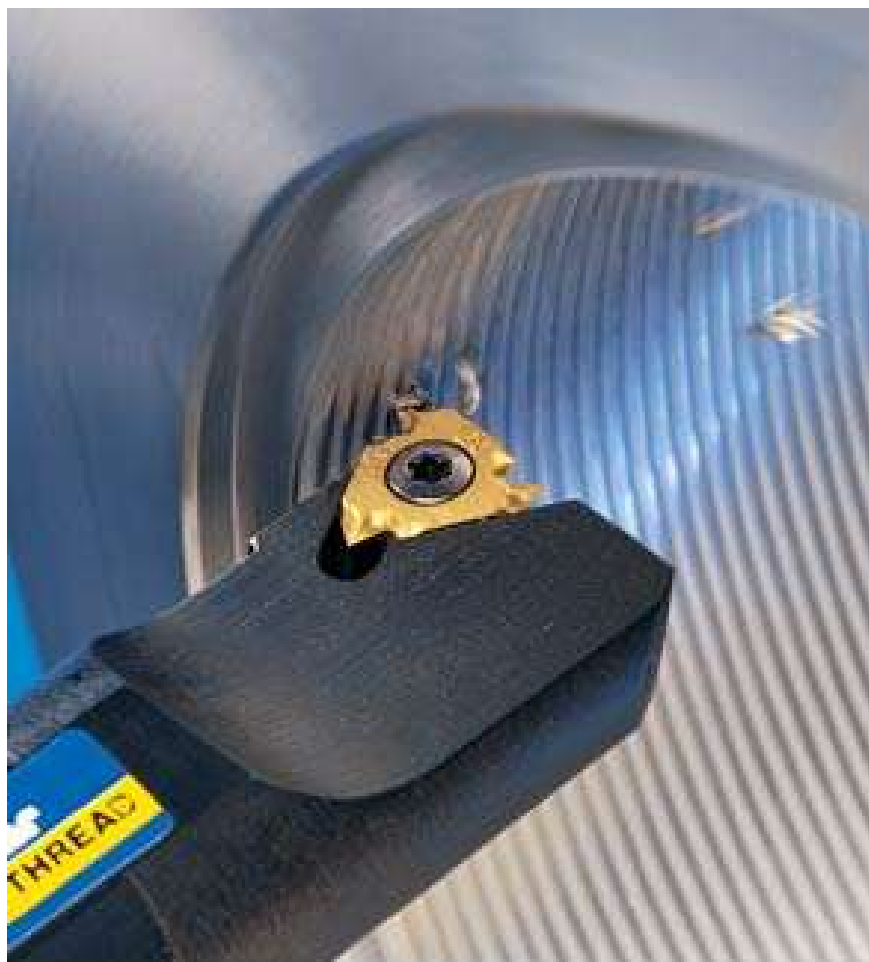


Aula 14

- Processos de usinagem de roscas -

Processo de Usinagem de Roscas



Rosqueamento

Definição: processo de usinagem cujo a função é produzir rocas internas e externas

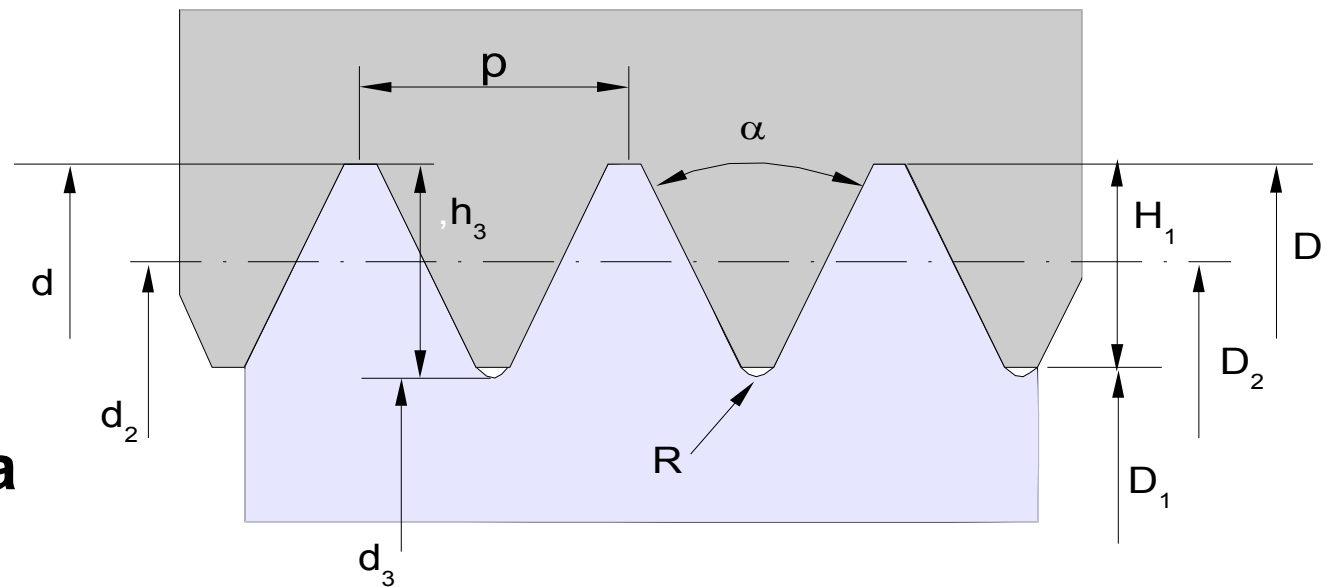
É um dos processos mais complexos de usinagem

Problemas da fabricação de roscas

Existem diversas classes de ajuste e precisão

Pelo menos cinco medidas que devem ajustar entre si:

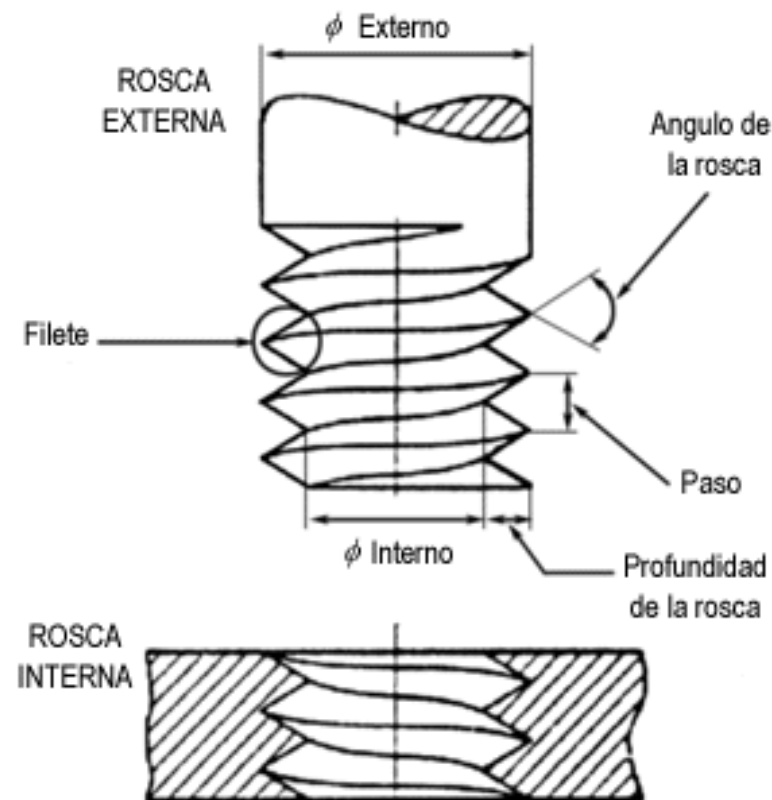
- diâmetros maior,
- menor e efetivo,
- passo
- e ângulo de rosca



Problemas da fabricação de roscas

Pelo menos cinco medidas que devem ajustar entre si:

- diâmetros maior,
- menor e efetivo,
- passo
- e ângulo de rosca



Problemas da fabricação de roscas

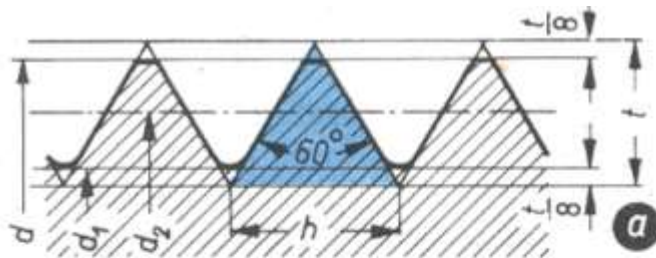
Existem vários de roscas

- Rosca métrica – normal (DIN 13-1), fina (DIN 13-2...10)
- Rosca métrica cônica (DIN 158-1)
- Rosca Whitworth (não recomendada)
- Rosca GAS (DIN ISO 228-1)
- Rosca ISO trapezoidal (DIN 103-1)
- Rosca de dente de serra (DIN 513)
- Roscas UNF (EUA+Inglaterra)
- Roscas Edson
- Roscas especiais

