

Prática de Oficina
Processos de Fabricação

Filipi Damasceno Vianna

Porto Alegre, 24 de junho de 2002.

Sumário

Introdução	3
1 Torno Mecânico Horizontal Comum	4
1.1 Campo de Aplicação	4
1.2 Movimentos e cadeia cinemática	4
1.3 Obtenção de superfícies	5
1.4 Partes do Torno	5
2 Fresagem	8
2.1 Fresadoras	9
2.1.1 Outros tipos de fresadoras são	9
2.2 Fresas	9
2.2.1 Fresas de perfil constante	10
2.2.2 Fresas planas	10
2.2.3 Fresas angulares	10
2.2.4 Fresas para rasgos	10
2.2.5 Fresas dentes postiços	10
2.2.6 Fresas para desbaste	10
2.3 Parâmetros de corte para fresamento	10
2.4 Fresando com aparelho divisor	11
2.5 Fresando engrenagens cilíndricas de dentes retos	11
2.6 Fresando engrenagens cilíndricas de dentes helicoidais	14
3 Aplainamento	17
3.1 Equipamentos necessários	18
3.1.1 Plaina limadora:	18
3.1.2 Plaina de mesa	19
3.1.3 Etapas de aplainamento	20
Referências Bibliográficas	25

Introdução

Todos os conjuntos mecânicos que nos cercam são formados por uma porção de peças: eixos, anéis, discos, rodas, engrenagens, juntas suportes, parafusos, carcaças... Para que essas peças sirvam às necessidades para as quais forma fabricadas, elas devem ter exatidão de medidas e um determinado acabamento em sua superfície. A maioria dos livros sobre processos de fabricação diz que é possível fabricar essas peças de dois modos: sem produção de cavacos, como nos processos metalúrgicos (fundição, laminação, trefilação, etc.), e **com produção de cavacos**,^[1] o que caracteriza todos os processos de **usinagem**.

1 Torno Mecânico Horizontal Comum

1.1 Campo de Aplicação

O torno executa qualquer espécie de superfície de revolução uma vez que a peça que trabalha tem o movimento principal de rotação, enquanto a ferramenta possui o movimento de avanço e de translação.

Permite, portanto usinar qualquer obra que deva ter seção circular e qualquer combinação de tais seções. O trabalho abrange obras como eixos, polias, pinos e toda espécie de peças roscadas. Além de torneiar superfícies cilíndricas externas e internas, o torno poderá usinar superfícies planas no topo das peças, facear, abrir rasgos ou entalhes de qualquer forma, ressaltos e golas, superfícies cônicas, esféricas ou perfiladas. Além dessas aplicações, o torno pode ser utilizado também para polir peças empregando-se uma lima fina, lixa ou esmeril.

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

1.2 Movimentos e cadeia cinemática

No torneamento, a ferramenta penetra na peça, cujo movimento rotativo ao redor de seu eixo 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 dessa força.

Para realizar o torneamento, são necessários três movimentos relativos entre a peça e a ferramenta. São eles:

- **Movimento de corte:** é o movimento principal que permite cortar o material. O movimento é rotativo e realizado pela peça.

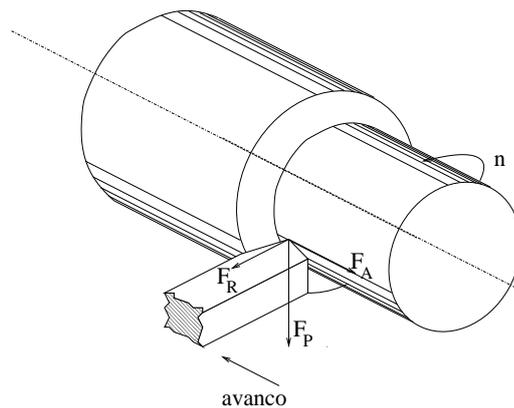


Figura 1: Forças de corte

- **Movimento de avanço:** é o movimento que desloca a ferramenta ao longo da superfície da peça.
- **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.

1.3 Obtenção de superfícies

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

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

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

1.4 Partes do Torno

O torno mais simples que existe é o torno universal. Esse torno possui eixo e barramento horizontais e tem a capacidade de realizar todas as operações já citadas.

Todos os tornos, respeitando-se suas variações de dispositivos, ou dimensões exigidas em cada caso, são compostos as seguintes partes:

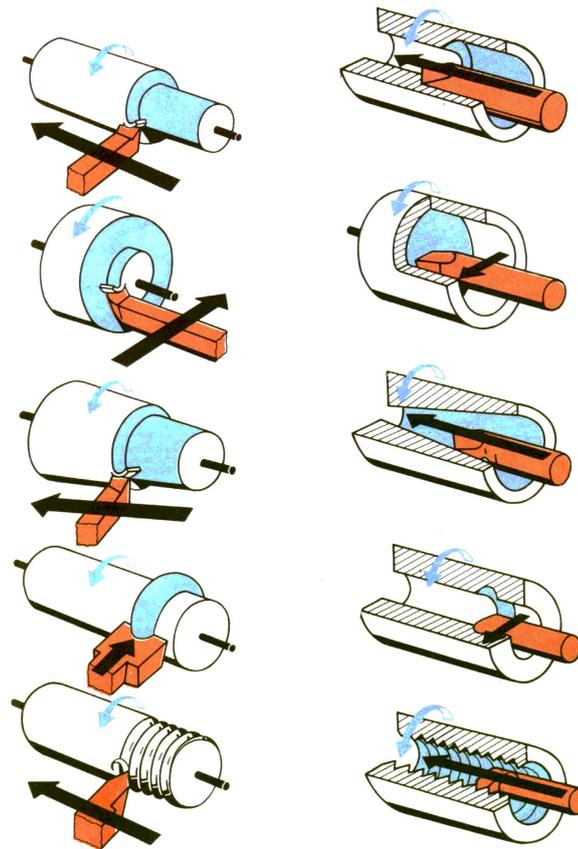


Figura 2: Operações com o torno

1. Corpo da máquina: barramento, cabeçote fixo e móvel, caixas de mudança de velocidade.
2. Sistema de transmissão de movimento do eixo: motor, polia, engrenagem, redutores.
3. Sistemas de deslocamento da ferramenta e de movimentação da ferramenta em diferentes velocidades: engrenagens, caixa de câmbio, inversores de marcha, fusos, vara, etc.
4. Sistema de fixação da ferramenta: torre, carro porta-ferramenta, carro transversal, carro principal ou longitudinal e da peça: placas, cabeçote móvel.
5. Comandos dos movimentos e das velocidades: manivelas e alavancas.

