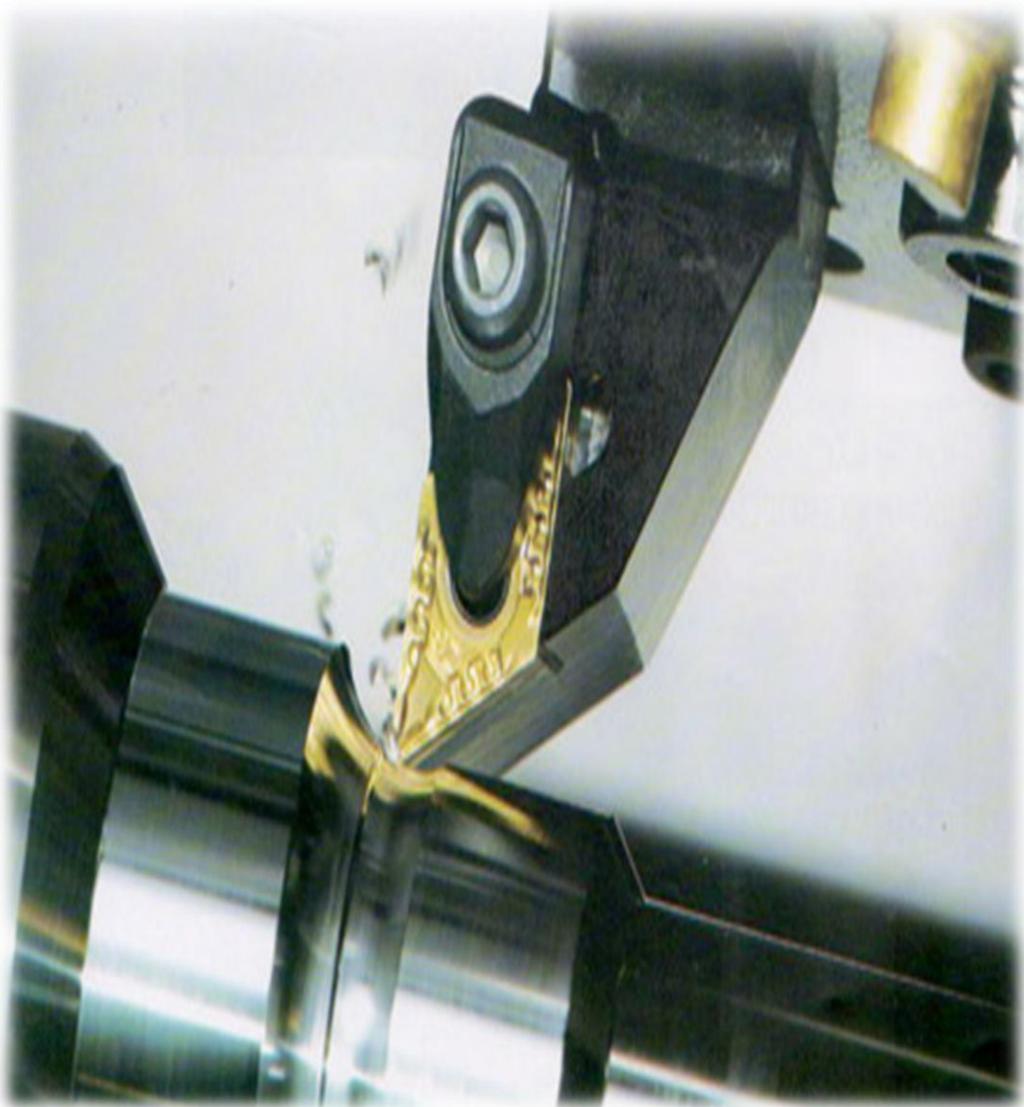


Torneamento Mecânico



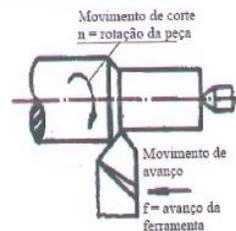
Torneamento Mecânico

TORNEAMENTO

Processo de maquinação com remoção de aparas onde um sólido bruto é transformado num objecto cilíndrico com formas definidas e com precisão.

O torneamento é normalmente executado com ferramenta mono cortante podendo também ser executado com ferramentas com múltiplo fio de corte e até com brocas, alargadores e fresas.

A figura mostra uma ferramenta em trabalho com o sentido de rotação da peça e o deslocamento da ferramenta.

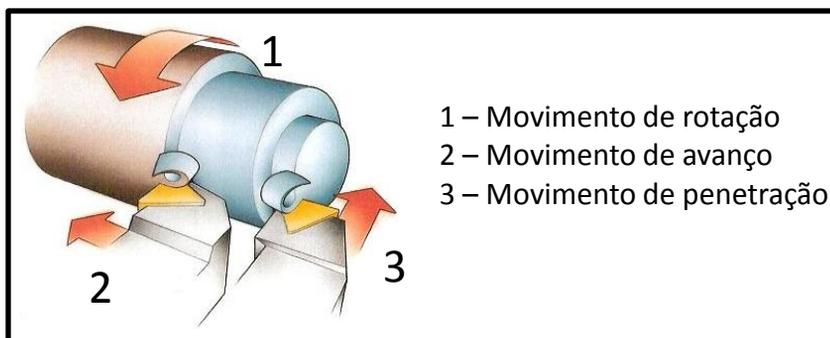


A força necessária para retirar a apana é feita sobre a peça, enquanto a ferramenta, firmemente presa ao porta-ferramenta (torreta), contrabalança a reacção desta força.

Para executar o torneamento, são necessários três movimentos relativos entre a peça e a ferramenta.

