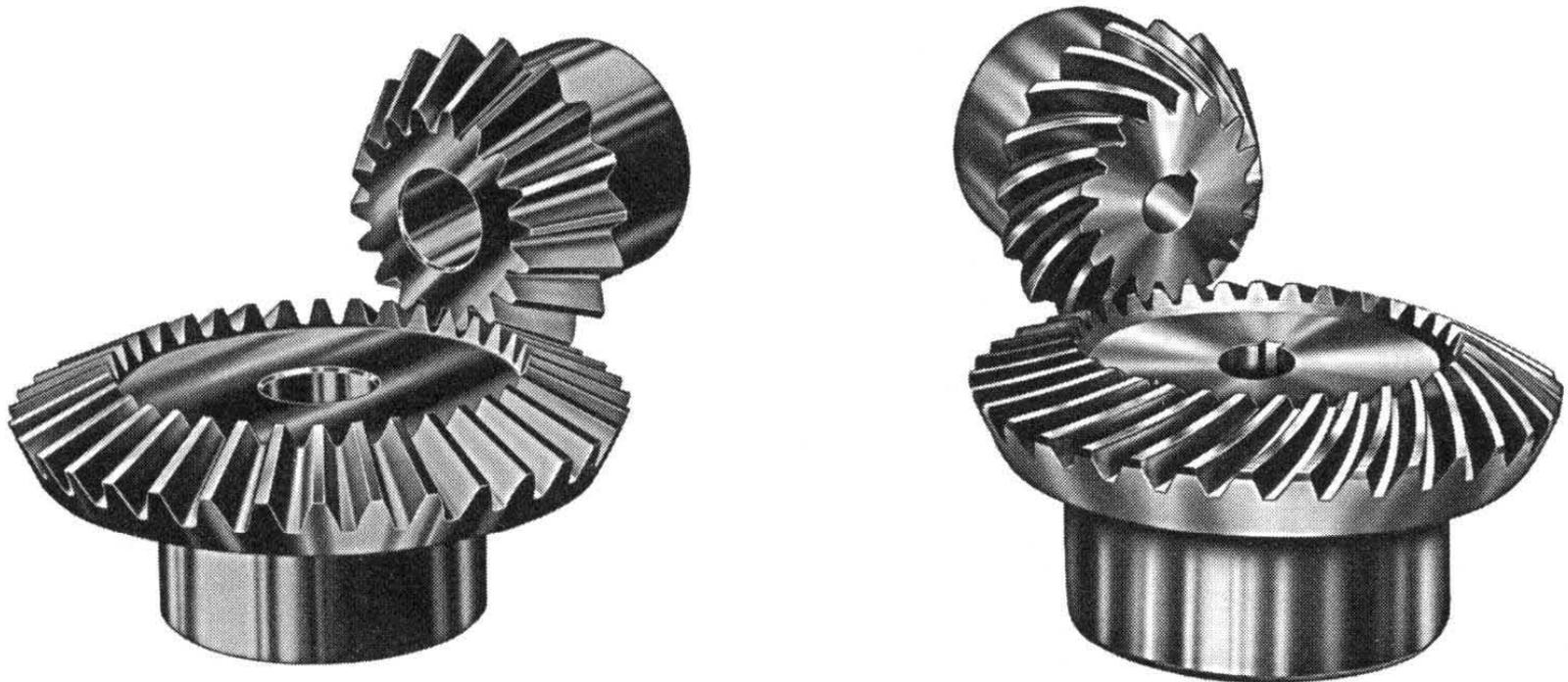


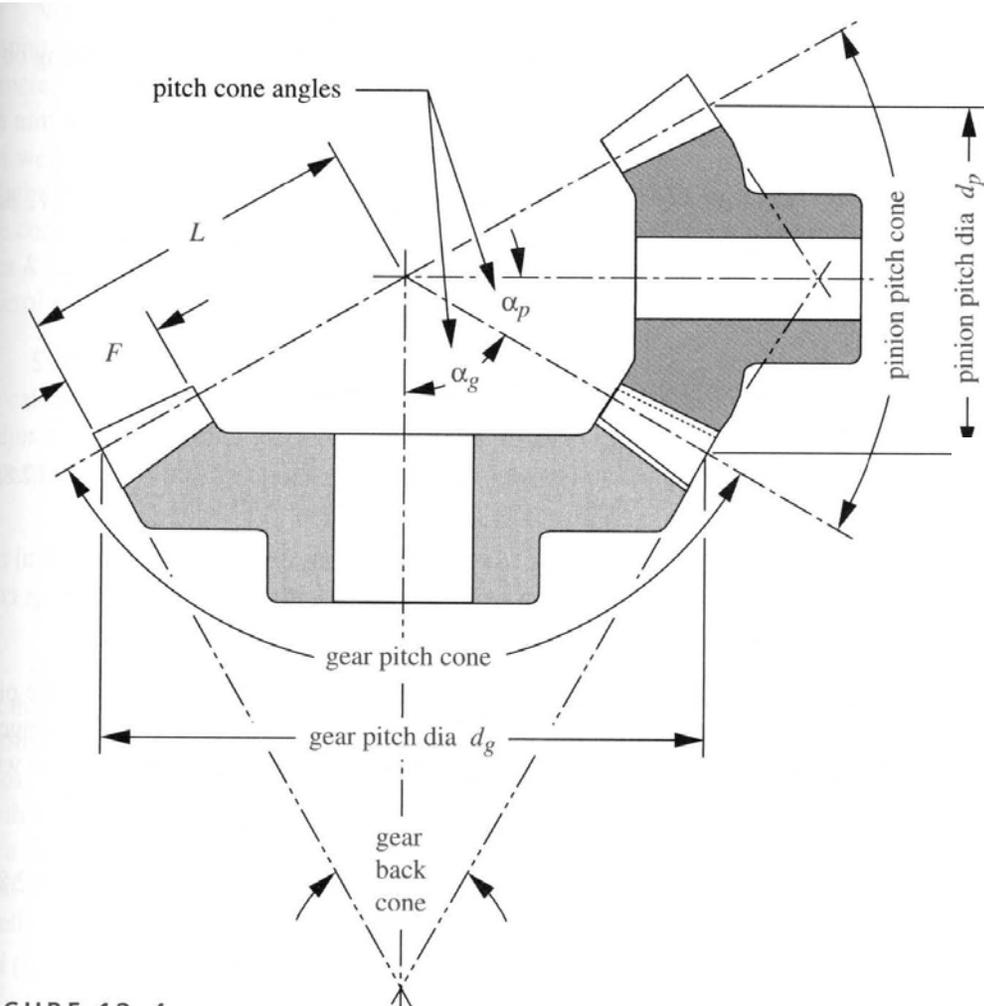
# Engrenagens cônicas e sem-fim



Alan Christie da Silva Dantas

*Colegiado de Engenharia Mecânica*

# Geometria e nomenclatura



$$L = \frac{r_p}{\sin \alpha_p} = \frac{d_p}{2 \sin \alpha_p} = \frac{d_g}{2 \sin \alpha_g}$$

$$m_G = \frac{\omega_p}{\omega_g} = \frac{N_g}{N_p} = \frac{d_g}{d_p} = \tan \alpha_g = \cot \alpha_p$$

# Forças

- Para engrenagens cônicas retas

$$W_a = W_t \tan \phi \sin \alpha$$

$$W_r = W_t \tan \phi \cos \alpha$$

$$W = W_t / \cos \phi$$

- Para eng. Cônicas espirais

$$W_a = \frac{W_t}{\cos \psi} (\tan \phi_n \sin \alpha \mp \sin \psi \cos \alpha)$$

$$W_r = \frac{W_t}{\cos \psi} (\tan \phi_n \cos \alpha \pm \sin \psi \sin \alpha)$$

$$W_t = \frac{2T}{d_m}$$



# Tensões

- Flexão

$$\sigma_b = \frac{2T_p}{d} \frac{p_d}{FJ} \frac{K_a K_m K_s}{K_v K_x} \quad \text{psi}$$

$$\sigma_b = \frac{2000T_p}{d} \frac{1}{FmJ} \frac{K_a K_m K_s}{K_v K_x} \quad \text{MPa}$$

$K_x = 1$  para eng. Cônicas retas e

$K_x = 1.15$  para eng. cônicas  
espiral

# Tensões

- Contato

$$\sigma_c = C_p C_b \sqrt{\frac{2T_D}{F I d^2} \left(\frac{T_p}{T_D}\right)^z \frac{C_a C_m}{C_v} C_s C_f C_{xc}}$$

$C_b$  (fator de ajuste de tensão) = 0,634

$C_{xc}$  (fator de coroação) = 1 (coroados)  
= 1,5 (n coroados)

$z = 0,667$  quando  $T_p < T_D$

$T_p$  = Torque de operação do pinhão.

