



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

UNIDADE DIFERENCIADA - SOROCABA/IPERÓ

Engenharia de Controle e Automação

OMA

Oficina Mecânica para Automação

Prática 02

Fresadora e o Processo de Fresamento

Professor.: Dr. Luiz Carlos Rosa
Instrutor . : Cláudio Siqueira

1. PROCESSO DE FRESAMENTO

1.1. Generalidades

O fresamento é a operação de usinagem com formação de cavaco que se caracteriza por:

- 1.1.1. Utilizar ferramenta multi-cortante (fresa) provida de arestas cortantes dispostas simetricamente ao redor de um eixo;
- 1.1.2. Movimento de rotação da ferramenta ao redor de seu eixo, permitindo assim que cada uma das arestas cortantes (dentes da fresa) retire a parte de material que lhe compete fazê-lo.
- 1.1.3. O movimento de avanço, que permite o prosseguimento da operação, é geralmente feito pela própria peça em usinagem, que está fixada na mesa da máquina.
- 1.1.4. O movimento de avanço obriga a peça passar sob a ferramenta que lhe dá a forma e dimensão desejada. As figuras 1.1 e 1.2 mostram os principais tipos de superfícies que podem ser usinadas pelo fresamento.
- 1.1.5. O fato do fresamento utilizar-se de ferramenta multi-cortante (fresa) e esta poder se apresentar sob as mais variadas formas, confere a esta operação um caráter de versatilidade em face das várias superfícies necessárias numa peça em usinagem. Assim o fresamento pode competir com o furacão, com o alargamento, e o aplainamento.

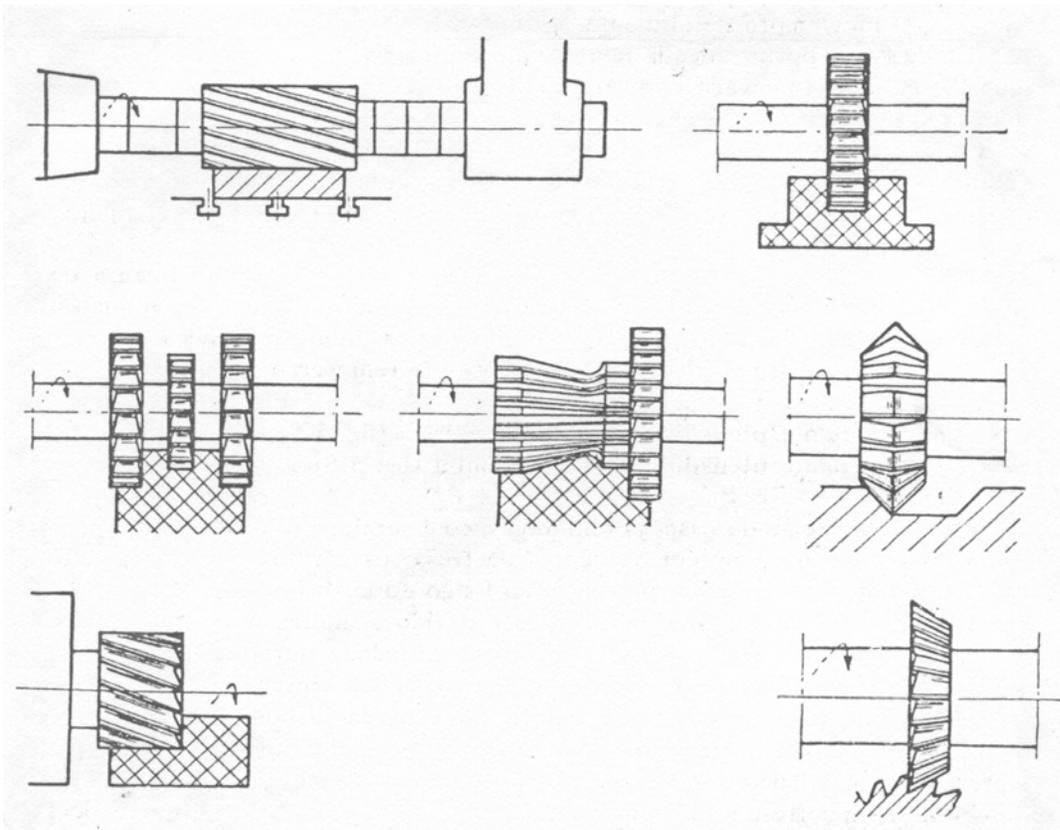


figura 1.1 - algumas operações de fresamento horizontal

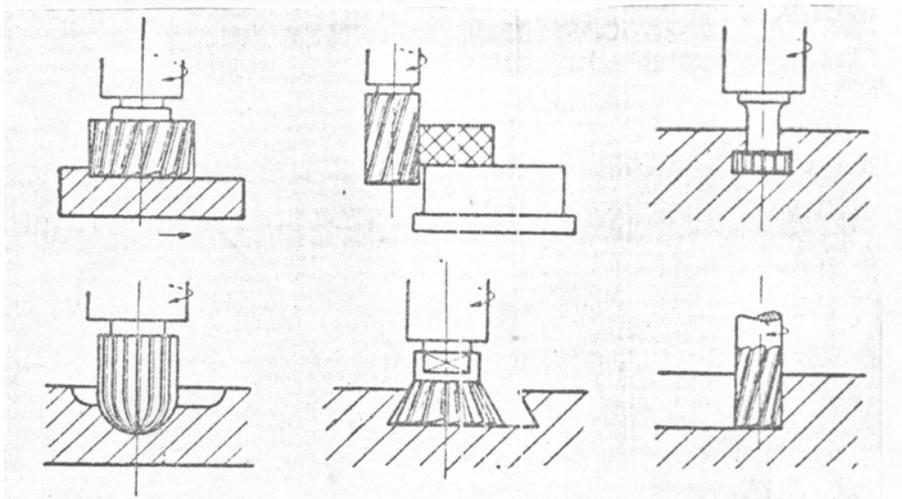


figura 1.2 - algumas operações de fresamento vertical

1.2. Tipos fundamentais de fresamento

Segundo a disposição das arestas ativas da fresa, classificamos a operação da seguinte maneira:

1.2.1. *fresamento tangencial*: operação na qual as arestas cortantes ativas estão na superfície cilíndrica da ferramenta (fresa). O eixo da fresa neste caso é paralelo à superfície gerada, figura 1.6;

1.2.2. *fresamento frontal*: operação na qual as arestas cortantes ativas estão na superfície frontal da ferramenta (fresa). O eixo da fresa neste caso é perpendicular à superfície gerada, figura 1.7.