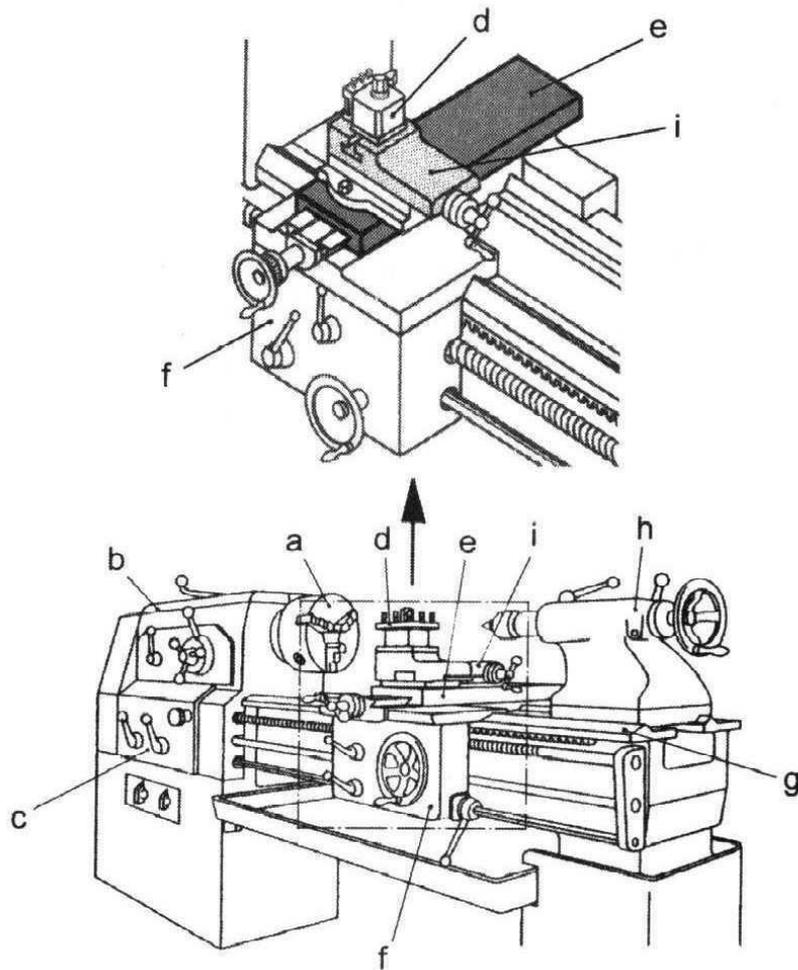


Figura 3: Detalhes sobre as partes do torno.

a - placa	b - cabeçote fixo
c - caixa de engrenagens	d - torre porta-ferramenta
e - carro transversal	f - carro principal
g - barramento	h - cabeçote móvel
i - carro porta-ferramenta	

Tabela 1: Partes do torno mostradas na figura 3.

2 Fresagem

A fresagem é um processo de usinagem mecânica, feito por fresadoras e ferramentas especiais chamadas fresas. Na fresagem, a remoção do sobremetal da peça é feita pela combinação de dois movimentos, realizados ao mesmo tempo. Um dos movimentos é o de rotação da ferramenta, a fresa. O outro é movimento é da mesa da máquina, onde é fixada a peça a ser usinada.[2]

É o movimento da mesa da máquina ou movimento de avanço que leva a peça até a fresa e torna possível a operação de usinagem.

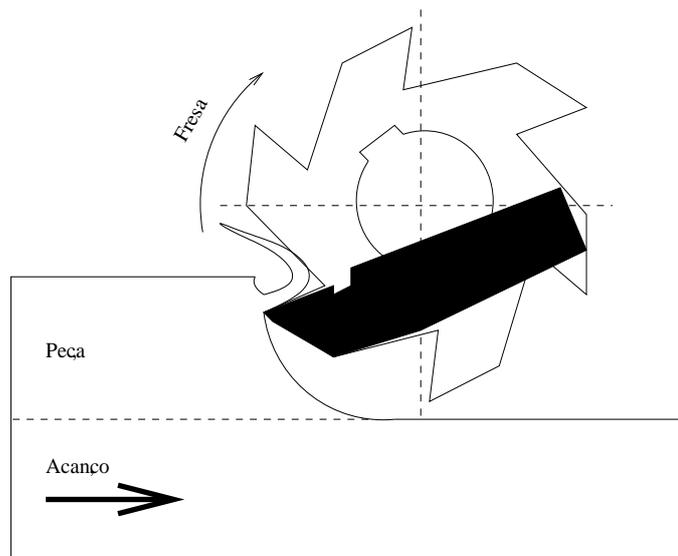


Figura 4: Processo de fresagem.

O movimento de avanço pode levar a peça contra o movimento de giro do dente da fresa. É o chamado movimento discordante. Quando o movimento da peça é no mesmo sentido de movimento do dente da fresa, é chamado de movimento concordante.

A maioria das fresadoras trabalham com o movimento de avanço da mesa baseado em uma porca e um parafuso. Com o tempo e desgaste da máquina ocorre uma folga entre eles.

No movimento concordante a folga é empurrada pelo dente da fresa no mesmo sentido

de deslocamento da mesa. Isto faz com que a mesa execute movimentos irregulares, que prejudicam o acabamento da peça e podem até quebrar o dente da fresa. No movimento discordante, a folga não influi no deslocamento da mesa. Por isso, a mesa tem um movimento de avanço mais uniforme, gerando um melhor acabamento da peça.

Quando a forma construtiva da mesa é através de porca e parafuso, é melhor o movimento discordante. Basta observar o sentido de giro da fresa e fazer a peça avançar contra o dente da fresa.