$T_D$  = Torque de projeto do pinhão

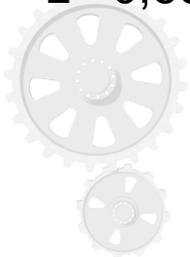
$$T_D = \frac{F}{2} \frac{IC_v}{C_s C_{md} C_f C_a C_{xc}} \left( \frac{S'_{fc} d}{C_p C_b} \frac{0.774 C_H}{C_T C_R} \right)^2 \quad \text{lb-in}$$

$$T_D = \frac{F}{2000} \frac{IC_v}{C_s C_{md} C_f C_a C_{xc}} \left( \frac{S'_{fc} d}{C_p C_b} \frac{0.774 C_H}{C_T C_R} \right)^2 \quad \text{N}\cdot\text{m}$$

$C_{md}$  (fator de montagem)

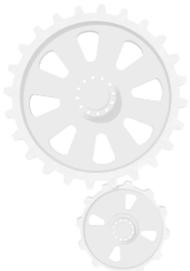
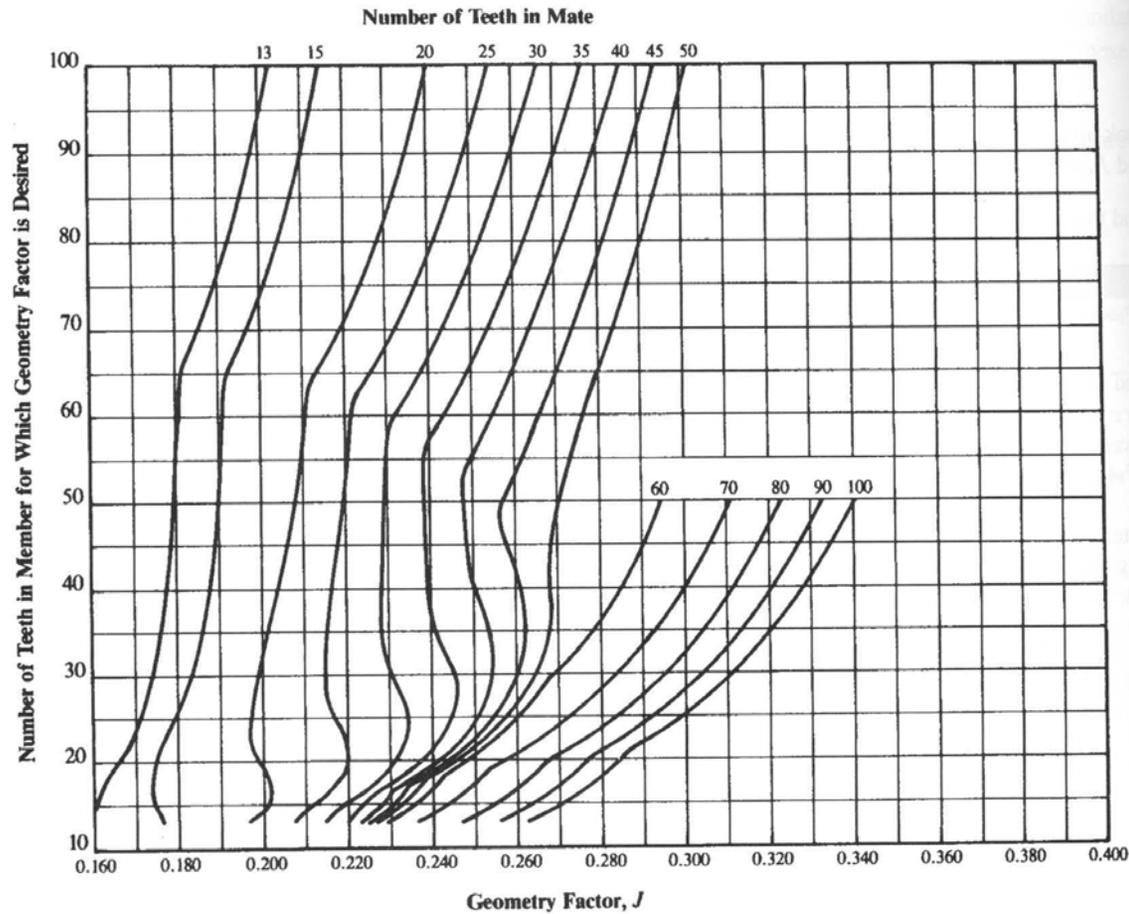
$C_{md} = 1,2$  para dois membros apoiados

