

- La carga del motor y el régimen.
- Temperatura de funcionamiento.
- Presión en la cámara de combustión.
- Naturaleza del combustible.

## Encendido transistorizado

Este encendido es similar al encendido por batería, que mejora al colocar un transistor entre la bobina y el ruptor. La misión del transistor es la de dividir la corriente primaria (de la batería) en dos; una de muy baja intensidad que pasa por el ruptor, y otra de mayor intensidad hacia masa que pasa por la bobina.

Con este sistema la corriente de la batería puede ser de mayor intensidad, ya que al ruptor sólo llegará una corriente de intensidad inferior a un amperio.

Las ventajas del encendido transistorizado son:

- Reduce considerablemente el deterioro prematuro en los contactos del ruptor.
- Aumenta la potencia de la chispa.
- Menor consumo, sobre todo a velocidades bajas y medias.
- Se evitan fallos a altas revoluciones.
- Facilita la inflamación de la mezcla, por existir una mayor separación entre los electrodos de la bujías.

- Se evita la colocación del condensador para el ruptor.

## Encendido electrónico

Es el sistema más utilizado en la actualidad, siendo su principal característica la falta del ruptor que queda sustituido por un cofre o módulo electrónico que controla la ruptura de la corriente primaria, es decir, el tiempo de alimentación de la bobina.

Las ventajas de este encendido son:

- Facilidad de arranque en frío.
- Buen funcionamiento a altas revoluciones, al eliminar el elemento mecánico (ruptor).
- Menores consumos, tanto de carburante como de batería.
- No precisa reglajes (puesta a punto), pero sí mantenimiento (comprobación y cambio de bujías).
- Ralentí muy uniforme.

Sus inconvenientes son:

- Precio de sus elementos.
- Averías, materiales y mano de obra caros.

## 8. EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN EN LOS MOTORES DE EXPLOSIÓN

### Misión

La misión del circuito de alimentación es preparar y hacer llegar al interior de los cilindros la cantidad de mezcla necesaria, en la proporción adecuada y en los momentos en que se solicita, según sean las necesidades de la conducción del motor.

Es importante resaltar que aún existen automóviles de serie cuya alimentación se realiza mediante un circuito de alimentación con carburador.

Es cada día más importante el uso de sistemas de alimentación dotados de inyección de gasolina.

### Combustibles

El combustible empleado en los motores de explosión es la gasolina, obtenida del petróleo bruto a través de una serie de destilaciones.

En la actualidad se utiliza también, aunque en menor grado, el gas licuado del petróleo (G.L.P.), en particular para el servicio "taxi". Está formado por una mezcla de gas propano y butano. Su poder calorífico es inferior que el de las gasolinas.

En la actualidad son muy usadas las gasolinas sin plomo por su menor efecto contaminante, y es utilizada en vehículos con encendido electrónico, inyección electrónica y catalizador obligatoriamente para evitar averías importantes, sobre todo en el catalizador.

- **Características de las gasolinas**

**Volatilidad**

La volatilidad de un líquido es la facilidad que tiene para convertirse en gas. Las gasolinas empleadas en automoción han de ser muy volátiles, para favorecer la unión íntima con el oxígeno del aire, obteniéndose una mezcla y posterior combustión.

**Poder calorífico**

El poder calorífico de un combustible es el número de kilocalorías que es capaz de proporcionar un kilogramo de dicho combustible.

Las gasolinas han de tener un alto poder calorífico, superior a las 11.000 kcal/kg.

**Octanaje**

El octanaje o índice de octanos de las gasolinas indica su "poder antidetonante". Las gasolinas deben tener un octanaje alto, generalmente superior a 90 octanos. Cuanto más alto sea su octanaje, mayor compresión soportará sin llegar a producir detonación. Cuanta mayor compresión soporte, mayor será la potencia desarrollada por el motor.

**Circuito de alimentación**

El circuito de alimentación está constituido por un depósito de combustible (**D**), del que aspira combustible una bomba (**B**), que lo envía por una canalización (**T**) al carburador (**C**), que prepara la mezcla y que a través del colector de admisión (**X**) llega a los cilindros. Para ello toma aire de la atmósfera a través de un filtro (**F**) y gasolina de una cuba del carburador.

La gasolina llega a la bomba después de ser filtrada en (**V**) por medio de la canalización (**T**), la gasolina retorna al depósito, por la canalización sobrante (**R**). (**fig. 1**).

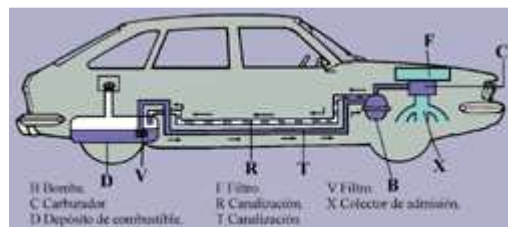


Fig. 1

- **Depósito de carburante (fig. 2 y 3)**

Colocado, generalmente, en una parte alejada del motor, para evitar el peligro de incendio. El depósito se coloca en un punto bajo para descender el centro de gravedad del vehículo y aumentar su estabilidad. Se coloca fuera de las deformaciones de la carrocería para evitar el peligro en caso de choque.

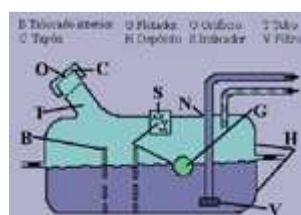


Fig. 2

Se emplea en su fabricación chapa de acero galvanizado, en dos mitades (**H**) que se unen con soldadura eléctrica. En la actualidad se fabrican también de plástico duro. Los depósitos metálicos se suelen recubrir de una capa antioxidante por el exterior y un barnizado por el interior.

El depósito debe ser estanco totalmente y dispone de un tubo (**T**) con una boca de llenado y un tapón de cierre (**C**) en el exterior. Posee un pequeño orificio (**O**) de ventilación situado en el tubo o en el mismo tapón de cierre. Este orificio está conectado con el exterior, y mantiene en el interior del depósito la presión atmosférica.



Fig. 3

Suelen llevar un tabicado (**B**) interior agujereado para evitar el ruido, limitar los movimientos del líquido y evitar la creación de vapores.

Lleva un orificio (**N**) para el tubo de salida del carburante y en la entrada a este tubo se puede colocar un filtro (**V**) de malla metálica, para un primer filtrado. Además de estos orificios, tiene practicado otro taladro de grandes dimensiones donde se acopla el indicador (**S**) de nivel de carburante.

El indicador de nivel más usado, consta de un flotador (**G**) situado en el interior del depósito que mueve una varilla metálica a lo largo de una resistencia variable. Dependiendo de la posición del contacto con la resistencia, la intensidad de la corriente será mayor o menor.

Esta corriente llega a un indicador que marcará en una escala el nivel en el depósito, en función de la intensidad de corriente que reciba.

### • **Bomba de alimentación**

La misión de la bomba es la de extraer el carburante del depósito y mandarlo al carburador o a la bomba de inyección, (dependiendo del sistema de alimentación empleado), para su posterior mezcla con el aire.

Existen dos tipos de bombas de alimentación según su accionamiento:

- Mecánica.
- Eléctrica.

### **Bomba de alimentación mecánica**

Se acopla al bloque motor por medio de unos tornillos con una junta y una placa para disminuir la transmisión de calor producido por el motor, evitando que la gasolina se convierta en gas. Esta bomba es accionada por una excéntrica que posee el árbol de levas del motor cuando éste se encuentra en el bloque, o bien por un dispositivo de mando, si lleva el árbol de levas en cabeza.

*Funcionamiento*



Fig. 4

La membrana (**M**) es movida hacia abajo por la excéntrica (**E**) a través de un sistema de palancas (**L y V**), aspirando combustible (**fig. 4**). Cuando cesa la acción de la excéntrica, el muelle (**R**) mueve la membrana hacia arriba, saliendo el combustible impulsado a presión. (**fig. 5**).

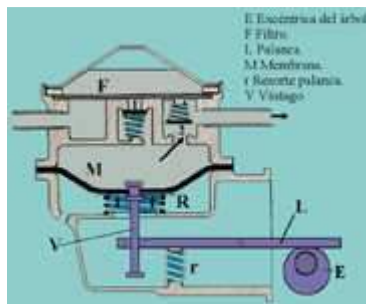


Fig. 5

Esta bomba presenta los siguientes inconvenientes:

- Se pueden producir burbujas en el carburante por la acción del calor del motor, al estar montado en él.
- La membrana pierde elasticidad, al dilatarse, por la acción del calor del motor.
- Rotura frecuente de la membrana, por fatiga.
- Al estar separada del depósito se necesita una membrana de grandes dimensiones para poder producir una succión efectiva.
- Para que funcione la bomba tiene que estar en funcionamiento el motor.

### Bomba de alimentación eléctrica

La parte superior es similar a la de una bomba mecánica (membrana y válvulas de aspiración e impulsión).

Esta bomba es accionada por la corriente de la batería sobre un electroimán que mueve la membrana.

La principal ventaja de esta bomba es que puede situarse en cualquier parte del vehículo. No se encuentra por tanto influenciada por el calor producido por el motor. Además funciona con la llave en posición de contacto, sin que para ello sea necesario hacer girar el motor.

En algunos vehículos, equipados de un sistema de inyección, podemos encontrar una bomba de rodillos movida por un motor eléctrico sumergido en la gasolina.



- **Filtros**

El sistema de alimentación lleva dos tipos de filtros:

- Filtros de carburante.
- Filtros de aire.

**Filtro de carburante**

Tiene como misión retener las partículas que pudiera llevar en suspensión el carburante. Suelen estar constituidos por un pequeño tamiz de malla metálica o de plástico. Están colocados a la salida del depósito, a la entrada de la bomba de alimentación y a la entrada del carburador.

**Filtro de aire**

Tiene la misión de retener las partículas que el aire lleva en suspensión, generalmente el polvo, y evitar así que penetre en el interior de los cilindros y el desgaste, en parte, de éstos. Existen tres tipos de filtros de aire:

- Filtro seco.
- Filtro húmedo.
- Filtro en baño de aceite.

*Filtro seco (fig. 6)*

El aire es obligado a pasar a través de un elemento filtrante de papel poroso especial, de plástico o de tejido (**F**). Está plegado en forma de acordeón o bien de forma distinta, con objeto de aumentar la superficie filtrante. Para dar mayor solidez al filtro, éste se suele montar con un recubrimiento de material plástico.

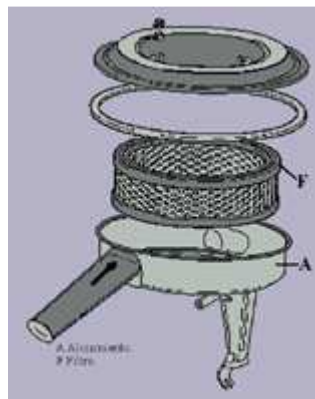


Fig. 6

Todo el conjunto se introduce en un alojamiento (**A**) que sirve de soporte.

Dispone de dos posiciones, según la estación del año, orientables éstas mediante el giro de la tapa previo desenroscado de las tuercas que lo fijan al cuerpo.

La toma de aire caliente lo hace por la boca de entrada que está próxima al colector de escape y la de aire frío por el conducto que se sitúa en el plano más alto del conjunto motor.

La toma se efectuará por uno u otro conducto según sea la flecha del soporte del filtro esté en correspondencia con "I" o "V" de la tapa, caliente y frío respectivamente (verano-invierno).

### Filtro húmedo (fig. 7)

Es similar al anterior. El elemento filtrante (**F**) es una malla de tejido metálico impregnado de aceite, donde quedan adheridas las partículas que contiene el aire.



Fig. 7

Este filtro se monta en el mismo soporte que en el caso anterior de la (fig. 6) y es más efectivo que el anterior, pero presenta como inconveniente el mayor y más continuo mantenimiento. La limpieza se puede realizar con gas-oil y seguidamente, el secado, con aire comprimido o con otro medio.

### Filtro en baño de aceite (fig. 8)

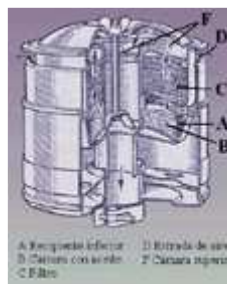


Fig. 8

Este filtro lleva un recipiente inferior (**A**), una cámara con aceite (**B**), situada debajo un elemento filtrante (**C**), que suele ser de tejido metálico. La entrada de aire (**D**) se sitúa de forma que, al entrar en el filtro, la corriente de aire choque directamente con la superficie del aceite. De este modo, las partículas más pesadas que contiene el aire, al cambiar éste tan bruscamente de dirección, quedan retenidas por inercia en el aceite y el resto del polvo es filtrado por el tejido metálico del filtro. El aire desciende después por su conducto.

Cuando el aceite de la bandeja se espesa, hay que limpiar y proceder a la sustitución del aceite, hasta el nivel que está indicado en el recipiente.

## Carburación

Para que se produzca una combustión, es preciso que haya dos elementos: combustible y comburente, y en unas condiciones determinadas. Combustibles son aquellos cuerpos sólidos, líquidos o gaseosos que son capaces de quemarse mediante un comburente.

En los motores de explosión se emplea como combustible la gasolina. Como comburente se emplea el oxígeno del aire. Las condiciones son: estar mezclados gasolina y aire en unas proporciones determinadas, comprimir esta mezcla, y, como consecuencia, elevar su temperatura para que, mediante una chispa, se inicie la explosión.

La misión del carburador es: realizar la mezcla aire-gasolina en la proporción adecuada para que una vez dentro de los cilindros pueda arder con facilidad. Esta mezcla será gaseosa, bien dosificada y homogénea, con objeto de obtener el máximo rendimiento del motor.

- **Carburación elemental (fig. 9)**

El carburador está basado en el efecto Venturi, que consiste en la depresión que toda masa gaseosa crea en una canalización al circular por ella. La depresión creada es directamente proporcional a la velocidad con que el gas circula por la canalización.

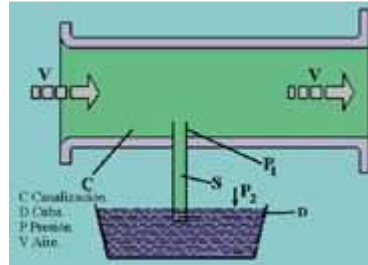


Fig. 9

Si dentro de esa canalización **(C)** se coloca un surtidor **(S)** comunicado con la cuba **(D)** de combustible, la diferencia de presión entre cuba y canalización **(p<sub>2</sub>-p<sub>1</sub>)** hace que llegue combustible a la boca del surtidor, pulverizándose y mezclándose con el aire del exterior, siendo arrastrada esta "mezcla" hacia los cilindros (por la aspiración de éstos en el tiempo de admisión).

**Elementos básicos de un carburador elemental (fig. 10)**

**Cuba (C)**

Es la encargada de mantener constante el nivel de combustible a la salida del surtidor. Es una reserva de gasolina.

**Surtidor (S)**

Tubo calibrado que une la cuba con el colector de admisión.

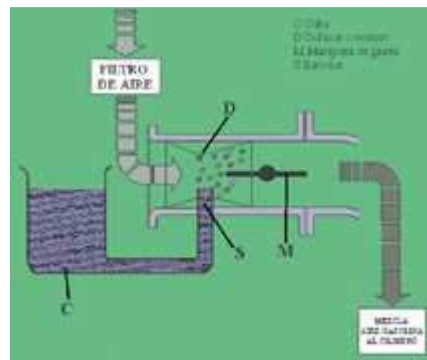


Fig. 10

**Difusor o venturi (D)**

Situado a la altura del surtidor. Consiste en un estrechamiento que aumenta la velocidad del aire, pero sin variar su caudal (cantidad). El caudal de gasolina se encuentra, así, favorecido.

**La válvula de mariposa del acelerador (M)**

Permite variar la cantidad de mezcla admitida en el cilindro.

- **Dosificación de las mezclas**

Debido al peso de la gasolina y del aire y como consecuencia de sus respectivas inercias, se deben controlar, según las necesidades del motor y de su número de revoluciones, la proporción en la mezcla de sus componentes, es decir, la dosificación de la mezcla.

Existen una serie de dispositivos para corregir las diferentes dosificaciones, según las circunstancias. Estas dosificaciones (en peso combustible/aire, medido en gramos) son las siguientes:

- Dosificación pobre (1/15 a 1/18). Para regímenes que no requieren un gran par motor (régimen de crucero en llano).
- Dosificación normal (1/15). Para regímenes donde la velocidad está en función de la potencia.
- Dosificación rica (1/12,5). Para prestaciones de máxima potencia del motor.
- Dosificación muy rica (1/4). Para arranque en frío.

La dosificación normal ideal en volumen es, aproximadamente, 1 litro de combustible por cada 10.000 litros de aire.

- **Dispositivos de corrección automática de las mezclas**

Los carburadores disponen por regla general de los siguientes circuitos:

- Circuito de ralentí: proporciona la cantidad de combustible necesaria para el funcionamiento del motor a bajas revoluciones (aproximadamente 800 r.p.m.).
- Circuito de compensación: sistema que evita el que se dispare el consumo de combustible, al acelerarse el motor, ya que la mezcla tiende a enriquecerse.
- Circuito economizador: adecúa la riqueza de la mezcla a una dosificación de máximo rendimiento, con independencia de la carga en los cilindros.
- Circuito enriquecedor: para proporcionar una mezcla rica en situaciones de máxima potencia (bomba de aceleración).
- Dispositivo de arranque en frío: para enriquecer la mezcla en el momento de arrancar (starter o estrangulador).
- Circuito de progresión: ayuda al ralentí al paso de bajas a altas revoluciones cuando no actúa el circuito principal.

## **Alimentación por inyección de gasolina**

Este sistema de alimentación empleado en los motores de explosión, sustituye al carburador por un sistema que inyecta la gasolina, finalmente pulverizada, directamente sobre el aire aspirado en el tiempo de admisión.

Ventajas del sistema de inyección:

- Elevado rendimiento.
- Menos consumo de combustible.
- Rapidez de adaptación.
- Gases de escape poco contaminantes.

La inyección puede ser:

- Directa.
- Indirecta.

La inyección directa, inyecta la gasolina directamente en el cilindro; la inyección indirecta inyecta la gasolina en el colector de admisión.

Con la inyección directa se consigue una rápida pulverización del combustible en el aire y la máxima potencia del motor, pero es necesario una mayor presión de inyección.

La inyección indirecta requiere un montaje más sencillo, debido a la menor presión de inyección.

La inyección indirecta puede ser:

- Inyección continua: si la inyección es constante en los inyectores que están colocados a la altura de las válvulas de admisión.
- Inyección discontinua: si la inyección se efectúa en el momento en que se encuentra abierta la válvula de admisión, siendo intermitente y con una perfecta sincronización con la válvula correspondiente.

Los sistemas empleados como dispositivo de mando en el circuito de alimentación puede ser:

- Inyección con mando mecánico.
- Inyección con mando electrónico.

### • Inyección con mando mecánico

Entre los sistemas mecánicos de inyección se distinguen los accionados por el motor de explosión y los carentes de dispositivo de accionamiento.

Los sistemas accionados por el motor constan de una bomba de inyección con su correspondiente regulador incorporado y su actuación es similar a la de los de inyección de los motores diesel.

Este sistema, en la actualidad, en los motores de explosión no se utiliza.

La otra variante es un sistema que trabaja inyectando de forma continua sin dispositivo de accionamiento.

### • Inyección con mando electrónico (fig 11)

Estos sistemas de inyección electrónica, sobre los sistemas mecánicos anteriores, tienen la ventaja de disponer de dispositivo de alta sensibilidad para suministrar el volumen adecuado en cada momento en los cilindros y no requieren un distribuidor mecánico de alta precisión.

El funcionamiento no requiere tanta precisión como en los sistemas mecánicos.

El sistema de la fig. 11, representa el modelo L - Jetronic de la casa BOSCH, sistema de inyección discontinua y multipunto.

Los elementos que componen el sistema son los siguientes:

**D** - Depósito de combustible.

**O** - Mediador del caudal de aire.

- B** - Electro bomba de combustible.
- X** - Filtro de combustible.
- Z** - Distribuidor de combustible.
- R** - Regulador de presión.
- N** - Válvula de arranque en frío.
- F** - Filtro de aire.
- C** - Colector de admisión.
- A** - Tubo de admisión.
- E** - Unidad de control.
- L** - Sonda Lambda.
- V** - Termointerruptor temporizado.

El L- Jetronic es un sistema de inyección sin accionamiento mecánico, controlado electrónicamente, con el que se inyecta intermitentemente combustible en el colector de admisión. Es un sistema de inyección intermitente.

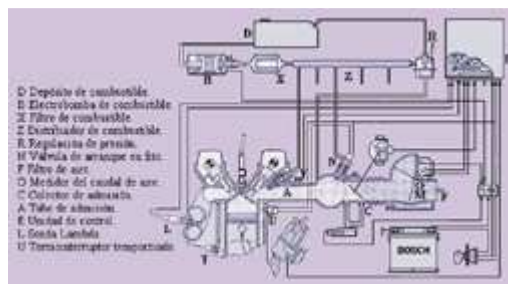


Fig. 11

La misión de la inyección de gasolina es hacer llegar a cada cilindro el combustible exactamente necesario, según las exigencias de servicio del motor, en cada momento. Esto implica la necesidad de tener el mayor número posible de datos importantes para la dosificación del combustible y una rápida adaptación del caudal de combustible a la situación de marcha momentánea. La inyección de gasolina, controlada electrónicamente, es la adecuada en este caso, ya que se registran los datos de servicio en cualquier lugar del vehículo, para su posterior conversión en señales eléctricas mediante medidores. Estas señales se hacen llegar a la unidad de control de la instalación de inyección, la cual las procesa, y calcula inmediatamente a partir de ellas el caudal de combustible a inyectar. El valor de este caudal depende de la duración de la inyección.

### Principio de funcionamiento

Una electrobomba (**B**) que aspira del depósito (**D**) e impulsa el combustible al tubo distribuidor (**Z**) y genera la presión necesaria para la inyección.

Las válvulas de inyección (**V**) inyectan el combustible en los distintos tubos de admisión. Una unidad electrónica (**E**) controla las válvulas de inyección.

### Bloques funcionales

El L- Jetronic se compone esencialmente de los siguientes bloques funcionales:

#### Sistema de aspiración

El sistema de aspiración hace llegar al motor el caudal de aire necesario. Consta de filtro de aire (**F**), colector de admisión (**C**), mariposa (**M**) y los distintos tubos de admisión (**A**).

#### Sensores

Los sensores (medidores) registran las magnitudes características del motor para cada estado de servicio.

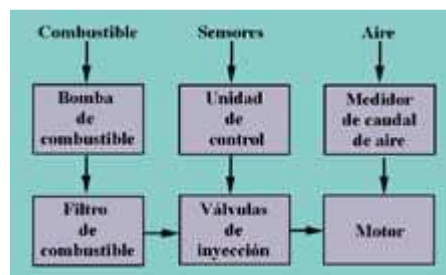
La magnitud de medición más importante es el caudal de aire aspirado por el motor, que es registrado por el medidor correspondiente, llamado también sonda volumétrica de aire. Otros medidores registran la posición de la mariposa, el régimen de revoluciones del motor, las temperaturas del aire y del motor.

#### *Unidad de control*

En esta unidad electrónica (**E**) se analizan las señales suministradas por los medidores, y a partir de ellas se generan los impulso de mando correspondientes para las válvulas de inyección.

#### *Sistema de alimentación*

El sistema de alimentación impulsa el combustible desde el depósito (**D**) a las válvulas de inyección (**V**), genera la presión necesaria para la inyección y mantiene constante dicha presión. El sistema de combustible incluye: bomba de alimentación (**B**), filtro de combustible (**X**), tubo distribuidor (**Z**), regulador de presión (**R**), válvulas de inyección (**V**) y válvulas de arranque en frío (**N**).



*Fig. 12*

En el esquema simplificado de la **fig. 12** se representa el principio de funcionamiento de este sistema de inyección electrónica.

### **Catalizador (fig. 13)**

La gasolina se quema en los cilindros del motor de forma incompleta. Cuanto más incompleta sea la combustión, más sustancias nocivas serán expulsadas con los gases de escape del motor.

Todas las medidas encaminadas a reducir las emisiones de sustancias nocivas y limitadas en diversas disposiciones legales, van orientadas a conseguir unas emisiones mínimas de sustancias nocivas consiguiendo al mismo tiempo el menor consumo posible de combustible, unas elevadas prestaciones y un buen comportamiento de marcha.



*Fig. 13*

Los gases de escape de un motor de gasolina contienen otros componentes que se han reconocido como nocivos para el medio ambiente. Los componentes nocivos están formados por monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO) e hidrocarburos (HC).

La misión del catalizador es la de transformar las sustancias nocivas que contienen los gases de la combustión en componentes inocuos. Por medio del catalizador es posible transformar más del 90% de las sustancias nocivas en inocuas.

Cuando los gases atraviesan el catalizador, la descomposición química de las sustancias nocivas es acelerada ante todo por el platino y el rodio. Interiormente está compuesto por:

**C** - Material cerámico.

**L** - Lana de acero para soporte.

**S** - Carcasa.

- **Catalizador de dos vías**

Está compuesto por metales preciosos, platino y paladio. Eliminan el monóxido de carbono y los hidrocarburos no quemados, para convertirlos en dióxido de carbono, vapor de agua y nitrógeno.

- **Catalizador de tres vías**

Compuesto igual que el anterior pero se le añade el rodio. Este metal reduce los óxidos de nitrógeno para convertirlos en nitrógeno y oxígeno. Este catalizador se emplea en inyecciones electrónicas que posean sonda lambda.

La sonda lambda es un dispositivo electrónico de control que analiza la cantidad de oxígeno de los gases de escape, evaluando así la correcta combustión aire-combustible. Informa al control electrónico de la inyección para que efectúe constantes correcciones de la mezcla aire-combustible (mayor o menor inyección de combustible).

- **Normas que se deben considerar en vehículos con catalizador**

- No utilizar gasolina con plomo, ya que pequeñas cantidades de plomo obstruyen el catalizador.
- El consumo de aceite no debe ser superior a un litro cada 1.000 km. Destruye las propiedades catalíticas.



- No realizar recorridos cortos con el vehículo en frío ya que si el catalizador no alcanza su temperatura de funcionamiento, la gasolina sin quemar deteriora el catalizador.
- No arrancar el vehículo empujándolo y sobre todo si se encuentra caliente.
- No utilizar aditivos que contengan plomo.
- Comprobar la puesta a punto del motor periódicamente.
- No llevar el depósito frecuentemente en reserva.

## **Mantenimiento y reglaje**

El mantenimiento del sistema de alimentación se realizará atendiendo a las instrucciones y recomendaciones dadas por el fabricante.

Los reglajes y revisiones de cada uno de los elementos constituyentes de los distintos tipos o sistemas de alimentación -carburador o sistema de inyección-, lo debe realizar personal especializado y con los elementos técnicos necesarios para poder diagnosticar, comprobar y poner a punto cada uno de los elementos componentes del sistema que se trate.

## 9. EL MOTOR DIESEL

### Introducción

El motor diesel recibe este nombre porque es el apellido de su inventor, el alemán Rudolf Diesel.

Los motores diesel y los motores de explosión son motores térmicos de combustión interna. Al motor diesel también se le conoce con el nombre de motor de combustión.

Al motor de gasolina se le llama de explosión, como se ha visto anteriormente, debido a que, para su funcionamiento se utiliza la fuerza que produce la explosión de una mezcla aire-gasolina.

En el motor diesel, la fuerza para su funcionamiento la proporciona la expansión de los gases que se producen al quemar (combustión) una determinada cantidad de combustible en determinadas condiciones.

El combustible empleado es el gasóleo (gasoil).

Conocida la organización y constitución de un motor de explosión, se conoce la del motor de combustión; las diferencias existentes entre ambos están principalmente en los elementos necesarios para la preparación del combustible y en la forma de conseguir su inflamación (motor de explosión) o su quemado (motor de combustión).

En el motor de explosión era necesario la formación previa de una mezcla de gasolina pulverizada con aire, operación que se realiza en el carburador. En el de combustión el aire entra solo en el cilindro, inyectándose el gas-oil puro en el propio cilindro. No emplea carburador y se diferencia en la entrada al cilindro del combustible y del comburente, con respecto al de gasolina.

La inflamación de la mezcla en el motor de explosión se provoca con una chispa eléctrica que salta en el momento adecuado en la cámara de compresión, para lo que se necesita un sistema de encendido que la produzca y distribuya. En el de combustión, el gas-oil se quema a medida que penetra inyectado en la cámara de combustión, sin salto de chispa alguno.

El gas-oil en los motores de combustión ha de enviarse a la cámara de compresión dosificado en cuanto a cantidad, a una presión elevada y en un instante determinado

### Combustibles

El combustible utilizado en los motores diesel, es un producto derivado del petróleo. Se obtiene en un proceso menos complicado que el utilizado en la obtención de la gasolina, mediante la destilación del petróleo bruto entre los 150° y los 300°. Este combustible es un aceite ligero y que se emplea en motores diesel que alcanzan unas 5000 r.p.m.

Otro aceite, el fuel-oil o aceite pesado, se emplea en motores diesel de grandes dimensiones que alcanzan unos 2000 r.p.m.

Las características que debe reunir el gasoil, entre otras, son las siguientes:

- Buen poder autolubricante sobre todo para el sistema de inyección.
- Temperatura de inflamación baja, para facilitar el arranque del motor y para que la combustión se realice en el menor tiempo posible.
- Bajo punto de congelación.
- El contenido de azufre no superior a 1%.
- Poder calorífico 10.000 kcal/Kg.
- Muy volátil, para mezclarse fácilmente con el aire.
- Viscosidad estable.
- Contenido de aditivos que faciliten la combustión (5% Etilo).
- Alto índice de cetano.

El índice de cetano o cetanaje, expresa la facilidad que tiene el gasoil para su autoencendido o inflamabilidad.

## Órganos del motor diesel

Son similares, en cuanto a forma, a los del motor de gasolina, si bien las características de los materiales son distintas debido al gran esfuerzo a que se encuentran sometidos.

- **Bloque**

Los cilindros forman un bloque de gran tamaño, de fundición o aleación ligera de aluminio. Los cilindros están formados, generalmente, por camisas húmedas.

- **Culata**

Es el elemento más característico del motor de combustión en su diferencia con el de explosión, ya que la relación de compresión es muy alta en los motores diesel, a su vez deben tener un diseño que facilite la autoinflamación.

Al final de la compresión del aire, se encuentra a una presión próxima a los 40 kg/cm<sup>2</sup> y una temperatura de 500 a 600° C, donde al inyectarse el gasoil se quema instantáneamente. En los de explosión, al final de la compresión, rara vez la presión sobrepasa los 15 kg/cm<sup>2</sup> y la temperatura los 350° C. Todas estas características hacen que:

- Las cámaras de combustión sean más pequeñas que en el caso del motor de explosión.
- Las cámaras tengan distintas formas para facilitar la autoinflamación.
- Los inyectores para la alimentación del combustible en los cilindros están situados en la culata y en determinados puntos para una perfecta combustión.

Estas culatas suelen ser de aleación ligera, llevando los mismos elementos que las de los motores de explosión (refrigeración, engrase, distribución, etc.).

Las cámaras pueden ser fabricadas en la misma culata o bien adaptadas posteriormente.

La unión entre la culata y el bloque de cilindros se realiza con un gran número de tornillos especiales (presiones internas muy elevadas) y su correspondiente junta.

- **Cigüeñal**

Debido a los grandes esfuerzos que recibe, debe asegurarse su rigidez y resistencia. Para ello, se aumenta el número de apoyos, teniendo uno entre codo y codo, cinco para 4 cilindros, siete para 6 cilindros (en línea). Se emplea en su fabricación aceros especiales de gran tenacidad.

- **Pistones**

Normalmente son de una aleación de aluminio muy resistente. Son más largos que los del motor de explosión y con mayor número de segmentos de compresión y engrase para asegurar mejor el cierre pistón-cilindro. La cabeza del pistón tiene, a veces, forma especial para formar la cámara de combustión y crear torbellino que mejora la mezcla de aire-combustible, sobre todo llevan algunas ligeras hendiduras para que no se tropiecen con las válvulas cuando se encuentre en el P.M.S.

- **Bielas**

Como las del motor de explosión, aunque más resistentes y taladradas de la cabeza al pie para engrasar el bulón.

## Funcionamiento (fig. 1)

- **Ciclo teórico**

El motor de combustión, al igual que el de explosión, puede ser de dos ó cuatro tiempos, y puede decirse que, este último es el más usado.

En el de cuatro tiempos, igual que en el de explosión, cada tiempo es media vuelta del cigüeñal, constituyendo dos vueltas del cigüeñal el ciclo completo. Sólo el tercer tiempo es el que efectúa el trabajo.

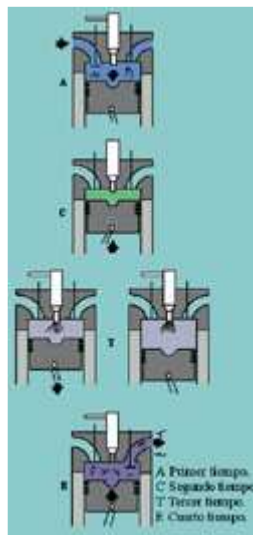


Fig. 1

### Primer tiempo (A)

Admisión de aire puro, sin mezcla y, en general, en gran cantidad. El pistón va del P.M.S. al P.M.I.; la válvula de admisión permanece abierta y la de escape cerrada. El cilindro se llena de aire.

### Segundo tiempo (B)

Compresión del aire, que se encuentra en el cilindro, quedando reducido al volumen de la cámara de compresión.

Con una relación de compresión que oscila entre 18 y 24 a 1, supone al final de la compresión, una presión alrededor de 45 kg/cm<sup>2</sup> y una temperatura de 600° C. El pistón se ha desplazado del P.M.I. al P.M.S. y ambas válvulas permanecen cerradas.

### **Tercer tiempo (T)**

Combustión (autocombustión de gasoil). Teniendo el aire a una presión y temperatura adecuada, se introduce en la cámara de compresión un chorro de gasoil, a gran presión, que lo pulveriza y mezcla con la mayor parte posible del aire. Este aire calienta las finas gotas de gasoil, elevando su temperatura hasta que éste empieza a quemarse. Los gases se dilatan en la cámara de compresión, se produce un extraordinario aumento de presión. Esta presión, que sólo encuentra como punto móvil la cabeza del pistón, carga sobre él toda la fuerza, obligándole a descender bruscamente del P.M.S. al P.M.I. constituyendo el tiempo motor.

El pistón ha ido del P.M.S. al P.M.I. y ambas válvulas permanecen cerradas.

### **Cuarto tiempo (E)**

Escape. Es igual que en los motores de explosión. El pistón expulsa los gases quemados al exterior dejando el cilindro preparado para un próximo ciclo.

El pistón se ha desplazado del P.M.I. al P.M.S. La válvula de admisión permanece cerrada y la de escape abierta. De esta forma termina el ciclo y el cigüeñal ha dado dos vueltas.

Como resumen se pueden destacar los siguientes puntos comparativos entre el motor de explosión y el diesel o de combustión:

- La relación de compresión está comprendida entre 18 a 1 y 24 a 1. (Mucho mayor que en un motor de explosión que llega hasta 10 a 1).
- Durante la admisión, el motor aspira sólo el aire. El de explosión aspira mezcla aire-gasolina.
- La inyección debe hacerse a muy alta presión. En el de explosión se inflama gracias a la chispa eléctrica.
- El combustible se inflama por autoencendido y dura el tiempo que dura la inyección de combustible. En el de explosión la combustión es muy rápida.
- En la compresión se alcanzan grandes presiones (hasta 45 Bares) y muy altas temperaturas (600° C).
- La combustión se realiza a presión constante. En el motor de explosión se realiza a volumen constante.

- **Ciclo mixto**

En la actualidad se utiliza el ciclo mixto, en la que la combustión tiene lugar primero a volumen constante y después a presión constante.

Esto se consigue modificando el sistema de combustión en distintos diseños de las cámaras, que durante la compresión, crean turbulencia en el aire al ser comprimido que mantiene la temperatura uniforme en todos los puntos de la cámara. De esta forma, al inyectar el combustible, la mezcla con el aire se produce con mayor rapidez y uniformidad, y en consecuencia, aumenta la velocidad de combustión de la misma.

Al igual que en el motor de explosión, y debido a las mismas razones, en el motor diesel se producen unos reglajes en las cotas de distribución para conseguir un mayor rendimiento del ciclo (diagrama práctico). Estas cotas pueden ser mayores que en los motores de explosión, luego también lo será el cruce de válvulas, porque no importa que se escape algo de aire si con ellos se consigue un mejor barrido de los gases quemados.

A continuación se representa el diagrama de distribución de motor (giros del cigüeñal) (**fig. 2**)

1. Tiempo de admisión.

2. Tiempo de compresión.

3. Tiempo de combustión.

4. Tiempo de escape.

**A.A.A.** Adelanto abertura válvula de admisión.

**R.C.A.** Retraso cierre válvula de admisión.

**A.A.E.** Adelanto abertura válvula de escape.

**R.C.E.** Retraso cierre válvula de escape.

**A.P.I.** Adelanto principio de inyección  $\alpha=27^\circ$

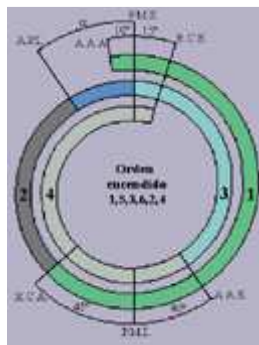


Fig.2

## Sistemas que lo complementan

- **Sistema de lubricación o engrase**

Los elementos que componen los sistemas de lubricación son los mismos que un motor de explosión, con la misma disposición de éstos y funcionamiento. El sistema más utilizado es el de presión total, que en la actualidad se aplica también en motores de explosión.

Donde varía el motor diesel es en las condiciones de engrase que serán mucho más duras que en un motor de explosión debido a la compresión elevada, presiones alcanzadas y temperaturas de funcionamiento.

Por otra parte, debido al rozamiento, el aceite está sometido a otros inconvenientes:

- Al existir un número mayor de segmentos y mayor longitud de los pistones, son mayores las resistencias a deslizar.

- El azufre que contiene el gasoil se endurece y dificulta tanto la acción de los segmentos como el deslizamiento pistón-cilindro, afectándole a su elasticidad.

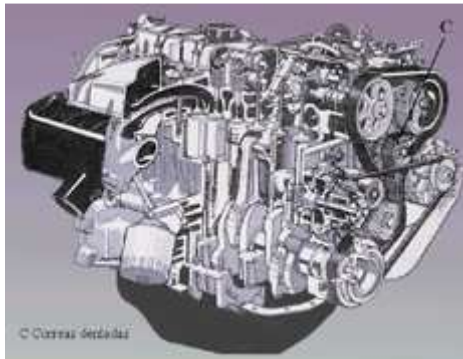
Todos estos factores deben ser reducidos de la siguiente manera:

- Utilizando un aceite adecuado: de excelente calidad y homologado. Se emplean los aceites detergentes "HD" recomendados por el fabricante.
- Sistema de filtrado adecuado y en buen estado y de las mejores calidades.
- Mantenimiento más frecuente: la capacidad del circuito de engrase en volumen es mucho mayor que el de un motor de gasolina, pero los cambios de aceite y filtro son mucho más frecuentes que en un motor de explosión (hasta la mitad del tiempo). Se deben seguir las instrucciones del fabricante.
- Dotando al circuito de un radiador de aceite para refrigerar el lubricante del circuito, sobre todo en motores que están sometido a grandes exigencias.

### • Sistema de refrigeración

A causa de las elevadas temperaturas, especialmente en la culata, la refrigeración de un motor diesel ha de ser más precisa que en un motor de explosión. Aunque hay motores diesel refrigerados por aire, los más abundantes y más empleados son refrigerados por líquido.

El sistema utilizado es el de refrigeración líquida forzada por bomba, dotada de electroventilador y circuito a presión hermético.



*Fig. 3*

Las diferencias del sistema con el motor de explosión son:

- Mayor capacidad del circuito, ya que la refrigeración ha de ser más efectiva.
- Mayor tamaño de sus órganos: ventilador más grande, mayor tamaño del radiador, bomba de más caudal y las cámaras de agua de mayores dimensiones.
- Mantenimiento más minuciosos y más frecuente, ya que el motor diesel es más sensible que el motor de explosión; por tanto el sistema de refrigeración debe estar siempre en perfecto estado.

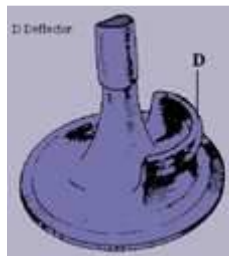
### • Sistema de distribución

Debido a que los motores diesel no alcanzan el mismo número de revoluciones que los motores de explosión, no es necesario un accionamiento directo de las válvulas mediante un árbol de levas en cabeza, que encarecería mucho la culata, aunque en la actualidad, sobre todo en motores de turismo, se está utilizando. **(fig. 3)**.

En los motores diesel se recurre a una distribución con válvulas en cabeza, mandadas, generalmente, por balancines con el árbol de levas algo elevado en el bloque para que los empujadores no sean tan largos; el árbol de levas lleva varios apoyos y está movido bien por engranajes, correa dentada o cadena.

Las válvulas son similares a las de los motores de explosión, aunque requieren mayor refrigeración por lo que las de escape son huecas y se les rellenan con sodio (con gran coeficientes de transmisión del calor).

En algunos casos, las de admisión llevan un deflector **(fig. 4)** en la parte interna de la cabeza, con la misión de imprimir al aire de admisión un movimiento giratorio, que durante la compresión se convierte en torbellino sobre el que se pulverice y esparza mejor el gasoil.



*Fig. 4*

Dada la gran cilindrada de algunos motores diesel, a veces, se les dota de 2 válvulas de admisión y 2 de escape, ya que si no fuese así, las válvulas tendrían mucho tamaño y peso, con lo que su inercia sería muy grande (dificultad para abrirse y cerrarse).

### • Sistema de arranque en frío

El motor diesel no necesita sistema de encendido, ya que la inflamación de la mezcla no se produce por chispa, sino por autoencendido del combustible debido a la alta compresión del aire y a una posterior inyección de combustible.

De lo que dispone el motor diesel es de un sistema de caldeo para que el aire aspirado tome una temperatura inicial que facilite el arranque del motor.

Este apartado se explica con detenimiento en el tema siguiente.

Aún así, podemos adelantar que, en un motor diesel no se utilizan los carburadores, sino la inyección del gasoil.

La inyección similar a la de la gasolina, puede ser de dos tipos:

- Mecánica, que es la mas utilizada sobre todo en camiones.
- Electrónica, menos utilizada por su precio. Se emplea en motores diesel de altas prestaciones.

El sistema de alimentación dispone de dos circuitos, como veremos en el siguiente tema:

- Circuito de baja presión.
- Circuito de alta presión.



- **Diferencias en su fabricación**

**Motor de explosión**

- Construcción más simple.
- Diseño de la cámara de combustible normal.
- Fabricación más simple en formas y resistencias.

**Motor de combustión**

- Construcción más pesada y compleja.
- Diseño de la cámara o sistemas de combustión compleja.
- Fabricación más compleja en cuanto a resistencia de materiales y diseños en: culata, bloque, pistones, bielas, cigüeñal y segmentos.

**Ventajas e inconvenientes**

En este apartado vamos a enumerar algunas de las ventajas y de los inconvenientes que presentan los motores diesel respecto a los motores de explosión.

- **Ventajas**

- Mayor rendimiento térmico (más cantidad de calor transformado en trabajo, sobre el 35%).
- Menos consumo de combustible (sobre el 25%).
- Menor precio de combustible, en la actualidad.
- Peligro de incendio difícil en caso de averías o accidentes.
- Menor contaminación atmosférica, ya que no se produce monóxido de carbono (CO) al inyectarse la cantidad de combustible exacta.
- Par motor más regular en función del número de r.p.m. La curva casi plana.
- Motor más duradero (menos revolucionado).

- **Inconvenientes**

- Peso más grande. Esto implica más rigidez del chasis y elementos de suspensión más resistentes.
- Mayor coste de adquisición (equipo de inyección caro y elementos reforzados y sobredimensionados y de mejores calidades en los materiales empleados).
- Menor potencia a igualdad de cilindrada.
- Motor ruidoso, especialmente en frío.
- Reparaciones costosas, mejores calidades de sus componentes y mano de obra especializada.
- Arranque que requiere algún sistema de ayuda (calefacción del colector de admisión, resistencia o bujía de calentamiento en la cámara de combustión).
- Mantenimiento más frecuente, siempre atendiendo a las instrucciones del fabricante.
- Vibraciones mayores que los motores de explosión (mayor esfuerzo).
- Menor poder de aceleración. El diésel lento, su régimen es menor de 1500 r.p.m. y el diésel rápido, su régimen es de 4000 r.p.m., como término medio.

## 10. LOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN EN LOS MOTORES DIESEL

### Introducción

En los motores diesel la alimentación se realiza introduciendo por separado, en el interior de los cilindros, el aire que en el tiempo de compresión alcanza los 600° C, y el combustible que se inyecta a alta presión, los cuales se mezclan en el interior de la cámara de combustión, donde se produce la combustión de esta mezcla.

Generalmente, en el colector de admisión, no hay válvula de mariposa que regule la cantidad de aire en la admisión.

Mediante el pedal del acelerador que activa la bomba de inyección se dosifica la cantidad de combustible que se inyecta en el tercer tiempo, momento en el cual se inflama la mezcla, produciéndose trabajo.

Los factores que influyen sobre la combustión son los siguientes:

- Un buen llenado de aire.
- Buena pulverización del combustible.
- Buen reparto del combustible en el aire.
- Control de la presión.
- Duración de la combustión.

### Sistemas de combustión

Las primeras gotas de gasoil que entran en la cámara de compresión donde ya se encuentra el aire comprimido y a elevada temperatura, tardan un tiempo en empezar a quemarse, tiempo necesario para adquirir su temperatura de combustión.

Este tiempo, llamado "retraso en la iniciación de la combustión", se ha intentado reducir al mínimo por distintos procedimientos. Por una parte, pulverizando lo más posible el gas-oil, para que las partículas tengan poco volumen en proporción a la superficie que presentan al aire para recibir el calor. Por otra parte, dotar al aire de un movimiento (turbulencia) para que atravesase el chorro de gasoil en la inyección y, por lo tanto, no sea el gasoil el que enfríe el aire que le rodea.

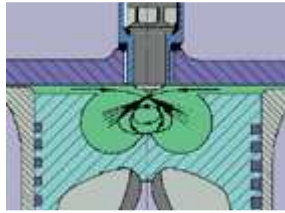
Estos procedimientos son los que han hecho aparecer los distintos sistemas de combustión en los motores diesel.

En el motor diesel la forma de las cámaras de combustión o la de la cabeza del pistón, son diseñadas para favorecer la combustión, mejorar así el rendimiento y la potencia. En efecto, existen dos tipos de sistemas de inyección:

- Inyección directa.
- Inyección indirecta.

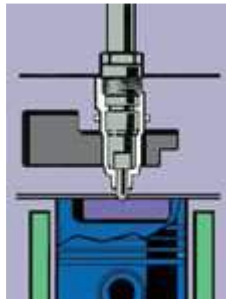
- **Inyección directa**

El gas-oil se inyecta sobre la cabeza del pistón ( por ser la parte más caliente), a una presión de 150 a 300 atmósferas, para conseguir su pulverización. El aire al final de la compresión tiene una presión de unos 40 bares o kg/cm<sup>2</sup>.



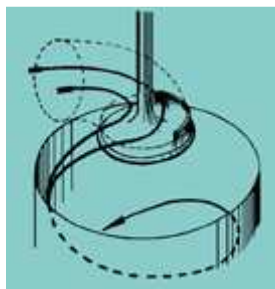
*Fig. 1*

La turbulencia del aire se consigue por la forma de la cabeza del pistón, en la que lleva una concavidad toroidal (**fig. 1**), o esférica (**fig. 2**) que hace que la expansión sea regular, mejorando el rendimiento del motor y además hace que el combustible no se pueda diluir en el aceite de engrase ni provocar su escurrimiento en el cilindro.



*Fig. 2*

La formación del torbellino de aire se facilita en ocasiones por un deflector que lleva en la válvula de admisión (**fig. 3**), que orienta el aire hacia los bordes de la concavidad existente en la cabeza del pistón.



*Fig. 3*

Este sistema tiene dos ventajas principales: ser el más económico en consumo de combustible, y de fácil arranque, no necesitando bujía de calentamiento para calentar el aire generalmente. La pequeña superficie de la culata no permite que se irradie mucho calor, consiguiéndose un buen arranque. La relación de compresión es baja de 18 a 1. La cámara de combustión es sencilla.

Como inconveniente se puede citar el ser más ruidoso y requerir gran presión de inyección, lo que implica un buen sistema de inyección, y como utiliza un inyector con orificios (0,2 mm. de diámetro), éstos se obstruyen con relativa facilidad.

