

ELEMENTOS DE MÁQUINAS (SEM 0241)

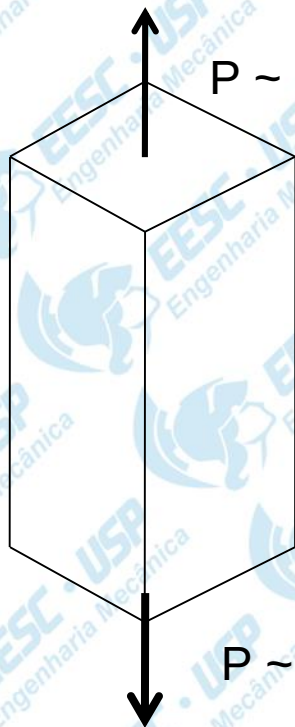
Notas de Aulas v.2020

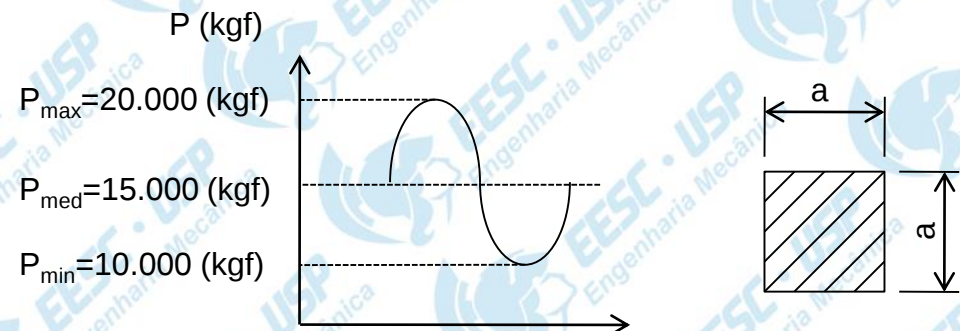
Lista de exercícios – Aula 05

Tensão admissível à fadiga

Professor: Carlos Alberto Fortulan

Ex. 5.1- Uma barra de seção quadrada de aço ABNT 1020 ($\sigma_u=420$ MPa e $\sigma_y=210$ MPa) retificada, com inspeção visual de recebimento deverá suportar uma carga de tração variável entre 20.000kgf e 10.000kgf. Dimensionar a barra partindo de um pré dimensionamento (σ_y). Temperatura 80°C, confiabilidade 99,99%, coeficiente de segurança (dinâmico) 1,2. Assumir demais dados necessários.





a) Pré dimensionamento (estático)

Inicialmente se faz um pré dimensionamento estático

$$\frac{\sigma_{adm}}{\sigma_{max}} \geq N \quad \Rightarrow \quad \frac{\sigma_y}{\frac{P_{max}}{S}} \geq N \quad \Rightarrow \quad \frac{\sigma_y}{\frac{P_{max}}{a^2}} \geq N \quad \Rightarrow \quad a^2 \geq \frac{N \cdot P_{max}}{\sigma_y}$$

$$a \geq \sqrt{\frac{1,2 \cdot 200000}{210 \cdot 10^6}} \rightarrow a \geq 0,00338m \rightarrow a = 34mm$$

a) Determinação do limite à fadiga alternada simétrica

$$S_e = C_{\text{superf}} C_{\text{tamanho}} C_{\text{carreg}} C_{\text{temp}} C_{\text{conf}} C_{\text{entalhe}} S_e'$$

$$C_{\text{superf}} = 0,9 \quad C_{\text{tamanho}} = 1 \text{ (axial pura)}$$

$$C_{\text{carreg}} = 1,0 \text{ (S'e grafico específico para carregamento axial)}$$