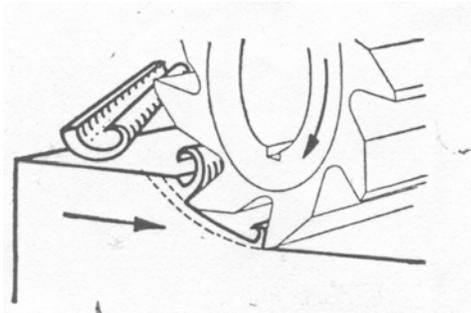


figura 1.6 - fresamento cilíndrico tangencial

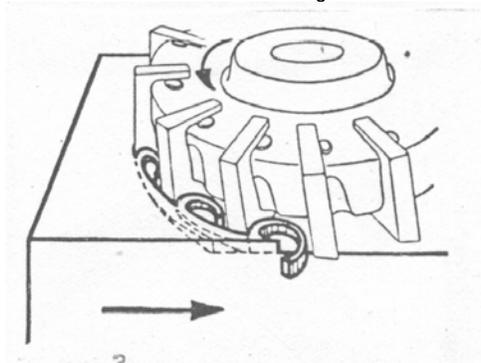


figura 1.7 - fresamento frontal

- 1.2.3. No fresamento tangencial as fresas são chamadas fresas cilíndricas ou tangenciais enquanto que no fresamento frontal, são chamadas fresas frontais ou de topo. As fresas cilíndricas podem operar segundo o *fresamento concordante* - caso em que o sentido do movimento de avanço coincide com o sentido do movimento rotatório da fresa - ou *fresamento discordante* - caso em que o sentido do movimento de avanço é contrário do sentido do movimento rotatório da fresa, figuras 1.8 e 1.9.

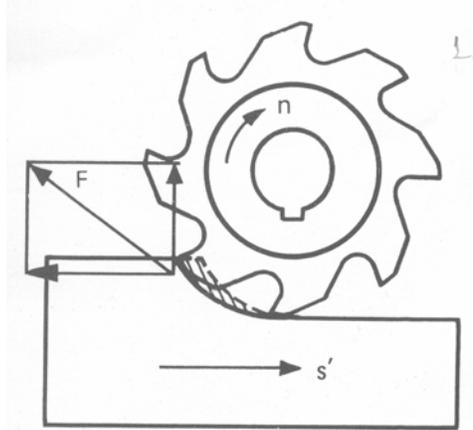


figura 1.8 - fresamento discordante

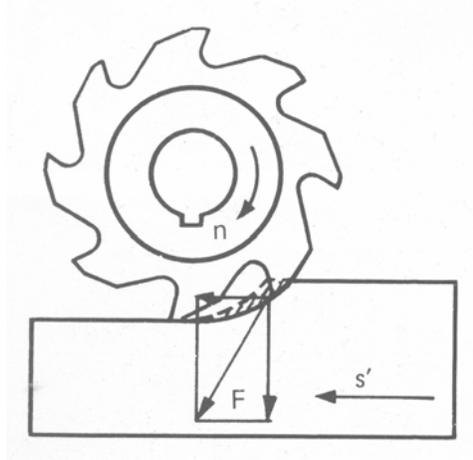


figura 1.9 - fresamento concordante

1.3. Processo de formação do cavaco

- 1.3.1. A formação do cavaco na operação de fresamento obedece ao mesmo mecanismo de formação de cavacos de outros processos de usinagem. Cumpre salientar, porém, que a forma do cavaco gerado no fresamento difere da forma daqueles gerados no torneamento, furacão, mandrilamento, alargamento e brochamento. No fresamento o cavaco tem a forma de uma virgula, com a espessura de corte "h" variável, figuras 1.10 e 1.11.

