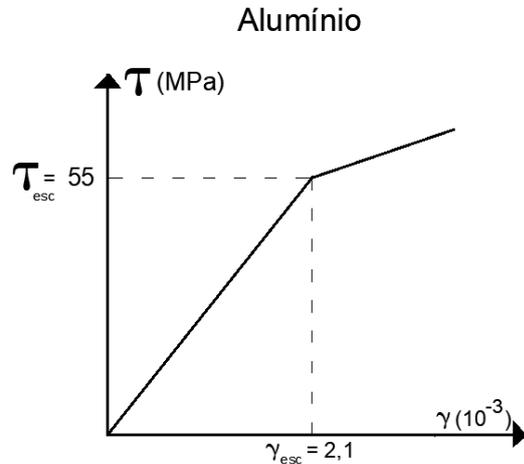
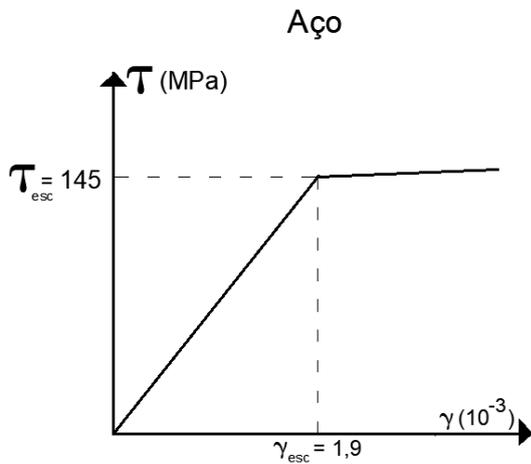
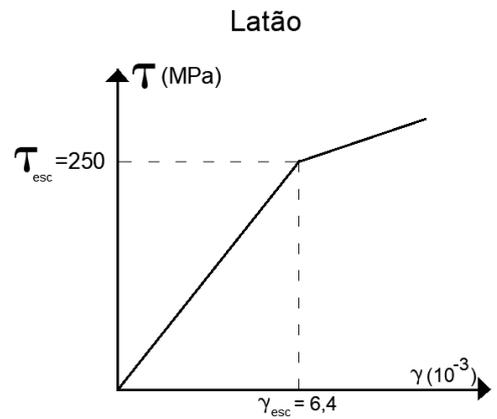
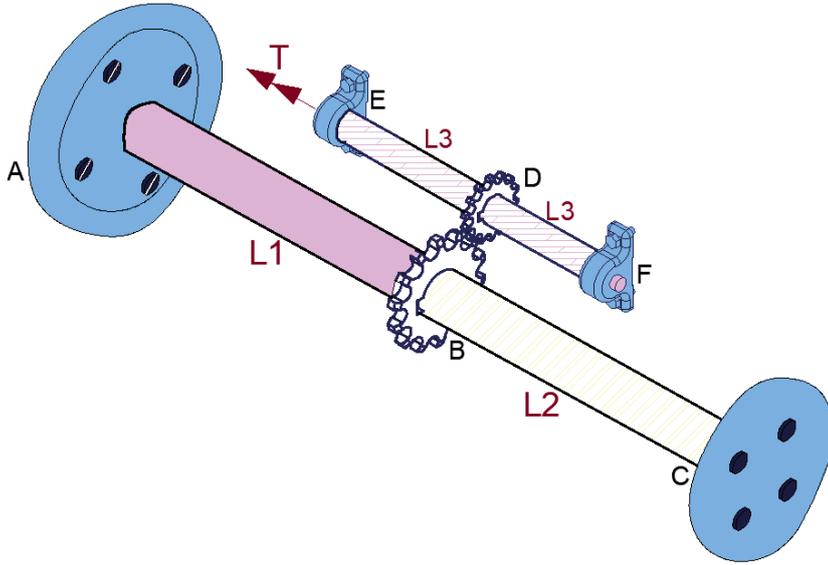