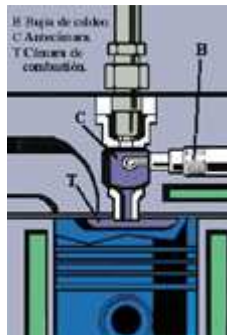
- **Inyección indirecta**

En este tipo de motor la inyección no se realiza directamente en la cámara de combustión o en la cámara del pistón. Existen tres tipos de inyección indirecta, que reciben distintas denominaciones:

- Sistema de cámara de precombustión o antecámara
- Sistema de cámara de turbulencia o cámara auxiliar o separada.
- Sistema con cámara de reserva de aire o acumulador.

#### **Sistema de precombustión o antecámara (fig. 4)**

Este sistema lleva en la culata una antecámara (C) que se comunica con la de combustión (T) por unos orificios muy finos (pulverizador).



*Fig. 4*

El inyector tiene un solo orificio y desemboca en la cámara de precombustión, que representa aproximadamente 1/3 del volumen de la cámara total. Debe utilizar dispositivo de arranque en frío, generalmente bujía de caldeo (B).

El aire comprimido se aloja en la antecámara, donde se inyecta el gasoil a una presión de 80 a 120 atmósferas. Al contacto con el aire caliente y en movimiento, inicia su combustión; la expansión de los gases producidos expulsa el resto de combustible sin quemar, a través del pulverizador, a la cámara de combustión, donde termina de quemarse y finaliza la fase del ciclo.

Este sistema es menos económico que el de inyección directa en consumo de gasoil. El arranque es más difícil, pues al existir más superficie, el aire comprimido pierde calor, necesiéndose para facilitar el arranque el empleo de bujías de incandescencia (caldeo) y una relación de compresión medio-alta de 20 a 1.

Como ventajas presentan: menor ruido, menor presión de inyección, disponer de inyector de agujero único de difícil obstrucción y menor desgaste de los órganos mecánicos por tener menor presión en la cámara de combustión.

#### **Sistema con cámara de turbulencia, combustión separada o de cámara auxiliar (fig. 5)**

Este sistema evita parte de los inconvenientes de la inyección directa. La cámara de turbulencia (C) está alojada normalmente en la culata, aunque a veces lo está en el bloque del motor. Es una variante del sistema de precombustión.

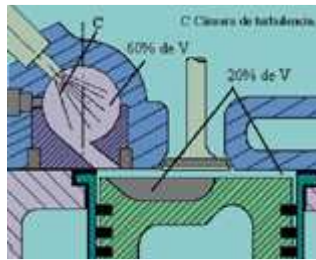


Fig. 5

En la cámara de turbulencia se aloja casi todo el aire acumulado en el cilindro durante la admisión. Esta cámara se comunica con el cilindro por un orificio amplio y de forma tal que imprime al aire, al entrar, un fuerte movimiento de torbellino, favorecido por la forma un poco cóncava de la cabeza del pistón.

La inyección se realiza en la cámara auxiliar o de turbulencia donde se quema en su totalidad. Los gases salen ardiendo, pasan violentamente al cilindro (cabeza del pistón). La fuerte detonación producida queda frenada en la cámara auxiliar y a lo largo del tubo de comunicación con el cilindro, llegando muy disminuido a la cabeza del pistón.

La cámara de turbulencia representa aproximadamente los 2/3 del volumen total (V) de la cámara y está situada en una parte no refrigerada (normalmente en la culata). El inyector que se utiliza es de aguja o tetón.

Las ventajas e inconvenientes de este sistema son similares al de precombustión.

Las ventajas se deben a:

- La pequeña presión de inyección (aproximadamente 100 bares).
- El menor consumo que en el sistema con cámara de precombustión.
- La marcha suave (poca tendencia al golpeo o traqueteo).

Los inconvenientes son:

- Un mayor consumo de combustible que en los sistemas de inyección directa.
- Necesitar un dispositivo de arranque en frío (generalmente bujías de precalentamiento).
- Necesitar una relación de compresión alta.

### Sistema con cámara de reserva o acumulador de aire



Fig. 6

El aire es comprimido en un acumulador (A) que puede estar en la culata (fig. 6), o en la cabeza del pistón (P) (fig. 7). Tanto en un caso como en otro, se comunica por un conducto estrecho, venturi o difusor (V). El gasoil es inyectado en este estrechamiento, donde empieza

su combustión. El calor producido en él, dilata el aire del acumulador, aumenta su presión. Al mismo tiempo el pistón desciende y la presión disminuye en el cilindro simultáneamente, se produce en ella una fuerte turbulencia y por consiguiente, una combustión completa.

Ventajas:

- Menor presión de inyección que en los casos anteriores.
- Baja presión en la cámara de combustión.
- El consumo equiparable al sistema de inyección directa.

Inconvenientes:

- Motor más ruidoso que los de cámara de turbulencia.
- Dificultad en el arranque. Disponen de bujía de precalentamiento.
- Relación de compresión media-alta de 20 a 1.

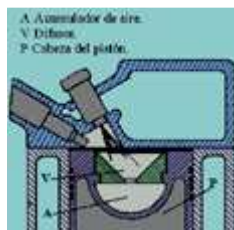


Fig. 7

## Circuito de alimentación de aire

El aire de la atmósfera se introduce debidamente filtrado en el interior de los cilindros. La cantidad de aire admitida depende únicamente de la aspiración de los pistones.

La necesidad de filtrar el aire en estos motores es la misma que en los de explosión. El aire lleva siempre en suspensión polvo; si se introduce en los cilindros ese polvo actuará como esmeril sobre sus paredes, desgastándolos, dando lugar a un desajuste que llevaría consigo una pérdida de presión en la compresión y el paso del gasoil al aceite, diluyéndolo y perdiendo su viscosidad. Para el filtrado, se coloca en la tubería de admisión un filtro. Los filtros empleados son idénticos a los del motor de explosión, que se estudiaron en el tema 8, empleándose tres tipos de elementos filtrantes: filtros secos, filtros de malla metálica y filtros en baño de aceite.

Los filtros de baño de aceite son utilizados en motores de gran cilindrada, aplicados a camiones y autobuses.

La diferencia con el motor de explosión reside en que el mantenimiento de éstos ha de ser más frecuente.

## Circuito de alimentación del combustible

Este circuito tiene como misión hacer llegar al cilindro la cantidad de combustible necesario y en las condiciones de presión justas para su buena mezcla con el aire y posterior combustión.

En el motor diesel el combustible es llevado desde el depósito a las cámaras de combustión por dos circuitos distintos:

- Circuito de baja presión.
- Circuito de alta presión.

- **Circuito de baja presión (fig. 8)**

**Descripción y funcionamiento**

Llamado igualmente circuito de alimentación; es el encargado de enviar el combustible desde el depósito al dispositivo creador de la alta presión (bomba inyectora), que es necesaria para realizar la introducción y la pulverización del combustible en el interior de la cámara de combustión.

La presión enviada desde la bomba de prealimentación a la bomba inyectora es de 1 a 4 bares.

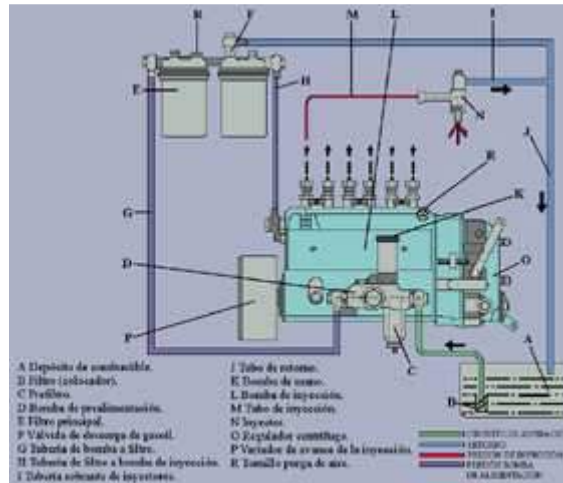


Fig. 8

El circuito de baja presión está compuesto por los siguientes elementos:

- A** - Depósito de combustible
- B** - Filtro (colador)
- C** - Prefiltro
- D** - Bomba de prealimentación
- E** - Filtro principal
- F** - Válvula de descarga de gasoil
- G** - Tubería de bomba a filtro
- H** - Tubería de filtro a bomba de inyección.
- I** - Tubería sobrante de inyectores.
- J** - Tubo de retorno

**Depósito de combustible (fig. 9)**

El depósito tiene las mismas características que los empleados en los motores de explosión y lleva incorporado:

- El filtro colador (**F**).
- Una salida a la atmósfera por el tapón o por otro sistema.
- Dos canalizaciones, una para aspiración (**A**) y otra para retorno (**R**).
- Pozo de decantación (**P**).
- Tapón de llenado (**T**).
- Elementos de control para nivel de combustible (**N**).

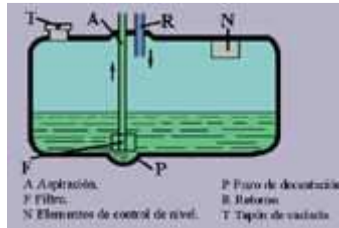


Fig. 9

### Bomba de prealimentación

Es la encargada de aspirar el combustible del depósito y enviarlo, a través de varios filtros, a la bomba de inyección. Son bombas aspirantes-impelentes que, aspiran el gasoil del depósito a través del prefiltro y lo mandan a la bomba de inyección a través del filtro principal. La presión de alimentación debe estar comprendida entre 1 y 4 kg/cm<sup>2</sup>. Son generalmente de accionamiento mecánico y vamos a ver los dos tipos más empleados:

- Bomba de membrana: parecida a la bomba de gasolina.
- Bomba de pistón: bomba aspirante-impelente utilizada con algunas bombas de inyección en línea.

#### Bomba de membrana

Son iguales a las empleadas en los motores de gasolina, explicadas en el **tema 8, (fig. 5)**. Estas bombas son autorreguladoras; la auto-regulación se obtiene por equilibrio de la presión en la canalización de impulsión y la tensión del resorte de la membrana. Va situada sobre el motor y recibe el movimiento de una excéntrica del árbol de levas.

#### Bomba de pistón (fig. 10 y 11)

Este tipo de bomba se utiliza en el caso de bomba de inyección lineal, y van colocadas en el cuerpo de la bomba de inyección, recibiendo el movimiento de una excéntrica del árbol de levas de la bomba inyectora.

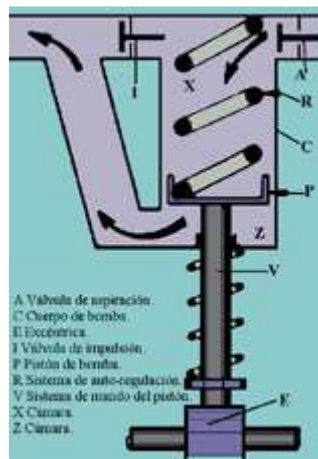


Fig. 10

Es una bomba de simple efecto, es auto-regulable.

Funcionamiento:



Cuando la excéntrica (**E**) desaparece, el pistón (**P**), se desplaza hacia abajo por la acción del resorte (**R**). La cámara (**X**) aumenta y hay aspiración en el depósito. En la cámara (**Z**) el gasoil es impulsado hacia la bomba de inyección. Cuando la excéntrica hace contacto (fig. 11), eleva el pistón por medio del vástago (**V**). La cámara (**X**) disminuye, la válvula de aspiración (**A**) se cierra, la válvula de impulsión (**I**) se abre, y el gas-oil es trasvasado a la cámara (**Z**) situada debajo del pistón.

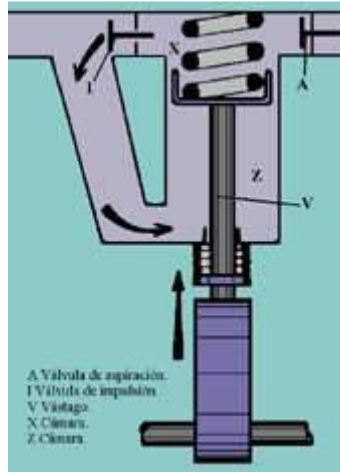


Fig. 11

### Filtrado de carburante

El gasoil empleado debe encontrarse completamente limpio, libre de partículas de polvo u otras materias. La necesidad de ello lo impone el perfecto ajuste de la bomba de inyección e inyectores, en los que una partícula de polvo inferior a 3 milésimas de milímetro puede rayar algún elemento o dificultar su funcionamiento. Una pequeña raya supone una fuga capaz de permitir que se escape la pequeña cantidad que supone una inyección, dada la presión a la que se ha de introducir en la cámara de compresión.

Otra parte importante es eliminar cualquier resto de agua que pueda llevar el gasoil; de lo contrario su presencia oxidaría y crearía averías en la bomba.

El filtrado del gasoil se hace varias veces. En primer lugar se realiza a la entrada de la bomba de aspiración del combustible y en el interior del depósito (colador); posteriormente se le hace pasar por un prefiltro desde el que se envía al filtro principal y de éste a la bomba de inyección.

#### Filtro colador

Este filtro (**F**) colador (**ver fig. 9**), se coloca en el interior del depósito. Es una malla metálica y no permite que pasen las partículas gruesas.

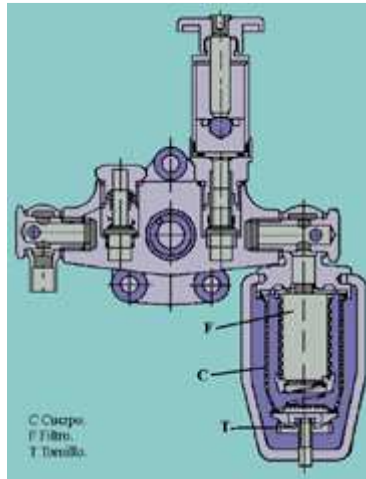


Fig. 12

### *Prefiltro*

El prefiltro se coloca entre el depósito y la bomba de alimentación o bien en la misma bomba.

Tiene por objeto almacenar las impurezas y el agua.

Estos prefiltros de gran capacidad de filtrado, están constituidos por cartuchos recambiables de tela metálica o nylon.

En la **fig. 12** se puede apreciar su colocación dentro de la bomba de prealimentación.

El filtro (**F**) se monta sobre el cuerpo (**C**) que puede ser un vaso metálico o de cristal, quedando sujeto por el tornillo y tuerca (**T**).

### *Filtro principal*

Los filtros, dependiendo de su colocación y de su montaje, van colocados entre la bomba de prealimentación y la bomba de inyección.

Tiene la misión de retener las partículas de agua emulsionadas en el gasoil, así como las impurezas más pequeñas.

Existen diferentes tipos con diferentes montajes (simple o doble).

Deben tener las siguientes características:

- Tener gran superficie de filtrado, ocupando un pequeño volumen.
- Ser de eficaz filtrado.
- Duraderos y de fácil mantenimiento.
- Ofrecer poca resistencia en el filtrado para que el flujo de combustible se mantenga constante sobre la bomba de inyección.

A continuación se estudiarán algunos de los filtros más empleados.

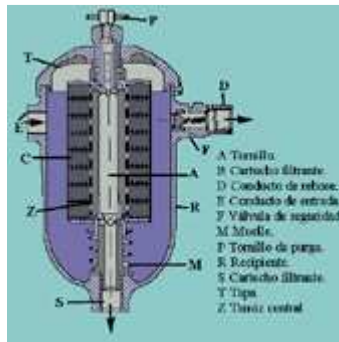


Fig. 13

- Filtro de combustible con placas de fieltro (**fig. 13**)  
Está formado por placas de fieltro a través de las cuales se obliga a pasar al combustible, depositando en ellas sus impurezas. Este filtro puede lavarse con gasolina, aunque no es conveniente hacerlo más de dos o tres veces.
- Filtro de carburante Simms (**fig. 14**)



Fig. 14

- Está constituido por un papel de celulosa especial, en forma de acordeón, arrollado para darle mayor superficie de filtrado. Las partículas que lleva el gasoil quedan retenidas en el papel. No pueden lavarse siendo necesaria su sustitución en plazos que dependen de la suciedad del gas-oil empleado y kilómetros recorridos. El cartucho es fácilmente recambiable.
- Filtro sin cuerpo (**fig. 15**)  
En este filtro el mismo cartucho hace a su vez de recipiente. El cartucho filtrante está formado por una pila de lámina de papel o tejido filtrante, separadas por unas finas arandelas metálicas alternadas, que mantienen separadas las lámina. Todo esto forma un conjunto montado dentro de un cilindro metálico.

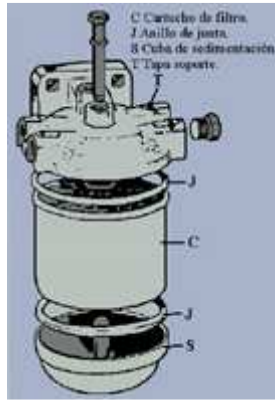


Fig. 15

- 
- Filtro con doble cartucho (fig.16 y 17)

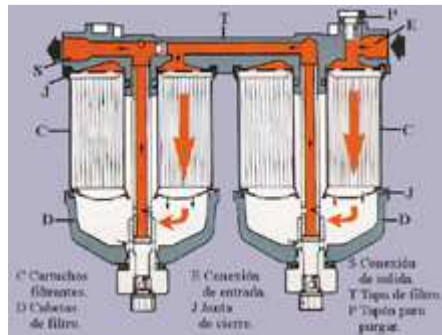


Fig. 16

- 
- Este tipo de filtrado lo forman dos filtros normales montados uno a continuación del otro y que forman una sola unidad.

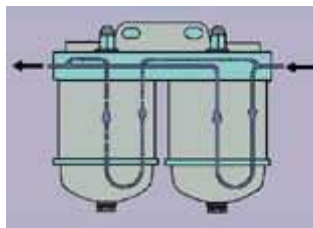


Fig. 17

- El montaje de los filtros puede ser:
  - En paralelo (fig. 17)
  - En serie (fig. 18)

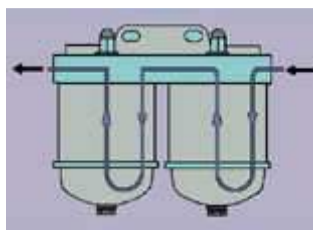
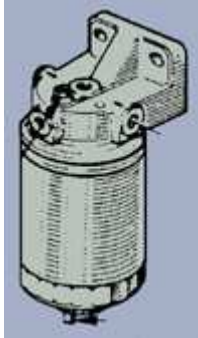


Fig. 18

- El montaje más frecuente de los dos filtros es en paralelo, compartiendo la misma tapa soporte. El funcionamiento es igual al caso anterior, al salir del primer filtro pasa al segundo si está en serie, y si está en paralelo, a la entrada se deriva el gasoil para cada uno de los filtros y a la salida se vuelven a encontrar para conectar con la tubería que va a la bomba de inyección. Se puede colocar separadamente dos filtros simples como el de la **fig. 19**.



*Fig. 19*

- **Circuito de alta presión (fig. 20)**

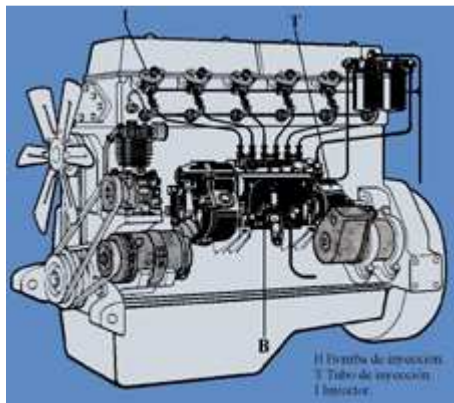
#### Descripción y funcionamiento

Llamado también circuito de inyección. Es el encargado de introducir, pulverizar y repartir en el interior de la cámara de combustión una carga precisa de combustible. El circuito de alta presión está compuesto por los siguientes elementos:

**B** - Bomba de inyección.

**T** - Tubo de inyección.

**I** - Inyector.



*Fig. 20*

El sistema de inyección tiene como misión introducir, al finalizar el tiempo de compresión, una pequeña cantidad de combustible en el seno del aire comprimido, tratando de que se mezcle con la mayor cantidad de aire posible y, por tanto, muy pulverizado. Esta cantidad, pequeña de por sí, ha de ser igual para todos los cilindros y, sin embargo, variable con arreglo a las exigencias de potencia en cada momento; ha de ser inyectado en un breve espacio de tiempo,

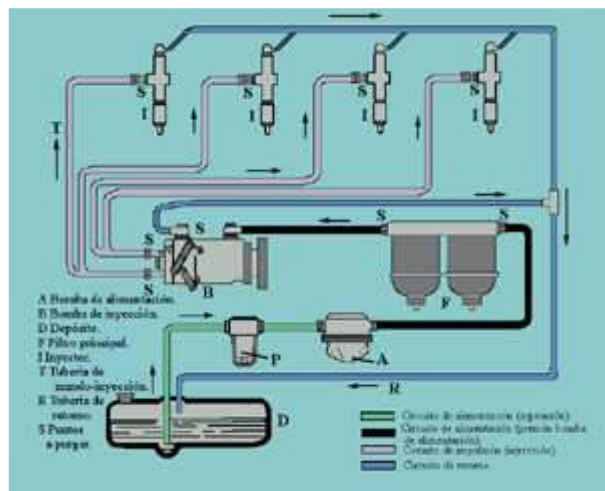
iniciándose así el principio de la combustión. Para conseguir esa atomización debe inyectarse esa pequeña cantidad a una gran presión.

La presión de inyección y las características de la pulverización están a cargo del inyector y su reglaje; la distribución en cantidad necesaria para garantizar el buen funcionamiento está asegurada por la bomba de inyección.

Son, igualmente, los órganos complementarios de la bomba los responsables de cubrir las exigencias de las diferentes condiciones de utilización del motor; es decir, asegurar la parada, el ralentí, la sobrecarga en el arranque, etc.

La **fig. 21** muestra los distintos componentes del circuito de alta presión y los correspondientes al circuito de baja presión.

Las canalizaciones deben tener la misma longitud para tener los mismos tiempos de inyección.



*Fig. 21*

## Bomba de inyección

La bomba de inyección es el conjunto encargado de suministrar el combustible en la cantidad precisa, en las condiciones necesarias y en el momento adecuado, según las exigencias que se requieran del motor en cada momento.

La bomba debe inyectar el gasoil a muy alta presión, pero en poca cantidad y muy bien dosificada, para quemar 1g. de gasoil son necesarios 32 g. de aire para una buena combustión. Un litro de gasoil necesita aproximadamente 13.000 litros de aire, (un 30% más que la gasolina).

Así pues la bomba y sus elementos han de reunir una serie de condiciones:

- Dosificación exacta de la cantidad de combustible a inyectar en función de la potencia del motor.
- Distribución de caudales iguales para cada cilindro.
- Inyección en el momento adecuado (orden de inyección).

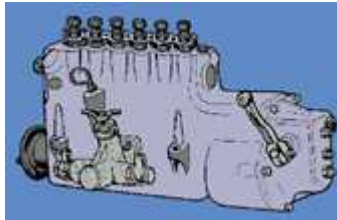
Las bombas de inyección pueden ser de dos tipos: en línea y rotativas. Aunque tienen la misma misión, su concepción es distinta.

## Bombas lineales

En la actualidad y en especial, se están empleando en los motores de grandes potencias, mientras que las bombas rotativas, se están utilizando en los vehículos ligeros debido a su menor peso, tamaño y menor complejidad mecánica.

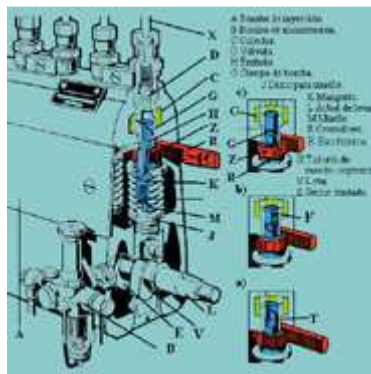
Vista la misión de la bomba de inyección, veamos su descripción y funcionamiento.

La bomba en línea (**fig 22**) está constituida por tantos elementos de bomba como cilindros tiene el motor.



*Fig. 22*

Cada elemento de bomba (**fig. 23**), está constituido fundamentalmente por: un cuerpo de bomba (**G**), y su émbolo (**H**) correspondiente; émbolo que tienen dos movimientos, uno lineal ascendente accionado por la leva (**V**) y otro descendente accionado por el muelle (**M**). Tiene otro movimiento de rotación mediante la cremallera (**R**). Tiene un árbol de levas propio, que recibe el movimiento del cigüeñal mediante los engranajes de la distribución y gira a la mitad de revoluciones que el motor.



*Fig. 23*

El principio de la inyección está basado en el desplazamiento del pistón provocado por la leva de mando (árbol de levas de la bomba de inyección), en el momento preciso.

La misión esencial del pistón de la bomba, es elevar la presión del combustible de 4 bares hasta la presión de inyección dentro del cilindro principal.

La cantidad de combustible enviado depende de lo girado que esté el émbolo, que se consigue por la acción combinada del pedal acelerador y del regulador de velocidad sobre la cremallera.

**Variador centrífugo de avance a la inyección (fig. 24)**

En un motor diesel la inyección del combustible empieza antes que el pistón haya alcanzado el punto muerto superior al final del tiempo de compresión.



Fig. 24

En efecto, la inflamación del combustible no empieza hasta pasado un cierto tiempo, llamado "tiempo de encendido o de retraso a la iniciación de la combustión", que es el tiempo necesario para que el combustible pueda tomar del aire comprimido, la temperatura necesaria para la inflamación del combustible.

Para que el motor diesel funcione racionalmente, el avance a la inyección debe variar en razón directa del régimen; es decir, de las r.p.m.

La regulación se puede controlar, normalmente, actuando sobre el árbol de levas de la bomba mediante un sistema mecánico de acción automática. De esta forma se adelantan las levas un cierto ángulo con respecto al árbol motor, esto tendrá por efecto avanzar el movimiento ascendente de los pistones de los elementos de bombeo.

Este dispositivo va montado en el árbol de levas de la bomba de inyección, en la entrada del movimiento proveniente de los órganos de la distribución, al lado opuesto del regulador de velocidad.

#### *Regulador de velocidad del motor*

Las misiones de este regulador son:

- Regular la velocidad de rotación al ralentí (velocidad mínima).
- Regular la velocidad de rotación máxima (velocidad máxima).

Pueden ser de dos tipos:

- Regulador centrífugo de velocidad.
- Regulador por depresión de velocidad.

#### **Regulador centrífugo de velocidad**

La **fig 25** representa la ubicación del regulador centrífugo (**R**), en la bomba lineal (**B**).

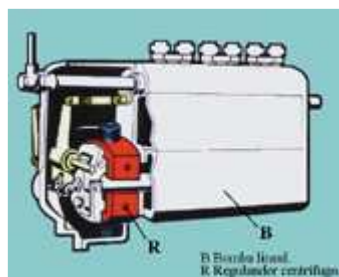


Fig. 25



Su funcionamiento se basa en la acción de la fuerza centrífuga, que el movimiento del árbol de levas (de la bomba) produce en dos contrapesos (**D**) que lleva adosados. El movimiento de los contrapesos se transmite a la cremallera (**N**), aumentando o disminuyendo el caudal de inyección en función de las revoluciones del motor e independientemente de la posición del acelerador.

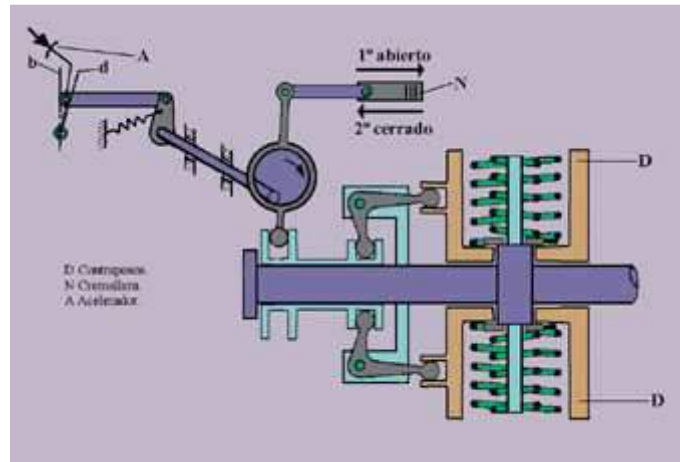


Fig. 26

### Regulador por depresión de velocidad (fig. 27)

El anterior regulador se emplea en motores diesel grandes y medianos, en los motores diesel pequeños se emplea una bomba de inyección con un regulador por depresión.

Contrariamente a lo habitual, se encuentra aquí una mariposa de aire mandada por el acelerador en la entrada de aire en el colector de admisión.

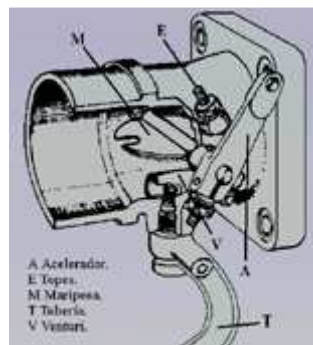


Fig. 27

El acelerador (**A**) manda indirectamente la cremallera por vía neumática a través de la mariposa, una mayor o menor apertura provoca el movimiento de la cremallera (sistema venturi de depresión)

El régimen entre mínima y máxima velocidad se regula en la mariposa de entrada de aire por medio de unos topes (**E**) situados sobre el cuerpo del venturi.

En la regulación por este sistema tiene gran influencia el estado del filtro de aire.

Lleva una palanca para la parada del motor.

### Bombas rotativas

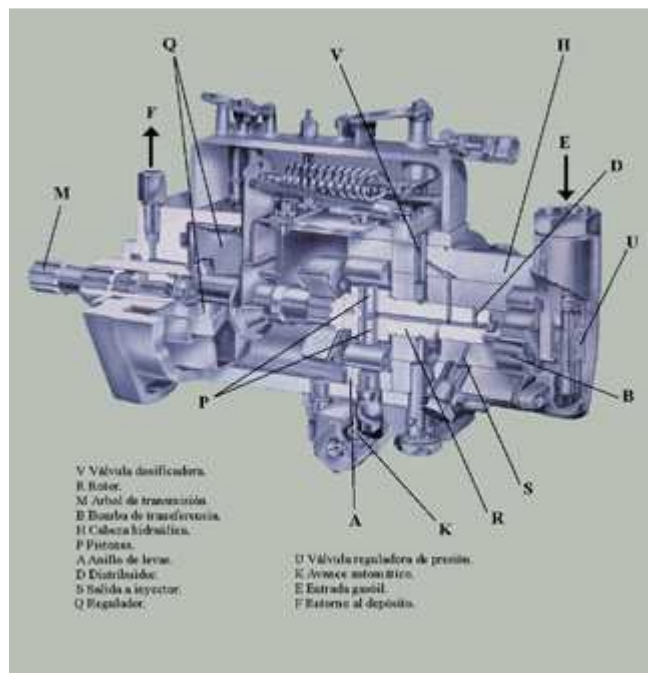
Estas bombas son muy empleadas en los motores actuales para vehículos ligeros debido a su simplicidad, estanqueidad, tamaño y peso. Puede colocarse tanto vertical como horizontalmente, asegurándose su autolubricación con el mismo gasoil.

Una ligera sobrepresión existente en su interior no permite la penetración de aire, agua o polvo.

Se emplea un único elemento de bombeo para empujar y distribuir el combustible debidamente dosificado a cada uno de los cilindros del motor. Llevan, como en el caso de las bombas lineales, un regulador de avance a la inyección automática y un regulador de velocidad, que puede ser centrífugo o hidráulico. Su movimiento lo recibe, como se explica en la bomba lineal, del árbol de levas del motor, o bien de un sistema de mando que gira, también, a la mitad de vueltas que el cigüeñal.

Los elementos que componen la bomba rotativa independientemente del sistema de regulación empleado son (**fig. 28**):

- Rotor de bombeo y distribuidor: pistones (**P**) y anillo de levas.
- Cabeza hidráulica.
- Bomba de transferencia.



*Fig. 28*

- Regulador mecánico (caja del regulador y contrapeso) e hidráulico.
- Sistemas de avance automático.
- Válvula reguladora de presión.
- Válvula dosificadora.

**Elemento de bombeo (fig. 29)**

En el detalle (**A**) de la figura se muestra, de forma esquemática y simple las piezas principales del elemento de bombeo.

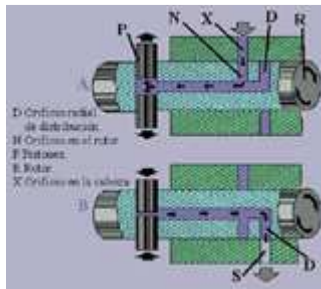


Fig. 29

Al girar el rotor (**R**) el combustible entra a presión moderada a través de un orificio (**X**) en la cabeza y de otro en el rotor (**N**), bajando por el conducto central hacia el espacio entre los émbolos, obligando a éstos a separarse. Esta es la embolada de admisión.

Al continuar la rotación (detalle (**B**) de la figura), se cierra el orificio de entrada (**N**). Cuando el orificio radial de distribución (**D**) en el rotor coincide con un orificio de salida en el cabezal (**S**), las levas obligan a los émbolos a juntarse y el combustible es expulsado hacia uno de los inyectores. Esta es la embolada de inyección.

**Principio de distribución de combustible (fig. 30)**

El funcionamiento del rotor de distribución queda demostrado en el detalle (**A**) de la figura. La vista superior muestra el rotor en la posición de admisión. El orificio de dosificación (**X**) coincide con uno de los orificios de entrada en el rotor (seis en este caso), mientras que el distribuidor (**D**) no coincide con ninguno de los orificios de descarga en el cabezal hidráulico (**H**).

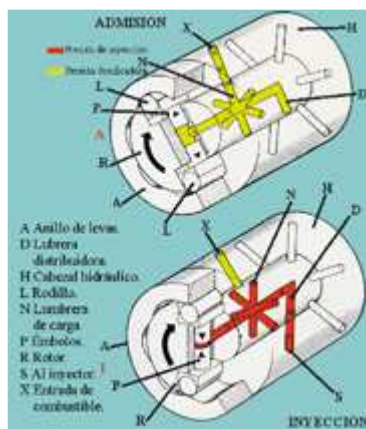


Fig. 30

A mayor rotación del rotor (**R**) las posiciones relativas cambian, hasta que se alcanza el punto de inyección. En este punto ninguno de los orificios de entrada coincide con el orificio dosificador.

**Ajuste del combustible máximo (fig. 28 y 29)**

La cantidad de combustible inyectada se controla por la válvula dosificadora (**V**) y por la carrera de bombeo efectiva de los pistones (**P**). El ajuste del combustible máximo queda limitado por el recorrido hacia afuera de los topes de los rodillos.

**Válvula reguladora de presión (fig. 31)**

Esta válvula es del tipo de pistón, está alojada en la placa del extremo de la bomba de transferencia y lleva a cabo dos misiones.

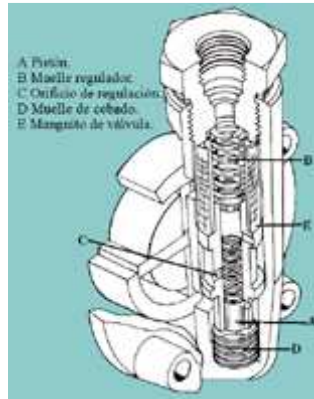


Fig. 31

Primero regula la presión de transferencia, manteniendo la deseada relación entre dicha presión de transferencia y la velocidad de rotación. En segundo lugar, proporciona un llenado de la bomba y la purga evitando entrada de aire en los conductos del cabezal.

*Regulador de velocidad*

- Regulador de contrapeso (mecánico) (fig. 32)  
Las principales características de la unidad de bombeo permanecen invariables, con la excepción de la válvula dosificadora (V). Ésta es del tipo giratorio en el regulador. La regulación se consigue mediante unos contrapesos (Q), que al irse separando, debido a la fuerza centrífuga, actúan sobre la válvula dosificadora. El movimiento lo recibe del eje de la bomba.



Fig. 32

- Regulación hidráulica (fig. 33)  
El circuito difiere del anterior únicamente en lo que se refiere al control de velocidad, que se efectúa aprovechando la variación de la presión de transferencia en función de la velocidad del eje de la bomba. La válvula dosificadora es del tipo de pistón.



Fig. 33

*Avance automático (fig. 34)*

En algunos modelos va montado un mecanismo adicional de control de avance automático.

Accionado por la presión proporcionada por la bomba de transferencia al combustible, adelanta el punto de inyección al aumentar la velocidad (r.p.m. del motor).

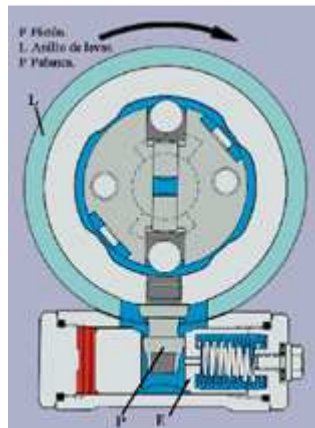


Fig. 34

#### Válvula dosificadora

Es la accionada por el acelerador, regulando la cantidad de combustible a inyectar en los cilindros.

#### Inyector

Es el elemento a través del cual se introduce el combustible en la cámara de combustión. De él depende la presión, pulverización, reparto y penetración en la masa de aire gasoil.

Son como tubos que van roscados en la culata al igual que las bujías en el motor de explosión.

#### Tipos de inyectores

Todos tienen el mismo principio de funcionamiento, pero difieren por la forma de la extremidad de la aguja, de su asiento y por la forma del chorro.

Hay varios tipos de inyectores; los más utilizados son los de orificio y el de espiga o tetón. También hay otros que son especiales. Se diferencian unos de otros, por llevar uno o varios taladros de entrada de combustible al cilindro.

La **fig. 35** representa la sección de un inyector de varios orificios en el que el combustible, procedente de la bomba, llega por la tubería **(A)** hasta la parte inferior **(F)** de la aguja **(B)**. La presión del gas-oil levanta la aguja **(B)** y el vástago del inyector **(D)** comprimiendo el muelle **(C)**, saliendo el combustible a presión; en cuanto cesa la presión procedente de la bomba, el muelle **(C)** lanza el vástago **(D)** y la aguja **(B)** contra el asiento **(E)**, cerrando la salida.

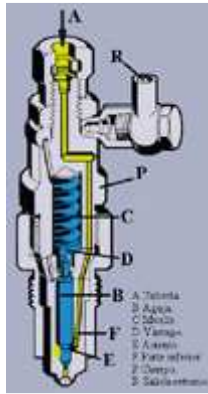


Fig. 35

La referencia **(R)** indica la tubería de retorno del combustible que pueda escapar (para su engrase) entre **(B)** y **(D)** con su cuerpo **(P)**.

Las **figuras 36 y 37** muestran las formas de un inyector de tetón y otro de orificios, en el momento de la inyección.

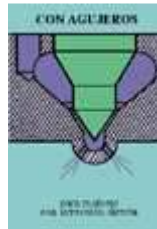


Fig. 36

Los inyectores de espiga o tetón tienen una aguja de asiento cónico, que llevan un tetón de diámetro menor que el orificio de salida, provocando la salida del carburante en forma de chorro inclinado.

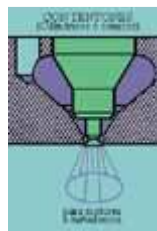


Fig. 37

Inyector con estrangulamiento (**fig. 38**). La inyección se realiza en dos fases, una primera pre-inyección que inicia la inflamación, y la posterior inyección del resto de combustible. Esto provoca que la combustión sea más suave y el funcionamiento más flexible del motor.

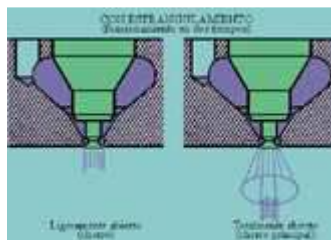


Fig. 38

### Inyectores especiales

Se utilizan en los grandes motores diesel y en disposiciones especiales de la cámara de combustión. Destacan:

- Inyector de orificio piloto (**fig. 39**)  
Consta de un inyector de tetón con gran superficie de recubrimiento (**A**), en cuya tobera va situado un orificio auxiliar oblicuo (**B**) que desemboca debajo del asiento de la válvula (**C**).  
Es muy útil para un buen arranque y eficaz alimentación a bajo régimen de funcionamiento.



Fig. 39

- 
- Inyector refrigerado por aceite (**fig. 40**)  
Lleva alrededor de la tobera una cámara de refrigeración por la que circula gasoil procedente de la bomba de alimentación. Empleado en grandes motores que utilizan combustibles apropiados (aceites pesados, tales como fuel-oil).

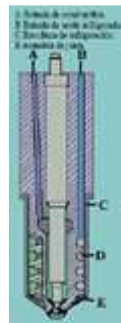


Fig. 40

## Sobrealimentación

La cantidad de aire comburente disponible en cada ciclo determina la potencia posible de un motor diesel.

Si al motor le adaptamos un compresor, le permite aumentar la cantidad de aire comburente disponible y, por tanto, asegura el aumento de potencia hasta un 30%.

Para introducir el aire suplementario en los cilindros se emplean dos métodos:

- Compresor volumétrico.
- Turbocompresor.

- **Por compresor volumétrico (fig. 41)**

Este compresor volumétrico es, en realidad, un simple compresor de aire.



El compresor volumétrico está movido por el propio motor y comprime el aire, elevando la presión, por lo que en el momento de abrirse la válvula de admisión entrará en el cilindro aire altamente comprimido (1'5-2 atmósferas) y se admitirá mayor cantidad de aire en un mismo volumen (hasta un 50 por 100 más) de cilindrada.

Cabe hacer destacar que, a plena potencia del motor, estos compresores absorben una parte muy importante de la potencia del motor.



Fig. 41

#### Compresor volumétrico Roots (fig. 41)

Es comparable a una bomba de engranajes: dispone de dos elementos giratorios (**A y B**) con dos resaltes. Estos "lóbulos" accionados mediante engranajes no entran en contacto unos con otros y la holgura debe ser lo más reducida posible.

Presentan la ventaja de que estos motores con compresor volumétrico son muy suaves y progresivos a la vez que potentes.

- **Por turbocompresor (fig. 42)**

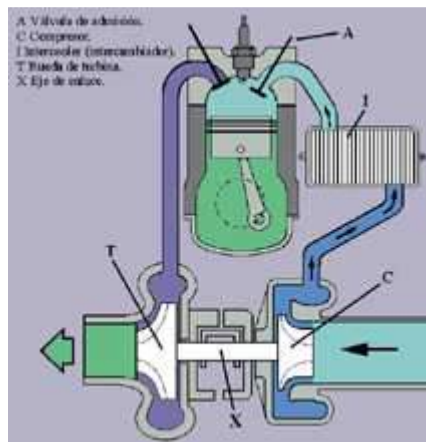


Fig. 42

Este conjunto es la solución idónea para los motores diesel al conseguir en éstos sus mayores prestaciones.

El nombre de turbocompresor, proviene de que este elemento es una turbina situada en el colector de escape, turbina que se encuentra unida por su eje a un compresor situado en el colector de admisión. De esta forma se aprovecha la energía de los gases de escape, sin tener que restar potencia, como en el caso del compresor volumétrico.

Cuando el motor funciona, emite cierta cantidad de gases quemados que se encuentran a elevada temperatura y presión.

Este flujo de gases de escape acciona la rueda de turbina (**T**).



El movimiento de la turbina es comunicado directamente a la rueda del compresor **C** mediante su eje de enlace **(X)**.

El compresor alimenta de este modo al motor con aire a presión a través de la válvula de admisión **(A)**.

El intercambiador o intercooler **(I)** es un radiador refrigerado por aire exterior, o por agua de refrigeración del motor.

Se coloca entre el compresor y el colector de admisión. El intercambiador de aire tiene la misión de reducir la temperatura de aire comprimido aproximadamente 50°C ó 60°C. De esta forma permite:

- Mejorar un poco el llenado, al aumentar la densidad del aire.
- Mejorar el comportamiento mecánico del motor, al disminuir el riesgo de detonación.
- Aumentar la relación de compresión, que es favorable para la utilización a cargas parciales.

El sistema también puede llevar una válvula de descarga para limitar la presión máxima proporcionada por el turbo. Va colocada a la salida del escape antes de la turbina y es accionada por la presión de los gases de admisión.

Las ventajas de la sobrealimentación con turbo y con compresor son:

- Mayor rendimiento y prestaciones.
- Menor consumo de combustible a igualdad de potencia.
- Posibilidad de reducir la relación de compresión y aumentar la vida del motor.
- Mayores prestaciones.

Actualmente existen los llamados "turbos de geometría variable", en los cuales se regula el paso de los gases de escape a la turbina. A bajas revoluciones del motor se aumenta el efecto de estos gases de escape sobre el turbo, activando su funcionamiento antes, y, evitando así el "retraso" o tiempo que tarda el turbo en entrar.

• **Common rail o sistema de inyección de tubería común (fig. 43)**

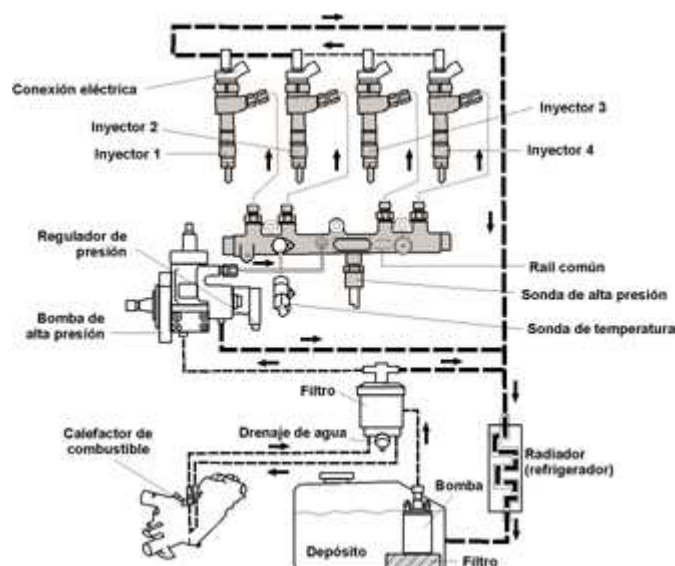


Fig. 43

Es un sistema de inyección diesel de última generación, en la cual, mediante una bomba mecánica se suministra a los inyectores el combustible a una presión de unos 1500 Kp/cm<sup>2</sup> (atm), a través de una rampa de alimentación. El control de inyección se produce electrónicamente a través de una Unidad Electrónica de Control (UCE).

Los inyectores funcionan como electroválvulas. Son electrónicos, muy parecidos a los empleados en inyección de gasolina. La apertura se regula mediante un electroimán, que recibe corriente de la UCE. Se alimentan de una rampa (conducto o depósito) común, llamado "Common Rail", donde el gasoil está a una muy alta presión (1400-1500 atm).

La bomba de alta presión es mecánica, accionada por el motor, y se encarga de suministrar a la rampa el combustible a esa alta presión, mediante un regulador se mantiene en valores constantes.

Las funciones de distribución, cantidad a inyectar y orden de inyección, se controlan con una UCE: Varios sensores la informan en función de la carga del motor (posición del pedal de acelerador), revoluciones por minuto y cantidad de aire. Evalúa los datos recogidos y determina el impulso eléctrico que manda la apertura del inyector correspondiente, en el cilindro adecuado (orden de inyección).

Se trata de una inyección directa, multipunto y discontinua. Todos los inyectores trabajan a la misma presión, independiente del número de r.p.m.

Principales ventajas:

- Aumento del rendimiento del motor.
- Reducción de ruidos y humos.
- Menor consumo de combustible.

## **Arranque del motor diesel**

El arranque de los motores diesel es uno de los grandes inconvenientes de estos motores respecto a los de explosión.

Debido a que la inflamación de la mezcla se produce por autoencendido mediante la elevación de temperatura y presión cuando se produce el arranque, especialmente en tiempo frío, el aire y las paredes del cilindro se encuentran a baja temperatura, por lo que la temperatura alcanzada al final de la compresión no es suficiente para inflamar el combustible.

Los procedimientos que se utilizan para conseguir ese precalentamiento del aire son: bujías de incandescencia, calefacción en el colector de admisión o introduciendo una pequeña cantidad de un líquido muy inflamable.

- **Bujía de incandescencia o calentamiento (fig. 44)**

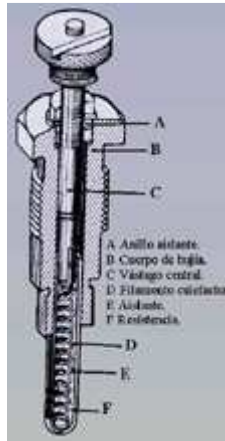


Fig. 8

Son resistencias eléctricas que calientan el aire de las cámaras para facilitar la inflamación del gasóleo al arrancar en frío.

Lleva un sistema electrónico que determina el tiempo necesario de precalentamiento según la temperatura del motor.

Las bujías se hallan situadas en el centro de las cámaras, más o menos, en el eje de los inyectores.

Se pueden conectar en serie o en paralelo, aunque por razones de seguridad, están conectadas de dos en dos.

Se acciona mediante el interruptor de arranque y el tiempo que dura encendido el testigo del cuadro, recibiendo la tensión de la batería y cuando este se apaga es el momento de accionar el motor de arranque.

- **Calefacción en la galería de admisión**

La bujía de incandescencia tiene el inconveniente de estar sometida, constantemente, al calor, turbulencias y presiones de la combustión, por lo que su resistencia falla con cierta frecuencia. Para salvar este problema se recurre a calentar el aire antes de entrar en el cilindro. Para ello se utilizan unas resistencias eléctricas, instaladas en la galería de admisión, que se ponen incandescentes al hacer pasar por ellas una corriente eléctrica procedente de la batería.