$C_{md} = 1,8$  para dois membros em balanço



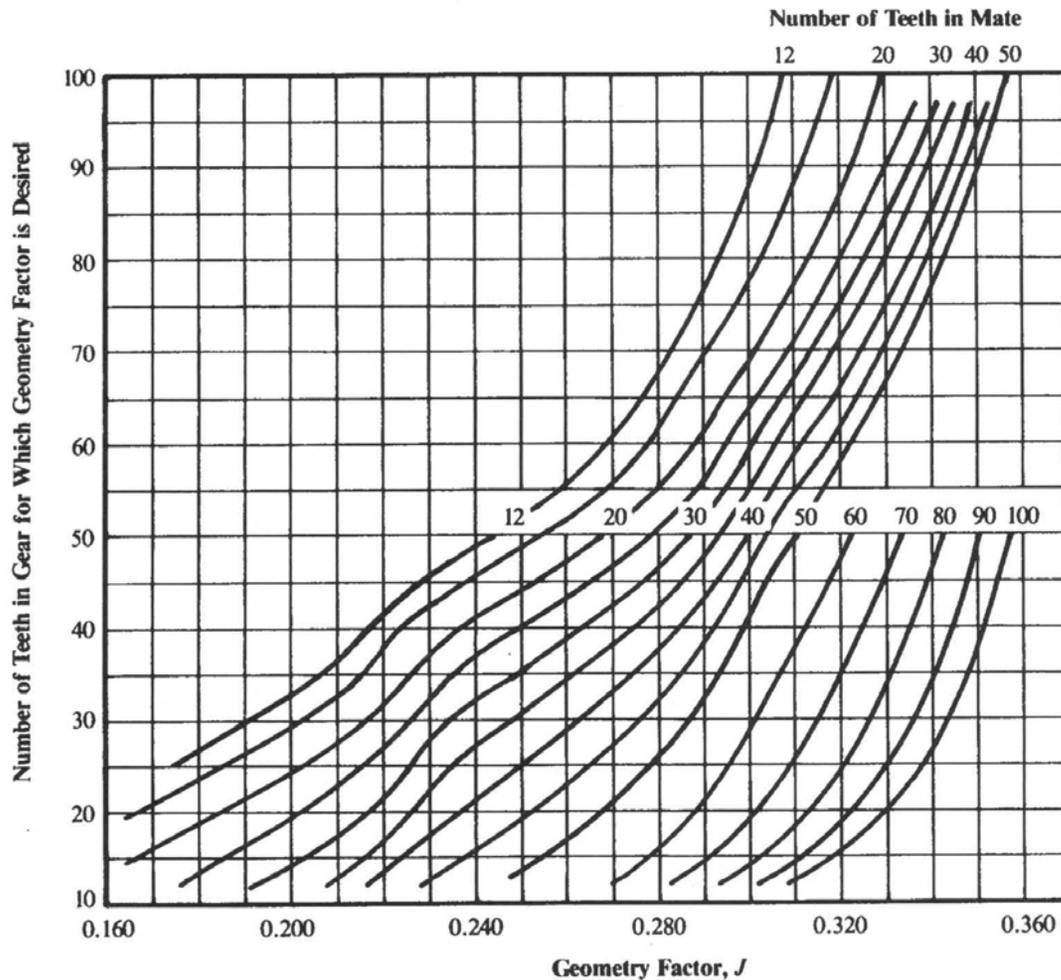
# Fator de forma J

