

# ENGRENAGENS CILÍNDRICAS de DENTES RETOS

## Introdução

A engrenagem cilíndrica de dentes retos é a mais comum que existe. Seu estudo é necessário devido a seu empregado generalizado na transmissão de movimento de um eixo a outro em praticamente todas as máquinas que pudermos imaginar. É um dos meios de transmissão de movimento mais antigos e dos mais viáveis.

As engrenagens podem ser manufaturadas em máquinas especiais e também nas fresadoras, que será a opção considerada no presente caso. Nas fresadoras as engrenagens são usinadas com fresas de perfil constante denominadas fresas módulo.

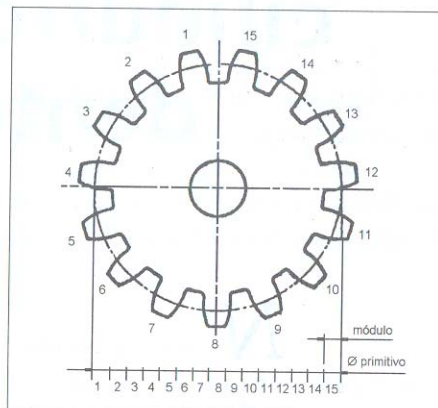
Módulo é a relação entre o diâmetro primitivo de uma engrenagem e seu número de dentes.

$$m = \frac{d_p}{Z}$$

Cabe reproduzir o quadro apresentado no volume 3 do Telecurso 2000 Profissionalizante que é utilizada como fonte de consulta.

### Recordar é aprender

Módulo de uma engrenagem é o quociente resultante da divisão do diâmetro primitivo pelo número de dentes. O módulo é sempre expresso em milímetros. Com o módulo, você pode calcular quase todas as dimensões de uma engrenagem. O módulo é normalizado e expresso com números inteiros ou decimais muito simples. Veja abaixo a figura de um módulo.



Os elementos significativos de uma engrenagem são:

- Número de dentes – Z
- Diâmetro primitivo -  $d_p$
- Módulo – m
- Diâmetro externo -  $d_e$
- Diâmetro interno -  $d_i$
- Altura do dente – h
- Altura da cabeça – a
- Altura do pé – b
- Passo – p
- Largura do dente – l

## Cálculo das dimensões da engrenagem

- a) Cálculo do diâmetro primitivo  $d_p$

$$m = \frac{d_p}{Z} \implies d_p = m \times Z$$

- b) Cálculo do diâmetro externo  $d_e$

$$d_e = d_p + 2 \times m$$

- c) Cálculo do comprimento dos dentes  $l$

Segundo a ABNT a medida do comprimento dos dentes oscila entre 6 a 10 vezes o módulo. É usual trabalhar com a média, 8 módulos.

$$l = 8 \times m$$

- d) Dados do blanke

O blanke deve ser especificado com as dimensões do diâmetro externo  $d_e$  e o comprimento do dente adotado

- e) Cálculo da altura dos dentes –  $h$

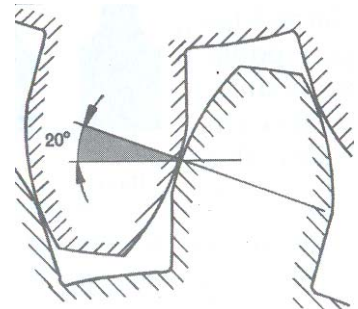
Para isto é preciso conhecer o ângulo de pressão  $\alpha$ , que pode ter  $15^\circ$  ou  $20^\circ$ , conforme o perfil da fresa utilizada. O mais utilizado é  $20^\circ$ .

A altura do dente é normalizada como se segue:

ABNT/DIN  $2,166 \times m$

ASA (USA)  $2,157 \times m$

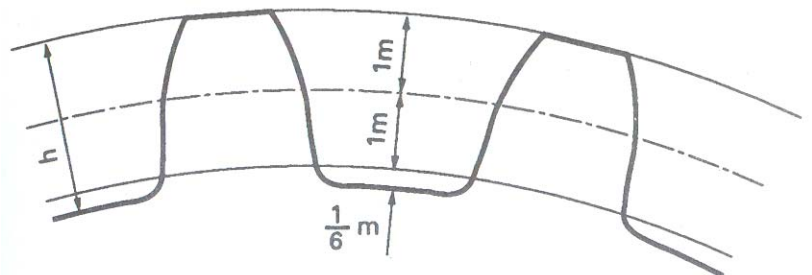
ISO (UNE 10016)  $2,25 \times m$



Utilizando o previsto pela ABNT

$$h = 2,166 \times m$$

**O valor  $h$  é o quanto a fresa deve penetrar no blanke.**



### Escolha da fresa

As fresas para se usinar as engrenagens são as fresas módulo que são fornecidas em jogo de oito para cada módulo até o módulo 10. A partir deste módulo os jogos têm 15 fresas.

A escolha é condicionada ao número de dentes das engrenagens conforme tabela abaixo.

Nº da FRESA MÓDULO	Nº de DENTES DA ENGRENAGEM 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 e cremalheira

### Uso do cabeçote divisor

A divisão indireta é mais usada que a divisão direta. O procedimento já foi descrito no caso da usinagem de um sextavado. O número de voltas da manivela é calculado pela expressão abaixo onde RD é a relação do divisor, no caso 40/1, e Z o número de dentes da engrenagem.

$$n = \frac{RD}{Z}$$

O cabeçote divisor a ser utilizado tem dois discos com a seguinte furação

Disco	Número de furos
1	15 – 18 – 20 – 23 – 27 – 31 – 37 – 41 - 47
2	16 – 17 – 19 – 21 – 29 – 33 – 39 – 43 - 49