- **Líquido inflamable**

Generalmente se utiliza éter, y consiste en depositar una pequeña cantidad de este líquido en la entrada del colector de admisión. De esta forma el aire aspirado, se carga de vapores de dicho líquido, inflamándose con facilidad, aún con poco calor que se produce en las primeras compresiones.

## 11. EQUIPO ELÉCTRICO DEL AUTOMOVIL

### Introducción

Para el buen funcionamiento del conjunto eléctrico del automóvil son necesarios una serie de sistemas eléctricos que cumplan con misiones muy concretas y específicas.

Uno de los sistemas eléctricos necesario para el funcionamiento en los motores de explosión es el sistema de encendido. Ahora bien, hay otros sistemas necesarios para el correcto funcionamiento del automóvil. Estos sistemas son:

- Batería.
- Sistema de carga.
- Sistema de arranque.
- Sistema de iluminación.
- Sistema de control.
- Complementos eléctricos.

Todos estos sistemas, además de estar en función de las necesidades existentes en cada momento, deben cumplir con la Ley sobre Tráfico Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial.

### Batería

La batería de acumuladores se usa en los automóviles para el arranque, encendido, alumbrado y accionamiento del claxon y demás accesorios eléctricos cuando el motor está parado. Su misión es proporcionar la corriente eléctrica necesaria en el automóvil cuando el sistema generador no funciona (por ejemplo a vehículo parado).

#### • Constitución

Las baterías que se emplean en los automóviles son del tipo de placas de plomo (**Fig. 1**), a las que nos referimos en las explicaciones que siguen. Las placas de plomo en forma de rejilla (**A**) llevan en sus intersticios o huecos, unas pastillas de material activo: plomo esponjoso, para las negativas (**B**) y peróxido de plomo para las positivas (**C**). Entre las placas se colocan unas láminas aislantes, llamadas separadores (**D**), que suelen ser de madera, caucho, fibra, plástico, lana de vidrio, etc. Tanto las placas positivas como negativas van unidas por unos puentes (**E**), conectadas en paralelo, y se montan intercalando las positivas entre las negativas y con los separadores entre cada par de placas. Unas y otras se colocan en el interior de un vaso, formando lo que se llama un elemento de batería o acumulador. Dispone de tapones (**T**) para el llenado del electrolito, para verificar su nivel y para permitir la salida de gases que se producen durante las reacciones químicas.

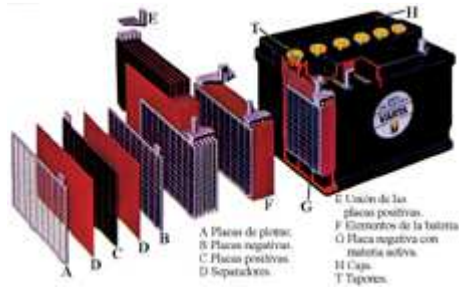


Fig. 1

El electrolito compuesto por ácido sulfúrico y agua pura, se consigue en la proporción aproximada de ocho partes de agua y tres de ácido.

Todas las baterías están formadas por varios elementos (**F**), que se disponen unos a continuación de otros, uniéndose sus terminales de forma que las placas negativas de cada uno estén unidas a las placas positivas de elemento siguiente, es decir, montados todos los elementos en serie, quedando dentro de una caja (**H**) dividida por medio de tabiques.

Aunque el voltaje de cada elemento puede variar entre 2'2 voltios, cuando está cargado y 1'7 voltios, cuando está descargado, se considera prácticamente que el voltaje de cada elemento es de 2 voltios. Así, una batería con seis elementos colocados en serie, es una batería de 12 voltios.

Las baterías no sólo se caracterizan por su voltaje, sino también por su capacidad, que depende de las dimensiones de las placas y del número de ellas, o sea, por la cantidad de energía eléctrica que pueden devolver cuando están completamente cargadas. Esta capacidad se expresa en amperios-hora. Una batería de 80 amperios-hora puede proporcionar en su descarga la corriente de un amperio durante ochenta horas seguidas antes de que su voltaje descienda por debajo de 1'7 voltios, en cuyo momento se considera que la batería está descargada.

- **Mantenimiento**

Aunque en la actualidad muchas de las baterías son de las denominadas: "sin mantenimiento" o de "bajo mantenimiento", son necesarios unos cuidados mínimos para mantenerlas en perfecto estado.

Es importante mantener los bornes perfectamente limpios, para que permitan una buena conexión con los terminales, asegurándonos que estos últimos estén bien apretados.

Para aislar los bornes de la humedad y evitar la reacción de sulfatos conviene recubrirlos con grasa neutra o vaselina.

Conviene revisar con cierta periodicidad el nivel del electrolito (ácido sulfúrico y agua), que debe estar 1 cm., aproximadamente, por encima de las placas. El agua del interior se evapora progresivamente por lo que es necesario reponerla hasta alcanzar el nivel adecuado. Esta operación debe hacerse siempre con agua destilada.

La proporción del electrolito es de 3 partes de ácido por 8 de agua, ( 25% del ácido en volumen), con una densidad de 1'28.

Por otro lado, el anclaje de la batería en su alojamiento, debe ser suficientemente firme y sólido. Debemos comprobar regularmente el apriete de los tornillos o tuercas del mecanismo que la fija, para evitar que se mueva durante la marcha.

Para evitar una descarga de la batería en el arranque no se insistirá más de 3 segundos, y en caso de que no arranque el motor hemos de esperar unos segundos hasta repetir la maniobra. Esta operación se extremará en invierno, donde el arranque es más costoso, debido a la mayor resistencia de los órganos del motor al movimiento. La capacidad de una batería disminuye más, cuanto menor es la temperatura.

La conexión eléctrica en paralelo se consigue uniendo los polos del mismo signo (se consigue la suma de las capacidades y se mantiene el voltaje-tensión de baterías). La conexión eléctrica en serie se consigue uniendo los polos de diferente signo (se suman los voltajes y se mantiene la capacidad, si son baterías).

Para arrancar el motor de un vehículo que tiene la batería descargada, con la ayuda de otra batería, se procede de la siguiente manera:

- Comprobar que las baterías son de la misma tensión (voltaje) y de capacidad similar.
- Se unen en paralelo, con cables apropiados, primero los polos positivos y después los negativos (polo positivo con positivo, y negativo con negativo de ambas baterías).
- A continuación se acciona el motor de arranque del vehículo que se pretende poner en marcha. **(Fig. 2)**
- Después se desconectan los cables de forma inversa, primero lo que van a los bornes negativos y luego los positivos.

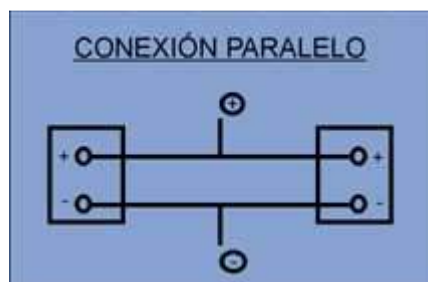


Fig. 2

Hay que tener especial cuidado en no tocar unos cables con otros, ni en la chapa del vehículo, ante el riesgo de cortocircuitos, y no hacerlo si no se está seguro, es preferible acudir al servicio técnico especializado.

Para conectar dos baterías de 12 voltios, obteniendo un resultado final de 24 V., se procede conectando, en serie, de la siguiente forma:

- Se conecta el borne negativo de la primera con el positivo de la segunda.
- El positivo de la primera se conecta a corriente (receptores).
- El negativo de la segunda a masa. **(Fig. 3)**

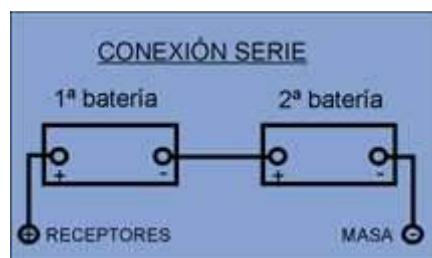


Fig. 3

### **Batería de bajo mantenimiento**

Las baterías convencionales utilizan antimonio con el plomo en la construcción del armazón de las placas. El antimonio aumenta la autodescarga en el tiempo de reposo de la batería.

Actualmente se construyen baterías de bajo mantenimiento, que permiten disminuir el contenido de antimonio, utilizándose a su vez separadores más delgados y de mayor porosidad.

Estas baterías presentan las ventajas de una menor autodescarga en reposo, mayor duración en servicio y menor entretenimiento.

En estas baterías de bajo mantenimiento se debe verificar el nivel del electrolito y recuperarlo, en caso necesario, con agua destilada.

### **Batería sin mantenimiento**

Se utilizan en la mayoría de los vehículos actuales. Se elimina totalmente el antimonio que produce corrosión, autodescarga en reposo y evaporación del agua. Presenta las siguientes ventajas:

- No necesita agua destilada.
- Disminuye la autodescarga.

### **Batería alcalina o metálica**

No se emplean en automóviles debido a su mayor costo de fabricación, menor voltaje por acumulador y menor rendimiento que las de plomo.

## **Sistema de producción de energía eléctrica**

En el sistema eléctrico del automóvil hay una serie de receptores o servicios que consumen energía eléctrica de la batería para su funcionamiento, tales como: el motor de arranque, luces, limpiaparabrisas, electroventilador, etc., que, agotarían la energía de la batería, dependiendo de la capacidad de ésta. Por eso es necesario un sistema que tenga la misión de reponer o cargar la batería para su posterior utilización, además de alimentar los diferentes sistemas y elementos eléctricos cuando el motor está en funcionamiento. Para conseguir esto, emplearemos una fuente de alimentación o generador, que podrá ser la dinamo o el alternador.

Este capítulo lo dedicaremos al alternador por ser el generador utilizado en los automóviles actualmente, debido a las ventajas que se obtienen con respecto a la dinamo.

### **• Alternador**

La inclusión del alternador en el equipo eléctrico de los automóviles ha venido impuesta por la necesidad, cada vez mayor, de disponer de un generador capaz de alimentar los servicios y cargar la batería a bajas velocidades del motor e incluso cuando éste se encuentra al ralentí.

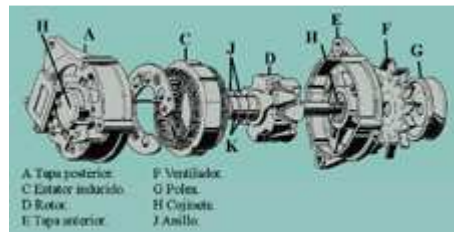
Sus características más importantes son:

- Un menor peso o volumen para la misma potencia (comparando con una dinamo).
- Carga de la batería con el vehículo en ralentí.

- Plazos de mantenimiento muy largos o bien ausencia de los mismos.

## Constitución

En la **fig. 4** se indica cada uno de los elementos que componen el alternador



*Fig. 4*

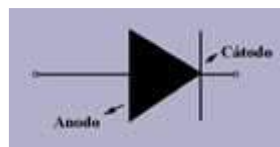
### *Rectificación de la corriente alterna*

La existencia de una batería de corriente continua en el vehículo y la necesidad de recargarlo hace que tengamos que disponer de un generador de corriente continua.

En la dinamo la rectificación de la corriente alterna se realizaba de forma mecánica mediante el colector y las escobillas. En el alternador esta rectificación se consigue mediante los diodos o semiconductores.

### *Diodos semiconductores*

Su símbolo se representa en la **fig. 5**.



*Fig. 5*

Los diodos tienen la misión de rectificar la corriente alterna obtenida en el estator, por su propiedad de dejar circular la corriente eléctrica en un solo sentido.

### **Funcionamiento (fig. 6)**

La generación de corriente del alternador puede estudiarse de esta manera:

- Creación de un campo magnético. (Rotor).
- Creación de la corriente inducida, alterna. (Estator).
- Rectificado de esta corriente alterna en corriente continua.
- Puesta en circuito con el exterior.
- El rotor montado dentro del estator, gira accionado por la correa trapezoidal que transmite el movimiento desde el cigüeñal.
- La bobina de rotor (**D**) (inductora) toma corriente a través del regulador (**R**) y de las escobillas (**J**) que se apoyan en los anillos rozantes.
- La bobina inductora crea un campo magnético que, al girar, induce en los arrollamientos del inducido (**C**) (estator) una corriente alterna trifásica.



- El puente de rectificadores (**B**) transforma la corriente alterna en continua.

El puente rectificador, compuesto por varios (6 ó 9) diodos de silicio conectados a cada una de las fases del estator, tiene por misión permitir el paso de corriente en un sentido, pero no en el otro, es decir, deja pasar la corriente en el sentido del alternador a la batería pero no en el sentido contrario.

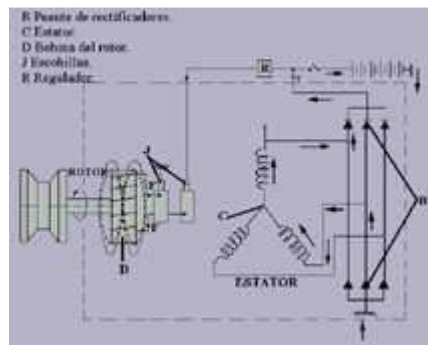


Fig. 6

### Ventajas del alternador con relación a la dinamo

Podemos deducir las siguientes ventajas del alternador:

#### *Carga*

El alternador tiene la ventaja de cargar más que la dínamo, a un régimen más bajo, lo que facilita mucho la carga de la batería en lugares donde el motor funciona al ralenti (aglomeraciones, detenciones, etc.).

#### *Velocidad de rotación*

En la dínamo la velocidad de rotación está limitada.

El alternador permite velocidades mucho más elevadas.

#### *Regulación*

En la carga de un alternador, se observa que a partir de un determinado régimen de revoluciones, la intensidad de carga es independiente a la velocidad de rotación, quedando prácticamente constante. Esto permite suprimir en el regulador el elemento de limitación de intensidad.

Debido a la propiedad de los diodos, de únicamente dejar pasar la corriente en un sentido, es posible suprimir el disyuntor.

#### *Potencia y peso*

Con relación a la dínamo, para potencias equiparables, se obtienen alternadores más ligeros que las dínamos correspondientes. Por ejemplo, obtiene mayor rendimiento con un alternador de 4'750 kg. que con una dínamo de 6'500 Kg.

#### *Robustez*

El alternador puede funcionar mucho más tiempo sin intervención alguna, sobre todo si el rotor va montado sobre rodamientos en cada uno de sus extremos.

En el alternador, los anillos de frotamiento de las escobillas se usan muy poco y las escobillas tienen una duración bastante importante ya que sólo soportan de 2 a 3 amperios, contra 30 ó 35 que deben de soportar las escobillas de una dínamo.

### Regulador de tensión

Las variaciones de tensión producidas en el alternador por efecto de los cambios de velocidades, son controladas por el regulador de tensión, que actúa sobre la corriente de "excitación" que llega al motor (cantidad de corriente en la bobina inductora).

En la **fig. 7** se representa el circuito de carga con el conexionado entre los elementos que lo integran:

- Batería.
- Alternador.
- Regulador de tensión.
- Sus correspondientes conexiones (**L, D, F, R, Exc- F, + y CR**).

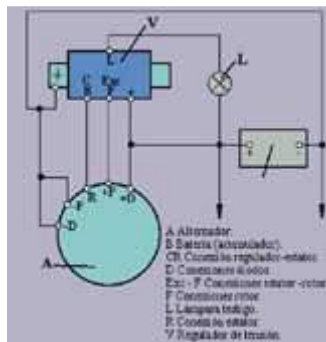


Fig. 7

Existen varios tipos de reguladores de tensión: transistorizados y electrónicos, siendo estos últimos los más utilizados en la actualidad, estando situado dentro del mismo alternador.

## Sistema de puesta en marcha eléctrica

Para poner en marcha el motor de un automóvil (gasolina o gasoil), es preciso imprimirle un movimiento inicial de giro, para llenar los cilindros de mezcla y que se produzca la chispa en las bujías, es decir, conseguir las primeras explosiones.

Para conseguir ese movimiento inicial de giro, antiguamente se empleaba una manivela que, engrazada en el extremo del cigüeñal, se giraba a mano. Hoy día se hace mecánicamente, por medio de un motor eléctrico, comúnmente llamado "motor de arranque". Este motor eléctrico transforma la energía eléctrica en energía mecánica, con una reducción de velocidad que puede llegar hasta 1:15 (una vuelta del cigüeñal por quince del motor de arranque).

Si el piñón del motor de arranque estuviera engranado constantemente con la corona del volante motor y teniendo en cuenta la reducción anteriormente indicada, al arrancar el motor térmico, el inducido del motor de arranque sería arrastrado a velocidades prohibitivas que producirían su destrucción. Por este motivo, es preciso que el engrane sólo se produzca en el

momento de realizar el arranque, y que una vez puesto en marcha el motor térmico, el inducido no sea arrastrado por la corona.

El esfuerzo que realiza el motor de arranque para poner en marcha el motor térmico, es particularmente elevado al iniciarse el movimiento, ya que, al encontrarse frío, su resistencia es considerable. La necesidad de que el motor de arranque sea capaz de producir este par motor y de conseguir arrastrar el motor térmico hasta que alcance una velocidad a la que pueda realizarse el arranque, determina la potencia del motor de arranque, así como la capacidad de la batería que ha de proporcionarle la corriente para su funcionamiento.

- **Constitución (fig. 8)**

El circuito para alimentar el motor de arranque está formado por:

- B** - Batería
- M** - Motor de arranque
- I** - Interruptor
- E** - Conductores de gran sección para el circuito de potencia
- R** - Contactor. (Relé).
- F** - Conductores de menor sección para el circuito de mando

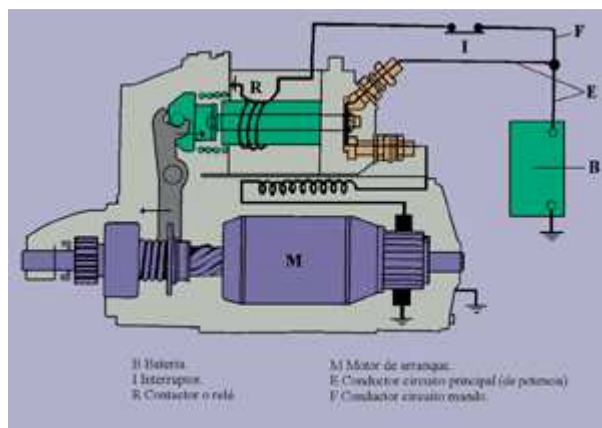


Fig. 8

- **Funcionamiento del relé de arranque**

En la **fig. 9** se representa el circuito sin estar en funcionamiento, puesto que el interruptor (llave de contacto) (**I**) no está conectado.

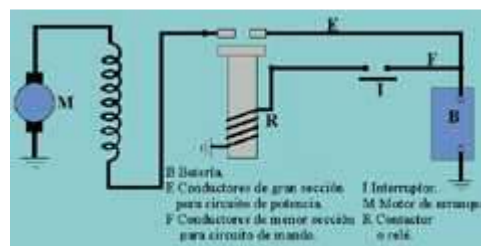


Fig. 9

En la **fig. 10** se aprecia el circuito en funcionamiento:

- Se conecta el interruptor (I) y se activa el relé (R) por medio de su electroimán.
- Cierra los contactos principales del circuito, pasando una gran intensidad al interior del motor de arranque (M), que se lo pondrá en funcionamiento.
- El conductor desconecta el interruptor (I), se desactiva (R) y se desconecta el interruptor principal del circuito, dejando de pasar corriente al motor de arranque.

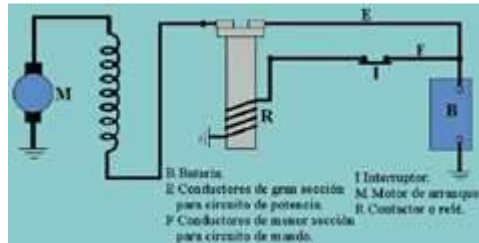


Fig. 10

• **Motor de arranque con relé incorporado**

**Misión del motor de arranque**

La misión es la de transformar parte de la energía eléctrica de la batería en energía mecánica, para imprimirle al motor de explosión o combustión las primeras vueltas hasta ponerlo en marcha.

**Constitución (fig. 11)**

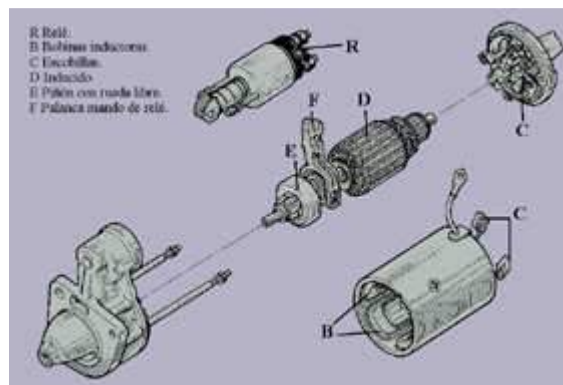


Fig. 11

En los motores de arranque se deben considerar dos partes bien diferenciadas:

- Circuito eléctrico.
- Sistema de acoplamiento mecánico de piñón-corona.

*Circuito eléctrico*

El circuito eléctrico lo integran:

- Relé o contactor (R).
- Bobinas inductoras (B).
- Inducido (D).
- Escobillas (C).

### Sistema de acoplamiento mecánico

Integrado por:

- Piñón con rueda libre **(E)**.
- Palanca mando de relé **(F)**.

### Principio de funcionamiento del motor de arranque

Inducido y bobinas inductoras forman dos electroimanes con sus arrollamientos respectivos, que además van conectados en serie, pasando por los dos la misma corriente procedente de la batería, cuando el relé lo permite -Interruptor (I) fig. 10-. Esta corriente crea campos magnéticos del mismo signo en inductor e inducido, provocando la repulsión de ambos y giro del inducido que se transmite al sistema de engranaje (acoplamiento mecánico).

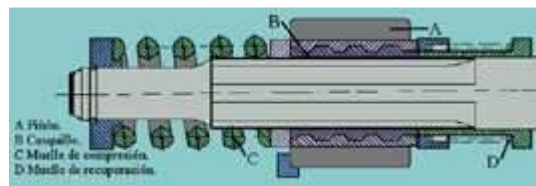


Fig. 12

### Sistemas de motores de arranque

#### Sistema de engranaje Bendix (engranaje por inercia)

Este sistema lo montan algunos modelos del tipo convencional y está formado por las siguientes piezas **(fig. 12)**:

- El piñón propiamente dicho, con contrapeso **(A)**.
- Un casquillo **(B)** que dispone de unas acanaladuras, rectas en su interior, para poder deslizarse axialmente por el eje del inducido, y de unas estrías helicoidales en su exterior para que por las mismas pueda deslizarse el piñón.
- Un muelle de compresión **(C)**.
- Un muelle de recuperación **(D)**.

Cuando el eje del motor de arranque comienza a girar, el piñón, debido a su contrapeso de inercia, se enrosca en el casquillo, desplazándose hasta engranar con el volante del motor térmico **(fig. 13)**.

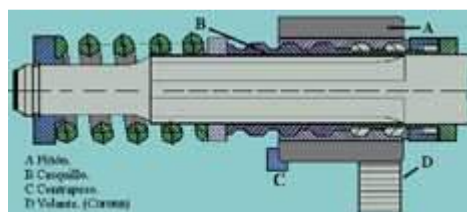


Fig. 13

Al realizar el engranaje, el piñón que estaba girando en vacío, es frenado bruscamente por la resistencia que le opone la corona del motor.

Para que este esfuerzo no se transmita a los demás órganos del motor de arranque, se dispone del muelle de compresión.

Una vez puesto en marcha el motor térmico, al girar el piñón más rápido (arrastrado por el volante) que el eje del motor de arranque, se produce la desconexión. El piñón se enrosca en el casquillo en sentido inverso al que siguió cuando se produjo el engrane.

El muelle de recuperación evita que, debido a la vibración, el piñón roce con la corona del volante.

**Sistema de rueda libre (fig. 14)**

Al accionar el conmutador el interruptor de arranque (I), el arrollamiento del relé (R) recibe corriente, creando un campo magnético que atrae el núcleo móvil. Este movimiento realiza dos funciones: el avance y engranaje del piñón en la corona del motor térmico y el cierre de los contactos principales (C) del contactor con el siguiente paso de corriente al motor.

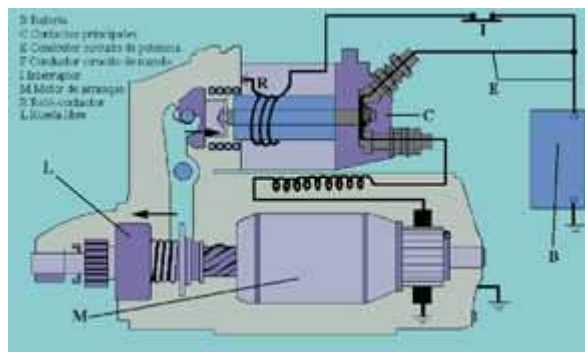


Fig. 14

El funcionamiento del sistema de rueda libre (L) (fig. 14) del piñón es el siguiente:

- Una vez engranado el piñón en la corona del volante, el movimiento del inducido se transmite al conjunto piñón, que, por medio del enclavamiento de los rodillos (fig. 15) pone en movimiento la corona del motor térmico.

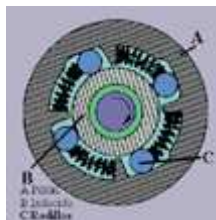


Fig. 15

- Cuando el arranque del motor térmico se ha producido, la corona del mismo, al aumentar la velocidad, arrastraría al inducido a velocidades excesivas que ocasionarían su destrucción. Efecto que se anula al entrar en funcionamiento el sistema de rueda libre, que consiste en desenclavar los rodillos (fig. 16).

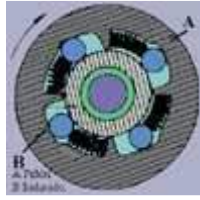


Fig. 16

## Sistema de iluminación

El sistema de alumbrado en los vehículos está compuesto por una serie de luces adosadas al mismo, y, su aplicación está regulada por la Ley de Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, cuya misión es ver, ser visto y advertir de las maniobras. En este capítulo, se estudia cada uno de los elementos que forman los diferentes circuitos de alumbrado y éstos son:

- Faros (proyectores y ópticas).
- Lámparas.
- Circuitos eléctricos.
- Elementos de mando, control y protección.

### • Faros

Los faros están formados interiormente por una parábola cóncava con alojamiento para la lámpara y una lente óptica convergente.

Está recubierta por su exterior por un procedimiento anticorrosivo y en su interior lleva una capa aluminizada con un brillo de espejo, para que reflejen los rayos recibidos del foco luminoso y así proyectarlos.

La parábola está cerrada por un cristal (óptico) tallado con prismas (**fig. 17**) que cumple la doble misión de proteger el interior del polvo y de la suciedad, y a la vez conseguir la orientación en el haz luminoso, haciendo bajar hacia el pavimento y en sentido horizontal para iluminar el ancho del pavimento.

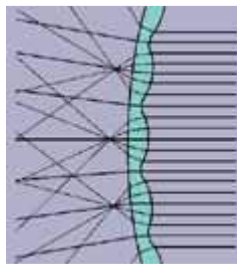


Fig. 17

Existen dos tipos de faros:

### Faros abiertos o corrientes (**fig. 18**)

El cristal y la parábola forman una sola unidad y la lámpara es independiente. En la actualidad es el sistema más empleado.

En la **fig. 18** pueden observarse las lámparas (**C**) para carretera y cruce y (**S**) para posición.

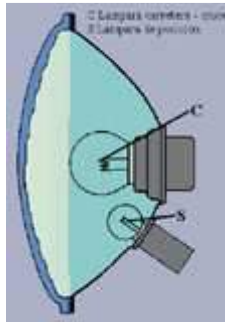


Fig. 18

### Faros cerrados o sellados (fig. 19)

Todos los elementos forman una sola unidad. Está herméticamente cerrado y en su interior se ha realizado el vacío, para después rellenarlo de un gas inerte o halógeno. Su reposición es cara y al fundirse el filamento es necesario sustituir todo el proyector. En la actualidad su empleo está muy limitado.

El haz luminoso proyectado, puede ser:

- A - Divergente.
- B - Paralelo.
- C - Convergente.

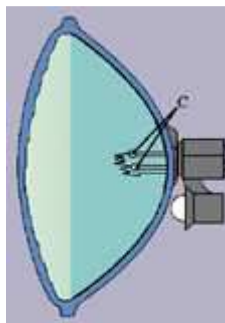


Fig. 19

La luz de cruce es convergente y la de carretera paralela.

En la luz de cruce se coloca un dispositivo debajo del filamento de la lámpara, para evitar el envío de rayos luminosos a la parte inferior de la parábola, y permitiendo que se produzca un haz de rayos desde la parte superior de la parábola hacia el pavimento.

La luz de carretera o alumbrado intensivo está prevista para que alumbré una distancia mínima de 100 m, por lo que el haz luminoso es paralelo y la de cruce 40 m, como mínimo. Los faros pueden ser circulares o bien rectangulares adaptándose a la línea de la carrocería.

En los últimos modelos (**fig. 20**), los faros delanteros son rectangulares generalmente y las ópticas se integran en las líneas de la carrocería. El diseño de los mismos mejora la distribución de la luz, particularmente en la posición de cruce y reduce asimismo el riesgo de daños en caso de colisión. El aspecto aerodinámico también se ve favorecido.





*Fig. 20*

Los lava-limpiafaros (**fig. 21**) constituyen una de las innovaciones introducidas para mejorar la seguridad vial. Los lava-limpiafaros son activados cuando se utiliza el lavaparabrisas.



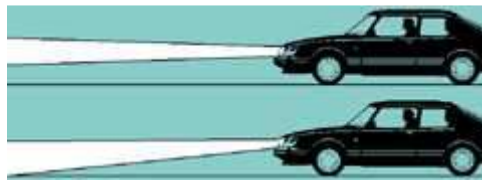
*Fig. 21*

### **Reglaje del alumbrado de carretera o cruce**

Para que la iluminación conseguida con los faros sea lo más perfecta posible, tanto en intensidad como en amplitud y distancia, y con una orientación adecuada para evitar molestias a otros usuarios de la carretera, se precisa que los faros estén perfectamente reglados.

La sujeción de los faros permite variar su posición en todos los sentidos y con ello el poder orientar la dirección del haz de rayos luminosos correctamente.

En la actualidad, el reglaje de faros se realiza por medio de un aparato, que aproximándolo al vehículo, proyecta sobre una pantalla el haz luminoso, permitiendo el reglaje de faros según que el haz esté localizado o no lo esté, dentro de la zona de referencia que lleva dicho aparato. También permite regular la intensidad luminosa. Esta operación se debe llevar a cabo en los talleres especializados.



*Fig. 22*

Los faros delanteros (**fig. 22**) pueden ajustarse fácilmente desde el interior del compartimento del motor por medio de dos pomos, sin necesidad de herramientas (**fig. 23**) o bien, desde el interior del vehículo, con un mando dispuesto para ello (**fig. 24**).



*Fig. 23*



Fig. 24

- **Pilotos**

Son soportes que se insertan en la carrocería (**fig. 25**). Este soporte lleva incorporado un portalámpara tipo bayoneta (**C**), con uno ó dos polos y una ó dos lámparas (**B**), siempre cubierto por un elemento óptico (**A**) de distinto colorido según su función y de acuerdo con la normativa vigente.

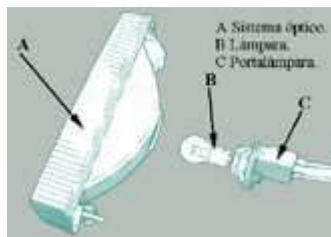


Fig. 25

Estos pilotos no son para iluminar, sino para ser vistos, de ahí que se empleen lámparas con la potencia suficiente para ser vista la posición y la maniobra que realice en cada momento el vehículo.

Generalmente, en la parte posterior del vehículo (**fig. 26**) se montan grupos ópticos traseros amplios, muy visibles y envolventes con luz de niebla, marcha atrás, intermitentes, posición y frenado.



Fig. 26

- **Lámparas**

Las lámparas son los elementos que tienen la misión de transformar la energía eléctrica en energía luminosa. Todas se basan en un principio para su funcionamiento: al introducir un filamento de tungsteno en una ampolla de vidrio en la que se ha realizado el vacío y llenado con un gas inerte (argón o nitrógeno), si se conectan los extremos del filamento a una corriente eléctrica, el filamento se pondrá incandescente emitiendo un flujo luminoso en todas las direcciones, que utilizaremos mediante los faros.

Las lámparas llevan grabadas, en su casquillo, su potencia y la tensión nominal de funcionamiento.

Los casquillos son los elementos que llevan las lámparas para fijarlas al portalámparas. Suelen ser del tipo bayoneta, que engarzan en dos ranuras del portalámparas y mediante un pequeño giro quedan fijas a él. Un resorte las oprime para evitar su caída y asegurar el contacto.

### Lámparas halógenas (fig. 27)

Estas lámparas constan de un filamento que va introducido en una ampolla llena de gas halógeno, generalmente yodo.

Las altas temperaturas que se producen hacen que el cristal deba sustituirse por uno de cuarzo, mucho más resistente. El cristal no se debe tocar nunca con la mano, pues las sales que acompañan al sudor, pueden alterar el proceso químico y estropear la lámpara.

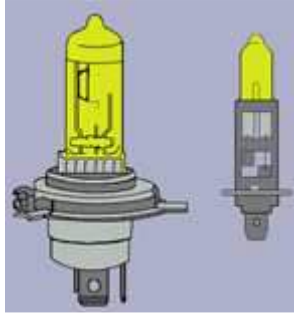


Fig. 27

La potencia de esta lámpara es aproximadamente de 60 vatios. En el casquillo se indican las características de la lámpara, por ejemplo: desde la H-1 a la H-3 son lámparas de un filamento y la H-4 hace referencia a dos filamentos. El casquillo, en este caso, lleva tres terminales uno para la masa común y los otros dos, uno para largo alcance (carretera) y otro para corto alcance (cruce).

- **Conductores eléctricos (fig. 28)**

Son utilizados para las instalaciones de los circuitos eléctricos. Están compuestos por un núcleo de finos hilos de cobre enrollados en hélice con objeto de dar mayor flexibilidad al conductor y recubiertos de un material aislante plástico. Su utilización, dentro del circuito eléctrico, está basada en un código de colores, siendo lo más característicos el azul y el negro para masa, y el rojo y el amarillo para los que llevan corriente. Para grandes intensidades (amperios) tendrán mucha sección metálica y para grandes tensiones (voltajes) tendrán mucho aislamiento.



Fig. 28

- **Circuitos auxiliares de alumbrado**

Además del circuito principal en el que se encuentran los proyectores de luz intensiva, cruce y el circuito de luces de posición, existen una serie de circuitos auxiliares cuya misión es tan importante como la del principal.

#### **Circuito de intermitencia**

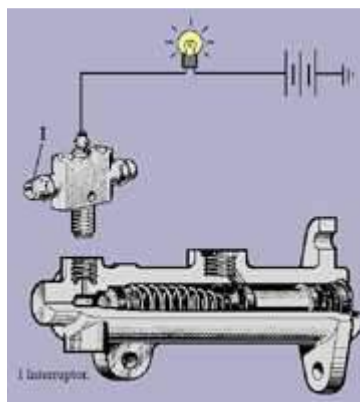
Su función es indicar a los demás conductores nuestras intenciones relativas a posibles maniobras. Consta de un conmutador o interruptor situado en el salpicadero, sobre el que actúa el conductor para conectar los indicadores de dirección del lado derecho o del izquierdo.

La corriente llega hasta las lámparas a través de la denominada caja de intermitencias. Si una lámpara se funde se acelera la frecuencia de la intermitencia, lo que sirve para que el conductor detecte la avería. Un testigo situado en el salpicadero indica cuando están conectados.

La frecuencia o cadencia de las cajas de intermitencias son de 60 a 120 pulsaciones por minuto.

### **Circuito de luces de freno (fig. 29)**

La misión de este circuito es indicar cuando el conductor está actuando sobre el freno de manera que los demás conductores puedan prever la inmediata reducción de la velocidad del vehículo. Se compone de una ó dos luces situada en la parte posterior del vehículo y cuya intensidad es superior a la de las luces de posición. La corriente obtenida de la batería llega a través de un interruptor (I), situado en el pedal de freno que cierra el circuito cuando éste se acciona.



*Fig. 29*

### **Circuito de luces de marcha atrás (fig. 30)**

Consta de una ó dos luces de color blanco, situadas en la parte posterior del vehículo y que se iluminan mediante un conmutador situado en la caja de cambios que cierra el circuito al insertarse la marcha atrás.



*Fig. 30*

### **Circuito de luces antiniebla (fig. 31)**

Se trata de un circuito auxiliar y se compone de dos faros delanteros de color blanco o amarillo selectivo y uno ó dos posteriores de color rojo. Las luces traseras son de una intensidad equivalente a las de freno y su misión es la de complementar la iluminación bajo condiciones adversas (niebla, nieve, polvo o lluvia intensa).



Fig. 31

Los interruptores son independientes y están situados en el salpicadero, permitiendo accionar las luces delanteras o traseras independientemente. Un testigo luminoso se encarga de indicar al conductor si están conectados.

### Otros circuitos auxiliares

El sistema eléctrico dispone de múltiple circuitos auxiliares que se encargan de activar los distintos servicios alimentados por la batería.

Los más importantes son:

#### *Circuito del limpiaparabrisas (fig. 32)*

Alimenta un motor eléctrico (**M**) que se encarga de transmitir el movimiento a las escobillas del parabrisas (**E**).



Fig. 32

#### *Circuito de climatización (fig. 33)*

Su misión es dotar de corriente a los distintos sistemas de ventilación interior. Principalmente da corriente al motor (**M**) del ventilador interior.

#### *Circuito de iluminación del cuadro de instrumento*

Va conectado al circuito de iluminación principal y se acciona simultáneamente con éste, al encender las luces de posición.

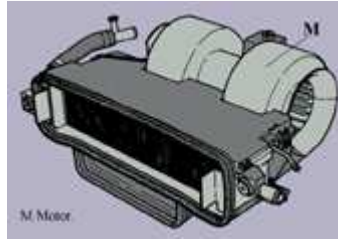


Fig. 33

- **Fusibles (fig. 34)**

Para evitar que un aumento anormal de la intensidad de la corriente pueda perjudicar los distintos elementos o aparatos eléctricos del automóvil, se utilizan los "fusibles", que son cables que se intercalan al principio de los distintos circuitos eléctricos del automóvil, son de menor resistencia que la del cable del circuito a proteger y se funden cuando por cualquier circunstancia se produce un aumento de la intensidad de la corriente, por ejemplo, un cortocircuito.

Los fusibles necesarios en la instalación eléctrica del automóvil, por lo general, van todos agrupados en una caja, llamada "caja de fusibles" y distribuidos de tal forma que cada uno atiende a un elemento determinado o a elementos asimétricos (fig. 34).

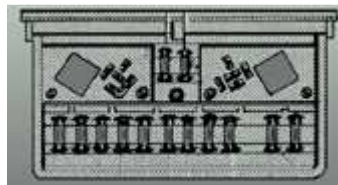


Fig. 34

Nota. Antes de sustituir un fusible fundido es necesario buscar y eliminar la anomalía que ha provocado su fusión a fin de evitar que se repita la avería, y colocar otro de la misma intensidad y del mismo tipo (cilíndricos o planos).

## Complementos eléctricos

Lo integran los circuitos de control y mando. Éstos proporcionan de forma constante y durante el funcionamiento del vehículo la información suficiente para controlar los distintos circuitos que actúan en cada momento y en algunos casos las anomalías que se puedan presentar.

- **Circuitos de control**

Los indicadores de control se representan en la fig. 35.

I - Indicador.



Fig. 35

- **Circuitos de mando (fig. 36)**

A - Mando climatizador.

B - Mando luna trasera térmica.

C - Mando luz niebla trasera.

D - Mando luz niebla delantera.

E - Mando luz emergencia.

F - Mando interruptor luces.

G - Mando frenos ABS.

H - Mando climatizador.



Fig. 36

- **Accesorios**

- Indicador de temperatura del agua.
- Indicador de presión del aceite.
- Amperímetro. Este aparato indica la corriente que pasa hacia o desde la batería.
- Indicador del nivel de gasolina. (fig. 37)
- Velocímetro.
- Limpiaparabrisas (fig. 38). Los limpiaparabrisas llevan un motor eléctrico (M) pequeño. Éste hace girar una corona (C) que, por medio de un sistema de biela (B), convierte el movimiento de rotación del motor en el vaivén, preciso para que funcionen las escobillas. Además del interruptor correspondiente, en el tablero de mando, lleva otro unido a la corona. Cuando se desconecta el limpiaparabrisas, éste continúa funcionando hasta que llega a su posición de reposo. Algunos tienen una segunda velocidad que se emplea con lluvia intensa o cuando se circula muy deprisa.
- Bocinas eléctricas. El sonido se produce por la vibración de una membrana situada dentro de los campos magnéticos creados por la corriente de la batería.

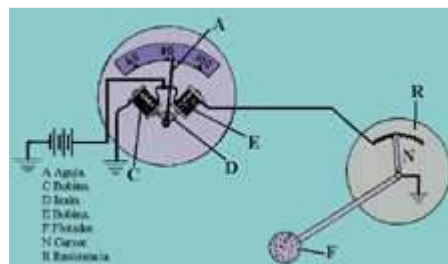


Fig. 37

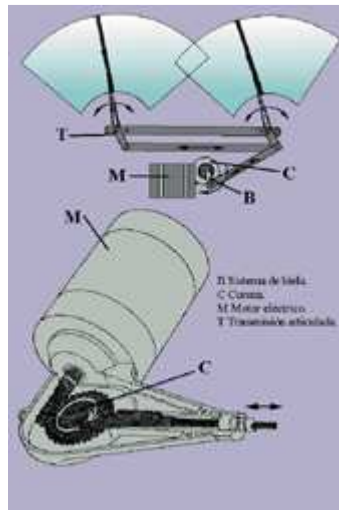


Fig. 38



## 12. EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

### Introducción

El conjunto de elementos que tiene la misión de hacer llegar el giro del motor hasta las ruedas motrices, se denomina sistema de transmisión. Con este sistema también se consigue variar la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas. Esta relación se varía en función de las circunstancias del momento (carga transportada y el trazado de la calzada). Según como intervenga la relación de transmisión, el eje de salida de la caja de velocidades (eje secundario), puede girar a las mismas revoluciones, a más o a menos que el cigüeñal.

Si el árbol de transmisión gira más despacio que el cigüeñal, diremos que se ha producido una desmultiplicación o reducción y en caso contrario una multiplicación o súper-marcha.

En la **fig. 1** se representa un sistema de propulsión total para camiones.

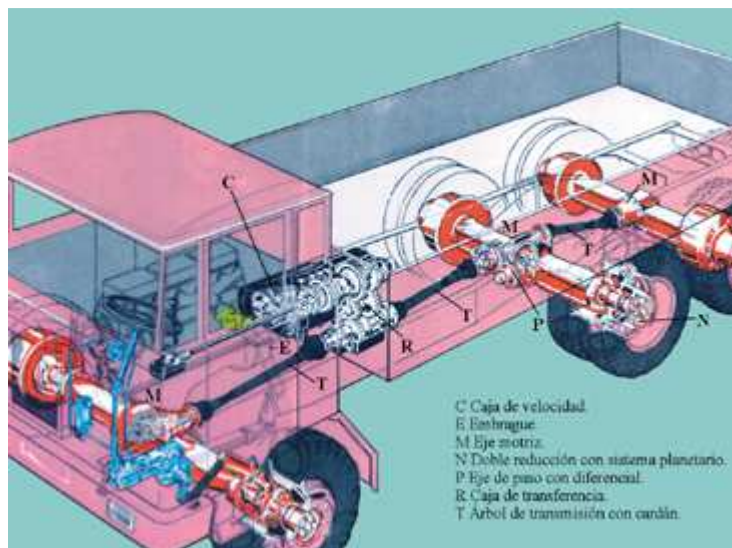


Fig. 1

Al desmultiplicar las revoluciones en el secundario, se produce un aumento proporcional del par de salida en el mismo secundario. Por ejemplo:

Si el cigüeñal gira a 1000 r.p.m. y el árbol de transmisión lo hace a 500 r.p.m., se han desmultiplicado las revoluciones del secundario, pero hemos aumentado al doble el valor inicial del par de salida, es decir, hemos perdido velocidad pero hemos ganado fuerza. Se cumple la regla de la mecánica "lo que se pierde en velocidad se gana en fuerza y a la inversa".

La disposición de los elementos del sistema de transmisión dependerá de la situación relativa que exista entre el motor y las ruedas motrices.

### Tipos de transmisión

- **Motor delantero y tracción (fig. 2)**

Sus ruedas delanteras son motrices y directrices y no posee árbol de transmisión. Este sistema es muy empleado en turismos de pequeña y mediana potencia. En la figura se representa esta

disposición en la que **(M)** es el motor, **(E)** el embrague, **(C)** la caja de velocidades y **(R)** el grupo reductor-diferencial.

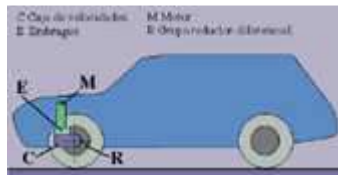


Fig. 2

- **Motor delantero y propulsión (fig. 3)**

Las ruedas motrices son las traseras, y dispone de árbol de transmisión. Su disposición es algo más compleja, utilizándose en camiones y turismos de grandes potencias. En la figura se representa esta disposición en la que **(M)** es el motor, **(E)** el embrague, **(C)** la caja de velocidades, **(A)** el árbol de transmisión y **(R)** el eje reductor-diferencial.

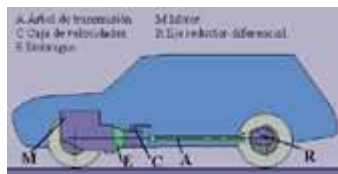


Fig. 3

- **Motor trasero y propulsión (fig. 4)**

Sus ruedas motrices son las traseras y tampoco posee árbol de transmisión. Este sistema apenas se emplea en la actualidad por problemas de refrigeración del motor. En la figura se representa esta disposición en la que **(M)** es el motor, **(E)** el embrague, **(C)** la caja de velocidades y **(R)** el grupo reductor-diferencial.

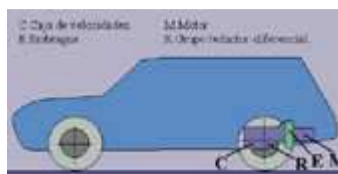


Fig. 4

- **Propulsión doble (fig. 5)**

Utilizado en camiones de gran tonelaje, donde la mayor parte del peso está soportado por las ruedas traseras y mejor repartido.

Este sistema consiste en colocar dos puentes traseros **(A)** y **(B)** motrices evitando así colocar un solo grupo cónico de grandes dimensiones. De esta manera el esfuerzo a transmitir por cada grupo cónico se reduce a la mitad, reduciéndose las dimensiones sobre todo las del par-cónico.

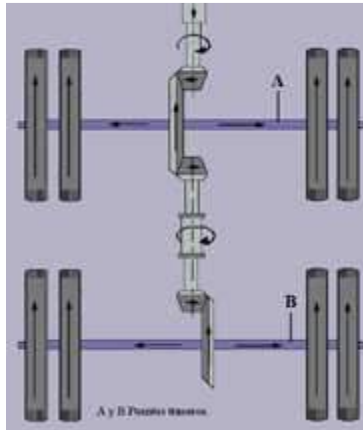


Fig. 5

- **Transmisión total (fig. 6)**

Los dos ejes del vehículo son motrices. Los dos puentes o ejes motrices llevan un diferencial cada uno. Con esta transmisión pueden, a voluntad del conductor, enviar el movimiento a los dos puentes o solamente al trasero. Este sistema se monta frecuentemente en vehículos todo terreno (4 WD) y en camiones de grandes toneladas sobre todo los que se dedican a la construcción y obras públicas.

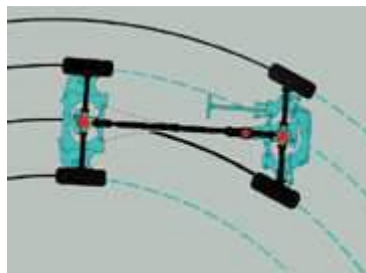


Fig. 6

## Elementos del sistema de transmisión

Para describir los elementos de transmisión, consideramos (**fig. 3**) un vehículo con motor delantero y propulsión ya que en este el montaje emplea todos los elementos del sistema de transmisión:

- Embrague: tiene como misión acoplar o desacoplar, a voluntad del conductor, el movimiento del motor al resto del sistema de transmisión.
- Caja de velocidades: es la encargada de aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas, en función de las necesidades, con la finalidad de aprovechar al máximo la potencia del motor.
- Árbol de transmisión: transmite el movimiento de la caja de velocidades al conjunto par cónico-diferencial.
- Mecanismo par-cónico diferencial: mantiene constante la suma de las velocidades que llevan las ruedas motrices antes de tomar la curva. Desmultiplica constantemente las vueltas del árbol de transmisión en las ruedas motrices y convierte el giro longitudinal de éste, en giro transversal en las ruedas.

- Juntas de transmisión: las juntas se utilizan para unir elementos de transmisión y permitir variaciones de longitud y posiciones.
- Semiárboles de transmisión (palieres): son los encargados de transmitir el movimiento del grupo cónico-diferencial hasta las ruedas motrices, cuando el sistema carece de árbol de transmisión.

