

DEMEC/UFRGS

ENG03343 – PROCESSOS DE FABRICAÇÃO POR USINAGEM

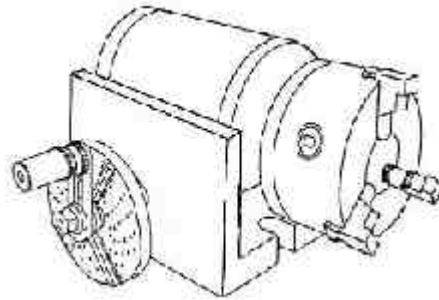
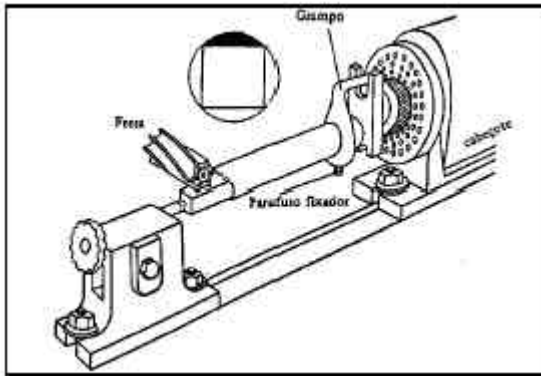
## FRESAMENTO – 3ª PARTE

Heraldo Amorim

Porto Alegre, agosto de 2003

## Fresando com o divisor universal

Aparelho divisor – acessório utilizado na máquina fresadora para fazer divisões no movimento de giro da peça. Pode executar divisão direta (no próprio eixo em que está a peça) ou indireta.



As divisões são muito 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.

Assim, o aparelho divisor permite fresar quadrados, hexágonos, rodas

Dentadas (engrenagens) ou outros perfis, que dificilmente poderiam ser obtidos de outra maneira.

O controle do movimento é feito através de furos, distribuídos ao redor e ao longo do raio do disco divisor. Cada disco divisor possui diversas camadas, cada qual com um número determinado de furos. Conforme o número de furos que se desloca, o disco gira um determinado ângulo.



## Divisão direta

Cálculo do número de furos a deslocar

$$E = \frac{D_n}{N} \quad (1)$$

Onde  $D_n$  é o número de furos do disco divisor,  $N$  o número de divisões a efetuar e  $E$  o número de furos a deslocar. E só pode ser um número inteiro, pelo que se deduz que o disco deve possuir um número de furos múltiplo do número de superfícies que se deseja gerar.

Exemplo de discos divisores:

	Discos		
	A	B	C
Furos	15	21	37
	16	23	39
	17	27	41
	18	29	43
	19	31	47
	20	33	49

Exemplo:

Fresar um paralelepípedo de seção quadrada (25mm de lado) em uma barra com 36 mm de diâmetro, usando o divisor universal.

1 - Escolha o disco divisor. Este deverá ter um número de furos múltiplo do número de superfícies a serem fresadas. Como você deve fresar um quadrado, o disco deve ter um número de furos múltiplo de 4. Então vamos supor que você tenha escolhido um disco de 24 furos.

2 - Calcule o número de furos ou encaixes do disco divisor. Com este cálculo, você vai saber exatamente quantos furos devem ser deslocados para usinar cada superfície do perfil desejado, em relação à primeira. Veja a fórmula abaixo:

$$E = D_n/N, \text{ se } D_n = 24, \text{ e } N=4,$$

$$E = 6 \text{ furos.}$$

Deve-se deslocar 6 furos no disco de 24, para usinar as superfícies do quadrado. Como o diâmetro da peça tem 36 mm, será que é possível fresar o quadrado de 25 x 25 de lado como pedido? Qual a solução? Calcular o diâmetro mínimo que a peça deve ter.

$$D^2 = 2.l^2$$

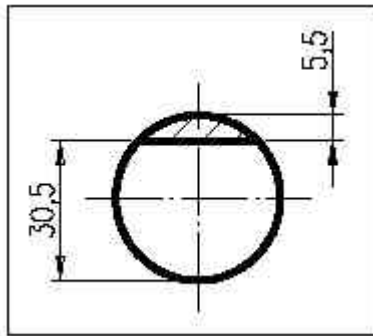
Substituindo vem :

$$D^2 = 1250$$

$$D = 35,35\text{mm}$$

Com este cálculo, você encontrou que o diâmetro mínimo da peça é de, aproximadamente, 35,35 mm. Portanto, é possível fazer o quadrado, visto que a peça tem 36 mm de diâmetro. Com isso, você pode passar ao fresamento.

