

## **SUMÁRIO**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 – Prefácio .....</b>  | <b>01</b> |
| <b>2 – Torneamento .....</b>                                       | <b>01</b> |
| <b>3 – A máquina de tornear.....</b>                               | <b>01</b> |
| <b>4 – Tipos de tornos.....</b>                                    | <b>02</b> |
| <b>5 – Características principais de um torno mecânico.....</b>    | <b>03</b> |
| <b>6 – Mecanismo do torno.....</b>                                 | <b>04</b> |
| <b>7 – Funcionamento do torno mecânico horizontal.....</b>         | <b>04</b> |
| <b>8 – Nomenclatura do torno mecânico .....</b>                    | <b>05</b> |
| <b>8.1 – Barramento .....</b>                                      | <b>05</b> |
| <b>8.2 – Cabeçote fixo.....</b>                                    | <b>05</b> |
| <b>8.3 – Eixo da árvore .....</b>                                  | <b>05</b> |
| <b>8.4 – Sistemas de transmissão.....</b>                          | <b>05</b> |
| <b>8.5 – Cabeçote móvel do torno .....</b>                         | <b>06</b> |
| <b>8.6 – Mangote.....</b>  | <b>06</b> |
| <b>8.7 – Carro do torno.....</b>                                   | <b>06</b> |
| <b>8.8 – Avental do torno.....</b>                                 | <b>07</b> |
| <b>8.9 – Movimento manual do carro .....</b>                       | <b>07</b> |
| <b>8.10 – Movimento automático do carro através do fuso.....</b>   | <b>07</b> |
| <b>8.11 – Movimento automático do carro através da vara .....</b>  | <b>07</b> |
| <b>8.12 – Movimento automático do carro transversal.....</b>       | <b>08</b> |
| <b>8.13 – Caixa Norton.....</b>                                    | <b>08</b> |
| <b>8.14 – Espera.....</b>  | <b>08</b> |
| <b>9 – Tipos de porta ferramenta .....</b>                         | <b>09</b> |
| <b>9.1 – Porta ferramenta oscilante .....</b>                      | <b>09</b> |
| <b>9.2 – Porta ferramenta tipo grampo ou placa ajustável .....</b> | <b>09</b> |
| <b>9.3 – Porta ferramenta de torre quadrada.....</b>               | <b>09</b> |
| <b>10 – Fixação de ferramenta .....</b>                            | <b>10</b> |
| <b>11 – Posição da ferramenta em relação à peça.....</b>           | <b>10</b> |
| <b>12 – Posição da ferramenta em relação ao eixo da peça .....</b> | <b>11</b> |
| <b>13 – Acessórios e dispositivos de fixação de peças .....</b>    | <b>11</b> |

|   |    |
|---|----|
| <b>14 – Placas</b> .....  | 11 |
| 14.1 - Placa universal de castanhas concêntricas .....                            | 11 |
| <b>15 – Ferramentas de corte</b> .....  | 11 |
| 15.1 – Ação de cunha nas ferramentas .....  | 12 |
| <b>16 – Ferramenta de corte do torno</b> .....                                    | 12 |
| 16.1 – Forma geral da ferramenta e nomenclatura das suas partes .....             | 12 |
| 16.2 – Constituição da ferramenta de corte .....                                  | 13 |
| 16.3 – Monobloco.....   | 13 |
| 16.4 – Formas de ferramentas .....  | 13 |
| 16.5 – Geometria das ferramentas .....  | 13 |
| 16.6 – Partes e ângulos principais.....   | 14 |
| 16.7 – Ferramentas à direita e ferramentas à esquerda .....                       | 14 |
| 16.8 – Ferramenta de desbastar .....  | 14 |
| 16.9 – Forma da parte útil da ferramenta de desbastar (faces e arestas) .....     | 15 |
| 16.10 – Inclinação da aresta de corte.....  | 15 |
| 16.11 – Robustez da ferramenta de desbastar .....                                 | 15 |
| 16.12 – Considerações tecnológicas sobre a afiação das ferramentas de torno ..... | 16 |
| 16.13 – Construir e afiar ferramenta de desbastar .....                           | 16 |
| <b>17 – Desbaste</b> .....  | 16 |
| 17.1 – Tornear cilíndrico externo .....   | 16 |
| 17.2 – Desbastar.....   | 16 |
| <b>18 – Dar acabamento</b> .....  | 17 |
| <b>19 – Faceamento</b> .....  | 17 |
| <b>20 – Sangramento</b> .....   | 18 |
| 20.1 – Operação cortar.....   | 18 |
| <b>21 – Perfilamento</b> .....  | 18 |
| 21.1 – Ferramentas de perfil constante .....                                      | 20 |
| 21.2 – Torneando perfis .....   | 20 |
| <b>22 – Furação no torno</b> .....  | 21 |
| 22.1 – Furo de centro.....  | 21 |
| 22.2 – Brocas de centrar .....  | 22 |
| 22.3 – Tabela de brocas de centrar .....  | 22 |
| 22.4 – Furando com o torno.....   | 22 |

**23 – Recartilhar ..... 22**

## **1 - PREFÁCIO**

Quando estudamos a história do homem, percebemos facilmente que os princípios de todos os processos de fabricação são muito antigos. Eles são aplicados desde que o homem começou a fabricar suas ferramentas e utensílios, por mais rudimentares que eles fossem.

Um bom exemplo é o conjunto de operações que começamos a estudar nesta aula. Ele se baseia em um princípio de fabricação dos mais antigos que existe, usado pelo homem desde a mais remota antiguidade, quando servia para a fabricação de vasilhas de cerâmica. Esse princípio serve-se da rotação da peça sobre seu próprio eixo para a produção de superfícies cilíndricas ou cônicas.

Apesar de muito antigo, pode-se dizer que ele só foi efetivamente usado para o trabalho de metais no começo do século. A partir de então, tornou-se um dos processos mais completos de fabricação mecânica, uma vez que permite conseguir a maioria dos perfis cilíndricos e cônicos necessários aos produtos da indústria mecânica.

Para descobrir que operação são essas, estude esta aula e as próximas com bastante atenção.

## **2 - TORNEAMENTO**

O processo que se baseia no movimento da peça em torno de seu próprio eixo chama-se torneamento. O torneamento é uma operação de usinagem que permite trabalhar peças cilíndricas movidas por um movimento uniforme de rotação em torno de um eixo fixo.

O torneamento, como todos os demais trabalhos executados com máquinas-ferramenta, acontece mediante a retirada progressiva do cavaco da peça a ser trabalhada. O cavaco é cortado por uma ferramenta de um só gume cortante, que deve ter dureza superior à do material a ser cortado.

No torneamento, a ferramenta penetra na peça, cujo movimento rotativo uniforme ao redor do eixo A permite o corte contínuo e regular do material. A força necessária para retirar o cavaco é feita sobre a peça, enquanto a ferramenta, firmemente presa ao porta-ferramenta, contrabalança a reação desta força.

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

1. Movimento de corte: é o movimento principal que permite cortar o material. O movimento é rotativo e realizado pela peça.
2. Movimento de avanço: é o movimento que desloca a ferramenta ao longo da superfície da peça.
3. Movimento de penetração, é o movimento que determina a profundidade de corte ao empurrar a ferramenta em direção ao interior da peça e assim regular a profundidade do passe e a espessura do cavaco.

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

1. Tornear superfícies cilíndricas externas e internas.
2. Tornear superfícies cônicas externas e internas.
3. Roscar superfícies externas e internas.
4. Perfilar superfícies.

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

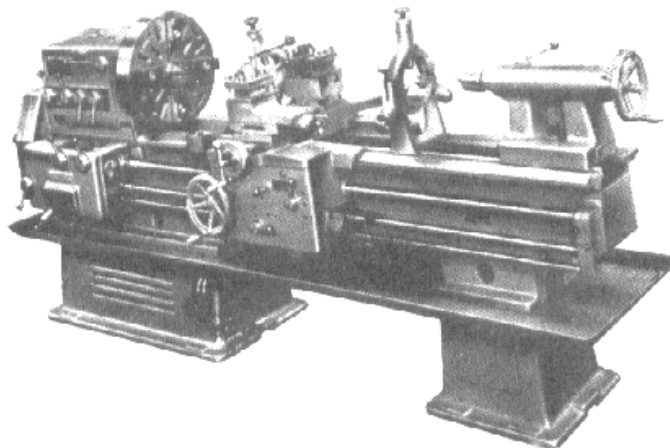
## **3 - A MÁQUINA DE TORNEAR**

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 a furadeira, a fresadora e a retificadora, com adaptações relativamente simples.

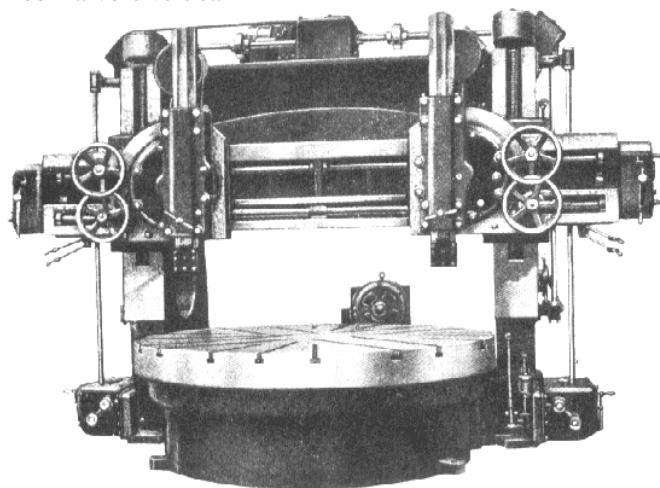
O torno mais simples que existe é o torno universal. Estudando seu funcionamento, é possível entender o funcionamento de todos os outros, por mais sofisticados que sejam. Esse torno possui eixo e barramento horizontais e tem a capacidade de realizar todas as operações que já citamos.

## **4 - TIPOS DE TORNOS**

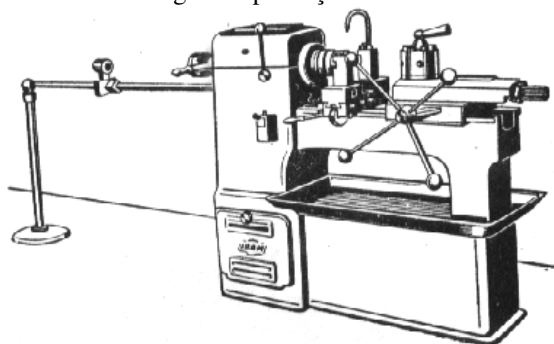
Torno horizontal – de árvore horizontal e barramento horizontal.



Torno vertical – com árvore vertical

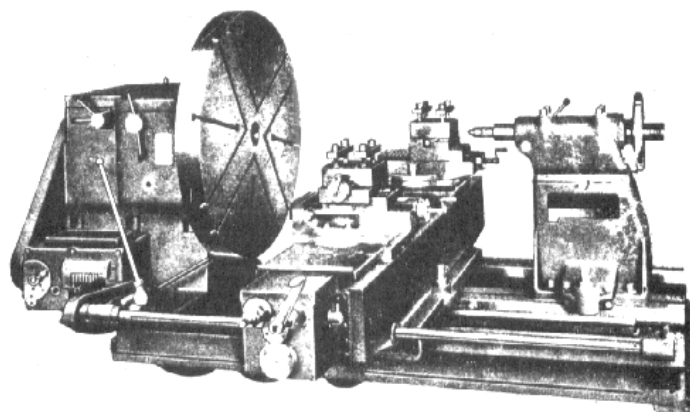


Torno revólver – são os tornos, nos quais várias ferramentas são montadas no porta-ferramentas em forma de castelo, onde atacam a peça sucessivamente, em diversas operações, pelo acionamento de comandos rápidos. Os tornos revólveres são para trabalhos em série e de grande produção.

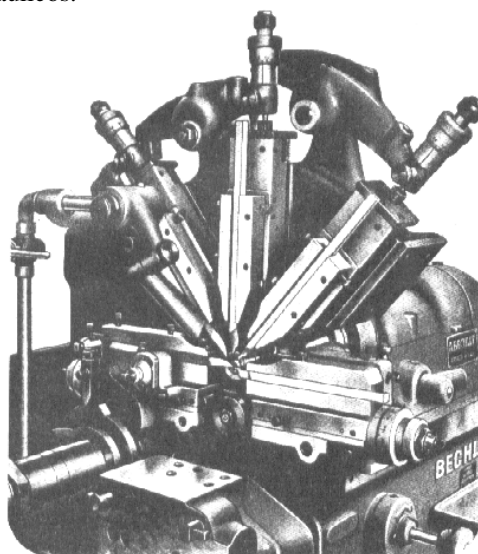


Tornos copiadores – são os tornos que, com dispositivos adaptados, produzem um movimento combinado, obrigando a ferramenta a cortar um perfil na peça, que acompanha, por meio de uma guia, uma outra peça semelhante, tomada como modelo.

Torno de platô – em geral de eixo horizontal, serve para tornear peças curtas, porém com grande diâmetro, como por exemplo, aros das rodas das locomotivas e dos vagões ferroviários.



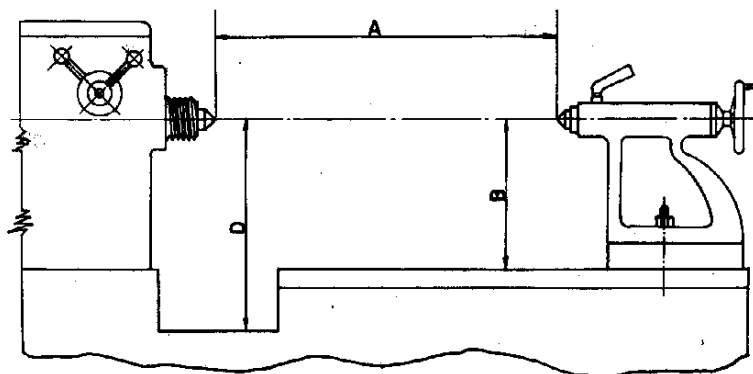
Tornos automáticos – possuem mudança automática de alimentação, tanto das ferramentas como do material, em uma ordem determinada das ferramentas necessárias à cada operação. Nos tornos automáticos que servem para a grande produção seriada, o material da peça a torner tem movimento de rotação e avanço de alimentação automática, sendo, esses movimentos de avanços e recuos das ferramentas, comandados por meio de “CAMES” (curvas) ou por meio da ação de hidráulicos.



## **5 - CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DE UM TORNO MECÂNICO**

Os tornos mecânicos são definidos por certas características que servem para orientar os operadores quanto à sua capacidade para os diferentes trabalhos.

As características principais observadas nos tornos mecânicos são as seguintes:



**A = Comprimento entre Pontas**

**B = Altura da Ponta**

**D = Altura da Cava**

Comprimento entre pontas – é a distância máxima “A” entre ponta do cabeçote fixo e a ponta do cabeçote móvel, todo recuado.

Altura da ponta em relação ao barramento – altura da ponta é a distância “B” do centro das pontas à face superior do barramento.

Altura da ponta em relação ao fundo da cava – é a distância “D” do centro da ponta ao fundo da cava.

Altura da ponta em relação à mesa do carro – é a distância do centro da ponta à parte superior do carro.