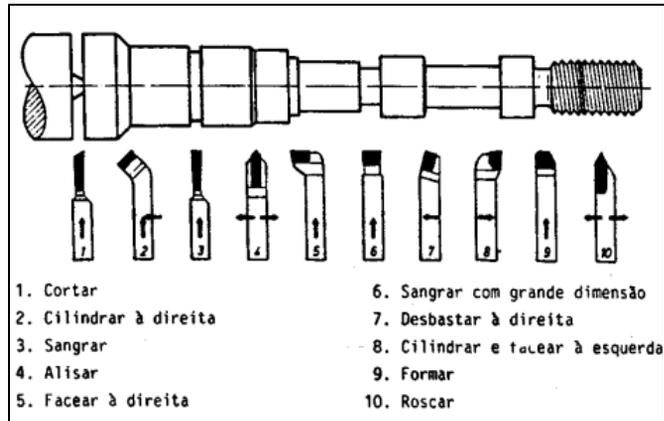
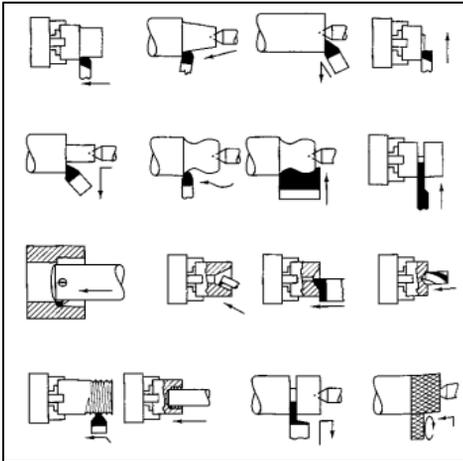
São eles:

- Movimento de rotação: movimento principal que permite cortar o material. O movimento é rotativo e realizado pela peça.
- Movimento de avanço: movimento que desloca a ferramenta ao longo da superfície da peça.
- Movimento de penetração: movimento que determina a profundidade de corte ao empurrar a ferramenta em direcção ao interior da peça e assim regular a profundidade do passe e espessura da apana.



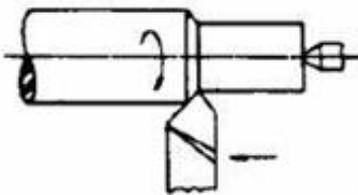
Torneamento Mecânico

As figuras abaixo apresentam as possíveis operações que podem ser executadas num torno.

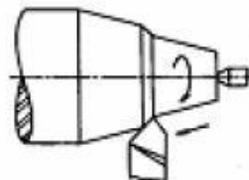
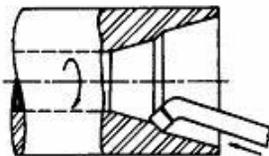


Variando os movimentos, a posição e o formato da ferramenta, é possível realizar uma grande variedade de operações:

- Tornear superfícies cilíndricas externas e internas

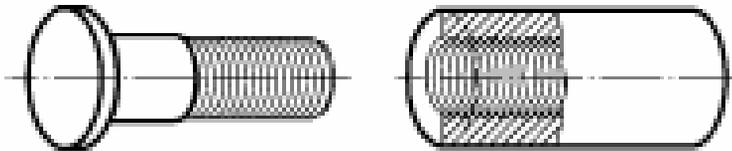


- Tornear superfícies cónicas externas e internas

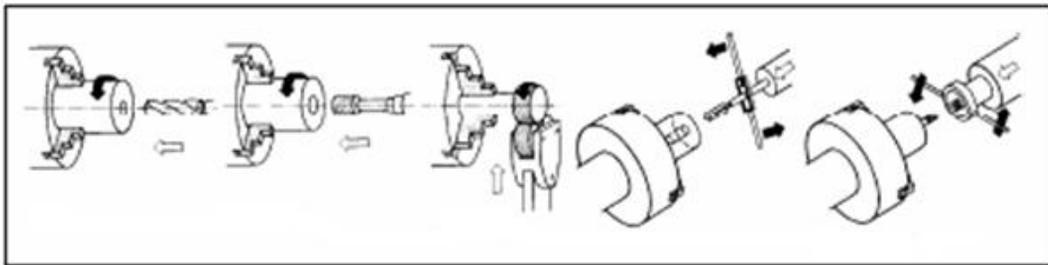


Torneamento Mecânico

- Roscar superfícies externas e internas



Além dessas operações, também é possível furar, alargar, recartilhar, roscar com machos ou caçonetes, mediante o uso de acessórios próprios para a Máquinas-ferramenta.



O Torno Mecânico

A máquina que faz o torneamento é chamada de torno.

É uma máquina-ferramenta muito versátil porque, como já vimos, além das operações de torneamento, pode executar operações que normalmente são feitas por outras máquinas como o engenho de furar, a fresadora e a retificadora, com adaptações relativamente simples.



Torneamento Mecânico

O torno mais simples que existe é o torno universal. Estudando o seu funcionamento, é possível entender o funcionamento de todos os outros, por mais sofisticados que sejam.

Esse torno possui eixo e barramento horizontais e tem a capacidade de realizar todas as operações referidas anteriormente.

Assim, basicamente, todos os tornos, respeitando as suas variações de dispositivos ou dimensões exigidas em cada caso, são compostos das seguintes partes:

- **Corpo da máquina:**

barramento, cabeçote fixo e móvel, caixa Norton.

- **Sistema de transmissão de movimento do eixo:**

motor, polia, engrenagens, redutores.

