

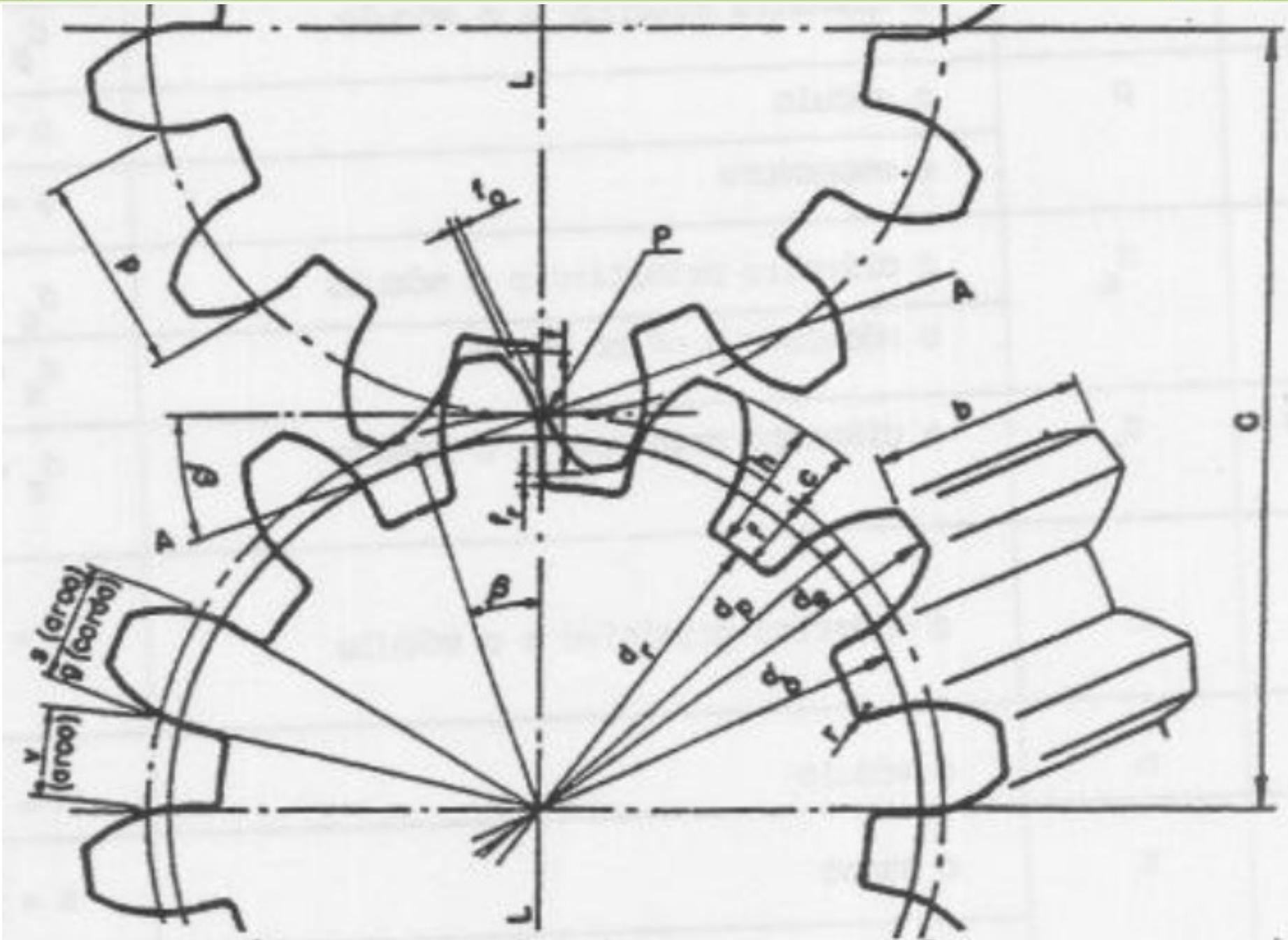


- ✓ **Uma das operações mais importantes das fresadoras é a usinagem de engrenagens.**
- ✓ **Necessidade de conhecermos a geometria de seus dentes e a forma de obtê-los.**
- ✓ **São formados por rodas dentadas e constituem um meio importante de transmissão de movimentos de rotação entre dois eixos, de modo direto e exato, sem deslizamento.**
- ✓ **As engrenagens mais usuais são: cilíndricas retas, cônicas, helicoidais e helicoidais com parafuso sem-fim.**