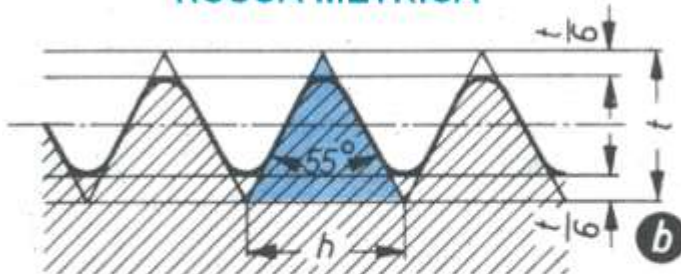


Problemas da fabricação de roscas

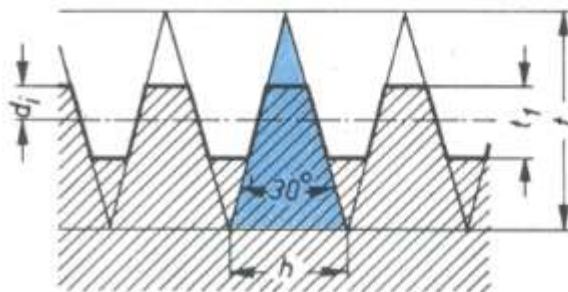
Tipos roscas



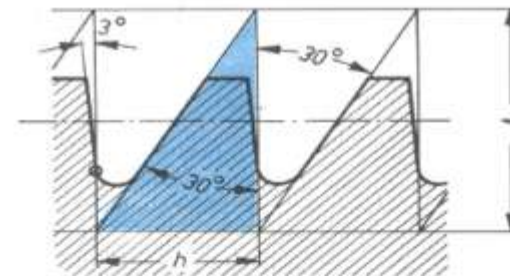
ROSCA MÉTRICA



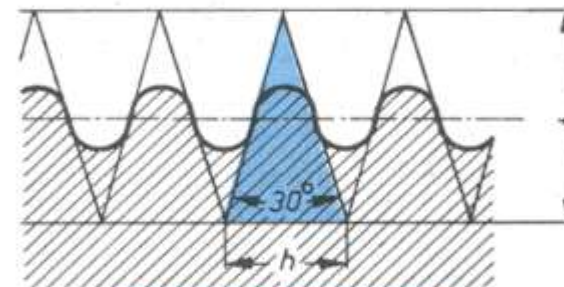
ROSCA WHITWORTH



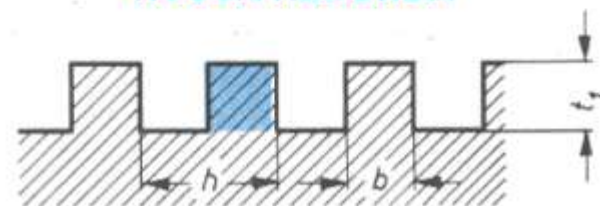
ROSCA TRAPEZOIDAL



ROSCA DENTE DE SERRA



ROSCA REDONDA



ROSCA QUADRADA

Problemas da fabricação de roscas

- A execução de roscas é um dos processos mais complexos de usinagem
 - As roscas têm algumas medidas que devem ajustar entre si: diâmetro maior, diâmetro menor, passo da rosca; e ângulo de hélice da rosca
 - Se uma destas medidas estiver incorreta, o ajuste ou a transmissão de forças ou movimentos entre a rosca interna (peça fêmea) e a rosca externa (peça macho) será deficiente
 - Outros fatores complicadores são: o grande número de tipos e formas usadas na indústria, tanto padronizadas como especiais
 - As diversas classes de ajuste e precisão exigidas
 - A seleção do melhor processo de rosqueamento e a escolha das ferramentas correspondentes
 - A seleção do método de inspeção
-

Formas de Fabricação

Usinagem

- Torneamento com ferramenta simples ou múltipla
- Cabeçotes automáticos com pentes, tangenciais radiais ou circulares
- Turbilhonamento
- Com machos e cossinetes
- Fresagem com fresas simples e múltiplas
- Retificação com rebolos de perfil simples ou múltiplo

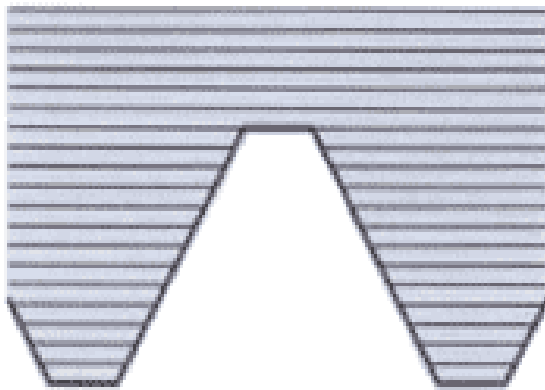
Conformação

- Laminação entre rolos ou entre placas planas
-

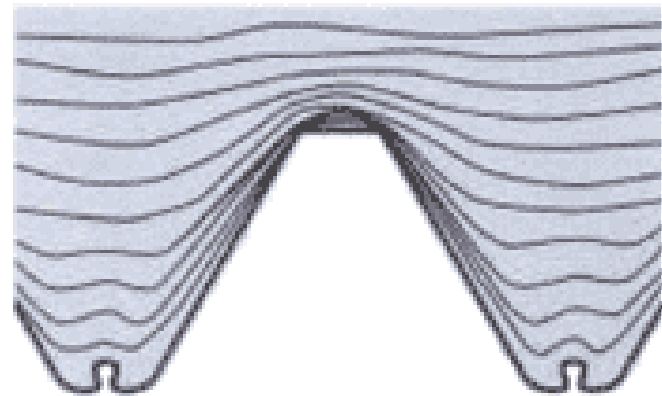
Formas de Fabricação

Usinagem X Conformação

Gewindeschneiden



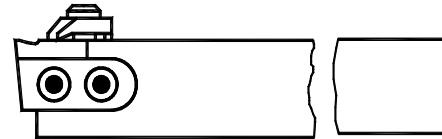
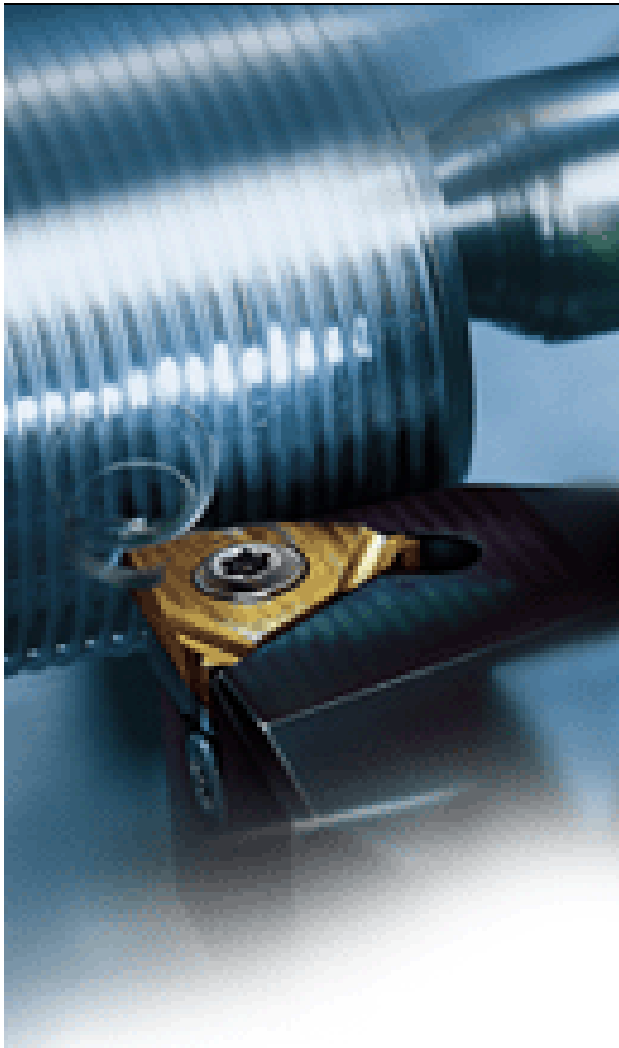
Gewindeformen



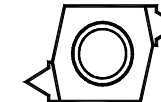
Tipos de rosqueamento por usinagem

- Torneamento com ferramenta simples ou múltipla de filetar
 - O perfil da rosca é executado apenas com um gume em vários passes
 - São utilizadas ferramentas de aço rápido e de metal duro
 - O uso de insertos indexáveis exige altas v_c 's
 - Altas v_c 's e altos avanços \Rightarrow recuos rápidos
 - Processo crítico na execução de roscas próximas a ressalto e colares
 - Máquinas de comando manual - ferramentas de HSS e peças com rebaiços longos para a saída da ferramenta
 - Ferramentas de metal duro e cerâmicas exigem sistemas automáticos - tornos CNC (altas v_c 's e retornos rápidos)
-

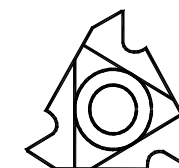
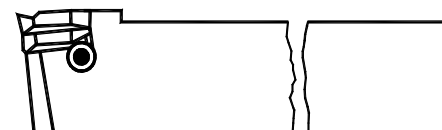
Ferramentas de roscar com insertos de metal duro



Bit

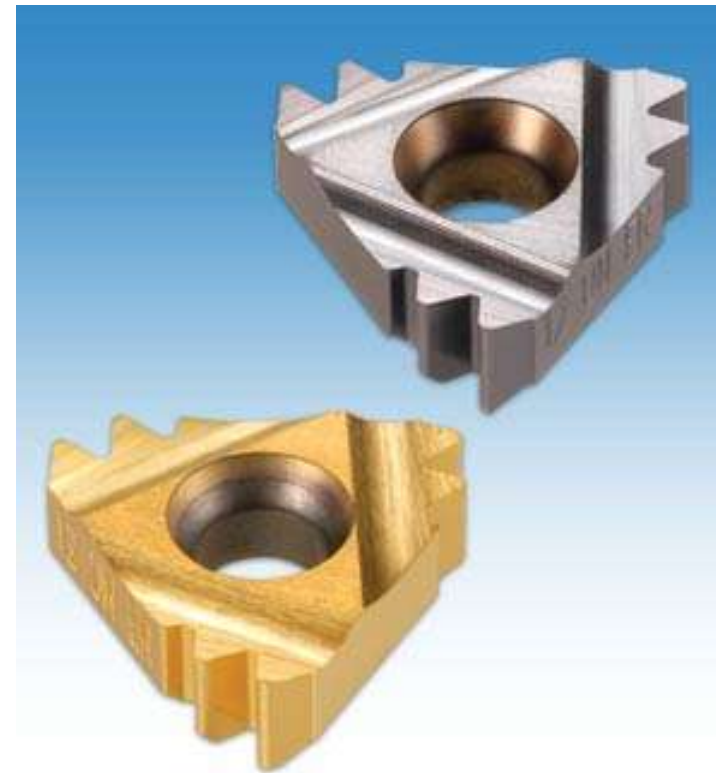


Pastilha com perfil
de rosca



Pastilha com perfil
de rosca

Ferramentas de roscar com insertos de metal duro



Recomendações para rosqueamento de aços e FoFo

Número de passes em função do passo

| Passo da rosca - mm | Nº de passes - mm | Passo da rosca - mm | Nº de passes - mm |
|----------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 1,7 – 2,4 | 7 | 6 | 14 |
| 1,5 – 1,6 | 6 | 4 - 5 | 12 |
| 1,2 – 1,4 | 5 | 3,4 – 3,8 | 10 |
| 0,9 – 1,1 | 4 | 3,0 – 3,3 | 9 |
| < 0,9 | 3 | 2,5 – 2,9 | 8 |