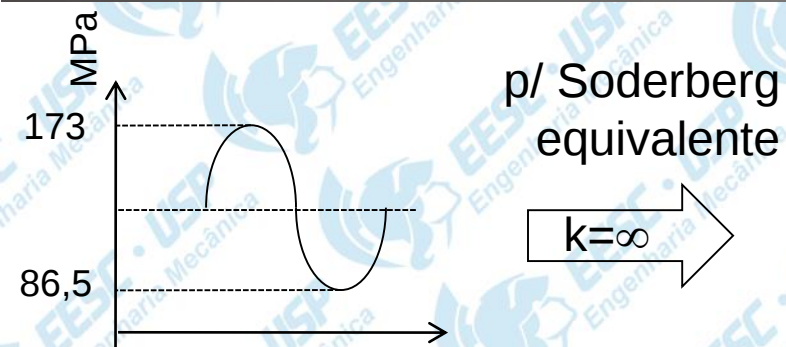
$$C_{\text{temp}} = 1,01 \text{ (80°C)} \quad C_{\text{conf}} = 0,702 \text{ (99,99\%)} \quad C_{\text{entalhe}} = 1 \text{ (não tem entalhe)}$$

$$S_e' = 180 \text{ (fig 2 – aula 5)}$$

$$S_e = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,01 \cdot 0,702 \cdot 1 \cdot 180 = 114,9 \text{ MPa}$$

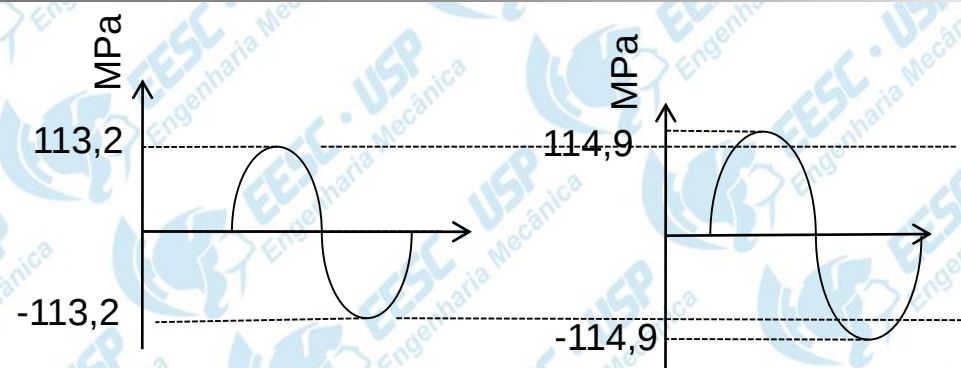
c) Equivalência do estado real para alternada simétrica

$$\text{por Soderberg} \quad \frac{S_a}{S_n} + \frac{S_m}{S_y} = 1 \Rightarrow \frac{50000}{S_n} + \frac{150000}{210 \cdot 10^6} = 1 \Rightarrow S_n = 113,2 \text{ MPa}$$

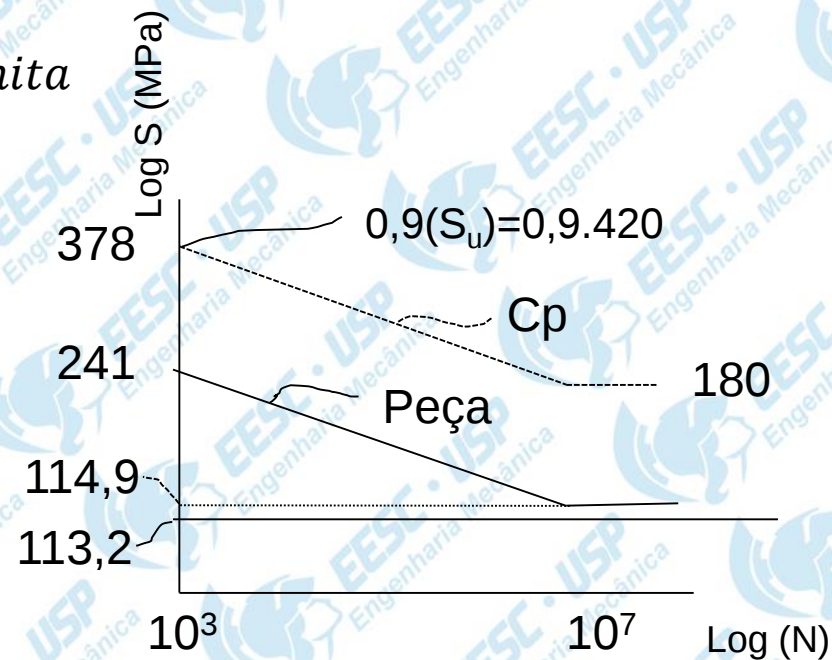


Atuante
 $k=1,33$

$$N_{a=34} = \frac{S_e}{S_n} = \frac{114,9 \cdot 10^6}{113,2 \cdot 10^6} \cdot \frac{P_a}{P_a} = 1,02 \rightarrow \text{vida infinita}$$