A fresadora presta-se para usinar diversas superfícies planas, destacando-se pela rapidez, pois a fresa é uma ferramenta multicortante.

2.1 Fresadoras

As máquinas fresadoras são classificadas, geralmente, de acordo com a posição do seu eixo-árvore (fixação da fresa) em relação à mesa de trabalho (fixação da peça).

Em relação ao eixo-árvore são classificadas em horizontal (paralelo à mesa), vertical (perpendicular à mesa) e universal (com dois eixos-árvore: horizontal e vertical).

2.1.1 Outros tipos de fresadoras são

Fresadora copiadora, a qual trabalha com uma mesa e dois cabeçotes - um cabeçote apalpador e outro de usinagem.

Fresadora pantográfica ou pantógrafo: permitem a cópia de um modelo, movimento de coordenadas operado manualmente, permitem trabalhar detalhes mais difíceis de serem obtidos através da copiadora.

Fresadora CNC e as geradoras de engrenagens, requerem atenção especial por disporem de tecnologia mais diferenciada para comando e operação.

2.2 Fresas

É a ferramenta empregada pela fresadora, a qual apresenta uma vantagem em relação a outros tipos de ferramentas de corte, pois os dentes que não estão trabalhando estão sendo resfriados, reduzindo o desgaste da ferramenta.

Conforme o ângulo de cunha das fresadoras, elas são classificadas em tipos: W, N e H:

- A fresa tipo **W** é empregada para usinagem de materiais não ferrosos de baixa dureza: alumínio, bronze e plástico.

- A fresa tipo **N**, empregada para materiais de dureza média, ou seja, menores de 700 N/mm² de resistência à tração.
- A fresa tipo **H**, recomendada para usinar materiais quebradiços ou duros, com mais de 700 N/mm².

A quantidade de dentes entre as fresas deve-se a capacidade de conseguir usinar materiais mais resistentes.

2.2.1 Fresas de perfil constante

Utilizadas para abrir canais, superfícies côncavas e convexas ou gerar engrenagens.

2.2.2 Fresas planas

Empregadas para trabalhar superfícies planas, abrir rasgos e canais.

2.2.3 Fresas angulares

Utilizadas para usinagem de perfis em ângulo, tais como rasgos prismáticos e encaixes tipo rab-de-andorinha.

2.2.4 Fresas para rasgos

Para rasgos de chaveta, ranhura reta ou em perfil T.

2.2.5 Fresas dentes postiços

Mais conhecidas como cabeçotes de fresamento, empregam pastilhas de metal duro fixadas por parafusos, pinos ou garras de fácil substituição.

2.2.6 Fresas para desbaste

Utilizadas para desbaste de grande quantidade de material de uma peça.

2.3 Parâmetros de corte para fresamento

O primeiro passo é calcular a melhor rotação, a qual depende basicamente de dois fatores: a velocidade de corte e o diâmetro da fresa. A velocidade de corte (V_c) é obtida por tabela fornecidas pelos fabricantes de ferramentas, conforme o tipo de material a ser usinado, o material da fresa e o tipo de aplicação da fresa. As velocidades de corte para

ferramentas de metal duram chegam a ser de 6 a 8 vezes maiores que as utilizadas para ferramentas de aço rápido, por apresentarem maior resistência ao desgaste.

O próximo passo é determinar o avanço da mesa, através da consulta a uma tabela que fornece o valor de avanço por dente da fresa. Os mesmos dados anteriores para a seleção do rotação são também usados, juntamente com o tipo de fresa e quantidade de dentes que a mesma possui. Após conhecido o valor de avanço por dente da fresa, determina-se o avanço da mesa, a ser selecionado na máquina como ocorreu no caso da fresa. Desse resultado final, multiplica-se pela rotação escolhida para a fresa e ter-se-á a velocidade de avanço da mesa (a).

O último passo antes de usinar uma peça, é escolher a profundidade de corte, para saber quantas passadas a fresa deve executar sobre a peça para retirar o sobremetal de deixar a peça no tamanho desejado. Esse parâmetro, em geral depende da experiência do operador em identificar a robutez e resistência da fresadora.

$$\text{Número de Passes} = \frac{\text{Sobremetal}}{\text{Profundidade de Corte}} \quad (2.1)$$

Na prática a profundidade deve ser de $\frac{1}{3}$ da altura da fresa.

2.4 Fresando com aparelho divisor

O aparelho divisor é um acessório utilizado na máquina fresadora para fazer divisões no movimento de giro da peça. As divisões são muito mais úteis, quando se quer fresar com precisão superfícies, que devem guardar uma distância angular igual à distância angular de uma outra superfície, tomada como referência.

Permite dessa forma, usinar quadrados, hexágonos, rodas dentadas ou outros perfis que dificilmente poderiam ser obtidos de outra maneira.

Ao fixar a peça, uma das superfícies deve ser presa na placa do cabeçote divisor. Caso o comprimento da peça (L) seja maior que 1,5 vezes o diâmetro da peça (D), deve-se usar na outra extremidade um contraponta. A extremidade da peça a ser fixada pelo contraponta, deve ser furada no torno com uma broca de centro.

2.5 Fresando engrenagens cilíndricas de dentes retos

Existem máquinas especiais que são empregadas para produzir engrenagens. Nas fresadoras, as mesmas são fabricadas com fresas de perfil constante chamadas de fresa módulo.

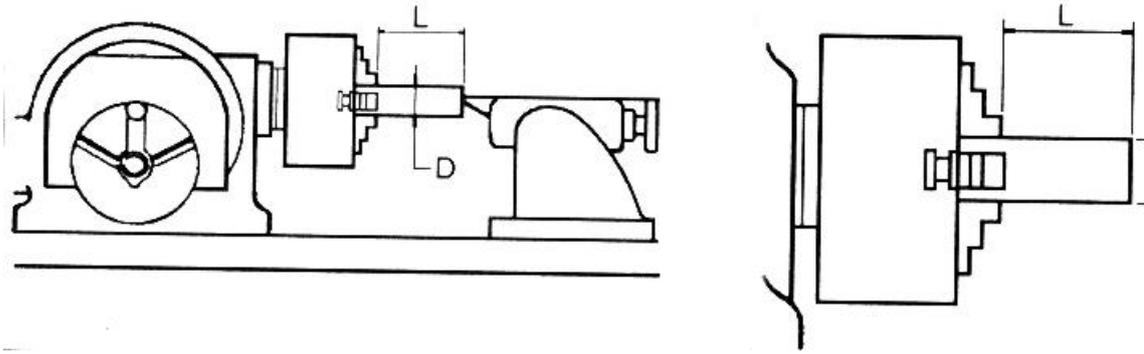


Figura 5: Fixação no aparelho divisor.