- **Sistemas de deslocamento da ferramenta e da peça em diferentes velocidades:**

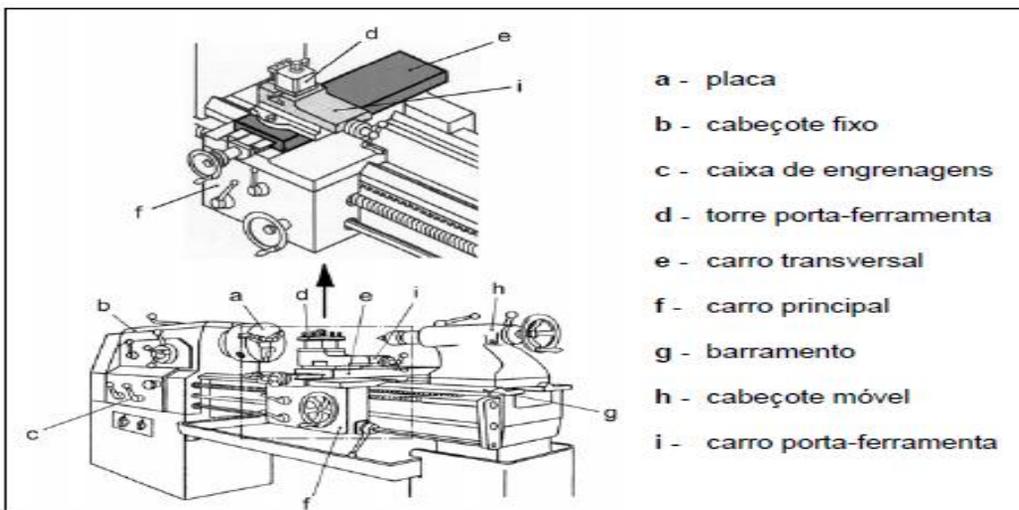
engrenagens, caixa de câmbio, inversores de marcha, fusos, vara, etc.

- **Sistemas de fixação da ferramenta:**

torre, carro porta-ferramenta, carro transversal, carro principal ou longitudinal e da peça: placas, cabeçote móvel.

- **Comandos dos movimentos e das velocidades:**

Manivelas e alavancas.



Torneamento Mecânico

Estas partes componentes são comuns a todos os tornos. O que diferencia um dos outros é a capacidade de produção, se é automático ou não, o tipo de comando: manual, hidráulico, eletrônico, por computador, etc.

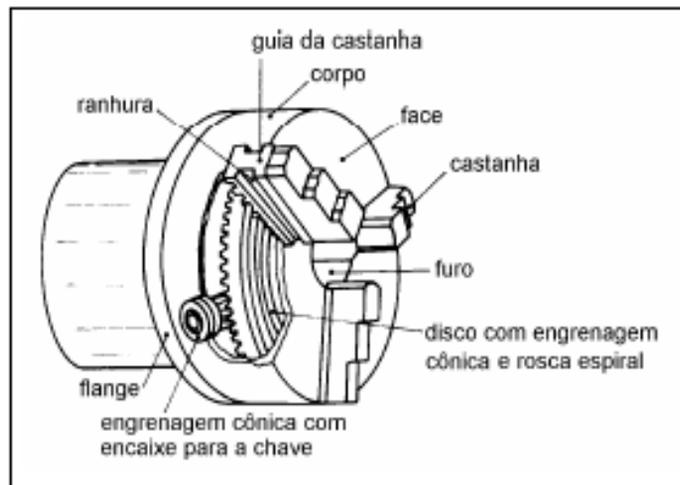
Nesse grupo se enquadram os tornos revólver, copiadores, automáticos, por comando numérico ou por comando numérico computadorizado.

Antes de iniciar qualquer trabalho de torneamento, deve-se proceder à lubrificação das guias, barramentos e demais partes da máquina conforme as orientações do fabricantes. Com isso, a vida útil da máquina é prolongada, pois necessitará apenas de manutenções preventivas e não correctivas.

Fixação da peça

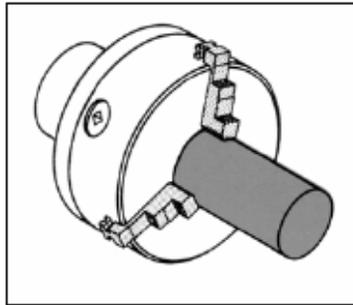
Para realizar o torneamento, é necessário que tanto a peça quanto a ferramenta estejam devidamente fixas. Quando as peças a serem torneadas são de pequenas dimensões, de formato cilíndrico ou hexagonal regular, elas são presas por meio de um acessório chamado de placa universal de três castanhas.

A peça é presa por meio de três castanhas, apertadas simultaneamente com o auxílio de uma chave. Cada castanha apresenta uma superfície raiada que melhora a capacidade de fixação da castanha em relação à peça. De acordo com os tipos peças a serem fixadas, as castanhas podem ser usadas de diferentes formas.

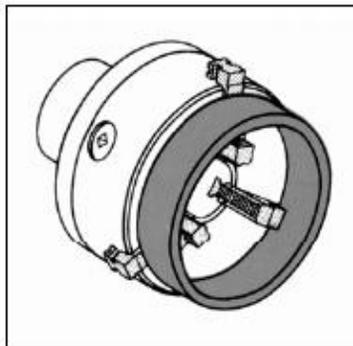


Torneamento Mecânico

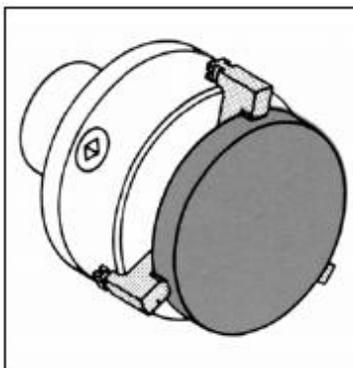
Para peças cilíndricas maciças como eixos, por exemplo, a fixação é feita por meio da parte raiada interna das castanhas voltada para o eixo da placa universal.