## Embrague

Tiene la misión de acoplar y desacoplar, a voluntad del conductor, el giro del motor de la caja de cambios. Debe transmitir el movimiento de una forma suave y progresiva, sin que se produzcan tirones que puedan producir roturas en algunos elementos del sistema de transmisión.

Se encuentra situado entre el volante de inercia (volante motor) y la caja de velocidades. Dentro de la gran variedad de embragues existentes, caben destacar los siguientes:

- Embragues de fricción.
- Embragues hidráulicos.
- Embragues electromagnéticos.

- **Embrague de fricción monodisco de muelles**

El embrague de disco está constituido por los siguientes elementos (**fig. 7**):

- Disco de embrague o conducido (**D**), que transmite el movimiento mediante estrías al primario (**E**) de la caja de cambios.
- Plato o disco de presión (**P**), que es arrastrado en su giro por la carcasa y es empujado hacia el volante por los muelles (**M**).
- Carcasa (**C**), unida al volante mediante tornillos (**T**).
- Collarín de embrague (**G**), formado por un tope de grafito y arandela de presión o por un rodamiento de empuje.
- Horquilla de desembrague (**H**), que accionada por el conductor, empuja al collarín.
- Patillas o palanca de desembrague (**F**), que tira del plato de presión
- Muelles de presión (**M**), colocados entre carcasa (**C**) y plato de presión (**P**).

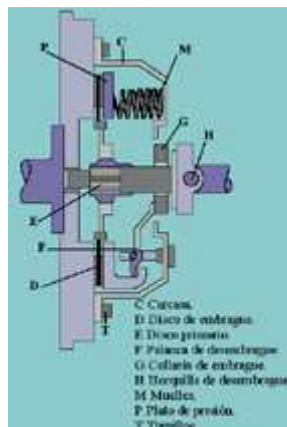


Fig. 7

### Disco de embrague (fig. 8)

Este disco, denominado también disco conducido, está montado en el estriado del primario de la caja de cambios, y está situado entre el volante motor y el disco de presión.

Este elemento está constituido por un disco de acero (**A**) con unos cortes radiales. El disco va unido a un cubo (**C**) a través de unos muelles helicoidales (**M**), haciendo la unión elástica entre los dos elementos, amortiguando las oscilaciones del disco cuando entra en contacto con el volante de inercia.

El cubo (**C**) está estriado y se acoplará en el extremo del eje primario de la caja de velocidades. El extremo del primario, posee también un estriado para su unión con las estrías del cubo, del disco.

A ambos lados del disco se colocan unas guarniciones (**F**) de un material fibroso, con un alto coeficiente de rozamiento, fuertemente adherente, y muy resistente al calor y al desgaste por rozamiento. Una de las caras del disco conducido entra en contacto con el volante de inercia y transmite el giro de embrague. La otra cara del disco conducido entra en contacto con el plato de presión haciendo girar todo el conjunto.

El diámetro del disco de embrague depende de la potencia a transmitir, es decir, a mayor potencia a transmitir mayor diámetro de disco de embrague.

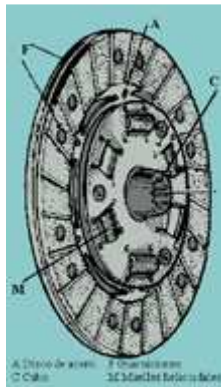


Fig. 8

### Plato de presión (fig. 9)

Está formado por un disco (**P**) de acero fundido en forma de corona circular, que va unido a la carcasa por medio de los muelles (**M**) de los mecanismos de presión y a las palancas (**B**), realizando un desplazamiento axial durante el accionamiento del pedal de embrague, cuando se quiere desembragar o embragar.

Está situado entre el disco de embrague y la carcasa. A través de los mecanismos de presión, empuja fuertemente al disco de embrague contra el volante de inercia, quedando dicho disco oprimido entre el volante motor y el disco de presión y transmitiendo el movimiento al eje primario sin resbalamientos. Las palancas retirarán al disco de presión cuando se pise el pedal del embrague.

Algunos tipos de embrague llevan solamente un muelle central en vez de varios colocado en la periferia y sobre el disco de presión y otros, que son los más utilizados en turismo, llevan un diafragma, como se verá en este capítulo.



Fig. 9

**Carcasa (fig. 10)**

Es la pieza exterior (**C**) que cubre todo el conjunto de embrague. Sujeta las palancas y muelles al disco de presión, formando todo ello un solo conjunto.

La carcasa está unida por los tornillos en los orificios (**T**) al volante de inercia de forma solidaria.

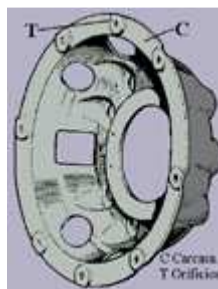


Fig. 10

*Funcionamiento*

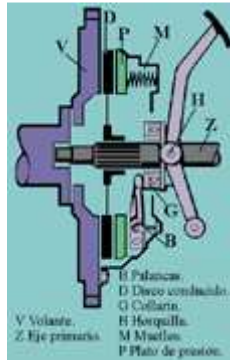
La situación normal de un embrague es la de "embragado", pedal suelto, en que el movimiento del cigüeñal se transmite íntegro al disco conducido (**P**) y al eje primario (**Z**) de la caja de cambios (**fig. 11**).



Fig. 11

En esta situación, el disco conducido (**D**) o de embrague, queda aprisionado entre el volante (**V**) y el plato de presión (**P**) por la acción de los muelles (**M**).

Cuando el conductor pisa el pedal de embrague (**fig. 12**), el movimiento no se transmite al primario (**Z**) y se dice que está "desembragado".



*Fig. 12*

El esfuerzo y movimiento del conductor llega a la horquilla (**H**) que empuja al collarín (**G**) y éste a las palancas (**B**) que vencen los muelles (**M**), retirando al plato de presión (**P**) y liberando así el disco (**D**) que queda holgado entre el volante (**V**) y plato de presión (**P**), sin transmitir movimiento al primario por quedar desacoplado.

- **Embrague de fricción monodisco de diafragma**

Es un embrague de fricción (**fig. 13**) el cual, tiene como mecanismo de presión y mando, un diafragma elástico (**F**) que hace la función de muelle y ejerce su presión sobre el disco (**P**). Este diafragma tiene forma cónica y posee unos cortes radiales, que a su vez actúa de palanca.



*Fig. 13*

Es el más utilizado en la actualidad por su sencillez y eficacia.

### **Funcionamiento**

#### *Embragado (fig. 14)*

El funcionamiento es igual que en el caso anterior, siendo el diafragma (**F**) el que presiona al plato de presión (**P**) al disco conducido (**D**) contra el volante (**V**) de inercia del motor.



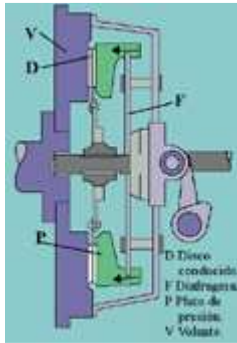


Fig. 14

**Desembragado (fig. 15)**

Al pisar el pedal de embrague, la horquilla (H) empuja el collarín (G), el cual presiona sobre el centro del diafragma (F), invirtiendo la conicidad y arrastrando consigo el plato de presión (P).

El disco de embrague (D) queda libre, sin ninguna fuerza de presión contra el volante de inercia.

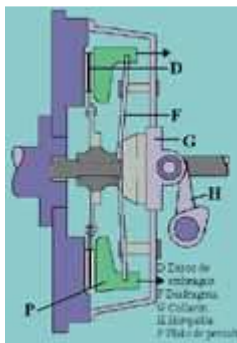


Fig. 15

- **Embrague de fricción de dos discos (fig. 16)**

Este sistema de embrague se utiliza cuando la fuerza a transmitir es muy grande y con un solo disco no es posible transmitir toda la potencia del motor.

Está formado por dos discos (D), cuya superficie total de adherencia es equivalente a la que se necesitaría con un solo disco, utilizando un plato de arrastre (A) adicional situado entre ambos discos.

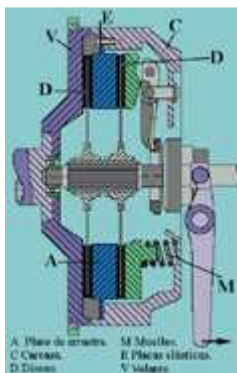


Fig. 16



El funcionamiento es igual a los embragues normales. La presión se transmite igualmente por medio de los muelles (**M**) o diafragma, aunque el recorrido del collarín es mayor y el sistema de presión más potente, con el fin de que el desembragado se realice en ambos discos.

- **Embrague en baño de aceite**

Este embrague de discos y láminas múltiple se emplea en motocicletas.

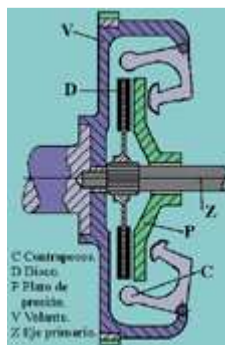
Los discos giran lubricados en aceite. Estos embragues húmedos trabajan con suavidad y sufren poco desgaste.

- **Embragues automáticos mecánicos**

Los embragues automáticos empleados en automóviles de tamaño medio, efectúan todo el proceso durante el arranque y en los cambios de marchas, de una forma automática. No llevan pedal de embrague y se utilizan generalmente con cajas de velocidades de cambio automático. Los más utilizados son:

**Embrague automático de contrapeso**

No lleva pedal de accionamiento, tampoco horquilla ni collarín. La acción de embragado y desembragado se confía a unos contrapesos, que actúan por la acción de la fuerza centrífuga al aumentar las revoluciones del motor (**fig. 17**).



*Fig. 17*

Este sistema permite realizar un proceso de acoplamiento muy progresivo, debido a que la presión ejercida sobre el disco (**D**) está en función del régimen de revoluciones del motor. No se utiliza frecuentemente.

**Embrague automático de cono y rodillos**

Estos embragues suelen montarse, generalmente, con caja de cambios automáticas. En algunos casos llevan acoplados un embrague monodisco cuando utiliza cajas de velocidades no automáticas (**fig. 18**).

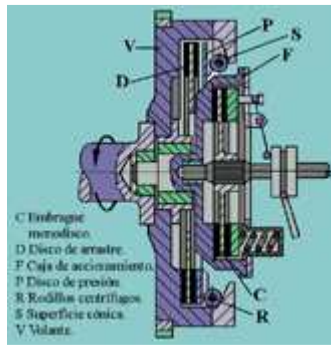


Fig. 18

Actúa también por fuerza centrífuga. El elemento centrífugo consiste en unos rodillos que se deslizan por una zona de superficie cónica.

En la **fig. 18**, para una mejor comprensión, se indica las posiciones de los rodillos durante el desembrague (mitad superior) y embrague (mitad inferior de la figura), que dependerá de las revoluciones del motor.

- **Embrague semiautomático (fig. 19)**

Con los embragues semiautomáticos se consigue ahorrar esfuerzo al conductor. Es un modelo intermedio entre embrague normal y uno automático.

El apriete del plato conductor (**P**) contra el volante, en vez de hacerse con potentes resortes como el embrague de disco, se hace por unos contrapesos (**C**) giratorios sobre cojinetes de agujas en los extremos de las palancas (**A**) de desembrague. Lleva resortes (**M**) pero menos potentes y collarín (**G**) para su accionamiento.

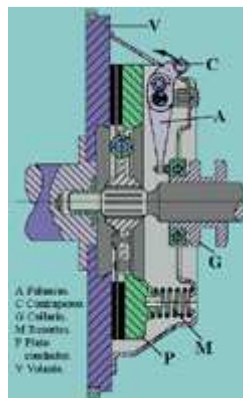


Fig. 19

La ventaja que presentan es muy pequeña durante el desembrague; únicamente se nota al iniciar la marcha con el motor a ralentí para meter la primera velocidad. En el resto de los cambios, el motor no está a ralentí, por lo que el conductor, para desembragar, tiene que vencer los resortes y la fuerza centrífuga de los contrapesos. Estos embragues son poco usados en la actualidad.

- **Embragues hidráulicos**

Este embrague hidráulico se utiliza con caja de cambios automáticas o semiautomáticas. Emplea, para su funcionamiento, un fluido generalmente aceite, y se basa en la transmisión de

energía hidráulica de una bomba centrífuga a una turbina receptora. Se denominan también turboembragues.

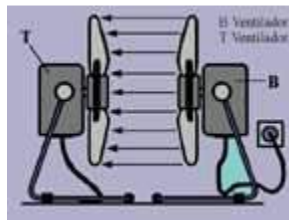


Fig. 20

Para comprender bien este principio partimos del ejemplo de dos ventiladores (**fig. 20**), colocados uno frente al otro. El ventilador (**B**), conectado a la red, mueve el aire y lo proyecta como impulsor o bomba sobre el otro ventilador (**T**) que está sin conectar. Éste último, al recibir el aire, se pone a girar como una turbina receptora.

### Constitución

Esta constituido, como puede verse en la **fig. 21**, por dos coronas giratorias (**B**) y (**T**) y están provistas de unos tabiques planos (**H**) llamados álabes. Una de ellas, llamada corona motriz (**B**), va unida al árbol motor y constituye la bomba centrífuga; la otra (**T**), unida al primario de la caja de cambios constituye la turbina o corona arrastrada.

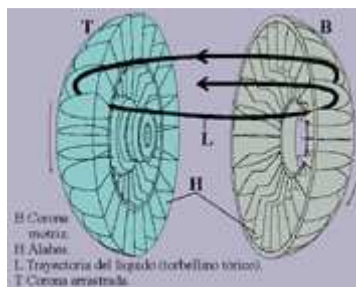


Fig. 21

Ambas coronas van alojadas en una carcasa estanca y están separadas por un pequeño espacio para que no se produzca rozamiento entre ellas. La trayectoria que lleva el líquido (**L**), (torbellino tórico) se representa en la misma figura.

### Funcionamiento

*Ralentí (fig. 22).*

La bomba (**B**), que va acoplada al volante motor, se encuentra frente a la turbina (**T**), de la cual la separa un pequeño espacio. Cuando el motor gira a ralentí, la fuerza centrífuga de (**B**) es insuficiente para que el aceite haga girar la turbina (**T**) y, por consiguiente, el coche no se mueve.

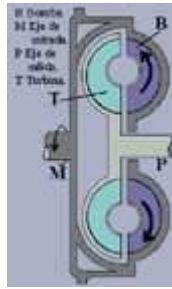


Fig. 22

**Régimen de revoluciones medio (fig. 23)**

Al aumentar la velocidad del motor, la fuerza centrífuga de **(B)**, proyecta el aceite contra la turbina **(T)** y transmite cierto esfuerzo de torsión. Pero hay un gran deslizamiento en el conjunto: el eje de salida **(P)**, gira, por tanto, mucho más despacio que el de entrada **(M)**.

Existe un gran resbalamiento.

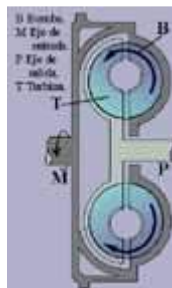


Fig. 23

**Régimen de revoluciones alto (fig. 24)**

A partir de un régimen determinado del motor, la velocidad del aceite es suficiente para comunicar toda la energía. En este caso la transmisión es casi directa, lo que permite al eje de salida **(P)** girar a casi un 98 por 100 del régimen del eje de entrada **(M)**.

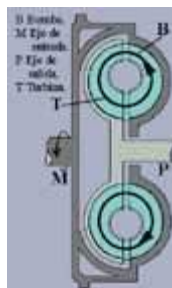


Fig. 24

Prácticamente no existe resbalamiento.

**Ventajas**

Estos embragues tienen las siguientes ventajas:

- Ausencia de desgastes.

- Larga duración de servicio útil (cambio de aceite cada 20.000 km).
- Arranque y funcionamiento muy suave.

### Inconvenientes

Los inconvenientes que presentan estos embragues, se deben a un mayor consumo de carburante y a mayor coste de adquisición, no pudiéndose emplear para caja de velocidades de cambio manual.

- **Embrague electromagnético (fig. 25)**

El funcionamiento del embrague electromagnético está basado en la acción de un campo magnético, creado por un potente electroimán (**E**), montado en el volante de inercia (**V**).

El electroimán hace la función de plato de presión y actúa sobre una armadura (**D**) que se une al primario (**P**) de la caja de velocidad, haciendo la función de disco conducido o disco de embrague.

El giro de esta armadura se producirá cuando se cree el campo magnético, haciendo girar a la armadura por atracción, sin existir de esta manera ningún tipo de rozamiento.

Para reforzar la acción del campo magnético, en el entre-hierro hay polvo magnético (**G**), a base de partículas de acero, cromo y aluminio.

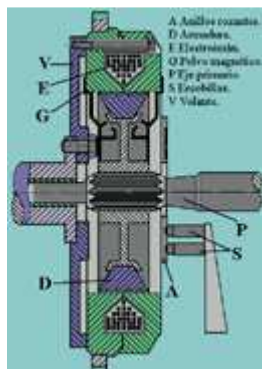


Fig. 25

Durante el funcionamiento se controla la alimentación eléctrica del electroimán a través de una serie de relés, accionados según el momento, por el interruptor de encendido, el pedal del acelerador y el pedal del embrague.

Funcionando el motor al ralentí, el campo magnético creado es poco potente y la armadura del eje primario no puede ser arrastrada.

Al pisar el acelerador, el campo magnético creado es más potente y la armadura de eje primario es arrastrada.

El pedal de embrague no efectúa ningún accionamiento mecánico sobre el embrague, realizando su acción durante el desembrague, anulando la alimentación eléctrica sobre el electroimán. De esta manera, la armadura del eje primario queda libre del campo magnético que la movía.

Este embrague tiene una vida útil muy alta debido a la ausencia de rozamientos. No tiene regulación y es muy suave.

- **Sistema de mando de los embragues**

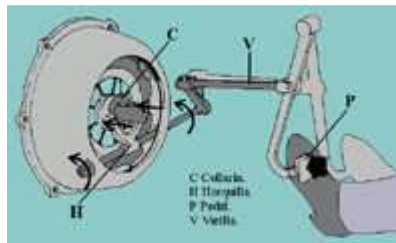
El sistema de mando tiene la misión de transmitir el movimiento ejercido en el pedal de embrague hasta la horquilla y el collarín. Se emplea para el accionamiento de embragues que no sean automáticos o electromagnéticos.

Se utilizan los siguientes tipos:

- Accionamiento por articulación mecánica o sistema mecánico.
- Sistema de accionamiento hidráulico o sistema hidráulico.
- Sistema de accionamiento neumático o sistema neumático.

**Sistema mecánico (fig. 26)**

Consiste en unir a través de un cable o una varilla (**V**), el pedal (**P**) con la horquilla (**H**) del collarín (**C**). Lo utilizan pequeños y medianos turismos, debido al poco esfuerzo que hay que realizar.

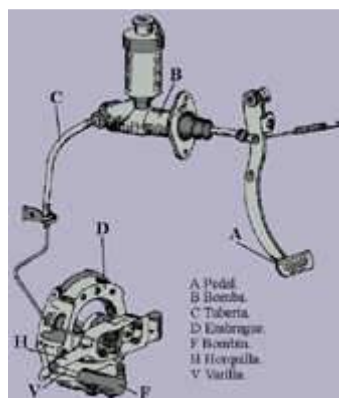


*Fig. 26*

**Sistema hidráulico (fig. 27)**

Es muy empleado este sistema cuando el embrague (**D**) se encuentra alejado del pedal (**A**) y el esfuerzo a realizar para su accionamiento es grande.

Este sistema coloca una bomba (**B**), cuyo émbolo es accionado por el pedal de embrague (**A**). La unión entre la bomba y el bombín se realiza a través de una tubería de conexión (**C**) y entre el bombín (**F**) y la horquilla (**H**) por medio de la varilla (**V**). Con este sistema se multiplica el esfuerzo de accionamiento, ejercido por el conductor, en el pedal de embrague.



*Fig. 27*

**Sistema neumático (fig. 28)**

Este sistema se emplea cuando el embrague está alejado del pedal y cuando el esfuerzo a realizar para su accionamiento es grande.

Se utiliza en vehículos pesados, aprovechando la instalación de los frenos de aire comprimido, aunque es poco empleado. La fuerza que el aire comprimido tiene, ejerce sobre un émbolo unido a la horquilla del collarín, un esfuerzo que permite el desembrague.



Fig. 28

El pedal (P) de embrague controla, a través de las válvulas (V), el paso del aire comprimido desde un calderín (C) de almacenamiento, hasta el émbolo de empuje (E).

## Caja de velocidades

- **Función de la caja de velocidades**

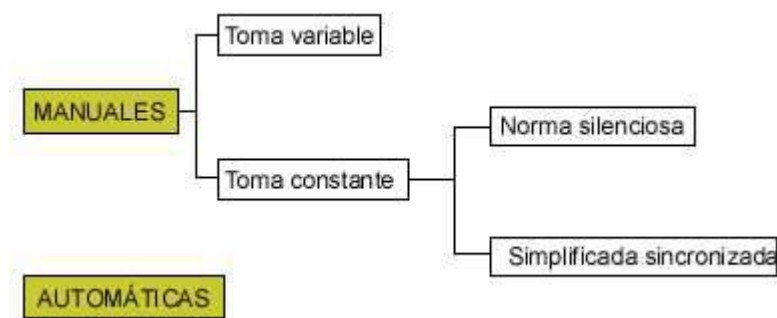
La misión de la caja de cambios es convertir el par motor. Es, pues, un convertidor o transformador de par.

Un vehículo avanza cuando vence una serie de fuerzas que se oponen a su movimiento, y que constituyen el par resistente.

El par motor y el resistente son opuestos.

La función de la caja de cambios consiste en variar el par motor entre el motor y las ruedas, según la importancia del par resistente, con la particularidad de poder intervenir en todo momento y conseguir el desplazamiento del vehículo en las mejores condiciones.

- **Tipos de caja de cambio de velocidades**



### Cajas de cambios manuales

Son las utilizadas en la mayoría de los automóviles de serie, por su sencillez y economía. Es accionado manualmente mediante una palanca de cambio. Podemos considerar tres partes fundamentales en su constitución:

Caja o cárter: donde van montadas las combinaciones de ejes y engranajes. Lleva aceite altamente viscoso (SAE 80: valvulinas).

Tren de engranajes: conjunto de ejes y piñones para la transmisión del movimiento.

Mando del cambio: mecanismo que sirve para seleccionar la marcha adecuada.

Estudiamos tres tipos de cajas de cambio manuales:

### Caja manual de toma variable desplazable

Actualmente las cajas de velocidades de toma variable apenas se usan, pues han sido desplazadas por las de toma constante, que presentan los engranajes tallados con dientes helicoidales, permitiendo que los piñones del eje primario o intermediario y secundario estén siempre en contacto.

Las de toma variable, al ser los dientes rectos, tienen más desgaste y producen más ruido.

La palanca tiene tantas posiciones como velocidades, más la de punto muerto.

**Constitución (fig. 29)**



Fig. 29

Está formada por una carcasa (**C**), dentro de la cual hay tres ejes principales:

- El primario (**P**). Es el que recibe el movimiento del motor a través del embrague mediante un estriado que lleva en su extremo.
- El intermediario (**I**). Está formado por una serie de piñones, de diámetro cada vez más pequeños, que están fijos a dicho eje.
- El secundario (**S**). Se monta a continuación del primario y se apoya en éste.

Sobre el secundario van montados otra serie de piñones que se pueden desplazar a lo largo de unas estrías, pero que giran con él. Su tamaño es de menor a mayor diámetro.

Un pequeño eje con su piñón acoplado al más pequeño del intermediario para la marcha atrás (inversor de marcha).

Los piñones del secundario se desplazan sobre las ranuras mediante unas horquillas que maneja el conductor con la palanca de cambio.

### Caja de cambios manual de toma constante normal silenciosa



Es éste un montaje que nos permite la utilización de piñones helicoidales.

Los piñones helicoidales se caracterizan por la imposibilidad de ser engranados estando en movimiento. Es preciso, por tanto, que estén en toma constante.

Al existir distintas relaciones de engranajes es necesario que los piñones del árbol secundario (**S**) giren libres sobre dicho árbol.

Al ser una necesidad el girar libres los piñones en el árbol secundario (**S**), para realizar la transmisión es preciso fijar el piñón correspondiente con el árbol secundario.

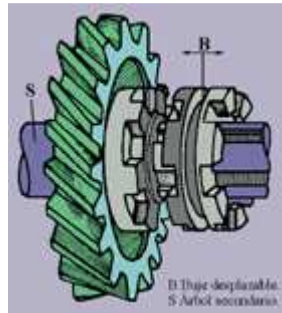


Fig. 30

Esta fijación puede realizarse, como muestra la **fig. 30**, mediante un buje desplazable (**B**), que tiene mecanizado una corona dentada frontal que, al desplazarse hacia el piñón, engrana con otra corona similar mecanizada en este último, o mediante sincronizadores (**fig. 33**).

*Funcionamiento*

Tenemos en la **fig. 31** las distintas cadenas cinemáticas correspondientes a las distintas velocidades.

Las flechas indican la transmisión del movimiento para cada posición.

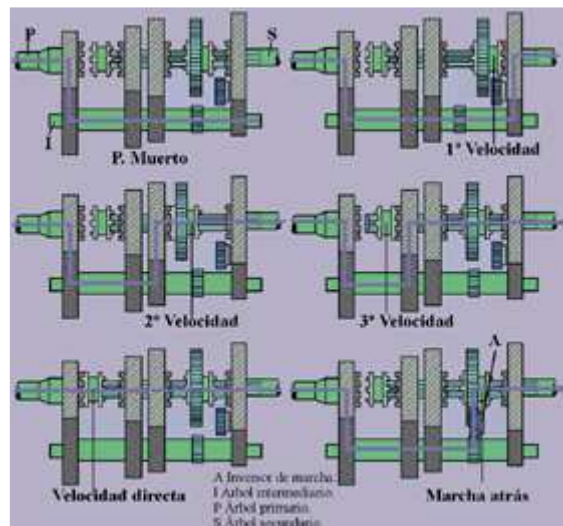


Fig. 31

Como vemos, esta transmisión se realiza:

- Para las velocidades intermedias, 1ª, 2ª y 3ª, al dirigir los bujes desplazables hacia los piñones correspondientes a dichas velocidades del árbol secundario.
- Para la toma directa, al dirigir el buje hacia el piñón del árbol primario.
- Para la marcha atrás se desplaza el piñón inversor de dientes rectos.

**Caja de cambios manuales de toma constante simplificada sincronizadas (fig. 32)**

Muy empleada en la actualidad, ya que hay gran cantidad de vehículos de tracción delantera. Las tracciones delanteras se emplean por su sencillez mecánica y su economía de elementos (no tienen árbol de transmisión).

El secundario de la caja de cambios va directamente al grupo cónico diferencial (**T**) y, además, carece de eje intermediario por la que el movimiento se transmite del primario (**A**) al secundario (**D**) mediante sincronizadores (**S**). En el eje secundario (**D**) va montado el piñón de ataque del grupo cónico (**I**). Se suelen fabricar con una marcha multiplicadora de las revoluciones del motor (superdirecta), que resulta muy económica.

La caja de cambios de desplazables, descrita anteriormente, tiene el inconveniente de que el paso de una velocidad a otra es ruidoso por el choque de los dientes entre los piñones que van a engranar. Esto ocurre porque las velocidades de los piñones que han de acoplarse son desiguales.

Para evitar este ruido y desgaste de los engranajes, se ha recurrido al empleo de cajas de toma constante sincronizadas. La silenciosa, como se ha visto anteriormente, consiste en tener en toma constante el intermediario con los piñones del secundario, con la particularidad de estar montados locos sobre él. Cuando se quiere obtener una velocidad, un cubo que va sobre estrías en el secundario se desplaza hasta encajar mediante tetones en el piñón loco, quedando así unido al secundario y consiguiendo una velocidad.

Con este acoplamiento en toma constante, tampoco se eliminan los ruidos completamente al efectuar los cambios, ya que las velocidades del cubo desplazable y del piñón loco no son iguales. Por ello se recurre a los cambios sincronizados que permiten igualar en el momento del cambio las velocidades de rotación de los cubos o piñones desplazables con las de los piñones locos. Así, la toma de contacto y engranaje se hace suavemente, sin choques ni ruidos.

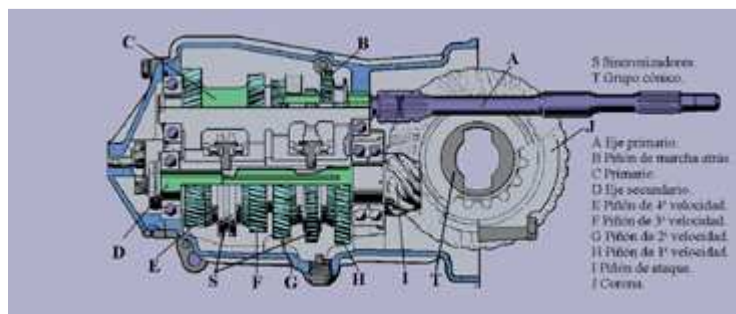


Fig. 32

**Sincronizador (fig. 33)**

Los desplazables del sincronizador (**A**) y los piñones locos del secundario (**B**) tienen sus caras tronco-cónicas invertidas, cóncavas (**A**) en el desplazable y convexas (**C**) en el piñón loco. A estos conos se les llama "conos de sincronización".

Lleva un fijador para fijar la posición del desplazable (E).

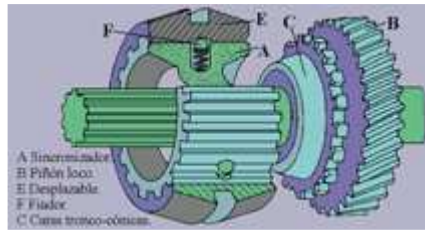


Fig. 33

### Funcionamiento

Una vez desembragado el motor, con la palanca de cambios, se actúa sobre el desplazable correspondiente a la velocidad que se quiere obtener. Las primeras que entran en contacto son las superficies troncocónicas de ambos piñones (fig. 34), (desplazable A y el C), igualando sus velocidades. Acto seguido se desplaza el cuerpo exterior (E), venciendo el fijador (F) de muelle y bola, hasta acoplarse al dentado del piñón loco (fig. 35).

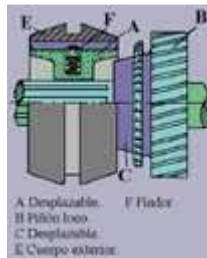


Fig. 34

El movimiento se efectúa en dos tiempos; uno de toma de contacto de los conos (A y C) para igualar velocidades y otro para acoplar al desplazable (E) con el piñón loco (B).

El mismo desplazable se usa para dos velocidades, ya que lleva un cono a cada lado, y el desplazable exterior engrana con uno u otro piñón, como puede apreciarse en la fig. 32, en la que, mediante dos sincronizadores, se consiguen cuatro velocidades sincronizadas.

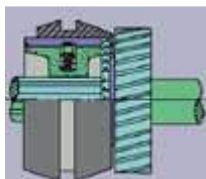
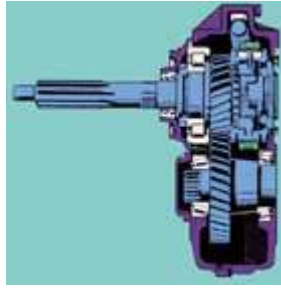


Fig. 35

### Grupo divisor

En la fig. 36 se representa un grupo adicional divisor, que puede dar dos relaciones de velocidades. La gama rápida (largas) y la gama lenta (cortas).

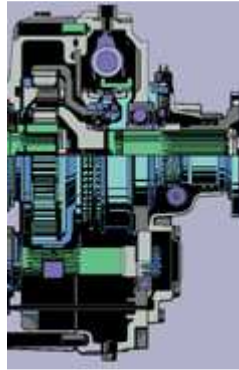


*Fig. 36*

### Grupo reductor

La **fig. 37** representa un grupo adicional reductor.

Es un grupo adicional a la caja de cambios que permite duplicar su número de velocidades.



*Fig. 37*

Las combinaciones de estas relaciones, con la caja de cambios, hacen posible obtener una gama de velocidades con dos fases:

- Rápida (largas).
- Lenta (cortas).

El conductor dispone, generalmente, para cada posición de la palanca de cambios de una relación rápida y otra lenta.

De combinarse ambas gamas, en el total de posiciones de la palanca, se obtiene el doble de relaciones.

La combinación parcial o total dependerá de las condiciones y circunstancias de uso del vehículo.

Para la utilización del grupo, la palanca de cambios, dispone de un preselector de gama rápida o lenta. (**fig. 38**).



Fig. 38

En la **fig. 39** se representan las distintas posiciones de la palanca de cambios de velocidades.

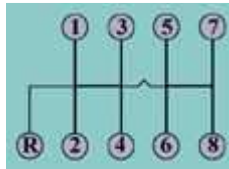


Fig. 39

Convertidor de par (**fig. 40**)



Fig. 40

En algunos vehículos es sustituido el embrague hidráulico por un convertidor hidráulico de par. Este convertidor es similar al embrague hidráulico, al que se le añade un reactor (**R**) o estator, colocado entre la bomba (**B**) y la turbina (**T**).

Este estator tiene unos alabes sobre los que incide el chorro de líquido, cambiando su trayectoria para incidir de forma más apropiada sobre los alabes de bomba (**B**) y turbina (**T**) que está unida al primario de la caja de cambios.

El convertidor permite reducir la velocidad en (**B**) a la mitad, automáticamente, aumentando el esfuerzo de giro al doble, y todo de forma progresiva, en la turbina (**T**).

Al volante motor se une la bomba (**B**). El uso de embragues hidráulicos, convertidores y cambios automáticos, tienen como inconveniente el precio de adquisición por un lado y, por otro, el mayor consumo de combustible, comparado con otro vehículo dotado de caja de cambios convencional.

### Caja de velocidades de cambio automático

Con el fin de hacer más cómodo y sencillo el manejo del automóvil, despreocupando al conductor del manejo de la palanca de cambios y del embrague y para no tener que elegir la marcha adecuada a cada situación, se idearon los cambios de velocidades automáticos, mediante los cuales las velocidades se van cambiando sin la intervención del conductor. Estos

cambios se efectúan en función de la velocidad del motor, de la velocidad del vehículo y de la posición del acelerador.

El cambio está precedido de un embrague hidráulico o convertidor de par.

Aunque carece de pedal de embrague, sí tiene palanca de cambios, o más bien palanca selectora de velocidad, que puede situarse en distintas posiciones (**fig. 41**).

Una posición de estacionamiento (**P**) inmoviliza el vehículo. Una segunda posición de punto muerto (**N**) permite acelerar el motor con el vehículo parado. Una tercera posición (**L**), en la que entran automáticamente la primera y segunda velocidad únicamente, propia para maniobras. Una cuarta posición (**D**), que es la conducción normal, en la que entran todas las velocidades hacia adelante automáticamente. Una quinta posición es para la marcha atrás.

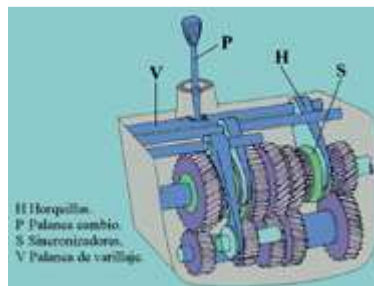


*Fig. 41*

## Mando de cambio de marchas manual

### *Mando directo*

En las cajas de cambios de accionamiento manual (**fig. 42**), se utiliza un sistema palanca (**P**) de varillaje (**V**) y horquillas (**H**), para desplazar los sincronizadores (**S**) o piñones.



*Fig. 42*

Para evitar que las velocidades pueden salirse y permanecer fijas en el lugar seleccionado se dispone de un mecanismo de retención de la horquilla o del eje de la horquilla, según sea, aquélla o éste, el que se mueva.

En la **fig. 43 y 44** se ha representado el sistema de fijación que evita que la velocidad seleccionada pueda salirse de los piñones correspondientes. Consiste en las bolas (**B**) y muelles (**M**) que encajan en unas escotaduras (**E**) de las barras desplazables (**D**), que impiden que éstas se muevan por sí solas y sus horquillas. Cuando el conductor acciona la palanca del cambio y mueve una cualquiera de estas barras desplazables, dependiendo de la velocidad que seleccione, el esfuerzo hace comprimirse el muelle, permitiendo la bola el movimiento de la barra, que una vez llegada a su tope presenta una nueva escotadura a la bola, la cual se incrusta en ella por la acción de su muelle, quedando así fijada la velocidad y evitándose el desengrane de los piñones.

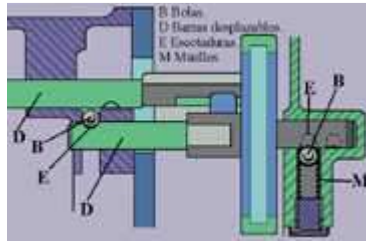


Fig. 43

Para seleccionar las velocidades correctamente y evitar que entre una velocidad cuando otra esté metida se coloca un dispositivo en el cambio.

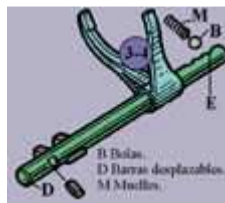


Fig. 44

Éste consiste en una placa selectora, de forma que, para pasar de una velocidad a otra hay que pasar por un punto muerto, lo que hace desacoplar la velocidad que estaba metida.

**Mando por cables (fig. 45)**

El nuevo sistema de mando del cambio de tracción por cable (C) no necesita mantenimiento. Se caracteriza, entre otras cosas, por su accionamiento preciso y suave, su escasa transmisión de ruidos y la eliminación del cualquier movimiento, o vibración de la palanca.



Fig. 45

**Árbol de transmisión**

La misión del árbol de transmisión (fig. 46), es la de transmitir el movimiento giratorio desde el secundario de la caja de velocidades (S) al diferencial, situado en el puente motriz (P). Se utiliza, lógicamente, en el caso de motor delantero y propulsión.





Fig. 46

Está constituido por una pieza **(A)** alargada y cilíndrica, que va unida por uno de los extremos al secundario **(S)** de la caja de cambios, y por el otro al piñón **(C)** del grupo cónico.

Es un eje articulado ya que debe permitir el esfuerzo y el movimiento de torsión con las oscilaciones de la suspensión.

Se fabrica en acero con alto coeficiente de elasticidad para compensar los esfuerzos mencionados anteriormente y para las oscilaciones. En cada extremo del árbol de transmisión se colocan juntas universales **(J)**.

Las juntas universales permiten la subida y bajada de la rueda por flexión de la ballesta **(B)**. El puente trasero describe un arco **(X)** determinado por la longitud de las ballestas desde su punto fijo. El árbol de transmisión se desplaza según un arco **(Y)** diferente, por lo que su longitud ha de modificarse, para compensar la diferencia **(Z)**. Esto se consigue con un acoplamiento deslizante que permitan variaciones en la longitud del árbol de transmisión y distintas posiciones angulares.

Estos acoplamientos pueden ser:

- Árboles de transmisión con junta deslizante telescópica.
- Juntas universales que pueden ser:
  - Elásticas.
  - Cardán.
  - Homocinéticas.

- **Árbol de transmisión con junta deslizante telescópica (fig. 47)**

La junta deslizante telescópica permite las variaciones de longitud, mediante un eje estriado macho **(M)** que encaja en un manguito hembra **(H)**.

Requiere de engrase y de un guardapolvo protector **(G)**.

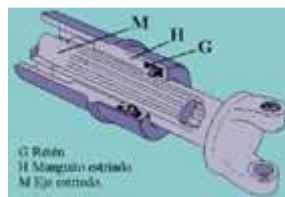


Fig. 47

- **Juntas universales**

- **Juntas elásticas**

Constituidas **(fig. 48)** por un disco flexible **(D)** en cuyas caras **(C)** van unidos los extremos del eje que enlazan. Éstos terminan en tres brazos, y la fijación al disco es al tresbolillo los de una parte, con los de la otra, por medio de unos tornillos **(T)**.

Con ello, no sólo se consigue dar flexibilidad al árbol de transmisión, sino absorber sus desplazamientos longitudinales.



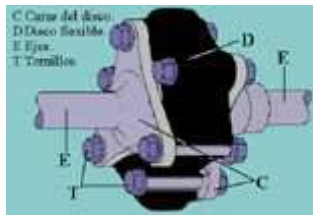


Fig. 48

También puede estar constituidas (fig. 49) por un anillo (D) de caucho (flector) resistente con orificio que llevan unos casquillos metálicos (L) y permiten oscilaciones angulares de unos 8°.

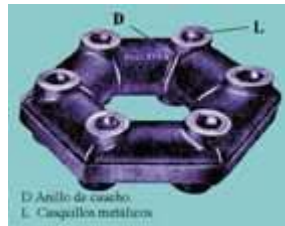


Fig. 49

### Junta cardán

Las juntas universales cardán son las más empleadas actualmente.

Permiten oscilaciones angulares (A) y (B) de hasta 25° (fig. 50).

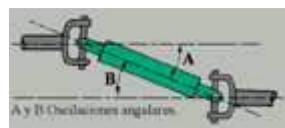


Fig. 50

Están formadas (fig. 51) por una cruceta (C), en cuyos brazos van articulados los extremos de una horquilla (H) en que terminan los dos extremos del eje que enlazan, de forma que los ejes sobre los que girarán las horquillas son los brazos de la cruceta (C).

Para absorber los posibles desplazamientos longitudinales, como se vio en la fig. 47, la unión del eje a la junta cardán se hace en forma deslizante, por medio de un estriado (M) y (H) dentro del cual puede desplazarse ligeramente.

Si los árboles, unidos por el cardán no están bien montados, la transmisión del movimiento se realiza de forma irregular. En cada vuelta hay dos aceleraciones y dos deceleraciones. Para evitar esta irregularidad, se coloca una junta en cada extremo del árbol montadas de una forma determinada.

Si este montaje es incorrecto puede ser causa de averías importantes.

Estas juntas van encerradas en un cárter (B) (fig. 51) con grasa consistente por medio del engrasador (E), con el fin de que siempre estén debidamente engrasadas, principalmente los cojinetes de agujas (A).

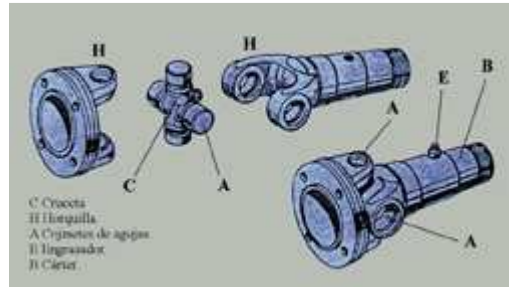


Fig. 51

### Juntas homocinéticas

Las variaciones de velocidad que se originan en las juntas de tipo normal no provocan dificultades importantes en los árboles de transmisión de los vehículos automóviles en los que los ángulos de transmisión son pequeños, pero en el caso en que las ruedas delanteras además de directrices sean motrices, con desplazamientos angulares de  $38^\circ$ , las fluctuaciones de velocidad crean un serio problema. Las juntas de tipo normal traerían consigo un endurecimiento en la dirección, así como patinazos y desgastes de las cubiertas cada vez que le vehículo efectuase un giro, razón por la cual, en estos tipos de vehículos se utilizan actualmente las juntas homocinéticas para conectar el semieje delantero a las ruedas motrices y permitir grandes variaciones angulares.

Los automóviles de tracción delantera llevan (**fig. 52**), a la salida del diferencial, árboles de transmisión o semiejes (palieres) (**A**), pero también necesitan una junta cardán simple (**C**), para permitir los movimientos de la suspensión en este mismo extremo.

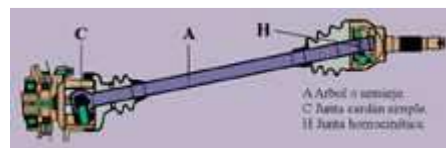


Fig. 52

En el otro extremo, correspondiente a las ruedas, se montan juntas homocinéticas, (**H**) para facilitar los movimientos de la dirección, así como los verticales, enviados por la suspensión.

En la **fig. 53** se puede ver un tipo de junta homocinética modelo Bed, formada por dos juntas cardán normales.

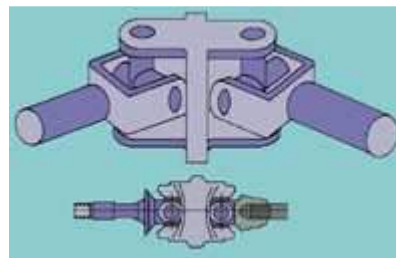


Fig. 53

En la **fig. 54** se representan dos juntas homocinéticas que emplean bolas guiadas sobre pistas en la dirección del semieje. Este tipo lo emplea el modelo Bendix-Weiss.

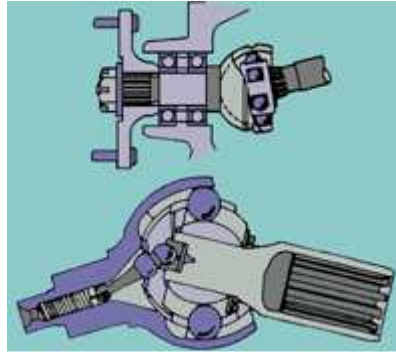


Fig. 54

En la **fig. 55** se representa la junta homocinética Tractán, empleada en vehículos pesados, especialmente. Esta junta lleva, en su parte central, una esfera formada por dos piezas en forma dentada en su parte central.

Con las juntas homocinéticas, llamadas de velocidad constante, se consigue que los ejes de entrada y de salida giren a la misma velocidad, sin variaciones, en una gama muy amplia de ángulos.



Fig. 55

## Grupo cónico diferencial (fig. 56)

- **Misión**

El puente trasero, con su grupo de piñón (**P**) y corona (par cónico) (**C**), constituye la transmisión final y su misión es conseguir que la transmisión del movimiento que viene desde el motor, pasando por el embrague, caja de cambios y árbol de transmisión (**T**), cambie en ángulo recto para transmitir la fuerza motriz a las ruedas. Es decir, que transforma la fuerza motriz que llega del árbol de transmisión en sentido longitudinal, en transversal en los palieres (**P**).

Existen varias formas de engranaje que permiten transmitir el esfuerzo de un eje a otro en ángulo recto y sin pérdida apreciable de potencia.

En el grupo piñón-corona de la transmisión final se produce una reducción de velocidad de 4:1 ó de 5:1 en los coches modernos, de manera que cuando en el cambio está metida la velocidad directa, las ruedas giran a 1/4 o 1/5 de las revoluciones por minuto del motor. En camiones la reducción llega incluso a ser de 11:1, es decir, la corona tiene 11 veces más dientes que el piñón de ataque.

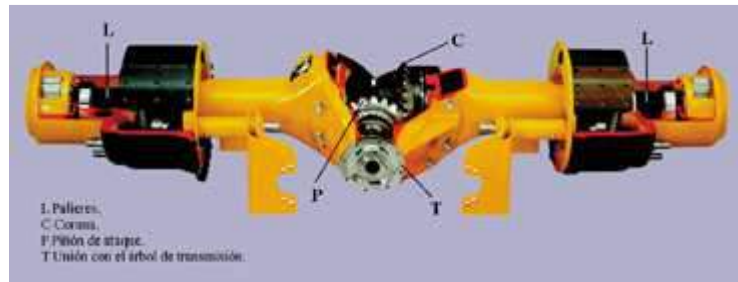


Fig. 56

- **Tipos de engranajes utilizados en el grupo piñón-corona**

En la **fig. 57** se ve un corte del puente trasero y en él, el piñón de ataque (**P**) y la corona (**C**) cogida por tornillos o remaches (**R**) a la caja de satélites (**S**).

El tipo hipoides (**fig. 57**) es más adecuado para turismos y camiones ligeros, ya que permite colocar el piñón de ataque por debajo del centro de la corona y bajar así el árbol de transmisión para conseguir bajar el piso de la carrocería, teniendo en cuenta además que su funcionamiento es silencioso.

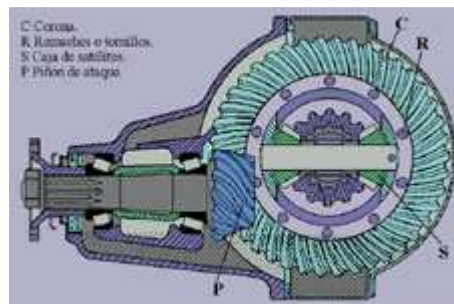


Fig. 57

- **Puente trasero de doble reducción (fig. 58)**

En camiones pesados se emplean grandes reducciones y éstas se realizan en dos etapas:

- En la entrada al puente.
- Colocando un mecanismo reductor en los palieres, en el cubo de las ruedas, después del diferencial.

Si el reductor se puede anular, cada relación del cambio puede ser normal o reducida. De esta forma se duplica el número de velocidades disponible en el camión.