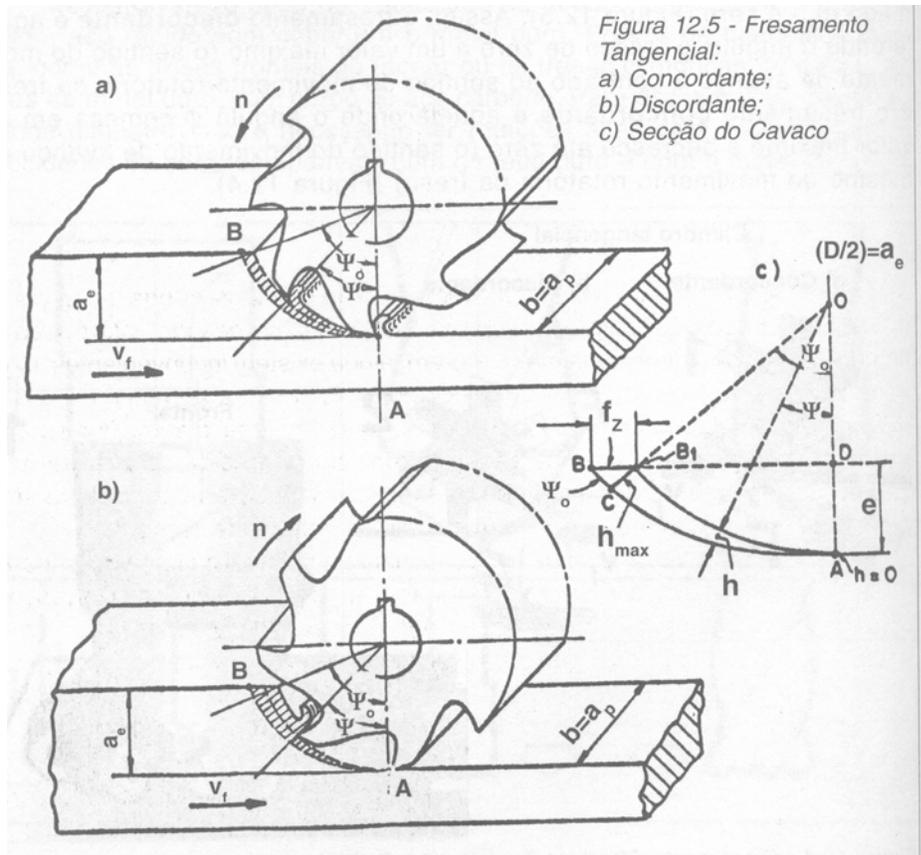


figura 1.10 - forma de cavaco produzido no fresamento tangencial

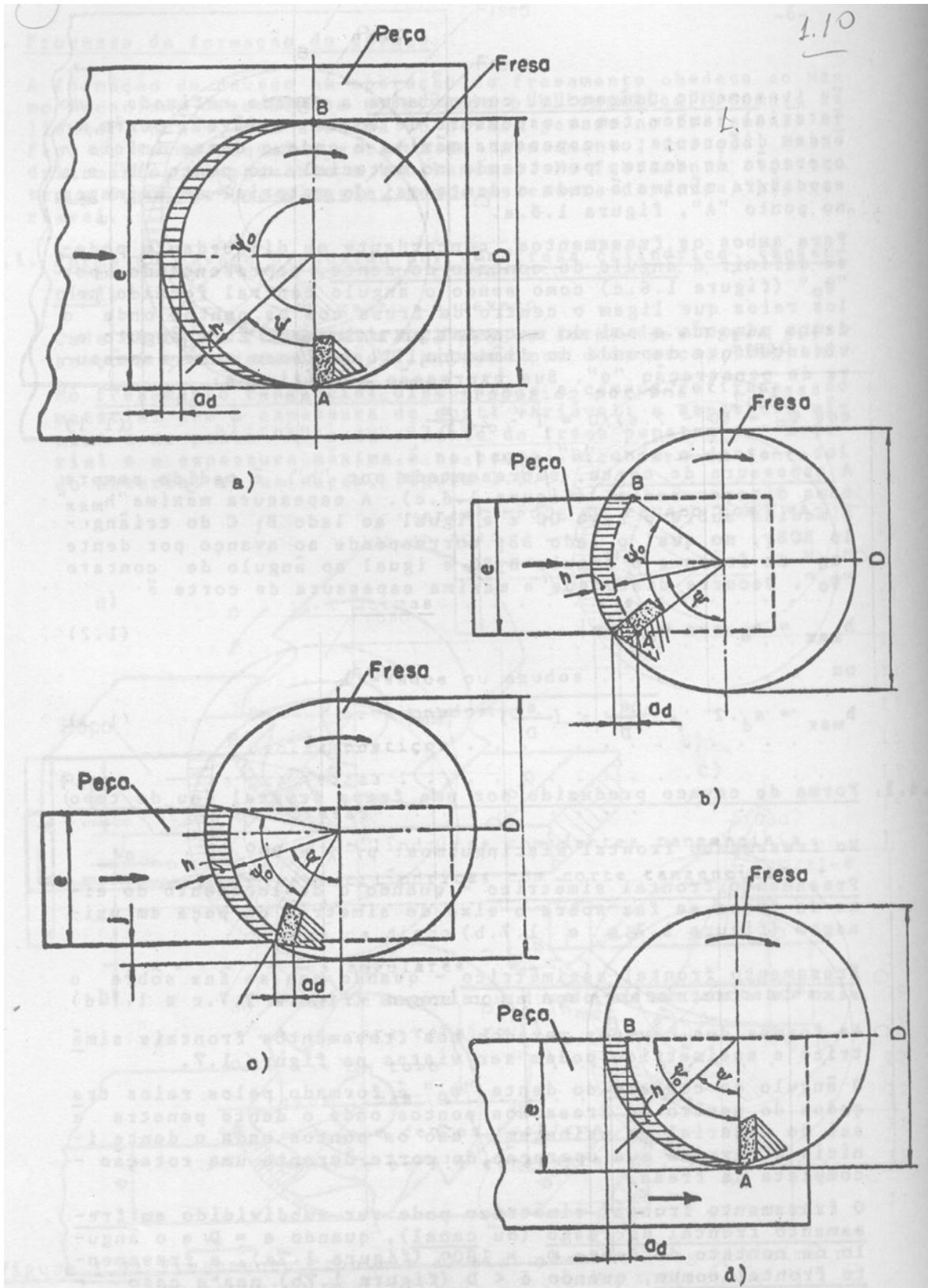


figura 1.11 - forma de cavaco produzido no fresamento frontal

2. FRESADORAS

São máquinas que realizam a operação de fresamento. Desde que apareceram (ano de 1918) até hoje, tem apresentado uma evolução construtiva notável que permite uma faixa muito ampla de operações. As fresadoras, para alcançar o maior rendimento, devem ter uma arquitetura que as torne sólidas, porque o mandril porta-fresa é submetido a esforços notáveis de torção, pois a ferramenta (fresa) ataca, com suas arestas cortantes, um amplo arco de material (cavaco) na superfície das peças. Tais esforços variam também com a intensidade, segundo uma frequência que pode redundar em vibrações danosas para a máquina, se esta não for suficientemente robusta. Uma fresadora horizontal, uma fresadora vertical e uma fresadora universal são ilustradas nas figuras 1.3, 1.4 e 1.5 em perspectiva.

2.1. Movimentos relativos entre ferramenta e peça

2.1.1. *Movimento de Trabalho L*: É o movimento principal que permite o corte do material. É um movimento rotativo feito pela ferramenta.

2.1.2. *Movimento de Avanço A*: É um movimento retilíneo feito pela peça, a fim de que a ferramenta encontre sempre material para arrancar.

