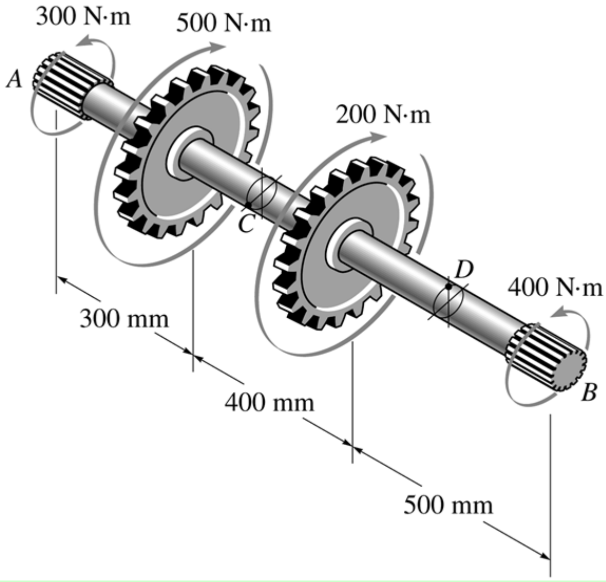
1- O eixo maciço de aço (G = 75 GPa) de 43 mm de diâmetro é usado para transmitir os torques aplicados às engrenagens. Determinar o ângulo total de torção do ponto A em relação ao ponto B.



Solução:

d = 43 mm

O ângulo total de torção é dado pela expressão:

$$\phi_{AB} = \frac{T_1L_1}{GJ} + \frac{T_2L_2}{GJ} + \frac{T_3L_3}{GJ} = \frac{1}{GJ}\left(T_1L_1 + T_2L_2 + T_3L_3\right)$$

$$T_1 = -300 \text{ Nm} = -300000 \text{ Nmm}$$

$$L_1 = 300 \text{ mm}$$

$$T_2 = -300 + 500 = +200 \text{ Nm} = +200000 \text{ Nmm}$$

$$L_2 = 400 \text{ mm}$$

$$T_3 = -300 + 500 + 200 = +400 \text{ Nm} = +400000 \text{ Nmm}$$

$$L_3 = 500 \text{ mm}$$

$$J = \frac{\pi d^4}{32} = 335640{,}0 \text{ mm}^2$$

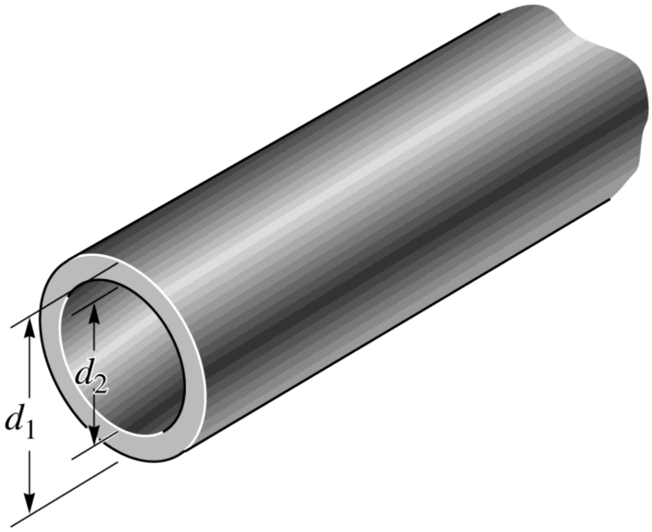
G = 75000 N/mm^2

$$\phi_{AB} = \frac{1}{G\,J}\left(-300000 \times 300 + 200000 \times 400 + 400000 \times 500\right)$$

$\therefore \phi_{AB}$= 0,007548 rad = 0,43246º

Resposta: O ângulo total de torção de A em relação a B é de **0,432º**.

2- Um tubo de aço com diâmetro externo de $d_1 = 64$ mm transmite 26 kW quando gira a 500 rpm. Determinar o diâmetro interno d_2 do tubo, em milímetros inteiros, se a tensão de cisalhamento admissível for $\tau_{max} = 70$ MPa.



Solução:

A relação entre potência e velocidade é:

$$P = T\,\omega \Rightarrow T = \frac{P}{\omega}$$

Assim, a tensão de cisalhamento máxima é:

$$\tau_{max} = \frac{T\,d_1}{2\,J_t} = \frac{\frac{P}{\omega}\,d_1}{2\left(\frac{\pi d_1^4}{32} - \frac{\pi d_2^4}{32}\right)} = \frac{P\,d_1}{2\omega\left(\frac{\pi d_1^4}{32} - \frac{\pi d_2^4}{32}\right)}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{\pi d_1^4}{32} - \frac{\pi d_2^4}{32}\right) = \frac{P\,d_1}{2\omega\,\tau_{max}} \quad \Rightarrow \quad \frac{\pi d_2^4}{32} = \frac{\pi d_1^4}{32} - \frac{P\,d_1}{2\omega\,\tau_{max}} \quad \Rightarrow \quad d_2^4 = d_1^4 - \frac{32\,P\,d_1}{2\pi\omega\,\tau_{max}}$$

$$\Rightarrow \quad d_2 = \sqrt[4]{d_1^4 - \frac{32\,P\,d_1}{2\pi\omega\,\tau_{max}}}$$

Como temos:

d_1= 64 mm

P= 26 kW = 26×10^6 N.mm/s

ω= 500 rpm = 500 × (2π rad) / (60s)