Cálculo da profundidade de trabalho:



$$ae = (D-l)/2,$$

$$ae = 5,5\text{mm}$$

### Fresando Engrenagens cilíndricas de dentes retos com o divisor universal

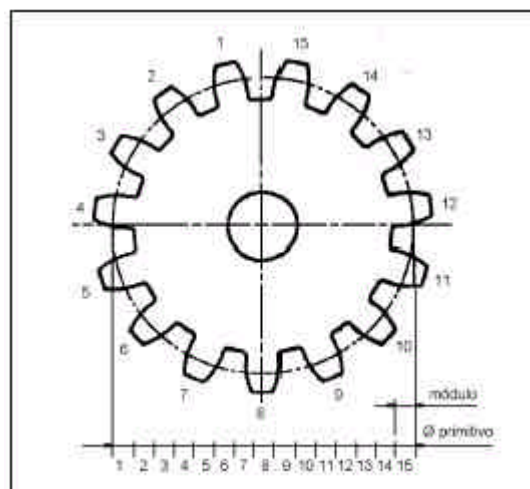
Engrenagens são conjuntos de duas ou mais rodas dentadas, nos quais uma roda transmite movimento à outra. Popularmente, chama-se engrenagem a própria roda dentada.

A fabricação de engrenagens é uma das principais operações realizadas em fresadoras. Estes componentes mecânicos estão presentes em mecanismos que vão desde um antigo ferrolho até a “invenção do século” (o Seagway)...

Para o fresamento de engrenagens, usa-se redutor universal com divisão indireta. Basicamente um redutor, transmite movimento angular de acordo com uma relação predefinida (40:1, 80:1 ou 120:1).

### Conceitos básicos sobre engrenagens

Módulo de uma engrenagem → quociente da divisão do diâmetro primitivo da engrenagem pelo número de dentes desta engrenagem, sempre expresso em mm.



## EXERCÍCIO

Deseja-se fazer um par de engrenagens. O número de dentes da engrenagem 1 ( $Z_1$ ) é igual a 25, o da engrenagem 2 ( $Z_2$ ) igual a 80 e o módulo igual a 3.

O primeiro passo é conferir se as dimensões da peça (blanque) estão corretas. Para isso, deve-se calcular os diâmetros primitivo e externo das engrenagens, bem como o comprimento dos dentes.

Cálculo do diâmetro primitivo das engrenagens

$$m = dp / z \rightarrow dp = m \times Z$$

Engrenagem 1

$$dp_1 = m \times Z_1$$

$$dp_1 = 3 \times 25$$

$$dp_1 = 75 \text{ mm}$$

Engrenagem 2

$$dp_2 = m \times Z_2$$

$$dp_2 = 3 \times 80$$

$$dp_2 = 240 \text{ mm}$$

Assim, tem-se que o diâmetro primitivo da engrenagem 1 é igual a 75 mm e o da engrenagem 2 igual a 240 mm.

**Cálculo do diâmetro externo (de) das engrenagens.**

$$de = dp + 2 m$$

Engrenagem 1

$$de_1 = 75 + 2 \times 3 \rightarrow de_1 = 75 + 6 \rightarrow de_1 = 81 \text{ mm}$$

Engrenagem 2

$$de_2 = 240 + 2 \times 3 \rightarrow de_2 = 240 + 6 \rightarrow de_2 = 246 \text{ mm}$$

Assim, o diâmetro externo da engrenagem 1 é igual a 81 mm e o da engrenagem 2 igual a 246 mm. Essas devem ser também as medidas do diâmetro externo dos blanques.