Recomendações para rosqueamento de aços e FoFo

Geometria

- ângulo de incidência (α) - 5 a 10°
- ângulo efetivo de incidência (α_{ef}) - 3 a 5°
- ângulo de saída (γ) - 0° (para evitar a deformação do perfil)

Velocidade de corte

- Em tornos paralelos com ferramentas de aço rápido - $v_c < 1/2 v_{c \text{ de torneamento}}$
 - Ferramentas de materiais cerâmicos - $v_c \sim 1500 \text{ m/min}$
 - Ferramentas de metal duro
-

Recomendações para rosqueamento de aços e FoFo

Velocidade de corte

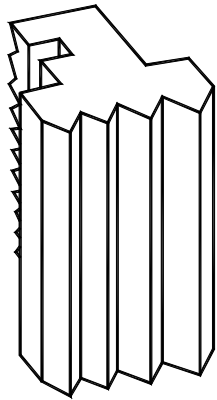
| <i>Material da peça</i> | <i>Velocidade de corte [m/min]</i> |
|-------------------------|------------------------------------|
| Aço ABNT 1140 | 65 |
| Aço ABNT 1040 | 60 |
| Aço ABNT 4120 | 55 |
| Aços Inoxidáveis | 25 - 30 |
| Ferro-fundido | 50 - 70 |
| Bronze | 80 - 120 |
| Alumínio | 90 - 180 |

Torneamento de rosca com pentes

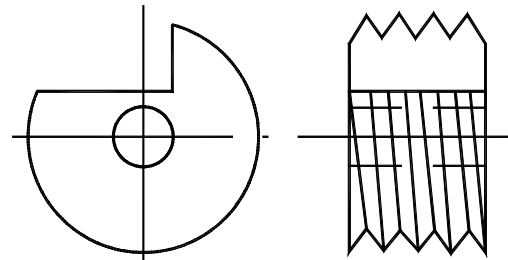
Generalidades

- Vários gumes em ação simultaneamente
 - Cada gume realiza um corte mais profundo que o anterior - a rosca é executada em um só passe
 - Os pentes podem ser radiais, tangenciais ou circulares (fabricados em aço rápido)
 - Para rosca externa direita - pente de rosca esquerda e vice versa
 - Para roscas internas - pentes circulares
-

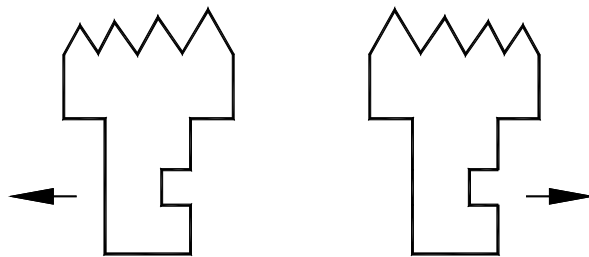
Pentes de rosqueamento



Ferramenta plana para rosqueamento



Ferramenta circular para rosqueamento



Para rosca direita Para rosca esquerda

Rosqueamento com cabeçotes automáticos

Generalidades

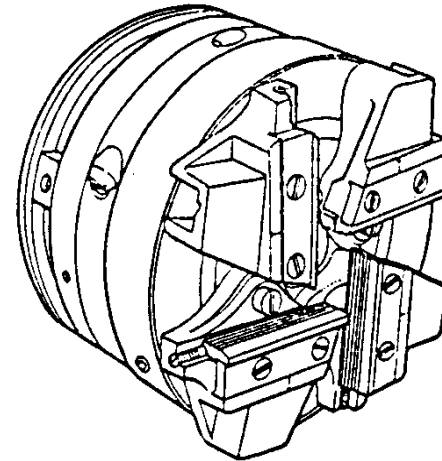
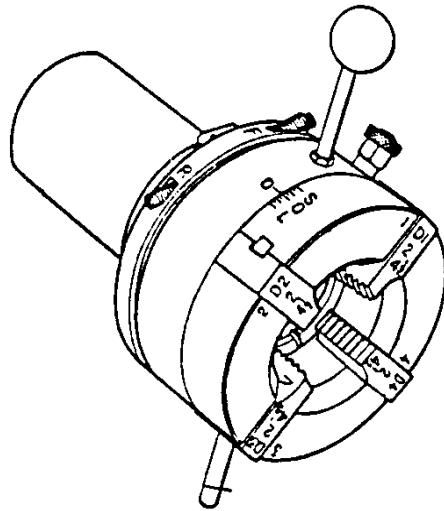
Tipos de cabeçotes

- Estacionários / Giratórios

Tipos de pentes acoplados aos cabeçotes

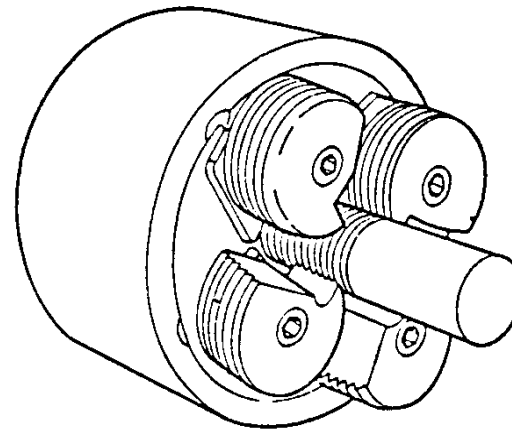
- Radiais / Tangenciais / Circulares
 - Atingindo-se o comprimento da rosca os pentes abrem e a ferramenta retorna
 - Menor desgaste da ferramenta, menor tempo gasto e melhor acabamento
 - Os pentes são ajustáveis - facilidade para a reafiação
 - tolerância dimensional das roscas
-

Rosqueamento com cabeçotes automáticos



Cabeçotes automáticos de rosca:

- a – com dentes radiais;
- b – com dentes tangenciais;
- c – com dentes circulares.



Rosqueamento com cabeçotes automáticos

Velocidades de corte recomendadas

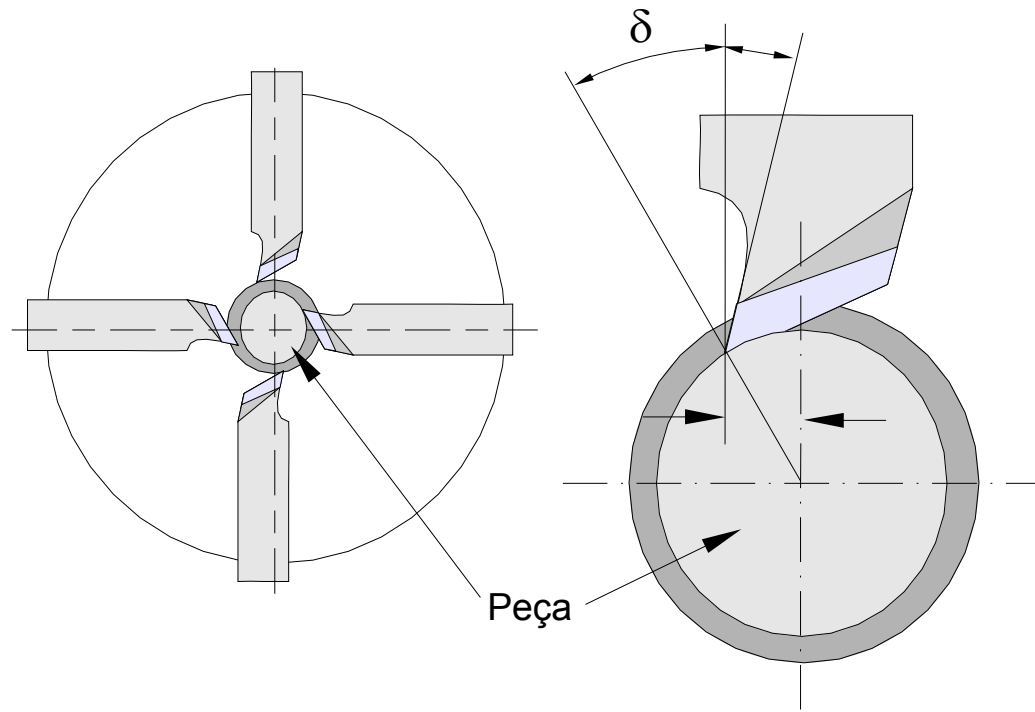
| Material | Passo da rosca [mm] | | | | Fluido de corte |
|--|---------------------|---------|-----------|-------|----------------------------------|
| | < 1 | 1 – 1,5 | 1,6 – 3,5 | > 3,5 | |
| FoFo Cinzento | 24 | 15 | 12 | 7,5 | Seco ou óleo solúvel |
| FoFo maleável | 15 | 12 | 9 | 6 | Óleo solúvel |
| Aço de corte livre | 18 | 12 | 7,5 | 4,5 | Óleo solúvel ou de corte |
| Aço de baixo carbono ($C < 0,3\%$) | 12 | 9 | 6 | 3,6 | Óleos sulfurados ou óleos graxos |
| Aço médio carbono ($0,3\% < C < 0,65\%$) | 6 | 4,5 | 3 | 2,4 | Idem |
| Aço inoxidável | 6 | 4,5 | 3 | 2,4 | Idem |
| Alumínio | 75 | 54 | 33 | 15 | Querosene |
| Latão | 75 | 54 | 33 | 15 | Óleo parafínico |
| Bronze (Al, Ni ou P) | 18 | 12 | 7,5 | 4,5 | Idem |
| Cobre | 186 | 12 | 7,5 | 4,5 | Idem |