Limite
 $k=\infty$



Para vida
Infinita
com $N=1,2$

$$a_{\text{novo}} = a_{\text{velho}} \sqrt{\frac{S_n}{S_e}} = 34 \sqrt{\frac{113,2}{114,9}} = 37 \text{ mm}$$

$$N_{a=35} = \frac{S_e}{S_n} = \frac{114,9}{97,9} = 1,2 \Rightarrow \uparrow$$

$$S_e = 114,9 \text{ MPa}$$

$$S_n = 76,4 \text{ MPa}$$

$$N_{a=37} = 1,5$$

$$a = 35 \text{ mm}$$

c) Cálculo direto da tensão em alternada simétrica

$$N = \frac{S_e}{S_n} \Rightarrow 1,2 = \frac{114,9 \cdot 10^6}{S_n} \Rightarrow S_n = 95,8 \text{ MPa}$$

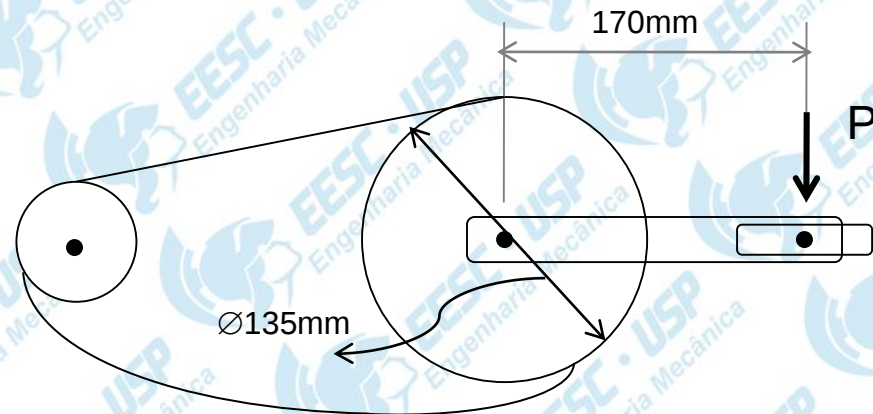
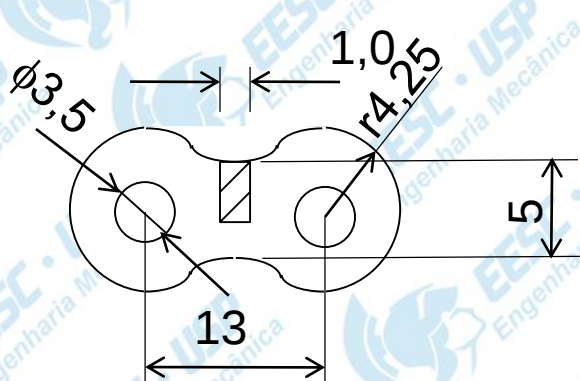
d) Equivalência de alternada simétrica para do estado real

por Soderberg

$$\frac{S_a}{S_n} + \frac{S_m}{S_y} = 1 \Rightarrow \frac{\frac{50000}{a^2}}{95,8 \times 10^6} + \frac{\frac{150000}{a^2}}{210 \cdot 10^6} = 1 \Rightarrow \frac{1}{a^2} (5,22 \cdot 10^{-4} + 7,14 \cdot 10^{-4}) = 1 \Rightarrow a = 35 \text{ mm}$$

Ajustar Se para dimensão 38mm, como para axial pura $C_{\text{tamanho}} = 1$ independente da dimensão, então não há alterações.