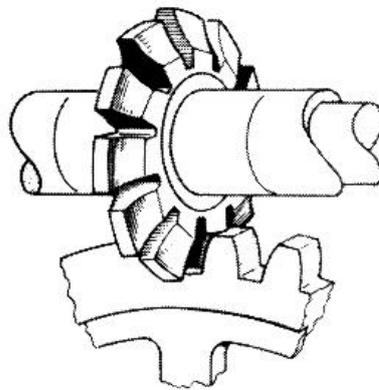


Figura 6: Detalhe da fresa.

O módulo de uma engrenagem é o quociente entre o diâmetro primitivo e o número de dentes.

As dimensões de um engrenagem são parametrizadas (dependentes) do módulo. A partir do ponto de contato para transmissão entre o par de engrenagens, é traçado o diâmetro primitivo de cada engrenagem. Nesse ponto determina-se, pelo perfil da fresa módulo, o chamado ângulo de pressão. Em geral esse ângulo de pressão é 20° .

Em geral, conforme a necessidade de projeto essas características são previamente determinada e encomendadas para a fabricação. O operador da fresadora deve ser informado, através do desenho, o módulo e o número de dentes das engrenagens a serem usinadas.

As engrenagens cilíndricas de dentes retos, têm forma de disco e os dentes são paralelos ao cubo da engrenagem. Os parâmetros, para conferir se peça, obtida a partir do torno estão corretas são as seguintes:

$$dp = m \times Z, \text{ onde } dp: \text{ diâmetro primitivo} \quad (2.2)$$

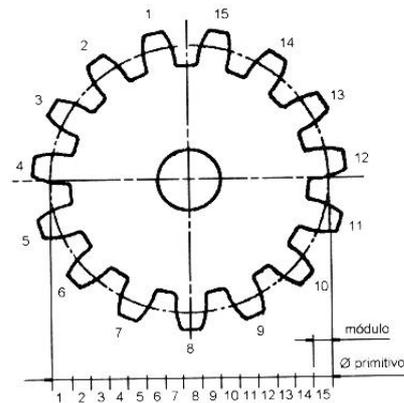


Figura 7: Módulo da engrenagem.

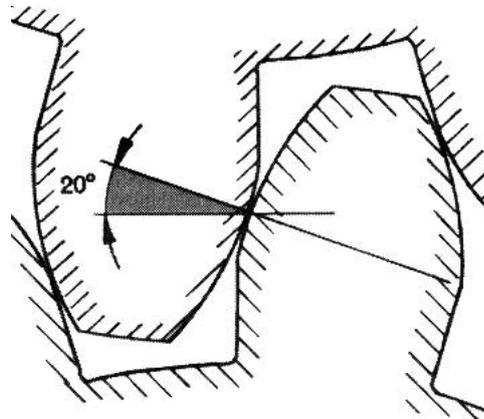


Figura 8: Ângulo de pressão.

$$de = dp + 2 \times m, \text{ onde } de: \text{ diâmetro externo} \quad (2.3)$$

$$b = 8 \times m, \text{ onde } b: \text{ comprimento do dente} \quad (2.4)$$

$$h = 2,166 \times m, \text{ onde } h: \text{ altura do dente} \quad (2.5)$$

O próximo passo é montar e prepara o cabeçote divisor. Para tanto, faz-se o cálculo do número de furos que o disco deve ter. Através da divisão indireta, há a possibilidade de um maior número de divisões; essa nomenclatura deve-se ao sistema de transmissão de movimento do manípulo para a árvore.

Através da expressão abaixo determina-se essa divisão indireta:

$$n = \left(\frac{RD}{Z}\right), \text{ onde RD: relação do divisor, e Z: número de divisões a efetuar.} \quad (2.6)$$

2.6 Fresando engrenagens cilíndricas de dentes helicoidais

Para a fresagem de engrenagens cilíndricas de dentes helicoidais, faz-se necessário conhecer os parâmetros geométricos de uma hélice. Esses parâmetros iniciais são: ângulo de inclinação (β), passo normal (pn), passo frontal (pf) e passo da hélice (ph).

A expressão para o cálculo do passo da hélice é dada na equação 2.5.

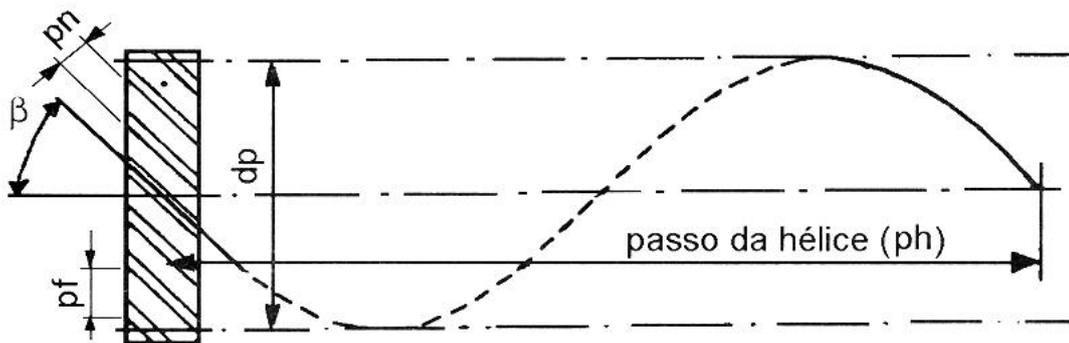


Figura 9: Fresagem de engrenagens de dentes helicoidais.