**Diâmetro do furo do eixo da árvore**

**Passo do fuso roscado ou número de fios por 1 polegada**

**Número de avanços automáticos do carro**

**Rosca de passos em milímetros (caixa NORTON)**

**Rosca de passos em polegada (caixa NORTON)**

**Roscas módulos e diametral                      Pitch (caixa NORTON)**

**Número de velocidade do eixo da árvore**

**Potência do motor em HP.**

## **6 - MECANISMO DO TORNO**

O torno mecânico horizontal é de uso mais difundido por causa da variedade de peças e de serviços que podem ser executados. Certos pormenores da sua construção podem variar de uma fábrica para outra, mas se compõem sempre dos seguintes mecanismos e partes, como:

1. Partes que suportam ou alojam os diferentes mecanismos como:
  - Barramento
  - Cabeçote fixo e móvel
  - Caixa de câmbio
2. Mecanismos que transmitem e transformam o movimento de rotação do eixo da árvore, como:
  - Polias escalonadas
  - Engrenagens
  - Redutores
3. Mecanismo que possibilita o deslocamento da ferramenta e peça em diferentes velocidades, como:
  - Engrenagens
  - Caixa de câmbio (Caixa NORTON)
  - Inversor de marcha
  - Fuso
  - Vara
4. Partes de fixação da ferramenta e da peça a tornear.
5. Comandos dos movimentos e das velocidades

## **7 - FUNCIONAMENTO DO TORNO MECÂNICO HORIZONTAL**

Sendo o torno a máquina ferramenta na qual se remove o material da superfície de uma peça em rotação, por meio de uma ferramenta de corte que se desloca continuamente, os seus mecanismos têm que permitir, ao mesmo tempo, dois movimentos principais:

- a) Fazer girar a peça que está suportada e presa por meios apropriados. Este movimento é o chamado **MOVIMENTO DE CORTE** ( $M_c$ ).
- b) Fazer deslocar a ferramenta, enquanto ataca a superfície da peça. Este movimento é o chamado **MOVIMENTO DE AVANÇO** ( $M_a$ ).

Para isso, são necessárias diferentes velocidades, conforme a espécie de material a torner, a qualidade da ferramenta de corte e a natureza do trabalho a executar. Há, também, com frequência, a necessidade de inverter o sentido da rotação, a fim de que sejam possíveis certas operações no torno.

Para fazer esses movimentos, possui o torno mecânico fortes estruturas de ferro fundido como o barramento, pés, cabeçotes e o carro principal, que suportam o conjunto de órgão e de mecanismos destinados às seguintes funções:

- Prender ou suportar a peça a torner;
- Fixar a ferramenta de corte;
- Transmitir os movimentos, a partir do motor elétrico;
- Modificar os movimentos ou as velocidades;
- Comandar as modificações dos movimentos ou das velocidades.

## **8 - NOMENCLATURA DO TORNO MECÂNICO**

### **8.1 - Barramento**

O barramento forma o corpo principal do torno e serve de apoio ao carro principal e o cabeçote móvel, assim como para a fixação do cabeçote fixo. Todo barramento é construído de ferro fundido especial e endurecido durante a usinagem.

A parte superior do barramento apresenta filetes trapezoidais, que constituem as guias para o deslize dos órgão montados sobre o barramento. Este perfil trapezoidal do barramento tem a vantagem de resistir melhor à pressão do trabalho, compensar o desgaste das partes em atrito e proporcionar grande precisão.

O barramento é geralmente provido de uma cava, isto é, de uma cavidade em frente ao cabeçote fixo. Esta construção permite o torneamento de peças curtas e de grande diâmetro, que não passaria sobre o barramento inteiro.

Para dar apoio ao carro principal, quando este tiver que trabalhar sobre o vão, introduz-se na cava um bloco do próprio barramento, chamado **PONTE**, que prolonga o perfil do barramento até o cabeçote fixo.

### **8.2 - Cabeçote fixo**

O cabeçote fixo é a parte do torno pela qual a peça é presa e da qual recebe o movimento de rotação característico do processo de torneamento. Este conjunto chamado de cabeçote fixo está montado sobre o barramento à esquerda, é fixado por meio de parafusos e a sua peça principal é o eixo da árvore.

Dentro do cabeçote fixo do torno contém, além de sua peça principal, o eixo da árvore, os mecanismos de redução e de inversão do movimento. Muitos tornos modernos possuem o eixo da árvore com **MONOPOLIA**, que dizer, uma só polia, e não polia em degraus.

### **8.3 - Eixo da árvore**

Eixo da árvore é um eixo oco, construído de um aço especial, como aço-cromo-níquel, endurecido, retificado e superacabado, de maneira a apresentar superfícies finamente polidas nos contatos dos mancais. O eixo da árvore é assentado em mancais de bronze fosforoso ou rolamentos de esferas. Junto ao rebaixo posterior (lado esquerdo), fica em contato com um mancal de encosto, que recebe pressão longitudinal resultante do esforço de corte exercido pela ferramenta.

O furo no centro do eixo tem dupla finalidade:

1ª - A parte da frente serve para colocar as pontas do centro, haste das ferramentas como broca, mandril, e alargador, todos esses dispositivos são fixados por meio do cone interno.

2ª - Permitir o torneamento de peças diretamente no vergalhão, sem que para isso seja necessário cortá-los previamente, uma vez que este atravessa o oco do eixo da árvore.

### **8.4 - Sistemas de transmissão**



Conforme o material e o diâmetro da peça a ser torneada, esta tem que girar com um número variável de rotação. Para isso, a transmissão de movimento do motor à árvore é feita por meio de polias escalonadas com correias planas ou em “V”, ou , então, através de um sistema de engrenagens que permiti essa gradação do número de rotações.

## 8.5 - Cabeçote móvel do torno

O cabeçote móvel é a parte do torno que, apoiada e fixada sobre o barramento, serve para as seguintes finalidades:

1º - Suporte de contra-ponta, que é um duplo cone de aço destinado a prender, num dos topos, a peça a ser torneada.

2º - Suporte de um mandril de haste cônica, como o mandril tipo "CHUCK JACOBS" ou de uma bucha de redução.

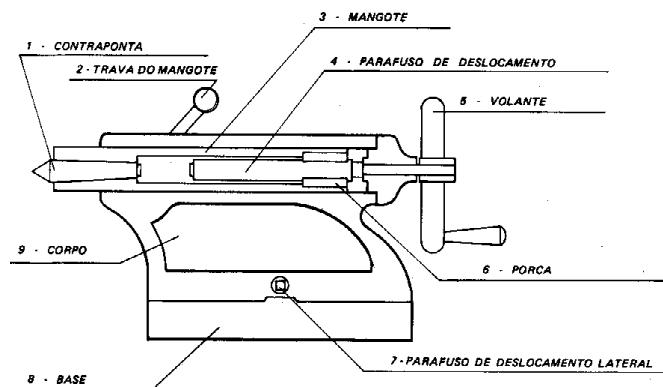
3º - Suporte direto de ferramentas de corte de haste cônica, tais como brocas, alargadores ou machos.

Na figura abaixo temos a vista do cabeçote móvel em corte, com os diferentes nomes das peças.

O cabeçote móvel do torno se compõe das seguintes partes principais:

Base, corpo, mangote, volante e dispositivos de fixação.

A Base desliza-se sobre o barramento, o qual apresenta uma ranhura retificada, que se adapta a uma das guias longitudinais retificadas do barramento. Pode, também, ser fixada em diferentes partes do barramento, seja por meio dos parafusos, porcas e placas, ou por outro processo adequado, como o de uma alavanca com excêntrico.



## 8.6 - Mangote

O mangote é um tubo cilíndrico, provido de porca e parafuso, que se desloca dentro do corpo do cabeçote, por intermédio da atuação da porca e parafuso.

Na extremidade do mangote há um cone interno para a colocação das pontas ou das hastes da ferramenta.

O parafuso interno atravessando uma porca no mangote e comandado externamente por um volante, possibilita assim avanços e recuos longitudinais do conjunto interno e, portanto, o contra-ponta nele fixado.

Para firmar o mangote, após a regulação da posição desejada do cabeçote móvel, atua-se a trava, dando um pequeno aperto na alavanca da trava do mangote. Isto resulta o aperto do escavado de duas buchas cilíndricas internas contra o mangote que assim fica imobilizado.

Os deslocamentos longitudinais, quer dizer, avançar ou recuar o mangote, podem ser regulados por um dos dois seguintes meios: 1º Pela graduação retilínea na parte superior ou lateral.

Quando se usa a contra-ponta no torneamento externo, é conveniente aproximar bem o cabeçote móvel da peça para que a distância do mangote seja a menor possível.

2º Graduação circular no eixo do volante.

Na parte de trás do cabeçote móvel, na união do corpo com a base, existem dois riscos de referência para a regulação da posição que coloca a contra-ponta no alinhamento da ponta.

Esses riscos de referência em alguns tornos estão situados na parte da frente do cabeçote, em baixo do mangote.

## 8.7 - Carro do torno

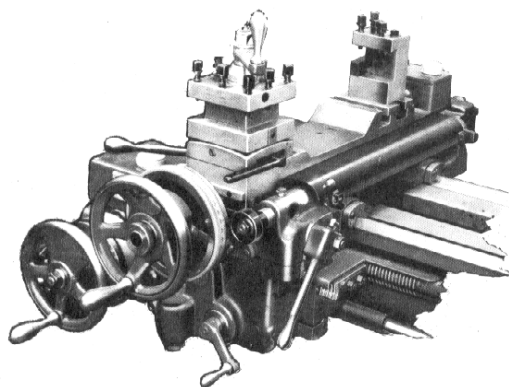
O carro do torno é uma forte peça construída de ferro fundido e que proporciona à ferramenta cortante os movimentos exigidos para operações de torneamento.

O carro do torno compõe-se de três partes, cada uma com finalidades diferentes, que são:

1 – Carro principal

2 – Carro transversal

3 – Carro longitudinal ou carrinho superior.

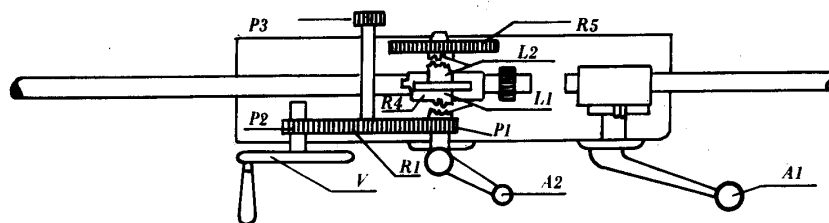


O carro principal tem na parte inferior rasgos trapezoidais que se adaptam nas guias prismáticas do barramento do torno, para facilitar o seu deslocamento.

As duas guias prismáticas externas são as que servem de apoio ao carro. A guia prismática interna e o ressalto achatado servem para o deslocamento do cabeçote móvel. Todas essas guias são rigorosamente retificadas, para que o movimento da ponta da ferramenta se faça sempre paralelamente ao alinhamento da ponta e da contraponta.

### 8.8 - Avental de torno

O avental do torno é uma caixa de ferro fundido, adaptada na parte da frente do carro longitudinal. Nela contém o mecanismo de movimento longitudinal do carro ao longo do barramento do torno, assim como o mecanismo de movimento automático transversal do carro transversal. A figura abaixo indica todos os mecanismos do avental.



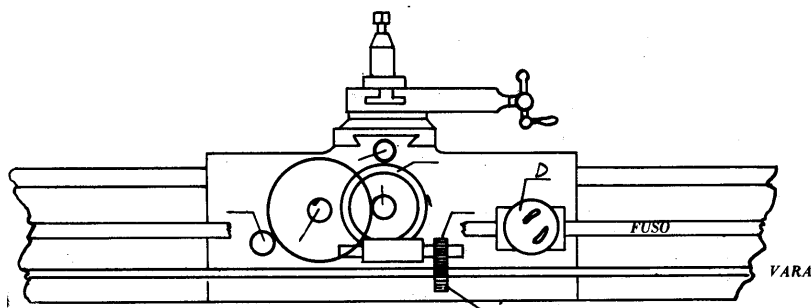
### 8.9 - Movimento manual do carro

Estando o pinhão P1 desligado pela atuação da alavanca A2, gira-se o volante V. A rotação do pinhão P2 faz girar a engrenagem R1 e o pinhão P3, que, engrenado na cremalheira, produz o deslocamento longitudinal do carro.

### 8.10 - Movimento automático do carro através do fuso

Este movimento no torno é utilizado para a abertura de roscas. Porém, tornos pequenos, como os de bancada, são usados os movimentos do fuso para dar avanço automático ao carro e o caso do passe fino.

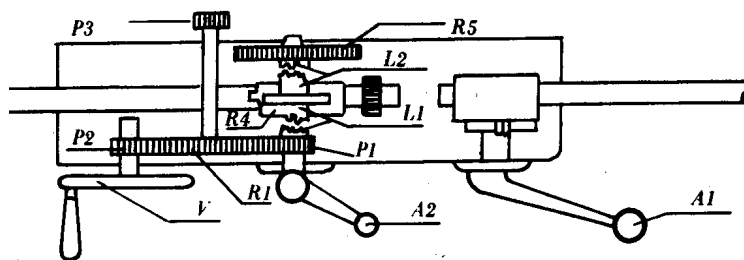
Para dar o movimento automático através do fuso, move-se a alavanca A1. Os pinos das metades da porca aberta movem-se nos rasgos do disco D na figura abaixo, fechando a porca que, por sua vez, engrena com o fuso. A rotação do fuso determina o avanço longitudinal do carro.



### 8.11 - Movimento automático do carro através da vara.

A vara serve para dar movimento automático ao carro no caso de torneamento de longo curso e também serve para dar o movimento ao carro transversal.

Para movimentar o carro transversal através da vara, move-se a alavanca A2, para a posição que produz o acoplamento das luvas L1. A rotação da vara determina as rotações das engrenagens R2, R3, do P3 engrenando na cremalheira, o carro move-se ao longo do barramento.



### 8.12 - Movimento automático do carro transversal

Estando a porca aberta, move-se a alavanca A2 para a posição que, deslizando as luvas L1, acopla ao mesmo tempo as luvas L2. A rotação do fuso não se transmite à engrenagem R5 que engrena com o pinhão P4, montado no topo do parafuso de deslocamento transversal do carro.

### 8.13 - Caixa Norton

A caixa NORTON ou caixa de mudança rápida, serve para proporcionar avanços mecânicos e passos de roscas com economia de tempo. Em lugar de calcular e montar as engrenagens da grade, é preciso apenas mudar a posição de certas alavancas.

Os tornos antigos não possuem caixa de mudança rápida de avanço de carro (CAIXA NORTON). No extremo do fuso é adaptado uma engrenagem, por meio da qual se estabelece, com as engrenagens da grade a transmissão de velocidade de rotação do eixo da árvore ao fuso, com redução desejada.

É necessário, portanto, um outro jogo de engrenagens que permita as convenientes combinações de engrenagens na grade, para produzir diferentes velocidades de rotação do fuso, portanto, diversos avanços do carro, em consequência, à ferramenta.

As combinações da engrenagem da grade são estabelecidas pelo cálculo de mudança de rotação, determinando as relações entre os números dos dentes da engrenagem condutora e da engrenagem conduzida. A mudança dos avanços, nos tornos antigos, dependia de cálculos e de trabalhos de desmontagem e montagem das engrenagens da grade, resultando perda de tempo.

Por outro lado, a combinação, na grade de diferentes jogos de engrenagens, possibilitam uma variedade limitada de avanços do carro do torno, conforme o número de engrenagens disponíveis.

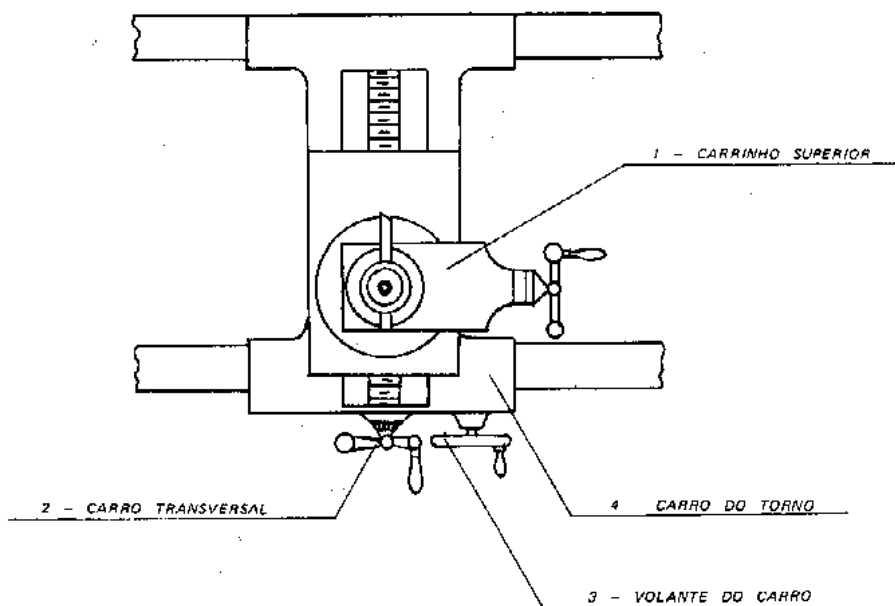
No mecanismo da caixa NORTON, existe um eixo no qual estão montadas, com chavetas, diversas engrenagens. Pelo manejo de uma alavanca externa, estas engrenagens se combinam com outras engrenagens montadas num outro eixo, produzindo mudanças de avanços.