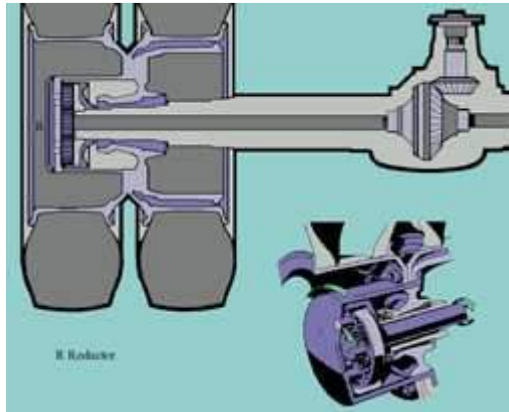


Fig. 58

- **Diferencial (fig. 59)**

**Misión**

Si los ejes de las ruedas traseras (propulsión trasera), estuvieran unidos directamente a la corona (del grupo piñón-corona), necesariamente tendrían que dar ambas el mismo número de vueltas. Al tomar una curva la rueda exterior describe un arco mayor que la interior; es decir, han de recorrer distancias diferentes pero, como las vueltas que dan son las mismas y en el mismo tiempo, forzosamente una de ellas arrastrará a la otra, que patinará sobre el pavimento. Para evitarlo se recurre al diferencial, mecanismo que hace dar mayor número de vueltas a la rueda que va por la parte exterior (**A**) de la curva, que las del interior (**B**), ajustándolas automáticamente y manteniendo constante la suma de las vueltas que dan ambas ruedas con relación a las vueltas que llevaban antes de entrar en la curva.

Al desplazarse el vehículo en línea recta, ambas ruedas motrices recorren la misma distancia a la misma velocidad y en el mismo tiempo.

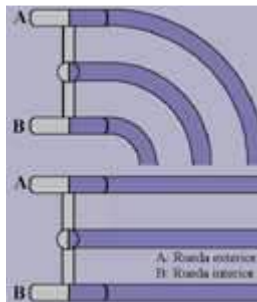


Fig. 59

**Funcionamiento (fig. 60)**

Al tomar una curva, cuando el planetario correspondiente a la rueda que va por el interior gira menos que la corona, el planetario de la rueda exterior, movido por los satélites, gira proporcionalmente más rápido.

Este sistema de engranajes, planetarios y satélites, permite que, al tomar la curva en la que las distancias recorridas por cada rueda son diferentes, el número de vueltas motoras de la corona se distribuya proporcionalmente a los planetarios en la misma medida que las vueltas de las ruedas correspondientes.

En detalles **a) y b)**, se representan los distintos momentos de funcionamiento del diferencial. En **a)** en recta ( $V_1 = V_2$ ) y **b)** en curvas  $V_1 \neq V_2$ .

V = Velocidad

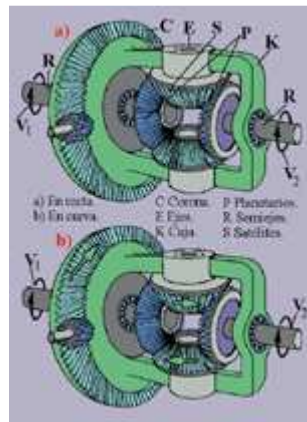


Fig. 60

### Tracción delantera (fig. 61)

Las ruedas motrices son las delanteras, a la vez que directrices. El motor va en la parte delantera del vehículo, formando bloque con la transmisión, pues el movimiento de giro se transmite directamente a los palieres que llevan unas juntas homocinéticas para absorber las oscilaciones de las ruedas.



Fig. 61

### Comparación de ambos sistemas

En la tracción delantera, al ser la dirección del esfuerzo en la misma orientación de las ruedas directrices, las curvas se pueden tomar a mayor velocidad y seguridad que con propulsión trasera en la que el empuje es la misma dirección que la del eje longitudinal del vehículo, por tanto, oblicuo con la orientación de las ruedas directrices, por lo cual es peligroso tomar las curvas a gran velocidad pues el coche podría salirse de la calzada. Ello obliga a disminuir la velocidad en la entrada de la curva y acelerar dentro de ella, cuando el ángulo que forma el eje longitudinal del vehículo con la dirección de las ruedas motrices ha disminuido.

La estabilidad de un coche con tracción delantera es mayor que por propulsión trasera al suprimirse el árbol de transmisión, el piso del coche puede bajarse, con lo que el centro de gravedad desciende.

Los coches con tracción delantera pierden adherencia en sus ruedas motrices al subir cuestas; el peso se recarga sobre el eje trasero, circunstancia muy importante pues ello es causa de

que la tracción delantera sea casi prohibitiva para coches grandes y camiones en los que ya de por sí carga el mayor peso sobre el eje trasero.

### Propulsión doble (fig. 62)

En camiones con eje trasero doble, pueden ser ambos propulsores. La transmisión del movimiento de giro puede ser:

- Por dos árboles de transmisión que llevan el movimiento independientemente al diferencial del puente trasero de cada eje (detalle **A**).
- Por un árbol de transmisión que lleva el movimiento al puente trasero del primer eje, y, desde la corona de éste, en la que engrana un segundo piñón de ataque, se envía el movimiento al puente trasero del segundo eje (detalle **B**).
- Por un árbol de transmisión que lleva el movimiento al puente trasero y éste lo envía por cada palier a dos ruedas (detalle **C**).

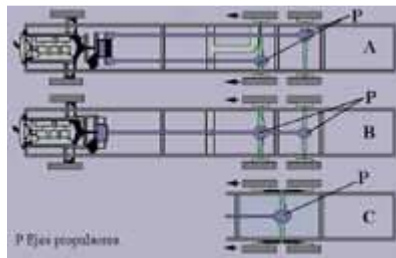


Fig. 62

### Transmisión total

Todas las ruedas traseras y delanteras son motrices. Las delanteras pueden hacerse motrices a voluntad del conductor.

La mayoría de los vehículos transmiten la potencia a dos de sus ruedas: las delanteras o las traseras. Cuando la carretera se vuelve resbaladiza a causa de nieve, hielo o barro, es posible que las ruedas motrices no se adhieran y una ó las dos patinen. Si las cuatro ruedas son motrices, los neumáticos se adhieren mejor al piso deslizante, ya que todo el peso del vehículo se emplea en la tracción.

La transmisión a las cuatros ruedas es habitual en vehículos "todo terreno".

Estos vehículos funcionan, generalmente, con propulsión a las ruedas traseras cuando circulan por buenas carreteras, pues no es conveniente emplear la transmisión a las cuatro ruedas en recorridos largos y a gran velocidad. La tracción adicional a las ruedas delanteras se conecta por medio de una palanca que al mismo tiempo selecciona una relación de marcha más corta.

La **fig. 63** representa la disposición de los distintos elementos de un camión con transmisión total.

A la salida del cambio se coloca una caja de engranajes (**T**) que permite acoplar o desacoplar el eje delantero y reducir la velocidad.



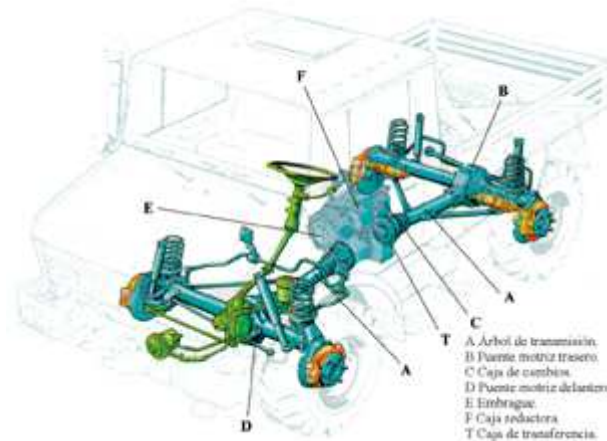


Fig. 63

### Diferencial controlado (fig. 64 Y 65)

El mecanismo del diferencial tiene un gran inconveniente: si una rueda motriz sufre una gran pérdida de adherencia por barro, hielo, nieve, etc., todo el movimiento y la fuerza motriz se va a través de la rueda que patina no avanzando el vehículo o no iniciando la marcha.

Para evitar este inconveniente, algunos vehículos, llevan un mecanismo que bloquea el diferencial mediante el accionamiento de un interruptor que permite la acción del desplazable (D) y un collarín (C).

- o Un testigo en el tablero de instrumentos indica si el collarín ha bloqueado el conjunto diferencial.
- o Sólo debe emplearse en caso de verdadera necesidad.
- o En circulación normal, de llevar anulado el diferencial, podría derrapar en las curvas.

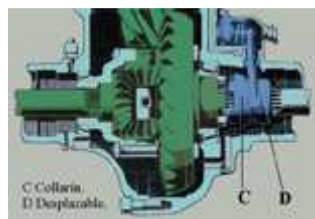


Fig. 64

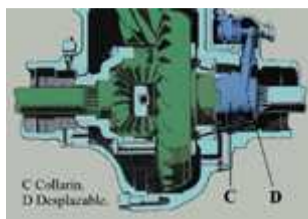


Fig. 65

### Diferencial autoblocante

Existen mecanismos de funcionamiento automático autoblocantes, que permiten ligeras diferencias de giro entre ruedas y que anulan el diferencial si la diferencia de velocidad aumenta considerablemente en una rueda más que en la otra.

Estos diferenciales no permiten el giro excesivo de una rueda respecto a la otra. Por ejemplo, si nos encontramos en una zona de barro y una rueda se entierra hasta quedar bloqueada, la otra giraría el doble y también se enterraría. Estos diferenciales anulan, en determinados momentos, la acción del diferencial (obligan a las dos ruedas a girar a las mismas revoluciones prácticamente), permitiendo que la rueda que no está en el barro se agarre y mueva el vehículo. Es un elemento muy interesante para la seguridad de conducción (conducción en hielo o terrenos resbaladizos).

### Sistema antideslizante ASR (fig. 66)



La misión del sistema ASR es evitar situaciones críticas debido al resbalamiento de las ruedas motrices, durante el arranque y durante la marcha del vehículo.

Durante su funcionamiento se regula el resbalamiento de las ruedas motrices, impidiendo que éstas alcancen una excesiva velocidad en el momento de arranque, en las curvas y en condiciones de pérdida de adherencia en la calzada.

Se consigue mejorar la tracción y el guiado en sentido lateral de las ruedas.

Se puede considerar como un complemento del sistema antibloqueo de freno ABS.

*Funcionamiento*

El ASR compara entre sí las diferentes velocidades de las ruedas.

Si una rueda motriz tiende a embalsarse y aumenta de resbalamiento, da las órdenes oportunas para su frenado, permitiendo el aumento de tracción en la otra rueda de mayor adherencia con la calzada.

Si todas las ruedas del eje motriz tienden a embalsarse, se reduce automáticamente la potencia del motor con independencia de la posición del acelerador consiguiendo de esta forma, que las ruedas puedan seguir transmitiendo las fuerzas de tracción a la calzada.

La regulación del motor también puede ser cuando se utilice como freno-motor.

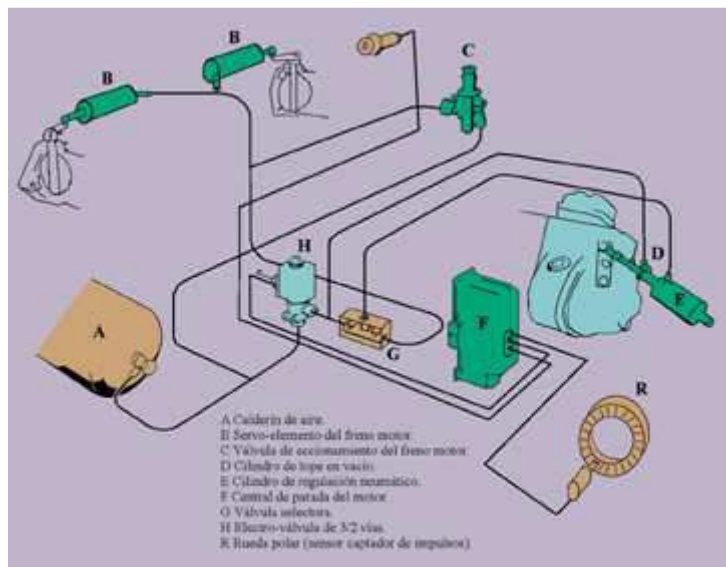


Fig. 66

**Sistema de eje alzable de arrastre (fig. 67)**

El eje alzable no es motriz porque no recibe movimiento de la transmisión.

Sin carga se encuentra levantado, reduciéndose el desgaste de los neumáticos y el consumo.

Con carga desciende automáticamente ayudando a soportar parte de esta carga.

Si las condiciones son de mínima adherencia, facilita el arranque, su posible levantamiento durante poco tiempo, produciéndose una transferencia de carga en el eje o ejes motrices. En la figura se representan distintas disposiciones del eje alzable (A).

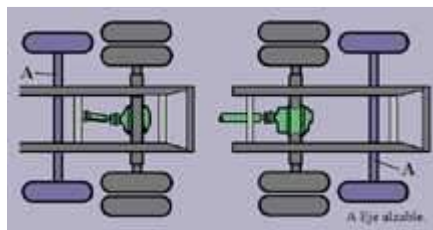


Fig. 67

### Tipos de puentes traseros. Palieres (fig. 68)

Los palieres o semiejes (**P**) transmiten el movimiento desde el diferencial a las ruedas. Uno de sus extremos va unido por medio de estrías al planetario (**S**) correspondiente con el que se hace solidario, el otro extremo encaja en el cubo (**C**) de la rueda, también solidariamente, para transmitirle su giro.

Los palieres van dentro de unas prolongaciones del cárter del diferencial, llamadas "trompetas" (**T**), sobre las que se monta la suspensión.

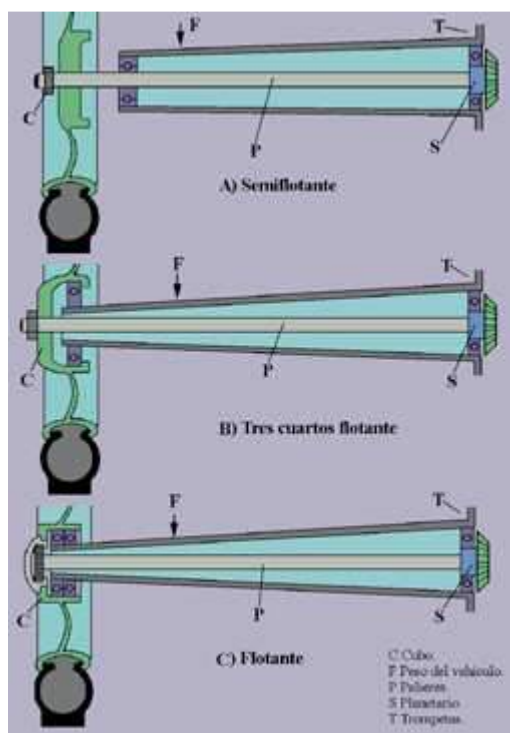


Fig. 68

### Tipos de montaje de palier

#### Semiflotante (detalle A)

El cubo de la rueda (**C**) se apoya sobre el palier (**P**) que soporta el esfuerzo de giro o torsión y el peso del vehículo (**F**), ya que la trompeta no llega al cubo. Para desmontar el palier es preciso extraer la rueda. Las ruedas soportan lo mismo que el palier, el peso del vehículo (**F**).

Este sistema se usa actualmente en los turismos. El extremo del semieje correspondiente al planetario, queda libre de parte del esfuerzo, trabajando sin tanta carga.

#### Semiejes tres cuartos flotantes (detalle B)

Para extraer el palier hay que quitar el cubo de la rueda; caso de que se rompiera, la rueda no queda asegurada en su giro.

Las ruedas soportan las tres cuartas partes del peso del vehículo (**F**), y el palier una tercera parte.

Semieje flotante (detalle **C**).

Las ruedas pueden girar perfectamente sin el palier al hacerlo sobre la trompeta. Sistema muy empleado en camiones.

Las ruedas soportan todo el peso del vehículo (**F**) y el palier nada.

Semieje rígido

No se aplica actualmente.

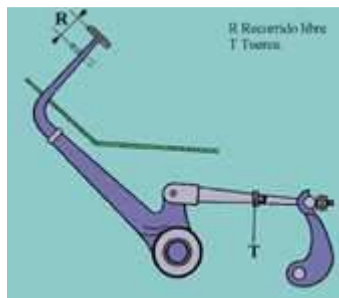
## Mantenimiento

- **Embrague**

Se ha de proceder a su reglaje (**fig. 69**), actuando en la tuerca (**T**) para dejar el recorrido libre (**R**) cuando observemos que pierde efectividad. Si es de accionamiento hidráulico se vigilará el líquido de accionamiento.

El disco de embrague se sustituirá cuando no sea capaz de transmitir movimiento.

En un embrague automático hidráulico se sustituirá el aceite siguiendo los consejos del fabricante.



*Fig. 69*

- **Caja de cambios**

Actualmente no tienen más mantenimiento que el cambio de la valvulina después del periodo de rodaje para limpiar el cárter de rebabas o impurezas y posteriormente comprobar el nivel.

- **Diferencial**

Sustitución del aceite del cárter siguiendo los datos del fabricante durante el periodo de rodaje y posteriormente la comprobación del nivel.

## 13. EL SISTEMA DE DIRECCIÓN

### Introducción

La dirección es el conjunto de mecanismos que tienen la misión de orientar las ruedas directrices y adaptarla al trazado de la vía por la que circula, así como para realizar las distintas maniobras que su conducción exige.

### Cualidades

Cualquier mecanismo de dirección deberá ser preciso y fácil de manejar, y las ruedas delanteras tenderán a volver a su posición central al completar una curva. Por otra parte, la dirección no debe transmitir al conductor las irregularidades de la carretera. Para conseguir estas características, debe reunir las siguientes cualidades:

#### *Suave y cómoda*

El manejo de la dirección se ha de realizar sin esfuerzo, ya que si la dirección es dura, la conducción se hace difícil y fatigosa, lo que representa un cierto peligro por la dificultad que representa su accionamiento.

La suavidad y la comodidad se conseguirán mediante una precisa desmultiplicación en el sistema de engranaje, una dirección asistida, así como un buen estado de las cotas y el mantenimiento del conjunto.

#### *Seguridad*

La dirección es uno de los principales factores de seguridad activa. Esta seguridad depende del estudio y construcción del sistema, la calidad de los materiales empleados y de un correcto mantenimiento.

#### *Precisión*

La precisión consiste en que la dirección responda con exactitud en función de las circunstancias, y no sea ni dura ni blanda, para que las maniobras del conductor se transmitan con precisión. Para ello no ha de haber holguras excesivas entre los órganos de la dirección; las cotas de la dirección han de ser correctas, el desgaste debe ser simétrico en los neumáticos, las ruedas estar bien equilibradas y la presión de los neumáticos correcta.

#### *Irreversibilidad*

La dirección debe ser semirreversible. Consiste en que el volante ha de transmitir movimiento a las ruedas, pero éstas, a pesar de las irregularidades del terreno, no deben transmitir las oscilaciones al volante. La semirreversibilidad permite que las ruedas recuperen su posición media con un pequeño esfuerzo por parte del conductor después de girar el volante.

#### *Estable*

Cuando, circulando en recta, al soltar el volante no se desvía el vehículo de su trayectoria.

#### *Progresiva*

Cuando la apertura de las ruedas, para giros iguales del volante, va en aumento.

## Elementos de mando

La **figura 1**, representa la organización clásica de los elementos que constituyen la cadena cinemática que transmite el movimiento de giro del volante a las ruedas, según el sentido de las flechas que se indican.

Todos los elementos los podemos clasificar en tres grupos:

- Volante y árbol de la dirección.
- Caja de engranajes de la dirección.
- Palancas y barras (timonería) de la dirección.

El árbol de dirección (**A**) por su parte superior, va unida al volante (**V**), y por la inferior a la caja de la dirección (**C**) donde se transforma el movimiento circular del volante en movimiento lineal. De la caja de dirección llega el movimiento a la barra de acoplamiento (**B**) a través del brazo de mando (**M**), biela (**L**) y palanca de ataque (**P**), los tres articulados entre sí.

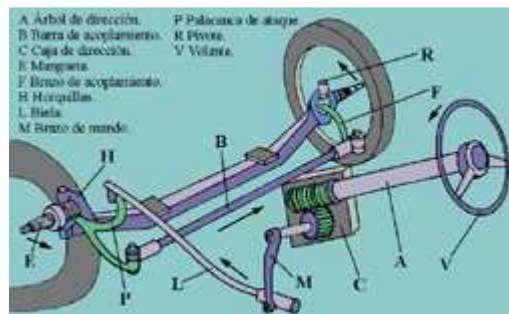


Fig. 1

Los extremos del eje delantero terminan en unas "horquillas" (**H**) sobre las que se articula el pivote (**R**) (eje direccional de las ruedas). Del pivote sale la mangueta (**E**) sobre la que giran las ruedas en cojinetes de bolas o rodillos.

De cada mangueta (**E**) y fijo a ella sale el brazo de acoplamiento (**F**). Estos brazos están unidos por la barra de acoplamiento (**B**) que va articulada en los extremos de ambos brazos.

### • Volante y árbol de la dirección

El volante (**V**) (**fig. 2**) es el órgano de mando de la dirección. El diseño del volante varía según el fabricante. El tacto y el grosor deben permitir el uso cómodo y agradable. Se ha de ver cuando el vehículo circula en línea recta, el tablero del vehículo (**T**).



Fig. 2

El volante presenta una parte central ancha y unos radios también anchos para distribuir la carga del impacto por todo el pecho del conductor, en caso de accidente.

El árbol de dirección **(A)**, **(fig. 3)** está protegido por una caja **C** fijada por un extremo (el inferior) en la caja **(E)** de engranaje de la dirección, y por el centro o su parte superior, en una brida **(B)** o soporte que lo sujeta al tablero o a la carrocería del vehículo. Su extremo superior se une al volante **(V)**. El conjunto árbol y caja constituyen la columna de dirección.



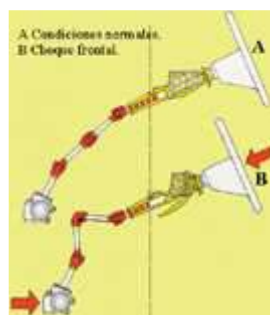
*Fig. 3*

Algunos modelos poseen una columna de dirección ajustable. La parte superior, a la que se conecta el volante, puede moverse telescópicamente y, en algunos casos, colocarse en un ángulo adaptado a la altura y posición del conductor.

Durante los últimos años se han realizado numerosas pruebas para proteger al conductor de las lesiones que pudiera producirle el árbol de la dirección (o el volante) en caso de choque frontal. El árbol de la dirección está diseñado para evitar estas circunstancias.

Con el fin de evitar que las vibraciones de la columna se transmitan al volante de la dirección, a veces, se dispone el árbol de la dirección en dos piezas unidas mediante una junta elástica o cardán. Además, en caso de choque frontal, el árbol cederá por esa junta, con lo que el conductor queda protegido del volante.

En la **fig. 4** se representa el árbol de la dirección (detalle **A**) cómo se encuentra en condiciones normales de funcionamiento y (detalle **B**), después de un choque frontal.



*Fig. 4*

- **Caja y engranajes de la dirección**

El mando de este mecanismo lo ejecuta el conductor con el volante, verdadero órgano de mando, a través de él, comunica a las ruedas directrices sus ordenes.

El grado de reducción de esfuerzo por parte del conductor conseguido por efecto desmultiplicador del giro del volante de la dirección, depende del peso, tipo y uso del vehículo. Un vehículo deportivo ligero necesitará poca reducción, ya que el conductor ha de ejercer un control rápido del vehículo para corregir derrapes.

Los coches pesados con neumáticos anchos necesitarán una gran reducción y algún dispositivo de asistencia para poder girar a poca velocidad.

El mecanismo de la dirección también transmite al volante la reacción de las ruedas respecto a la superficie de la carretera. Esta reacción avisa inmediatamente al conductor de los cambios en las condiciones del piso, pero los fabricantes no se han puesto de acuerdo sobre el grado de reacción que debe percibir.

La caja del engranaje de la dirección cumple las funciones de proteger del polvo y la suciedad el conjunto de engranajes, contener el aceite en que se halla sumergido éstos y servir de soporte al mecanismo de la dirección, al volante y al brazo. Esta caja se fija al bastidor por medio de tornillos, que aseguran su montaje.

- **Palanca y barras de dirección**

Se denomina también timonería de la dirección.

Tiene la misión de transmitir a las ruedas el movimiento obtenido en la caja de engranaje de la dirección.

La disposición del conjunto de palanca depende del diseño utilizado por el fabricante.

El sistema de acoplamiento puede ser mediante barras de acoplamiento divididas en dos e incluso en tres secciones.

## **Engranajes de dirección**

- **Generalidades**

El sistema de engranajes va montado al final de la columna de la dirección, envuelto en un cárter que se prolonga casi siempre en un tubo que rodea a la columna hasta el volante.

El sistema de engranajes debe permitir un cambio de dirección fácil sin necesidad de girar muchas vueltas el volante. Los engranajes de tipo más corriente proporcionan una desmultiplicación de 11 ó 12 a 1 en los turismos y de 18 ó más en los camiones pesados, lo que quiere decir que el volante debe girar 2,5 a 3,5 vueltas completas para que las ruedas giren entre sus posiciones extremas.

Si se transmite el movimiento del volante directamente a las ruedas, tiene el inconveniente de transmitirse (al volante) todas las sacudidas producidas por el camino en las ruedas y éstas tienden, constantemente, a imprimir un giro en el volante. A este tipo de dirección se le llama reversible.

La dirección irreversible es aquella en que ninguna vibración o esfuerzo de las ruedas se transmite al volante, pero tiene el defecto de que el conductor no percibe estas vibraciones en el volante, habiéndose demostrado prácticamente que no conviene de ninguna manera; además, debido a esta rigidez, las piezas se desgastan y sufren más.



El tipo actual más corriente es el semi-reversible, intermedio entre los dos anteriores, que tienden ligeramente las ruedas a girar el volante, pero no deja de notar, el conductor en el volante, los efectos de las irregularidades del terreno.

- **Sistemas de engranajes de la dirección**

El sistema de engranaje de la dirección, constituye el elemento desmultiplicador de giro del volante y lo forma un conjunto de engranaje protegidos en un cárter y a su vez sirve de unión al bastidor.

Según la disposición, la forma y los elementos que lo componen, existen los tipos de dirección que se enumeran en el cuadro siguiente:



- **Mecanismo de sinfín cilíndrico con tuerca (fig. 5)**

Sobre el tornillo sinfín (**F**) se desplaza la tuerca (**T**), que engrana interiormente con el tornillo sinfín. El movimiento de la tuerca se transmite a una palanca (**P**) que se monta sobre la tuerca. Esta palanca a su vez está unida al eje de giro de la palanca de mando (**M**) haciéndola girar al accionar el volante de la dirección.

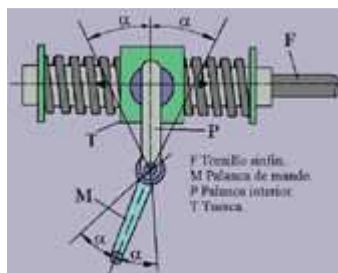


Fig. 5

- **Mecanismo de sinfín cilíndrico con sector dentado (fig. 6)**

La parte inferior de la barra o columna (**C**) de la dirección termina en un sinfín (**T**) donde engrana un sector dentado (**S**), que lleva fijo en su centro un eje (**E**), al que va unido el brazo de mando (**M**). Al girar el volante y, con él, la columna de la dirección, el sector dentado se desplaza sobre el "sinfín" haciendo girar su eje que obliga a oscilar adelante y atrás, al brazo de mando que, al estar articulado elásticamente a la biela, imprime a ésta un movimiento longitudinal en ambos sentidos.



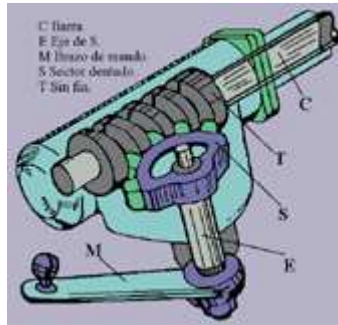


Fig. 6

- **Mecanismo de tornillo sinfín cilíndrico con dedo o leva (fig. 7)**

También denominado "palanca y leva". La columna de la dirección termina en un husillo (T) sobre cuya ranura puede desplazarse una leva o dedo (L) fija al extremo de una palanca (P) que mueve el brazo de mando (M). Al mover el volante, la leva se desplaza sobre el husillo, desplazamiento que a través de la palanca produce en el brazo de mando un movimiento longitudinal de delante hacia atrás.

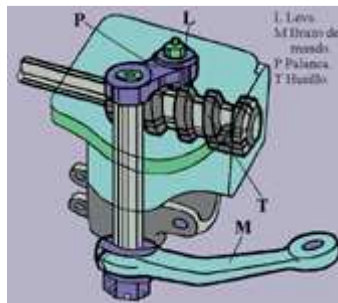


Fig. 7

- **Mecanismo de tornillo sinfín cilíndrico con tuerca e hilera de bolas**

Se denomina también de circulación de bolas. Sobre el tornillo sinfín (T) (fig. 8) lleva una tuerca (C) y entre ésta y el tornillo sinfín una hilera de bolas (B) que recorren la hélice del tallado interior del tornillo y de la tuerca.

La tuerca lleva tallada una cremallera transmitiendo su movimiento a un sector (S) dentado unido al brazo de mando (M).

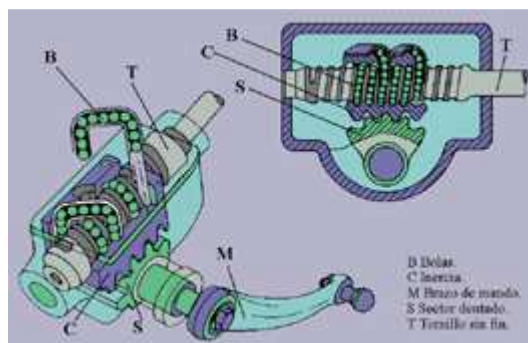


Fig. 8

- **Mecanismo de tornillo sinfín globoide y rodillo**

El sinfín globoide (**fig. 9**) se aplica cuando el elemento de translación se desplaza describiendo un arco al girar sobre su propio eje de giro, como en el sistema tornillo y rodillo. En este sistema la columna (**C**) lleva en su parte inferior un tornillo (**T**) roscado sobre el que rueda, engranado en su estría, un rodillo (**R**) que forma parte del brazo de mando (**M**), al que imprime un movimiento.

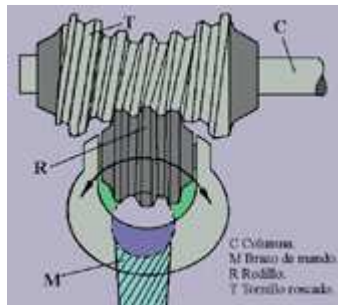


Fig. 9

- **Mecanismo de dirección por cremallera**

El sistema de esta dirección se caracteriza por la reducción del número de elementos y por su mecanismo desmultiplicador y su simplicidad de montaje. Va acoplada directamente sobre los brazos de acoplamiento de las ruedas y tiene un gran rendimiento mecánico.

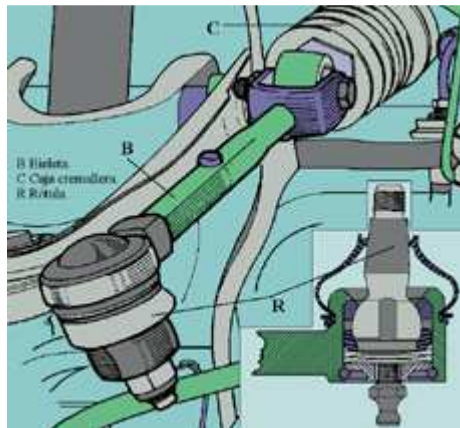


Fig. 10

Es un procedimiento de mandar transversalmente la dirección (**fig. 10 y 11**). La columna (**V**), termina en un piñón (**P**), que al girar, desplaza a derecha o izquierda la barra cremallera (**C**), que mueve las dos bieletas (**B**), de la barra de acoplamiento. Las bieletas en sus extremos se unen por rótulas (**R**) con los brazos de acoplamiento (**A**) desplazándola y orientando las ruedas, las cuales, se desplazan por modificación de sus pivotes.

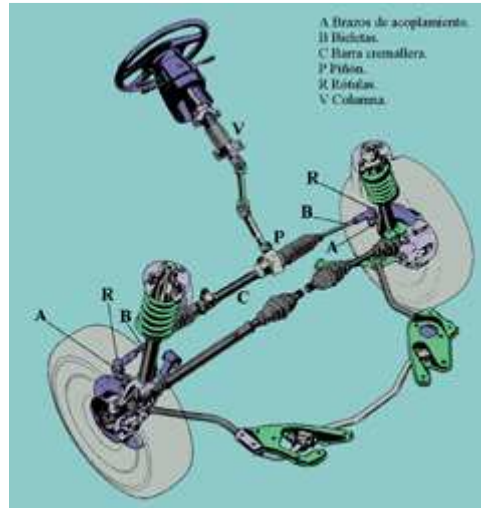


Fig. 11

La barra-cremallera se articula a ambas partes, **(B)** de la barra de acoplamiento, mediante las rótulas **(R)**.

Otras veces, las barras **(B)** son más largas y se articulan casi juntas a la cremallera **(C)**.

Actualmente se utiliza en muchos modelos de vehículos de tracción delantera debido su precisión en el desplazamiento angular de las ruedas. Se consigue una gran suavidad en los giros y una recuperación rápida, haciendo que la dirección sea más segura, estable y cómoda.

## Cotas de la dirección

Entendemos como cotas de la dirección aquellos factores que intervienen para obtener una dirección válida. El tren delantero debe ser estudiado siguiendo una geometría precisa que nos va a permitir responder a las exigencias esenciales de:

- Estabilidad.
- Conservación mecánica.
- Conservación de los neumáticos.

Por otra parte, una buena geometría del tren delantero llegará hasta la obtención de una dirección segura y cómoda, que se manifiesta por:

- El mantenimiento en trayectoria rectilínea.
- La insensibilidad a factores exteriores (baches, viento, etc.).
- Las entradas y salidas fáciles de las curvas.

Podemos decir que la dirección debe ser estable y para conseguirlo se consideran dos factores:

- La geometría de giro.
- La geometría de las ruedas o cotas geométricas, que son:
  - El ángulo de salida o inclinación.
  - El ángulo de caída.
  - El ángulo de avance.
  - Las cotas conjugadas.
  - La convergencia o divergencia (alineación de las ruedas).

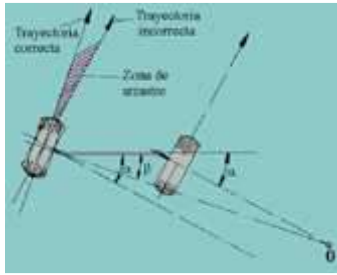


Fig. 12

- **Geometría de giro**

El vehículo al tomar una curva, la trayectoria a seguir por las ruedas directrices no es la misma ya que, cada una de ellas, tiene distinto radio de curvatura. Por tanto, la orientación dada a ambas ruedas son distintas para evitar que una de las ruedas sea arrastrada, efecto que ocurriría si los dos ángulos fueran iguales.

Para que esto no ocurra, (**fig. 12**) las dos ruedas deben girar concéntricas, o sea, con el mismo centro de rotación.

Lo mismo ocurre con las ruedas traseras con respecto a las delanteras ya que, como todo el vehículo tiene que tomar la misma trayectoria de la curva, todo él tiene que tener el mismo centro de rotación. Para ello (**fig. 13**) tiene que cumplirse la condición geométrica de que todas las ruedas en cualquier posición tengan un mismo centro de rotación (**O**).

Esto se consigue (**fig. 14**) dando a los brazos de acoplamiento una inclinación tal, que cuando el vehículo circule en línea recta, los ejes de prolongación de los brazos de acoplamiento coincidan en el centro del eje trasero, y al tomar una curva, los ejes de las ruedas coincidan sobre un mismo centro (**O**).

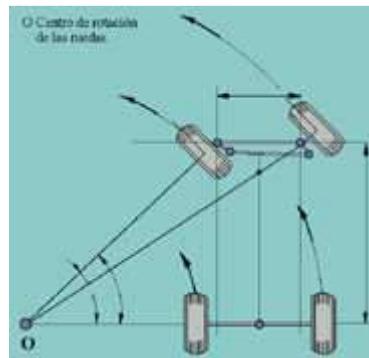


Fig. 13

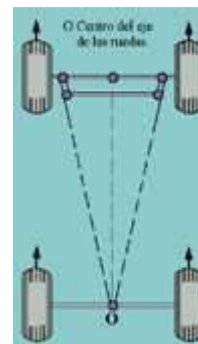


Fig. 14

- **Geometría de las ruedas o cotas geométricas**

Las cotas de la dirección son los ángulos de:

- Avance.
- Salida.
- Caída.

- Convergencia.
- Divergencia.

### Ángulo de avance (fig. 15)

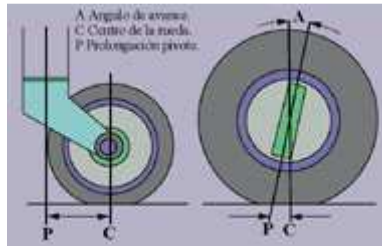


Fig. 15

El ángulo de avance (**A**) es el que forma el pivote con la vertical al observar el vehículo, en sentido longitudinal.

El eje del pivote no es vertical, tiene su extremo inferior ligeramente adelantado de la vertical con la que forma un ángulo (**A**) llamado de avance.

Esta posición del pivote da fijeza a la dirección. Si el ángulo de avance es pequeño, menor del debido, la dirección se hace "vagabunda". Si es excesivo, la dirección es dura. Si se invierte el valor del ángulo, se hace negativo (inclinación del pivote hacia atrás) la dirección reacciona bruscamente, es dura y peligrosa.

El efecto de este ángulo tiene su más sencillo exponente en las ruedecillas de los carritos de té, por ejemplo, que, al rodar detrás de sus pivotes, siguen la dirección en que se empuja el carrito, de modo que éste siempre se desplazará en línea recta, a no ser que se modifique, a propósito, su curso.

Con el ángulo de avance se consigue que:

- La dirección se haga estable.
- Después de tomar una curva, las ruedas tiendan a volver a la posición de línea recta.
- En vehículos de tracción el valor del ángulo esté comprendido entre  $0^\circ$  y  $4^\circ$ .
- En vehículos de propulsión el valor del ángulo esté comprendido entre  $6^\circ$  y  $12^\circ$ .

### Ángulo de salida (fig. 16)



Fig. 16

La inclinación del pivote, no solamente lo es sobre el plano longitudinal de avance, sino también sobre un plano transversal, es decir, su extremo inferior se separa hacia fuera formando un ángulo con la vertical.

El ángulo de salida (**S**) produce también cierta autoalineación o tendencia a volver a la línea recta después de un giro. En efecto, la salida combinada con el avance, da lugar a que, al girar la dirección, se levante ligeramente la parte delantera del coche, cuyo propio peso tiende desde ese momento a hacer retornar la dirección a su primitiva posición de línea recta.

El resultado práctico conseguido con esta cota es dar estabilidad a la dirección y ayudar al conductor a restablecer la posición del volante después de un giro, posición que puede recobrase sin su intervención, si la dirección es semi-reversible.

El valor del ángulo de salida está comprendido entre  $5^\circ$  y  $10^\circ$ , siendo su valor más utilizado  $5^\circ$ .

Con el ángulo de salida se consigue:

- Reducir, en el volante, el esfuerzo a realizar para orientar las ruedas.
- Dar estabilidad.
- Hace que las ruedas colaboren con la cota de avance para que vuelva la dirección a su posición inicial.

El esfuerzo será máximo cuando el pivote esté paralelo (sin formar ángulo).

El esfuerzo será mínimo cuando la prolongación del eje del pivote pase por el punto de apoyo del neumático y no exista brazo resistente, entonces la dirección sería inestable.

Si el neumático tiene menor presión de lo normal, aumenta el brazo resistente, aumentando la estabilidad en la dirección pero es necesario realizar mayor esfuerzo para orientar las ruedas.

### Ángulo de caída

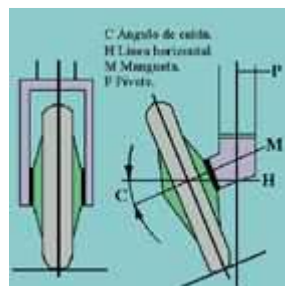


Fig. 17

Las manguetas (**M**) no son horizontales (**fig. 17**); están ligeramente inclinadas hacia abajo, formando un ángulo (**C**) con la horizontal (**H**), en el plano transversal, llamado de caída.

El ángulo de caída es (**C**). Viene a tener un valor medio de  $1^\circ$ .

Con esta cota se consigue reducir el esfuerzo que se debe aplicar en la dirección en el momento de orientar las ruedas.

Por otra parte (**fig. 18**), las ruedas tienden a conservar la rueda apretada hacia el eje, como indican las flechas (**A**), evitando que se salgan, a la vez que se adaptan mejor al bombeo de la carretera.

Con ángulo positivo se reduce el desgaste de los elementos de la dirección y se facilita su manejo.



Fig. 18

**Cotas conjugadas (fig. 19)**

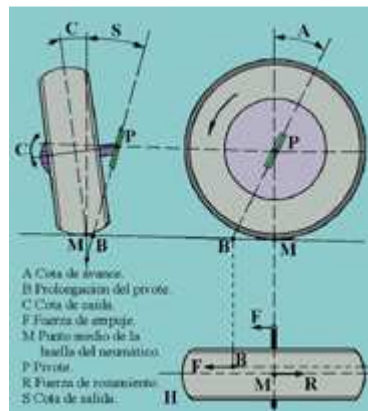


Fig. 19

Las cotas de los ángulos de salida (**S**), caída (**C**) y avance (**A**) hacen que la prolongación (**B**) del pivote (**P**) corte a la línea de desplazamiento (calzada) por delante y hacia la derecha del punto (**M**) de la huella del neumático.

Esto ocasiona un par de fuerzas debido a la fuerza (**F**) de empuje (del motor) y la (**R**) de rozamiento (del neumático), que tiende a abrir la rueda por delante (se debe corregir dando una convergencia a la rueda). Dependiendo del valor de los ángulos de salida, caída y avance, se puede invertir esta tendencia haciendo que la convergencia pueda ser positiva o negativa, y de mayor o menor valor.

**Convergencia y divergencia (alineación de las ruedas)**

Los planos verticales determinados por las ruedas delanteras no son paralelos, sino que convergen (**C**) hacia el frente en los coches de propulsión trasera (**fig. 20**) y divergen (**D**) en los de tracción delantera (**fig. 21**).

Con estas cotas se consigue compensar la tendencia de las ruedas delanteras a abrirse durante la marcha en los vehículos de propulsión y a cerrarse en los de tracción.

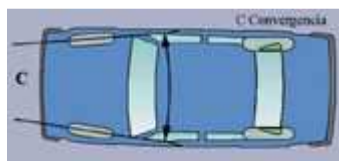


Fig. 20



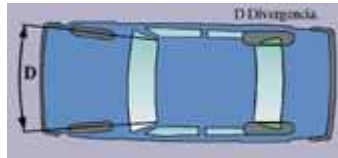


Fig. 21

## Dirección asistida

- **Dirección asistida hidráulica**

Para facilitar al conductor la ejecución de las maniobras con el vehículo, se emplean las servo-direcciones o direcciones asistidas, que tienen como misión el ayudar al conductor a orientar en la dirección deseada las ruedas directrices, ayuda que es imprescindible en camiones pesados y autobuses.

Para conseguir esta ayuda puede utilizarse como fuente de energía la proporcionada por: vacío de la admisión, aire comprimido o fuerza hidráulica.

De estas tres fuentes de energía, la del vacío de la admisión es muy poco usada; el aire comprimido, queda limitado su empleo a los vehículos que lo utilizan para el mando de los frenos; la hidráulica es la más empleada. El dispositivo de la dirección asistida que utiliza esta última es la siguiente (fig. 22) :

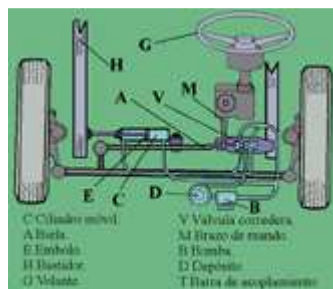


Fig. 22

Está constituido por un cilindro móvil (C) solidario a la biela transversal (A) de la dirección. En el interior hay un émbolo (E) centrado, que va unido al bastidor (H) del vehículo; por lo tanto, inmóvil. A ambos lados del émbolo puede ser enviado líquido desde una válvula de mando en la que una válvula corredora (V), desplazable en ambos sentidos, intercomunica o interrumpe el paso del líquido al cilindro a uno u otro lado del émbolo.

Cuando se gira el volante (G), se mueve el brazo del mando (M) y, con él, la biela de la dirección que mueve ésta y, a la vez, la corredora de la válvula de mando, permitiendo el paso de líquido a un lado del émbolo; al ser el émbolo fijo, el líquido obliga a desplazarse al cilindro que, por estar unido a la barra de acoplamiento (T) de la dirección, la mueve hacia un lado, sumándose este movimiento al directo imprimido por el volante (G), ayudando, con ello, a la orientación de las ruedas y, en definitiva, al conductor.

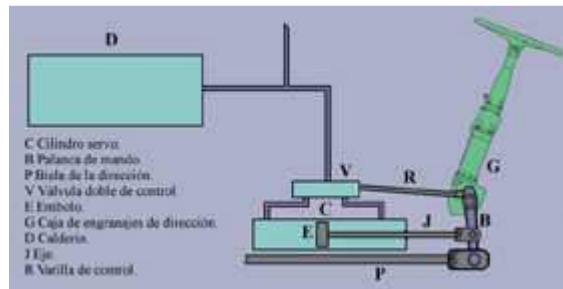
El líquido es enviado por la válvula de mando a uno u otro lado del émbolo, según se gire el volante.

La presión del líquido necesaria para conseguir el desplazamiento del cilindro unido a la biela, se consigue con una bomba (B) de engranajes que es accionada por la correa que transmite el movimiento del cigüeñal. El líquido procede de depósito (D) que, por un tubo, se comunica con la válvula de mando. Una válvula de descarga, instalada entre el tubo que lleva el líquido a la



bomba y el de comunicación del depósito con la válvula de mando, mantiene constante la presión.

- **Dirección asistida neumática (fig. 23)**



*Fig. 23*

Los grandes y rápidos camiones son difíciles de dirigir, pues sobre sus grandes cubiertas de mucha sección, gravitan grandes cargas que aumentan su resistencia al giro.

Se utilizan para su accionamiento aire a presión procedente del sistema neumático del que van dotados los vehículos con frenos de aire comprimido.

En esencia no es más que un cilindro (**C**) (servo neumático) con un pistón (**E**), enlazado por medio de una eje (**J**) con el brazo de mando de la dirección (**B**), para ayudar a los desplazamientos de éste. Por ambas caras del pistón puede entrar, alternativamente la presión atmosférica o el aire a presión. Esto trae como consecuencia el desplazamiento del pistón en un sentido o en otro y, por lo tanto, la ayuda en el movimiento del brazo de mando. Para que pase aire a presión, tiene una válvula de control (**V**) que se acciona al iniciar el giro el volante. El aire sobrante en el cilindro sale al exterior a través de la válvula correspondiente (de destreza).

La presión del aire suministrado desde la tubería al cilindro es proporcional al desplazamiento de la varilla de control.

## Mantenimiento

Como norma general, seguir las instrucciones del fabricante. Mantener el nivel de aceite correcto en la caja de engranajes, así como el engrase en los pivotes y en todas las articulaciones (rótulas).

Periódicamente se deben comprobar que no existan holguras en el sistema. Estas holguras influyen en la precisión de la dirección, ya que las ruedas pueden modificar su orientación por sí solas.

Una holgura excesiva de la dirección puede producir una avería en las ruedas, pero también puede suceder que, una avería en las ruedas o en el sistema de frenado pueden influir en el mal funcionamiento del sistema de dirección.

Una incorrecta presión de inflado en los neumáticos, así como el desequilibrado de una rueda, producen alteraciones en la dirección.

Unas cotas de dirección defectuosas producen desgaste anormal en la banda de rodadura del neumático, así un desgaste excesivo en la banda de rodadura por su parte exterior, puede ser debido a excesivo ángulo de caída, o bien de un exceso de convergencia.

Los movimientos oscilatorios en el volante de la dirección y sostenidos en la parte delantera del vehículo, denominado SHIMMY, pueden llegar a producir vibraciones que pueden afectar a los elementos de la dirección.

Entre sus posibles causas se encuentran:

- Desequilibrado de las ruedas delanteras.
- Exceso en los ángulos de caída o de salida.
- Presión de inflado incorrecta en los neumáticos.
- Cubiertas con desgaste no uniforme en su banda de rodadura, o discos deformados.
- Amortiguadores en mal estado.
- Órganos de dirección con holguras (rótulas).

Si el vehículo está dotado de dirección asistida hidráulica, se debe vigilar el nivel del depósito de líquido que alimenta al sistema. Revisar posibles fugas y el tensado de la correa.

## 14. EL SISTEMA DE SUSPENSIÓN

### Misión

La suspensión tiene como misión que las irregularidades del terreno no lleguen a la carrocería del vehículo o lo hagan lo más disminuidas posible. Para ello, entre las ruedas y el bastidor, se coloca un medio elástico de unión, medio elástico que se deformará con el peso del vehículo y con la inercia del mismo al elevarse o bajarse como consecuencia de las irregularidades del pavimento. En efecto, si las ruedas suben o bajan, como consecuencia de las irregularidades del terreno, el medio elástico debe absorber estas irregularidades para que el ascenso o descenso de la carrocería sea el menor posible. Además se evitan las brusquedades por la acción de los amortiguadores.