Rosqueamento com cabeçotes automáticos de pentes radiais

Características

- Os dentes cortantes em cada pente são defasados de acordo com o ângulo de hélice da rosca
 - Pentes largos podem ser usados, permitindo chanfros compridos;
 - Podem ser adaptados para desbaste e acabamento;
 - Servem para execução de roscas direitas, esquerdas, finas e grossas;
 - Vida relativamente curta dos pentes;
 - Difícil reafiação;
 - A quebra ou o lascamento de um dente leva usualmente à perda total do jogo de pentes
-

Exemplo de pente de roscar radiais

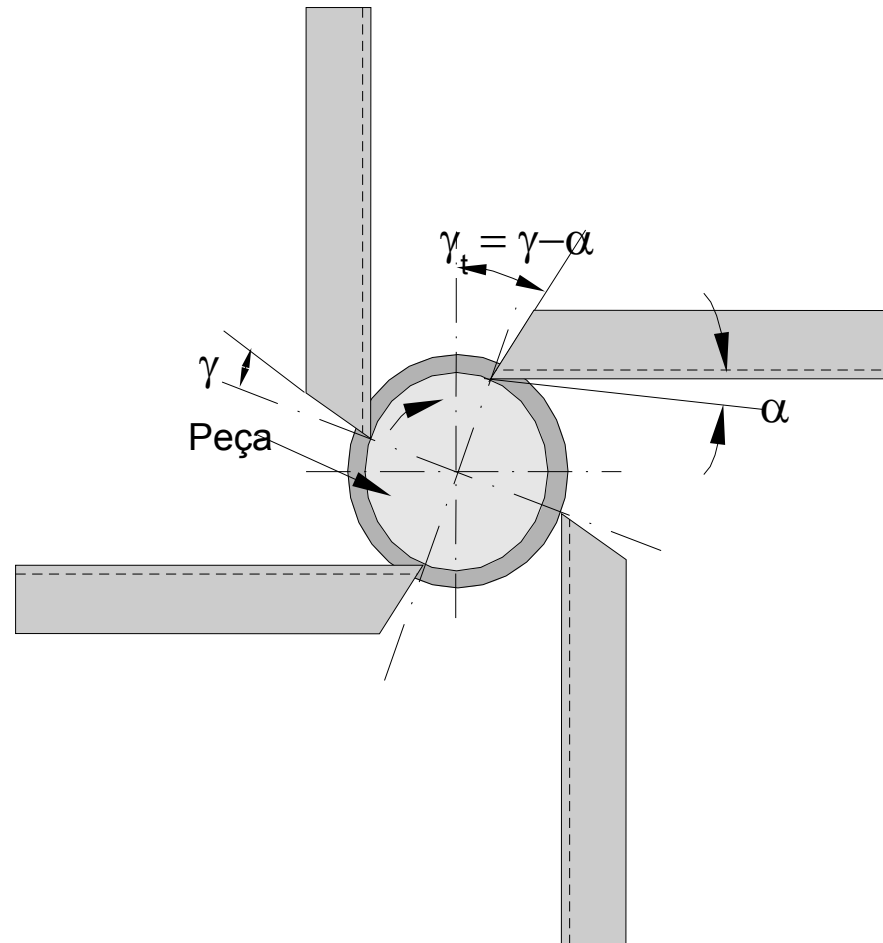


Rosqueamento com cabeçotes automáticos de pentes tangenciais

Generalidades

- Os pentes tangenciais são placas planas com perfil de rosca de um lado
 - São montados no cabeçote de modo que contactem a peça tangencialmente
 - Filetes retos (círculos concêntricos) ou em hélice
 - Roscas esquerdas - pentes esquerdos
-

Cabeçotes automáticos de pentes tangenciais



Turbilhonamento de roscas (tornofresamento)

Generalidades

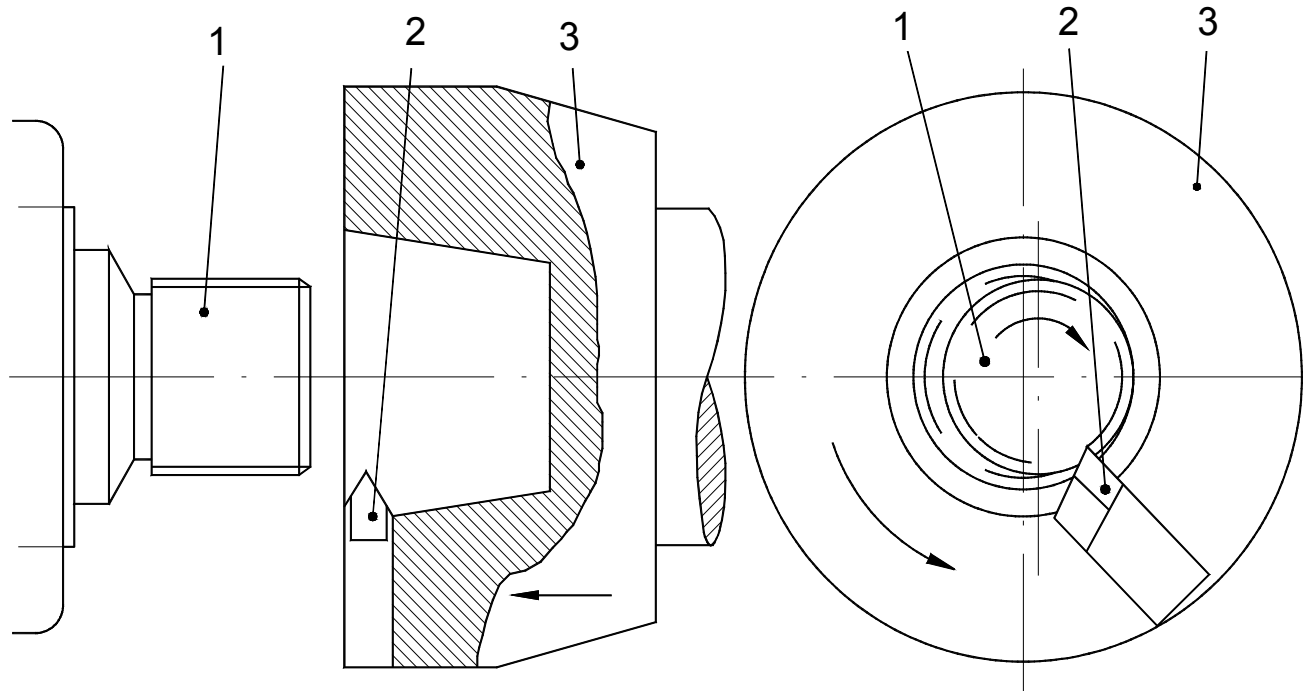
- Processo de torneamento com corte interrompido
 - A profundidade total da rosca é obtida por um ou vários gumes - parte interna de uma ferramenta rotativa circular
 - Uma passada, elevada velocidade de corte
 - Ferramenta montada de forma excêntrica em relação à peça que apresenta um movimento rotativo lento no sentido contrário ao movimento rotativo da ferramenta
-

Turbilhonamento de roscas (tornofresamento)

Generalidades

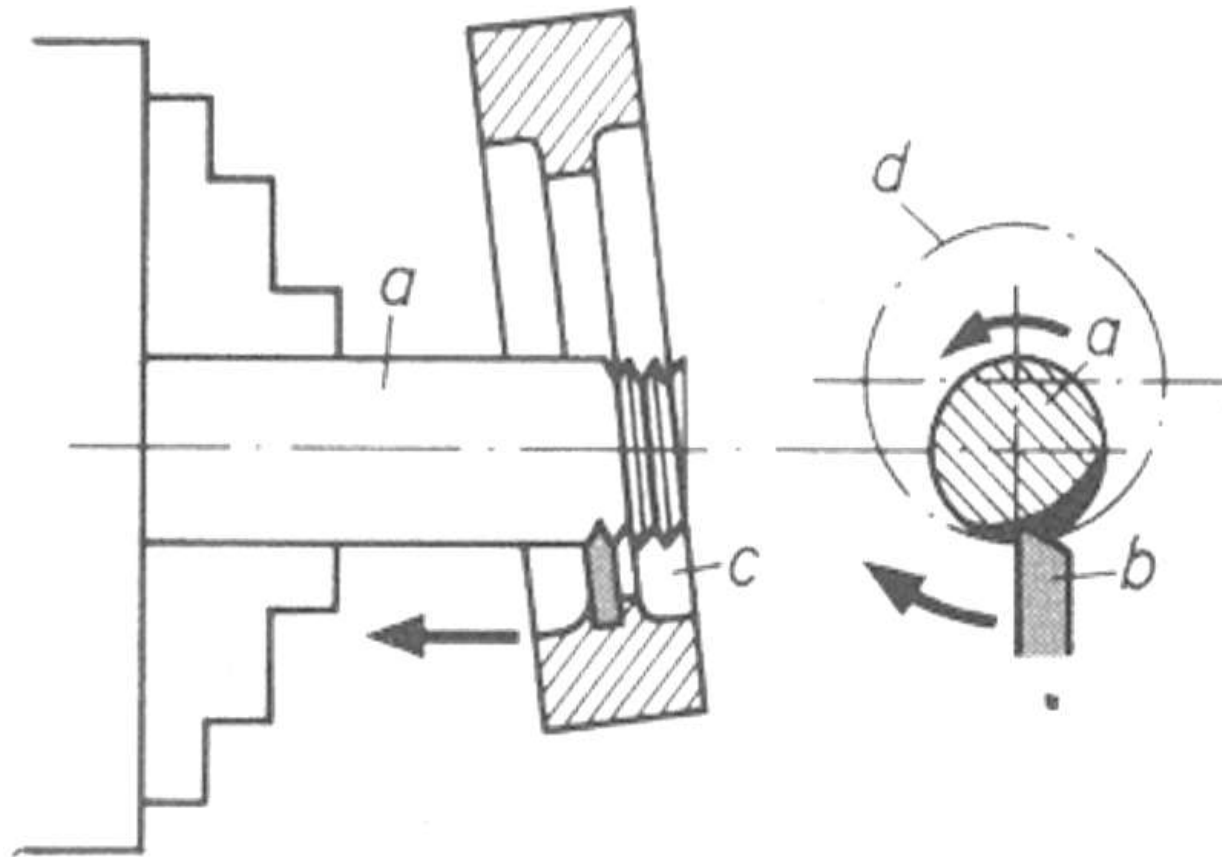
- Roscas externas - a ferramenta é configurada na forma de um cabeçote de fresamento com gumes para dentro
 - Processo executado em máquinas especiais
 - Alto potencial de corte e elevada qualidade superficial
 - Em geral são montadas no cabeçote 4 ferramentas de metal duro defasadas de 90°
 - Duas atuam no fundo da rosca, uma nos flancos e uma na remoção de rebarbas
 - Mínimo aquecimento da peça e da ferramenta
 - Operação realizada em geral a seco
-