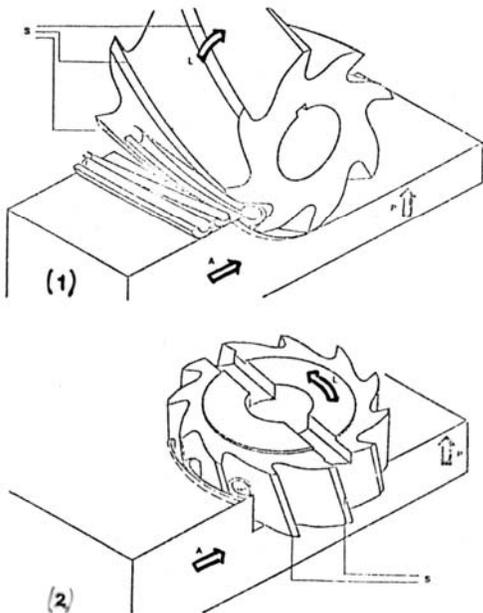
2.1.3. *Movimento de Penetração P*: É um movimento retilíneo que regula a profundidade de penetração no material. Normalmente é feito pela mesa. Em algumas máquinas especiais é feito pela ferramenta.

2.2. Modo de trabalhar as fresadoras

Segundo a ferramenta, as fresadoras podem ser:

2.2.1. *Fresas Cilíndricas (2)*: Quando a rotação da ferramenta é ao redor de um eixo paralelo à superfície de trabalho.

2.2.2. *Fresas Frontais (1)*: Quando a rotação é ao redor de um eixo perpendicular à superfície em trabalho. Os fios de corte S estão sobre a superfície exterior do cilindro que constitui a fresa.

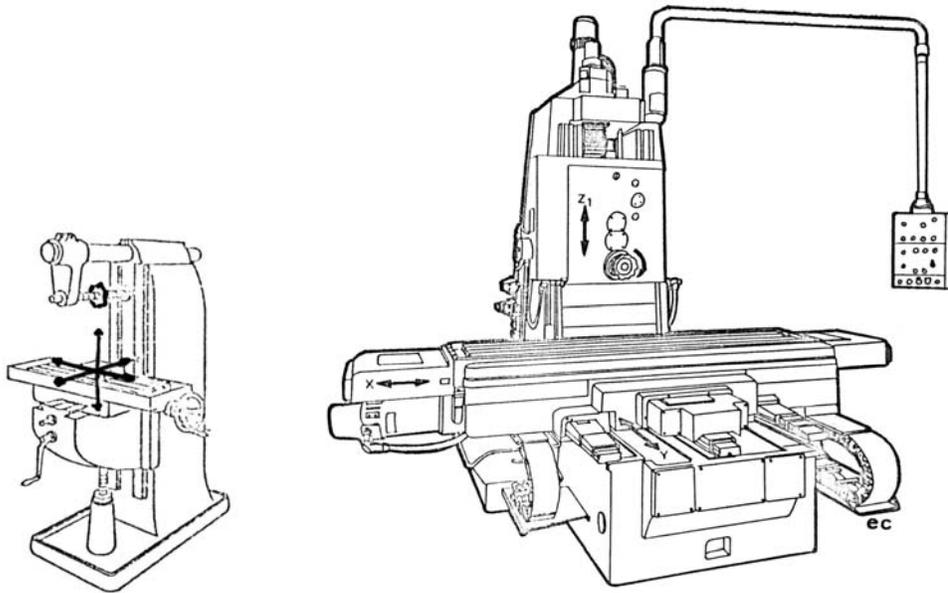


2.3. A fresadora

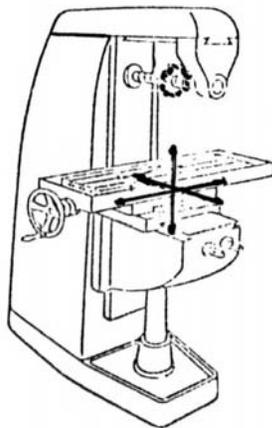
Se distinguem pela disposição do eixo árvore e pelas possibilidades de movimento da mesa.

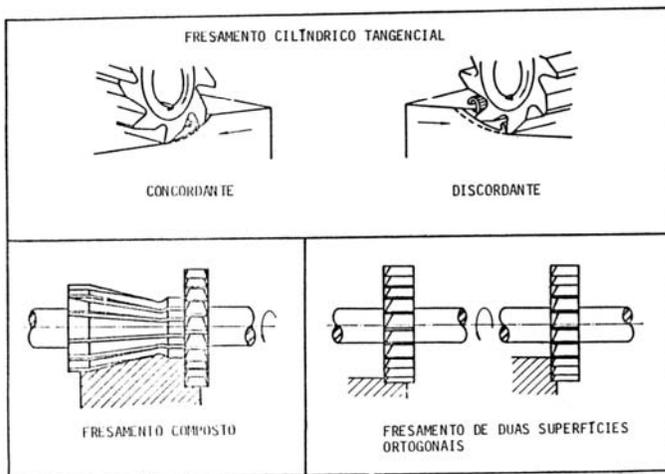
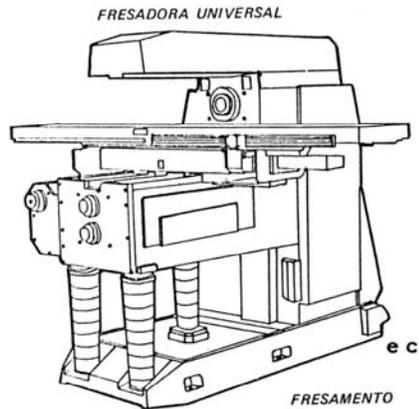
2.3.1. **Fresadora horizontal:** Utiliza a fresa montada sobre em eixo horizontal. É utilizado para trabalho de faceamento na horizontal e para efetuar ranhuras e perfis retilíneos. A ferramenta mais empregada é a fresa cilíndrica.