Para peças com formato de anel, utiliza-se a parte raiada externa das castanhas.



Para peças em forma de disco, as castanhas normais são substituídas por castanhas invertidas.



Torneamento Mecânico

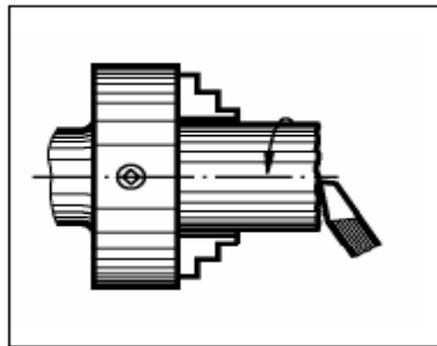
Torneamento: primeira família de operações

A produção de peças na indústria mecânica é feita em várias etapas. Ela pode começar na fundição, continuar na laminação, passar pelo corte, pela furação, etc.

Quando se prepara material para torneamento, este terá passado por uma operação anterior de corte.

Ao efectuar o corte teremos que prever uma sobre medida do metal para as operações que virão depois. Por isso, as medidas de uma barra cortada nunca têm a exactidão e a qualidade de acabamento da peça pronta.

A primeira operação do torneamento é, pois, fazer no material uma superfície plana perpendicular ao eixo do torno, de modo que se obtenha uma face de referência para as medidas que derivam dessa face. Essa operação se chama facejar.



Segurança em primeiro lugar

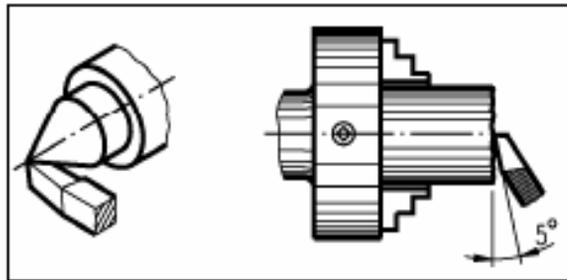
Antes de iniciar qualquer operação no torno, lembre-se sempre de usar o equipamento de proteção individual (EPI): óculos de segurança, sapatos e roupas apropriados, e rede para prender os cabelos, se necessário.

Além disso, o operador de máquinas não pode usar anéis, alianças, pulseiras, correntes e relógios que podem ficar presos às partes móveis da máquina, causando acidente.

Torneamento Mecânico

A operação de facear prevê as seguintes etapas:

- Fixação da peça na placa universal, deixando livre a quantidade suficiente de material para ser torneado. O material deve estar bem centrado.
- Fixação da ferramenta de modo que a ponta da ferramenta fique na altura do centro do torno. Para isso, usa-se o contraponto como referência. Deve-se também observar que a ferramenta deve ficar em ângulo em relação à face da peça.



- Aproximação da ferramenta à peça, deslocando o carro principal e fixando-o por meio da porca de aperto.

Para calcular a RPM a partir da velocidade de corte (dado de tabela), usa-se a fórmula:

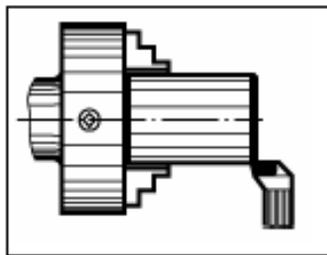
$$n = \frac{vc \cdot 1000}{\pi \cdot D}$$

- Seleção da rotação do torno após consulta à tabela de velocidade de corte.
- Accionamento do torno.
- Execução do faceamento:
 - A ferramenta deve tocar na parte mais saliente da face do material. Essa é a referência para *zerar* o anel graduado.
 - Em seguida, com a máquina ligada, avança-se a ferramenta até o centro do material e após fazê-la penetrar no material aproximadamente 0,2 mm, desloca-se lentamente a ferramenta até a periferia da peça. Isso deve ser repetido aumentando a profundidade de corte até que o faceamento termine.

Torneamento Mecânico

Essa operação de facejar é realizada do centro para a periferia da peça. É possível também facejar partindo da periferia da peça para seu centro. Todavia, é preciso usar uma ferramenta específica, semelhante à mostrada ao lado.

A operação de facejar é realizada do centro para a periferia da peça. É possível também facejar partindo da periferia da peça para seu centro. Todavia, é preciso usar uma ferramenta específica, semelhante à mostrada abaixo.



Depois do facejamento, pode-se executar o torneamento de superfície cilíndrica externa, que é muito semelhante à operação anterior. É uma operação que consiste em dar um formato cilíndrico a um material em rotação submetido à ação de uma ferramenta de corte.

Essa operação é uma das mais executadas no torno e tem a finalidade de produzir eixos e buchas ou preparar material para outras operações.

A sua execução tem as seguintes etapas:

- Fixação da peça, deixando livre um comprimento maior do que a parte que será torneada, e centralizando bem o material.
- Montagem da ferramenta no porta-ferramenta com os mesmos cuidados tomados na operação de facejar.
- Regulação do torno na rotação adequada, consultando a tabela específica.

Torneamento Mecânico

- Marcação, no material, do comprimento a ser torneado. Para isso, a ferramenta deve ser deslocada até o comprimento desejado e a medição deve ser feita com paquímetro. A marcação é feita accionando o torno e fazendo um risco de referência.