$$ph = \frac{dp \times \pi}{tg\beta} \quad (2.7)$$

Deve-se fazer a seleção de um conjunto de engrenagens para obter o movimento sincronizado entre o aparelho divisor, cujo cabeçote fixa-se o disco da engrenagem a ser usinada, com o movimento da mesa para fabricação da hélice.

$$\frac{\text{passo constante da fresadora}}{\text{passo da hélice da engrenagem}} = \frac{\text{engrenagens motrizes}}{\text{engrenagens conduzidas}} \quad (2.8)$$

Determina-se o chamado passo constante da fresadora (pc), conhecendo-se antecipadamente a relação do divisor (RD) e o passo do fuso da mesa (pf).

$$pc = RD \times pf \quad (2.9)$$

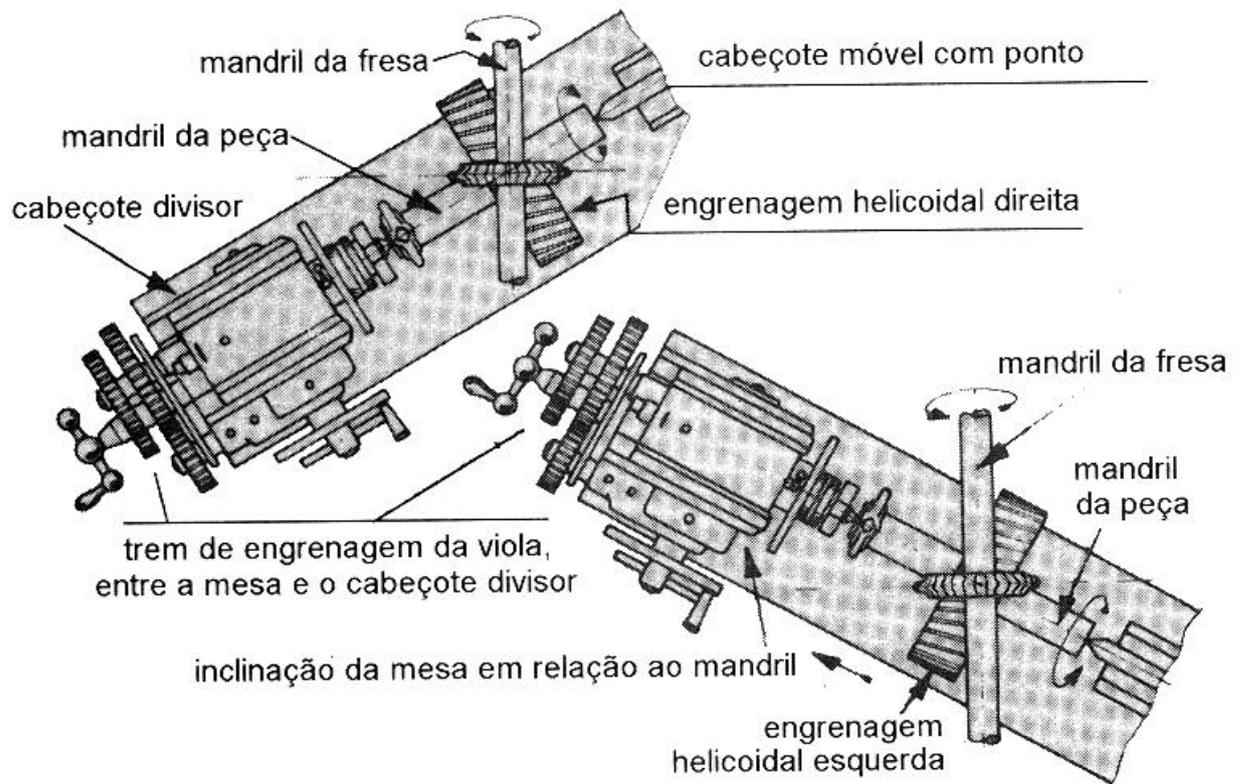


Figura 10: Orientação das engrenagens.

A escolha da fresa módulo será, para manter o mesmo procedimento para a usinagem de engrenagens cilíndricas de dentes retos, a partir da tabela relacionando o número de dentes da engrenagem a ser usinada, com o seu respectivo módulo. Entretanto, será usado o número de dentes imaginários (Z_i):

$$Z_i = \frac{Z}{\cos^3 \beta} \quad (2.10)$$

A coleção de engrenagens, mais comumente utilizadas nas fresadoras são:

25 – 30 – 40 – 50 – 55 – 60 – 70 – 80 – 90 – 100 – 127

Cálculo do módulo frontal (m_f):

$$m_f = \frac{m}{\cos \beta} \quad (2.11)$$

Cálculo do diâmetro primitivo (d_p):

$$d_p = m_f \times Z \quad (2.12)$$

Cálculo do diâmetro externo (d_e), a partir dessa expressão o módulo da engrenagem será designado como módulo normal (m_n):

$$d_e = d_p + 2 \times m_n \quad (2.13)$$

Cálculo da altura do dente (h):

$$h = 2,166 \times m_n \quad (2.14)$$

Cálculo da largura da engrenagem (b):

$$b = 8 \times m_n \quad (2.15)$$

3 *Aplainamento*

O aplainamento consiste em obter superfícies planas, em posição horizontal, vertical ou inclinada. As operações de aplainamento são realizadas com o emprego de ferramentas que têm apenas uma aresta cortante que retira o sobremetal com movimento linear.

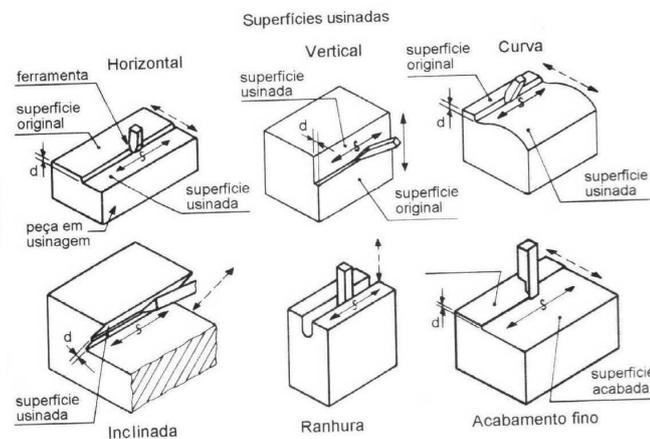


Figura 11: Superfícies Usinadas

O aplainamento é uma operação de desbaste. Por isso, e dependendo do tipo de peça que está sendo realizada, pode ser necessário o uso de outras máquinas para realização posterior de acabamento que dão maior exatidão às medidas.[3]

O aplainamento apresenta grandes vantagens na usinagem de réguas, bases, guias e barramentos de máquinas, porque cada passada da ferramenta é capaz de retirar material em toda a superfície da peça.

