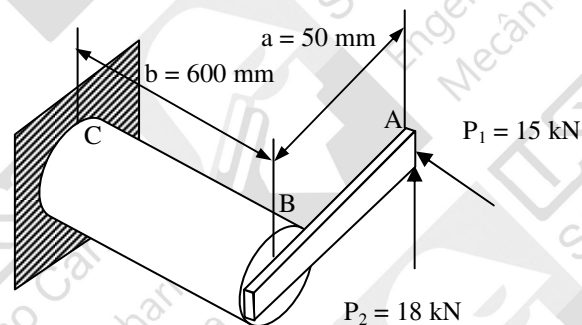


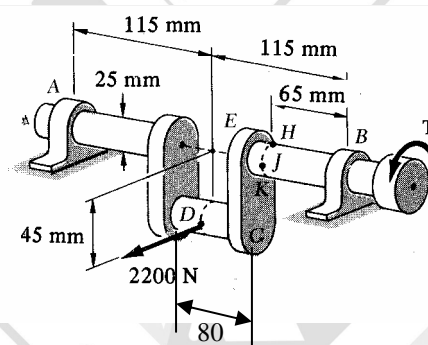
Lista 5

- 1) Comente as possíveis formas construtivas de um eixo.
- 2) Descreva os materiais usados e o processo de fabricação de eixos.
- 3) Cite, comentando, 4 das causas principais de ruptura de eixos.

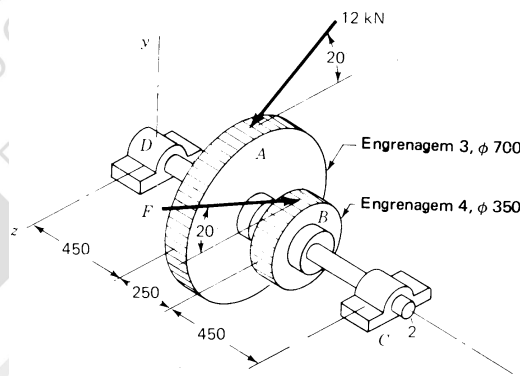
4) [1, pág.300] Duas forças constantes P_1 e P_2 , de intensidades $P_1 = 15$ [kN] e $P_2 = 18$ [kN], são aplicadas na extremidade A da barra AB. Essa barra, por sua vez, é soldada à peça cilíndrica BC. Sabe-se que a distância de A ao eixo do cilindro BC é $a = 50$ [mm] e que o comprimento total do cilindro BC é $b = 600$ [mm]. Determine o diâmetro da peça cilíndrica sabendo-se que a mesma é feita de aço ABNT 1050. Adote os dados que julgar necessários.



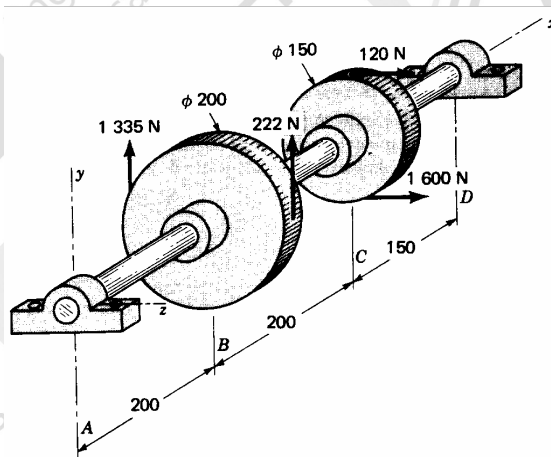
5) [xxxxxxx] Uma força horizontal constante de 2200 [N] está aplicada no ponto D do girabrequim AB. Este por sua vez é equilibrado estaticamente por um momento de torção T e pelas reações de apoio em A e B. Os suportes não exercem nenhum momento sobre o eixo. Determine a tensão normal e a tensão de cisalhamento nos pontos H, J, K e L, que se situam nas extremidades dos diâmetros, vertical e horizontal, da seção a 65 [mm] do apoio B. Se o aço usado for ABNT 8620, o girabrequim suportará a carga do ponto de vista estático na seção examinada?