# Tipos de Engrenagens

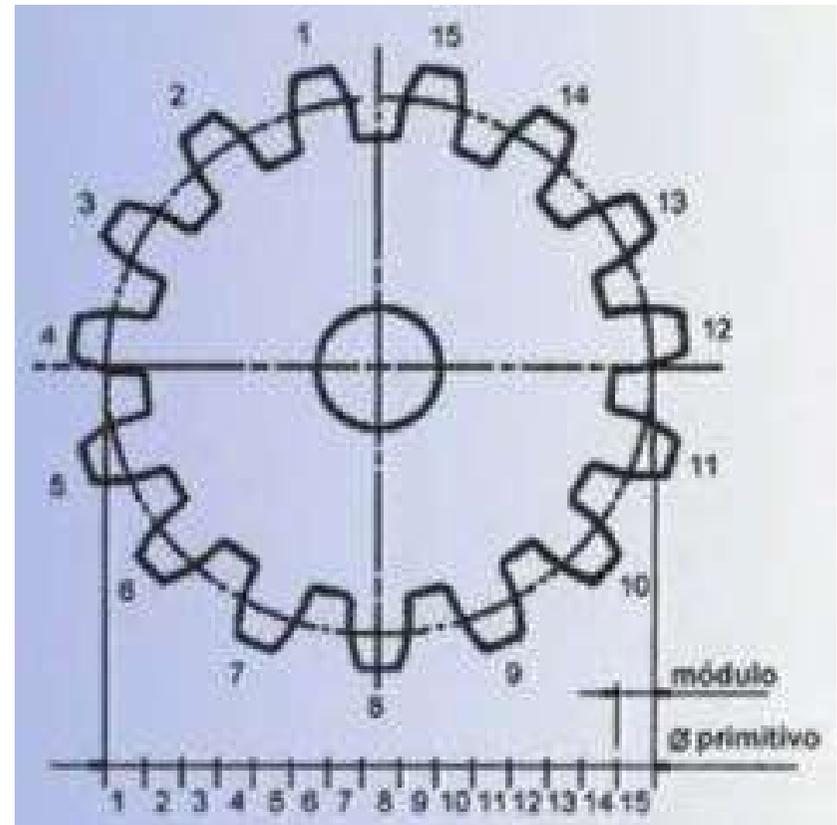


# Engrenagem cilíndrica reta



❖ Para que a engrenagem trabalhe perfeitamente, é necessário que seus dentes tenham o mesmo módulo, passo e ângulo de pressão

**Definição de módulo:** é o cociente resultante da divisão do diâmetro primitivo pelo número de dentes, é sempre expresso em mm, o cálculo do módulo fornece todas as dimensões da engrenagem, o módulo é normalizado e expresso com números inteiros ou decimais, o módulo é cada parte do diâmetro primitivo.



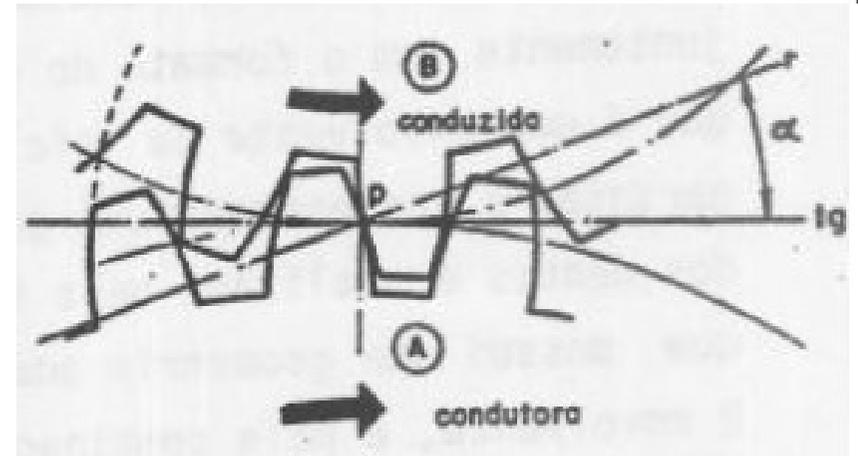


□ **Passo ( $p$ )** é a distância circunferencial entre dois pontos consecutivos, medido no diâmetro primitivo ( $d_p$ ) da engrenagem.