Nas operações de aplainamento, o corte é feito em um único sentido. O curso de retorno da ferramenta é um tempo perdido. Assim, esse processo é mais lento que o fresamento, por exemplo, que corta continuamente.

Por outro lado, o aplainamento usa ferramenta de corte com uma só aresta cortante que são mais baratas, mais fáceis de afiar e com montagem mais rápida. Isso significa que o aplainamento é, em regra geral, mais econômico que outras operações de usinagem que usam ferramentas multicortantes.

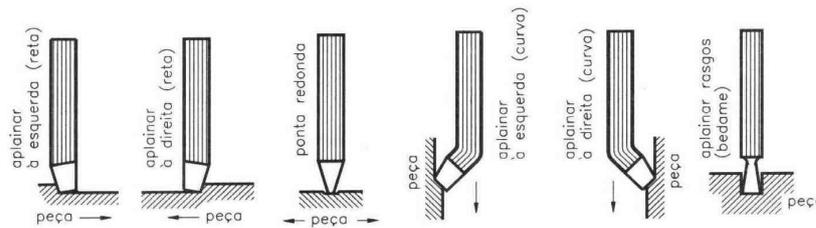


Figura 12: Tipos de ferramentas

3.1 Equipamentos necessários

As operações de aplainamento são sempre realizadas com máquinas. Elas são de dois tipos:

3.1.1 Plaina limadora:

- Vertical
- Horizontal

A plaina limadora apresenta movimento retilíneo alternativo (vaivém) que move a ferramenta sobre a superfície plana da peça retirando o material. Isso significa que o ciclo completo divide-se em duas partes: em uma (avanço da ferramenta) realiza-se o corte; na outra (recoo da ferramenta), não há trabalho, ou seja, é um tempo perdido.

A figura 13 mostra uma plaina, que compõe-se de: (1) corpo, (2) base, (3) cabeçote móvel ou torpedo: movimenta-se com velocidade variada, (4) cabeçote da espera: pode ter a altura variada ao qual está preso o porta-ferramentas (5), (6) mesa com movimento de avanço e ajuste e na qual a peça é fixada.

Na plaina limadora é a ferramenta que faz o curso de do corte e a peça tem apenas pequenos avanços transversais. Esse deslocamento é chamado de passo do avanço. O curso máximo da plaina limadora, em geral, fica em torno de 600mm. Por esse motivo, ela só pode ser usada para usinar peças de tamanho médio ou pequeno, como uma régua de ajuste.

Quanto às operações, a plaina limadora pode realizar estrias, rasgos, rebaixos, chanfros, faceamento de topo em peças de grande comprimento. Isso é possível porque o conjunto no qual está o porta-ferramenta pode girar e ser travado em qualquer ângulo.

Como a ferramenta exerce uma forte pressão sobre a peça, esta deve estar bem presa à mesa da máquina. Quando a peça é pequena, ela é presa por meio de uma morsa e com o auxílio de cunhas e calços. As peças maiores são presas diretamente sobre a mesa por meio de grampos, cantoneiras e calços.

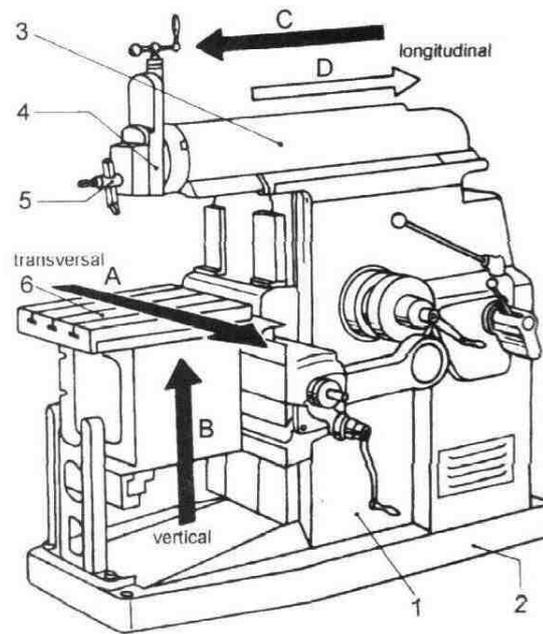


Figura 13: Plaina limadora.

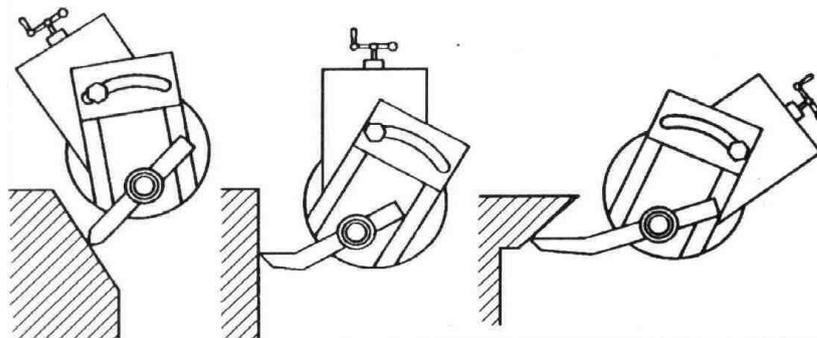


Figura 14: Operações na plaina.

Para o aplainamento de superfícies internas de furos (rasgos de chavetas) em perfis variados, usa-se a plaina limadora vertical.

3.1.2 Plaina de mesa

A plaina de mesa executa os mesmos trabalhos que as plainas limadoras podendo também ser adaptada até para fresamento e retificação. A diferença entre as duas é que, na plaina de mesa, é a peça que faz o movimento de vaivém. A ferramenta, por sua vez, faz um movimento transversal correspondente ao passo do avanço.