Denominamos suspensión al conjunto de elementos elásticos que se interponen entre los órganos suspendidos y no suspendidos. Existen otros elementos con misión amortiguadora, como son los neumáticos y los asientos. Los elementos de la suspensión han de ser lo suficientemente resistentes y elásticos para aguantar las cargas a que se ven sometidos sin que se produzcan deformaciones permanentes ni roturas y también para que el vehículo no pierda adherencia con el suelo.

### Elementos del sistema de suspensión

Los elementos fundamentales en toda suspensión son:

- Muelles.
- Amortiguadores.
- Barras estabilizadoras.

- **Muelles**

Son elementos colocados entre el bastidor y lo más próximo a las ruedas, que recogen directamente las irregularidades del terreno, absorbiéndolas en forma de deformación. Tienen que tener buenas propiedades elásticas y absorber la energía mecánica, evitando deformaciones indefinidas.

Cuando debido a una carga o una irregularidad del terreno el muelle se deforma, y cesa la acción que produce la deformación, el muelle tenderá a oscilar, creando un balanceo en el vehículo que se debe de reducir por medio de los amortiguadores.

Los muelles pueden ser:

- Ballestas.
- Muelles helicoidales.
- Barra de torsión.

### Ballestas

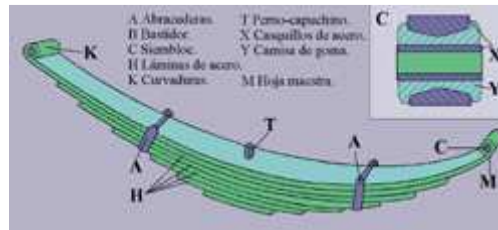


Fig. 1

Están compuestas (**fig. 1**) por una serie de láminas (**H**) de acero resistente y elástico, de diferente longitud, superpuestas de menor a mayor, y sujetas por un pasador central (**T**) llamado "perno-capuchino". Para mantener las láminas alineadas llevan unas abrazaderas (**A**). La hoja más larga se llama "maestra" (**M**). Termina en sus extremos en dos curvaduras formando ojo (**K**) por el cual, y por medio de un siembloc (**C**) de goma, se articulan (**fig. 2**) en el bastidor (**B**). Mediante los abarcones (**P**), se sujetan al eje de la rueda (**E**). En uno de sus extremos se coloca una gemela (**G**), que permite el desplazamiento longitudinal de las hojas cuando la rueda coja un obstáculo y, en el otro extremo (**D**) va fijo al bastidor (**B**).

El siembloc (**C**) (detalle de la **fig. 1**) consiste en dos casquillos de acero (**X**) entre los que se intercala una camisa de goma (**Y**).

Si la ballesta es muy flexible se llama blanda, y, en caso contrario, dura; usándose una u otra según el peso a soportar. Las ballestas pueden utilizarse como elemento de empuje del eje al bastidor. Para evitar que el polvo o humedad, que pueda acumularse en las hojas, llegue a "soldar" unas a otras impidiendo el resbalamiento entre sí y, por tanto, la flexibilidad, se recurre a intercalar entre hoja y hoja láminas de zinc, plástico o simplemente engrasarlas.

Suelen tener forma sensiblemente curvada y pueden ir colocadas longitudinalmente (**fig. 2**) o en forma transversal (**fig. 3**), sistema este último empleado en la suspensión por ruedas independientes, siendo necesario colocar en sus extremos las gemelas (**G**).

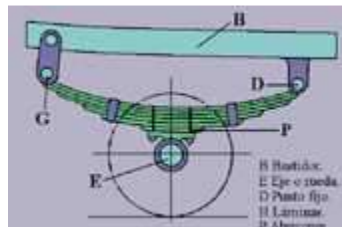


Fig. 2

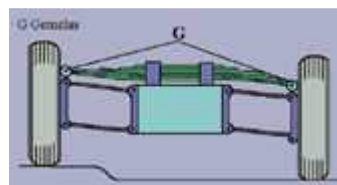


Fig. 3

Existen ballestas llamadas "parabólicas", en las cuales las hojas no tienen la misma sección en toda su longitud. Son más gruesas por el centro que en los extremos. Se utilizan en vehículos que soportan mucho peso.

### Muelles helicoidales

El muelle helicoidal es otro medio elástico en la suspensión (tanto rígida como independiente). No puede emplearse como elemento de empuje ni de sujeción lateral, por lo que es necesario emplear bielas de empuje y tirantes de sujeción. Con el diámetro variable (representado en la **fig. 4**) se consigue una flexibilidad progresiva; también se puede conseguir con otro muelle interior adicional. La flexibilidad del muelle será función del número de espiras, del diámetro del resorte, del espesor o diámetro del hilo, y de las características elásticas del material.

Las espiras de los extremos son planas, para favorecer el acoplamiento del muelle en su apoyo. Los muelles reciben esfuerzos de compresión, pero debido a su disposición helicoidal trabajan a torsión.

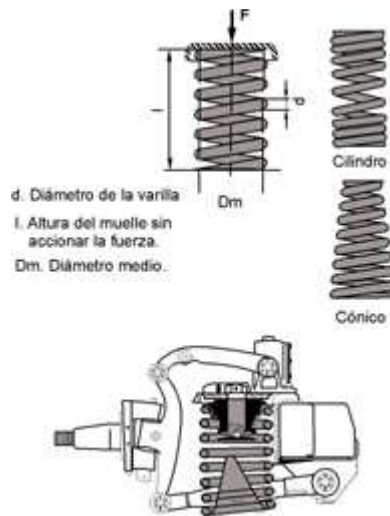


Fig. 4

### Barra de torsión

La resistencia que opone a la torsión una barra de acero, constituye un medio elástico, empleado también como elemento de suspensión (**fig. 5**).

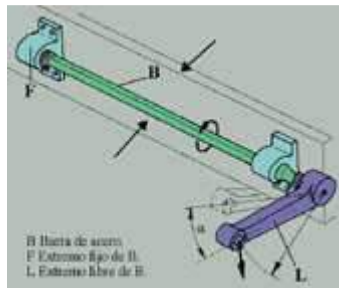


Fig. 5

En la **fig. 6** puede apreciarse su montaje.

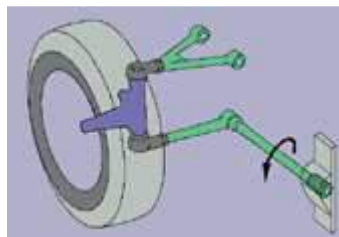


Fig. 6

Las barras de torsión son muy empleadas, en la actualidad, en suspensiones independientes traseras en algunos modelos de vehículos. También son empleadas en la parte delantera.

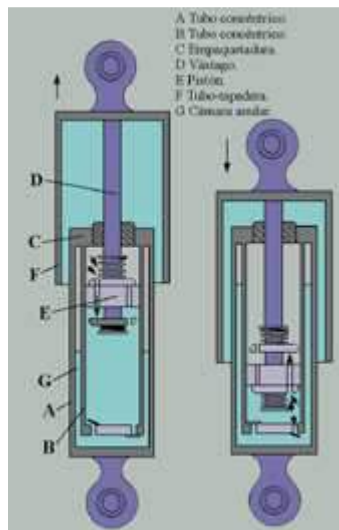
Su funcionamiento (**fig. 5**) se basa en que si a una barra de acero (**B**) elástica se la fija por un extremo (**F**) y al extremo libre (**L**) le someto a un esfuerzo de torsión (giro), la barra se retorcerá, pero una vez finalizado el esfuerzo recuperará su forma primitiva.

El esfuerzo aplicado no debe sobrepasar el límite de elasticidad del material de la barra, para evitar la deformación permanente. Su montaje se puede realizar transversal (**fig. 5**) o longitudinalmente (**fig. 6**). La sección puede ser cuadrada o cilíndrica, siendo esta última la más común. Su fijación se realiza mediante un cubo estriado.

- **Amortiguadores**

La deformación del medio elástico, como consecuencia de las irregularidades del terreno, da lugar a unas oscilaciones de todo el conjunto. Cuando desaparece la irregularidad que produce la deformación y, de no frenarse las oscilaciones, haría balancear toda la carrocería. Ese freno, en número y amplitud, de las oscilaciones se realiza por medio de los amortiguadores. Los amortiguadores transforman la energía mecánica del muelle en energía calorífica, calentándose un fluido contenido en el interior del amortiguador al tener que pasar por determinados pasos estrechos. Pueden ser de fricción o hidráulicos, aunque en la actualidad sólo se usan estos últimos. Los hidráulicos, a su vez pueden ser giratorios, de pistón o telescópicos; aunque todos están basados en el mismo fundamento. El más extendido es el telescópico.

El amortiguador telescópico (**fig. 7**) se compone de dos tubos concéntricos, (**A y B**); cerrados en su extremo superior por una empaquetadura (**C**), a través de la cual pasa un vástago (**D**), que en su extremo exterior termina en un anillo por el que se une al bastidor. El vástago, en su extremo interior, termina en un pistón (**E**), con orificios calibrados y válvulas deslizantes. El tubo interior (**B**) lleva en su parte inferior dos válvulas de efecto contrario. El tubo exterior lleva en su parte inferior un anillo por el que se une al eje de la rueda. Un tercer tubo (**F**), a modo de campana y fijo al vástago, sirve de tapadera o guarda polvo.



*Fig. 7*

Se forman tres cámaras; las dos en que divide el émbolo al cilindro interior, y la anular (**G**), entre ambos cilindros.

Su funcionamiento es el siguiente: al flexarse la ballesta o comprimirse el muelle, baja el bastidor, y con él, el vástago (**D**), comprimiendo el líquido en la cámara inferior, que es obligado a pasar por los orificios del émbolo a la cámara superior, pero no todo, pues el vástago ocupa lugar; por tanto, la otra parte del líquido pasa por la válvula de la parte inferior del cilindro interior a la cámara anular (**G**). Este paso obligado, del líquido a una y otra cámara, frena el movimiento oscilante, amortiguando la acción de ballestas y muelles de suspensión.

Cuando ha pasado el obstáculo, el bastidor tira del vástago, sube el pistón y el líquido se ve forzado a recorrer el mismo camino, pero a la inversa, dificultado por la acción de las válvulas,

con lo que se frena la acción rebote. La acción de este amortiguador es en ambos sentidos, por lo que se le denomina "de doble efecto".

Algunos amortiguadores ofrecen más dificultad a expansionarse que a comprimirse, y se denominan de simple efecto (actúa en un solo sentido).

La colocación de los amortiguadores telescópicos no es vertical, sino algo inclinados, más separados los extremos inferiores que los superiores, para dar más estabilidad al vehículo.

### • Barras estabilizadoras

Al tomar las curvas con rapidez el coche se inclina, hacia el lado exterior, obligado por la fuerza centrífuga. Para contener esa tendencia a inclinarse se emplean los estabilizadores.

Los estabilizadores están formados por una barra de acero (**E**), (**figs. 8**) doblado en forma de (**U**) abierta. Por el centro, se une al bastidor mediante unos puntos de apoyo (**U**) sobre los que puede girar; por sus extremos se une a cada uno de los brazos (**R**) inferiores de los trapecios. La elasticidad del material trata de mantener los tres lados en el mismo plano. Al tomar una curva, uno de los lados recibe más peso que el otro y trata de aproximarse a la rueda; la barra se torsiona por este peso y ese mismo esfuerzo se transmite al otro brazo, tratando de mantener ambos lados de la carrocería a la misma distancia de las ruedas, con lo que se disminuye la inclinación al tomar las curvas.

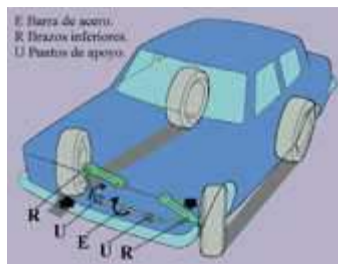


Fig. 8

## Tipos de sistemas de suspensión

Todos los sistemas que se describen a continuación constan de unos elementos elásticos (ballestas, muelles helicoidales, barras de torsión o fuelles neumáticos), amortiguadores y barras estabilizadoras. Los diferentes tipos de suspensión pueden ser:

- Suspensión con eje rígido delantero.
- Suspensión con eje rígido trasero.
- Suspensión independiente delantera.
- Suspensión independiente trasera.
- Sistemas de suspensión neumática.
- Sistemas de suspensión hidroneumática.

### • Diferencias entre la suspensión con ruedas independientes y por eje rígido (fig. 9)

La solución moderna en la suspensión independiente en los vehículos ha alcanzado casi a la totalidad de los turismos, aun a los de tipo utilitario, y en los camiones existen muchos casos de

adopción en sus ejes delanteros. Aunque al sistema se le han dado innumerables soluciones, todas buscan las grandes ventajas que reporta y que por su importancia destacan, la de disminuir los efectos de los pesos no suspendidos, a los cuales no se puede amortiguar su movimiento por ballestas, que los golpes y oscilaciones que recibe una rueda no se comunican a su pareja de eje, y que el contacto con el piso es más seguro y la suspensión más flexible, sin peligro tan cercano de rotura. Todas estas ventajas hacen una marcha más confortable del vehículo, más segura su dirección y por lo tanto más garantía en altas velocidades.

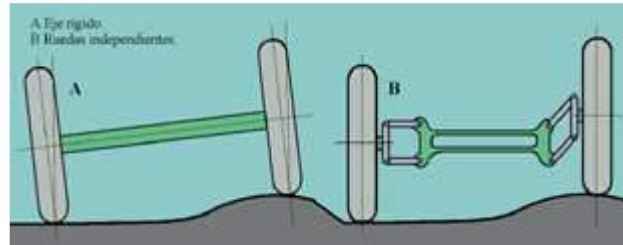


Fig. 9

En la figura se representa el comportamiento de un sistema de suspensión por eje rígido (A) y otro por ruedas independientes (B). En el sistema de eje rígido se inclina la carrocería cuando encuentra un resalte y en el de suspensión independiente el bastidor permanece horizontal y las ruedas verticales, debido a esa gran flexibilidad, con lo que necesitan el complemento de potentes amortiguadores y unos protectores o topes de caucho que limiten las oscilaciones.

- **Suspensión con eje rígido delantero**

**Suspensión delantera con ballesta (fig. 10)**

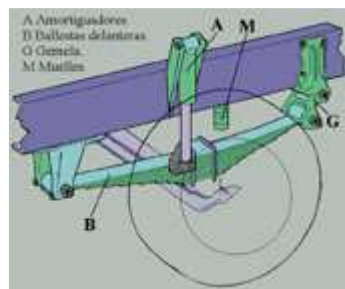


Fig. 10

Las ballestas delantera (B) con eje rígido en la actualidad se emplean en camiones. Se caracterizan por unos movimientos amplios y progresivos. La interacción de los amortiguadores (A) de doble efecto, el estabilizador y los muelles de goma huecos (M) proporcionan un excelente confort, tanto en el vehículo cargado como vacío. Las gemelas (G) del extremo posterior eliminan los tirones característicos de las suspensiones convencionales. Los muelles de goma (M) huecos contribuyen a ello cuando se transportan grandes cargas por malos caminos, e impiden también las torsiones del eje delantero en las frenadas fuertes.

Se utilizan en vehículos pesados ballestas parabólicas con un número reducido de hojas, ya que soportan mayores pesos.

**Suspensión delantera neumática con fuelles**

En la suspensión neumática empleada en camiones se utilizan (fig. 11) fuelles (F) de nylon, reforzados con goma. Son muy resistentes al aceite, productos químicos y desgaste mecánico.



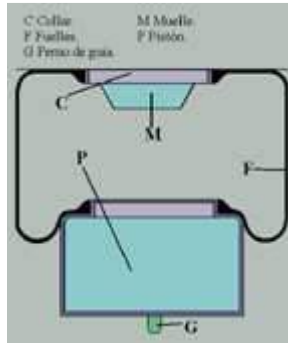


Fig. 11

Los fuelles se montan entre un collar (**C**) que hay en el bastidor y un pistón metálico (**P**), que permanece en su sitio (eje delantero) obligado por un perno de guía (**G**). En los movimientos de la suspensión el fuelle (**F**) cede, comprimiéndose el aire que hay dentro, proporcionando una contrapresión que aumenta en forma continua, lo que hace que los movimientos de la suspensión sean suaves y regulares.

En los fuelles hay un muelle de goma (**M**) que impide que se rebasen los movimientos, permitiendo seguir manejando el vehículo, un corto trecho, en casos de que se pinchara un fuelle. Estos pueden cambiarse rápida y sencillamente por el conductor o en el taller, sin necesidad de herramientas especiales.

En la **fig. 12** se representa además el sistema de sujeción (**S**) para fuelles de aire (**F**), amortiguadores (**A**) y estabilizador (**T**).

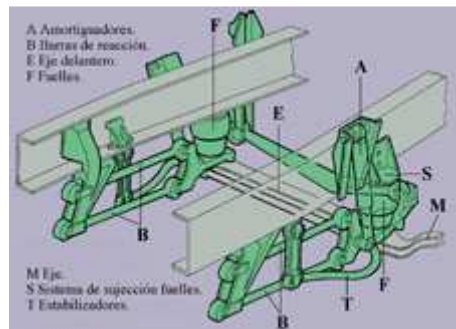


Fig. 12

- **Suspensión con eje rígido trasero**

**Suspensión trasera con ballestas**

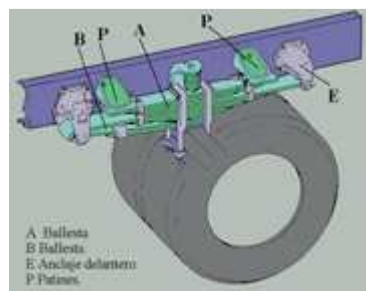
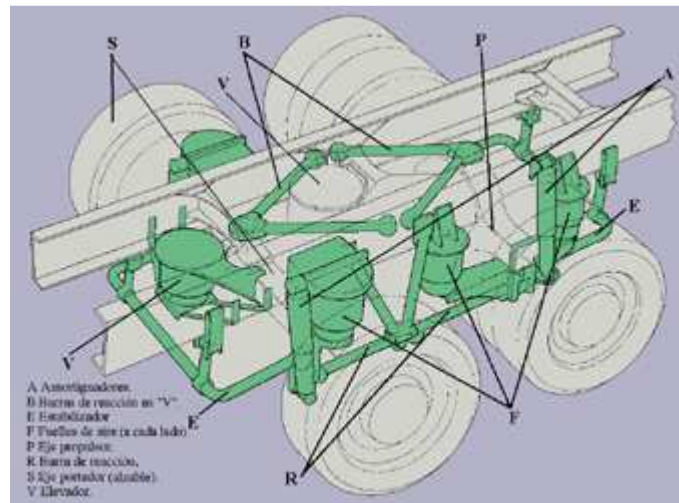


Fig. 13

La suspensión posterior (**fig. 13**) tiene dos ballestas (**A y B**) a cada lado. Se caracteriza por su progresividad, debido a que la longitud activa disminuye al aumentar la carga, lo que hace que la ballesta se vuelva más dura. Estas ballestas son fáciles de reforzar y reparar. El eje trasero es guiado por patines (**P**) en el lado del bastidor y por un eslabón sujeto en el anclaje (**E**) delantero.

**Suspensión trasera neumática con fuelles. Sistema Volvo (fig. 14)**

En la figura se representa la suspensión neumática con eje alzable (**S**).



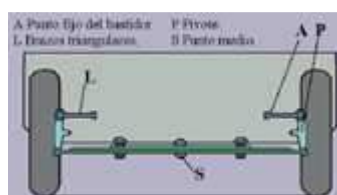
*Fig. 14*

Tiene un eje propulsor (**P**) con ruedas gemelas y eje portador de ruedas sencillas (**S**), así como elevador (**V**). Una válvula sensible a la carga regula automáticamente la altura libre sobre el suelo.

El eje propulsor (**P**) está totalmente suspendido mediante cuatro fuelles de aire y el eje portador (**S**) (alzable) con dos (**F**). Además lleva amortiguadores (**A**) y barras estabilizadoras (**E**).

- **Suspensión independiente delantera**

**Sistema por ballestas delanteras**

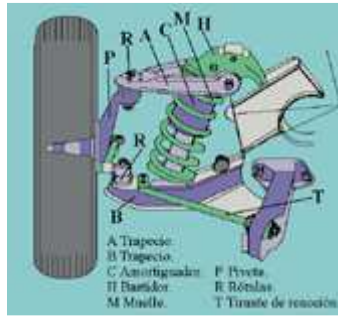


*Fig. 15*

La suspensión independiente con ballesta transversal (**fig. 15**), es quizás de las más antiguas, existiendo múltiples aplicaciones. La ballesta es fijada, a la carrocería, en su punto medio (**S**) y sus extremos forman pareja con los brazos triangulares (**L**), para soporte de los pivotes-manguetas, portadores de las ruedas.

Entre el pivote (**P**) y el punto fijo (**A**), en el bastidor, se acopla un amortiguador hidráulico telescópico.

**Sistema por trapecio articulado delantero y muelles helicoidales**

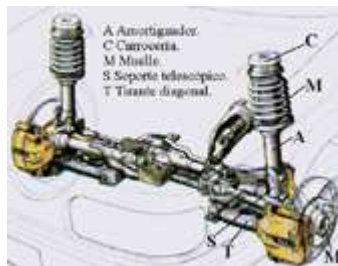


*Fig. 16*

La **fig. 16** muestra una suspensión típica de trapecio articulado. El brazo mangueta va unido a dos trapecios (**A y B**) formados por unos brazos, que se articulan al bastidor. En el brazo inferior (**B**) se apoya el muelle (**M**) y se le une el amortiguador (**C**).

El otro extremo del muelle y amortiguador se apoyan y unen, respectivamente, al propio bastidor (**H**). El peso y las irregularidades hacen oscilar a los brazos, comprimiendo el muelle y siendo absorbidas las oscilaciones por el mismo amortiguador.

### Suspensión delantera Mac Pherson



*Fig. 17*

Es un sistema muy utilizado actualmente (**fig. 17**). Aquí el muelle (**M**) se apoya en la parte inferior del amortiguador (**A**) y la carrocería (**C**), sin necesidad de brazo superior. Consta de un brazo único, el tirante diagonal (**T**) y de un soporte telescópico (**S**) en cada rueda delantera.

La mangueta (**M**) forma parte de la mitad inferior del soporte telescópico. Este soporte gira al hacerlo la dirección y se une a la carrocería por medio de un elemento elástico. Por abajo una rótula lo une al brazo inferior.

En la **fig. 18** se representan los elementos que integran este conjunto.



Fig. 18

### Suspensión delantera por barra de torsión

En este sistema, para la suspensión del eje delantero, se montan las barras **(B)** en sentido longitudinal y paralelas **(fig. 19)**.

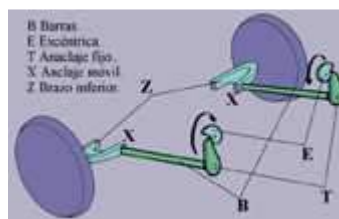


Fig. 19

- **Suspensión independiente trasera**

### Suspensión trasera por ballesta

En la actualidad se emplea poco en turismos. Se monta **(fig. 20)** uniendo la ballesta al bastidor, en su parte central con bridas **(B)**, y los extremos por medio de gemelas **(G)** al eje trasero.

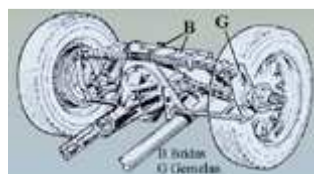
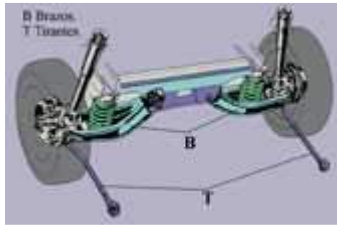


Fig. 20

### Suspensión trasera por trapecio articulado y muelles helicoidales

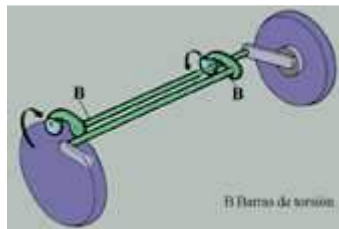
En los vehículos de tracción delantera suelen utilizarse, como norma general, para las ruedas traseras sistemas a base de trapecios articulados y muelles helicoidales **(fig. 21)**. Se diferencian del sistema articulado delantero en que, como estas ruedas tienen que moverse siempre en la misma dirección, uno de los brazos **(B)** tiene la base más ancha cerca de la rueda, para mantener el paralelismo en las mismas, estando sujeto a la carrocería con tirantes **(T)** para absorber los esfuerzos de frenado y aceleración.



*Fig. 21*

### Suspensión trasera por barras de torsión

Para este sistema de suspensión del eje trasero se montan barras de torsión (**B**) en sentido transversal y paralelas, como indica de forma esquemática la **figura 22**.



*Fig. 22*

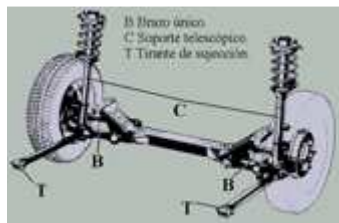
### Suspensión trasera tipo Mac Pherson

Este tipo de suspensión (**fig. 23**), lleva un brazo único (**B**), tirante (**T**) de sujeción y el soporte telescópico (**C**) en cada rueda trasera acoplado a la parte superior el eje de la rueda.

En el interior de este tubo se acopla el amortiguador, y el muelle se asienta sobre dos cazoletas, una solidaria al tubo y la otra apoyada en la carrocería. Se trata de una unión elástica, como puede verse en la figura.

Este sistema resulta mecánicamente muy sencillo y, al ser ligeras sus partes móviles, contribuye a que las ruedas superen las irregularidades del terreno sin mucha variación en el ángulo que forman con el mismo.

Con este montaje la carrocería tiene que ser más resistente en los puntos donde se fijan los soportes telescópicos, con objeto de absorber los esfuerzos transmitidos por la suspensión.



*Fig. 23*

### Suspensión trasera con brazos arrastrados (fig. 24)

Los brazos arrastrados (**B**) están montados sobre pivotes (**P**) que forman ángulo recto con el eje longitudinal del vehículo y unen las ruedas (**R**) firmemente en posición, al tiempo que les permite un movimiento de subida y bajada.

El conjunto del diferencial (**D**) se apoya en el bastidor del vehículo en la carrocería.

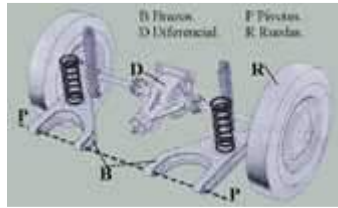


Fig. 24

### Suspensión trasera con brazo semi-arrastrado

Es un sistema derivado del anterior, en el que, los ejes de los pivotes o de oscilaciones, forman un determinado ángulo con el eje longitudinal del vehículo, no formando ángulo recto como en el sistema arrastrado. (fig. 25).

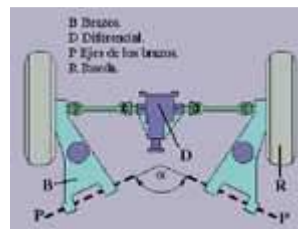


Fig. 25

### Sistemas especiales de suspensión

Como sistemas especiales, se van a considerar los siguientes:

- Sistema conjugado: Hidrolastic y mecánico con muelles.
- Sistema hidroneumático.
- Sistema neumático.

- **Sistemas conjugados**

Si la suspensión delantera y la trasera del mismo lado se comunican, se dice que el sistema es conjugado. La principal ventaja que se obtiene al unir así la suspensión delantera y trasera, es que se consigue una gran reducción en el cabeceo del vehículo, que se mantiene más nivelado, lo que se traduce en una mayor comodidad de los ocupantes. Dos sistemas: Hydrolastic, de funcionamiento hidráulico; y el sistema de unión por muelles, con mandos mecánicos.

#### Sistema Hydrolastic

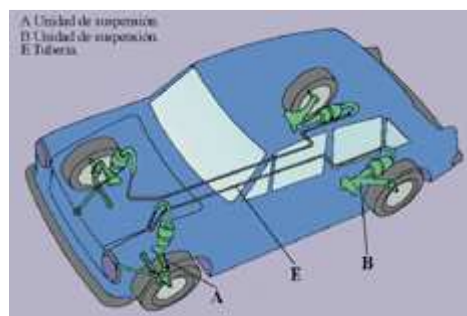


Fig. 26

En este sistema (**fig. 26**) cada una de las ruedas posee una unidad de suspensión (**A y B**) que desempeña las funciones de muelle y amortiguador, se fijan al bastidor y están unidas por medio de las tuberías (**E**), los elementos de suspensión del mismo lado. En su interior (**figs. 27 y 28**), y en uno de los extremos, lleva una masa cónica (**C**) que desempeña los efectos de muelle. El otro extremo se cierra mediante los diafragmas (**D**), en el que apoya un pistón (**P**) conectado a los brazos (**A y B**) de las unidades de suspensión.

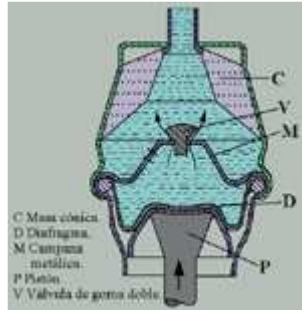


Fig. 27

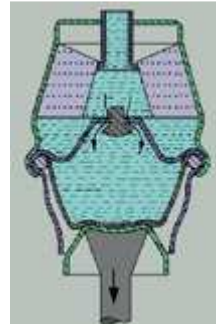


Fig. 28

La cámara que media está dividida por una campana metálica (**M**) con una válvula bidireccional doble de goma (**V**). Cuando la rueda delantera sube para salvar un obstáculo, el diafragma (**D**) se desplaza hacia adentro, impulsando el líquido a través de los orificios del tabique metálico y de la válvula bidireccional, cuya resistencia constituye el efecto amortiguador. El movimiento del diafragma reduce el volumen de la cámara y aumenta la presión, desplazando parte del líquido por la tubería de conexión. Esto hace que el diafragma del otro elemento sea empujado hacia afuera con lo que sube la suspensión.

La **fig. 27** representa cuando la rueda sube por efecto de un obstáculo, y la **fig. 28**, cómo se aumenta la presión sobre el brazo de la otra rueda del mismo lado y a su vez fuerza la adherencia.

### Sistema de unión por muelles

Consiste (**fig. 29**) en unir los brazos delantero (**D**) y trasero (**T**), de cada lado del vehículo, por un cilindro, en cuyo interior hay un muelle (**M**). En cada una de las ruedas hay un amortiguador de inercia.

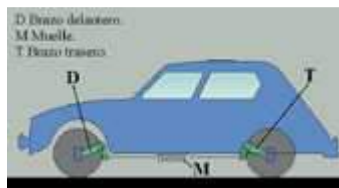


Fig. 29

- **Sistema de suspensión hidroneumática**

En esta suspensión se combinan, perfectamente, la gran flexibilidad y la corrección automática de la altura que mantiene constante la distancia al suelo. Permite reducir las reacciones transmitidas por las ruedas a la carrocería (confort), mantener constantes las fuerzas de contacto de las ruedas con el suelo, y amortiguar, de forma inmediata, la tendencia al salto de las ruedas (estabilidad en carretera).

El sistema de suspensión hidroneumática que equipa los modelos de la gama Citroën está constituido por dos fluidos: líquido y gas.



El muelle mecánico clásico (helicoidal, de láminas o barras de torsión) es aquí sustituido por una masa de gas (nitrógeno), encerrado en una esfera de acero.

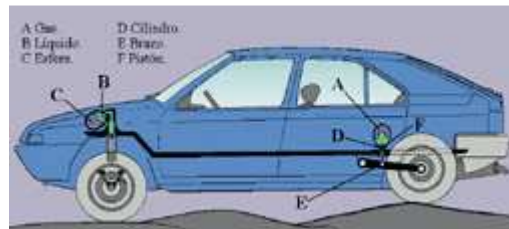


Fig. 30

La carrocería (**fig. 30**) reposa sobre 4 bloques neumáticos, cuya función entra en acción al realizarse los desplazamientos de las cuatro ruedas independientes. El líquido es el elemento que asegura la unión entre la masa gaseosa y los elementos móviles de los ejes: los brazos de suspensión.

El líquido permite también compensar automáticamente, mediante variaciones de su volumen, los cambios de altura del vehículo (por ejemplo, los que resultarían al cargar el vehículo).

Un mando mecánico manual permite hacer variar la altura del vehículo, para facilitar el franqueo de obstáculos o el cambio de una rueda.

- **Suspensión neumática (figs. 12 y 14)**

El estudio de este sistema se realizó anteriormente al desarrollar independientemente, la suspensión delantera y trasera neumática.

Entre las grandes ventajas de la suspensión neumática hay que incluir la constancia de sus características, que proporcionan una marcha suave independientemente de si el vehículo va cargado o vacío. Ello reduce los daños de transporte, confiere mayor longevidad al chasis y un mejor confort para el conductor.

El sistema de suspensión neumática hace que los vehículos sean más flexibles. Gracias a la regulación manual del nivel, con gran altura de elevación, se adaptan a todos los sistemas de manipulación de carga existentes actualmente en el mercado. Este sistema confiere también al vehículo unas excelentes cualidades y estabilidad de marcha extraordinarias. Por ejemplo, impide que se incline, si se ha cargado desigualmente. El reglaje de los faros y la distancia al suelo se mantienen siempre constantes. Gracias a esta suspensión es posible elevar o descender la totalidad del vehículo, o solamente su extremo posterior, según la ejecución, para adaptarse al nivel del muelle de carga.



## 15. EL SISTEMA DE FRENOS

### Introducción

La misión del sistema de frenado es la de crear una fuerza regulada para reducir la velocidad o para detener un vehículo en movimiento, así como para tenerlo estacionado. Esta acción de frenado se consigue por medio de un rozamiento, es decir, mediante la resistencia al movimiento relativo entre dos superficies en contacto, haciendo que una de ellas, estacionaria, entre en contacto con otro móvil, lo que traerá consigo la disminución de velocidad de esta última, sistema utilizado para conseguir el frenado de los vehículos automóviles. La acción de frenado consiste, por tanto, en absorber la energía calorífica, al hacer rozar una parte móvil solidaria a las ruedas, (los tambores y discos) contra una parte fija en el vehículo (las zapatas y pastillas). La energía calorífica generada en los elementos frenantes, es transmitida a la atmósfera.

El freno motor se aprovecha para reducir la velocidad, en primer lugar, al quitar el pie del acelerador, por ser arrastrado el motor por el giro de las ruedas y sirve un poco de ayuda al freno normal.

El sistema de frenos está formado por:

- Sistema de mando.
- Elemento frenante.

### Elemento frenante

Se emplean dos sistemas de frenado según los elementos empleados y la forma de accionar la parte móvil:

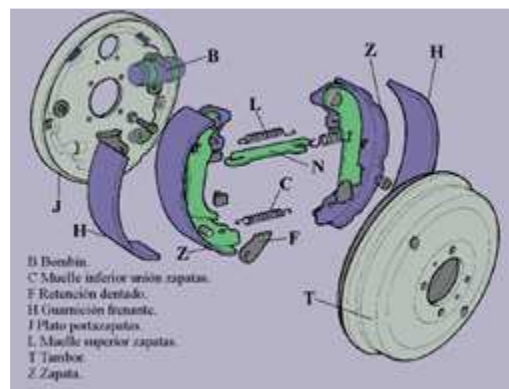
- Sistema de frenos de tambor.
- Sistema de frenos de disco.

- **Sistema de frenos de tambor**

#### Descripción

En la **figura 1** se representa los elementos componentes de un sistema de freno de tambor. Son los siguientes:

- B** - Bombín.
- C** - Muelle inferior unión zapatas.
- F** - Retención dentado.
- H** - Guarnición frenante.
- J** - Plato portazapatas.
- L** - Muelle superior zapatas.



**N** - Travesaño mando zapatas.

*Fig. 1*

**T** - Tambor.

**Z** - Zapata.

#### *Tambor de freno*

Los tambores de freno (**T**) están fabricados en fundición gris perlítica centrifugada.

Para lograr la resistencia, al mismo tiempo que un poder de disipación conveniente, se suelen agregar nervios a la parte exterior de los tambores.

La superficie de rozamiento de los tambores debe ser mecanizada perfectamente, para conseguir un acabado exacto, así como un centrado riguroso y una superficie uniforme.

#### *Plato portazapatas*

Es un plato o disco (**J**) que sirve de soporte a las zapatas y a los mecanismos de accionamiento hidráulicos o mecánicos.

#### *Zapatas*

Las zapatas (**Z**) se construyen de acero forjado o estampado o de fundición de aluminio, siendo las más usadas las de acero estampado, puesto que pueden producirse en gran cantidad y a precio reducido.

Para establecer el contacto con la superficie interna del tambor, las zapatas se recubren con unos forros (**H**) remachados o pegados.

Las zapatas han de reunir las siguientes características:

- Tener una dureza inferior a la superficie interior del tambor, para aumentar su duración.
- Resistencia mecánica a la abrasión, a las altas temperaturas e indeformable.
- Un coeficiente de rozamiento elevado.

Para ello se utilizan materiales que reúnen esas propiedades, como son las resinas sintéticas y los compuestos minerales (a base de carbono, azufre, bario, magnesio y manganeso).

El accionamiento del freno de tambor puede ser por medios mecánicos, hidráulicos o neumáticos.

**Funcionamiento (fig. 2 y 3).**

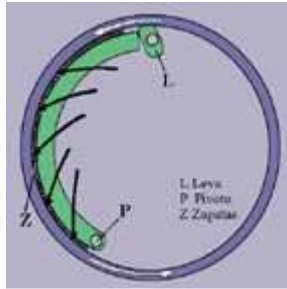


Fig. 2

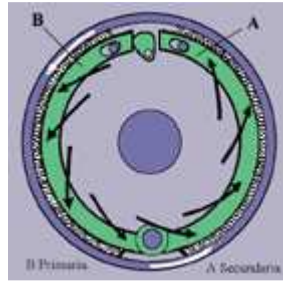


Fig. 3

El tambor es frenado por la acción de dos zapatas, aunque para más claridad, en la explicación, se haya dibujado sólo una en la **fig. 2**.

Las zapatas presentan en uno de sus extremos un orificio en el cual es introducido un pivote (**P**) sobre el que gira, y el otro extremo está apoyado en una leva (accionamiento mecánico) o en los pistones (accionamiento hidráulico) del bombín.

Cuando se acciona el pedal de freno, o bien gira la leva (**L**) o desplaza los pistones del bombín (**S**) (**fig. 1**), con lo que las zapatas se abren, girando sobre los pivotes. Esto hace que los forros de las zapatas (**Z**) entren en contacto con el tambor de freno (**B**), disminuyendo la velocidad de giro del mismo y con ello la de la rueda.

Cuando no se acciona el pedal de freno, los muelles (**L** y **C**) de unión de las zapatas (**fig. 1**), hacen volver éstas a su posición inicial.

#### Bombín de la rueda (**fig. 4**)

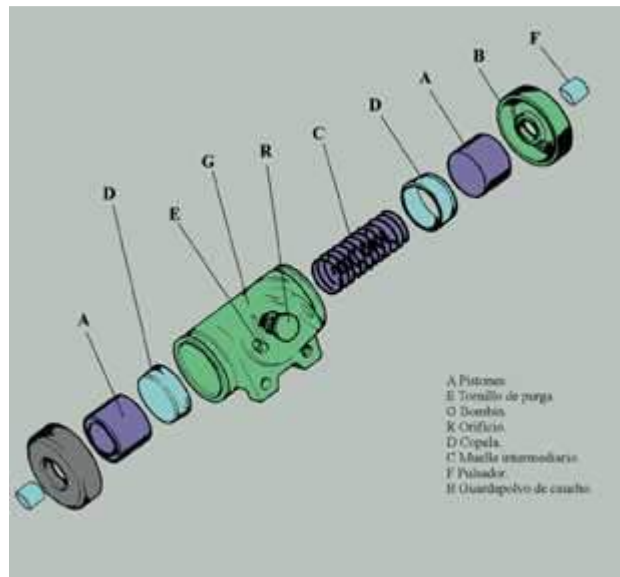


Fig. 4

Los cilindros receptores o bombines (**G**) de las ruedas van, en general, fijados sobre los platos portazapatas.

El líquido a presión entra en el cilindro por un orificio (**R**).

Cada cilindro consta principalmente de:

- Dos pistones opuestos (**A**).
- Dos copelas de estanqueidad de caucho (**D**).
- Un muelle intermediario (**C**) que mantiene las copelas aplicadas sobre la cara del pistón.

Los pistones actúan directamente o por intermedio de pulsadores (**F**) sobre las zapatas.

Cada extremo del cilindro es protegido por un guardapolvo de caucho (**B**). En la parte inferior de cada bombín va colocado un tornillo de purga (**E**).

Al frenar, la presión actúa sobre los dos pistones (**A**) (**fig. 5**), que aplican a su vez las zapatas (**Z**) contra los tambores. Después de la frenada, las zapatas recuperan su posición inicial por el resorte (**R**) y bajo esta acción los pistones vuelven a su posición inicial, desalojando el líquido.

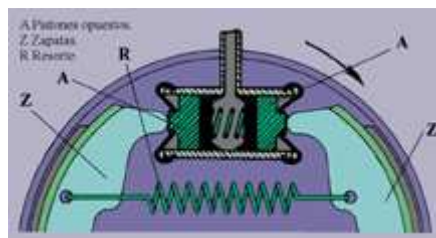


Fig. 5

### • Sistema de frenos de disco

La tendencia actual es colocar en los vehículos frenos de tambor en la parte trasera y de disco en la parte delantera, aunque hay vehículos que van dotados de frenos de disco en las cuatro ruedas,

Las ventajas sobre los frenos de tambor son las siguientes:

- Mejor refrigeración del conjunto.
- Menos holgura en el pedal de freno, por estar las pastillas muy próximas al disco.
- Mayor eficacia de frenada.
- Sistema más sencillo de mantenimiento.
- Mayor dificultad para que aparezca el fading, por estar más refrigerado.

Descripción (fig. 6 y 7)

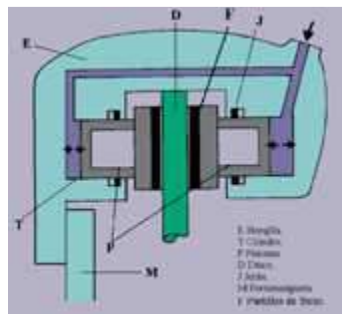


Fig. 6

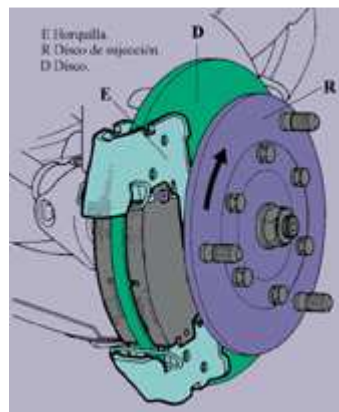


Fig. 7

El estribo, pinza o mordaza, consta de:

- Una horquilla (**E**) fijada al portamangueta (**M**).
- Dos cilindros (**T**) que contienen los pistones (**P**).
- Entre los pistones va el disco de freno (**D**) que se une a la rueda, por medio del disco de sujeción (**R**), todo ello montado sobre el semieje o la mangueta.
- Las pastillas de freno (**F**), se intercalan entre los pistones y el disco de freno.

La estanqueidad del pistón se realiza mediante una junta (**J**) de sección rectangular, que asegura igualmente el retroceso del pistón.

Un guardapolvo sujeto con un anillo evita la oxidación del pistón.

### Funcionamiento

Bajo la acción de la presión en los cilindros los pistones aplican, contra el disco, las pastillas por ambas caras, deteniéndolo.

Al eliminar la presión en los cilindros queda liberado el disco.

No existen muelles de recuperación o separación de pistones.

- El disco está fabricado con fundición gris perlítica.
- La mordaza con las pastillas alcanzan, aproximadamente, 1/5 de la superficie del disco.

### Tipos de freno de disco

Los tipos de frenos de disco lo determina el número de pistones y el sistema de sujeción de la mordaza.

Según el número de pistones	Según el sistema de sujeción de la mordaza
- De dos pistones.	- Mordaza fija.
- De cuatro pistones.	- Mordaza móvil o flotante.

#### Según el número de pistones

- De dos pistones (**fig. 8**)  
En este freno, el más utilizado, la mordaza contiene dos pistones (**P**).
- De cuatro pistones (**fig. 9**)  
Empleado en vehículos de altas prestaciones. Se emplean cuatro pistones, lo que aumenta la capacidad y eficacia de la frenada.

#### Según el sistema de sujeción de la mordaza

Si la mordaza es fija, cada pastilla es accionada por un émbolo (**fig. 8 y 9**). Si la mordaza es móvil o flotante, generalmente sólo lleva un émbolo que empujará por un lado a la pastilla y por el otro será la mordaza o pinza la que tirará, empujando también a la pastilla contra el disco y consiguiendo la misma acción de frenada (**fig. 10**).

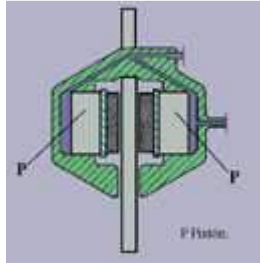


Fig. 8

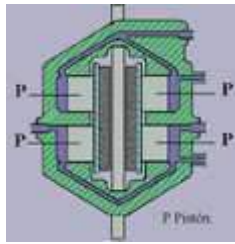


Fig. 9

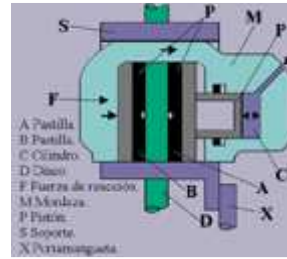


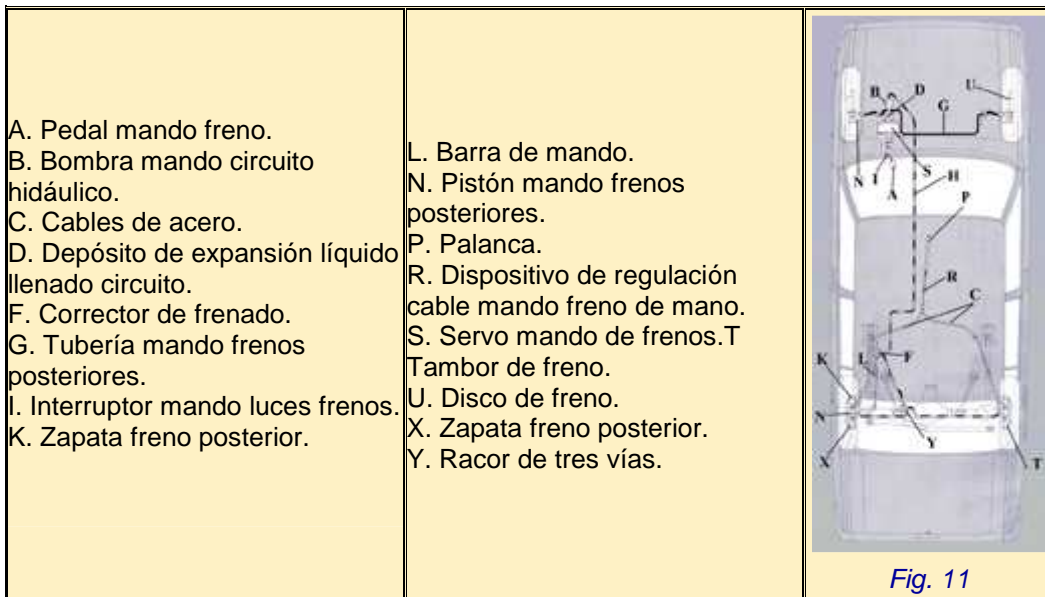
Fig. 10

## Sistema de mando de frenos

El sistema de mando de frenos lo constituye el conjunto de elementos empleados para crear la fuerza que le dará movimiento a la leva, a los pistones o bien a la membrana, según el sistema de frenos utilizado. Tanto los frenos de disco como los de tambor utilizan los mismos sistemas de mando.

Se distinguen los siguientes tipos:

- Sistema mecánico.
- Sistema hidráulico.
- Sistema neumático.
- Sistema hidroneumático.



- Sistema mecánico (freno de estacionamiento)

Descripción (figs. 11 y 12)

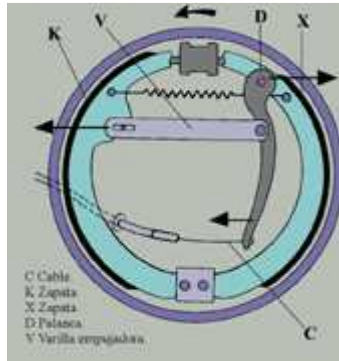


Fig. 12

Consiste en un mecanismo de freno mecánico (**fig. 11**), llamado freno de mano o estacionamiento, accionado desde el interior del vehículo por medio de la palanca (**P**) de forma que, una vez fijado el mando, las ruedas queden bloqueadas para evitar el movimiento del vehículo. Este mecanismo se aplica, generalmente, a las ruedas traseras y cuando el vehículo esté inmovilizado.

La palanca (**P**) acciona los cables de acero flexible (**C**).

#### Funcionamiento en el sistema freno de tambor

El desplazamiento de las zapatas se obtiene por medio de un mecanismo de palanca (**D**) y una varilla empujadora (**V**) (**fig.12**).