- Determinação da profundidade de corte:
 - Ligar o torno e aproximar a ferramenta até marcar o início do corte no material.
 - Deslocar a ferramenta para fora da peça.
 - zerar o anel graduado e fazer a ferramenta penetrar no material a uma profundidade suficiente para remover a casca do material.
- Execução do torneamento:
 - Fazer um rebaixo inicial.
 - Deslocar a ferramenta para fora da peça.
 - Desligar a máquina.
 - Verificar o diâmetro obtido no rebaixo.
 - Torneiar completando o passe até o comprimento determinado pela marca.
Observação: Deve-se usar fluido de corte onde for necessário.
 - Repetir quantas vezes for necessário para atingir o diâmetro desejado.

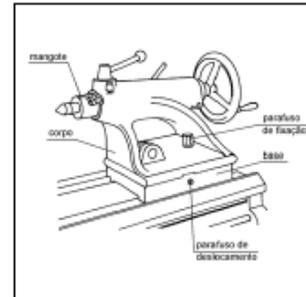
As operações citadas são as mais básicas no torneamento. Com elas, já se pode obter peças cilíndricas com as faces planas, como um eixo, por exemplo.

Antes de terminar, é importante lembrar que um bom profissional cuida bem da máquina e mantém o local de trabalho sempre limpo e organizado.

Torneamento Mecânico

Fixação da peça

Na operação de facejar, a ferramenta é fixada no porta-ferramenta que se movimenta perpendicularmente ao eixo da peça para executar o corte. Para operações de furar no torno, usa-se a broca e não uma ferramenta de corte como as que você viu na aula anterior. Para fixar a ferramenta para furar, escarear, alargar e roscar, usa-se o cabeçote móvel.



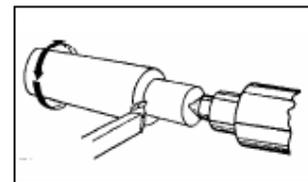
O cabeçote móvel é a parte do torno que se desloca sobre o barramento.

É composto por:

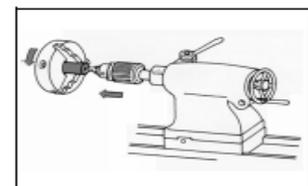
- Base: apoia-se no barramento e serve de apoio para o corpo;
- Corpo: suporta os mecanismos do cabeçote móvel. Pode ser deslocado lateralmente para permitir o alinhamento ou desalinhamento do contraponto;
- Mangote: que aloja o contraponto, mandril ou outras ferramentas para furar, escarear, alargar ou roscar. É fixado por meio de uma trava e movimentado por um eixo roscado accionado por um volante. Possui um anel graduado que permite controlar a profundidade do furo, por exemplo;

O cabeçote móvel tem as seguintes funções:

Serve de suporte ao contraponto, destinada a apoiar uma das extremidades da peça a ser torneada.

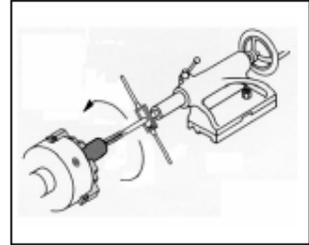


Serve para fixar o mandril de haste cônica usado para prender brocas, escareadores, alargadores, machos.

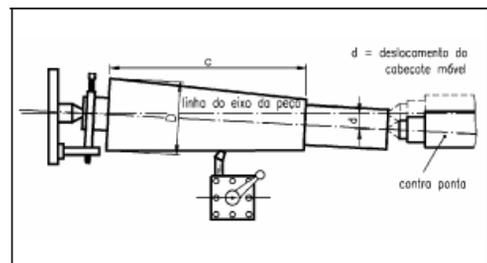


Torneamento Mecânico

Serve de suporte directo para ferramentas de corte de haste cónica como brocas e alargadores. Serve também de apoio para operações de roscagem manual.



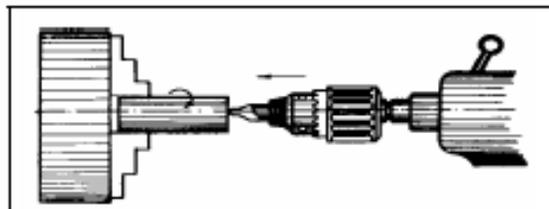
Serve para deslocar ao contraponto lateralmente, para o torneamento de peças longas de pequena conicidade.



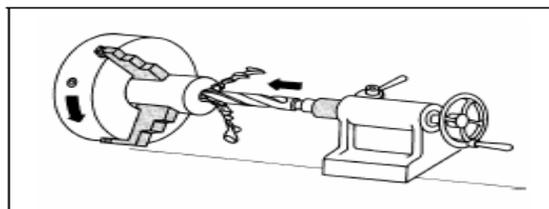
Furar com o torno:

O torno permite a execução de furos para:

- Abrir furos de forma e dimensões determinadas, chamados de furos de centro, em materiais que precisam ser trabalhados entre duas pontas ou entre a bucha e o ponto. Esse tipo de furo também é um passo prévio para se fazer um furo com broca comum.

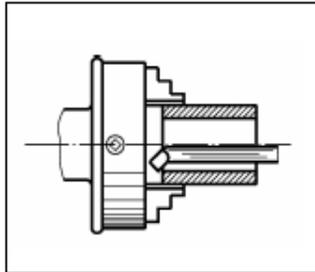


- Fazer um furo cilíndrico por deslocamento de uma broca montada no cabeçote e com o material em rotação. É um furo de preparação do material para operações posteriores de alargamento, torneamento e roscamento internos.



Torneamento Mecânico

Fazer uma superfície cilíndrica interna, passante ou não, pela acção de uma ferramenta deslocada paralelamente ao eixo do torno. Essa operação é conhecida também como broqueamento. Com ela, obtém-se furos cilíndricos com diâmetros exactos em buchas, polias, engrenagens e outras peças.