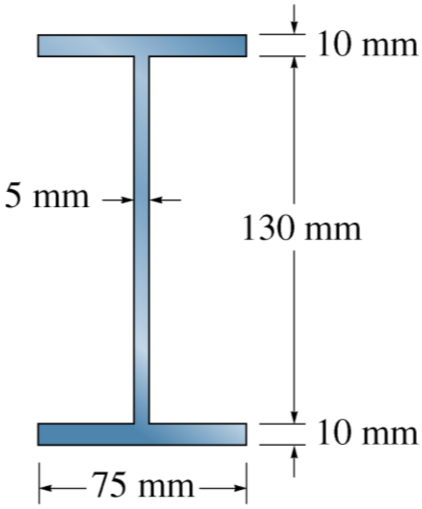
τ_{max}= 70 MPa = 70 N/mm^2

Então:

$$d_2 = \sqrt[4]{d_1^4 - \frac{32\,P\,d_1}{2\pi\omega\,\tau_{max}}} = \sqrt[4]{64^4 - \frac{32\times26\times10^6\times64}{2\pi\times500\times\frac{2\pi}{60}\times70}} = 61{,}67\text{ mm}$$

Resposta: O diâmetro interno d_2 do tubo deve ser de 61 mm.

3- Calcule os momentos de inércia em relação aos eixos x e y que passam pelo centróide da seção transversal vista na figura abaixo.



Solução:

Momento de Inércia:

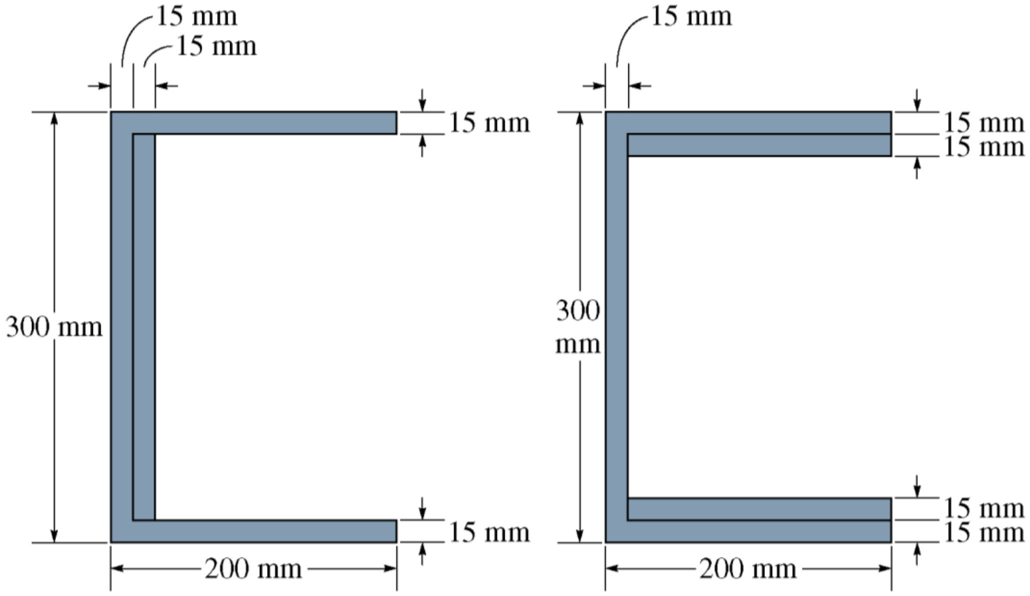
$$I_x = \left[\frac{7{,}5\times 1{,}0^3}{12} + (7{,}5\times 1{,}0)\times(7{,}5-0{,}5)^2\right] + \left[\frac{7{,}5\times 1{,}0^3}{12} + (7{,}5\times 1{,}0)\times(7{,}5-14{,}5)^2\right] +$$
$$\left[\frac{0{,}5\times 13{,}0^3}{12} + (0{,}5\times 13{,}0)\times(7{,}5-7{,}5)^2\right]$$

$$I_x = 827{,}792\ \text{cm}^4$$

$$I_y = \left[\frac{1{,}0\times 7{,}5^3}{12} + (1{,}0\times 7{,}5)\times(0)^2\right] + \left[\frac{1{,}0\times 7{,}5^3}{12} + (1{,}0\times 7{,}5)\times(0)^2\right] +$$
$$\left[\frac{13{,}0\times 0{,}5^3}{12} + (13{,}0\times 0{,}5)\times(0)^2\right]$$

$$\therefore I_y = 70{,}4479\ \ \text{cm}^4$$

4- Calcule os momentos de inércia em relação ao eixo y (vertical) que passa pelos centróides das seções transversais vistas nas figuras abaixo.



(a) (b)

Solução:

Adotando a origem dos eixos x e y no canto inferior esquerdo de cada seção:

Seção (a)

$$\bar{x}_a = \frac{[(15\times 200)\times 100]\times 2 + (270\times 30)\times 15}{(15\times 200)\times 2 + 270\times 30} = 51{,}17\ \text{mm}$$

$$I_a = \left[\frac{15\times 200^3}{12} + (15\times 200)\times(100-51{,}17)^2\right]\times 2 + \frac{270\times 30^3}{12} + (270\times 30)\times(51{,}17-15)^2$$

$$\therefore I_a = 45510700\ \text{mm}^4$$

Seção (b)

$$\bar{x}_b = \frac{[(30\times 200)\times 100]\times 2 + (240\times 15)\times 7{,}5}{(30\times 200)\times 2 + 240\times 15} = 78{,}6538\ \text{mm}$$

$$I_b = \left[\frac{30\times 200^3}{12} + (30\times 200)\times(100-78{,}6538)^2\right]\times 2 + \left[\frac{240\times 15^3}{12} + (240\times 15)\times(78{,}6538-7{,}5)^2\right]$$

$$\therefore I_b = 63761700\ \text{mm}^4$$

Resposta: Os momentos de inércia em relação ao eixo y que passa pelo centróide das seções a e b são: 4551,07 cm^4 e 6376,17 cm^4, respectivamente.