Existem os tornos que possuem a chamada "meia caixa NORTON" isto é, uma caixa NORTON com poucas engrenagens, para determinadas mudanças de rotação.

Neste é possível ainda, obter-se diversos avanços, mantendo jogos de engrenagens adequados na grade.

### 8.14 - Espera

A espera é o órgão que serve de base ao porta ferramenta. O deslocamento da espera se faz girando o volante, que move o parafuso conjugado a uma porca existente na mesma. Um anel graduado, no eixo do volante, facilita a execução manual de avanços micrométricos da ferramenta de corte. A base da espera apresenta uma base cilíndrica, com uma graduação angular para mostrar que qualquer inclinação de direção de avanço da ferramenta em relação ao eixo da peça que está sendo torneada.



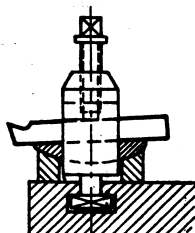
## **9 - TIPOS DE PORTA FERRAMENTA**

N operação de tornejar, a ferramenta de corte é submetida a grandes esforços, que é chamado de esforço de corte. O valor deste esforço depende da resistência do material que está sendo torneado e das dimensões da seção transversal do cavaco (grossura do cavaco).

Para a ferramenta de corte não sofrer desvios ou não ceder ou não fletir sob a ação do esforço de corte, deve o mesmo ficar preso de modo firme e seguro.

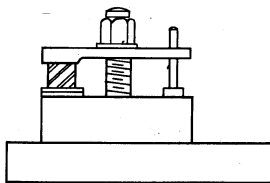
### **9.1 - Porta ferramenta oscilante**

O porta ferramenta oscilante é empregado para a fixação de ferramentas de corte em cortes de pouco esforço. Um calço esférico permite um rápido ajuste de alturas da ponta de ferramentas. Este tipo de porta-ferramenta é usada nos tornos leves, como o tipo de bancada.



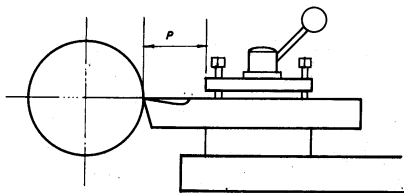
### **9.2 - Porta-ferramenta tipo grampo ou placa ajustável**

O porta-ferramenta tipo grampo ou placa ajustável serve para manter bem firme a ferramenta do corte, mesmo nos casos de cortes fortes. Este tipo de porta-ferramenta, hoje em dia, é pouco usado, devido ao grande trabalho de fixação da ferramenta por meio da placa, que tem que ficar em posição horizontal, apoiada por meio de parafusos de encosto.



### **9.3 - Porta-ferramenta de torre quadrada**

O porta-ferramenta de torre quadrada, também chamado **americano**, permite a fixação simultânea de quatro ferramentas de corte que podem ser colocadas rapidamente em posição de trabalho um após o outro.



## **10 - FIXAÇÃO DE FERRAMENTA**

Para que a ferramenta de corte conserve bem o seu corte e produza um bom trabalho, evitando trepidar, deve ser rígida, isto é, não deve flexionar, por pouco que seja, em virtude de pressão do corte. Para que uma ferramenta fique rígida, são necessários:

1º - Ter seção proporcional ao esforço de corte. Se o esforço é grande, usa-se ferramenta robusta. Se for pequeno, não há inconvenientes no uso de uma seção estreita.

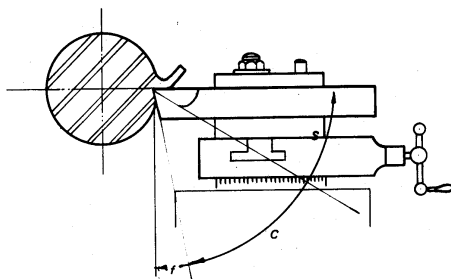
2º - Ter o mínimo possível de saliência em relação ao porta-ferramenta, isto é, o balanço P. deve ser o menor possível.

3º - Ser firmemente apertada, com as maiores superfícies de apoio de contato superior no porta ferramenta.

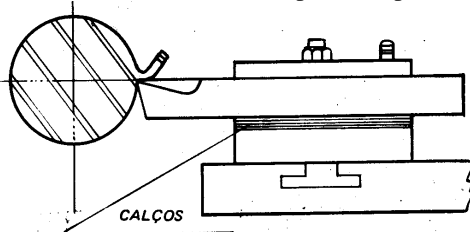
4º - Se for o porta-ferramenta for do tipo de placa ajustável, à placa de aperto deve estar bem nivelada, para que se dê completo contato entre sua face inferior e a face superior do cabo da ferramenta de corte.

## **11 - POSIÇÃO DA FERRAMENTA EM RELAÇÃO À PEÇA**

A ponta da ferramenta de corte deve ficar à altura do eixo geométrico ou do centro da peça.



Quando a ponta da ferramenta fica bem centrada, os ângulos formados na frente (ângulo f), o ângulo C (de cunha ou de frente) e o ângulo S (de saída) terão os valores capazes de produzir bom rendimento.



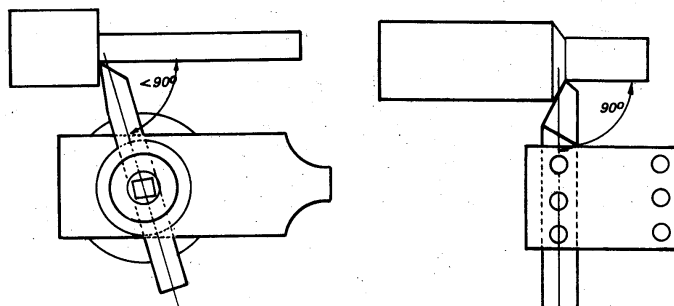
Para se obter a altura desejada em cada fixação da ferramenta, é normal o emprego de um ou mais calços de ação entre a face inferior da ferramenta e a base do porta-ferramenta.

Se a ponta da ferramenta fica acima do centro da peça, o ângulo F torna-se menor e produz assim um atrito maior entre a face livre (superfície de incidência) e a superfície de corte.

Se a ferramenta de corte fica abaixo do centro da peça, a aresta cortante tem maior penetração, a ferramenta fica forçada, o metal é arrancado, e o cavaco tem saída difícil. Nesse caso, a ponta da ferramenta é enterrada no material, sendo torneada.

## **12 - POSIÇÃO DA FERRAMENTA EM RELAÇÃO AO EIXO DA PEÇA**

A ferramenta de desbastar deve ficar perpendicular ao eixo da rotação da peça.



A ferramenta de facear deve ficar obliquamente em relação ao eixo de rotação da peça. Sendo o ângulo formado entre o eixo da peça e o eixo da ferramenta, pouco inferior a 90°.

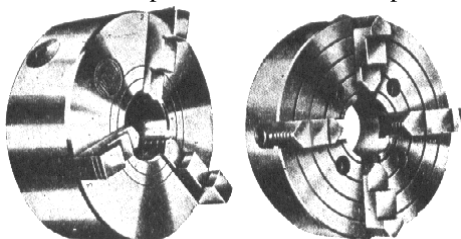
## **13 - ACESSÓRIOS E DISPOSITIVOS DE FIXAÇÃO DE PEÇAS**

O processo de torneamento exige que a peça seja presa de maneira que a sua força rotativa possa vencer a resistência oferecida pelo material a ser torneado. Conforme a natureza do serviço e a forma da peça, são empregados um ou mais dos seguintes acessórios: Placa, Ponta de Centro, Grampo arrastador, Disco de Arrasto, Lunetas, etc.

### **14 - PLACAS**

As placas são dispositivos de fixação ao mesmo tempo que prendem a peça e lhe proporcionam a rotação necessária.

As placas são fixas ao eixo da árvore, por meio de roscas ou por cones.



#### **14.1 - Placa universal de castanhas concêntricas**

As placas de castanhas concêntricas são empregadas quando o material a ser torneado é de forma regular, redondo por exemplo.

Obtém-se o movimento sincronizado das castanhas nas placas por meio da rotação de um disco com ranhuras em espiral que engrena com a cremalheira na parte posterior da castanha, ou movendo as castanhas por meio de um parafuso individual que, por sua vez, recebe o movimento simultâneo de um aro dentado que se engrena com os pinhões ajustados às cabeças dos parafusos. Para abrir ou fechar as castanhas faz-se girar, por meio de chave da placa, um dos pinhões repartidos na circunferência da placa.

## **15 - FERRAMENTAS DE CORTE**

As ferramentas de corte podem, de certo modo, se comparar com o processo de corta, arrancar ou partir.

A milhares de anos, nos tempos primitivos, servia-se o homem da idade da pedra de um instrumento de punho, usado como arma ou ferramenta para cortar e trabalhar materiais, chamado machado primitivo.

Este instrumento empregado desde a antiguidade para cortar, arrancar ou partir, sempre teve a forma de cunha. E toda gente conhece a ação do fendimento da cunha, que é na realidade, uma das ferramentas mais antigas conhecidas.

A ação da cunha se vê perfeitamente clara quando se trata de rachar um tronco de árvore.

A cunha penetra no tronco o mais facilmente quanto mais fechada for a cunha..

E, quanto mais aberto for o ângulo da cunha, maior será o esforço para a cunha penetrar no tronco.

Portanto, a abertura do ângulo da cunha tem uma importância decisiva na eficiência da mesma.

Porque, sendo a cunha com pouco ângulo, as duas superfícies da cunha resvalam menos com as paredes do tronco e, o ângulo sendo aberto, maior será a superfície que resvala nas paredes e, portanto, o espaço será maior.

### 15.1 - Ação de cunha nas ferramentas

Se forçamos sobre uma peça uma ferramenta cuja parte ativa tenha forma cônica, recalcará o material contra as faces da cunha e a penetração da cunha será na direção da mínima resistência oferecida pelo material.

No caso da penetração perpendicular, o material deslizará junto às faces da cunha. Quando a penetração é inclinada, o material vai cedendo do lado oposto da inclinação com maior facilidade, porque o material está oferecendo menor resistência.

Se a cunha se move paralelamente à superfície do trabalho, o material soltará com maior facilidade.

Quando a cunha é convenientemente inclinada, avançando paralelamente à superfície da peça vai separando continuamente o material produzindo cavacos, aparas ou fitas do material.

Na formação de cavacos ou aparas, podemos imaginar quatro fases:

1° - Levantamento do material diante da superfície de ataque da ferramenta.

2° - Formação de uma fenda diante da ponta da ferramenta.

3° - Quebra de uma partícula da aparta (elemento da aparta).

4° - Deslizamento ascensional da partícula cortada (elemento da aparta) junto à superfície de ataque da ferramenta.

Estes processos refletem-se continuamente, de tal modo que as aparas arrancadas juntam-se a outras, constituindo-se as aparas que estão mais ou menos firmemente unidas entre si.

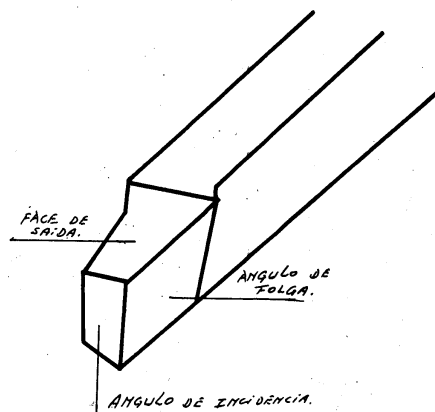
Mas a formação de cavacos ou aparas dependem também do material em que estão trabalhando. Por exemplo, nas fundições (peças fundidas) não existem ligações algumas entre as aparas. Neste caso forma-se aparas ou cavacos muito pequenos, porque o material é quebradiço. Mas, ao trabalhar materiais mais tenazes, como por exemplo, o aço, os elementos das aparas vão agarrados uns aos outros que forma verdadeiras fitas de aço.

## **16 - FERRAMENTA DE CORTE DO TORNO**

O torneiro utiliza no torno uma ferramenta de corte de material bastante duro, para usinar os diversos materiais como o ferro fundido, o aço, e outros metais ou ligas metálicas.

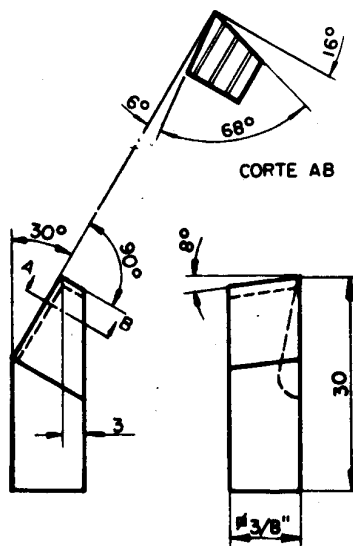
### 16.1 - Forma geral da ferramenta e nomenclatura das suas partes

A ferramenta de corte é uma barra de aço em forma de um paralelepípedo alongado, no qual um dos extremos recebe forma própria, com ângulos determinados por meio das operações de esmerilhamento e afiação. A próxima figura apresenta um tipo comum de ferramenta de corte utilizada no torno com a nomenclatura das suas partes.



A próxima figura mostra as três vistas do extremo cortante da ferramenta, para facilitar o conhecimento das diversas partes denominadas na figura anterior.





## 16.2 - Constituição da ferramenta de corte

Existem diversos tipos de ferramentas de corte, dependendo do seu formato, da sua utilização e do material com que é feito.

As ferramentas de corte podem ser do tipo:

### 16.3 - Monobloco

Isto é, quando toda ela é feita de aço carbono ou de aço rápido, forjado ou esmerilhado pelo torneiro.

Outra ferramenta tem o mesmo formato do monobloco, porém; calcado com bico de aço rápido, e fixado por meio de solda.

A outra ferramenta também o cabo é idêntico ao monobloco, porém ao invés de o bico de aço rápido, é soldada uma pastilha de carboneto metálico (Widia).

Outra ferramenta muito usada hoje, devido à sua facilidade de construção é um pequeno prisma de aço rápido, com aproximadamente 10% de cobalto, chamado Bite ou Bits (palavra inglesa que significa pedaço). O Bit é fixado nos suportes reto ou inclinado, e esse suporte é fixo no porta ferramenta.

### 16.4 - Formas de ferramentas

Cada operação no torno exige uma ferramenta apropriada, tanto no formato como no material da ferramenta. Assim, teremos de escolher para desbastar, tornear liso, facear, filetar, sangrar (cortar) etc., a ferramenta de corte cuja forma se adapte mais convenientemente a esses trabalhos.

A forma da ferramenta certa é um dos principais fatores para o rendimento e de um trabalho seguro em todas as máquinas operatrizes como torno mecânico, torno revólver, torno automático, etc.

Se a forma da ferramenta não está apropriada para uma determinada operação, além de por em risco o próprio torneiro, ainda está sujeita a quebrar a ferramenta e não obtém o rendimento desejado.

Conforme a posição da cabeça da ferramenta em relação ao cabo e o corpo, se distinguem entre outras, ferramentas retas, curvadas, recurvadas e rebaixadas.

### 16.5 - Geometria das ferramentas

Ainda que o homens da ciência de todo o mundo se preocupam pelo estudo das ferramentas, resulta lamentar e comprovar que as características geométricas das mesmas são, em particular, as definições dos ângulos que diferem de um país para outro.

Inclusive em um mesmo país encontram-se muitas vezes, diversas denominações, derivadas de técnicas inerentes a grandes indústrias ou empresas.