A plaina de mesa é superior a 1000 mm. Usa qualquer superfície de peças como colunas e bases de máquinas, barramentos de tornos, blocos de motores diesel marítimos de grandes dimensões.

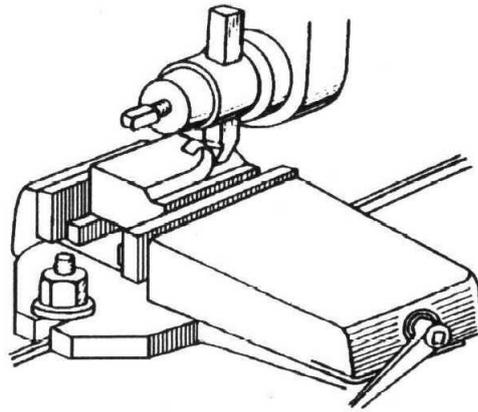


Figura 15: Operações na plaina.

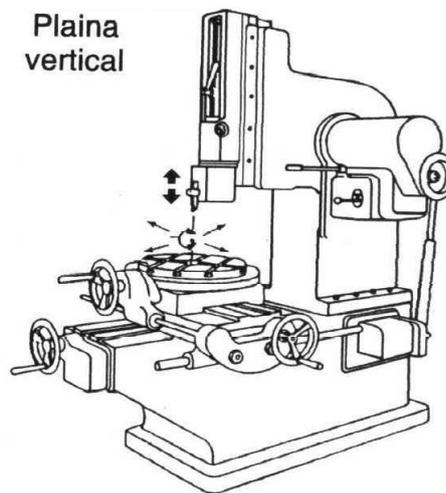


Figura 16: Plaina limadora.

Nessas máquinas, quatro ferramentas diferentes podem estar realizando operações simultâneas de usinagem, gerando uma grande economia no tempo de usinagem.

As peças são fixadas diretamente sobre a mesa por meio de dispositivos diversos.

Seja qual for o tipo de plainadora, as ferramentas usadas são as mesmas. Elas também são chamadas de "bites" e geralmente fabricadas de aço rápido. Para a usinagem de metais mais duros são usadas pastilhas de metal duro montadas em suportes

3.1.3 Etapas de aplainamento

1. Aplainar horizontalmente superfície plana e superfície paralela: produz superfície de referência que permitem obter faces perpendiculares e paralelas (figura 19).
2. Aplainar superfície plana em ângulo: o ângulo é obtido pela ação de uma ferramenta

Plaina de mesa

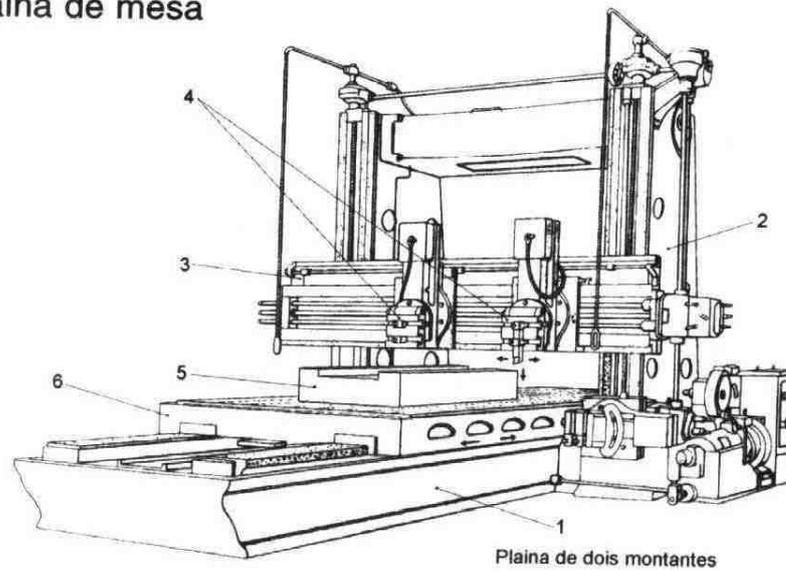


Figura 17: Plaina de mesa.

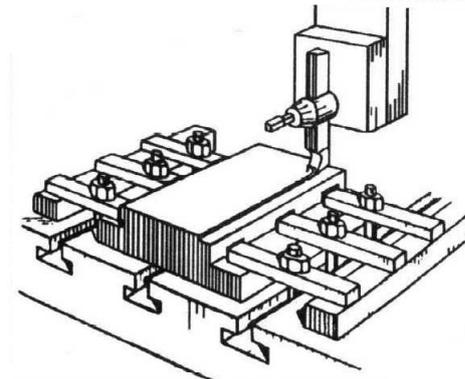


Figura 18: Fixação da peça na plaina.

submetida a dois movimentos: um alternativo ou vaivém (de corte) e outro de avanço manual no cabeçote porta-ferramenta (figura 20).

3. Aplainar verticalmente superfície plana: combina dois movimentos: um longitudinal (da ferramenta) e outro vertical (da ferramenta ou da peça). Produz superfícies de referência e superfícies perpendiculares de peças de grande comprimento como guias de mesas de máquinas (figura 21).
4. Aplainar estrias: produz sulcos, iguais e equidistantes sobre uma superfície plana, por meio da penetração de uma ferramenta de perfil adequado. As estrias podem ser paralelas ou cruzadas e estão presentes em mordentes de morsas de bancadas ou grampos de fixação (figura 22).

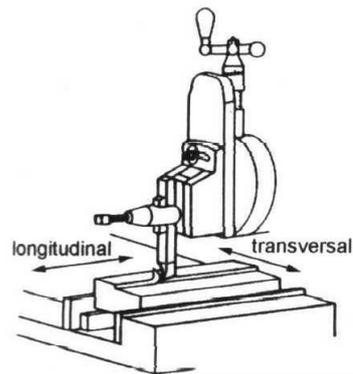


Figura 19: Aplainar horizontalmente.