Turbilhonamento de roscas (tornofresamento)

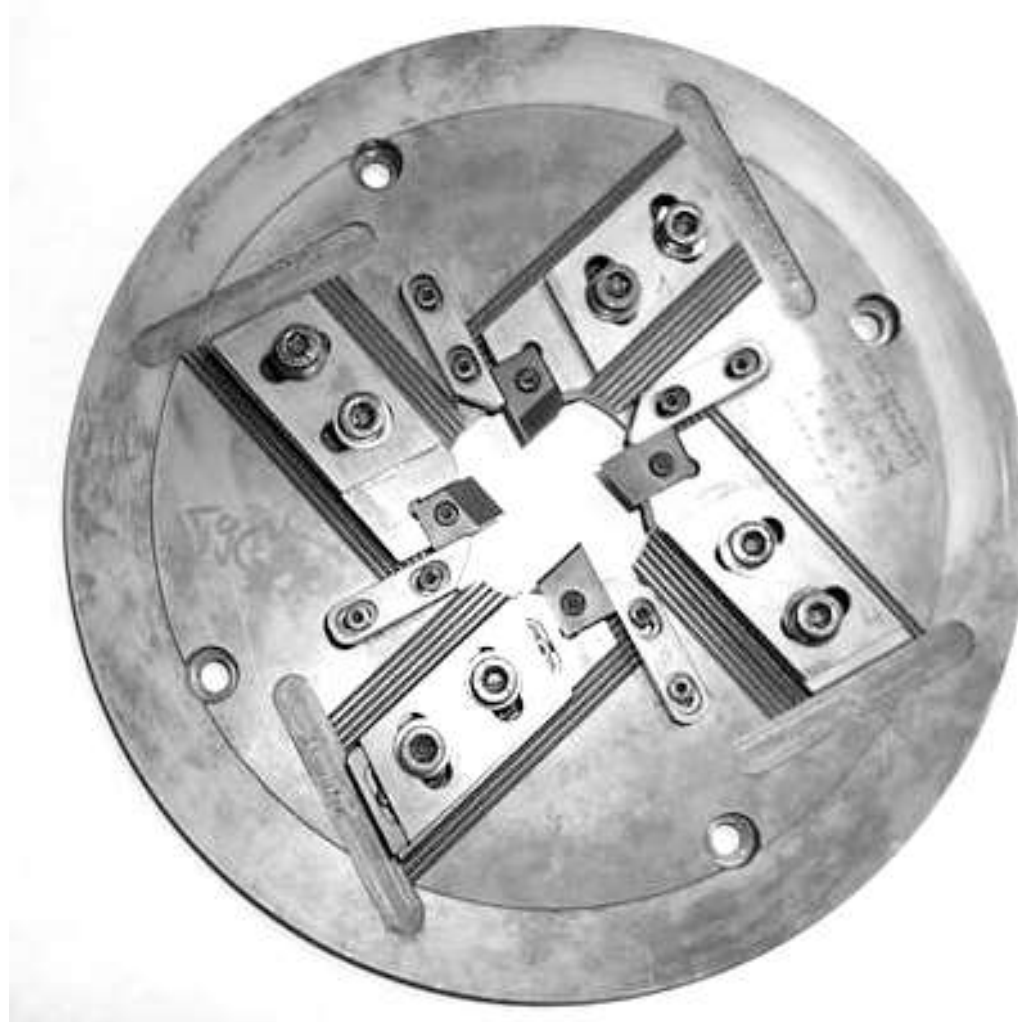


- 1 Peça
- 2 Ferramenta
- 3 Suporte de fixação da ferramenta

Turbilhonamento de roscas (tornofresamento)



Turbilhonamento de roscas (tornofresamento)



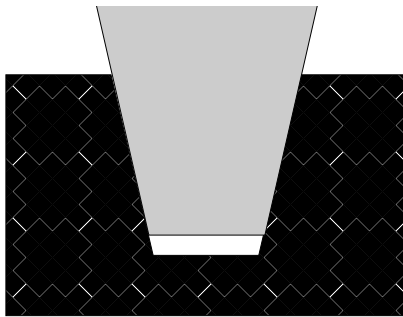
Turbilhonamento de roscas (tornofresamento)



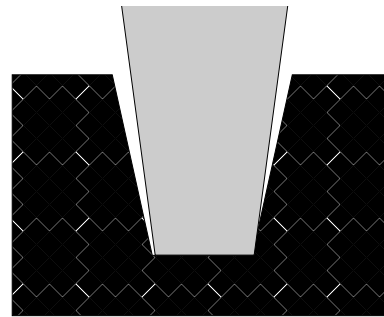
Turbilhonamento de roscas (tornofresamento)



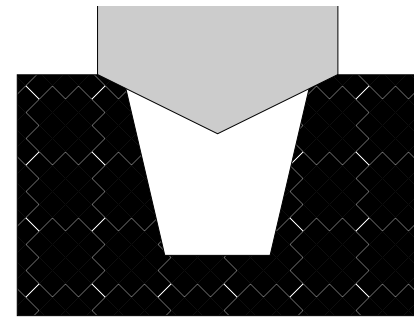
Distribuição das ferramentas no turbilhonador



Ferramenta
lateral

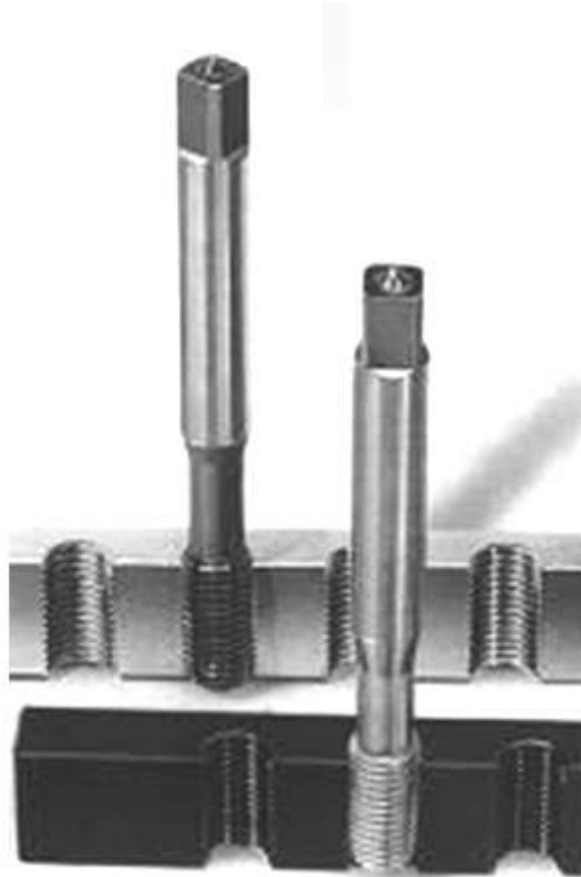


Ferramenta de
fundo



Ferramenta de
rebarba

Rosqueamento com macho de roscar



Rosqueamento com machos e cossinetes

Generalidades

- **Processo especial de furação e alargamento**
 - **Machos para furos passantes têm entrada cônica**
 - **Parte rosqueada é dividida em pentes e rebaixos**
 - **Rebaixos - condução de cavacos e fluido**
-

Rosqueamento com macho de roscar

Generalidades

- Ferramentas manuais - fornecidas em jogos (pré-corte e acabamento, eventualmente corte intermediário)
 - Material - quase que exclusivamente aço-rápido
 - Em furos cegos a velocidade é limitada pela profundidade do furo e pela rapidez de inversão da rotação da máquina
 - Velocidades excessivas \Rightarrow maior desgaste, acabamento ruim, rebarbas, fora da dimensão, alta $F_c \Rightarrow$ quebra
 - Roscas curtas - velocidades grandes são utilizáveis
 - Roscas profundas - baixas velocidades
 - Diâmetros pequenos - elevados torques \Rightarrow quebra
-