FRESADORA HORIZONTAL (BED TYPE)

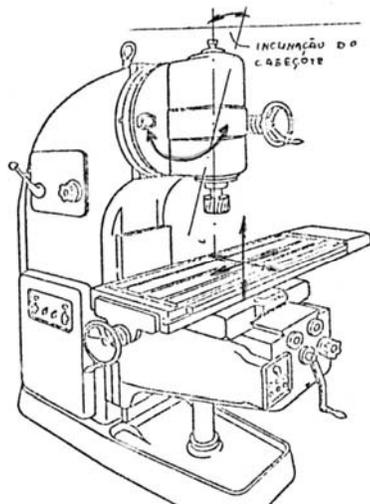


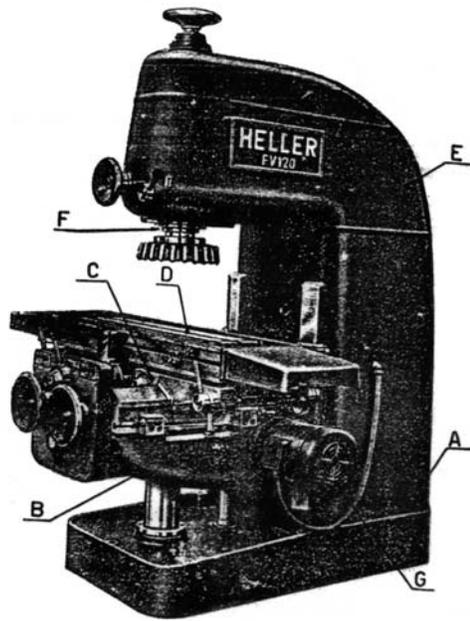
2.3.2. **Fresadora universal:** É uma derivada da fresadora horizontal. Pode utilizar as fresas tanto em árvores horizontais como em verticais, podendo inclinar horizontalmente a mesa. Além dos serviços normais da fresadora horizontal, também pode efetuar ranhuras helicoidais sobre superfícies cilíndricas e setores circulares perfilados.



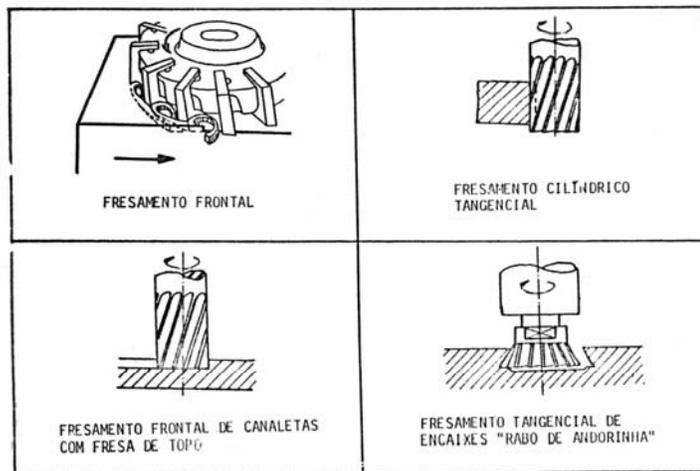
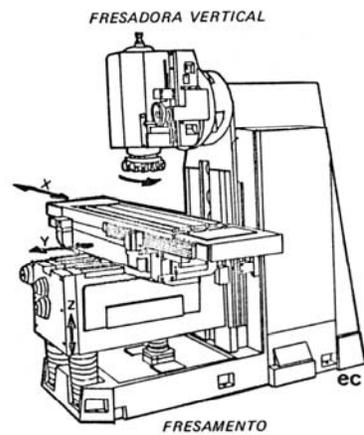


2.3.3. **Fresadora vertical:** Dispõe somente do eixo árvore vertical. São máquinas muito robustas e empregadas em serviços com necessidade de grandes potenciais. Isto tudo devido à grande rigidez permitida pela forma da coluna e pela disposição da cadeia cinemática (engrenagens, eixos e rolamentos). Servem para facear e efetuar ranhuras e perfitados retilíneos ou circulares.





2.3.4. Perspectiva de uma fresadora vertical

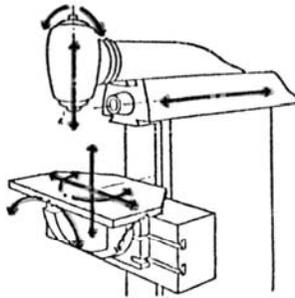


2.4. Fresadoras especiais

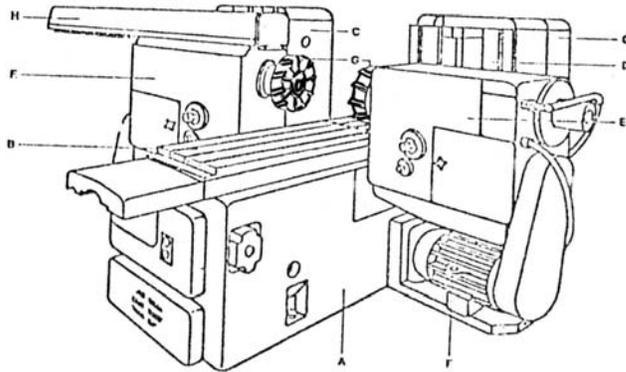
2.4.1. **Fresadora Ferramenteira:** É uma máquina muito versátil, com movimentos no cabeçote vertical e horizontal na mesa. É aplicada para trabalho em peças pequenas e com formato complicado. A mesa oferece também inclinação na vertical.

2.4.2. **Fresadoras Faceadoras:** Aplicada para faceamento de peças em grandes lotes. São máquinas muito robustas e de poucos recursos gerais.

Base
Mesa
Colunas
Guias Verticais
Cabeçote Deslizante
Motor (1 para cada cabeçote)
Fresa
Braço para dar rigidez à árvore horizontal (no caso de uma utilização).