A operação de broqueamento obedece às seguintes etapas:

- Centrar e fixar a peça
- Facejar para obter o perfil na medida exacta
- Fixar a broca de centro
- Deslocar o cabeçote aproximando a broca do material
- Fixar o cabeçote na posição correcta
- Ajustar as rotações da árvore e accionar o torno
- Execução do furo de centro: para fazer a broca penetrar no material, o volante do cabeçote deve ser accionado com movimentos lentos e uniformes e a broca de centro deve estar alinhada com o eixo do material.

Deve-se usar fluido de corte adequado ao material e á operação

Se o objectivo for obter apenas um furo de centro, para prender a peça no contraponto, a operação pára aqui.

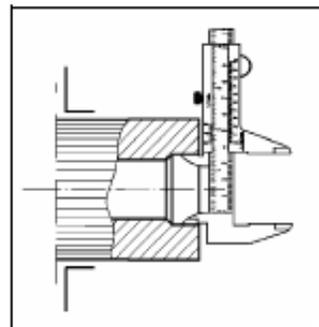
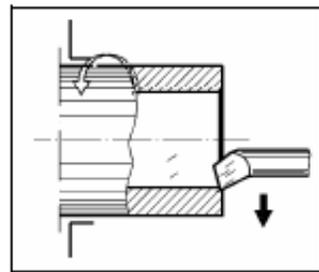
Torneamento Mecânico

Torneamento de um rebaixo interno

Depois de se fazer um furo na peça, pode-se, por exemplo, fazer um rebaixo interno, ou broqueamento.

Depois de facejar e fazer um furo com diâmetro suficiente para a entrada da ferramenta, as etapas da operação de broqueamento são as seguintes:

- Montagem da ferramenta, deixando para fora do porta-ferramenta um comprimento suficiente para que, no furo passante ou no não passante, o porta-ferramenta fique a uma distância segura da peça. O corpo da ferramenta deve estar paralelo ao eixo do torno e sua ponta, na altura do centro.
- Fixação da ferramenta.
- Preparação do torno: escolha de rpm e avanço da ferramenta.
- Accionamento do torno.
- Início do torneamento: fazer a ferramenta penetrar no furo e deslocá-la transversalmente até que a ponta toque na peça.
- Torneamento de um rebaixo na boca do furo para servir como base para a medição.
- Medição com paquímetro: para isso, deve-se parar o torno, afastar a ferramenta no sentido longitudinal e medir.
- Realização do torneamento executando o número de passes necessários até obter um diâmetro 0,2 mm menor que o final, para o acabamento.
- Finalização do torneamento. Nessa última etapa, pode-se trocar ou afiar a ferramenta, se for necessário um melhor acabamento.
 - O avanço deve ser compatível com a operação de acabamento.
- Execução de rebaixo com a profundidade final e verificação da medida.
- Término do passe. No caso do rebaixo não passante, deve-se torneiar primeiro o diâmetro e, em seguida, facejar na profundidade requerida.
- Verificação das medidas finais (preferencialmente com paquímetro, micrómetro interno, calibre tampão ou com a peça que entrará no furo).



Torneamento Mecânico

Segurar por pontos

As operações de torneiar superfícies cilíndricas ou cónicas, embora simples e bastante comuns, às vezes apresentam algumas dificuldades.

É o que acontece, por exemplo, com peças longas que se fossem presas somente pela placa universal se flexionariam por causa da pressão da ferramenta.

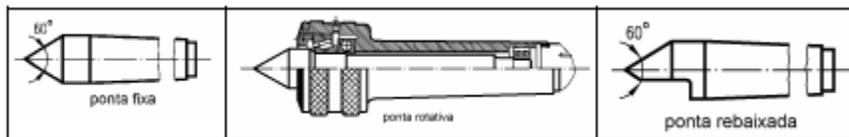
Para resolver esse problema, os tornos apresentam uma série de acessórios que permitem que a peça seja torneada sem o inconveniente já citado.

Acessórios em acção

O torno tem vários tipos de acessórios que ajudam a prender as peças de maior comprimento: pontos, contrapontos, placas arrastadoras e arrastador, lunetas fixas e móveis.

Os pontos e contrapontos são cones duplos rectificadas de aço temperado cujas extremidades adaptam-se ao centro da peça a ser torneada para apoiá-la.

O contraponto é montado no mangote do cabeçote móvel, padronizado pelo sistema morse, com um cone de 60° .



Dica tecnológica

Nos catálogos de fabricantes, os pontos e contrapontos recebem o nome genérico de ponto.

- ponto fixo;
- ponto rotativo: reduz o atrito entre a peça e o ponto, pois gira suavemente e suporta esforços radiais e axiais, ou longitudinais;
- ponto rebaixado: facilita o completo facejamento do topo.

O ponto é semelhante ao contraponto fixo e é montado no eixo principal do torno por meio da placa arrastadora.

Torneamento Mecânico

A placa arrastadora é um acessório que transmite o movimento de rotação do eixo principal às peças que devem ser torneadas entre pontos. Tem o formato de disco, possui um cone interior e uma rosca externa para fixação. As placas arrastadoras podem ser:



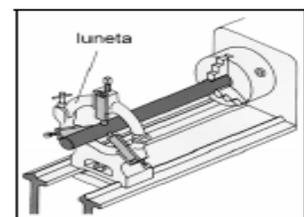
Em todas as placas usa-se o arrastador que é firmemente preso à peça, transmitindo-lhe o movimento de rotação, funcionando como órgão intermediário.



- Arrastador de haste recta: é o mais empregue na placa com pino e na placa com dispositivo de segurança;
- Arrastador de haste curva: é empregue com a placa com ranhura;
- Arrastador com dois parafusos: indicado para suportar esforços em torneamento de passes profundos.