El mando se realiza por cable (**C**) y es, generalmente, realizado de la manera siguiente:

Al accionar el cable sobre la palanca (**D**), ésta actúa empujando hacia la izquierda la varilla (**V**) empujadora, la cual aproxima la zapata (**K**) hasta el tambor.

La palanca (**D**) por su parte superior aproxima la zapata (**X**) hasta el tambor. Una vez aproximadas las dos zapatas, como la acción del cable continúa, las presiones de las zapatas sobre el tambor de frenos hace que éste se inmovilice.

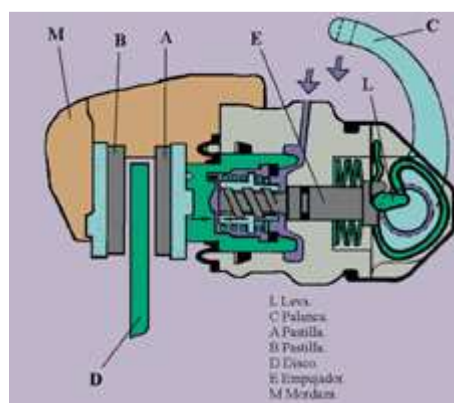


Fig. 13

**Si el sistema es de disco (fig. 13)**, el freno de mano o estacionamiento acciona de la forma siguiente:

La palanca (**C**) gira en el sentido de la flecha desplazando la leva (**L**), que acciona al empujador (**E**), aplicando la pastilla (**A**) contra el disco (**D**). La pastilla (**B**) actúa por la reacción que se ejerce sobre la mordaza (**M**).



- **Sistema hidráulico (fig. 11)**

El funcionamiento de los sistemas de accionamiento hidráulico se basan en los dos principios siguientes:

- Los líquidos son prácticamente incompresibles. La misma presión que se ejecuta en la bomba de frenos llega íntegra a los bombines.
- Cuando a un líquido, totalmente encerrado en un recipiente, se le aplica una presión en un punto, esa presión se comunica a toda la masa del líquido con la misma intensidad.

La fuerza obtenida en cada cilindro será proporcional a la superficie respectiva de cada émbolo siendo mayor, por lo tanto, en los émbolos que tengan más diámetro.

El sistema de frenado con mando hidráulico debe, pues, permitir repartir el esfuerzo de frenado sobre las 4 ruedas. Para ello es necesario prever 4 elementos receptores (bombines).

El sistema se compone esencialmente de **(fig. 14)**:

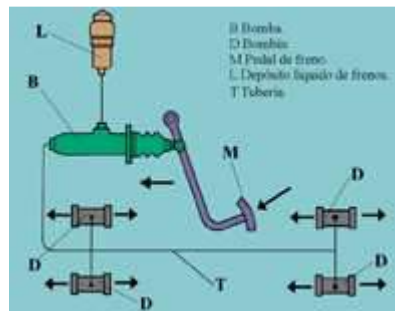


Fig. 14

- Un depósito de líquido de frenos (**L**).
- Una bomba principal (**B**).
- Un mando o pedal de freno (**M**).
- Cilindros receptores (bombines) (**D**).
- Las tuberías que unen los diferentes elementos (**T**).

**Bomba principal (fig.15)**

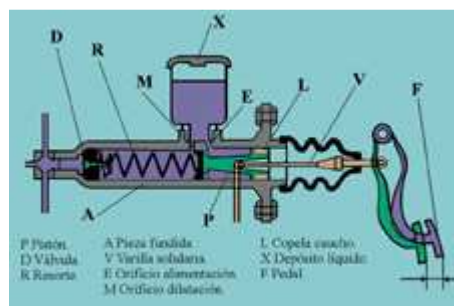


Fig. 15

Está constituida por una pieza fundida (**A**) en cuyo interior existe un cilindro por el que desplaza un pistón (**P**).

En el eje del pistón va colocada la varilla (**V**) solidaria, en su otro extremo, al pedal (**F**).



En el lado opuesto al pistón un orificio enlaza con la tubería y es cerrado por una válvula de doble efecto **(D)**, mantenida sobre su asiento de caucho por un resorte **(R)**.

La otra extremidad del pistón (lado pedal) está guarnecida por un retén de caucho **(L)**, asegurando la estanqueidad.

La parte superior del cilindro está unida al depósito de líquido **(X)** por un orificio de alimentación **(E)** y un orificio de dilatación **(M)**, mucho más pequeño que el primero.

- Funcionamiento de la bomba al accionar el pedal  
Al accionar el pedal, la extremidad de la varilla de empuje va a apoyarse contra el pistón después de haber recorrido un corto trayecto (alrededor de 1mm.) que constituye el recorrido libre del pedal.  
Al seguir pisando, el pistón avanza ligeramente en el cilindro y cierra el orificio de dilatación **(M)**, aislando así la cámara del depósito de alimentación.  
El orificio de dilatación está cerrado, el avance del pistón aumenta la presión, cuando esta presión sea superior a la acción del pequeño resorte de la válvula, ésta se abrirá y el líquido será enviado por las tuberías hasta los cilindros de ruedas (bombines).  
Los pistones de los bombines presionan las zapatas contra los tambores.
- Funcionamiento de la bomba al soltar el pedal  
Cuando el pedal es liberado:  
Por la acción de sus resortes las zapatas recuperan su posición de reposo arrastrando con ellas a los pistones de los bombines de las ruedas, el líquido retorna por las tuberías hacia la bomba principal.  
El pistón de la bomba principal recupera por un resorte su posición de partida, creando una caída de presión en el circuito, que hace retornar el líquido.  
La fuerza del líquido que retorna del circuito hacia el cilindro principal, actúa sobre la válvula de doble efecto y comprime ligeramente el resorte, el líquido pasa entonces por la periferia de ella.

### *Tuberías*

Las tuberías pueden ser:

- Rígidas  
Están constituidas por tubos de cobre, latón o acero. Han de ser resistentes a la oxidación y a la corrosión. Se colocan fijas al bastidor o a la carrocería.
- Flexibles  
Son los llamados latiguillos. Une los puntos con movimientos durante la marcha y se monta entre el bastidor y las ruedas, y bastidor y los ejes delantero o trasero.

## **Elementos auxiliares**

Son elementos que se aplican al sistema principal de frenos, ya explicado, para mejorar su rendimiento, aumentar la seguridad y hacerlo más cómodo en su manejo. Estos son:

- Limitador de frenada.
  - Compensador de frenada.
  - Freno de socorro o de seguridad.
  - Servofreno.
  - Deceleradores o ralentizadores:
    - Freno de inercia
    - Sistema de frenos antibloqueo o ABS
- Electrodinámico  
 Hidrodinámico  
 Sobre el escape

• **Limitador de frenada**

**Descripción**

Para que la frenada de un vehículo se realice de una forma eficaz, es necesario aplicar sobre las ruedas un par resistente importante sin bloquear las ruedas. La adherencia de las ruedas al suelo es función del estado del suelo, de los neumáticos y de la carga aplicada sobre las ruedas.

Cuando se frena bruscamente un vehículo, la energía cinética del vehículo, se transfiere a las ruedas delanteras, mientras que las traseras se encuentra aligeradas de carga. Tenemos, pues, una carga importante aplicada sobre el tren delantero con relación a la carga aplicada sobre el trasero.

Como la adherencia es función de la carga, ésta aumentará en las ruedas delanteras y disminuirá en las traseras.

Para obtener un frenado eficaz y seguro, es necesario hacer variar en la misma proporción el esfuerzo de frenado ejercido sobre las ruedas traseras con relación a las delanteras.

Este dispositivo (**fig. 16**) está constituido por un cuerpo (**A**). En su interior se desplaza una válvula (**V**) que se apoya sobre un muelle tarado (**M**).

El líquido de frenos penetra en el limitador por su parte inferior (**B**) y sale para dirigirse a los bombines de ruedas traseras por los dos orificios laterales (**D y F**).

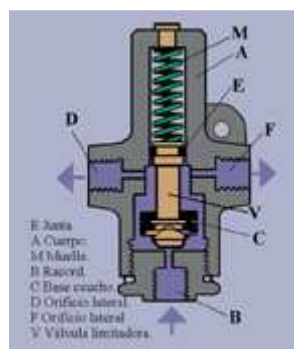


Fig. 16

**Funcionamiento**

Cuando se pisa el pedal de freno para obtener una ligera frenada, el líquido de freno pasa a través del contorno de la válvula y la presión que llega a los bombines de las ruedas traseras, es idéntica a las de las ruedas delanteras.

Cuando se desea obtener frenada rápida del vehículo, la presión del líquido actuará sobre la parte inferior de la válvula, desplazándola y venciendo la acción del resorte y obstruirá las canalizaciones traseras. La presión sobre las ruedas traseras es pues limitada.

Cuando el peso de la parte trasera puede variar considerablemente, se utilizan limitadores variables, que actúan en función de la carga. Su funcionamiento es más o menos efectivo, dependiendo de la altura y posición del bastidor y suspensión.

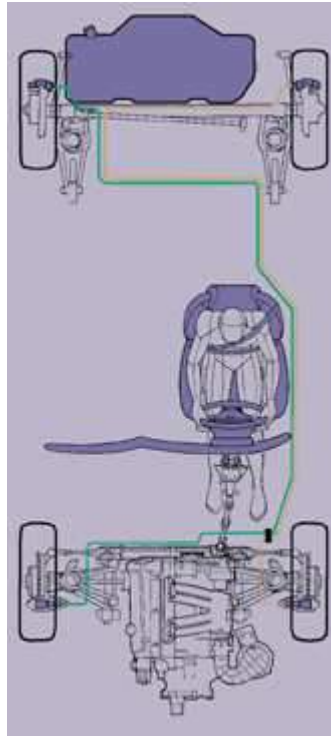
- **Compensador de frenada**

Depende de su punto de aplicación. Se clasifican en:

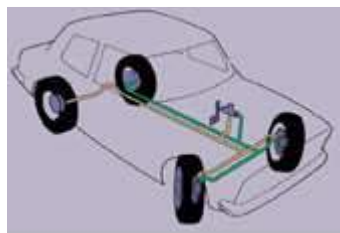
- Sobrepesores: aplicados al sistema de los frenos delanteros. Tienen la misión de amplificar la presión suministrada por el cilindro principal.
- Depresores: aplicados al sistema de los frenos traseros. Tienen por misión reducir la presión ejercida sobre los elementos frenantes posteriores, para evitar el bloqueo de las ruedas.

- **Freno de socorro o de seguridad**

El circuito hidráulico con una bomba principal de frenos de un pistón, como se ha descrito anteriormente, tiene el inconveniente de que una fuga de líquido de frenos inutiliza el sistema por completo con el consiguiente peligro que esto supone.



*Fig. 18*



*Fig. 20*

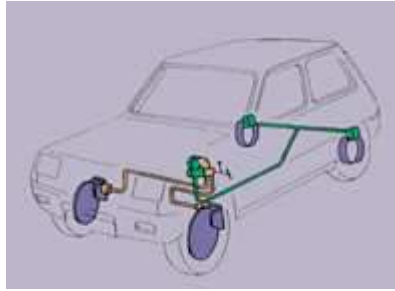


Fig. 17

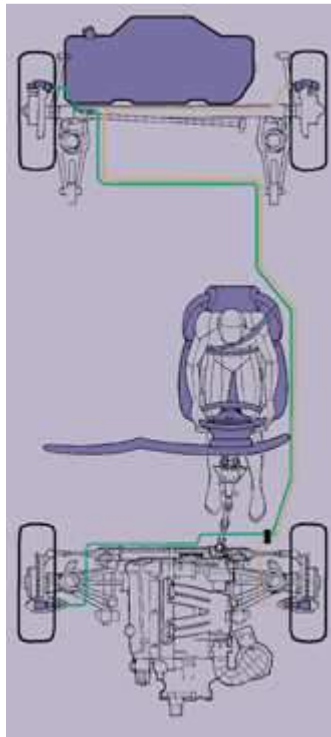


Fig. 19

Los distintos fabricantes solucionan este problema dotando al vehículo de un sistema doble de frenos, con una bomba principal doble, con un pistón primario y otro secundario, y con dos circuitos independientes. Algunos de estos sistemas son los siguientes:

- Los circuitos, delantero y trasero, están separados con un pistón para cada circuito (**fig. 17**).
  - La separación de los circuitos es efectuado en diagonal (**fig. 18**): rueda delantera izquierda con trasera derecha y delantera derecha con rueda trasera izquierda. Este sistema se utiliza mucho actualmente.
  - Un pistón del doble cilindro principal (**fig. 19**) actúa sobre los elementos frenantes de las cuatro ruedas y el otro pistón y circuito actúan, únicamente, sobre las ruedas delanteras.
  - Un pistón del doble cilindro principal (**fig. 20**) actúa sobre las dos ruedas delanteras y una trasera, y el otro pistón actúa sobre las dos ruedas delanteras y una rueda trasera. Cada freno de disco delantero es accionado por dos pares de pastillas.
- **Servo-frenos (fig. 21)**

Sirve para reducir el esfuerzo que el conductor debe aplicar para accionar los elementos frenantes. Se instala el servofreno, necesariamente, entre el pedal de freno y la bomba. Tiene una posición inamovible.

Sea cual sea el tipo, los servofrenos son siempre diseñados de tal forma que el esfuerzo del conductor puede ejercerse directamente sobre el circuito de frenos en caso de defecto del sistema de asistencia (servo).

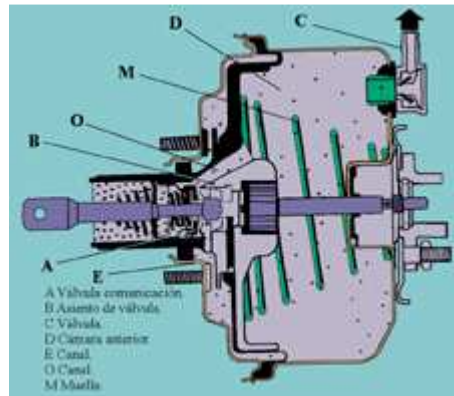


Fig. 21

### Funcionamiento (fig. 22)

#### En fase de reposo

La válvula (A) está abierta. La válvula (B) está cerrada. Las cámaras, anterior (D) y posterior (C), reciben la depresión del motor (colector admisión) y el muelle (M) empuja al pistón hacia atrás.

#### En fase activado

La válvula (A) está cerrada. La válvula (B) está abierta. La cámara posterior (C) está a la presión atmosférica y la cámara anterior (D), a la depresión del motor, por tanto, hay un desequilibrio, la presión comprime el muelle y multiplica el esfuerzo ejercido en el pedal.

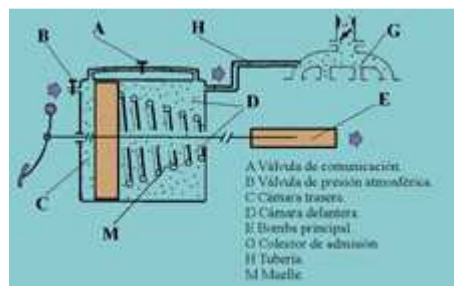


Fig. 22

- **Decelerador electrodinámico (freno eléctrico) (figs. 23 y 24)**

También denominado ralentizador o retardador. Este tipo de frenos funciona sólo cuando el motor está en funcionamiento y como complemento al freno de servicio.

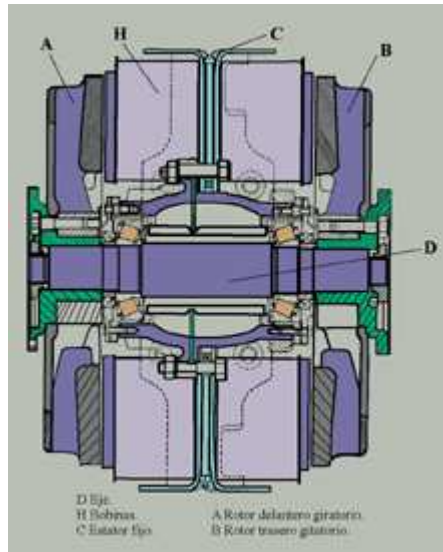


Fig. 23

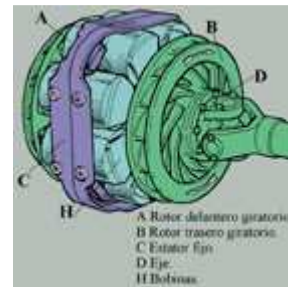


Fig. 24

### Funcionamiento

El ralentizador funciona sin guarniciones ni fricciones, gracias al principio de las corrientes de Foucault.

Dos discos de acero dulce (rotores), accionados directamente por la transmisión del vehículo, giran en el campo magnético creado por electroimanes solidarios del chasis (bobinas), y están alimentados por la instalación eléctrica del vehículo.

El ralentizador está accionado desde el puesto de conducción, mediante una palanca que actúa uniendo la batería del vehículo con los electroimanes.

Cuatro circuitos independientes de excitación permiten el establecimiento progresivo del par de frenado. Sirven, sobre todo, para frenar en largas pendientes, con objeto de descargar al freno de servicio para evitar el fenómeno de Fading. Para producir la reducción de velocidad no existe el rozamiento entre el elemento móvil y el fijo. El freno eléctrico se intercala en la transmisión del vehículo a la salida de la caja de cambio o próximo al diferencial y va sujeto al chasis del mismo. Se emplea en vehículos pesados, como tercer freno auxiliar. No es, por tanto, un freno de parada, aunque puede llegar a detener el vehículo.

- **Decelerador hidrodinámico (hidráulico) (figs. 25)**

Es un retardador que proyecta un flujo de corriente de aceite, del rotor (R) sobre el estator (E).

Tiene como misión transformar la energía cinética del aceite en térmica. El calor generado es absorbido en gran medida en el intercambiador de calor (I), que es imprescindible para el buen funcionamiento del ralentizador.

El control y mantenimiento de aceite se llevará de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

El ralentizador en su interior lleva un cárter y dos discos cóncavos con álabes enfrentados. Uno de ellos, el estator, (E) unido fijamente al bastidor y el otro es el rotor (R) unido al árbol de transmisión.

El sistema se acciona por medio de una palanca con varias posiciones o bien mediante el pedal de frenos. No existe durante el funcionamiento ningún rozamiento mecánico.

Al accionar el ralentizador se envía aceite al cárter que contiene el rotor y el estator. Al girar el rotor impulsa como una bomba el aceite hacia el estator donde se produce la absorción de energía y la reacción en el rotor produce el frenado en el sistema de transmisión.

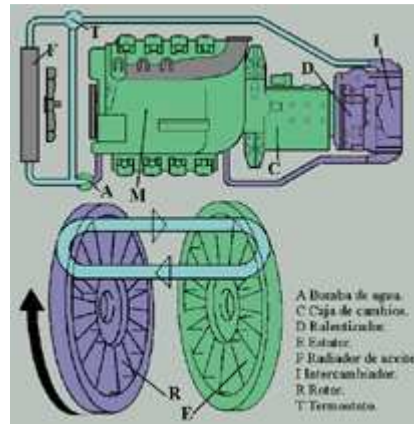


Fig. 25

- **Decelerador sobre el colector de escape (figs. 26 Y 27)**

La misión de este sistema es conseguir el efecto de frenado, al hacer funcionar el motor como un compresor, absorbiendo la energía cinética que lleva el vehículo. Su utilización es equivalente a una reducción en la caja de cambios.

Al accionar el pistón de forma gradual, la presión del aire de circuito acciona el cilindro de corte de inyección (E) y al cilindro de mando de la válvula de estrangulación (C), situada en la salida del colector de escape, reteniendo los gases de escape y realizándose el efecto compresor en el motor.



Fig. 26



Fig. 27

## Sistema de frenado de inercia

La misión del sistema de frenado de inercia es la de frenar el remolque, cuando se frena el vehículo tractor.

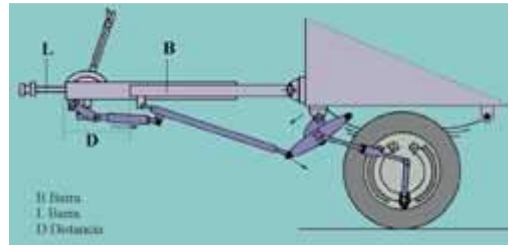
Su utilización queda reducida a caravanas o remolques ligeros.

En la **fig. 28** se representa el conjunto de brazos y palanca del sistema.

### Funcionamiento



La barra (**L**), generalmente es la propia lanza de enganche, y se encuentra conectada mecánicamente a los tambores de freno del remolque. Al tirar el vehículo tractor del remolque, la lanza separa las zapatas del tambor, y cuando éste frena, la propia inercia del remolque hace que la barra (**B**) se desplace hacia delante, acortando la distancia (**D**) y accionando las zapatas de freno obligándolas a rozar con el tambor, como indican las flechas. Cuanto más brusca sea la deceleración del vehículo tractor, más intenso será el efecto sobre la barra y consecuentemente más fuerte la frenada sobre el remolque.



## Sistema antibloqueo o de frenos ABS (fig. 29, 30 y 31)

La misión del sistema antibloqueo es la de permitir utilizar la máxima potencia de frenada en condiciones de adherencia muy críticas, regulando automáticamente la fuerza de frenado con un grado de deslizamiento admisible entre el neumático y la calzada, dando preferencia a la estabilidad y maniobrabilidad direccional respecto a la distancia de frenada.

Evitan los bloqueos de las ruedas, incluso en pistas heladas, acorta la distancia de frenado, elimina el desgaste irregular del neumático y evitan en el frenado el efecto tijera entre el vehículo de tracción y el remolque.

### Descripción

Básicamente el sistema ABS, dispone de los siguiente elementos:

- B** - Unidad electrónica de control.
- C** - Grupo modulador (electroválvula).
- D** - Cilindro de mando (sistema hidráulico o neumático).
- E** - Pedal (sistema hidráulico o neumático).
- P-S** - Captadores de revoluciones (sensor-rueda polar).

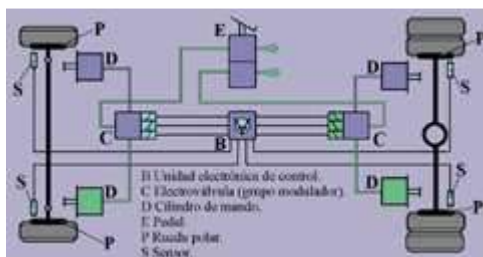


Fig. 29

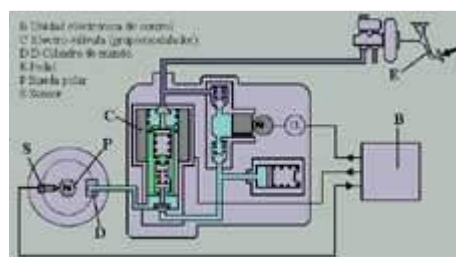


Fig. 30



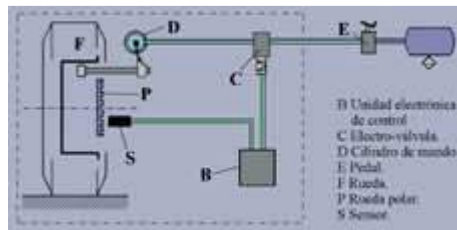


Fig. 31

### Captador de revoluciones

Lo constituye el sensor (**S**) y la rueda polar, que informa a la unidad de control de la velocidad de giro de cada rueda.

### Grupo modular

Lo constituyen las electroválvulas, principalmente, que adapta las presiones en los bombines de los frenos, en función de las órdenes recibidas por la unidad de control.

El sistema de frenado está formado por un grupo hidráulico que une a través de electroválvulas la bomba con los cilindros de los frenos.

En dispositivo de frenado neumático está formado por electroválvulas independientes.

Las electroválvulas pueden conseguir en los cilindros de los frenos:

- La reducción de presión.
- El mantenimiento de presión.
- La comunicación con los circuitos de frenado.

### Unidad electrónica de control

Debe cumplir las siguientes funciones:

- Recibe las señales de los captadores en las ruedas (sensor, rueda-polar).
- Las señales son analizadas.
- Se calculan los deslizamientos de las ruedas y las deceleraciones o aceleraciones.
- Manda las electroválvulas (modulación de las presiones de frenado).
- Efectúa el chequeo del sistema, dejándolo inoperativo total o parcialmente, en caso de avería, alertando al conductor con los testigos.

### Funcionamiento (fig. 30)

El ABS es un sistema electrónico que corrige automáticamente la potencia de frenado de cada rueda (o de un eje) en función del nivel de adherencia que encuentra.

Los impulsos eléctricos, generados por inducción en el captador de las ruedas (sensores), son transmitidos a la unidad electrónica de control, donde son evaluados constantemente.

Cuando la unidad detecta la tendencia al bloqueo de la rueda, ordena a la electroválvula que comience la modulación de presiones en los cilindros de los frenos.

Esta modulación permite obtener en la rueda un frenado eficaz, con un deslizamiento mínimo.

El testigo de funcionamiento del sistema se mantiene encendido si la velocidad del vehículo es inferior a 7 km/h. ó 15 km/h. si lleva acoplado un semirremolque, y se apagará al superar estas velocidades.

En caso de avería del sistema ABS se anula éste y el vehículo puede seguir funcionando, utilizando el sistema de mando clásico que tenga instalado.

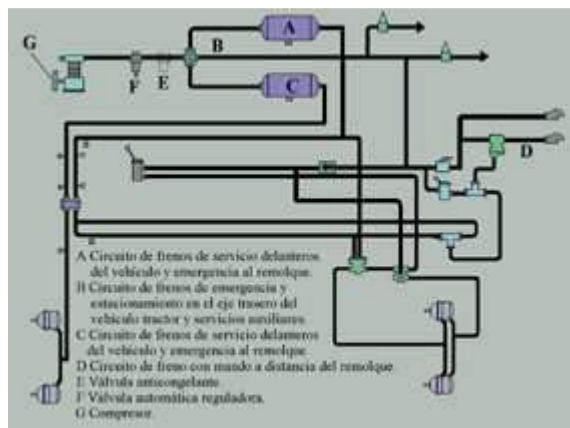
Cuando se disponga de vehículo de tracción y remolque o semirremolque, lo ideal es que ambos dispongan de ABS.

## Sistema neumático de frenos

Los sistemas neumáticos de frenos utilizan para el accionamiento el aire a presión, permitiendo obtener grandes fuerzas de frenado. El aire comprimido es generado por un compresor, que es movido por una correa que transmite el movimiento desde el cigüeñal. Se emplea en camiones y autobuses de grandes capacidades de carga, que para su frenado, deben estar dotados del sistema que puedan desarrollar frenadas potentes.

La instalación la componen los sistemas y circuitos que se describen en la **fig. 32**:

- Sistema de alimentación:
  - Suministra.
  - Regula.
  - Retiene.
  - Almacena el aire a presión.



*Fig. 32*

- - Sistema de utilización:
    - Genera las fuerzas de frenado.
  - Sistema de control:
    - Comprueba presiones de determinados circuitos.
    - Avisa de la existencia de una caída de presión en determinado momento.

La instalación de frenos de servicio y emergencia, la componen los siguientes circuitos:

- Circuito de alimentación. **(fig. 47)**.
- Circuito número 1.- Frenos de servicio delanteros del vehículo y emergencia al remolque **(fig. 48)**.
- Circuito número 2.- Frenos de servicio delantero del vehículo tractor y servicio del remolque **(fig. 49)**.
- Circuito número 3.- Frenos de emergencia y estacionamiento en el eje trasero del vehículo tractor y servicios auxiliares **(fig. 50)**.
- Circuito de freno con mando a distancia del remolque **(fig. 51)**.

- **Descripción**

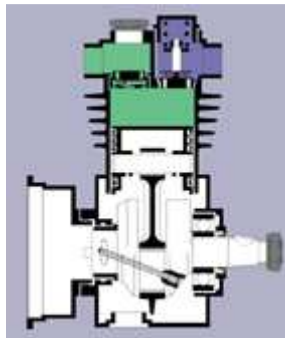
**Compresor monocilíndrico (fig. 33)***Finalidad*

El compresor se emplea para la producción de aire a presión.

*Funcionamiento*

El aire absorbido por el émbolo a través de la válvula de admisión es comprimido por el émbolo en su recorrido de avance y enviado al calderín por medio de las válvulas de escape.

La toma de aceite para engrase del compresor la efectúa el circuito de engrase del motor del vehículo.



*Fig. 33*

**Válvula automática con filtro (fig. 34)***Finalidad*

El regulador de presión, filtro de aire y válvula de seguridad, es una válvula de conmutación que trabaja automáticamente. Regula la presión indicada en el calderín de aire. Además, esta válvula, se hace cargo de la limpieza del aire producido por el compresor (partículas carbonizadas de aceite, agua, etc.)



Fig. 34

### Válvula anticongelante (fig. 35)

#### Finalidad

Alimentar con vapor de alcohol al circuito, evitando, de esta manera, que pueda congelarse el agua que existe en el mismo.

Tiene dos posiciones:

- Posición verano.
- Posición invierno.

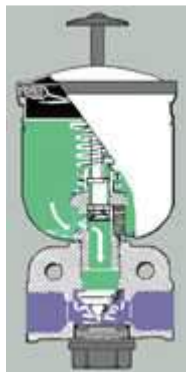


Fig. 35

### Secador de aire (fig. 36)

Instalados a continuación del regulador de presión o en combinación con éste.

Durante la fase de conexión del regulador, el aire húmedo pasa a través de un granulado que absorbe la humedad.

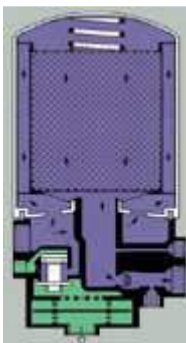


Fig. 36

### Válvula triple de protección circuito (fig. 37)

#### *Finalidad*

La válvula triple de protección de circuitos está diseñada especialmente para la protección de los circuitos dobles de freno por aire comprimido, con freno de emergencia y estacionamiento.

La válvula triple de protección de circuitos se coloca antes de los dos depósitos de aire comprimido del doble circuito de freno de servicio, distribuyendo el aire comprimido procedente del regulador de presión.

En caso de fallo de uno de los circuitos de freno, bloquea el paso del aire comprimido a este circuito, alimentando solamente el circuito intacto.



Fig. 37

### Válvula automática de la purga (fig. 38)

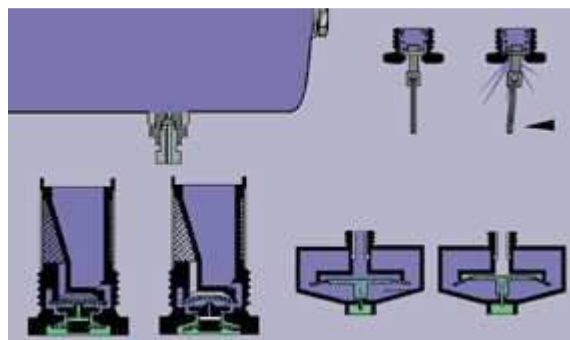
#### *Finalidad*

Purgar automáticamente el agua procedente de la condensación en los depósitos de aire comprimido.

En los circuitos de freno, el proceso de compresión provoca una condensación del vapor de agua contenido en el aire, que afecta a la seguridad y buen funcionamiento de la instalación (congelación del agua contenida en las válvulas, cámaras y aceleración de los procesos de oxidación).

Esta condensación, debida al enfriamiento del aire procedente de la compresión, es mayor en las zonas más alejada del compresor, especialmente en los depósitos donde el enfriamiento es mayor debido a la expansión de aire.

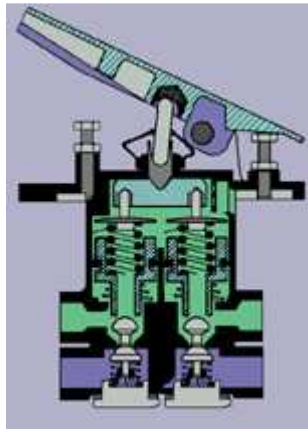
Con el fin de evacuar lo más rápidamente posible esas condensaciones, se utiliza una válvula automática de purga, en lugar del grifo manual convencional, en la parte inferior de los depósitos.



*Fig. 38***Válvula de pedal doble (fig. 39)***Finalidad*

La válvula de pedal doble es un dispositivo mediante el cual el conductor regula simultáneamente el esfuerzo de frenado sobre los ejes delanteros y traseros de un camión, y controla el sistema de frenos de un remolque o un semiremolque.

La válvula doble de freno consta de dos cuerpos concéntricos, alimentados por dos circuitos independientes y mandados por un único órgano de empuje, lo cual permite una gran progresividad y suprime las diferencias entre los esfuerzos y los tiempos de respuesta en los dos circuitos de utilización.

*Fig. 39***Válvula amplificadora de presión (fig. 40)***Finalidad*

La válvula amplificadora de presión se instala en los camiones provistos para el acoplamiento de remolques y semirremolques frenados por aire comprimido, a fin de asegurar que los vehículos remolcados frenen un instante antes que el vehículo tractor. Este efecto lo logra la válvula amplificadora de presión al mandar una señal de presión superior a la que reciben los cilindros de freno del camión.

*Fig. 40***Válvula relé (fig. 41)***Finalidad*

La válvula relé permite la carga y descarga rápida del aire de las cámaras de freno y tuberías, acortándose los tiempos de respuestas en las aplicaciones de frenado al evitarse que el aire tenga que hacer su recorrido desde la válvula de pedal.



Fig. 41

### Válvula manual de freno de estacionamiento (fig. 42)

*Finalidad*

Suministra o evacúa el aire para el control del frenado de estacionamiento y auxiliar de socorro, en determinadas situaciones.

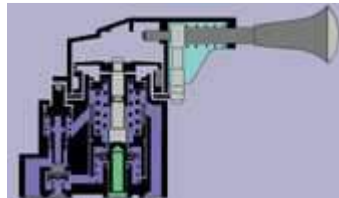


Fig. 42

### Cilindro de membrana o émbolo (fig. 43)

*Finalidad*

Transmitir las fuerzas del aire a presión a las zapatas, para el accionamiento de los frenos.

Pueden ser cilindros de membrana o émbolo, o cilindro combinado.

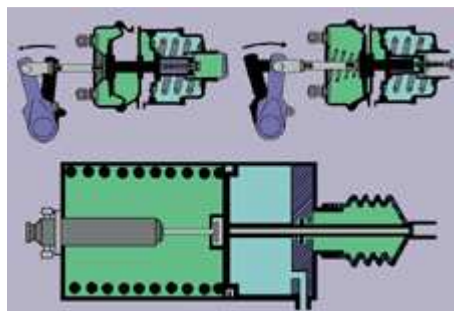


Fig. 43

### Válvula de freno remolque (fig. 44)

Es una válvula de paso de aire que, a voluntad del conductor, comunica los circuitos de freno de vehículo tractor y remolque.



Fig. 44

### Cabezales de acoplamiento (fig. 45)

La unión del camión-remolque se realiza a través de dos cabezas de acoplamiento.

Están instaladas de modo que no pueda existir equivocación en su acoplamiento. Los acoplamientos en las instalaciones de doble conducto, no son intercambiables.

Los cabezales disponen de una válvula de forma que permite el paso del aire del vehículo tractor al remolque, y no a la inversa cuando están ambos vehículos desacoplados



Fig. 45

### Elementos de control (fig. 46)

Para la lectura de las presiones en los circuitos, se indican mediante manómetros dobles, para los dos circuitos: de alimentación y freno de servicio.

El dispositivo de alarma avisa al conductor de una baja o pérdida de presión en determinados circuitos y puede ser: luminoso o acústico.



Fig. 46

### Circuito de alimentación (fig. 47)

Este circuito comprende: el compresor **(D)**, la válvula automática con filtro (reguladora) **(C)**, válvula anticongelante **(B)** (opcional) y válvula triple de protección **(A)**.



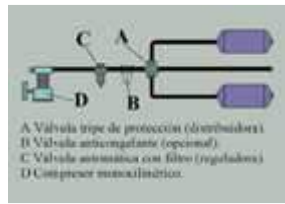


Fig. 47

La alimentación del circuito se hace por un compresor monocilíndrico, que envía el aire a través de la válvula reguladora a los calderines de servicio, pasando por la válvula distribuidora (triple de protección).

Cuando se ha llegado a la presión máxima de servicio (7'5 Kg/cm.), la válvula reguladora descarga a la atmósfera el aire que produce el compresor y no se reconexiona hasta que la presión ha bajado de 6'5. Esta válvula incorpora un mecanismo de seguridad que abre entre los 9 y 11 Kg/cm. (presión excesiva).

Circuito número 1: freno de servicio delantero del vehículo tractor y emergencia del remolque **(fig. 48)**

En este circuito se dispone de un calderín de servicio con capacidad de 40 litros, en el que va montada una válvula automática de purga, que cumple la misión de eliminar el agua condensada en el calderín **(D)**.

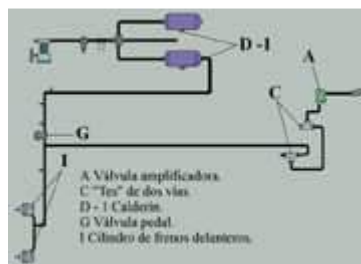


Fig. 48

Circuito número 2: freno de servicio trasero del vehículo tractor y freno de servicio del remolque **(fig. 49)**

Hay una bifurcación de alimentación a la válvula relé **(E)**, y salida de ésta a las cámaras de freno de servicio de los cilindros traseros.

En este circuito se dispone de otro calderín de servicio, en el que va montada una válvula automática de purga.

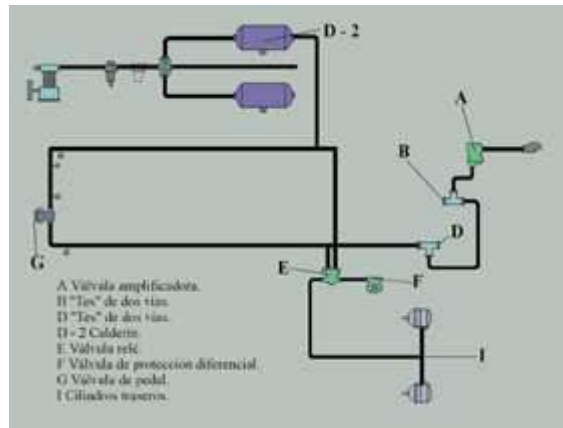


Fig. 49

Circuito número 3: frenos de emergencia y estacionamiento en el eje trasero del vehículo tractor y servicios auxiliares (fig. 50)

En este circuito todas las canalizaciones hasta la válvula de mando se encuentran constantemente bajo presión. Dispone de:

- Dos válvulas de rebose (**B**). Una para toma de servicios auxiliares y otra para toma de los accionamientos de caja de cambios.  
La misión principal de estas válvulas es que, en caso de avería de los circuitos auxiliares, se conservaría en los calderines de servicio una presión máxima igual al tarado de las mismas, presión más que suficiente para varias frenadas normales del vehículo.
- Por lo tanto se comprende que son válvulas de seguridad en la instalación de frenos.
- Una válvula de mando (**H**) (tipo todo o nada). Se monta en todos los vehículos que tengan frenos de cilindros por actuador con emergencia y estacionamiento.  
Su misión es frenar o desfrenar el vehículo.
- Una válvula de retención (**I**) (antirretorno). La misión principal de esta válvula es independizar los circuitos de la válvula de mando y de protección de los demás.
- Llave de paso (**D**), al cerrar ésta, se independiza el circuito de presión constante del vehículo tractor, con el calderín de servicio del remolque.

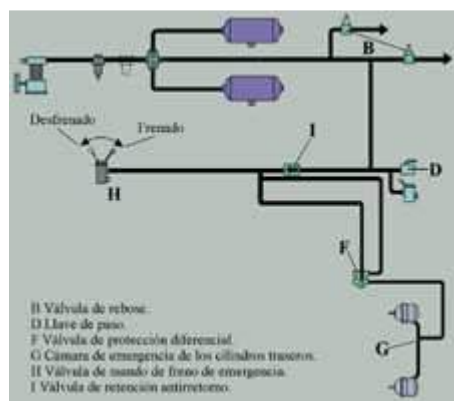


Fig. 50

### Circuito de freno con mando a distancia del remolque (fig. 51)

- Válvula mando (B) (freno remolque). Es del tipo progresivo; dependiendo del ángulo girado por la palanca transmite mayor o menor presión. Sirve para dejar frenado el remolque (sin desenganchar del tractor) en estacionamiento o bien para, en marcha, frenar exclusivamente con el remolque, mejorando así la estabilidad direccional del conjunto tractor-remolque.

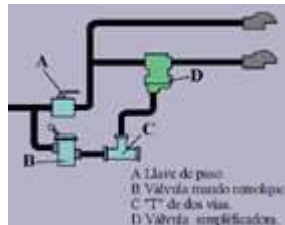


Fig. 51

### Sistema hidroneumático (fig. 52)

Se emplea en vehículos ligeros industriales. Se instala en vehículos con circuito de aire a presión que se combina con un circuito hidráulico.

En este caso el aire comprimido sirve de asistencia o ayuda al conductor cuando acciona los frenos.

Se disponen de distintos circuitos:

- Mando neumático para instalación hidráulica de los frenos delanteros y traseros.
- Mando neumático para la instalación hidráulica de los frenos delanteros.

Al accionar el pedal de frenos, la válvula doble dosifica el aire a presión a la cámara o cámaras neumáticas (dependiendo del sistema), produciendo el accionamiento de los cilindros principales hidráulicos, que transmitirán su presión hidráulica hasta los cilindros de ruedas.

### Mantenimiento

Como norma general se deben seguir las instrucciones dadas por el fabricante.

Se debe comprobar:

- El nivel de líquidos de frenos.
- El estado general de las canalizaciones.
- Fugas de líquido en la bomba principal, servo o bombines.
- La eficacia de la bomba principal.
- La eficacia del servo-freno.
- El estado de las pastillas y zapatas.
- Las superficies de los discos o tambores.

En los sistemas neumáticos:

- Fugas de aire.
- Agua en los calderines.

- Depósito anticongelante.
- Filtro de aire.
- Filtro de secado.
- Tensado de la correa y nivel de aceite en el compresor.
- Acoplamiento para el remolque.

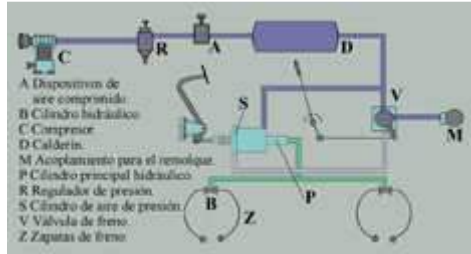


Fig. 52

## 16. RUEDAS Y NEUMÁTICOS

### Introducción

La rueda es un elemento del automóvil que está en contacto directo con el pavimento.

Su misión, además de soportar el peso del automóvil, es transmitir la potencia procedente de la transmisión al objeto de desplazar el vehículo, y asegurar la dirección y la adherencia en los momentos de aceleración y deceleración.

Las ruedas deben poseer la suficiente resistencia para soportar el peso del vehículo, transmitir los esfuerzos propulsores y de frenado y oponerse a los esfuerzos laterales, en una amplia gama de velocidades y condiciones de terreno.

Además debe cumplir con otra serie de características para poder cumplir sus funciones:

- Resistencia para sostener el peso del vehículo.
- Resistencia para no deslizarse en los momentos de las frenadas.
- Capacidad para absorber y amortiguar en gran parte (un 10%) las irregularidades del terreno.
- Resistencia al desgaste.
- Facilidad para disipar el calor producido durante la frenada y como consecuencia de su adherencia.
- Ligeras en peso, reduciendo los efectos de inercia y el peso no suspendido.
- Resistencia transversal para los efectos de deriva.
- Estética y facilidad para su montaje y desmontaje de su acoplamiento.

### Elementos de la rueda

El conjunto de la rueda la componen dos elementos bien diferenciados (**fig. 1**); la parte metálica (**D**), el neumático (**N**).



Fig. 1

- **Parte metálica**

Los elementos metálicos lo forman:

- Llanta.
- Disco.
- Cubo (en las ruedas de alambres o radios).

**Llanta (fig. 2)**



*Fig. 2*

Es la parte metálica de la rueda que, mediante un perfil adecuado, soporta el neumático y permite la unión del mismo al buje del vehículo a través del disco o piezas de acoplamiento.

La característica principal de las llantas es su perfil, que es de sección transversal. En él es fundamental considerar:

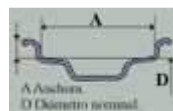
- Pestaña (**P**). Es la superficie donde se apoya lateralmente el talón de la cubierta.
- Asiento de talón (**A**). Es la superficie de la llanta sobre la que se apoyan los talones de la cubierta.
- Base (**B**). Corresponde a la superficie de la llanta comprendida entre ambos asientos de talón.
- Orificio para salida de válvula (**O**). La llanta presenta un taladro que permite el montaje de la válvula por donde sobresale.

Normalmente la llanta con el disco, forman una sola unidad y se une de diferentes formas (**fig. 6**).

*Tipos de llantas*

- De base honda.
- Desmontables: semihonda o planas.

*Terminología dimensional de las llantas (fig. 3)*

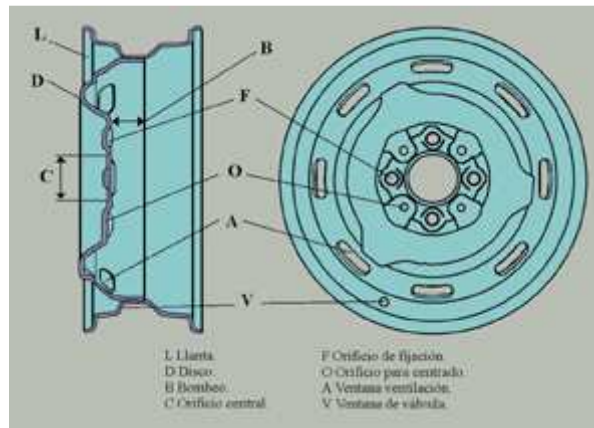


*Fig. 3*

- Anchura (A)  
Se mide en pulgadas. Es la cota del perfil, comprendido entre los dos vértices, formados por los asientos de talón y las pestañas.
- Diámetro nominal (D)  
Se mide en pulgadas. Es el que corresponde a la diferencia de los asientos de talón, medida teóricamente, en cualquiera de

los vértices antes citados.  
Las llantas se definen por su perfil y su diámetro.

**Disco (fig. 4)**



*Fig. 4*

En la rueda de disco se pueden destacar, fundamentalmente, las siguientes zonas funcionales:

- Superficie de apoyo: es la superficie plana del disco que debe acoplarse sobre la correspondiente del buje del vehículo.
- Agujeros de fijación: son aquellos que permiten el paso de los pernos de fijación.
- Agujero central (para la ruedas que lo posean): es el agujero practicado en el centro del disco que permite salvar el cubo del buje.
- Ventana de válvula: es la abertura practicada en el disco para dar acceso a la válvula de inflado, cuando es necesario. Ciertas llantas disponen de dos ventanas diametralmente opuestas, lo que facilita el equilibrado de la rueda, a la vez que prevé un doble acceso para el montaje en gemelo.
- Ventanas de ventilación: son aquellas practicadas en el disco para facilitar la refrigeración de los tambores o discos de freno.

Los tipos de ruedas que se fabrican en la actualidad son de:

- Ruedas de disco de acero estampado. Son rígidas, resistentes a los golpes y relativamente ligeras así como fáciles de producir en grandes cantidades. Son las que más se emplean en la actualidad.
- Ruedas de disco de aleación ligera. Los agujeros para el paso de los espárragos de fijación, presentan un asiento cónico para el correcto centrado de la rueda.

Pueden ser de distintos tipos (**fig. 5**):

**A** - Convencionales. **B** - Sin ventanas. **C** - Anular.

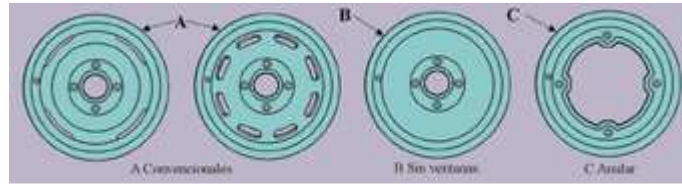


Fig. 5

Tipos de unión entre disco y llanta

La unión entre el disco y la llanta puede ser (fig. 6):

- A - Por soldadura de arco.
- B - Por remaches.
- C - Por soldaduras por puntos.
- D - Por embuticiones.

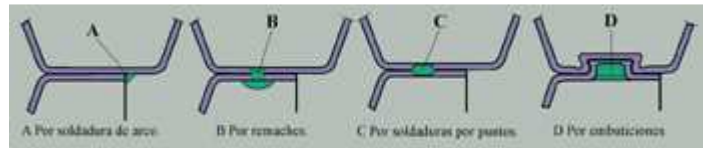


Fig. 6

### Ruedas de aleación ligera (fig. 7)

Por presentar un menor peso, en comparación con el acero, las aleaciones de aluminio y magnesio, permiten mayores espesores con lo cual aumenta la rigidez, y la distribución de tensiones tiene lugar sobre su zona más amplia.

En este tipo de ruedas, la llanta puede ser más ancha, permitiendo el montaje de neumáticos de gran sección.

Debido a que dicho material es buen conductor del calor, la refrigeración de los frenos y de los neumáticos es mejor que en las ruedas de acero. Sin embargo son muy sensibles a las corrosiones de tipo salino y electrolito.