Engr. Cônicas Retas



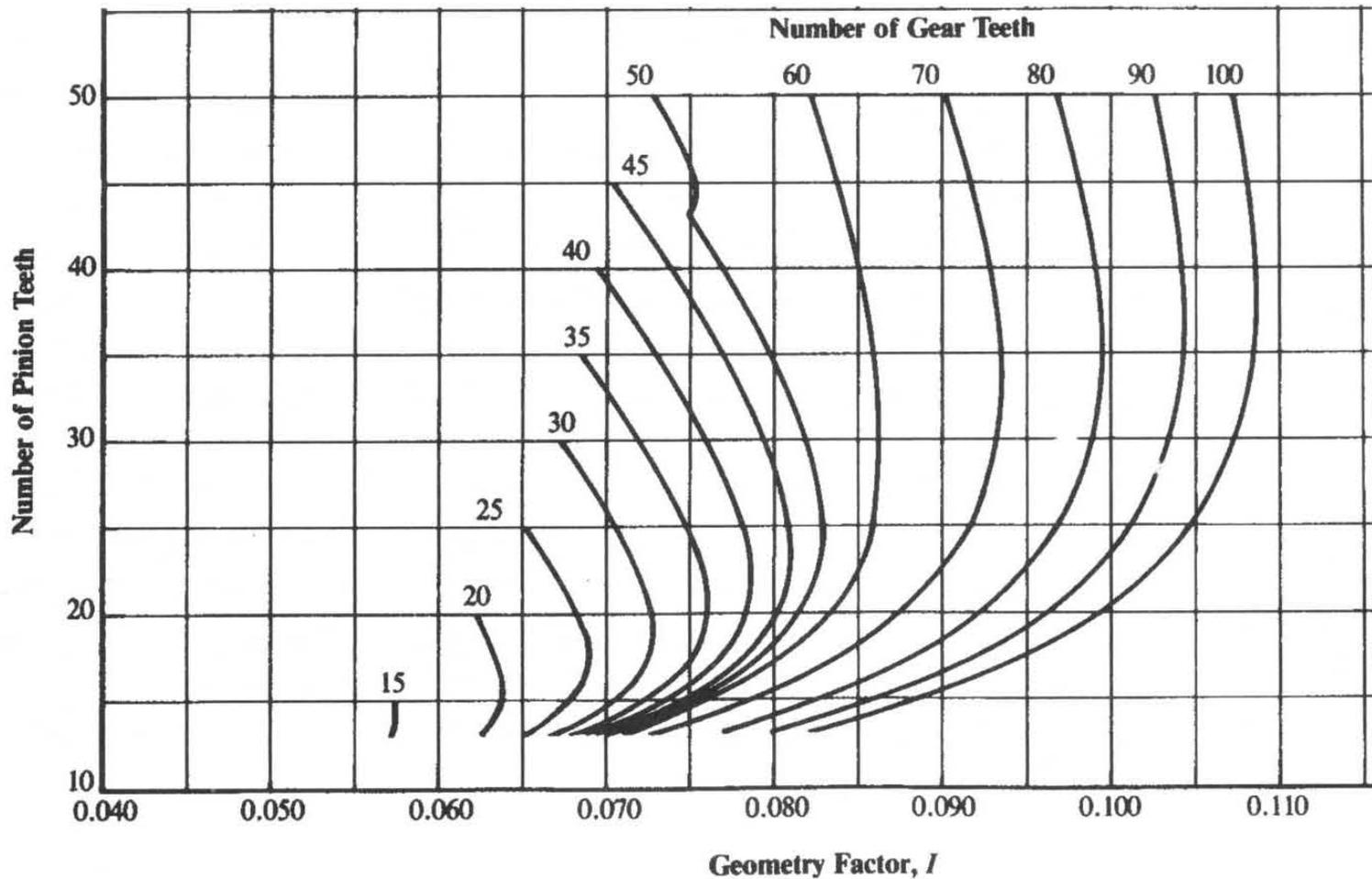
# Fator de forma J

Engr. Cônicas Helicoidais,  $\psi = 35^\circ$