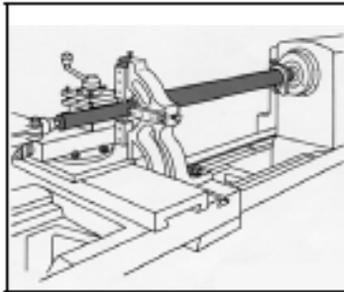
A luneta é outro dos acessórios usados para prender peças de grande comprimento e finas que, sem esse tipo de suporte adicional, tornariam o torneamento inviável, por causa da vibração e flexão da peça devido ao grande vão entre os pontos. A luneta pode ser fixa ou móvel.

A **luneta fixa** é presa no barramento e possui três castanhas reguláveis por parafusos e a parte da peça que nela se apoia deve estar previamente torneada. Se a peça não puder ser torneada antes, o apoio deve ser lubrificado.



Torneamento Mecânico

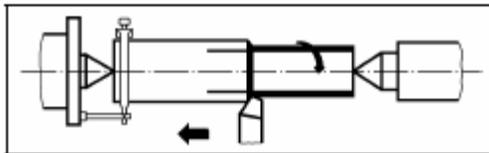
A luneta móvel geralmente possui duas castanhas. Ela apoia a peça durante todo o avanço da ferramenta, pois está fixada no carro do torno.



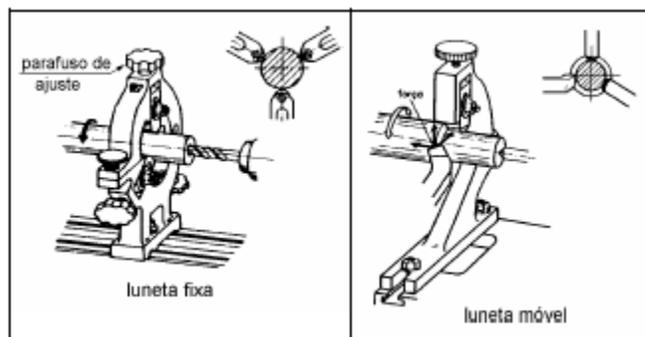
Usando os acessórios

Com estes acessórios é possível realizar as seguintes operações:

- Tornear superfície cilíndrica com placa universal de três castanhas e ponto, ou entre pontos, ou seja, placa arrastadora e contraponto: é usada para o torneamento de superfícies externas de peças de menores diâmetros.



- Tornear superfícies cilíndricas com luneta fixa ou móvel, podendo ser realizada em torneamentos externos e internos. Pode trabalhar peças de maiores diâmetros.



Torneamento Mecânico

Questões

- O que é um torno?
- Quais são os trabalhos que se poderá efectuar num torno?
- Quantos tipos de tornos existem?
- O que é um torno universal?
- Quais as componentes do sistema de fixação da ferramenta?
- Quais os acessórios usados para prender e torneiar peças de grande comprimento?
- Como fazer um furo de centro?
- A que altura deve fixar a ferramenta para fazer um torneamento externo?
- O que compõe basicamente o corpo do torno?
- Quantos e quais são os carros do torno?
- Quais são os equipamentos de protecção individual para se trabalhar num torno? E o que não se deve usar para não causar acidentes?
- Para executar o torneamento, quais são os movimentos relativos entre a ferramenta e a peça?
- O que é uma placa de 3 castanhas?
- Qual é a finalidade do ponto e contra ponto num torno?
- Como podem ser as placas arrastadoras num torno?
- O que entende por luneta num torno?
- Em que situações se utiliza a luneta móvel?

Torneamento Mecânico

TABELAS TÉCNICAS

Torneamento Mecânico

ROSCA MÉTRICA ISO PASSO FINO

MACHO		FURO	BROCA
M		DIAM. MAX.(mm)	DIAM.(mm)
	3X0,35	2,721	2,65
	4X0,5	3,599	3,5
	5X0,5	4,599	4,5
	6X0,75	5,378	5,2
	7X0,75	6,378	6,2
	8X0,75	7,378	7,2
	8X1	7,153	7
	9X1	8,153	8
	10X0,75	9,378	9,2
	10X1	9,153	9
	10X1,25	8,912	8,8
	11X1	10,153	10
	12X1	11,153	11
	12X1,25	10,912	10,8
	12X1,5	10,676	10,5
	14X1	13,153	13
	14X1,25	12,912	12,8
	14X1,5	12,676	12,5
	15X1	14,153	14
	15X1,5	13,676	13,5
	16X1	15,153	15
	16X1,5	14,676	14,5
	18X1	17,153	17
	18X1,5	16,676	16,5
	18X2	16,21	16
	20X1	19,153	19
	20X1,5	18,676	18,5
	20X2	18,21	18
	22X1	21,153	21
	22X1,5	20,676	20,5
	22X2	20,21	20
	24X1	23,153	23
	24X1,5	22,676	22,5
	24X2	22,21	22
	25X1	24,153	24
	25X1,5	23,676	23,5
	26X1,5	24,676	24,5
	27X1,5	25,676	25,5
	27X2	25,21	25
	28X1,5	26,676	26,5
	30X1,5	28,676	28,5
	30X2	28,21	28
	32X1,5	30,676	30,5
	33X2	31,21	31
	36X1,5	33,676	33,5
	36X1,5	34,676	34,5
	36X2	34,21	34
	36X3	33,252	33
	38X1,5	36,676	36,5
	39X3	36,252	36
	40X1,5	38,676	38,5
	42X1,5	40,676	40,5
	45X1,5	43,676	43,5
	50X1,5	48,676	48,5