Tipos de macho de roscar



**Machos
Manuais**



**Machos
Máquina**



**Machos
p/ porcas**

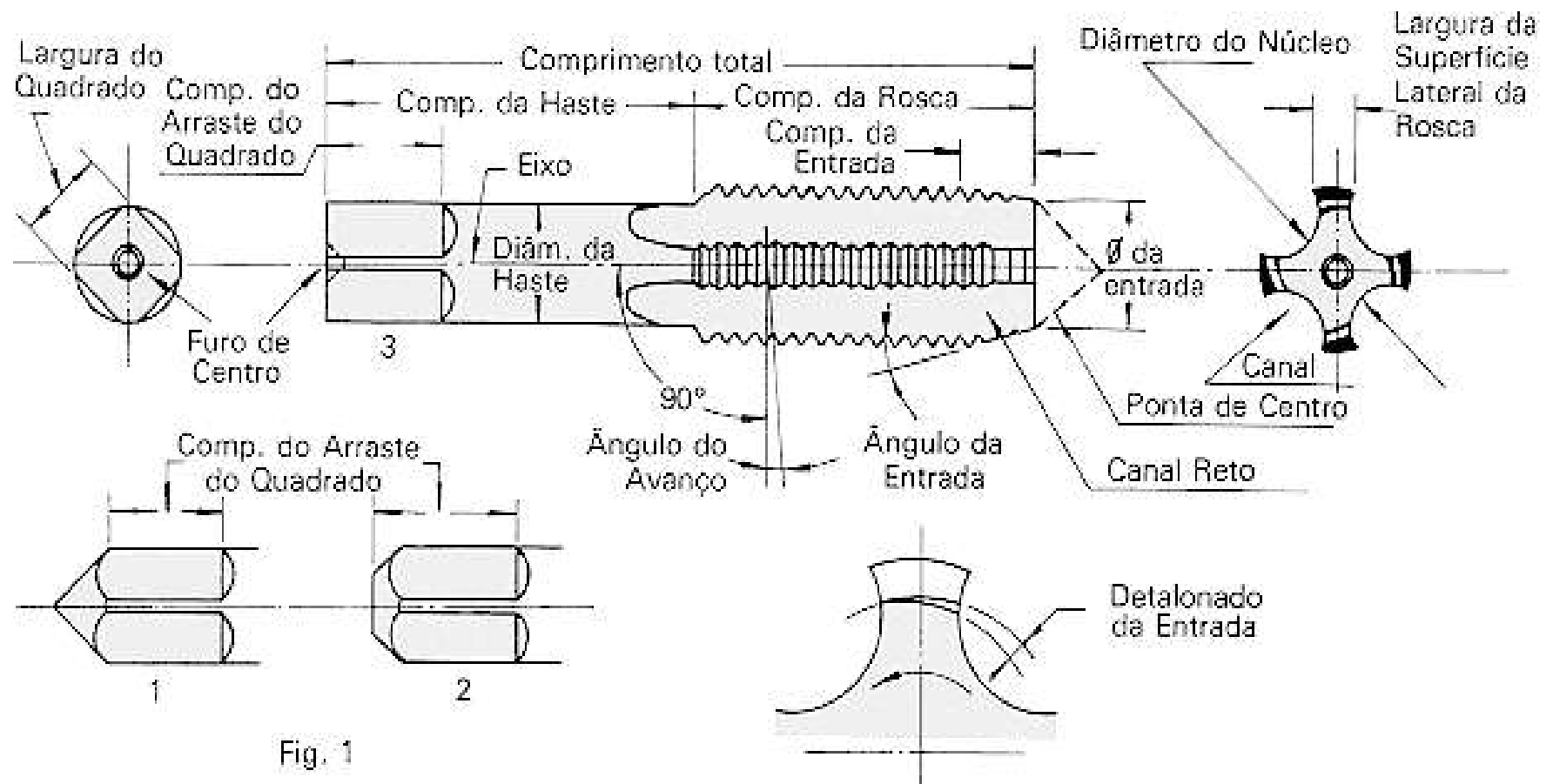


**Machos
p/ tubos**

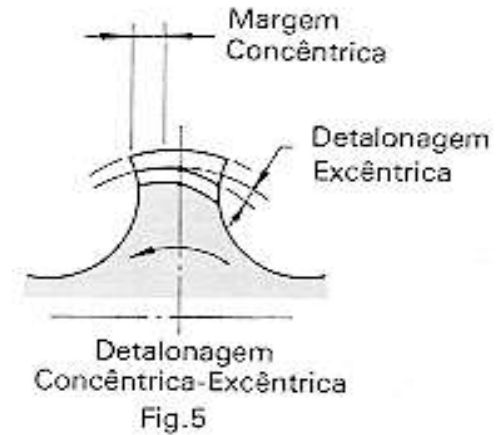
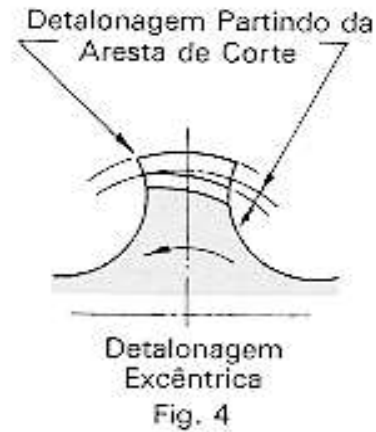
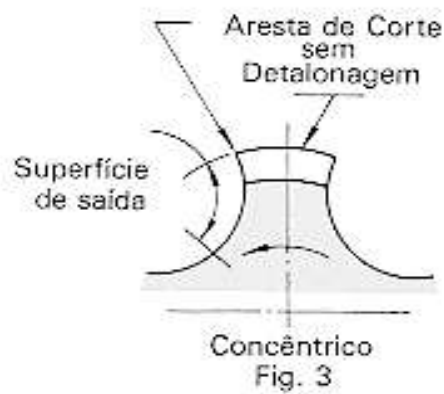
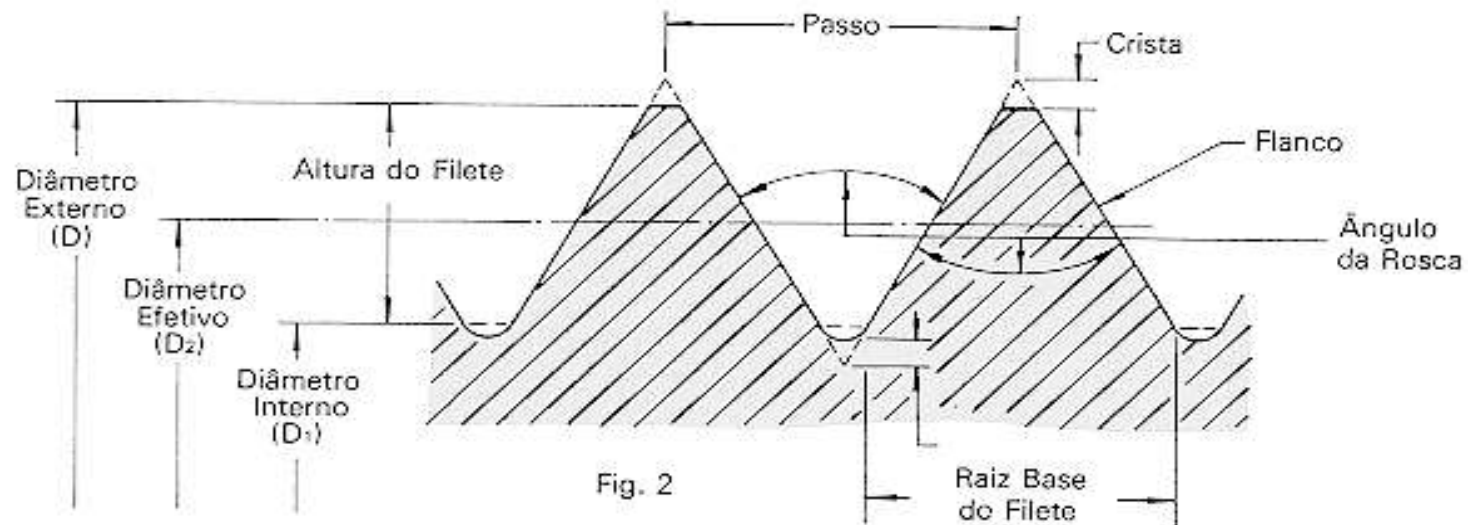