Porém, têm tentado criar uma normalização, mas cada país interessado nesta questão estabelece suas próprias normas. Como consequência da falta de coordenação, as características das ferramentas tem diversas definições e as medidas dos ângulos de corte efetuam-se por diferentes métodos.

Esse estado de erros nos dificultam o estudo sobre as ferramentas, desorientando os técnicos que desejam conhecer mais profundamente.

Não obstante, devemos reconhecer os esforços realizados em cada país e em particular a França, pela Associação Francesa de Normalização. Portanto, o acordo técnico entre os diferentes países industrializados é esperado com impaciência, pois uma norma internacional permite maior atendimento entre todos os técnicos nesse campo.

A falta de compreensão da geometria das ferramentas, que estamos expondo no presente capítulo, está de acordo com os elementos e definições da Associação Francesa de Normalização. Porém, sendo estas normas muito incompletas, é preciso recorrer, em alguns casos, às normas americanas (ASA) – American Standards Association.

## 16.6 - Partes e ângulos principais

Toda ferramenta simples, de corte único, compreende em seu extremo uma parte ativa, a aresta de corte, que na normalização é denominada FIO.

O fio corta o material, segundo a sua superfície de despreendimento.

Os ângulos principais das ferramentas se diferem com relação ao seu plano de base, o seu fio e a face de incidência. Sua orientação em relação à peça que trabalha pode modificar o valor de alguns ângulos, que nós estudaremos mais adiante.

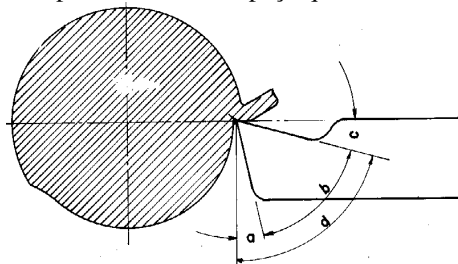
Toda ferramenta do torno consistem em uma parte ativa situada no extremo do corpo da ferramenta.

O corpo da ferramenta está formado por uma barra de secção retangular ou quadrada, e apoia-se no suporte por uma de suas faces, o qual constitui o plano de base.

A parte ativa consiste, especialmente, no fio, que é a aresta que forma na sua intersecção dos planos das superfícies de despreendimento e de incidência.

**Superfície de despreendimento** é a face pela qual a ferramenta ataca a peça que trabalha, e é nessa face que desliza o cavaco.

**Superfície de incidência** é a parte da frente da peça que está sendo trabalhada.



## 16.7 - Ferramentas à direita e ferramenta à esquerda

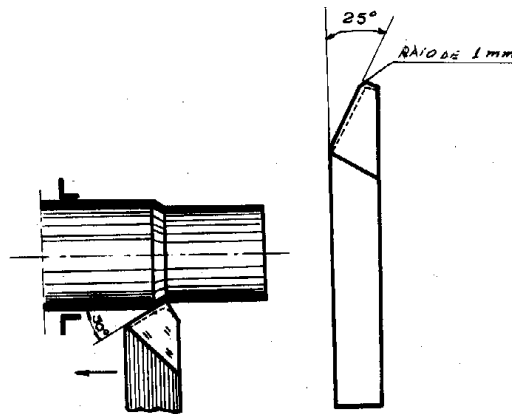
Para definir o sentido de uma ferramenta e classificá-la de esquerda ou direita, deve se Ter em conta o seguinte: a ferramenta considera-se com a parte cortante ou bico voltado para nós e com a superfície de deslizamento do cavaco voltado para cima. Nestas condições, a ferramenta chama-se direita quando o seu fio esta dirigido para a direito do observador. E se o fio estiver à esquerda, a ferramenta será esquerda.

## 16.8 - Ferramenta de desbastar

A operação de desbastar consiste em remover, da peça em rotação no torno, o cavaco mais grosso possível, cavaco de maior seção, levando em conta a resistência da ferramenta de corte e da máquina, bem como a conservação do fio cortante da ferramenta.

O desbaste visa a obter, com o máximo de rendimento, uma medida na peça que seja ligeiramente superior a 1 mm., a medida deseja como definitiva. Atinge-se aproximadamente a medida definitiva por meio de novos passes da ferramenta para o acabamento. Essa operação final, depois do desbaste, requer passes leves da ferramenta de corte, que devem ser constantemente controlados por instrumentos de medida ou por calibradores de medida.

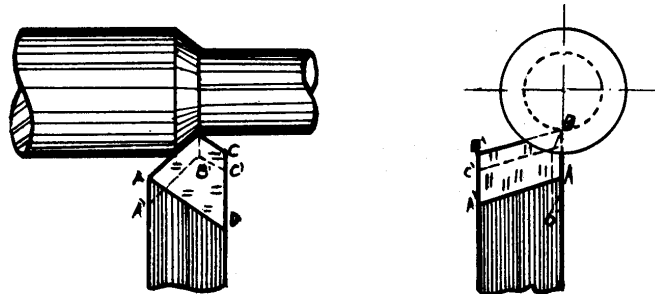
Particularmente, no caso do torno, é normal chamar-se ferramenta de desbastar a que produz a operação de desengrossar com passes fortes, nos casos de cilindrar, ou de tornear cônico, isto é, de operar o corte de tal modo que a ponta da ferramenta se desloque respectivamente paralela ou inclinada em relação ao eixo da peça.



### 16.9 - Forma da parte útil da ferramenta de desbastar (faces e arestas)

A parte útil ou cortante da ferramenta é esmerilhada de modo a fornecer duas arestas de corte ou gumes e a preparar certas faces que se dispõem em determinados ângulos para melhor rendimento ao corte.

Com o auxílio das próximas figuras, aqui vistas, são caracterizadas apenas as superfícies ou faces e as arestas da parte cortante.



A aresta formada pela figura ABCDA é a face de saída ou de ataque.

A face frontal é formada pelas letras A; B; B'; A'; A.

A face frontal secundária é formada pelas letras B; C; C'; B; B'.

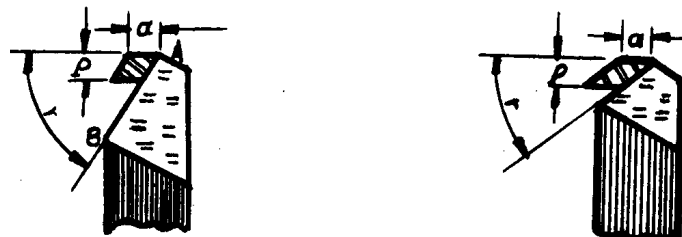
A aresta de corte ou gume ou fio é formada pelas letras AB.

A aresta de corte secundário é formada pelas letras BC.

A aresta frontal ou de incidência é formada pelas letras BB'.

### 16.10 - Inclinação da aresta de corte

A inclinação da aresta de corte, formada pela linha AB das próximas figura, tem grande influência sobre a duração do fio cortante, podendo produzir maior ou menor pressão de corte, ou maior ou menor vibração, devido à superfície do cavaco à arrancar. O ângulo  $\gamma$  das figuras chama-se ângulo de rendimento.



Para um mesmo avanço  $a$  e uma mesma profundidade  $p$  de corte das duas ferramentas acima, vê-se que, no caso da figura da esquerda, há maior extensão da aresta de corte em contato. Resulta a uma maior pressão e a possibilidade de maior vibração. Sobretudo, quando no desbaste de peças de pequeno diâmetro, convém, portanto, ferramenta com aresta de corte mais inclinada, como o da figura.

### 16.11 - Robustez da ferramenta de desbastar

A seção transversal formada pelas letras MNOP da haste da ferramenta da próxima figura, deve ser de tal modo que a barra de aço ou BITS possa resistir ao esforço de flexão que resulta da pressão de corte, ou seja, a pressão que é produzida sobre a aresta cortante, quando o cavaco é arrancado.

A seção da ferramenta deve ser escolhida tendo em conta a seção do cavaco a arrancar, isto é, a área resultante do produto  $A \times P$  (avanço vezes a profundidade de corte). A regra geral é adotar-se uma área da seção da ferramenta de 80 a 100 vezes a área da seção do cavaco. Por exemplo, para um cavaco a cortar de  $5 \text{ mm}^2$  de seção, pode-se adotar a seção de  $16 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} = 400 \text{ mm}^2$ . Porque,  $80 \times 5 \text{ mm} = 400 \text{ mm}^2$ .

### 16.12 - Considerações tecnológicas sobre a afiação das ferramentas de torno

Os ângulos adequados ao corte se obtém pelo esmerilhamento seguido de afiação na pedra, das faces de folga ou de incidência, frontal, lateral ou então as duas faces de saída, também chamada face de ataque. Dessa forma se prepara, no bico da ferramenta, a cunha com o ângulo e a posição convenientes ao corte que o torneiro vai fazer no material.

Costuma-se denominar a fiação da ferramenta a operação completa de preparo da cunha, compreendendo o esmerilhamento para o desbaste e a afiação na pedra para acabamento e aperfeiçoamento das arestas cortantes.

### 16.13 - Construir e afiar ferramenta de desbastar

A ferramenta de desbastar é a mais usada no torneamento e no aplainamento das peças.

A preparação e a reafiação da ferramenta de desbastar constituem importante operação a ser feita pelo torneiro e pelo ajustador pois deles dependem a boa execução dos trabalhos de torno e de aplainamento.

As fases de execução da ferramenta de desbastar à direita são as mesmas para a afiação da ferramenta de desbastar à esquerda.

## 17 - DESBASTE

### 17.1 - Tornear cilíndrico externo

O torneamento cilíndrico é uma das operações básicas do torneiro mecânico. Trata-se de uma operação muito executada em quase todos os trabalhos de tornearia.

A maneira mais simples de ser efetuada é quando a peça está presa na placa universal ou na de castanhas independente.

Para abrir uma rosca ou para ajustar um eixo num mancal, etc., faz-se o torneamento cilíndrico.

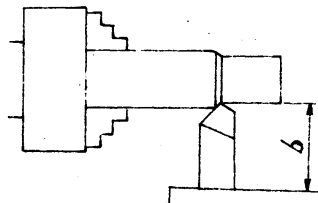
### 17.2 - Desbastar

1º - Prenda e centre a peça na placa universal de 3 castanhas. Deixe para fora da placa um comprimento maior do que a parte a ser usinada.

2º - Prenda a ferramenta de desbastar no porta ferramenta e verifique:

a – O balanço “b” da figura deverá ser o menor possível;

b – A altura da aresta cortante da ferramenta deverá ficar na altura do centro da peça. Para acertar essa altura, toma-se como referência a contra-ponta.



3º - Marque o comprimento a ser torneado usando a haste de profundidade do paquímetro. Para a marcação, afaste o instrumento usado, ligue o torno e aproxime a ferramenta até que ela faça um risco que vai servir de referência durante o torneamento.

4º - Aproxime a ferramenta até tomar contato com o material.

5º - Desloque a ferramenta para a direita e tome referência no anel graduado, marcando o ponto zero.

6º - Avance mais ou menos 1 mm. e torneie 3 mm. no comprimento da peça, com avanço manual.

7º - Desloque a ferramenta para a direita, para o torno e tome a medida.

**Observação:**

Determine quanto ainda pode tirar no material.

8º - Dê passes em todo o comprimento até que o diâmetro fique na medida desejada e pare o torno. No fim de cada passe, afaste ou recue a ferramenta e volte com ela ao ponto de partida para iniciar novo passe.

**Nota:**

- A – Atenção para o sentido de giro da manivela quando afastar a ferramenta;
- B – Não abandone o torno e nem desvie a atenção enquanto ela estiver em movimento;
- C – Cuido com os cavacos quentes e cortantes;
- D – Não use mangas compridas, pois são muito perigosas para trabalhar no torno.

## **18 - DAR ACABAMENTO**

Para dar o acabamento numa peça, a primeira fase é substituir a ferramenta de desbastar pela de alisar ou de bico redondo.

Verifique se a ponta está bem arredondada e a aresta cortante bem afiada. Se necessário, retoque a mesma no esmeril.

Aproxime a ferramenta até tomar contato com a peça e dê um passe na extremidade.

Pare o torno e verifique a medida; se necessário, use o micrômetro.

Calcule ainda quanto deve tirar, regule a ferramenta até atingir a medida desejada, ligue o torno e complete o torneamento com avanço automático, se o torno possuir.

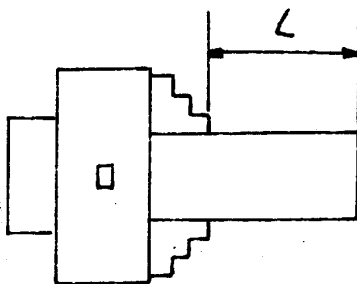
**Observação:**

- A – Se usar fluído de corte, não deixe que se interrompa o jato;
- B – Sempre use óculos de proteção ao trabalhar no torno;
- C – Ao trabalhar com ferro fundido, proteja, limpe e lubrifique as guias do torno constantemente.

## **19 - FACEAMENTO**

A operação de facear externa normalmente é feita antes de se fazer qualquer outra operação na peça. Essa operação de facear serve para preparar uma face de referência, a fim de se poder marcar um comprimento ou ainda, para permitir furação sem o desvio da broca.

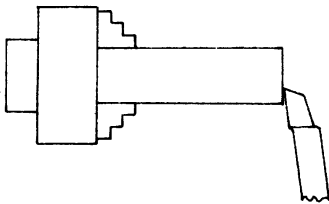
1º - Prenda a peça na placa.



**Observação**

Deixe para fora da placa um comprimento 'L' menor ou igual ao diâmetro 'D' da peça.

2º - Fixe a ferramenta de facear adequada.



3º - Ligue o torno, aproxime com cuidado a ferramenta no ponto mais saliente da peça e fixe o carro principal.

4º - Desloque a ferramenta para o centro da peça, avance meio milímetro no carro longitudinal e corte do centro para fora da peça.

5º - Repita a 4ª fase até que a face da peça fique completamente lisa.

**Observações:**

- a - Verifique se a peça deve ser faceada nos dois lados e divida o material excedente pelas duas faces;
- b - Faça o movimento das mãos lento e uniforme, para obter uma superfície bem acabada. Habitue-se a trocar de mão sem parar o deslocamento da ferramenta;
- c - O último passe, sempre deve ser bem fino, de 1 a 2 décimos de milímetros;
- d - Sempre que puder, faceie usando o avanço automático do carro transversal.

**Precaução**

Não deixe a ferramenta avançar além do centro da peça, (face plana sem furo), pois isto prejudica o corte e pode quebrar a ponta da ferramenta.

**Notas**

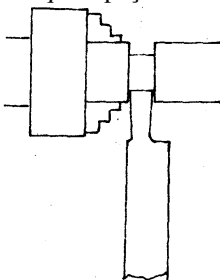
O faceamento no torno pode ainda ser, também, feito em peças entrepontas ou com a contraponta rebaixada para permitir faceamento total.

## **20 - SANGRAMENTO**

A operação de sangrar no torno é muito usado pelo torneiro na abertura de canais e no corte de peças. A ferramenta usada nessa operação é denominada, ferramenta de SANGRAR ou BEDAME. Este tipo de ferramenta tem a ponta frágil, e por isso é necessário muito cuidado na sua utilização.

### **20.1 - Operação cortar**

1º - **Prenda a peça.** Se usar placa universal, introduza a peça o máximo possível, de forma que o canal a ser feito fique próximo das castanhas, a fim de evitar que a peça flexione.



2º - Marque limites do canal de corte, usando uma ferramenta de ponta e o paquímetro.

3º - Prenda o Bedame observando a altura e o alinhamento. O balanço "b" deverá ser o menor possível.

4º - Localize o Bedame entre as marcas limites do canal de corte e fixe o carro principal.

5º - Avance o Bedame até tocar no material.

6º - Sangre, formando o canal, avançando o bedame de décimo em décimo de milímetro, cortando num extremo do canal próximo à marca limite.