Após isso, é preciso calcular o comprimento dos dentes (b) das engrenagens.

Segundo a ABNT, a medida do comprimento dos dentes oscila de 6 a 10 x m. É usual trabalhar com a média: 8 m.

Cálculo do comprimento dos dentes

Tanto para a engrenagem 1 quanto para a engrenagem 2, tem-se que:

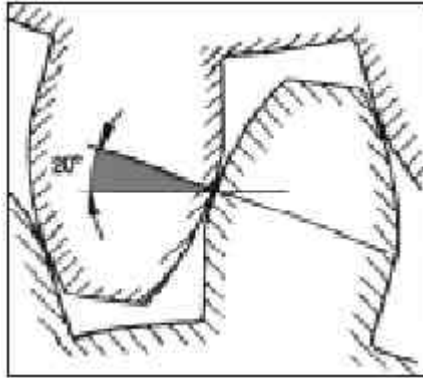
$$b = 8 \times m$$

$$b = 8 \times 3$$

$$b = 24 \text{ mm}$$

Com os valores encontrados, pode-se conferir o diâmetro externo e a largura dos blanches, que deve ser igual ao comprimento dos dentes. Em seguida, calcula-se a altura dos dentes, a fim de determinar largura de trabalho ( $a_e$ ) necessária para construir a engrenagem.

Para isso, é necessário conhecer o ângulo de pressão. Este Ângulo pode ter 15° ou 20°, sendo 20° o mais usado.



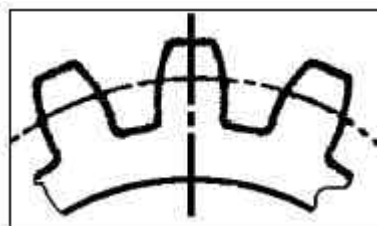
Altura do dente da engrenagem de acordo com normas nacionais e internacionais

DIN/ABNT	ASA	ISO
2,166 x m	2,157 x m	2,25 x m

Usando a norma ABNT e  $\alpha = 20^\circ$ . Então:

$$h = 2,166 \times m \rightarrow h = 2,166 \times 3 = 6,498 \text{ mm.}$$

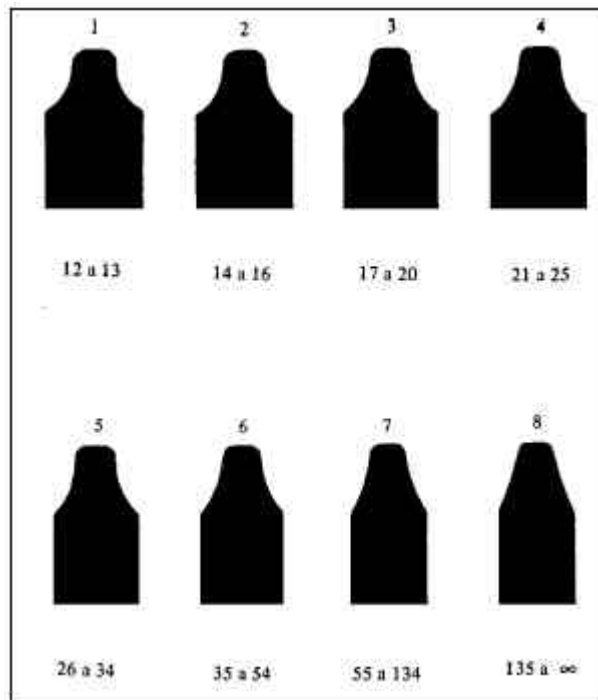
Esta é a profundidade que a fresa deve penetrar no blanche.



#### Escolha da fresa

As fresas para usinar engrenagens são as fresas módulo. Elas são fornecidas em um jogo de oito para cada módulo até o módulo 10. A partir deste módulo, as fresas módulo são fornecidas em um jogo de 15, porque os perfis dos dentes têm maior dimensão.

Acima do módulo 4, recomenda-se o desbaste com uma fresa de desbaste, a fim de economizar a fresa-módulo (preço elevado).



A escolha da fresa está condicionada ao número de dentes das engrenagens.