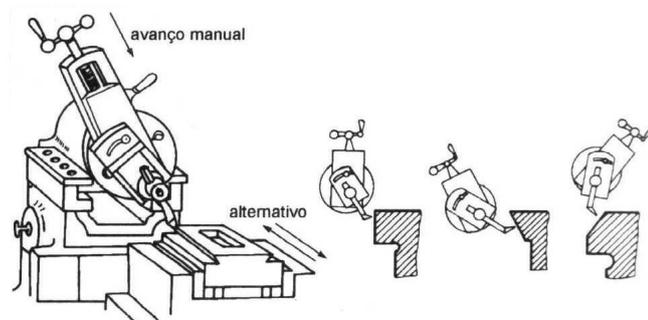


Figura 20: Aplainar em ângulo.

5. Aplainar rasgos: produz sulcos por meio de movimentos longitudinais (de corte) e verticais alternados (de avanço da ferramenta) de uma ferramenta especial chamada bedame (figura 23).

Essas operações podem ser realizadas obedecendo às seguintes sequencias de etapas:

- Fixação da peça - ao montar a peça, é necessário certificar-se de que não há na mesa, na morsa ou na peça restos de cavacos, porque a presença desses impediria a correta fixação da peça. Nesse caso, limpam-se todas as superfícies. Para obter superfícies paralelas usam-se cunhas. O alinhamento deve ser verificado com um riscador ou relógio comparador (figura 24).
- Fixação da ferramenta - a ferramenta é presa no prota-ferramenta por meio de um parafuso de aperto. A distância entre a ponta da ferramenta e a ponta do porta-ferramentas deve ser a menor possível a fim de evitar esforço de flexão e vibrações.
- Preparação da máquina - que envolve as seguintes regulagens:

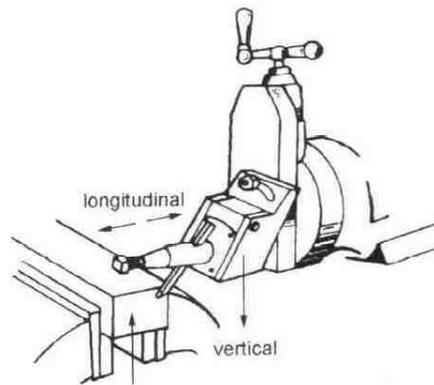


Figura 21: Aplinar verticalmente.

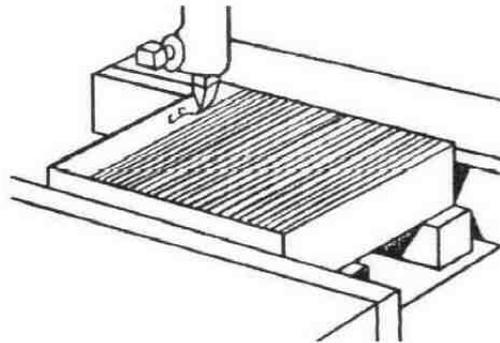


Figura 22: Aplinar estrias.

- Altura da mesa - deve ser regulada de modo que a ponta da ferramenta fique aproximadamente 5mm acima da superfície da plaina.
 - Regulagem do curso da ferramenta - deve ser feita de modo que ao fim de cada passagem, ela avance 20mm além da peça e, antes de iniciar a nova passagem, recue até 10mm.
 - Regulagem do número de golpes por minuto (gpm) - calculado através da expressão $gpm = \frac{V_c \times 1000}{2 \times c}$. . O valor da velocidade de corte é tabelado.
 - Regulagem do avanço automático da mesa.
- Execução da referência inicial do primeiro passe (também chamada de tangenciamento) - Isso é feito descendo a ferramenta até encostar na peça e acionando a plaina para que se faça um risco de referência.
 - Zeramento do anel graduado do porta-ferramenta e estabelecimento da profundidade de corte.
 - Acionamento da plaina e execução da operação.

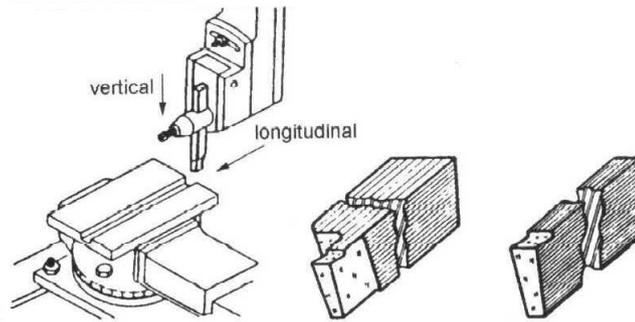


Figura 23: Aplainar rasgos.

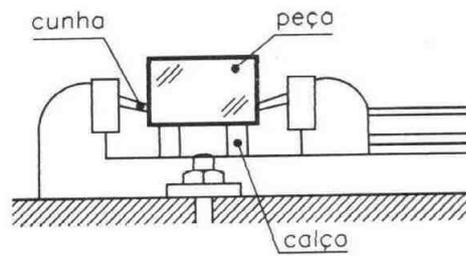


Figura 24: Fixar com calços.

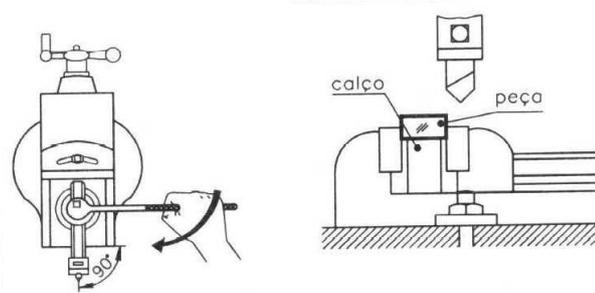


Figura 25: Fixar ferramenta.



Figura 26: Preparação da máquina.

Referências Bibliográficas

- [1] FREIRE, J. M. **Torno Mecânico - Fundamentos e Tecnologia Mecânica**. Rio de Janeiro, Brasil: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1984.
- [2] ALVES, E. d. S. Porto Alegre, Brasil: Pontifícia Universidade Católica. Disponível em: <<http://www.em.pucrs.br/~edir>>. Acesso em: 22 de junho de 2002.
- [3] FREIRE, J. M. **Tecnologia Mecânica - Máquinas Limadoras e Retificadoras**. Rio de Janeiro, Brasil: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1978.