**Observação:**

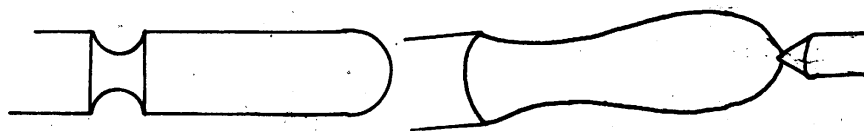
Caso o esforço seja muito grande, vá deslocando ligeiramente o bedame no sentido lateral de modo que o canal fique um pouco mais largo e ele possa penetrar livremente.

Desloque a ferramenta com a manivela do carro principal.

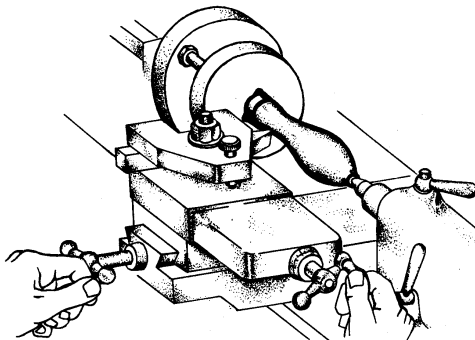
## **21 - PERFILAMENTO**

Muitas vezes no torno, precisamos dar às peças uma forma variada mas regular, cujo perfil, formado por retas ou curvas, seja simétrico em relação ao eixo geométrico da peça. Esta operação é usada para tornear um sólido de revolução perfilado.

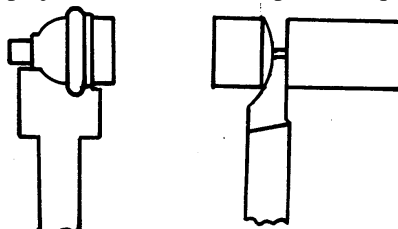
Este tipo de operação pode ser feito no torno mecânico, como ilustra a figura abaixo, por movimento combinados de avanços transversais e longitudinais da ferramenta.



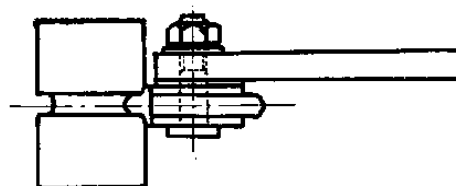
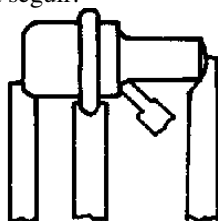
Entretanto, este trabalho é difícil, exigindo muita prática, redobrados cuidados e freqüentes controles da forma por meio de moldes ou modelos chamados gabaritos. Esta operação para uma só peça ainda serve; entretanto, para o torneamento de várias peças, em série, esta é uma operação imprópria, capaz de produzir, apesar dos cuidados, variações de formas e de medidas, além de exigir longo tempo de torneamento.



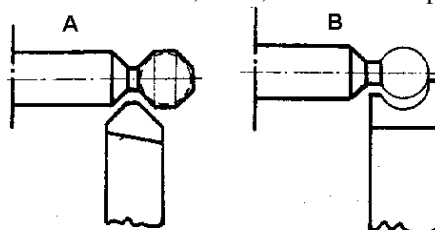
No torneamento de sólidos de revolução de perfil variado é melhor o uso de ferramentas cujas arestas de corte tenham as mesmas formas a dar à peça, desde que a linha de corte, ou melhor, o perímetro não seja muito grande, pois nesse caso há muita trepidação o que prejudica o acabamento, podendo quebrar a ferramenta e danificar a peça.



Essas ferramentas de forma ou de perfilar permitem assim, a execução de sulcos meia-cana, abaulamento de topos, arredondamento de arestas, superfícies esféricas, ect., conforme o contorno que for dado às arestas cortantes, conforme ilustram as figuras acima e as figuras a seguir.



Para qualquer operação de perfilar é aconselhável um desbaste prévio, com ferramentas comuns, que dê à peça uma forma aproximada da que se deseja obter. Por exemplo, para uma superfície esférica da figura A, obtém-se por meio da ferramenta da figura B, fazendo um desbaste, antes, com a forma aproximada que se vê na figura A.

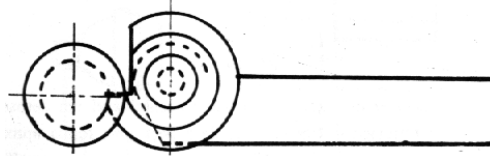




## 21.1 - Ferramentas de perfil constante

Na fabricação de um série de peças iguais, as ferramentas de perfilar do tipo indicado não permitem a fiação direta, pois esta alteraria o perfil. Perdido o corte, pelo uso, é necessário preparar de novo o mesmo perfil e afiá-lo corretamente. Este processo atrasa a produção em série.

Então, neste caso, usam-se as ferramentas de perfil constante, cuja afiação se faz horizontal ou obliquamente, apenas na face de saída ou de ataque, como ilustra a figura abaixo.



São montadas em porta-ferramentas próprias e se apresentam em dois tipos:

### 1º - Ferramenta prismática

É de perfil constante, fabricado em aço rápido, na fresadora. Recebe têmpera e depois é retificada em retificadores planos. A afiação na face de saída ou de ataque não altera o perfil.

### 2º - Ferramenta circular de perfil constante

Este tipo é usinado no torno, dando o perfil da peça a construir, depois é temperada e retificada. Pode, também, receber sucessivas afiações na face de saída, sem que o perfil fique alterado.

## 21.2 - Torneando perfis

Por causa de sua função, os eixos às vezes precisam apresentar rebaixos, ranhuras, perfis côncavos ou convexos, acabamentos arredondados. Para dar à peça esses formatos, variados mas regulares, cujo perfil formado de retas e curvas seja simétrico em relação ao eixo geométrico da peça, usam-se ferramentas especiais chamadas de ferramentas **de forma** ou **de perfilar**.

No torneamento desses perfis variados, é melhor o uso de ferramentas cujas arestas de corte tenham as mesmas formas a serem dadas à peça.

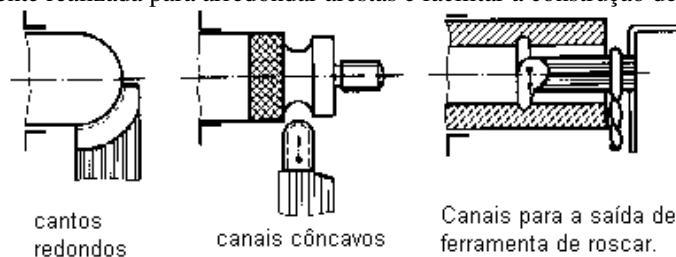
Os perfis são obtidos por meio de movimentos combinados de avanços transversais e longitudinais da ferramenta. Esse trabalho exige extrema habilidade e cuidados especiais do operador do torno, com freqüente controle das formas por meio de gabaritos. Devido às variações de formatos e medidas, essa operação é demorada, e por isso é usada na produção de peças unitárias ou de pequenas quantidades.

Não é aconselhável o uso de ferramentas com arestas de corte muito grandes, pois neste caso ocorrerá trepidação, causada pela forte pressão de corte. Isso prejudica o acabamento e acelera o desgaste da aresta cortante. Além disso, a ferramenta pode se quebrar e a peça é danificada.

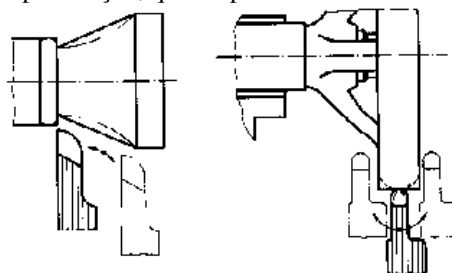
Essas ferramentas de perfilar permitem a execução de sulcos côncavos e convexos, arredondamento de arestas, e de perfis esféricos ou semi-esféricos.

No torneamento de perfis maiores, emprega-se mais do que uma ferramenta. Com elas pode-se:

- Perfilar, ou seja, obter sobre o material usinado uma superfície com o perfil da ferramenta. É freqüentemente realizada para arredondar arestas e facilitar a construção de peças com perfis especiais.



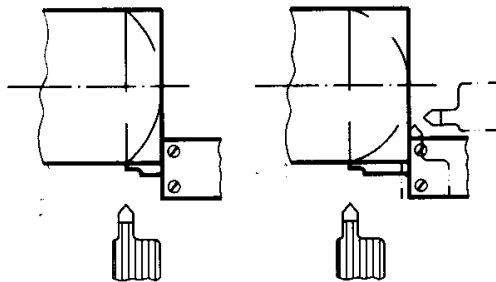
- Tornear superfícies côncavas e convexas com uma ferramenta que se desloca simultaneamente com movimentos de avanço ou penetração, que o operador realiza com as duas mãos.



Para qualquer operação de perfilar, é aconselhável um desbaste prévio com ferramentas comuns que dêem à peça uma forma aproximada da que se deseja obter.

Uma operação de torneamento de perfil terá as seguintes etapas:

1. Preparação do material: a peça deve ser desbastada e alisada.
2. Marcação dos limites da superfície desejada com uma ferramenta com ponta fina.



3. Montagem da ferramenta que deve ser selecionada de acordo com o perfil a ser obtido.
4. Fixação da ferramenta, cujo corpo deve estar o mais possível apoiado dentro do porta-ferramenta.
5. Preparação da máquina: seleção de rpm e avanço.
6. Acionamento do torno e execução do torneamento: a penetração é iniciada lentamente. Para o torneamento côncavo ou convexo os movimentos de avanço e penetração devem ser coordenados. Deve-se usar fluido de corte conforme o material a ser usinado.
7. Verificação do perfil com gabarito ou calibrador de raios.

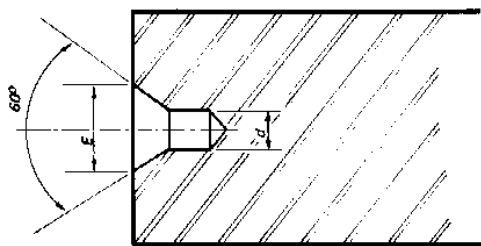
## **22 - FURAÇÃO NO TORNO**

Quando é preciso furar peças cilíndricas, as dificuldades aparecem. Embora seja possível furar uma peça cilíndrica com a furadeira, isso requer dispositivos especiais de fixação, além do fato de ser difícil estabelecer seu centro para fazer o furo.

O torno aparece, então, como o equipamento ideal para abrir furos centrados em peças cilíndricas, não só para obtenção do próprio furo, mas também como uma operação intermediária para realizar outras. Aí, o torno só dá furo.

### **22.1 - Furo de centro**

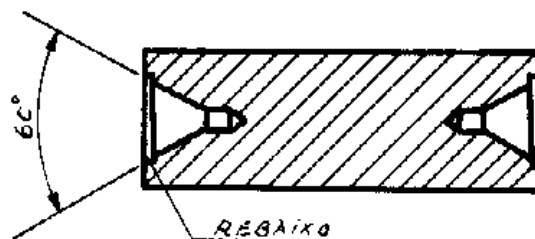
Ao tornear uma peça que deve ser apoiada entre a ponta e a contraponta, é necessário fazer dois furos de centros nos dois topos do material. Os furos de centro são furos de forma cônica, aos quais se adaptam os cones da ponta e da contraponta do torno.



O mais comum dos furos de centro é o centro simples, como vemos na figura acima. Este furo é de entrada cônica de 60°, existindo na parte da rente do cone um outro furo cilíndrico. Na parte de entrada de forma tronco-cônica adapta-se a ponta ou a contraponta do torno, cujos cones são de 60°. O furo cilíndrico permite que fique livre o extremo da ponta ou da contraponta, e é, ao mesmo tempo, um pequeno depósito de lubrificante para essas partes em contato com a peça.

Um outro tipo de furo de centro é o chamado de centro protegido. Além das partes cônicas e cilíndricas de um furo de centro comum, este centro possui uma entrada escareada a 120°.

Este escareado na entrada do furo de centro protegido tem a função de proteger a parte cônica contra choques que possam produzir deformações ou rebarbas capazes de prejudicarem o rigor da centragem.



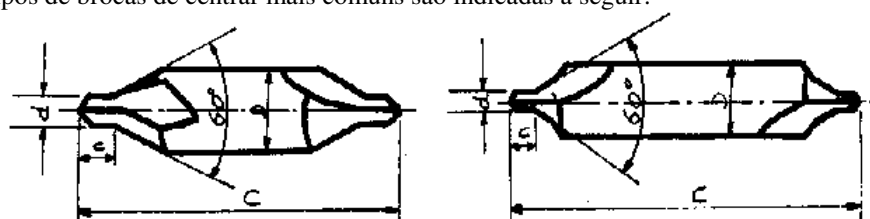
O cone de centro e o cone da ponta devem Ter o mesmo ângulo ( $60^\circ$ ) para permitir um ajuste exato da ponta e da contraponta. Se isto não acontecer, a peça girará mal guiada e o torneamento será defeituoso. Ademais, a ponta e a contraponta se desgastam mais rapidamente se a centragem não for correta.

Quando é necessário torner, prendendo a peça num extremo da placa e apoiando o outro extremo na contraponta, também se faz o furo de centro, na face desse outro topo, para a adaptação da contraponta.

## 22.2 - Brocas de centrar

Para se fazer furos de centros nas peças a torner, usam-se uma broca especial chamada "BROCA DE CENTRAR".

Os tipos de brocas de centrar mais comuns são indicadas a seguir:



O material da broca de centrar comum é de aço carbono e a broca de centrar com chanfro de proteção é de aço rápido.

Devido a sua forma, ao fazer o furo de centros são adotadas em proporção com os diâmetros das peças. A tabela de centrar apresenta dados práticos.

## 22.3 - Tabela de brocas de centrar

| Diâmetro da peça<br>a centrar<br>em mm | Medidas das brocas |    |     |    | Diâmetro máximo<br>do escareado<br>(E) em mm |
|--|--------------------|----|-----|----|--|
|  | d                  | D  | c   | C  |  |
| 5 até 15                               | 1,5                | 5  | 2   | 40 | 4  |
| 16 até 20                              | 2                  | 6  | 3   | 45 | 5  |
| 21 até 30                              | 2,5                | 8  | 3,5 | 50 | 6,5  |
| 31 até 40                              | 3                  | 10 | 4   | 55 | 7,5  |
| 41 até 60                              | 4                  | 12 | 5   | 66 | 10   |
| 61 até 100                             | 5                  | 14 | 6,5 | 78 | 12,5   |

## 22.4 - Furando 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 placa e a ponta. 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.
- Fazer uma superfície cilíndrica interna, passante ou não, pela ação de uma ferramenta deslocada paralelamente ao eixo do torno. Essa operação é conhecida também como **broqueamento**. Com ela, obtém-se furos cilíndricos com diâmetros exatos em buchas, polias, engrenagens e outras peças.

## 23 - RECARTILHAR

Se certas peças utilizadas manualmente tiverem superfícies rugosas, isso vai ajudar no seu manuseio, porque a rugosidade evitará que a peça “escorregue” da mão do operador. É o caso das cabeças dos parafusos dos instrumentos de medida, com o paquímetro, ou mesmo do próprio corpo do instrumento, como o do calibrador de furos.

Pelo emprego de uma ferramenta chamada **recartilha**, obtém-se no torno a superfície com serrilhado desejado. Essa ferramenta executa na superfície da peça uma série de estrias ou sulcos paralelos ou cruzados.

As recartilhas, que dão nome ao conjunto da ferramenta, são roletes de aço temperado, extremamente duros e que possuem uma série de dentes e estrias que penetram, mediante grande pressão, no material da peça. A superfície estriada resultante recebe o nome de **recartilhado**.

No tipo mais comum de recartilha, na haste de aço se articula uma cabeça na qual estão montados dois roletes recartilhadores. Conforme o desenho do recartilhado que se quer dar à superfície, selecionam-se as recartilhas com roletes de estrias inclinadas ou não, com maior ou menor afastamento entre as estrias.

Para se obter o recartilhado, monta-se a recartilha no porta-ferramenta da mesma maneira como uma ferramenta comum do torno. Os roletes são arrastados pela rotação da peça e, como estão firmemente pressionados contra ela, imprimem na sua superfície o desenho das estrias, à medida que o carro porta-ferramentas se desloca.