Nº DA FRESA MÓDULO	Nº DE DENTES DA ENGRANAGEM (Z)
1	12 e 13
2	14 a 16
3	17 a 20
4	21 a 25
5	26 a 34
6	35 a 54
7	55 a 134
8	135 para cima e cremalheira

Para usinar engrenagens acima do módulo 10, o jogo de 15 fresas é fornecido como segue:

Nº DA FRESA	1	1 <sup>1/2</sup>	2	2 <sup>1/2</sup>	3	3 <sup>1/2</sup>	4	4 <sup>1/2</sup>	5	5 <sup>1/2</sup>	6	6 <sup>1/2</sup>	7	7 <sup>1/2</sup>	8
Nº DE DENTES (Z)	12	13	14	15 e 16	17 e 18	19 e 20	21 e 22	23 e 25	26 e 29	30 e 34	35 e 41	42 e 54	55 e 79	80 e 134	135 para cima

Assim, para a engrenagem 1, em que  $Z_1 = 25$ , a fresa deve ser a número 4. Já para a engrenagem 2, em que  $Z_2 = 80$ , a fresa deve ser a número 7.

Usinando as engrenagens  
Engrenagem 1

$Z = 25$   
 $dp = 75 \text{ mm}$   
 $de = 81 \text{ mm}$

Engrenagem 2

$Z = 80$   
 $dp = 240 \text{ mm}$   
 $de = 246 \text{ mm}$

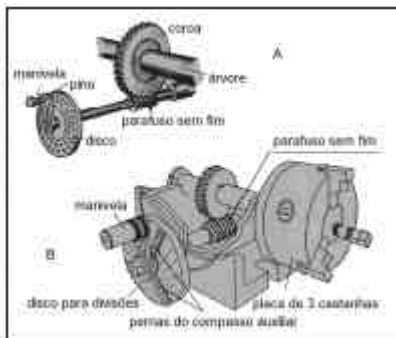
$b = 24 \text{ mm}$   
 $\alpha = 20^\circ$   
 $h = 6,498 \text{ mm}$

$b = 24 \text{ mm}$   
 $\alpha = 20^\circ$   
 $h = 6,498 \text{ mm}$

## Engrenagem 1

### Cálculo da divisão indireta

A divisão indireta é mais utilizada que a divisão direta, pois permite maior número de divisões. O nome divisão indireta provém do sistema de transmissão de movimento do manípulo para a árvore.



Para fazer uma divisão indireta simples, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$n = RD/Z$$

em que:

RD = relação do divisor

Z = número de divisões a efetuar

Relação usada = 40/1.

Então para uma engrenagem de 25 dentes e uma relação de divisor de 40/1, tem-se que:

$$n = 40/25$$

$$\begin{array}{r} 40 \overline{) 25} \\ \underline{15} \phantom{0} \\ 10 \phantom{0} \\ \underline{10} \phantom{0} \\ 0 \phantom{0} \end{array}$$

discos  
furos 15 1 volta

Com o resultado obtido, tem-se que é preciso dar uma volta e mais 15 furos em um disco de 25 furos. Como não existe um disco de 25 furos, é necessário montar uma fração equivalente a 15/25 (3/5).

A fração obtida leva a outra fração equivalente. Isto vai permitir escolher um disco com número de furos normalizados, por exemplo, 9/15. Ou seja, um disco de 15 furos, nos quais se desloca uma volta e nove furos para a usinagem de cada dente.

## Engrenagem 2

De forma similar, temos:

$$n = RD/Z = 40/80 = \frac{1}{2}$$

Ou seja, para cada dente é necessário dar meia volta em qualquer disco (este deve ter número par de divisões).

#### Exercício 1

Que fresa deve ser utilizada para fresar uma engrenagem com 120 dentes e módulo 4? (Utilize a tabela.)

#### Exercício 2

Sabendo que a engrenagem a fresar tem 120 dentes e a relação do aparelho divisor é de 40/1, responda:

- a) Quantos furos deve ter o disco divisor?
- b) Quantas voltas e quantos furos devem ser avançados?