6) [xxxxxxx] A figura abaixo mostra um eixo no qual estão montadas duas engrenagens cilíndricas de dentes retos com ângulo de pressão de 20° . Deve-se usar um eixo retificado de diâmetro uniforme, feito de aço ABNT 1030 temperado e revenido. Faça o pré-dimensionamento do eixo. Dimensões da figura em [mm]



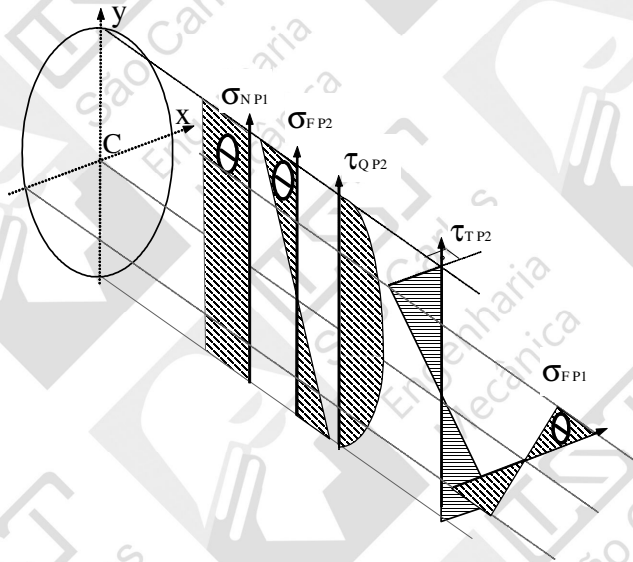
7) [2, pág. 80] A figura ao lado mostra um eixo montado em mancais em A e D, tendo as polias B e C. As forças que atuam nas polias devem-se às correias. Calcule o momento de torção aplicado ao eixo através de cada polia. Faça o pré-dimensionamento usando uma tensão de escoamento de 500 [MPa] (admita material dúctil). Dimensões da figura em [mm].



Resolução da lista 5

Exercício 4)

A secção mais crítica é aquela próxima ao engastamento (C). Os diagramas de tensões nesta secção são mostrados abaixo



a) Cálculo das tensões atuantes

Tensões isoladas

$$\sigma_{N P1} = -\frac{P_1}{S} = -\frac{15000}{\frac{\pi d^2}{4}}$$

$$\tau_{Q P2} = \frac{P_2}{S} = \frac{18000}{\frac{\pi d^2}{4}} \quad \text{valor médio}$$

$$\sigma_{F P1} = \frac{P_1 \cdot a}{W_f} = \frac{15000 \times 0,05}{\frac{\pi d^3}{32}}$$

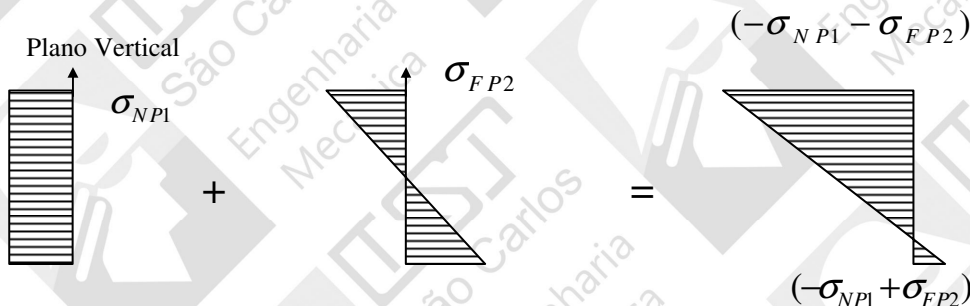
$$\tau_{T P2} = \frac{P_2 \cdot a}{W_t} = \frac{18000 \times 0,05}{\frac{\pi d^3}{16}}$$

$$\sigma_{F P2} = \frac{P_2 \cdot b}{W_f} = \frac{18000 \times 0,6}{\frac{\pi d^3}{32}}$$

Tensões compostas

→ Tensões Normais

Plano Vertical





Obs.: - σ_{\max} não atua no plano horizontal nem no plano vertical. A compressão máxima ocorre aproximadamente no meio do primeiro quadrante e a tração máxima à 180 graus desta.