**Machos
especiais**

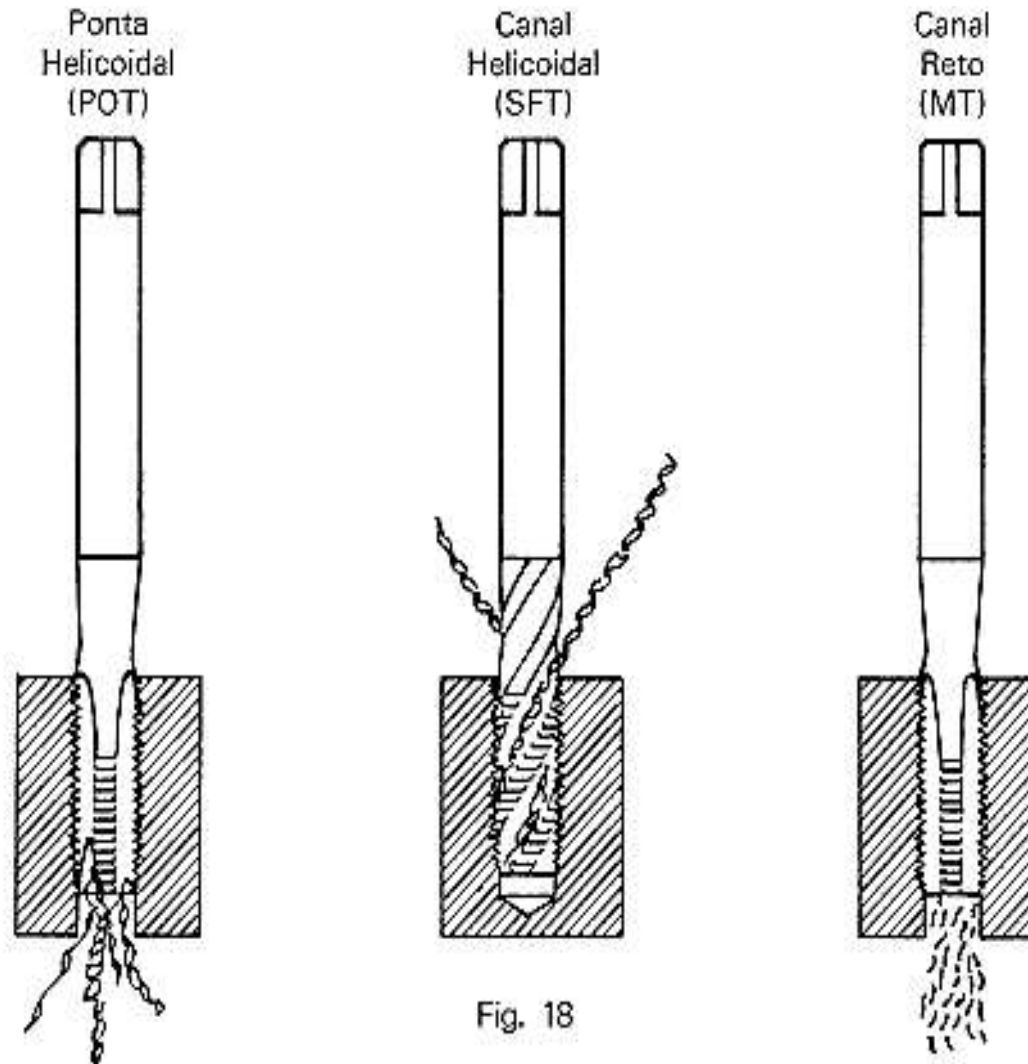
Constituintes de machos de roscar



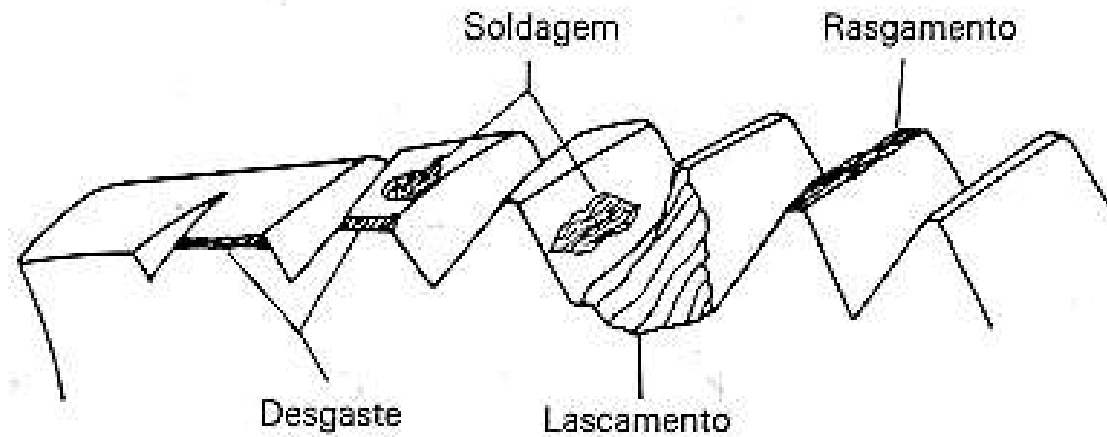
Constituintes de machos de roscar



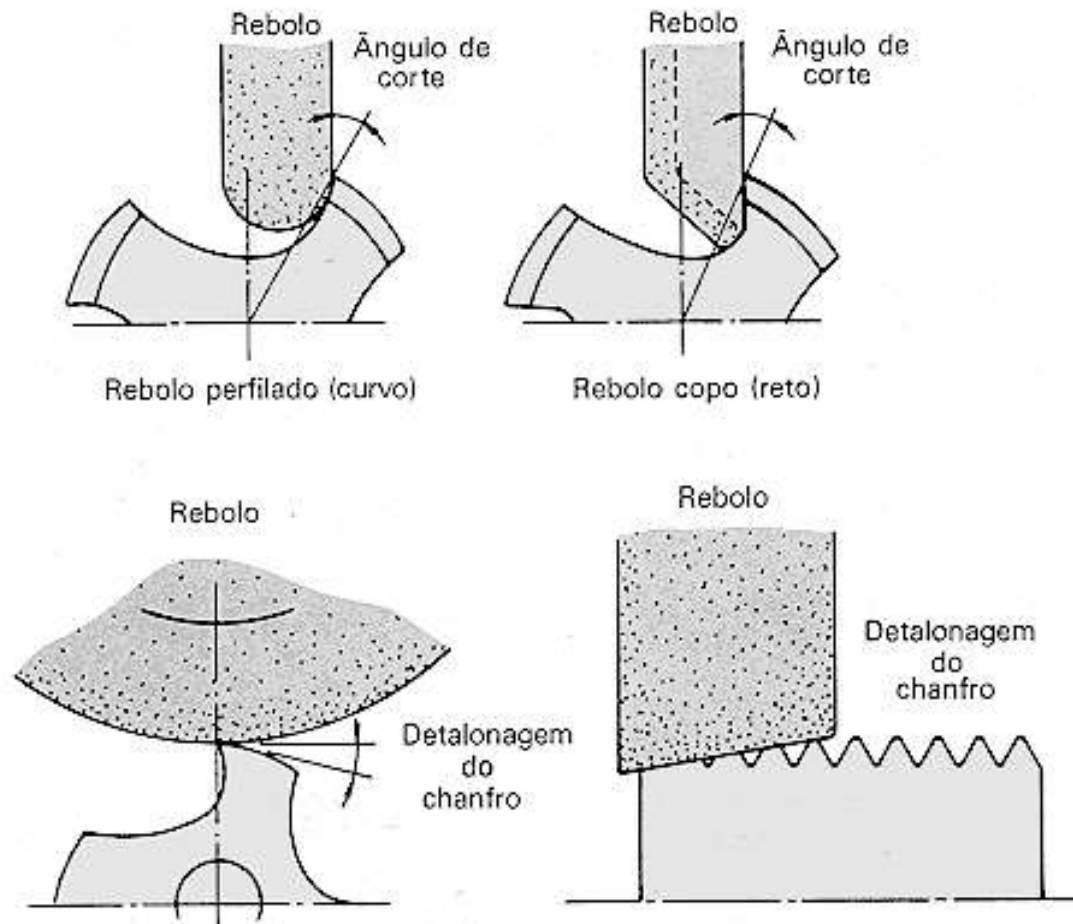
Saída dos cavacos em machos de roscar



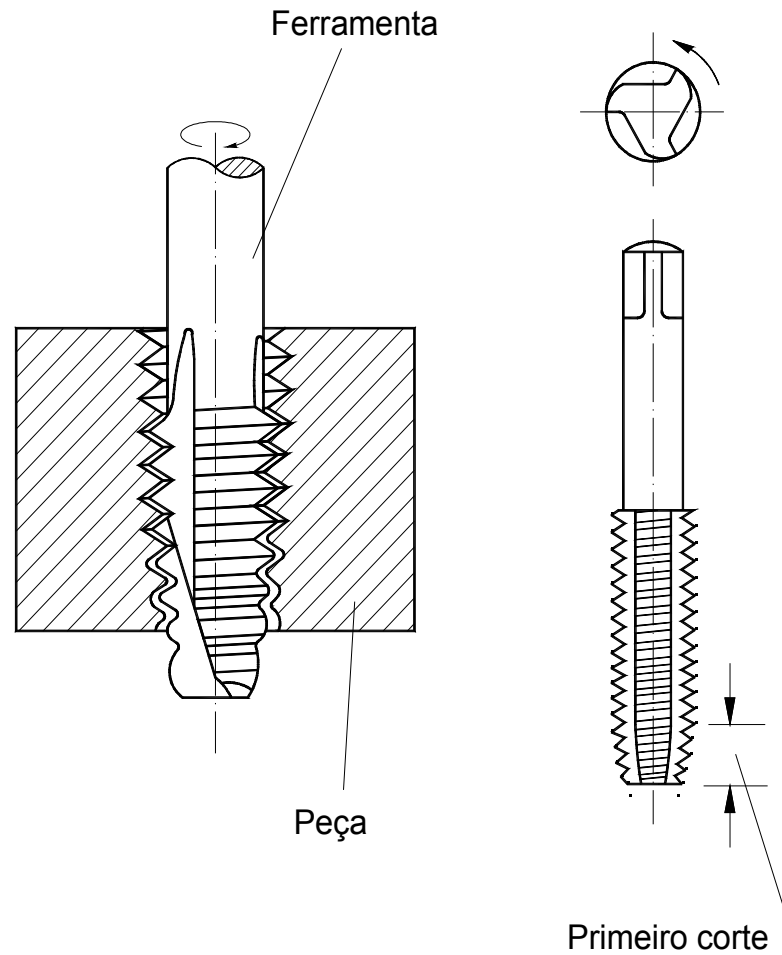
Desgaste em machos de roscar



Refiação de macho de roscar



Exemplo de macho de roscar



Rosqueamento com Cossinetes



Rosqueamento com Cossinetes

- Ferramentas multicortantes utilizadas no corte de roscas externas
 - Trabalhos de manutenção, reparos, máquinas de roscar com exigências limitadas de precisão e acabamento
 - Inversão da rotação para a retirada da peça (pode causar danos nos filetes da rosca e desgastar a ferramenta)
 - Pequeno diâmetro - uso em máquinas com espaço limitado
 - Metais de resistência média - roscas de até 24 mm
 - Metais leves - roscas de até 30mm
 - O sobrematerial para acabamento não deve ser pequeno
 - O sobrematerial de mais - desgaste excessivo, trancamento e quebra
-

Condições para rosqueamento com cossinetes

Diâmetro da haste levemente menor que o diâmetro maior da rosca
⇒ assegurar corte fácil, precisão e acabamento

Como orientação pode-se adotar:

$$d_h = d - \frac{P}{10}$$

Onde: P = passo da rosca

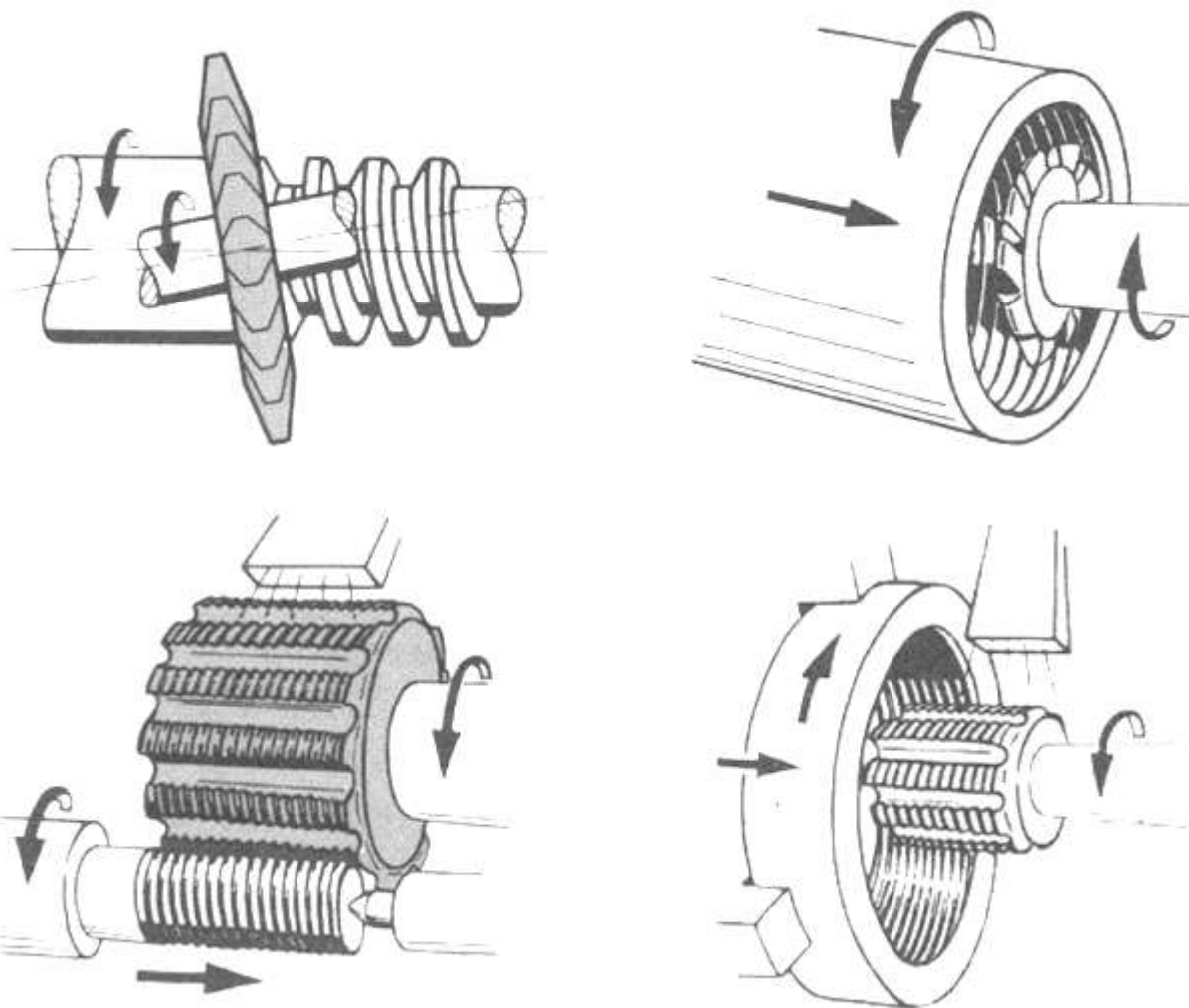
d_h = diâmetro da haste

d = diâmetro nominal da rosca

Condições para rosqueamento com cossinetes

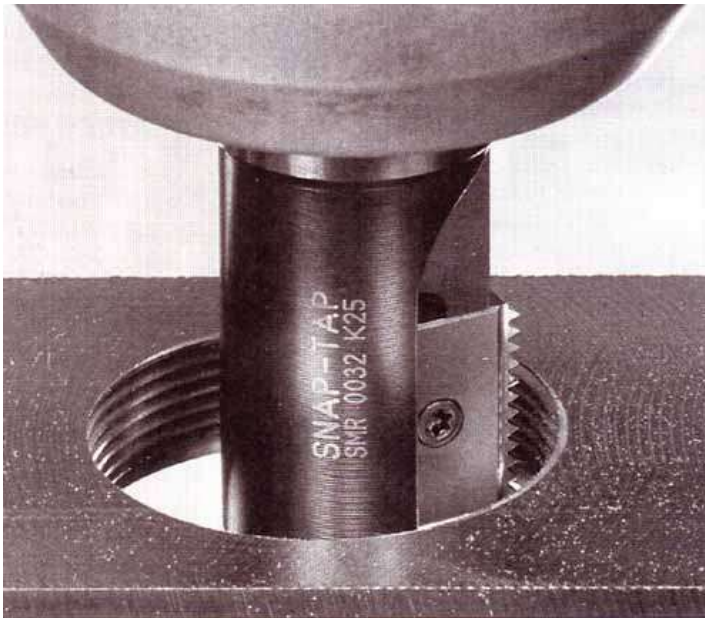
- Chanfro da haste de 45° - facilitar o início do corte e eliminar bordos vivos cortantes na entrada da rosca. O diâmetro de entrada deve ser o diâmetro menor da rosca
 - Uso de lubrificação adequada
 - Uso de velocidades de corte reduzidas (menores que as recomendadas para usinagem com machos)
 - Ângulos adequados de entrada, incidência, saída e ponta espiral, de acordo com o tipo de material da peça a ser rosqueada
-

Fresamento de roscas



Fresamento de roscas

Interno

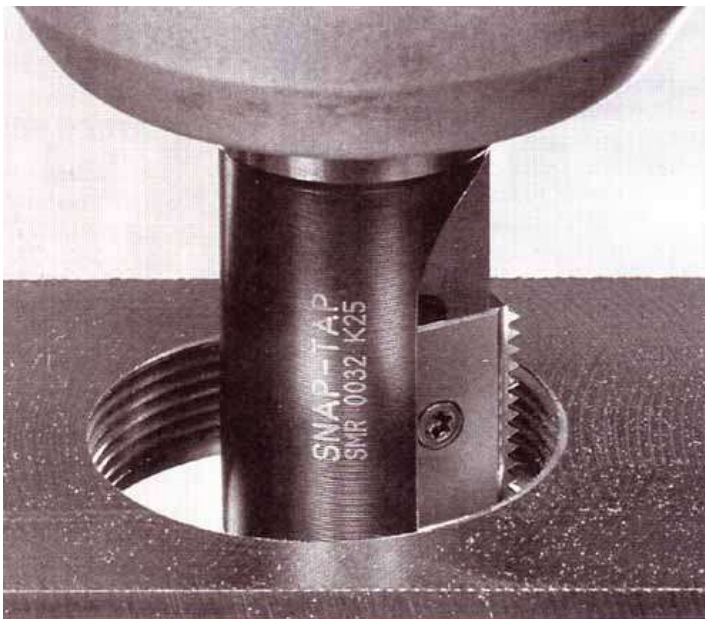


Externo



Fresamento de roscas

Interno



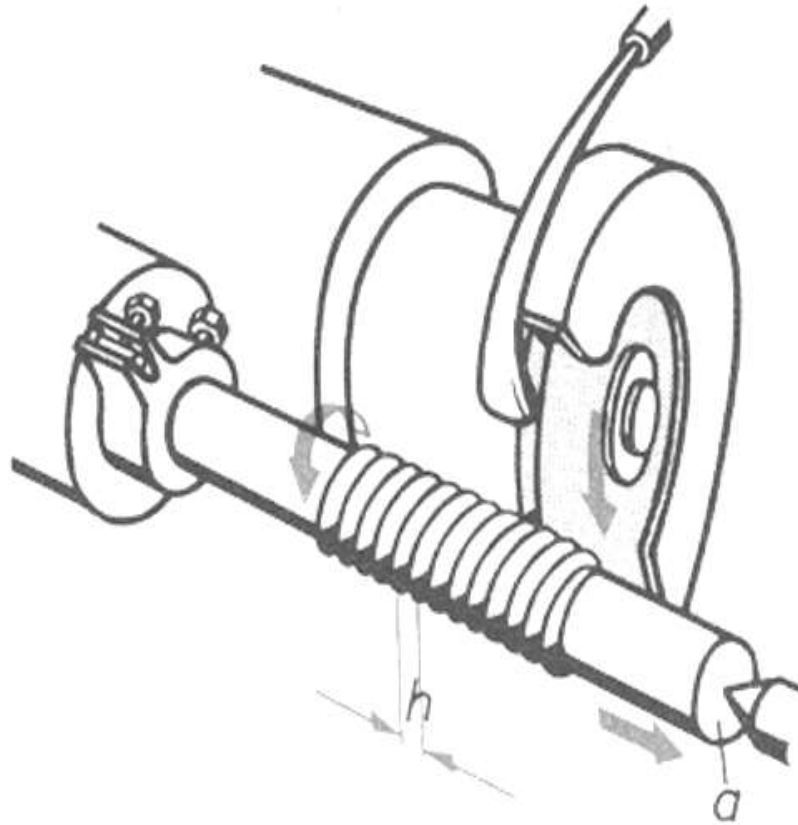
Externo



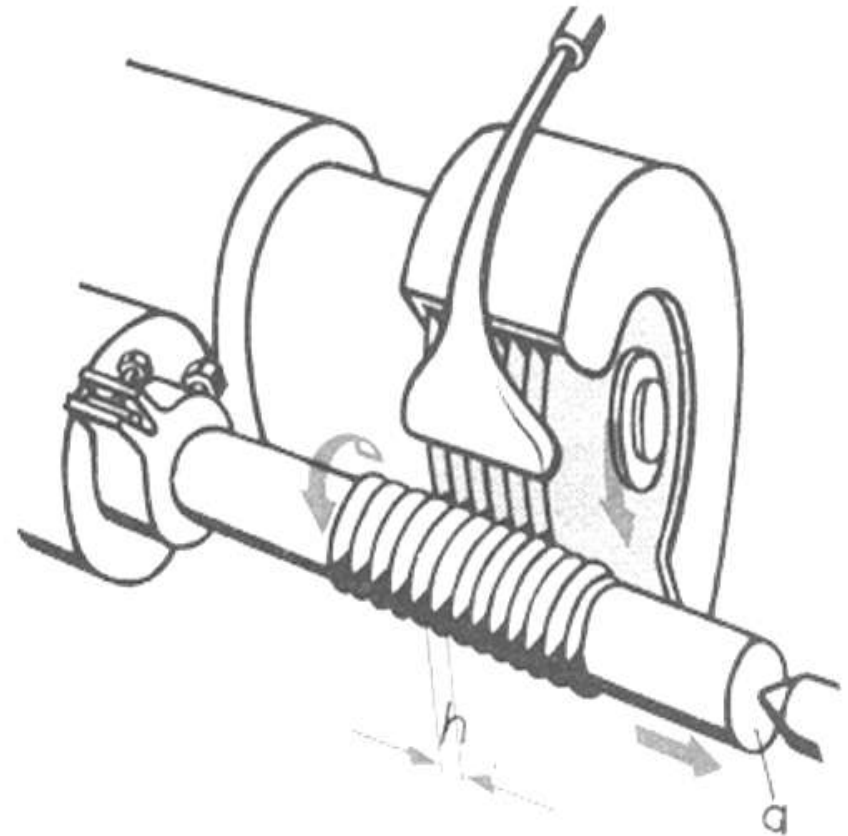
Retificação de roscas



Retificação de roscas



REBOLO COM FILETE SIMPLES



REBOLO DE FORMA