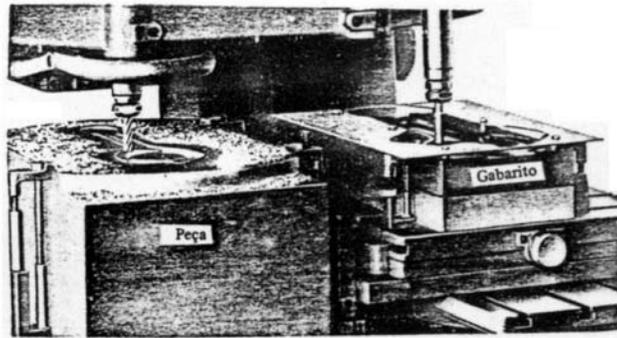


Fresadora Ferramenteira

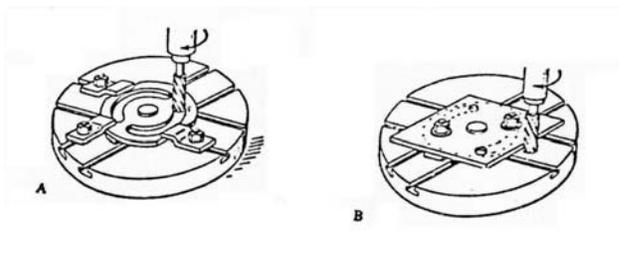


Fresadora Faceadora

2.4.3. **Fresa Duplicadora ou Copiadora:** Esta máquina é chamada duplicadora ou máquina fresadora com copiador automático. Ela possibilita o terceiro movimento à operação executada pela contornadora. O gabarito usado nesta máquina deve ser uma réplica em 3 dimensões da peça a ser executada. O apalpador executa mais a profundidade de corte além dos 2 movimentos do apalpador da máquina anterior.



Fresadora Duplicadora (ou Copiadora)



Gabarito para Fresa Duplicadora

3. A FERRAMENTA - Tipos de fresas:

- 3.1. Fresas de facear: usadas para pequenas profundidades de corte ou operações de acabamento, figura 1.12.
- 3.2. Fresas de topo: usadas para usinagem de rasgos e esquadreamento de peças, figura 1.13.
- 3.3. Fresas de disco: sua forma lhe dá o nome – pequena espessura relativamente ao diâmetro. Subdividem-se em:
 - 3.4. fresas de disco de dois cortes (fig. 1.14).
 - 3.5. fresas de disco de três cortes (fig. 1.15).
 - 3.6. Fresas nos sistemas modulo e diametral pitch: para usinagem de engrenagens cilíndricas de dentes retos, figura 1.16.

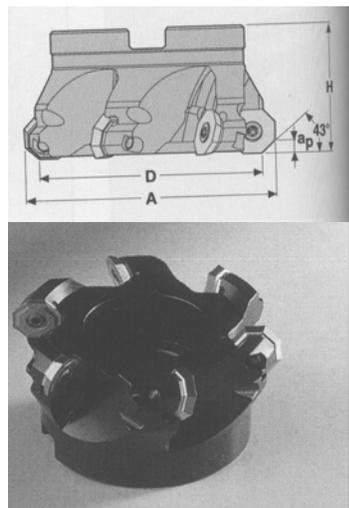


figura 1.12 - fresas para faceamento



Figura 1.13 - fresas de topo para fresamento de rasgos e esquadrejamentos

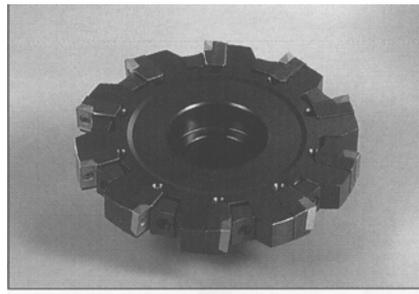
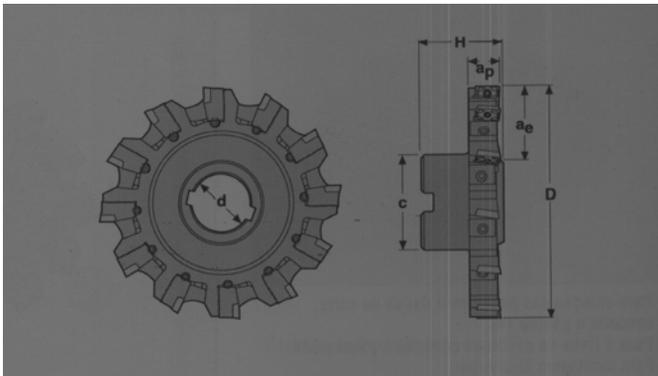