Torneamento Mecânico

ROSCA MÉTRICA			
ISO PASSO NORMAL			
MACHO		FURO	BROCA
M	PASSO (mm)	DIAM. MAX.(mm)	DIAM.(mm)
1,6	0,35	1,321	1,25
1,8	0,35	1,521	1,45
2	0,4	1,679	1,6
2,2	0,45	1,838	1,75
2,5	0,45	2,138	2,05
3	0,5	2,599	2,5
3,5	0,6	3,01	2,9
4	0,7	3,422	3,3
4,5	0,75	3,878	3,7
5	0,8	4,334	4,2
6	1	5,153	5
7	1	6,153	6
8	1,25	6,912	6,8
9	1,25	7,912	7,8
10	1,5	8,676	8,5
11	1,5	9,676	9,5
12	1,75	10,441	10,2
14	2	12,21	12
16	2	14,21	14
18	2,5	15,744	15,5
20	2,5	17,744	17,5
22	2,5	19,744	19,5
24	3	21,252	21
27	3	24,252	24
30	3,5	26,771	26,5
33	3,5	29,771	29,5
36	4	32,27	32
39	4	35,27	35
42	4,5	37,799	37,5
45	4,5	40,799	40,5
48	5	43,297	43
52	5	47,297	47

Torneamento Mecânico

Diâmetro da broca	Velocidades de corte (m/min)							
	6	8	10	12	15	20	25	40
1	1880	2550	3190	3830	4780	6370	7960	12740
1,25	1580	2070	2660	3190	3980	5170	6630	10620
1,5	1270	1590	2120	2550	3180	3970	5300	8500
1,75	1040	1430	1860	2280	2790	3580	4640	7440
2	800	1270	1590	1910	2390	3190	3980	6370
2,25	790	1130	1430	1720	2160	2820	3180	5740
2,5	770	980	1270	1530	1910	2450	3580	5100
3	640	850	1060	1270	1590	2120	2650	4250
3,5	580	750	930	1120	1390	1850	2320	3720
4	480	640	800	960	1190	1570	1990	3190
4,5	430	580	720	860	1080	1420	1790	2870
5	380	510	640	760	960	1280	1590	2550
5,5	350	470	590	700	880	1170	1460	2340
6	320	420	530	640	800	1060	1330	2120
6,5	300	390	500	600	740	990	1240	1970
7	270	360	460	550	680	910	1140	1820
7,5	260	350	440	510	640	850	1060	1700
8	240	330	400	480	600	800	1000	1590
8,5	230	320	380	460	570	760	940	1500
9	210	280	350	430	530	710	880	1420
9,5	200	260	340	410	510	680	840	1350
10	190	230	320	380	480	640	800	1270
11	170	210	290	350	430	580	720	1160
12	160	200	270	320	400	490	660	1060
13	150	180	250	290	370	460	610	980
14	140	170	230	270	340	420	570	910
15	130	160	210	260	320	400	530	850
16	120	150	200	240	300	370	500	800
17	110	140	190	220	280	360	470	750
18	110	130	180	210	270	340	440	710
19	100	130	170	200	250	320	420	670
20	100	120	160	190	240	300	400	650

MATERIAL	(m/min)
	COM BROCAS DE AÇO RÁPIDO
Fundição	15 a 20
Fundição dura	10 a 15
Fundição maleável	10 a 15
Aço macio	20 a 25
Aço média dureza	15 a 20
Aço duro	12 a 15
Bronze, latão e alumínio	10 a 15

Torneamento Mecânico

Material		Ferramentas					
		Aço Rápido			Metal duro		
	Resistencia tracção Kg/mm2	Desbastar (m/min)	Acabar (m/min)	Avanço (mm/rot)	Desbastar (m/min)	Acabar (m/min)	Avanço (mm/rot)
Aço macio	30 a 40	26	30	0,8 - 5	200-300	300-400	0,5-1,8
Aço média dureza	50 a 70	20	24	0,8-5	150-200	200-300	0,5-1,5
Aço duro	80 a 90	11	14	0,5-4	140-160	160-200	0,5-1,5
Aço extra duro	140 a 180	8	10	0,5-4	30-50	50-70	0,5-1,5
Aço ferramentas	150 a 180				30-50	50-65	0,1-1,2
Aço inoxidável	60 a 70				70-90	90-120	0,1-1,3
Aço cromo	70 a 85				100-140	140-160	0,1-1,4
Aço cromo Vanadio	100				50-70	70-100	0,1-1,5
Aço molibdênio	140 a 160				50-60	60-90	0,1-1,6
Aço manganês 12%					15-35	35-45	0,1-1,7
Ferro fundido	maleável	14-18	12-25	0,8-5	60-75	75-95	0,1-1,5
	180HB	18	20	0,8-5	60-95	100-140	0,1-1,2
	180 a 250 HB	16	18	0,5-5	45-75	75-110	0,1-1,0
	250 a 400 HB	12	15	0,5-4	35-55	55-75	0,1-0,8
	Extra duro	8	15	0,5-1,5	10-15	15-25	0,1-0,7
Cobre		30 a 50	30-70	0,5-3,0	320-370	370-560	até 1,5
Latão macio		40-48	50-65	0,2-3,0	300-450	450-550	até 1,0
Latão duro		30-40	40-50	0,2-2,0	200-300	300-400	até 1,5
Bronze macio		18-25	30-35	0,2-3,0	300-350	280-380	até 1,0
Bronze duro		15-20	18-25	0,2-3,0	150-200	200-300	até 1,0
Alumínio		50 a 150	100-300	0,1-1,0	800-1300	1300-1800	até 1,0
Duralumínio		130	170	0,1-1,0	200-300	300-400	até 1,0