O recartilhado é uma operação que demanda grande pressão no contato entre a ferramenta e a superfície da peça. Por isso, exige cuidados como:

- Dosar a pressão e executar vários passes para que as peças de pouca resistência não se deformem;
- Centralizar a peça corretamente na placa;
- Certificar-se de que os furos de centro e a ponta ou a contraponta não estão deformadas, para que a peça não gire excentricamente.

### 23.1 - Tabela para escolha do passo da recartilha

| <i>Medidas de peças</i> |                  | <i>Recartilhado simples</i>                 | <i>Recartilhado cruzado</i>                   |                             |
|-------------------------|------------------|---|---|-----------------------------|
| <i>Diâmetro D</i>       | <i>Largura L</i> | <i>P (mm)</i><br><i>(qualquer material)</i> | <i>P (mm) latão</i><br><i>Alumínio, fibra</i> | <i>P (mm)</i><br><i>Aço</i> |
| Até 8 mm                | Qualquer         | 0,5   | 0,5   | 0,6                         |
| De 8 a 16 mm            | Qualquer         | 0,5 ou 0,6                                  | 0,6   | 0,6                         |
| De 16 mm<br>a 32 mm     | Até 6 mm         | 0,5 ou 0,6                                  | 0,6   | 0,8                         |
|                         | Acima de 6 mm    | 0,6   | 0,8   | 1,0                         |
| De 32 mm<br>a 64 mm     | Até 6 mm         | 0,6   | 0,5   | 0,8                         |
|                         | De 6 a 14 mm     | 0,8   | 0,8   | 1,0                         |
|                         | Acima de 14 mm   | 1,0   | 1,0   | 1,2                         |
| De 64 mm<br>a 100 mm    | Até 6 mm         | 0,8   | 0,8   | 0,8                         |
|                         | De 6 a 14 mm     | 0,8   | 0,8   | 1,0                         |
|                         | De 14 a 30 mm    | 1,0   | 1,0   | 1,2                         |
|                         | Acima de 30 mm   | 1,2   | 1,2   | 1,6                         |

## 24 - CONICIDADE

### 24.1 - Cones

A superfície cônica desempenha função de grande importância no conjunto ou dispositivo mecânicos em geral.

Os cones são corpos de revolução cujas geratrizes se cortam num ponto. Nas oficinas em geral é comum dizer-se cone ou tronco de cone. Numa peça o cone sendo externo chama-se **cone macho**, e se o cone for interno, dentro de um furo, é chamado **cone fêmea**. Como demonstra a figura abaixo:



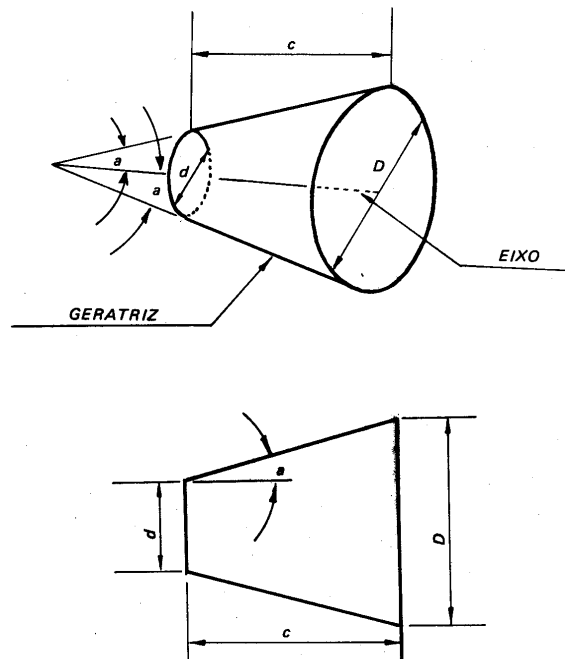
O cone permite um tipo de ajustagem com a característica especial de poder proporcionar um forte aperto entre peças que devem ser montadas e desmontadas com frequência.

Os cones são utilizados, principalmente, nas fixações de ferramentas rotativas como os cones “MORSE”, cone métrico, Standard americano e cones Brown & Sharpe. Ou então, em conjuntos desmontáveis, tais como polias, engrenagens montadas em eixos nos quais sejam indispensáveis a rigorosa concentricidade.

### 24.2 - Elementos do cone

São os seguintes os elementos de um cone:

- Diâmetro maior (D);
- Diâmetro menor (d);
- Comprimento do cone (C);
- E o ângulo formado pela geratriz com o seu eixo geométrico (a).



A conicidade pode ser fixada:

- 1º - Pelo ângulo **a** em graus;
- 2º - Ou pela porcentagem de conicidade.

Podemos calcular a porcentagem de conicidade pela seguinte fórmula:

$$\% = \frac{D - d}{C} \times 100$$

Onde:

D = diâmetro maior do cone;

d = diâmetro menor do cone;

C = comprimento do cone.

Exemplo:

Quero determinar a porcentagem de conicidade de um cone, cujas dimensões são as seguintes;

D = 34 mm.

d = 28 mm

C = 120 mm.

Então, substituindo o valores na fórmula, temos:

$$\% = \frac{34 - 28}{120} \times 100 = \frac{6}{120} = 5\%$$

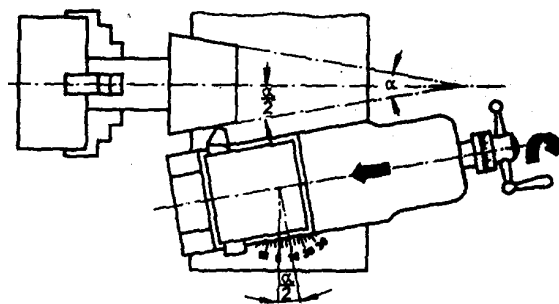
### 24.3 - Cones normalizados

Em geral, as máquinas ferramentas possuem árvores ou eixos com furos cônicos destinados à fixação das hastes cônicas das ferramentas rotativas ou de acessórios como brocas, alargadores, machos ou escareadores, pontas de centro, bucha ou haste de redução, etc. Todos estes cones são normalizados, sendo os mais comuns os dos sistemas métricos e “MORSE”.

### 24.4 - Torneamento cônico

O torneamento de peças cônicas, externas ou internas, é uma operação muito comum na indústria metal-mecânica. Para fazer isso, o torneiro tem três técnicas a sua disposição: ele pode usar a inclinação do carro superior, o desalinhamento da contraponta ou um aparelho conificador.

A **inclinação do carro superior** é usada para tornear peças cônicas de pequeno comprimento. O torneamento cônico com o deslocamento do carro superior consiste em inclinar o carro superior da espera de modo a fazer a ferramenta avançar manualmente ao longo da linha que produz o corte no ângulo de inclinação desejado.



Para o torneamento de peças cônicas com a inclinação do carro superior, a fórmula usada é sempre:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D - d}{2c}$$

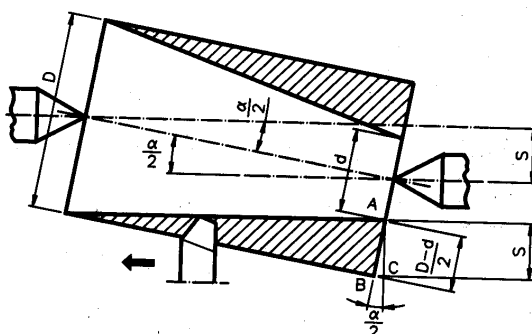
O **desalinhamento da contraponta**, por sua vez, é usado para o torneamento de peças de maior comprimento, porém com pouca conicidade, ou seja, até aproximadamente 10°. O torneamento cônico com o desalinhamento da contraponta consiste em deslocar transversalmente o cabeçote móvel por meio de parafuso de regulagem. Desse modo, a peça trabalhada entre pontas fará um determinado ângulo com as guias do barramento. Quando a ferramenta avançar paralelamente às guias, cortará um cone com o ângulo escolhido. Esse método é pouco usado e só é indicado para pequenos ângulos em cones cujo comprimento seja maior do que o curso de deslocamento do carro da espera.

Ele tem a vantagem de usinar a superfície cônica com a ajuda do avanço automático do carro principal. O tempo de trabalho é curto e a superfície usinada fica uniforme. A desvantagem é que com o cabeçote móvel deslocado, os centros da peça não se adaptam perfeitamente às pontas do torne que, por isso, são facilmente danificadas.

Para a execução desse recurso, recomenda-se o uso de uma ponta esférica.

Quando todo o comprimento da peça for cônico, calcula-se o desalinhamento da contraponta pela fórmula:

$$M = \frac{D - d}{2}$$



O **aparelho conificador** é usado para torner peças cônicas em série. O torneamento cônico com o aparelho conificador utiliza o princípio do funcionamento do próprio dispositivo, ou seja, na parte posterior do torno coloca-se o copiador cônico que pode se inclinar no ângulo desejado.

O deslizamento ao longo do copiador comanda o carro transversal que, para isso, deve estar desengatado. Quando o carro principal (ou longitudinal) avança, manual ou automaticamente, conduz o movimento é comandado pelo copiador cônico. O movimento, resultante do deslocamento longitudinal do carro e do avanço transversal da ferramenta, permite cortar o cone desejado. Nos dispositivos mais comuns a conicidade é de aproximadamente 15°.

A principal aplicação do torneamento cônico é na produção de pontas de tornos, buchas de redução, válvulas, pinos cônicos.

## **25 - ROSCAS**

### **25.1 - Sistemas de roscas**

Um sistema de roscas é uma padronização de normas indispensáveis para a construção das mesmas. Assim, a padronização de um determinado sistema prevê o diâmetro do parafuso, o passo em milímetros o número de fios por polegada, o seu perfil, a profundidade do filete enfim, todas as características necessárias. Desse modo, podemos construir qualquer peça rosqueada.

Para que possamos ter uma idéia mais precisa da importância dos sistemas de rosca, bastará lembrarmos que dois parafusos com os mesmo diâmetro externo, mesmo número de fios por polegada e mesmo perfil,

(triangular), são diferentes em virtude de um Ter sido construído pelo sistema internacional e o outro pelo sistema inglês.

Sob o ponto de vista geral, a padronização de roscas tem que atender as exigências da técnica construtiva moderna, tendente cada vez mais para a especialização, o que exige, em certos, condições muito especiais. Essas exigências obedecem aos seguintes requisitos fundamentais:

1° - A forma de reação do fio deve ser tal que simplifique a forma da ferramenta;

2° - A ponta da ferramenta não deve ter ângulo muito agudo, que possa ferir a mão do torneiro;

3° - As arestas do fio da rosca não devem ser vivas que possam ferir as mãos do torneiro ou de outros mecânicos que irão utilizar essas roscas;

4° - O fio deve Ter resistência suficiente e uniformidade de ação entre os seus flancos e os seus vãos correspondentes na porca.

## 25.2 - Histórico da rosca

Dos vários sistemas de rosca, o mais antigo é, sem dúvida, os sistema INGLÊS, denomina “**ROSCA WHITWORTH**”, assim chamado em honra ao seu inventor, JOSEPH WHITWORTH.

Este sistema foi aprovado como sistema nacional na Inglaterra em 1841 e está em uso até hoje.

Neste mesma país, em 1878, foi lançado outro sistema denominado “**THURY**”, usado particularmente na mecânica fina e na indústria de relojoaria. Mais tarde, esse mesmo sistema foi adotado pela Associação Britânica de Padronização, com as iniciais BAS.

Em 1888, na Alemanha, a Associação dos Engenheiros Industriais (VDI) adotou o sistema proposto por KASL DELISLE.

Esse sistema de roscado, chamado **roscado métrico**, foi abandonado depois que o congresso de Zurick aprovou o sistema internacional em 1898.

Nos Estados Unidos da América do Norte, em 1869, foi lançado o sistema “**SELLER**” que foi aprovado pelo Instituto FLANKLIM o qual foi, mais tarde, transformado no sistema americano, com as iniciais USS.

Em Munick, em 1892, o congresso de unificação adotou o sistema “**LOWENHERZ**”, métrico para a mecânica fina, tipo relojoaria.

Em 1911, a Associação dos engenheiros Automobilistas da América do norte adotou o sistema (AAE). Nesse mesmo país, em 1919, o antigo sistema “**BRIGGS**” foi padronizado com as iniciais SPT como rosca especial para tubos.

De 1926 para cá, não só os industriais europeus como os americanos padronizaram os sistemas de roscas, dentro de três categorias de qualidade, denominados: FINA, MÉDIA e GROSSA.

Para facilitar o estudo das roscas padronizadas, achei bom reunir as convenções de uso corrente nos desenhos técnicos.

## 25.3 - Normalização européia DIN

**M 10** – significa rosca métrica de 10mm de diâmetro;

**M 10-1** – significa rosca métrica fina de 10mm de diâmetro com 1mm de passo;

**M 35-1,5** – significa rosca métrica fina de 35mm de diâmetro por 1,5mm de passo;

**W 100x1/8** – significa rosca sistema WHITWORTH de 100mm de diâmetro com 1/8” de passo;

**R 2”** – significa rosca sistema WHITWORTH para tubos com 2” de diâmetro;

**Tr 48x8** – significa rosca trapezoidal métrica de 30° com 48mm de diâmetro e 8mm de passo;

**RD 40x1/16”** – significa rosca redonda, com 40mm de diâmetro e 1/16” de passo;

**S 80x10** – significa rosca em dente de serra, com 80mm de diâmetro e 10mm de passo;

**Tr 48x16-2E** – Significa rosca trapezoidal métrica, com 48mm de diâmetro 16mm de passo e de duas entradas à esquerda;

## 25.4 - Normalização Americana ASA

**3/8” – 16 NC-2** – significa rosca americana, grossa diâmetro de 3/8” com 16 fios, da classe 2 de ajustagem;

**3/8” – 24 NF-3** – significa rosca americana, fina diâmetro de 3/8” com 24 fios, de classe 3 de ajustagem;

**MS 10 – 32** – significa rosca americana, para parafusos de máquinas número 10, com 32 fios por polegada;

**1” – 5 ACME** – significa rosca trapezoidal americana com 29° de inclinação com 1” de diâmetro e de 5 fios por polegada;

**1/2” – 16 BSF** – significa rosca sistema WHITWORTH grossa, com 1/4" de diâmetro e 20 fios por polegada;

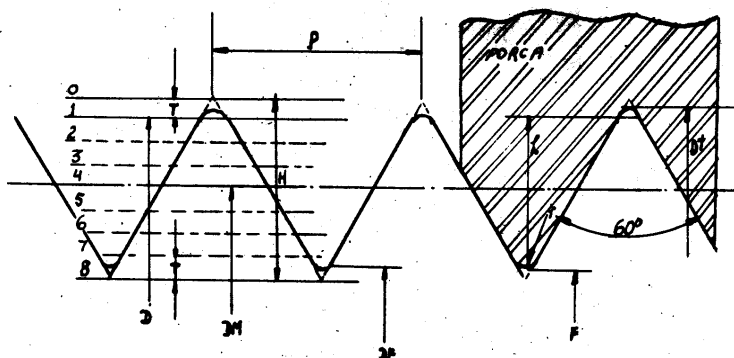
1/4" – 20 BSW – significa rosca sistema WHITWORTH grossa, com 1/4" de diâmetro e 20 fios por polegada;

S1 – 10x1,5 – significa rosca do sistema internacional métrica, com 10mm de Diâmetro e 1,5mm de passo;

1" – 11 – 1/2" NPT – significa rosca sistema americano para tubos, com 1" de diâmetro e 11 fios por polegada;

## 25.5 - Sistema de roscado métrico internacional

No sistema métrico internacional, todas as medidas são expressas em milímetros e a sua seção transversal do fio da rosca tem de ser triângulo equilátero, ligeiramente com o vértice achatado e arredondamento no fundo da rosca, o vértice superior fica truncado ou cortado a 1/8 de sua altura teórica, conforme pode se verificar pela figura abaixo:



## 25.6 - Rosca Métrica

### Designação

P = passo da rosca;  
D = diâmetro externo do parafuso;  
DM = diâmetro médio do parafuso;  
DF = diâmetro do fundo do parafuso (diâmetro interno);  
DT = diâmetro do fundo da porca;  
H = altura do triângulo;  
h = altura do contato;  
T = altura da crista;  
r = raio de arredondamento do fundo do filete

## 25.7 - Fórmula para cálculo dos elementos da rosca métrica

P = passo em mm  
 $H = 0,866 \times \text{passo}$ ;  
 $h = 0,6945 \times \text{passo}$ ;  
 $r = 0,058 \times \text{passo}$ ;  
 $T = 1/8'' H$ ;  
DE = diâmetro externo conhecido;  
 $DM = DE - 0,65 \times \text{passo}$ ;  
 $DT = DE + 0,09 \times \text{passo}$ ;  
 $F = DE - 1,3 \times \text{passo}$ .