figura 1.14 - fresas de disco de 2 cortes

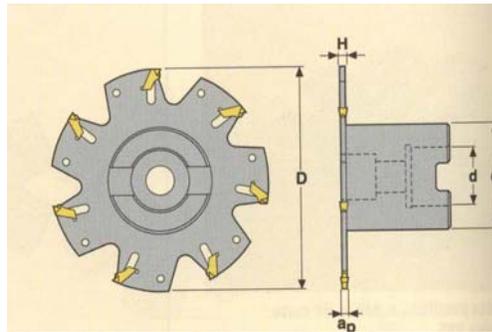


figura 1.15 - fresas de disco de 3 cortes

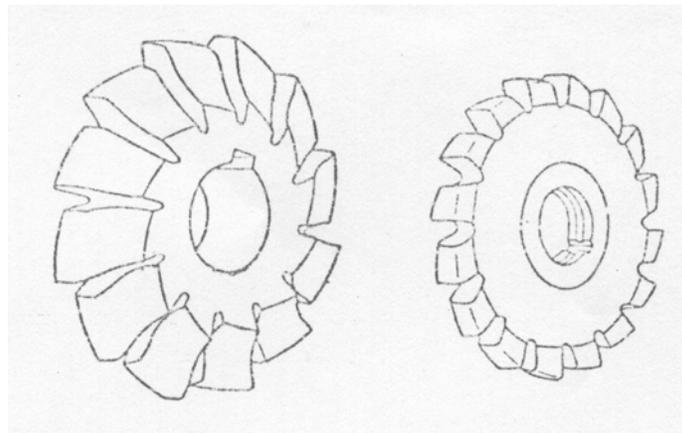
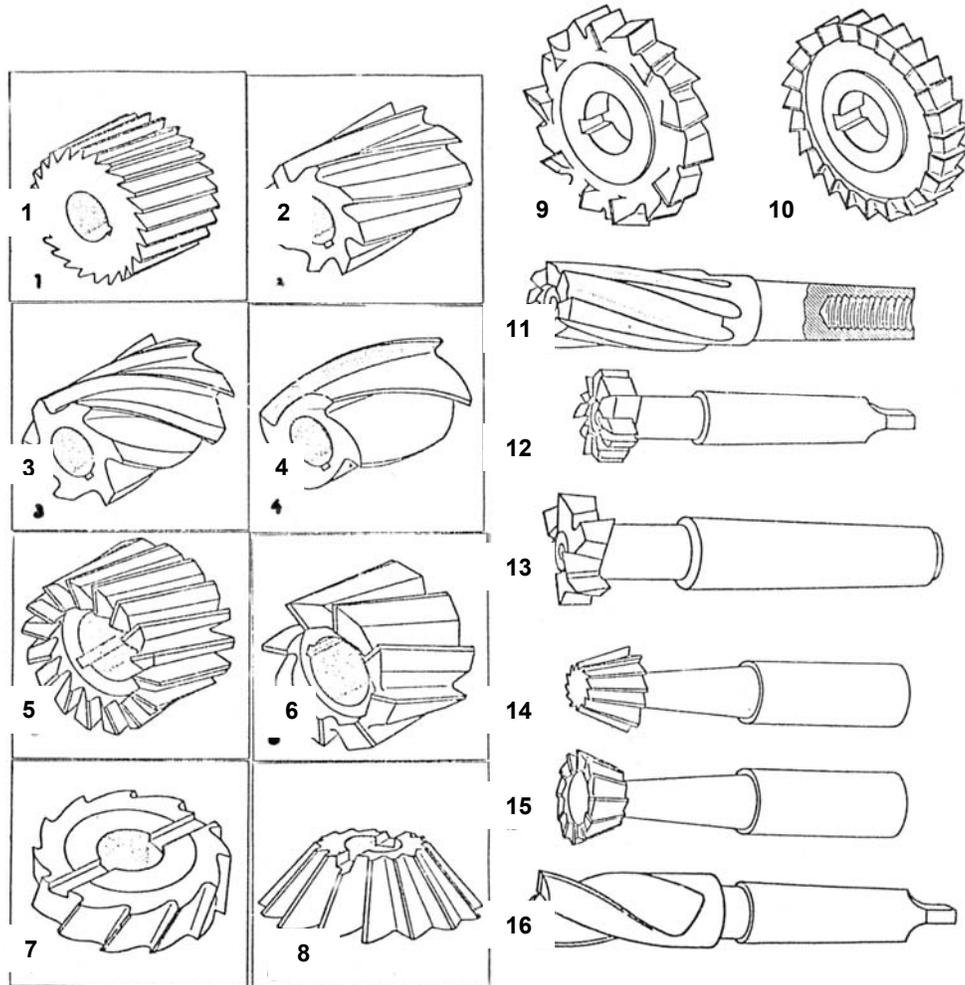


figura 1.16 - fresas nos sistemas modulo

3.7. Exemplos dos principais tipos de fresas

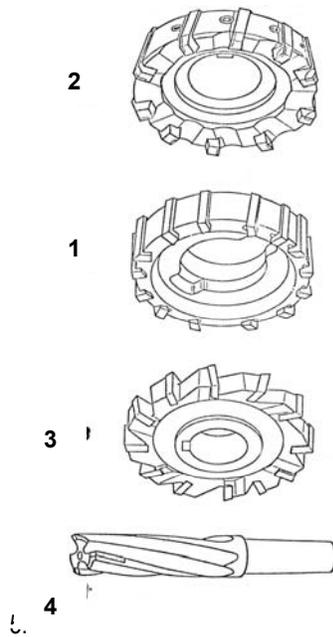
1. Fresa cilíndrica de dentes helicoidais tipo normal.
2. Fresa cilíndrica de dentes helicoidais para materiais duros.
3. Fresa cilíndrica de dentes helicoidais para materiais de resistência média.
4. Fresa cilíndrica de dentes helicoidais para materiais ligados.
5. Fresa cilindro-frontal. Serve para fresar superfícies planas e perpendiculares entre si, tanto em fresadoras horizontais como verticais. Com chaveta longitudinal.
6. Fresa cilindro-frontal de alto rendimento para materiais moles ou médios. Com chaveta longitudinal.
7. Fresa cilindro-frontal com chaveta transversal, tipo alto rendimento.
8. Fresa \wedge ângulo para fresar guias.
9. Fresa de disco de três cortes com dentes helicoidais. Os dentes u inclinam alternadamente à direita ou à esquerda.
10. Fresa de disco de três cortes, de tipo normal, de dentes retos.
11. Fresa cilíndrico-frontal de dentes helicoidais com haste cônica Morse e fixação por rosca.

12. Fresa para ranhuras com cone Morse e arraste.
13. Fresa para ranhuras T com dentes helicoidais alternados com haste cônica e fixação por rosca.
14. Fresa de forma (formato cônico).
15. Fresa de forma (formato cônico).
16. Fresa cilíndrico-frontal ou de topo.