$$P = m \cdot \pi$$

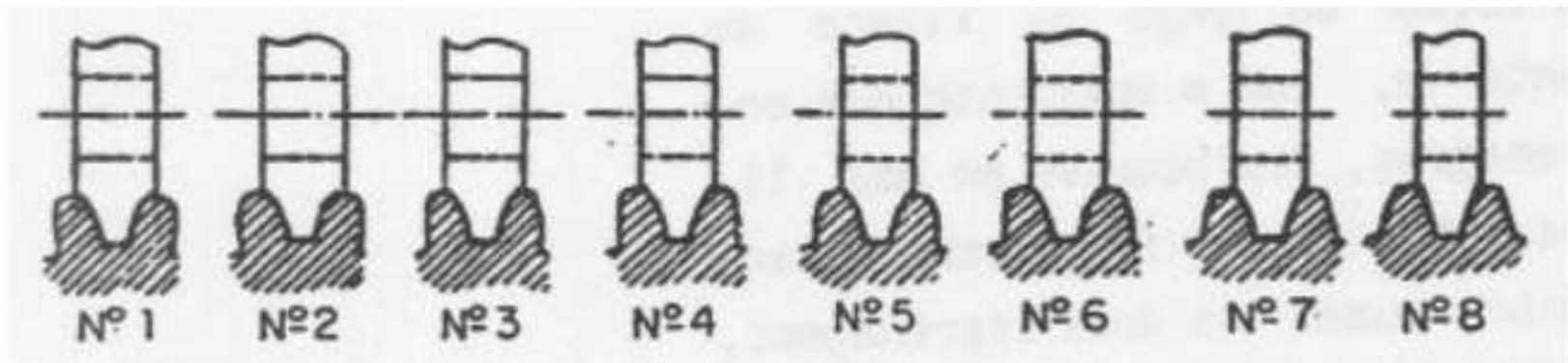
## Ângulo de Pressão ( $\alpha$ )

- Os pontos de contato entre os dentes das engrenagens motora e movida estão ao longo do flanco do dente e, com o movimento das engrenagens, deslocam-se em uma linha reta, a qual forma, com a tangente comum às duas engrenagens, um ângulo.
- Esse ângulo é chamado ângulo de pressão ( $\alpha$ ), e no sistema modular é utilizado normalmente com  $20^\circ$  ou  $15^\circ$ .



✓ Os parâmetros acima mencionados, juntamente com o formato do dente, que é uma envolvente ou ciclóide, garantem o engrenamento. A geração dos dentes é realizada pela fresa, que possui uma geometria adequada à envolvente e pela combinação de movimentos entre a peça e a fresa. A seleção da fresa é realizada pelo módulo a que ela se destina.

- ✓ Quando duas engrenagens de mesmo módulo têm número de dentes diferentes, seus diâmetros primitivos são diferentes, conseqüentemente o perfil dos dentes deverá ser também um pouco diferente para que haja um perfeito engrenamento. **Daí a necessidade de termos uma série de fresas de perfis diferentes para um mesmo módulo**



Perfis de mesmo módulo

## Jogo de fresas até módulo $m = 10\text{mm}$

Número da fresa	Número de dentes (Z)
Nº 1	12 e 13 dentes
Nº 2	14 a 16 dentes
Nº 3	17 a 20 dentes
Nº 4	21 a 25 dentes
Nº 5	26 a 34 dentes
Nº 6	35 a 54 dentes
Nº 7	55 a 134 dentes
Nº 8	135 dentes para cima e cremalheira

**Módulo ( $m$ )**

$$m = \frac{P}{\pi}$$

**Diâmetro primitivo ( $dp$ )**

$$m = \frac{dp}{z} \therefore dp = m \cdot z$$

**Diâmetro Externo ( $de$ )**

$$de = dp + 2m$$

**Largura dos dentes ( $b$ )**

$$b = 8 \cdot m$$

**Altura dos dentes ( $h$ )**

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



$$B = 20^\circ$$

## - Cálculo rotação

$$n \text{ [rpm]} = \frac{V_c \text{ [m/min]} * 1000}{\pi * d \text{ [mm]}}$$

$V_c$  – velocidade de corte;

$d$  – diâmetro da fresa ;

## - Velocidade de avanço da Ferramenta

$$v_a \text{ [mm / min]} = a_z \text{ [mm / dente]} * Z * n \text{ [rpm]}$$

$a_z = f_z$  = avanço por dente;

$Z$  = arestas de corte;

$n$  = rotação

## **Tarefa 1:** Execução de duas engrenagens de dentes retos com 25 dentes e módulo 2.

Roteiro:

- Cálculo do diâmetro primitivo das engrenagens;
- Cálculo do diâmetro externo das engrenagens;
- Cálculo do comprimento dos dentes;
- Cálculo da altura dos dentes;
- Escolha da fresa módulo;
- Cálculo da divisão indireta.