O fundo do filete da rosca métrica é, geralmente, arredondado, para permitir melhor jogo.

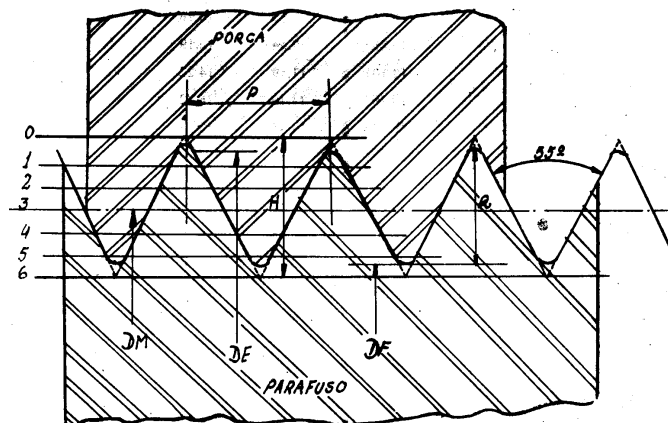
A rosca métrica padronizada segundo a norma DIN vai de 1 a 149mm, coincidindo, entre 6 e 68mm, com a rosca internacional. Para os diâmetros abaixo de 6mm de diâmetro são destinados à mecânica fina, ou de precisão, baseando-se nos passos e diâmetros do sistema 'LOWENHERZ'.

O ângulo de inclinação da rosca métrica é de 60° (sessenta graus).



## 25.8 - Sistema de roscado inglês WHITWORTH

No sistema de roscado inglês Whitworth, conforme pode se verificar, os fios são de perfil triangular a 55° (cinquenta e cinco graus). O passo é indicado por número de fios por polegada e o filete é arredondado por arcos de círculos tangentes a paralelas situadas a 1/6 da altura do triângulo.



### Designação:

P = passo em mm;  
H = altura do triângulo;  
h = profundidade do filete;  
r = raio;  
DE = diâmetro externo do parafuso;  
DM = diâmetro médio;  
DF = diâmetro interno;

## 25.9 - Tabela Rosca Métrica Grossa – DIN13 – pino e porca

### Diâmetros

| Nominal | Primitivo | Núcleo | Broca | Passo | Raios |
|---------|-----------|--------|-------|-------|-------|
| 1,4     | 1,205     | 1,010  | 1,1   | 0,3   | 0,03  |
| 1,7     | 1,473     | 1,246  | 1,3   | 0,35  | 0,04  |
| 2       | 1,740     | 1,480  | 1,6   | 0,4   | 0,04  |
| 1,3     | 2,040     | 1,780  | 1,9   | 0,4   | 0,04  |
| 2,6     | 2,308     | 2,016  | 2,1   | 0,45  | 0,05  |
| 3       | 2,675     | 2,350  | 2,5   | 0,5   | 0,05  |
| 3,5     | 3,110     | 2,720  | 2,9   | 0,6   | 0,06  |
| 4       | 3,545     | 3,090  | 3,3   | 0,7   | 0,08  |
| 5       | 4,480     | 3,960  | 4,2   | 0,8   | 0,09  |
| 6       | 5,350     | 4,700  | 5     | 1     | 0,11  |
| (7)     | 6,360     | 5,700  | 6     | 1     | 0,11  |
| 8       | 7,188     | 6,376  | 6,8   | 1,25  | 0,14  |
| (9)     | 8,188     | 7,376  | 7,8   | 1,25  | 0,14  |
| 10      | 9,026     | 8,052  | 8,5   | 1,5   | 0,16  |
| (11)    | 10,026    | 9,052  | 9,5   | 1,5   | 0,16  |
| 12      | 10,863    | 9,726  | 10    | 1,75  | 0,19  |
| 14      | 12,701    | 11,402 | 12    | 2     | 0,22  |
| 16      | 14,701    | 13,402 | 14    | 2     | 0,22  |
| 18      | 16,376    | 14,752 | 15,5  | 2,5   | 0,27  |
| 20      | 18,376    | 16,752 | 17,5  | 2,5   | 0,27  |
| 22      | 20,376    | 18,752 | 19,5  | 2,5   | 0,27  |
| 24      | 22,051    | 20,102 | 21    | 3     | 0,32  |
| 27      | 25,051    | 23,102 | 24    | 3     | 0,32  |
| 30      | 27,727    | 25,454 | 26,5  | 3,5   | 0,38  |
| 33      | 30,727    | 28,454 | 29,5  | 3,5   | 0,38  |
| 36      | 33,402    | 30,804 | 32    | 4     | 0,43  |

|    |        |        |    |     |      |
|----|--------|--------|----|-----|------|
| 39 | 36,402 | 33,804 | 35 | 4   | 0,43 |
| 42 | 39,077 | 36,154 | 37 | 4,5 | 0,49 |
| 45 | 42,077 | 39,154 | 40 | 4,5 | 0,49 |
| 48 | 44,752 | 41,504 | 43 | 5   | 0,54 |
| 52 | 48,752 | 45,504 | 47 | 5   | 0,54 |

### 25.10 - Tabela Rosca Comum ‘WHITWORTH’ – BSW

| <i>Diâmetro em Polegadas</i> | <i>Diâmetro em mm</i> | <i>Nº de fios por polegada</i> | <i>Passo em mm</i> | <i>Diâmetro médio em mm</i> | <i>Diâmetro do fundo em mm</i> | <i>Diâmetro da broca</i> |
|------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| 1/8                          | 3,17                  | 40                             | 0,635              | 2,76                        | 2,36                           | 2,5                      |
| 3/16                         | 4,76                  | 24                             | 1,058              | 4,08                        | 3,40                           | 3,7                      |
| 1/4                          | 6,35                  | 20                             | 1,270              | 5,53                        | 4,72                           | 5                        |
| 5/16                         | 7,93                  | 18                             | 1,411              | 7,03                        | 6,03                           | 6,5                      |
| 3/8                          | 9,52                  | 16                             | 1,588              | 8,50                        | 7,49                           | 8                        |
| 7/16                         | 11,11                 | 14                             | 1,814              | 9,95                        | 8,78                           | 9,25                     |
| 1/2                          | 12,70                 | 12                             | 2,117              | 11,34                       | 9,99                           | 10,05                    |
| 5/8                          | 15,84                 | 11                             | 2,309              | 14,39                       | 12,91                          | 13,75                    |
| 3/4                          | 19,05                 | 10                             | 2,540              | 17,42                       | 15,79                          | 16,5                     |
| 7/8                          | 22,22                 | 9                              | 2,422              | 20,41                       | 17,61                          | 19,5                     |
| 1                            | 25,40                 | 8                              | 3,175              | 23,36                       | 21,33                          | 22,2                     |
| 1 1/8                        | 28,57                 | 7                              | 6,629              | 26,25                       | 23,92                          | 25,5                     |
| 1 1/4                        | 31,75                 | 7                              | 3,629              | 29,42                       | 27,10                          | 28                       |
| 1 1/8                        | 34,92                 | 6                              | 4,233              | 32,21                       | 29,50                          | 30,25                    |
| 1 1/2                        | 38,10                 | 6                              | 4,233              | 35,39                       | 32,68                          | 33,5                     |
| 1 5/8                        | 41,27                 | 5                              | 5,080              | 38,02                       | 34,77                          | 36                       |
| 1 3/4                        | 44,45                 | 5                              | 5,080              | 41,19                       | 37,94                          | 39,5                     |
| 1 7/8                        | 46,62                 | 4,5                            | 5,645              | 44,01                       | 40,39                          | 42                       |
| 2                            | 50,80                 | 4,5                            | 5,645              | 47,18                       | 43,57                          | 45                       |
| 2 1/8                        | 53,97                 | 4                              | 5,645              | 50,36                       | 46,74                          | 48                       |
| 2 1/4                        | 57,15                 | 4                              | 6,350              | 53,08                       | 49,02                          | 51                       |
| 2 1/8                        | 60,32                 | 4                              | 6,350              | 56,26                       | 52,19                          | 52,5                     |
| 2 1/2                        | 63,50                 | 4                              | 6,350              | 59,43                       | 55,37                          | 57                       |
| 2 5/8                        | 66,67                 | 4                              | 6,350              | 62,61                       | 58,54                          | 60                       |
| 2 3/4                        | 69,85                 | 3,5                            | 7,257              | 65,20                       | 60,55                          | 62,5                     |
| 2 7/8                        | 73,02                 | 3,5                            | 7,257              | 68,38                       | 63,73                          | 65                       |
| 3                            | 76,20                 | 3,5                            | 7,257              | 71,55                       | 66,90                          | 70                       |

## **26 - OPERAÇÃO DE ROSCAR**

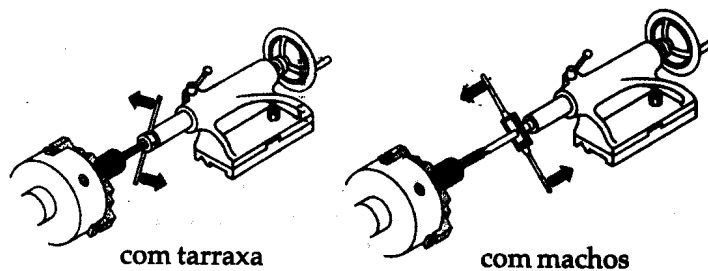
### 26.1 - Métodos para abrir roscas

O torno é uma máquina muito versátil. Desde que começamos a falar sobre ele, você vem ouvindo isso. Essa fama vem da grande gama de possibilidades de se realizar as mais diversas operações com ele. Isso quer dizer que, a partir de uma barra cilíndrica de metal em bruto, você pode obter variados perfis apenas trocando as ferramentas.

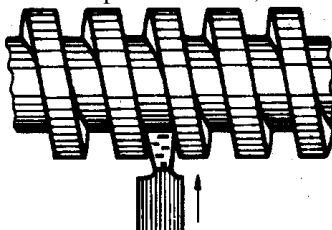
Com toda essa versatilidade, existe uma operação em que o torno é realmente ‘ímbatível’: abrir roscas. Como você já estudou, basicamente, abrir roscas é filetar uma superfície externa de um cilindro ou cone, ou o interior de um furo cilíndrico ou cônico. Com isso, você obtém parafusos, porcas, fusos de máquinas...

Existem vários métodos para abrir roscas no torno classificados de acordo com o tipo de ferramenta que se pode usar:

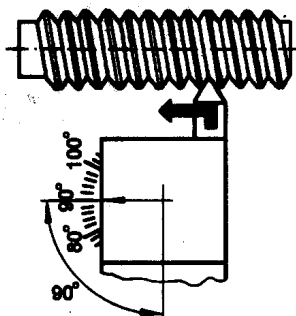
- Abrir roscas com tarraxa (externas) ou machos (internas), fixados no desandador ou no cabeçote móvel, diretamente ou por meio de mandril. É usado para peças de pequeno diâmetro (até 12mm).



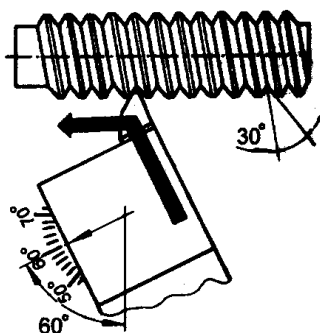
- Abrir roscas com ferramentas com gume de rosqueamento (perfil), fixadas no porta-ferramentas. Empregado para roscas de dimensões e passo maiores, ou roscas não normalizadas.



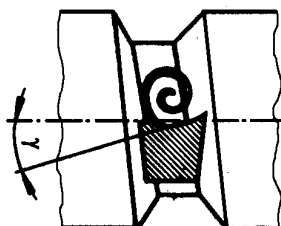
O perfil da rosca que se quer obter determina a escolha da ferramenta. Ao iniciar o trabalho deve-se considerar as dimensões do filete e a dureza do material. As roscas pequenas e finas de material macio (alumínio, ferro fundido, bronze, latão), cujos cavacos se quebram facilmente, são torneadas com **penetração perpendicular** ao eixo da peça com uma ferramenta que corta frontal e lateralmente.



Para abrir roscas de passo grande ou quando o material a roscar for duro ou de média dureza, é aconselhável usar o método de **penetração oblíqua**. Nele, um dos flancos da rosca é obtido por reprodução do perfil da ferramenta, enquanto que o outro é construído pelo deslocamento oblíquo do carro de espera do torno. Isso garante menor esforço de corte, eliminando vibrações.



A ferramenta com penetração oblíqua tem a vantagem de trabalhar com ângulo adequado de formação e saída de cavaco. Com isso, o cavaco não fica preso entre a aresta cortante e a peça e os resultados da usinagem são melhores em termos de refrigeração.



Algumas diferenças entre os dois tipos de penetração da ferramenta estão mostradas no quadro a seguir.

| CARACTERÍSTICAS       | COM PENETRAÇÃO PERPENDICULAR   | COM PENETRAÇÃO OBLÍQUA   |
|-----------------------|--|--|
| Aplicação             | Todos os tipos de perfis; roscas com passos até 3mm em materiais macios.                     | Produção em série apenas de roscas triangulares, com passos grandes. Materiais duros ou de média dureza.           |
| Velocidade de corte   | Menor vc   | Maior vc, execução mais rápida   |
| Ferramenta de corte   | Corte feito pela ponta da ferramenta. Menor resistência da ferramenta aos esforços de corte. | Corte feito lateralmente. Maior resistência da ferramenta devido ao modo de cortar. Maior facilidade para o corte. |
| Acabamento e exatidão | Melhor   | Menor  |

Entre as ferramentas de abrir roscas mais usadas pelo mecânicos, são usuais os bites de aço rápido montados em porta-ferramentas, ou com pastilhas de metal duro.

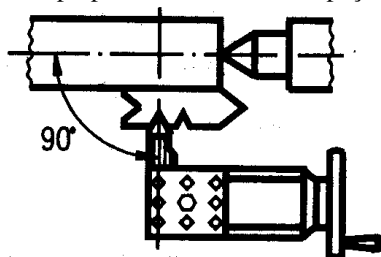
## 26.2 - Abrindo roscas triangulares

Como você já sabe, existem vários tipos de roscas que podem ser classificadas de acordo com o formato do filete: triangular, quadrado, trapezoidal, redondo e dente-de-serra. Para explicar a operação de roscar no torno, vamos usar sempre como exemplo a rosca triangular por ser a mais empregada.

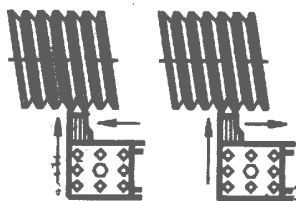
Essa operação de abrir rosca consiste em dar forma triangular ao filete com uma ferramenta de perfil adequado. A ferramenta é conduzida pelo carro principal ou longitudinal.

Dependendo do tipo de torno usado, a relação entre os movimentos da ferramenta e do material é obtida com as engrenagens da grade ou da caixa de avanço automático. O avanço deve ser igual ao passo da rosca por volta completa do material.

Para abrir rosca triangular por **penetração perpendicular** da ferramenta e quando a rosca desejada for do sistema métrico, usa-se uma ferramenta com ângulo de ponta de  $60^\circ$ . Para uma rosca do sistema Whitworth, a ferramenta terá um ângulo de ponta de  $55^\circ$ . Empregando-se um verificador de ângulos, conhecido como *escantilhão*, monta-se a ferramenta com o eixo longitudinal perpendicular ao eixo da peça.