Nº USP: _____ Nome: _____

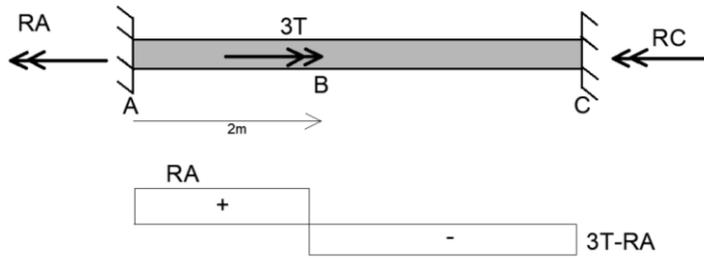
1ª Questão (3,5 pts) No sistema de engrenagem tem-se o eixo maciço EF de latão de diâmetro de 70 mm em que atua o torque “**T**” em E no sentido indicado. Em E e F há os mancais em que esse eixo gira livremente, $L_3 = 0,5$ m. Ligado a esse eixo em D, há a engrenagem de raio 5 cm conectada a engrenagem B de raio 15 cm. O eixo AB ($L_1 = 2$ m) é de aço e o eixo BC de alumínio ($L_2 = 4$ m). Ambos têm seção maciça de diâmetro de 100 mm e estão fixos em A e C.

(i) Obtenha o máximo valor admissível de T, verifique as tensões admissíveis e o giro admissível do eixo AC em B seja limitado a 2° . Faça essas verificações apenas no eixo AC. Adote o coeficiente de segurança do aço de 1,5 e do alumínio de 2,5. **(ii) Com esse valor máximo de T obtido em (i), calcule o giro em E.**



Resposta:

Barra AC é hiperestática.



Equação de equilíbrio: $RA + RC = 3T$ (Eq. 1)
(0,5pto)

Equação de compatibilidade:

Aço: $G_a = 145/1,9E-3 = 76,3E3$ MPa; Al: $G_{al} = 55/2,1E-3 = 26,2E3$ MPa

$$RA \cdot (2)/(G_a \cdot J) - (3T-RA) \cdot (4)/(G_{al} \cdot J) = 0 \quad (\text{Eq. 2})$$

$$\mathbf{RA = 2,56 \cdot T; \text{ Em (1) } RB = 0,44 \cdot T} \quad (1\text{pto}) \quad (\Sigma 1,5)$$

i) Verificação de tensões:

$$\text{Aço: } \tau_{AB} = (2,56 \cdot T) \cdot (0,1/2) / \left[\left(\frac{\pi}{2} \right) 0,05^4 \right] \leq \frac{145E3}{1,5} \rightarrow T \leq 7,41 \text{ kNm} \quad (0,5\text{pto}) \quad (\Sigma 2)$$

$$\text{Al: } \tau_{BC} = (0,44 \cdot T) \cdot (0,1/2) / \left[\left(\frac{\pi}{2} \right) 0,05^4 \right] \leq \frac{55E3}{2,5} \rightarrow T \leq 9,82 \text{ kNm} \quad (0,5\text{pto}) \quad (\Sigma 2,5)$$

Verificação do giro (rotação) da seção em B:

$$\varphi_B = (2,56 \cdot T) \cdot 2 / [76,3E6 \cdot \left(\frac{\pi}{2} \right) 0,05^4] \leq \frac{2^\circ \pi}{180} \rightarrow T \leq 5,11 \text{ kNm} \quad (0,5\text{pto}) \quad (\Sigma 3)$$

$$\mathbf{T_{max} = 5,11 \text{ kNm}}$$

ii) Obter rotação em E: $\varphi_D = 3 \cdot \varphi_B \rightarrow \varphi_E = \varphi_D + \frac{(T)(L3)}{G_{latao} \cdot J_{latao}}$

Latão: $G_{latao} = 250/6,4E-3 = 39,06E3$ MPa

$$\begin{aligned} \varphi_E &= 3 \cdot \varphi_B + \frac{(T)(L3)}{G_{latao} \cdot J_{latao}} = 3 \cdot \frac{2^\circ \pi}{180} + \frac{(5,11)(0,5)}{39,06E6 \cdot \left(\frac{\pi}{2} \right) 0,035^4} = 0,1047 + 0,02775 = 0,1324 = 6^\circ + 1,59^\circ \\ &= 7,59^\circ \end{aligned}$$

$$\mathbf{\varphi_E = 7,59^\circ} \quad (0,5\text{pto}) \quad (\Sigma 3,5)$$