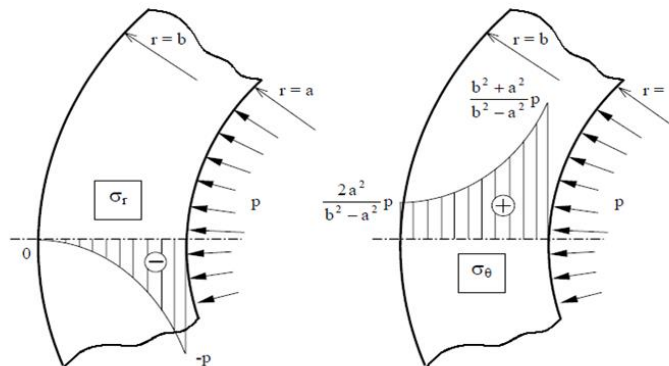
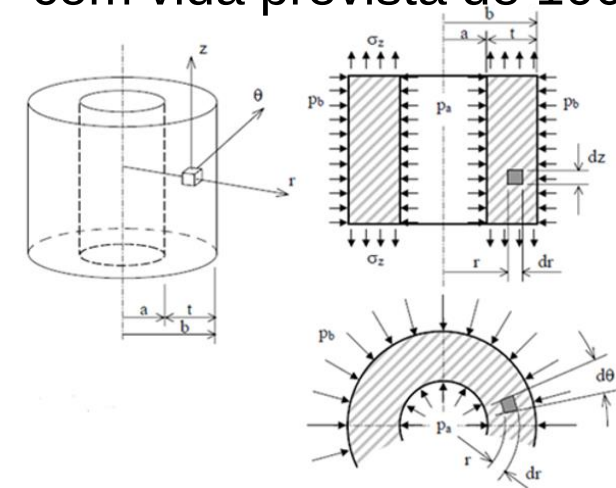
Ex. 5.3- Um ciclista aplica uma força de 700N* no pedal de uma bicicleta. O elo da corrente é produzido por laminação a quente seguido de estampagem e revestimento com níquel (equivalente à retificação comercial) em SAE 1050 ($\sigma_{rt}=725$ MPa, $\sigma_e=415$ MPa). Verificar se haverá vida infinita no elo da corrente com que coef. de segurança ou vida finita com quantos km, Selecione um critério de resistência à fadiga baseado no uso comercial de um bike de alto desempenho (não competição).



*Considere que a cada ciclo a bicicleta percorre 2m

*700N (valor médio) <http://www.thenakedscientists.com/forum/index.php?topic=45944.0>

Ex. 5.4 - Dimensionar a espessura de um vaso de pressão de $\varnothing_i$ 40mm de uma prensa isostática para pressões cíclicas até 210 MPa. Aço AISI 4340 temperado a 845°C em óleo, seguida de duplo revenimento a 425°C com propriedades mínimas de $\sigma_y = 1475$ MPa, $\sigma_u = 1595$ MPa e $K_{IC} = 89$ MPa.m^{1/2}. Acabamento interno usinagem fina. Equipamento de laboratório com vida prevista de 100.000 ciclos. Critério de res. fadiga: Gerber



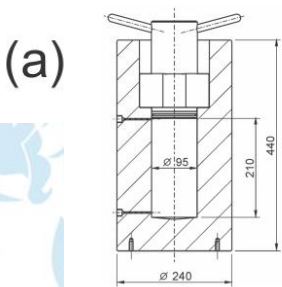
$$\sigma_r = -p_a \frac{a^2}{b^2 - a^2}$$

$$\sigma_z = \frac{b^2 + a^2}{b^2 - a^2} \cdot p_a$$

$$\sigma_\theta = \frac{b^2 + a^2}{b^2 - a^2} \cdot p_a$$

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{(\sigma_r - \sigma_\theta)^2 + (\sigma_\theta - \sigma_z)^2 + (\sigma_r - \sigma_z)^2}{2}}$$

$$N_s = \frac{\sigma_{esc}}{\sigma_{VM}} \geq 2$$



(a)

(b)

Fortulan, et al. Prensa isostática de vasos gêmeos: projeto. Cerâmica, v60, p199-204, 2014.