Com pequenos deslocamentos iguais e laterais da ferramenta, ora em um sentido, ora em outro, e ainda com passes de profundidade iguais, ataca-se alternadamente ora o flanco esquerdo ora o flanco direito do filete da rosca.



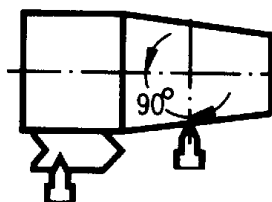
Os deslocamentos laterais da ferramenta são controlados pelo anel graduado existente no eixo girando manualmente o volante do carro porta-ferramenta. A profundidade dos passes é controlada por outro anel graduado no eixo, girando manualmente o volante do carro transversal.

Quando a profundidade fixada pelas normas de roscas é atingida, e por meio de verificadores adequados (pente de rosca), a abertura do filete triangular é concluída.

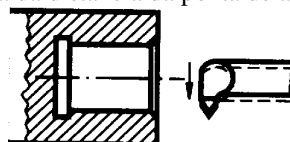
## 26.3 - Outros tipos de roscas

Para abrir roscas **à esquerda**, o carro deve ser avançado da esquerda para a direita e o sentido de rotação do fuso, invertido. O modo de construção da rosca é o mesmo.

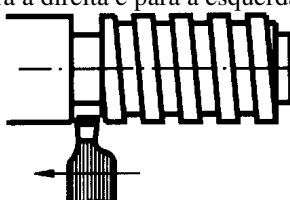
As roscas em superfícies **cônicas** são construídas com o auxílio do copiador ou com o deslocamento transversal do cabeçote móvel. O eixo da ferramenta deve estar em ângulo reto em relação ao eixo da peça e não em relação à superfície do cone.



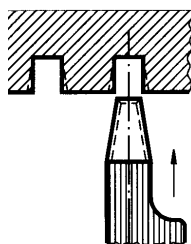
As roscas **internas** são geralmente abertas com uma ferramenta de broquear que avança normalmente na peça. A ferramenta entra na peça em sentido oposto ao que é comumente usado para abrir rosca externa, isto é, penetra no material no sentido do operador. A profundidade de corte deve ser diminuída, pois a ferramenta tende a se flexionar se for forçada com muita intensidade por causa da distância da ponta de apoio.



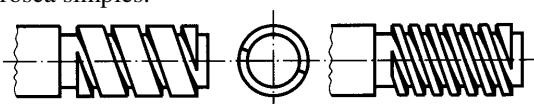
Os filetes **quadrados** são cortados com ferramentas de lados paralelos, com o suporte da espera colocado exatamente paralelo ao eixo da peça. A profundidade de corte é dada pelo carro transversal. No acabamento. O suporte da espera é usado para mover a ferramenta para a direita e para a esquerda, contra os flancos de filete.



As roscas com filetes **trapezoidais** aplicam-se na construção de parafusos e porcas que resistem a grandes esforços e que transmitem movimentos como os de tornos, fresadoras e plainas limadoras. Os filetes trapezoidais não-padronizados são cortados com uma ferramenta com um ângulo de  $10^\circ$ . Os parafusos ACME são cortados com ângulo de  $29^\circ$ .



As roscas **múltiplas** podem ser de filete duplo, tríplice, e assim por diante. Nelas, os filetes são cortados como rosas separadas. Assim, por exemplo, uma rosca tríplice ou de três entradas é cortada como três rosas separadas. Assim que uma rosca é completada, a outra é aberta no intervalo dela. A profundidade de corte, ou seja, a altura do filete, é a mesma de uma rosca simples.



Essas rosas são usadas geralmente em parafusos e porcas de comando de movimento ou de peças que exigem um fechamento rápido, tais como fusos para prensas, válvulas hidráulicas, buchas rosçadas etc.

Com a operação de roscar, terminamos de descrever algumas das operações que se pode fazer em tornos universais, que dependem muito da prática e habilidade do operador. Tudo isso pode ser feito em tornos mais avançados, com mais rapidez, qualidade e eficiência. É o caso do torno CNC.

## **27 - TORNEANDO OUTRAS FORMAS**

Como já vimos nas aulas anteriores, os acessórios de fixação permitem prender peças para operações de faceamento ou para obtenção de furos de centro. Você pode usá-los também para prender peças longas. Esses acessórios, porém, servem apenas para os formatos cilíndricos regulares. O que fazer então se a peça tiver formatos tão assimétricos que fica difícil achar seu centro, por exemplo? E se, a partir de uma peça cilíndrica, for preciso obter um perfil cônico? As respostas a essas perguntas você terá estudando esta aula.

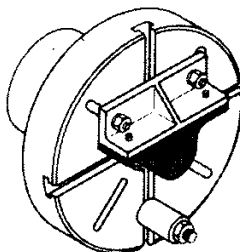
## 27.1 - Mais acessórios

Vamos, então, supor que você tenha que tornear peças com formatos não-assimétricos, prismáticos. Com os acessórios que você já conhece, isso não é possível. Por isso, você vai usar uma **placa de castanhas independentes**.

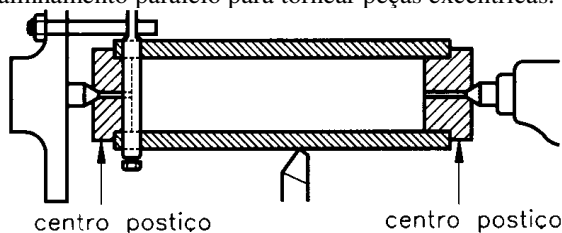
É um dispositivo formado por um corpo de ferro fundido cinzento, com quatro castanhas de aço temperado e endurecido que podem ser invertidas para a fixação de peças com diâmetros maiores.



Se a peça tiver formato tão irregular que não possa ser fixada com a placa de quatro castanhas independentes, como mancais e corpos de motores, usa-se uma **cantoneira**, fixada em uma placa com entalhes, chamada de **placa lisa**.



Para a peça sem face que contenha furo de centro, usa-se um dispositivo de fixação provisória chamada de **centro postiço**. Ele é colocado nos furos da peça para servir de apoio às pontas do torno na usinagem concêntrica das partes externas ou para obter alinhamento paralelo para torneiar peças excêntricas.



## 28 - BROQUEAMENTO

### 28.1 - Ferramenta de Broquear

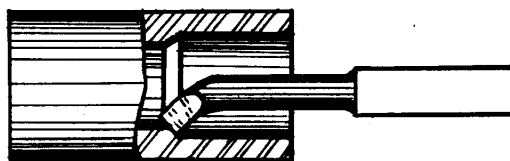
Quando o torneiro fura uma peça no torno, com uma broca, obtém geralmente uma superfície interna rugosa que nem sempre se apresenta bem centrada e perfeitamente cilíndrica. Por outro lado, as brocas de diâmetros grandes são muito caras, e por isso raramente se usam nos trabalhos de tornearia.

A operação que o torneiro executa para o desbaste e o acabamento das superfícies internas dos furos, com diâmetro preciso e com acabamento do estado da superfície, chama-se **BROQUEAR**. Por essa operação se produzem interiormente tanto superfícies cilíndricas como superfícies cônicas.

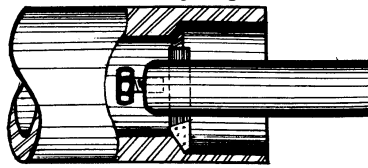
A ferramenta de broquear de aço ao carbono ou de aço rápido forjado apresenta, em geral, a forma indicada pela figura abaixo.



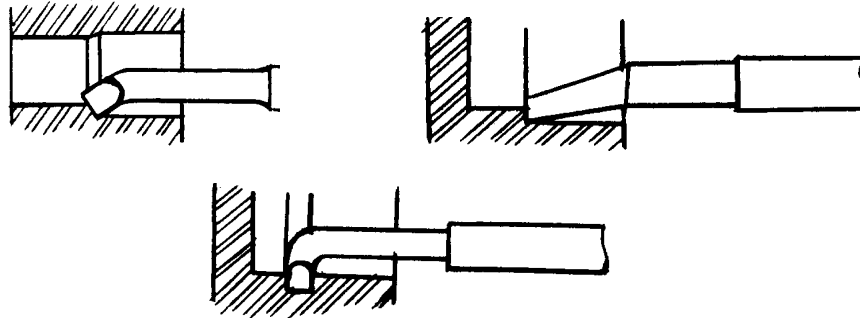
A ferramenta de broquear atua, no interior do furo, de maneira mostrada na figura abaixo.



Outro tipo de ferramenta de broquear consiste em um bits de aço rápido, fixado por meio de um parafuso, perpendicularmente ao eixo longitudinal de uma haste apropriada, montada no porta-ferramenta como demonstra a próxima figura. Nesta haste há um orifício transversal de seção quadrada ou retangular, que serve para alojar o bits.



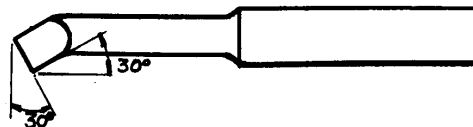
Quanto à forma geral, os tipos mais usados de ferramentas de broquear estão mostrados nas figuras a seguir, em suas respectivas posições de usinagem.



## 28.2 - Características da ferramenta de broquear

As ferramentas de broquear são fabricadas geralmente na forja, a partir de barras de aço de seção quadrada ou redonda. A porção da haste que penetra no furo recebe uma seção cilíndrica mais reduzida. O bico, encurvado, é forjado de tal maneira que a parte mais elevada da aresta de corte fica à altura do eixo da barra.

A curvatura do bico deve dar uma inclinação lateral, sendo este ângulo de  $30^\circ$ . O ângulo de direção é também de  $30^\circ$  conforme figura abaixo.



Para o ângulo de direção também usar o ângulo de  $45^\circ$ . O ângulo folga normal é de  $f=6^\circ$  e o ângulo de saída mais empregado para trabalhos comuns em aço ao carbono é de  $s = 29^\circ$ , conforme demonstra a próxima figura.



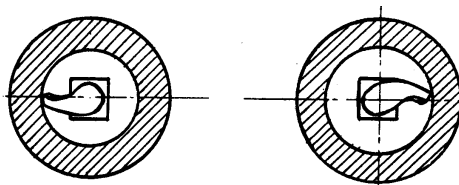
A seguir temos uma tabela de valores dos ângulos de folga ou de incidência e de saída ou ataque para alguns materiais, com ferramentas de broquear de aço rápido, indicadas pela letra "R" e com ferramentas de pastilhas de carboneto metálico (WIDIA) "CM".

| Material   | Aço 0,18% C |            | Aço 0,40% C |            | Aço 0,80% C |            | Ferro fundido           |                         | Bronze e latão |            | Alumínio   |            |
|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------------------|-------------------------|----------------|------------|------------|------------|
| Ferramenta | R           | CM         | R           | CM         | R           | CM         | R                       | CM                      | R              | CM         | R          | CM         |
| Folga (F)  | $6^\circ$   | $5^\circ$  | $6^\circ$   | $5^\circ$  | $6^\circ$   | $5^\circ$  | $6^\circ$               | $4^\circ$               | $5^\circ$      | $6^\circ$  | $8^\circ$  | $9^\circ$  |
| Saída (S)  | $30^\circ$  | $20^\circ$ | $20^\circ$  | $18^\circ$ | $10^\circ$  | $10^\circ$ | $8^\circ$<br>$16^\circ$ | $5^\circ$<br>$10^\circ$ | $4^\circ$      | $12^\circ$ | $50^\circ$ | $30^\circ$ |

## 28.3 - Montagem de ferramenta de broquear

A ferramenta que deve Ter a maior espessura possível de acordo com o diâmetro do furo a broquear, é fixada no porta-ferramenta mantendo-se o comprimento da parte útil um pouco maior que a profundidade do furo.

Pode ser montada normalmente, como ilustra a próxima figura ou na posição invertida.



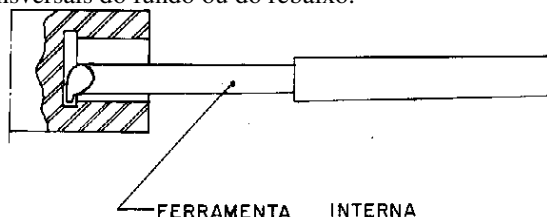
No caso da posição invertida, evita-se a trepidação, se houver folga no eixo da árvore do torno. Porém, em qualquer das duas posições acima mencionadas, o bico deve ficar ligeiramente acima do centro da peça.

## **29 - FACEAMENTO INTERNO**

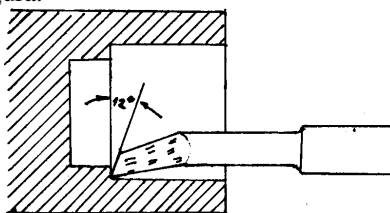
### **29.1 - Ferramenta de facear interno**

A operação de facear interno ou de rebaixar interno, serve para terminar o torneamento com uma ferramenta apropriada, nos fundos dos furos não passantes, ou nos rebaixos internos de qualquer tipo.

A ferramenta de facear interno pode tanto facear como rebaixar. Sua ponta é bem aguda, como observamos pela figura a seguir e esta ponta serve para a obtenção de cantos vivos na interseção da superfície cilíndrica interna do furo com os planos transversais do fundo ou do rebaixo.

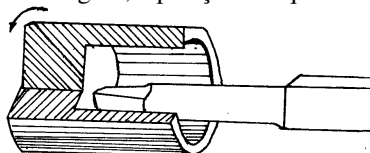


Sua aresta cortante deve fazer um ângulo de  $8^\circ$  a  $12^\circ$  com o plano transversal que por ela está sendo executada, como demonstra a próxima figura.



Observamos ainda que apenas uma pequena parte da aresta cortante próxima do bico, ataca a superfície do material.

Agora, observamos pela próxima figura, a posição em que a ferramenta faceia o fundo do furo.



Por ter a ponta bem aguda, devido à de facear interno, ele é forjada em aço ao carbono ou em aço rápido, esmerilhada e afiada para formar as faces, os ângulos e as arestas de corte. Após essa preparação, passam ainda pelos processos de têmpera e revenimento. As ferramentas de usinagem interna, como broquear, facear interno, abrir rosca interna, são de confecção mais difícil que os de torneamento externo, devido às suas formas especiais.

### **29.2 - Ferramentas de bits de facear interno**

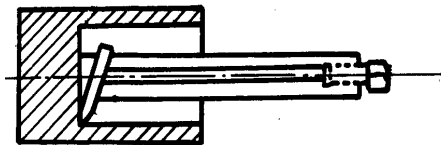
Para evitar o trabalhoso processo de forjamento da ferramenta pode-se usar o bits de aço rápido, bem esmerilhado, afiado no extremo cortante e montado em suporte próprio. Possui este um rasgo interno, de seção quadrada ou retangular, na qual se aloja o bits, em posição inclinada. Sua afiação se faz por meio de um parafuso de aperto, ou pela pressão de uma haste que força o bits contra a parede do furo quadrado. A próxima figura mostra uma ferramenta de tal tipo com o bits faceando o fundo do furo.



### 29.3 - Posição da ferramenta de facear interno

O eixo longitudinal do corpo da ferramenta, na fixação desta, deve ser disposto paralelamente ao eixo geométrico da peça.

Quanto à altura, monta-se a ferramenta no porta ferramenta de tal forma que, normalmente, fique o bico cortante no mesmo nível do centro da peça, como demonstra a próxima figura.



Algumas vezes, quando a haste da ferramenta for fina, convém dispor o bico ligeiramente acima do centro. Com a pressão do corte a haste sofre pequena flexão e o gume se coloca praticamente à altura do centro.

## **30 - BIBLIOGRAFIA**

Nova Mecânica Industrial – Torneiro Mecânico; vol.5, Edições Fortaleza

Telecurso 2000 Profissionalizante – Mecânica: Processos de Fabricação; vol. 2, Editora Globo

Instrutor: *Ari Monteiro Marques Junior* - 1999