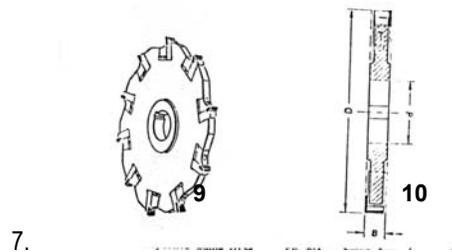
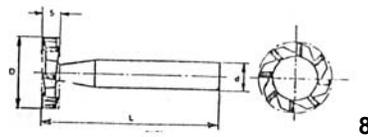
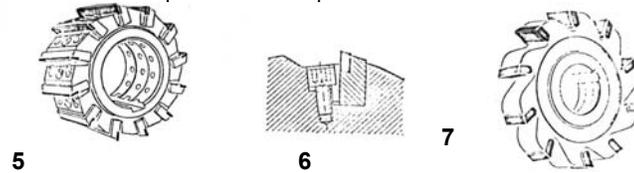


3.8. Exemplos de fresas intercambiáveis ou posições (soldados)

1. Fresa de facear com insertos de metal duro para minar aços fofos e aços ferramentas. As pastilhas estão soldadas sobre uns suportes posições que por sua vez são encontradas nos alojamentos adequados da fresa.
2. Fresa cilíndrico-frontal para facear com dentes intercambiáveis de aço rápido, fixados ao corpo por meio de cunhas.
3. Fresa de disco de 3 cortes com dentes alternados de metal duro soldado ao corpo.
4. Fresa cilíndrico-frontal ou de topo.

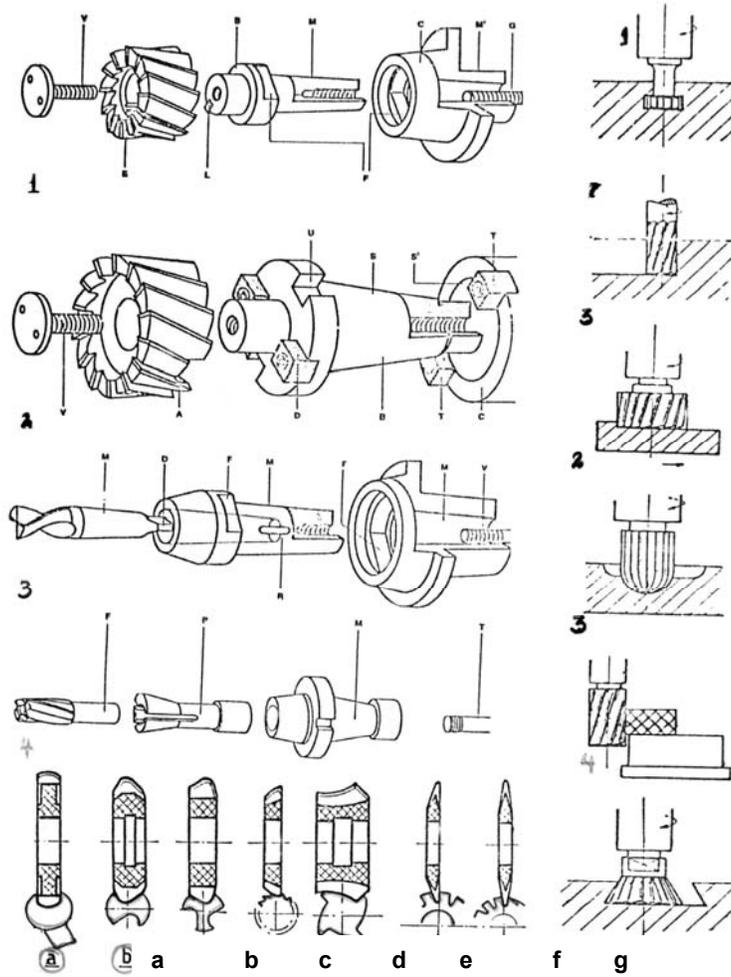


1. Perspectiva duma fresa cilíndrica a 3 cortes com lâminas aplicadas (estas têm pastilhas de metal duro).
2. Sistema de fixação das lâminas aplicadas na fresa.
3. Fresa a disco de três cortes, com dentes em metal duro.
4. Fresa com cortantes em metal duro para encaixes e sedes de chavetas a meia cana.
5. Pastilhas em Metal Duro.
6. Seção duma fresa a disco com lâminas aplicadas e com pastilhas em metal duro.



3.9. Alguns tipos de fresas a disco de perfil constante

8. Fresa para chaves.
9. Fresa para brocas à hélice.
10. Fresa para machos.
11. Fresa para executar entalhes de fresas comuns.
12. Fresa para alargadores.
13. Fresa para executar entalhes retos de fresas de perfil constante.
14. Fresa para executar entalhes helicoidais de fresas a perfil constante.



15.

BIBLIOGRAFIA

- **Apostila:** Seco - curso básico de usinagem para operadores
- BRALLA, J.G. (ed.). **Design for manufacturability handbook**, Boston: Mc Graw-Hill, 1998.
- **Catalogo:** Seco - fresamento
- FERRARESI, Dino: **Usinagem dos Metais** - primeiro volume (fundamentos) Ed. Edgard blucher, São Paulo, 1969.
- **Manual de fresamento:** Sandvik Coromant.
- SCHEY, J.A. **Introduction to manufacturing processes**, Boston: 2000
- WITTE, H. **Máquinas ferramenta:** elementos básicos de máquinas e técnicas de construção, São Paulo: Hemus Editora Ltda., 1998.

Conhecimentos técnicos sobre a fresadora
(Questionário)

1. Quais são as características de uma fresadora universal ?
2. Como se chama a ferramenta (fresa) usada na fresadora vertical ?
3. Como se chama a ferramenta (fresa) usada na fresadora horizontal ?
4. Quais os movimentos da mesa da fresadora universal ?
5. O que vem a ser movimento discordante ?
6. O que vem a ser movimento concordante ?
7. Qual o aparelho usado para verificar o alinhamento da morsa em relação a mesa ?
8. Quais as vantagens e desvantagens do movimento concordante ?
9. Quais as vantagens e desvantagens do movimento discordante ?
10. Calcular a rotação do mandril da fresadora e a velocidade de avanço da mesa considerando os seguintes dados abaixo:
Material da pç.: Aço Sae 1020
Material da ferramenta: Aço rápido
Velocidade de corte: 26 m/mm
Diâmetro externo da ferramenta: 100 mm
Número de dentes da fresa: 10
Avanço por dente: 0,08 mm
11. Quais as três variáveis determinantes da velocidade de avanço numa operação de fresamento ?