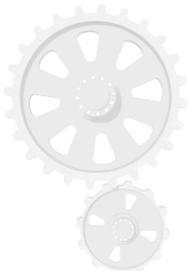
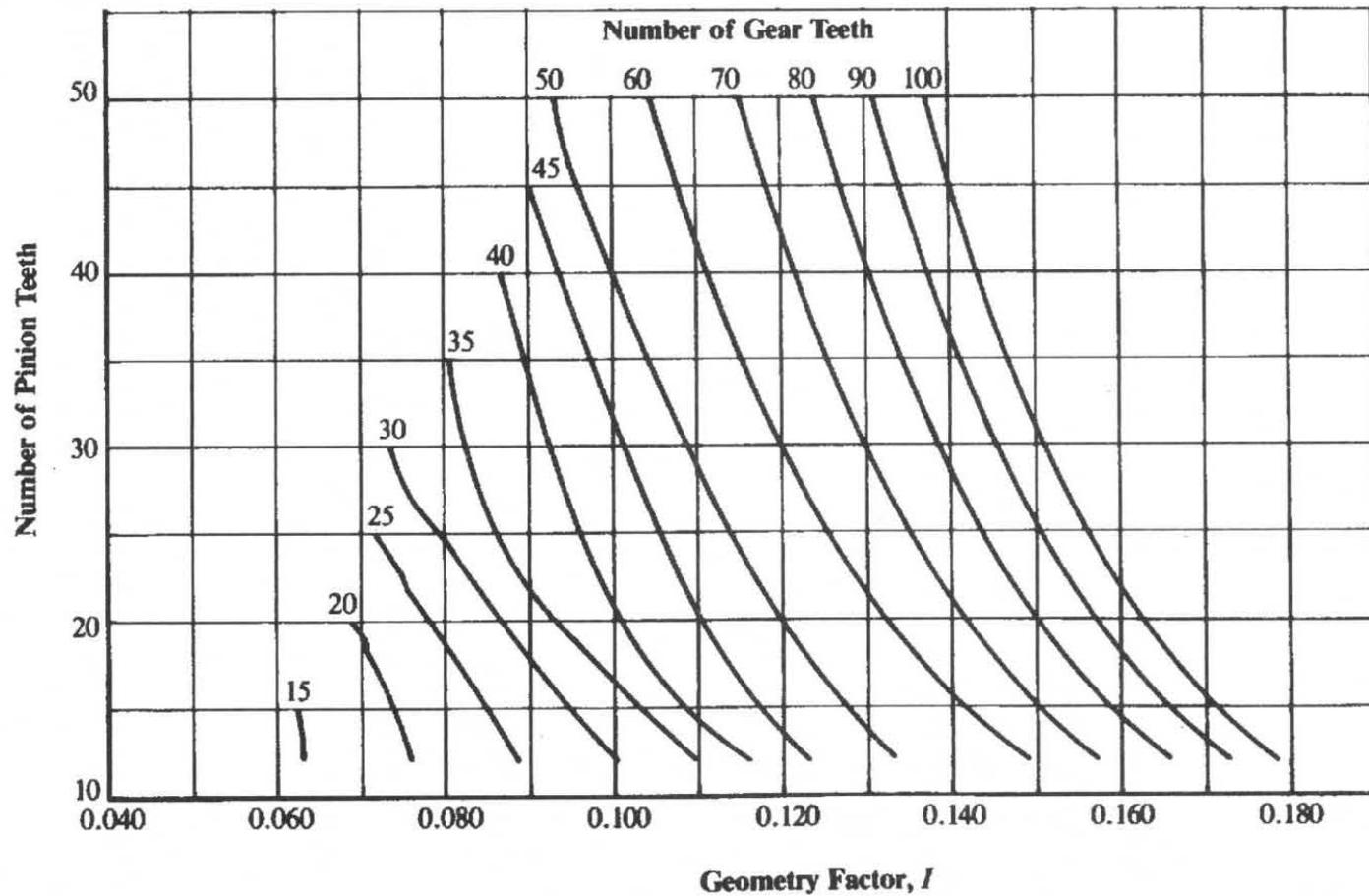
# Fator de forma I