O valor da tensão normal composta é dado por:

$$\sigma = \frac{P_z}{S} + \frac{M_{fx} \cdot y}{J_x} + \frac{M_{fy} \cdot x}{J_y} = -\frac{P_1}{S} + \frac{M_{FP2} \cdot y}{J_x} + \frac{M_{FP1} \cdot x}{J_y}$$

e o momento resultante:

$$M_r = \sqrt{M_{FP2}^2 + M_{FP1}^2} = \sqrt{(P_2 \cdot b)^2 + (P_1 \cdot a)^2} = 10826 \text{ [Nm]}$$

e as tensões extremas (tração e compressão):

$$\sigma_t = -\frac{P_1}{S} + \frac{M_r}{W_f} \quad \sigma_c = -\frac{P_1}{S} - \frac{M_r}{W_f}$$

→ Tensões Tangenciais

São devidas à torção e cortante e são calculadas usando-se:

$$\tau_{TP2} = \frac{M_t}{W_t} = \frac{P_2 \cdot a}{\pi d^3} \quad \tau_{QP2} = \frac{F}{A} = \frac{P_2}{\pi d^2} \quad \tau_{Qm\acute{a}x} = \frac{4}{3} \tau_{QP2}$$

$$\tau = \tau_{TP2} \oplus \tau_{Qm\acute{a}x}$$

A tensão tangencial resultante é uma composição das tensões tangenciais devida ao momento de torção e devida à cortante

→ Tensão Equivalente

$$\sigma^* = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

b) Cálculo da Tensão Admissível

É dada por:

$$\sigma_{adm} = \frac{TP}{S}$$

Material ABNT 1050 → material frágil → $\sigma_{rt} = 770$ [MPa]

S = a b c d

a = 1,6 a 2,0 → a = 2,0

b = carga constante → b = 1,0

c = carga aplicada gradualmente → c = 1,0

d = material frágil → d = 2,0

Então a tensão admissível será:

$$\sigma_{adm} = \frac{770}{2 \times 1 \times 1 \times 2} = 193 \text{ [MPa]}$$

c) Dimensionamento

No dimensionamento deve-se ter $\sigma^* \leq \sigma_{adm}$. Caso se façam as devidas substituições, tem-se como resultado uma equação complexa em que não é possível isolar-se a variável d (diâmetro). A determinação das coordenadas (x, y) onde ocorre a máxima tensão equivalente também recai neste mesmo caso. Então se deve adotar um valor para o diâmetro e depois verificar se o mesmo é adequado. Existem técnicas para a adoção de um valor inicial para o diâmetro que serão vistas na próxima lista de exercícios.

Adotando-se $d = 80$ [mm] = 0,08 [m] e tendo-se:

$$S = 5,026 \times 10^{-3} \text{ [m}^2\text{]}$$

$$W_f = 5,026 \times 10^{-5} \text{ [m}^3\text{]}$$

$$W_t = 1,005 \times 10^{-4} \text{ [m}^3\text{]}$$

substitui-se nas equações já obtidas:

$$\sigma_c = \frac{-15000}{5,026 \times 10^{-3}} - \frac{10826}{5,026 \times 10^{-5}} = -218,38 \text{ [MPa]}$$

$$\tau = \frac{18000 \times 0,05}{1,005 \times 10^{-4}} + \frac{18000}{5,026 \times 10^{-3}} = 12,54 \text{ [MPa]} \quad (\text{usando } \tau \text{ médio})$$

E finalmente se tem:

$$\sigma^* = \sqrt{218,38^2 + 3 \times 12,54^2} \quad \sigma^* = 219,46 > 193 = \sigma_{adm} \quad !!$$

Portanto a peça não resiste e se deve modificar seu diâmetro. Para se estimar o novo diâmetro usa-se o fato de que a tensão é inversamente proporcional ao módulo de resistência W, o qual depende de d^3 .

$$\frac{d_{novo}^3}{d_{velho}^3} = \frac{\sigma^*}{\sigma_{adm}} \quad \Rightarrow \quad d_{novo} = \sqrt[3]{\frac{219}{193}} \times 80 = 83,4 \text{ [mm]}$$

Usando-se $d = 84$ [mm] tem-se:

$$S = 5,542 \times 10^{-3} \text{ [m}^2\text{]}$$

$$W_f = 5,819 \times 10^{-5} \text{ [m}^3\text{]}$$

$$W_t = 1,164 \times 10^{-4} \text{ [m}^3\text{]}$$

Calcula-se novamente:

Versão não definitiva

Apostila de Elementos de Máquinas – SEM/EESC/USP
Ernesto Massaroppi Junior e João Lirani

$$\sigma_c = 188,75 \text{ [MPa]} \quad \text{e} \quad \tau = 10,98 \text{ [MPa]}$$

Resultando finalmente:

$$\sigma^* = 189,7 < 193 = \sigma_{adm}$$