Fig. 7

### Ruedas con radios de acero (fig. 8)

Son ruedas muy ligeras a la vez que de gran fortaleza. Su empleo está prácticamente restringido a ciertos vehículos deportivos o de competición.



Todos los esfuerzos a que están sometidas las ruedas se transmiten desde la llanta al cubo a través de sus radios cuya resistencia a la tracción es mucho mayor que a la compresión. Debido a la poca resistencia que ofrecen a la flexibilidad, los radios por separado deben entrelazarse con el fin de conseguir la resistencia adecuada.

Debido a que los radios se fijan a la llanta de la rueda mediante tuercas, y no se consigue con ello una estanqueidad correcta, no pueden montarse en ellas neumáticos sin cámara.

Su coste de fabricación es muy elevado. La rueda se acopla en el eje a través de las estrías de la mangueta y del cubo de la rueda, mediante una palomilla.



Fig. 8

- **Parte neumática (fig. 9)**

Es la parte que se monta sobre la llanta. Está en contacto directo con el suelo. Se trata de un anillo de caucho relleno de aire que, además de proporcionar la adherencia necesaria con el pavimento, sirve de amortiguador de las irregularidades de éste.

Se compone de tres elementos principales:

- La cámara (**T**), que tiene forma cilíndrica, es de caucho blando, hinchable y que se interpone entre la llanta y la parte exterior (cubierta).
- La cubierta (**C**), que es la parte exterior, a la que dedicaremos a continuación un estudio más detallado.
- El protector (**P**), que se sitúa entre la llanta y la cámara. No lo llevan todas las ruedas.

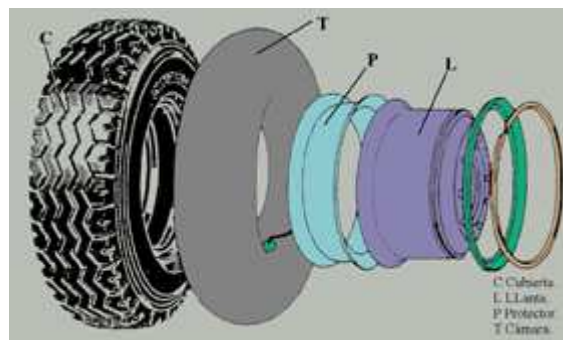


Fig. 9

**Neumáticos con cámara (fig. 9)**

Son los que la llanta y la cubierta forman un conjunto con la cámara, asegurando ésta la estanqueidad. La cámara lleva incorporada la válvula. Se les denomina tube-type.

Esta llanta no admite un neumático sin cámara. El protector no permite que la cámara entre en contacto con la llanta.

### Neumáticos sin cámara (fig. 10)

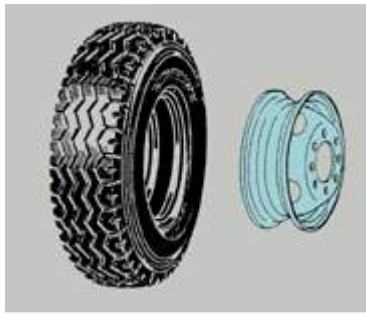


Fig. 10

En la actualidad se utilizan los neumáticos sin cámara, en los que se suprime este elemento debido a la mayor estanqueidad que ofrecen, permaneciendo el aire entre la cubierta y la llanta. Se les denomina tubeless.

La principal ventaja de los neumáticos sin cámara es que ante un pinchazo el aire se pierde con cierta lentitud, lo que permite circular durante algunos kilómetros, mientras, en los equipados con cámara el aire se pierde de manera instantánea. Otras ventajas son: disminución del riesgo de reventón, no hay oxidación en el interior de la llanta, no se forman bolsas de aire entre la cámara y la cubierta y el peso reducido del conjunto.

Tiene el inconveniente de la estanqueidad, ya que cualquier deformación de la llanta permite la pérdida de aire.

El cierre estanco se consigue por medio de una capa de goma muy impermeable al aire que lleva adherencia interiormente a la cubierta.

La cubierta tiene que ir montada sobre una llanta especial. Lleva una válvula apropiada, montada en un orificio practicado en la misma.

### Cubiertas

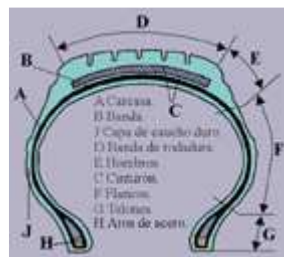


Fig. 11

La estructura de la cubierta y los elementos que lo componen son semejantes en todas ellas.

Están formadas por las partes que se indican en la **fig. 11**.

#### Carcasa

Es la parte del neumático que a su estructura le da flexibilidad y resistencia, y aguanta los esfuerzos. Está formada por capas superpuestas de tejidos con cuerdas engomadas y cruzadas entre sí para dar resistencia al conjunto.

#### Cinturón o capas de rodadura

Se monta entre la banda de rodadura y la carcasa y tiene por finalidad que el neumático no se deforme, excesivamente, por la zona de rodadura.

#### *Banda de rodadura*

Es la zona de contacto entre el terreno y el vehículo, siendo la zona de mayor desgaste de la rueda. Está formada por una gruesa capa de goma, en la que se practica la escultura del neumático, que permite tanto el agarre del vehículo como la evacuación de agua por ellos.

#### *Hombros*

Son los extremos laterales donde termina la banda de rodadura. Es donde se genera la mayor temperatura del neumático.

#### *Flancos*

Son los costados laterales de la cubierta. Están sometidos a constantes esfuerzos (flexión y carga). Son los que se deforman, debido a las irregularidades del terreno.

#### *Talones*

Son la zona de unión de la cubierta a la llanta. En ellos se alojan los aros de acero, generalmente, que aseguran la fijación a la llanta.

#### *Capa de caucho duro*

Cualquiera que sea el tipo de cubierta, va recubierta interiormente por una capa de caucho duro vulcanizado.

### **Tipos de cubiertas**

Según la arquitectura o disposición de las capas o lonas que forman la carcasa de la cubierta, o la utilización o no de cinturón. Se fabrican en la actualidad tres tipos de carcاسas, que le dan las siguientes denominaciones a la cubierta:

- Cubiertas diagonales o convencionales.
- Cubiertas diagonales cinturadas.
- Cubiertas radiales .

#### *Cubiertas diagonales o convencionales (fig. 12)*



*Fig. 12*

La carcasa está compuesta de varias lonas que se cruzan entre sí, de talón a talón, y está formada por capas de cuerdas textiles o hilos de acero, que forman un ángulo de 30° a 40° con respecto al eje de la circunferencia de la cubierta, y entre capas ángulos de 60° a 90°.

Una de las características más importantes son los ángulos que forma los hilos, pues determinan su resistencia, estabilidad direccional e incomodidad en la conducción.

Inconvenientes. Al rodar se produce:

- Una deformación de la superficie de contacto con el pavimento.
- Un desgaste más rápido por calentamiento.
- Una menor adherencia.
- Consumo de combustible más elevado.

En la actualidad casi no se utilizan.

#### *Cubierta diagonal cinturada*

También se denomina cubierta reforzada. Combina la estructura de la cubierta diagonal con unas fajas o cinturón, que hace mejorar sus características. En la actualidad no es muy extendido su uso.

#### *Cubierta radial (fig. 13)*



*Fig. 13*

En esta cubierta, la carcasa o armazón, está formada por varias capas de hilos textiles o de acero que van dirigidos en sentido del radio de un talón a otro, formando con el eje de la circunferencia de la cubierta un ángulo de 90°.

Entre la banda de rodadura y la carcasa se colocan varias capas que forman el cinturón. Las cuerdas que forman el cinturón forman un ángulo, aproximadamente de 20°, con el eje de rodadura. Esta cintura estabiliza la cima o parte superior de la carcasa.

Ventajas:

- Se reducen las deformaciones de la superficie de contacto con el pavimento.
- No existe desplazamiento entre las lonas de la carcasa.
- Aumento del rendimiento kilométrico.
- Mejora de la adherencia.
- Mejor estabilidad.
- Disminución del consumo de combustible.
- Aumento de confort, debido a su gran flexibilidad.
- Disminución de calentamiento y desgaste del neumático.

#### **Materiales de las cubiertas**

Los principales materiales empleado en su fabricación son:

- El caucho natural o sintético. El natural se obtiene de la coagulación del látex; el sintético es un producto obtenido de los hidrocarburos.
- El negro de humo, para conseguir:
  - El característico color negro.
  - Mayor resistencia a la presión.

- Mayor elasticidad.
- El azufre, para facilitar el vulcanizado.
- Los cables, fabricados a base de rayón, poliéster, fibra de vidrio y acero.

## • Elección del neumático

Si consideramos las funciones del neumático en el vehículo, que se dan simultáneamente y, que son:

- Soportar la carga.
- Transmitir el esfuerzo motor.
- Dirigir el vehículo.
- Participar en la estabilidad.
- Participar en la suspensión.
- Participar en la frenada y por otra parte su aplicación a distintos terrenos y épocas del año; el neumático ideal es muy difícil conseguirlo, podemos decir que no existe.

Debemos elegir el tipo ideal de estructura, escultura, llanta y presiones en función de:

- El vehículo.
- La utilización.
- La velocidad.
- Época de rodaje.

Por todo esto, los fabricantes hacen una gama de productos, según las condiciones de utilización, para conseguir:

- La adherencia del neumático.
- La estabilidad direccional.
- El confort de la marcha.
- El desgaste del neumático lento y homogéneo.
- La resistencia a la rodadura.
- Buen drenaje y poco ruidosa.

Los fabricantes, en sus catálogos, recomiendan el tipo de neumático que mejor se debe utilizar en función de todas las circunstancias y factores que en cada caso específico intervienen.

## Tipos de montaje de las ruedas

Según su montaje, se dividen en dos grupos:

- Simples. Cuando se monta una rueda en cada extremo del eje de giro. Suele ser el empleado en el eje delantero de los camiones.
- Gemelas. Cuando se montan dos ruedas en cada extremo del eje de giro. Es el tipo de montaje que se suele emplear en el eje trasero de los camiones y autobuses, soportando, aproximadamente, el doble de carga que el eje delantero.

Los neumáticos que se emparejen deben de cumplir los siguientes requisitos:

- Ser de la misma dimensión
- Inflados a la misma presión.

- A ser posible: de la misma marca, tipo y tener el mismo grado de desgaste.
- Tener una tolerancia máxima de emparejamiento en los ejes de 0'5%.
- Colocarse, siempre, la rueda de mayor diámetro en el exterior del emparejamiento.

## La válvula

La válvula es el elemento del neumático que permite el llenado de aire, su control o retención y el vaciado.

Su montaje puede ser:

- En neumáticos con cámaras.
- En neumáticos sin cámaras.

La **fig. 14** representa la disposición de la válvula en la cámara y su montaje.

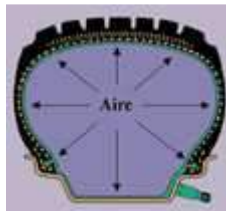


Fig. 14

La **fig. 15** representa la válvula que va montada en la cámara.

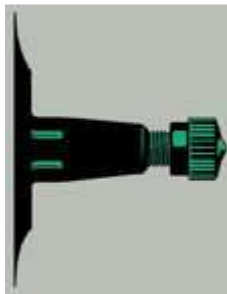


Fig. 15

La **fig. 16** representa la disposición y colocación en la llanta de la válvula, en un neumático sin cámara.

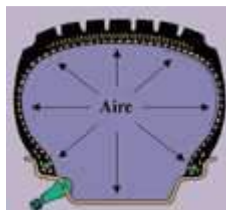


Fig. 16

La **fig. 17** representa la válvula que va montada en la llanta, cuando no lleva cámara.



Fig. 17

## Neumáticos especiales

Estos neumáticos han requerido un diseño en su fabricación especial con la finalidad de conseguir mayores velocidades y un aumento en la seguridad.

- **Neumáticos con cámara múltiple de aire (Kleber) (fig. 18)**

La estructura de este neumático es radial y carece de la cámara de aire normal, que en este caso, está dividida en tres compartimentos y cada uno con su correspondiente válvula.

Es adaptable a todo tipo de llantas comerciales. No es necesario la rueda de repuesto, manteniendo la estabilidad en caso de un pinchazo.

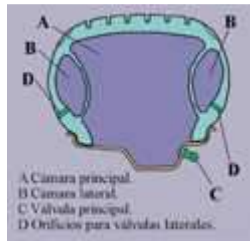


Fig. 18

- **Neumático Denobo**

Este neumático no lleva cámara. La banda de rodadura es ancha y los flancos estrechos. En condiciones normales resulta más eficaz que un neumático radial.

En caso de un pinchazo, cuando empieza a desinflarse, se sella automáticamente el pinchazo por medio de un líquido que lleva interiormente, evitando el recalentamiento del neumático. En este caso se puede hacer un recorrido de 160 Km. a una velocidad de 80 Km./h.

- **Neumático Drop Center (fig. 19)**

El neumático Drop Center es un neumático sin cámara y su utilización es para camiones y autobuses.

Está mejor refrigerado que los neumáticos clásicos, al tener una superficie ligeramente superior a los mismos.



Fig. 19

- **Neumático Súper Single (fig. 20)**

Este neumático es de tipo sin cámara. Su relación de forma está entre 50 y 70.

Reemplaza en algunos casos, a las ruedas gemelas debido a su:

- Sencillez.
- Buen reparto de carga.
- Menor peso.
- Menor resistencia a la rodadura.

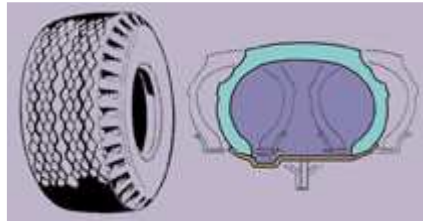


Fig. 20

## Homologación

Todos los neumáticos deben, para su fabricación, cumplir las especificaciones y las normas que se indican en el Reglamento de Homologación para Neumáticos N° 30 y N° 54.

Ejemplo: la marca de homologación E 9 - 002430, indica que el neumático considerado ha sido homologado en España con el número 002430.

## Nomenclatura

En el Reglamento de Homologación se relacionan los datos que corresponden a la identificación del neumático. Estos datos deben ir impresos en los flancos del neumático y responden a las características concretas del neumático.

En la **fig. 21** se describen las cifras, letras y signos del marcaje de una cubierta para turismo Michelin.

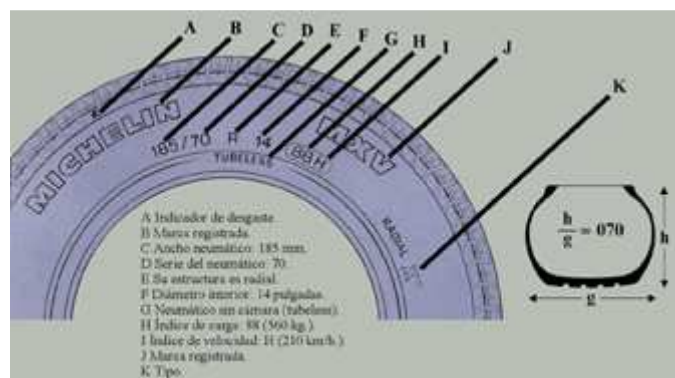


Fig. 21

**A** - "Bib" señala el emplazamiento del indicador de desgaste.

**B** - La marca registrada.



**C** - Ancho del neumático: 185 mm.

**D** - Serie del neumático: 70. La cifra 70 indica que la altura de la cubierta  $h$  es aproximadamente igual al 70% de su ancho  $g$ . Es decir que:  $h = 0'7$

**E** - Su estructura es radial  $g$

**F** - Diámetro interior: 14 pulgadas (corresponde al diámetro de la llanta).

**G** - Neumático sin cámara (Tubeless).

**H** - Índice de carga: 88 (560 Kg).

**I** - Índice de velocidad.

**J** - Marca registrada.

**K** - Tipo.

- **Marcajes de las cubiertas de camión**

Ejemplo: 315 / 80 R 22.5 154 / 149 L REGROVABLE - Tubeless

Lleva marcado en la anotación 154 / 149 que significa las cargas.

154 (Índice para montaje simple)

Cargas 149 (Índice para montaje gemelo)

La anotación **regrovable** significa que este neumático está previsto para ser reesculturada la banda de rodadura, cuando ésta se ha desgastado.

- **Estructura**

- Si la cubierta es radial, figura una R.
- Si la cubierta es diagonal cinturada, aparece un Biasbel Ted.
- Si la cubierta es diagonal, no figura signo.

- **Condiciones de utilización**

Índice de velocidad: representa la velocidad máxima recomendada para el vehículo. Hay muchos índices, entre los que se pueden destacar **S** (hasta 180 Km/h), **H** (entre 180 y 210 Km/h) y **V** (más de 210 Km/h).

Índice de carga o tabla de índice de cargas: representa un índice, que está tabulado. En esta tabla nos refleja el número de kilos que le corresponde a cada neumático (Ej: índice 88, corresponde a 560 Kg).

Utilización en nieve: figura un signo S.M o S+M. (Recordemos que la **S** significa snow = nieve en inglés).

- **Con o sin cámara**

- Si el neumático lleva cámara, no figura ningún símbolo.
- Si el neumático no lleva cámara, figura la palabra tubeless.

- **Fecha de fabricación**

En un recuadro figuran 3 ó 4 dígitos. Los dos primeros indican la semana del año en que se fabricó y el último o dos últimos dígitos, la década en que se fabricó.

- **Indicador de desgaste (fig. 22)**

Por motivos de seguridad, no esperar a que los neumáticos estén lisos para reemplazarlos. Los neumáticos tiene indicadores de desgaste, que se manifiestan por la aparición de bandas transversales lisas cuando la profundidad del dibujo ha quedado reducida a 1'6 mm.

Este dispositivo tiene como finalidad llamar la atención sobre el desgaste del neumático y poder vigilar así su progresión.

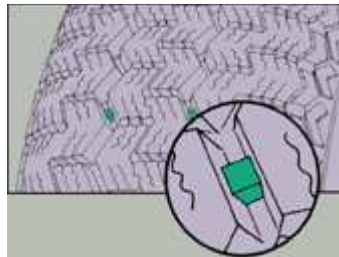


Fig. 22

- **Tabla de índices de cargas (fig. 23)**

Índice de carga	Carga por cub. (Kg)	Índice de carga	Carga por cub. (Kg)	Índice de carga	Carga por cub. (Kg)	Índice de carga	Carga por cub. (Kg)	Índice de carga	Carga por cub. Kg	Índice de velocidad	Velocidad (km/h)
62	265	74	375	86	530	98	750	110	1060	K	110
63	272	75	387	87	545	99	775	111	1090	L	120
64	290	76	400	88	560	100	800	112	1120	M	130
65	300	77	412	89	580	101	825	113	1150	N	140
66	307	78	425	90	600	102	850	114	1180	P	150
67	315	79	437	91	615	103	875	115	1215	Q	160
68	325	80	450	92	630	104	900	116	1250	R	170
69	335	81	462	93	650	105	925	117	1285	S	180
70	345	82	475	94	670	106	950	118	1320	T	190
71	355	83	487	95	690	107	975	119	1350	U	200
72	364	84	500	96	710	108	1000	120	1400	H	210
73	365	85	515	97	730	109	1030	121	1450	V	210

Fig. 23

## Recauchutado

Consiste en sustituir la goma de la banda de rodadura, el conjunto de lonas de la cintura o parte de ella.

Sólo se pueden recauchutar aquellos neumáticos que tengan la carcasa en buen estado.

Son reparaciones que no siempre son aconsejables realizar.

## Empleo de cadenas

Cuando las condiciones atmosféricas provocan la aparición de nieve o hielo en el asfalto, la adherencia de los neumáticos se reduce notablemente, lo que provoca una limitación importante en la capacidad de tracción. En estas condiciones, para garantizar la motricidad, se colocan las cadenas que cubren la circunferencia de la cubierta transversalmente al sentido de giro de la misma y a unas distancias regulares. Eso permite que la cadena "muerda" sobre la nieve y el hielo, proporcionando suficiente motricidad para el avance.

Las cadenas deben colocarse siempre en el eje motriz, es decir; en el delantero, en los vehículos con tracción delantera y en el trasero en los de propulsión trasera, debido a las grandes exigencias que provocan en la banda de rodadura. La velocidad del vehículo debe ser moderada y en el momento en que la capa de hielo o nieve desaparezca, deben retirarse.

Si las condiciones no son demasiado extremas, una buena alternativa a las cadenas son los denominados neumáticos de invierno. Su principal característica está en la banda de rodadura, que dispone de una serie de laminillas móviles de goma que se clavan en la nieve unos milímetros y permiten una mayor capacidad de adherencia longitudinal. Cuando se circula en firme seco, por su propia configuración, las laminillas se afilan debido a un desgaste calculado por el fabricante y que las deja preparadas para su próxima utilización en nieve. El inconveniente de estos neumáticos es su mayor desgaste y su menor capacidad para circular a alta velocidad, por lo que su uso debe limitarse a la estación invernal.

Otro tipo de neumático dispone en la banda de rodadura de unos clavos de acero, con las puntas redondeadas, sobresaliendo en la cubierta unos 2 mm.

## Principales factores que influyen en la seguridad y en el rendimiento de los neumáticos

Los neumáticos tienen una determinada capacidad de carga. Como norma general no deben ser sobrepasadas.

Un neumático sobrecargado en un 20%, pierde un 30%, aproximadamente, de su rendimiento.

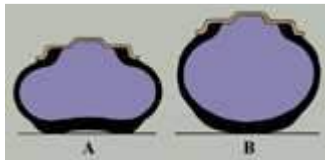


Fig. 24

- **Bajo inflado (fig. 24 - A)**

El rodaje con bajo inflado es la causa de la mayor parte de los deterioros del neumático: desgastes anormales, deformaciones, calentamientos, etc.

Un bajo inflado del 20%, provoca una reducción en el rendimiento del 30%, aproximadamente.

- **Sobre inflado (fig. 24 - B)**

Una presión excesiva disminuye la adherencia, favorece el patinaje y los riesgos de cortes, y provoca una fatiga excesiva de la carcasa del neumático.

- **Temperatura ambiente**

El desgaste de los neumáticos depende también, en gran medida, de la temperatura ambiente durante el rodaje.

- **Velocidad de rodaje**

Influye considerablemente en la rapidez del desgaste de los neumáticos.

Un neumático se desgasta dos veces más rápidamente a 120 Km./h. que a 70 Km./h.

- **Choques (fig. 25)**

Los choques contra los bordillos de las aceras, el paso a gran velocidad sobre baches, piedras u otros obstáculos, pueden causar daños en el neumático, aunque sus consecuencias no aparezcan siempre en el momento.



*Fig. 25*

- **Estilo de conducción**

Una conducción deportiva por carreteras sinuosas, con fuertes aceleraciones y frecuentes frenazos, origina tensiones que disminuyen considerablemente y de forma muy variable el rendimiento de los neumáticos.

A título orientativo se puede afirmar que, generalmente, si un tipo de rodaje origina un mayor consumo de carburante o un desgaste más rápido de los frenos, al mismo tiempo ocasiona también un mayor consumo de neumáticos.

- **Inflado y verificación de las presiones**

- Seguridad.
- Ahorro de combustible.
- Duración de las cubiertas.
- Confort

Inflado correcto

La presión de inflado debe ser comprobada regularmente.

- **Verificar la presión cuando los neumáticos estén fríos**

En un turismo se entiende por neumático frío aquel que no haya rodado una hora antes por lo menos, o haya rodado 2 ó 3 Km. a velocidad reducida.

En camiones ligeros se entiende por neumático frío cuando no haya rodado desde hace horas.

Es normal que la presión aumente en el transcurso del rodaje.

Si precisara verificar las presiones después de un cierto recorrido (neumáticos calientes), tener en cuenta que, para que sean correctas, deben ser superiores en 0'3 Kg./cm. a las recomendadas en frío.

Más tarde, cuando le sea posible, es preciso poner las presiones adecuadas con los neumáticos fríos.

- **No desinflar jamás los neumáticos calientes**

No olvidar inflar correctamente la rueda de repuesto.

- **Vigilancia de los neumáticos durante el rodaje**

Unos neumáticos bien cuidados dan seguridad y un buen rendimiento kilométrico.

- **Vigilancia del estado de las cubiertas y las ruedas**

El estado de los neumáticos debe ser verificado regularmente:

- Los cortes, grietas, desgarros, lonas aparentes, etc., en la banda de rodamiento o en el flanco, pueden hacer necesario reemplazarlos o repararlos.
- Verificar igualmente el estado de las ruedas y de las válvulas, especialmente en los montajes sin cámara.

- **Vigilancia de la forma de desgaste de las cubiertas (fig. 26)**

Los desgastes, anormalmente rápidos o irregulares, indican un uso anormal del neumático o un desajuste mecánico. Por ejemplo:

- Un desajuste del paralelismo en las ruedas del eje delantero o en ciertos casos en el trasero, ocasiona desgastes anormales y rápidos.
- Las holguras demasiado importantes de rodamientos o de dirección, provocan desgastes irregulares.
- Los frenos mal regulados pueden ocasionar desgastes localizados o crecientes de un punto a otro de la banda de rodamiento.



*Fig. 26*



*Fig. 27*

Una caída positiva o negativa exagerada (**fig. 27**), puede provocar un desgaste que afecte sólo a una parte de la banda de rodamiento.

## Mantenimiento de las ruedas

La llanta debe mantenerse siempre bien equilibrada. Esto se realiza mediante la colocación por la parte exterior o interior, según proceda, de unos contrapesos de plomo que evitan las vibraciones producidas por la diferencia de masa a lo largo del perímetro.

Hay que poner especial cuidado en la limpieza después de circular por caminos embarrados, pues los pegotes de barro adheridos a la llanta pueden desequilibrar la llanta y producir vibraciones fuertes. También hay que tomar las debidas precauciones al aparcar, evitando rozar las llantas con los bordillos, lo que podría desprender los contrapesos de equilibrado.

Por lo que se refiere a los neumáticos, los principales cuidados deben centrarse en las presiones de inflado, tomando como base las recomendadas por el fabricante y adecuándolas a la carga. Nunca poner presiones distintas en los neumáticos montados en el mismo eje.

También hay que poner atención a la profundidad del dibujo, recordando que ésta no debe ser inferior a 1'6 mm. en toda su superficie.

Cuando el desgaste se produce en los dos laterales de la banda de rodadura, la causa es una presión insuficiente. Si por el contrario se produce en la zona central, se debe a una presión excesiva.

Para cambiar los neumáticos, se deberá:

- Poner los neumáticos en mejor estado, o nuevos, en el eje trasero.
- En el cambio de posición entre ruedas, no variar el lado. Cambiar delante/detrás sin cruzar derecha/izquierda. En caso de pinchazo o reventón, el conductor siempre puede intentar dominar el vehículo mediante la dirección. Por ello es preferible llevar las mejores ruedas detrás, para intentar reducir las posibilidades de daño en el eje sobre el que no podemos actuar directamente.

## 17. CONJUNTO DE VEHÍCULOS

### Conjunto de vehículos o tren de carretera

Grupo de vehículos acoplados que participan en la circulación como una unidad. **(fig. 1).**



Fig. 1

### Camión

Automóvil concebido y construido para el transporte de cosas. Se excluye de esta definición la motocicleta de tres ruedas, concebida y construida para el transporte de cosas, cuya tara no exceda de 400 kilogramos. **(fig. 2).**



Fig. 2

### Remolque

Vehículo concebido y construido para circular arrastrado por un vehículo de motor. **(fig. 3).**



Fig. 3

Sus elementos principales son:

- El bastidor.
- El sistema de suspensión.
- El sistema de frenos y conexiones.
- Los ejes.
- Las ruedas.
- El sistema eléctrico y conexiones.

### Acoplamiento camión-remolque

- **Misión**

El mecanismo de acoplamiento de remolque tiene la función de unir el vehículo tractor y el remolque, asegurando la conexión y la dirección entre ambos vehículos y de forma progresiva y amortiguada.

- **Descripción y funcionamiento**

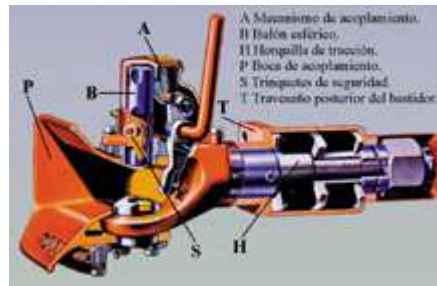


Fig. 4

El acoplamiento puede ser manual o automático.

Como norma general el acoplamiento incorpora los siguientes elementos (fig. 4):

- Una horquilla de tracción (H), unida al travesaño (T) posterior del bastidor.
- Mecanismo de acoplamiento (A).
- Boca de acoplamiento manual o a distancia (P).
- Trinquetes de seguridad (S).

En la fig. 5 se representa un acoplamiento automático con mando a distancia. Se controla el enclavamiento a través de un piloto, en el cuadro de instrucciones.



Fig. 5

En la fig. 6 se representa el acoplamiento manual en las tres fases: aproximación, enganche y desconexión.

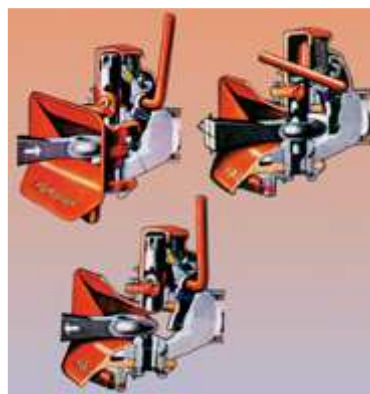


Fig. 6

Los acoplamientos llevan un revestimiento de plástico o grasa, como medio de protección a las distintas situaciones ambientales y climatológicas.

- **Mantenimiento**



Comprobaciones y controles, según las instrucciones del fabricante:

- Fijación al bastidor-apriete.
- Detectar grietas y deformaciones.
- Comprobar el sistema de seguridad.
- Limpieza y engrase de aquellos puntos que lo requieran.

## Vehículo articulado

Conjunto de vehículos formado por un automóvil y un semirremolque. **(fig. 7)**.



*Fig. 7*

## Tractocamión

Automóvil concebido y construido para realizar, principalmente, el arrastre de un semirremolque **(fig. 8)**.



*Fig. 8*

## Semirremolque

Remolque construido para ser acoplado a un automóvil de tal manera que repose parcialmente sobre este y que una parte sustancial de su peso y de su carga sean soportados por dicho automóvil **(fig. 9)**.

Sus características son:

El bastidor.

- Perno de acoplamiento. King-Pin.

- Frenos.

- Suspensión

Los sistemas de:

- Ruedas.

-Ejes.

- Sistema eléctrico.



Fig. 9

## Acoplamiento tractocamión-semirremolque

El tractocamión dispone de la "quinta rueda" para que el semirremolque se apoye sobre él.

El semirremolque dispone de un perno de acoplamiento, el King-Pin, situado en la parte inferior delantera y fijo a un soporte-travesaño del bastidor semirremolque.

El semirremolque se apoya sobre la "quinta rueda" del vehículo tractor, permitiéndole el giro direccional con la máxima eficacia y seguridad.

- **Descripción y funcionamiento**

El acoplamiento puede ser de mando manual o automático. Está constituido por **(fig. 10)**:

- Soportes y la placa base, solidaria al bastidor del tractocamión.
- El cierre, con el sistema de seguridad.



Fig. 10

En el semirremolque se encuentra unida la placa de fijación con el perno de acoplamiento King-Pin.

El tractocamión se maniobra marcha atrás, de modo que la superficie de apoyo del semirremolque esté más baja que la del plato de la quinta rueda, de 2 a 5 centímetros, de modo que contacten la placa de apoyo del King-Pin y el plato de la quinta rueda del tractocamión entrando en la abertura **(A)** **(fig. 11)** de enganche de la quinta rueda el King-Pin. Al continuar más con el tractocamión se realiza el enganche entre ambos y es necesario que el seguro de acoplamiento entre automáticamente.

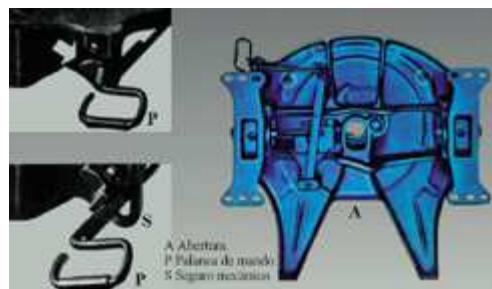


Fig. 11

La palanca **(P)** de mando debe quedar bloqueada mediante el seguro **(S)** mecánico.

- **Mantenimiento**

Seguir las instrucciones del fabricante:

- Comprobar la fijación de las placas en sus emplazamientos.

- Comprobar el estado de los soportes, en cuanto a deformaciones o grietas.
- Verificar los sistemas de seguros, en su funcionamiento y estado mecánico.
- Limpieza de todos sus componentes.
- Engrase de los puntos que lo requieran.
- Las piezas con holguras y desgastes se deben reponer cuando aparezcan, sin pérdida de tiempo.

La quinta rueda debe llevar grasa para el mejor deslizamiento del semirremolque al enganchar. Actualmente, van montados unos materiales que no necesitan engrase.

## 18. MANTENIMIENTO Y AVERÍAS: MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS DEL AUTOMÓVIL

### Revisiones periódicas a cargo del conductor

1. Limpieza del vehículo.
2. Cambio filtro de aceite.
3. Nivel de aceite del motor. Cambio de filtro.
4. Comprobar manguitos refrigeración.
5. Nivel y cambio del refrigerante.
6. Tensión de la correa del generador, bomba de agua.
7. Batería. Nivel de electrolito. Conexiones
8. Encendido. Comprobación de bujías y cables.
9. Depósito del lavaparabrisas.
10. Depósito del lavalunetas.
11. Comprobar conexiones generador.
12. Comprobar conexiones motor arranque.
13. Nivel del embrague hidráulico.
14. Nivel líquido de la servodirección.
15. Surtidores del lavafaros.
16. Ajuste de los surtidores del lavaparabrisas.
17. Comprobación del estado de las escobillas del limpiaparabrisas.
18. Comprobar recorrido pedal de freno. Pastillas.
19. Comprobar recorrido freno de mano.
20. Comprobar recorrido embrague.
21. Nivel de cambio.
22. Nivel del depósito del líquido de freno.
23. Presión neumáticos.
24. Engrase.
25. Engrasar bisagras cerraduras puertas.
26. Conservación de herramientas y equipos.
27. Documentación del vehículo.

Las revisiones indicadas en el libro de servicio, prácticamente están referenciadas en esta relación aunque se relacionan otras que se deben llevar a cabo en talleres recomendados según las marcas.

### Revisiones de niveles, líquidos y otros elementos del vehículo

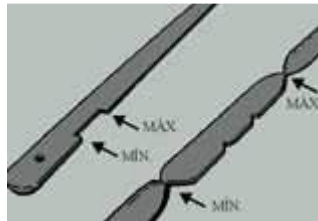
- **Nivel de aceite de motor**

Se han de usar lubricantes especialmente formulados y aprobados. De usar este aceite a la hora de reponer, así como a la hora de cambiar el aceite. Este tipo de aceite se ofrece con las gamas de viscosidad usuales y es apropiado, para todo tipo de temperaturas. Estos, al cambiarlos en los intervalos correspondientes, prolongarán la duración de los componentes. El uso de aceites inapropiados podría traer como consecuencia desgastes prematuros y averías.

Se da en la sección de "Datos técnicos" un cuadro con números relativos a los diferentes grados de viscosidad del aceite del motor, para usos excepcionales, cuando no se disponga del aceite, antes comentado.

En las estaciones de servicio insista siempre que le pongan únicamente los aceites especificados.

Al comprobar el nivel de aceite (fig. 1), asegúrese de que el vehículo se encuentre sobre terreno nivelado. Detenga el motor y espere unos minutos, para que el motor se enfríe y el aceite escurra al cárter. Extraiga la varilla medidora, límpiela con un paño sin hilachas, introdúzcala -comprobando que entre del todo- y vuélvala a sacar. La película de aceite del extremo interior de la varilla indica el nivel de aceite del cárter.



*Fig. 1*

Si el nivel de aceite se encontrara entre las dos marcas de la varilla, no habría necesidad de reponerlo. Si el nivel hubiera descendido hasta la marca "MÍN", añada aceite hasta que el nivel esté entre el máximo y el mínimo. No reponga aceite por encima de la marca "MÁX" ya que el aceite en exceso se desperdiciaría probablemente y se aumentaría el consumo, pudiendo, dañar el motor asimismo.

Aténgase siempre al mismo tipo de aceite.

#### *Varilla medidora del sistema de aviso auxiliar*

En los vehículos provistos de un sistema auxiliar, la comprobación del nivel de aceite insuficiente no funciona con el motor en marcha. Se lleva a cabo únicamente al conectar inicialmente el encendido o al volver a poner en marcha el motor después de haberlo detenido durante más de tres minutos. Si el vehículo se encontrara en una pendiente al arrancarlo, se obtendría una señal de aviso falsa. Para conseguir una comprobación del aceite correcta, estacione el vehículo sobre terreno nivelado, espere, por lo menos tres minutos y vuelva a poner el motor en marcha. La varilla medidora posee un sensor.

Al comprobar el nivel del aceite será necesario sacar la varilla de su tubo y, al hacerlo, es importante que los cables y el enchufe múltiple, acoplados a la misma, no queden dañados. Agarre simplemente la manecilla y extraiga la varilla medidora, comprobando que el nivel de aceite se encuentre entre las dos marcas de la misma (remítase a la "Guía de funcionamiento"). Compruebe que la varilla quede metida a fondo una vez completada la comprobación.

En condiciones de funcionamiento normales, habrá que cambiar el filtro y el aceite del motor, como se especifica en el manual de mantenimiento.

- **Nivel de líquido de la servodirección (fig. 2)**



*Fig. 2*

El nivel del líquido se ha de comprobar cuando el sistema se encuentre a la temperatura de funcionamiento o cuando esté frío, si bien habrá que asegurarse de que el encendido esté desconectado.

Retire la tapa de llenado/mediadora, limpie la varilla con un trapo sin hilachas, insértela y apriétela. Retire la tapa de llenado de nuevo y observe el nivel del líquido de la varilla. Cuando el sistema se encuentre a la temperatura de funcionamiento, el nivel del líquido ha de llegar a la marca superior "HOT" (caliente). Reponga, en caso necesario, líquido especificado para llevar el nivel hasta dicha marca. Si el nivel se comprobara con el sistema frío, se habría de encontrar en la marca inferior de la varilla "FULL COLD" (lleno en frío). Añada el líquido especificado, en caso necesario, para llevar el nivel hasta dicha marca y compruebe luego el sistema de nuevo cuando se encuentre a la temperatura de funcionamiento.

#### *Variantes*

Estas variantes poseen un depósito independiente, que está graduado con una marca "MÍN" y otra "MÁX".

Compruebe el nivel del líquido cuando el sistema se encuentre a la temperatura de funcionamiento, o cuando esté frío, y si fuera necesario, reponga el líquido especificado hasta la marca "MÁX".

- **Nivel del depósito del líquido de frenos (fig. 3)**



*Fig. 3*

Comprobar el nivel del líquido de los frenos es una de las precauciones de seguridad de mayor importancia. La línea "MÁX" del depósito indica el nivel del líquido más alto permisible. El nivel descenderá ligeramente después de un largo período, debido al ajuste automático de los frenos.

Si el nivel requiere un llenado frecuente, pida que verifiquen el sistema de frenado.

Aviso: no permita nunca que el nivel del líquido descienda de la marca "MÍN". Al desenroscar la tapa, sujete la regleta de los cables de la luz testigo del nivel del líquido de los frenos.

La eficacia de los frenos puede quedar perjudicada al usar líquidos que no se ajusten a la especificación. Lo mismo ocurre al usar líquido de frenos que haya estado expuesto a la atmósfera.

La humedad absorbida del aire diluye el fluido y reduce su eficacia.

- **Cambio de refrigerante**

Se ha de vaciar, lavar y llenar el sistema de refrigeración con una nueva mezcla refrigerante cada 60.000 km. ó cada dos años, según lo que ocurra primero. La razón de ello es que los inhibidores anticorrosivos del refrigerante pierden su eficacia después de este período.

Se habrá de cambiar y revisar siempre según las instrucciones del fabricante.

- **Refrigerante del motor especificado**

En aquellos climas en que resulte necesaria la protección contra las heladas, llene el sistema, después de vaciarlo, con el 50% de agua y el 50% de anticongelante.

#### *Anticongelante*

La culata del motor de aluminio: el inhibidor anticorrosivo de ciertos anticongelantes, si bien especificado para utilizar con motores de aluminio, se descompondrá a temperaturas de funcionamiento de unos 120° C. El motor opera a estas temperaturas elevadas para conseguir unas buenas prestaciones y economía de combustible, y, si no se protegiera debidamente, podría sufrir una corrosión severa del aluminio. Para conseguir una protección óptima, insista siempre que le den anticongelante fabricado conforme a la especificación.

En los territorios de clima cálido, durante todo el año. En los que no se requiere protección contra las heladas, reponga o llene el sistema, si se hubiera vaciado, con una mezcla de 97,5% de agua y el 2,5% de inhibidor anticorrosivo, conforme a la especificación.

Para la capacidad de llenado de sistema de refrigeración, remítase a los "datos técnicos de la guía de funcionamiento".

- **Baterías**



*Fig. 4*

#### *Nivel de electrólito (fig. 4)*

El electrólito de cada vaso se ha de encontrar entre las marcas máxima y mínima, que podrán verse por la caja transparente de la batería. Si no existieran marcas de nivel, el electrólito habría de encontrarse 1 cm. por encima de las placas. En las baterías que necesitan poco mantenimiento, sólo hace falta comprobar el nivel del electrólito cada quince meses, en condiciones normales, esto no es aplicable con sobrecargas u operando a temperaturas ambientales altas. Este tipo de batería se puede identificar por el número de pieza, 81 AB, situado a un costado de la caja de la misma.

Advertencia: los cables de la batería se han de desconectar únicamente con el motor apagado. Al hacerlo, quite primero el cable negativo (masa).

No toque con la llave los dos bornes de la batería ni el borne positivo y cualquier parte de la batería, ya que existirían cortocircuitos.

Al conectar la batería, compruebe que el borne negativo se conecte el último.

En condiciones arduas de funcionamiento -tal como conducción en distancias cortas, arranques frecuentes en frío y carreteras polvorosas- el cambio del aceite y el filtro deberá efectuarse en intervalos más cortos.

- **Nivel del líquido del cambio automático**

Compruebe el nivel del líquido cuando el motor se encuentre a la temperatura de funcionamiento; es decir, después de un cierto recorrido.

Realice la comprobación del modo siguiente:

- 1.- Aparque el vehículo en terreno nivelado y aplique el freno de mano y el de pie.
- 2.- Con el motor al ralentí, mueva la palanca selectora, tres veces por todas las posiciones.
- 3.- Con el motor ralentí, seleccione la posición P y espere un minuto.
- 4.- Con el motor al ralentí, extraiga la varilla medidora (**fig. 5**), límpiela con un trapo sin hilachas, introdúzcala a fondo y vuelva a sacarla. Compruebe el nivel del líquido, que se ha de encontrar entre las dos marcas. No permita nunca que el nivel descienda por debajo de la marca inferior.
- 5.- En caso necesario, reponga el líquido especificado para las cajas de cambio automáticas, echándolo por el tubo de la varilla medidora.

Advertencia: al realizar comprobaciones de los componentes dentro del compartimento del motor con el motor en marcha, tenga cuidado de que la ropa -corbata o bufanda- no queden enganchadas en la correa del ventilador/transmisión.

- En los vehículos con cambio automático: si fuera necesario poner en marcha el motor durante un periodo prolongado con el vehículo parado -como cuando se realizan ajustes bajo el capó- o antes de abandonar el vehículo con el motor en marcha, la palanca selectora se ha de encontrar en P y el freno de mano se ha de echar con firmeza.
- Compruebe que la palanca selectora se encuentra correctamente colocada en P.
- No revolucione el motor excesivamente con el vehículo parado.
- Al llenar las cajas de cambio automáticas, compruebe siempre que el líquido que use, se ajusta a la especificación.
- El cableado protegido principal se conecta al borne positivo de la batería, mediante una "unión de fusibles": si la batería del vehículo o una batería auxiliar se conectan incorrectamente, o si existiera un cortocircuito en el cableado, esta unión "se fundiría" y todo el sistema eléctrico dejaría de funcionar. Tendría entonces que pedirle a su concesionario que le cambiara dicha unión.



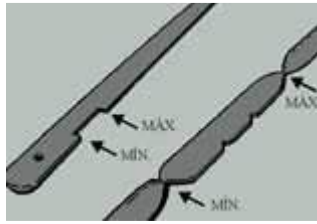


Fig. 5

## • Carga de la batería

Advertencia: el proceso de carga de una batería provoca la formación de hidrógeno, un gas altamente inflamable. Por consiguiente, al realizar la operación de carga, se han de tener en cuenta las siguientes precauciones:

- La carga se ha de realizar en zonas bien ventiladas.
- p Cuando se lleve a cabo sin quitar la batería del vehículo, se ha de dejar el capó abierto.
- El cargador de la batería se ha de desconectar antes de acoplar los cables de carga.
- No fume, ni encienda llamas cerca de baterías que se estén cargando o que se acaben de cargar.
- Al realizar la carga sin quitar la batería del vehículo, no desconecte los cables de la batería.
- Al realizar la carga en un banco, no monte la batería en el vehículo hasta después de cinco ó diez minutos de haber desconectado el equipo de carga ya que la batería continúa desprendiendo hidrógeno durante un corto período, después de haber sido cargada.

En los vehículos provistos de un sistema de cierre de puertas centralizado, el relé provoca un impulso de corriente cada vez que se conecta la batería. El resultado podría ser una chispa en los bornes de la misma. Es por ello, que, si su vehículo tuviera dicho sistema de cierre, habría de tener en cuenta, en especial, las dos primeras medidas de seguridad relacionadas anteriormente. No hace falta quitar ni aflojar los tapones de ventilación durante la carga.

## • Sistema de encendido

El que un motor produzca unas prestaciones y economía óptimas, depende en gran parte del estado en que se encuentre el sistema de encendido.

Advertencia: al realizar operaciones en la zona del sistema de encendido, se ha de tener cuidado en evitar descargas eléctricas, motivadas por los cables de alta tensión. Podrían ser graves en los sistemas de encendido con transistores.

## • Comprobación de bujías y cables (fig. 6)

Antes de realizar la comprobación, separe el cable de masa (borne negativo) de la batería. Limpie los aisladores de las bujías, los cables del encendido, la bobina del encendido y la tapa del distribuidor, usando un trapo limpio, y verifique si estos componentes estuvieran rotos, cuarteados o poseyeran cualquier otro tipo de daño. Al ocuparse de las bujías, tenga un cuidado especial en no dañar el aislador de cerámica, que es muy frágil.



Fig. 6

- **Ajuste del surtidor del lavalunetas (fig. 7)**

Si hiciera falta realizar ajustes, coloque la punta de un alfiler en la boquilla del surtidor y gírelo a la posición correcta.



Fig. 7

- **Escobilla. Comprobación del estado de las escobillas del limpiaparabrisas**

Los bordes de goma de las escobillas se usan y desgastan muy fácilmente. Nuestro consejo: cámbielas una ó dos veces al año. Las escobillas de goma pueden quedar dañadas al estar en contacto con materiales tales como agentes limpiadores, grasas, siliconas o combustibles. Se recomienda, por tanto, limpiar regularmente las escobillas y el limpiaparabrisas, usando únicamente pasta de limpieza. Con heladas habría que separar las escobillas del limpiaparabrisas al estacionar el vehículo.

- **Cambio de brazo/escobillas del limpiaparabrisas (fig. 8)**

Al cambiar una escobilla, apriete la grapilla elástica y sáquela del brazo. Para quitar el brazo, sepárelo del parabrisas y extraiga la tapa abisagrada, en ciertos modelos, separe la tapa de plásticos. Retire la tuerca y la arandela y extraiga el brazo del vástago de transmisión.



Fig. 8

- **Depósito del lavaparabrisas (fig. 9)**

Se ha de verificar con regularidad el nivel del líquido del depósito, que se repondrá cuando sea el caso, con una mezcla de agua limpia y aditivo para lavacristales con anticongelante, si el mando del lavaparabrisas, para verificar que el sistema quede cebado y los surtidores estén funcionando.



*Fig. 9*

- **Depósito del lavalunetas**

Compruebe con regularidad el nivel del líquido (remítase a "depósito del lavaparabrisas"). Después de llenar el depósito, accione el interruptor del lavaluneta para comprobar que el sistema quede cebado y que los surtidores estén funcionando.

- **Surtidores del lavafaros (fig. 10)**

El líquido para los surtidores del lavafaros -cuando hubiera- y para los surtidores del lavaparabrisas se suministra de un depósito común grande. Compruebe el funcionamiento y la acción de limpieza con regularidad. Sólo funcionarán con los faros encendidos. Estos surtidores sólo los puede ajustar con una herramienta especial.



*Fig. 10*

- **Ajuste de los surtidores del lavaparabrisas**

Si el chorro de agua de los surtidores no estuviera ajustado con precisión, se podrían reglar del modo siguiente: abra el capó, afloje los tornillos de retención de los surtidores, gírelos del modo correcto y apriete los tornillos de retención.