Engr. Cônicas retas



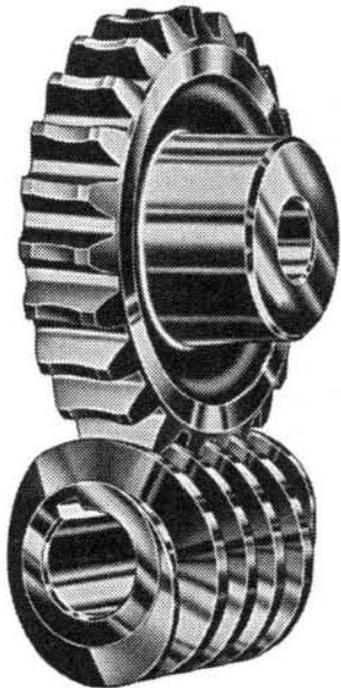
# Fator de forma I

Engr. Cônicas Helicoidais,  $\psi = 35^\circ$



# Engrenagens sem-fim

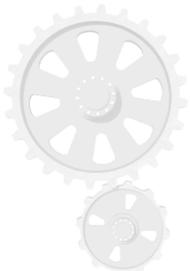
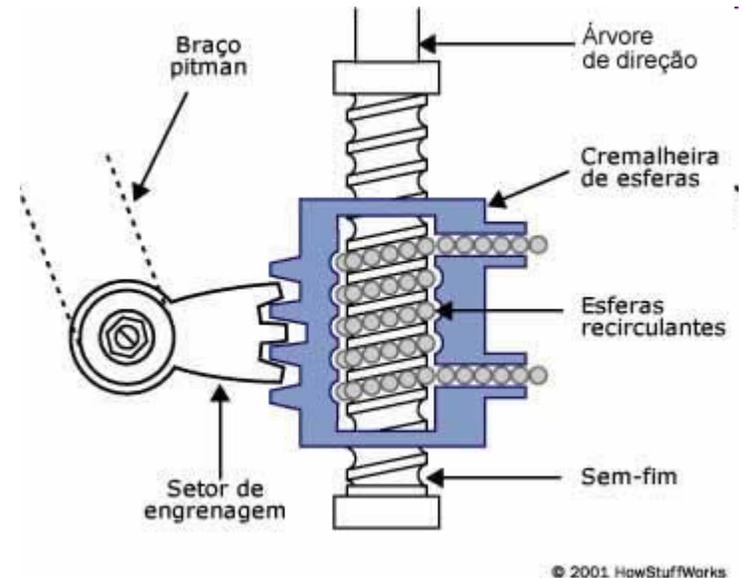
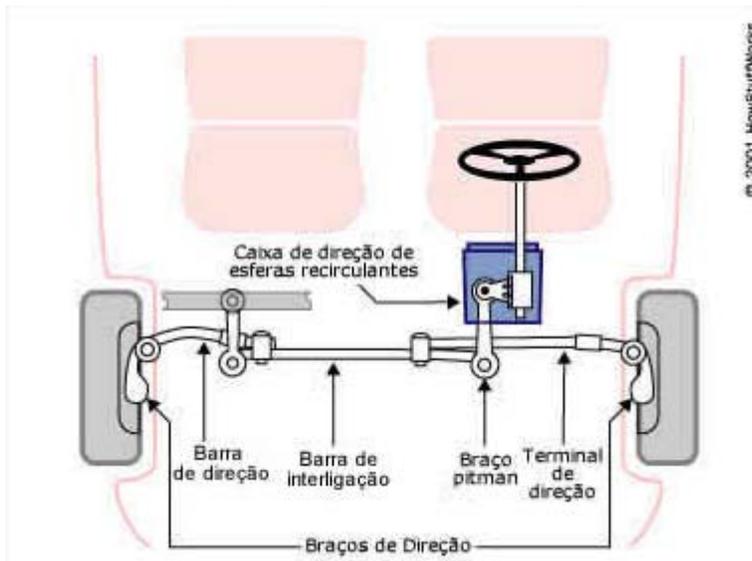
worm gear



worm

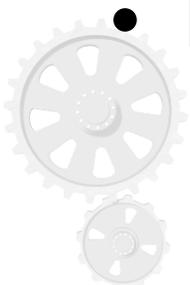


# Engrenagens sem-fim



# Engrenagens sem-fim

- O sem-fim é como uma engrenagem helicoidal com um ângulo de hélice tão grande que um único dente envolve continuamente ao redor de uma circunferência
- É análogo a um parafuso enquanto a engrenagem sem-fim é análoga a uma porca.
- Possibilita altas relações de engrenamento.
- Possibilita o auto-travamento.



# Nomenclatura

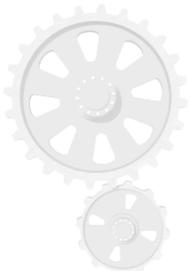
- Avanço  $L$

$$p_x = \frac{L}{N_w} = p_c = \frac{\pi d_g}{N_g}$$

- Ângulo de avanço  $\lambda$

$$\tan \lambda = \frac{L}{\pi d}$$

- Razões de engrenamento usuais  
3:1 até 100:1



# Forças do engrenamento sem-fim

Força tangencial na coroa e axial no sem-fim

$$W_{tg} = W_{aw} = \frac{2T_g}{d_g}$$

Força axial na coroa e tangencial no sem-fim

$$W_{ag} = W_{tw} = \frac{2T_w}{d}$$

Força radial entre os dois

$$W_r = \frac{W_{tg} \tan \phi}{\cos \lambda}$$

