

ANEXO V

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE	
FICHA DE EXPECTATIVA DE RESPOSTA DA PROVA ESCRITA	
Edital nº:	023/2018 - PROGESP
Carreira:	(X) MAGISTÉRIO SUPERIOR () MAGISTÉRIO EBTT
Unidade Acadêmica:	Departamento de Engenharia Mecânica
Área de Conhecimento:	Tribologia e Elementos de Máquinas

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PARA TODAS AS QUESTÕES DISCURSIVAS

- Clareza e propriedade no uso da linguagem;
- Coerência e coesão textual;
- Domínio dos conteúdos, evidenciando a compreensão dos temas objeto da prova;
- Domínio e precisão no uso de conceitos;
- Coerência no desenvolvimento das ideias e capacidade argumentativa.

QUESTÃO 1: valor (0,00 a 3,00 pts)

QUESTÃO 1) A Fig. 1 mostra um eixo não rotativo, de aço, com tensão última $S_{ut} = 450$ MPa, de seção transversal circular, de diâmetro $d = 40$ mm, e de comprimento $L = 1$ m. O eixo é usinado, e trabalha à temperatura ambiente de 20°C . Considere confiabilidade de 50%. Não há fatores outros que possam afetar a vida à fadiga. Considere, ainda, que não há concentradores de tensão.

O eixo é submetido a momento fletor, no plano vertical, pulsativo, conforme mostrado esquematicamente na Fig.1. Utilizando o critério de Goodman modificado, determine:

- a) O limite de fadiga, S_e ,
- b) O fator de segurança à Fadiga, n .

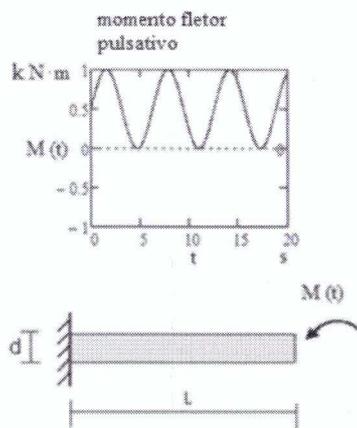


Figura 1

(Valor 3,0 pts).

Ch
Alto
Roberto

- a)
- a.1 $S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e = 4,51(450)^{-0,265} \cdot \left(\frac{0,37 \cdot 40}{7,62}\right)^{-0,107} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (0,5 \cdot 450)$
 $S_e = 0,893 \cdot 0,931 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (225) = 187,1 \text{ MPa}$ 0,15 por fator
- b)
- b.1 $M_{\min} = 0 \text{ Nm}$ $M_{\max} = 1 \cdot 10^3 \text{ Nm}$ $I = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi(0,040)^4}{64} = 1,257 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$ 0,25
- b.2 $\sigma_{x,\min} = \frac{M_{\min}}{I} \cdot \frac{d}{2} = \frac{0}{1,257 \cdot 10^{-7}} \cdot \frac{0,040}{2} = 0 \text{ MPa}$ $\sigma_{x,\max} = \frac{M_{\max}}{I} \cdot \frac{d}{2} = \frac{1 \cdot 10^3}{1,257 \cdot 10^{-7}} \cdot \frac{0,040}{2} = 159,1 \text{ MPa}$ 0,35
- b.3 $\sigma_{x,m} = \left(\frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2}\right) = \frac{79,55 + (0)}{2} = 79,55 \text{ MPa}$ $\sigma_{x,a} = \left|\frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}\right| = \frac{79,6 - (0)}{2} = 79,55 \text{ MPa}$ 0,35
- b.4 $\sigma_m = \sqrt{\sigma_{x,m}^2 + 3 \cdot (\tau_{xy,m})^2} = \sqrt{79,55^2 + 3 \cdot (0)^2} = 79,55 \text{ MPa}$ 0,25
-
- b.5 $\sigma_x = \sqrt{\sigma_{x,m}^2 + 3 \cdot (\tau_{xy,m})^2} = \sqrt{79,55^2 + 3 \cdot (0)^2} = 79,55 \text{ MPa}$ 0,25
- b.6 $n = \left(\frac{\sigma_m}{S_{ut}} + \frac{\sigma_e}{S_e}\right)^{-1} = \left(\frac{79,55}{450} + \frac{79,55}{187,1}\right)^{-1} = 1,66$ 0,5

QUESTÃO 2: valor (0,00 a 3,00 pts)

QUESTÃO 2) A Fig. 2 mostra, esquematicamente, uma configuração de redutor que usa engrenagens cilíndricas de dentes retos normais (engrenagens: 2, 3, 4, 5; eixos: a, b, c). Na entrada do redutor, um motor de 5 kW está ligado ao eixo a, que por sua vez está conectado a engrenagem 2, que gira a 1800 rpm no sentido mostrado na Fig. 2. Utilize módulo, $m = 4 \text{ mm}$ e ângulo de pressão, $\phi = 20^\circ$. Sabendo que $N_2 = 20$ dentes, $N_3 = 40$ dentes, $N_4 = 20$ dentes e $N_5 = 30$ dentes. Supõe-se que as perdas nos engrenamentos sejam desprezíveis. Determine:

- a) Os valores das forças F_{23} (força de ação da engrenagem 2 na engrenagem 3) e F_{54} (força de reação da engrenagem 5 na engrenagem 4).
- b) O valor do torque de saída no eixo c, T_c .

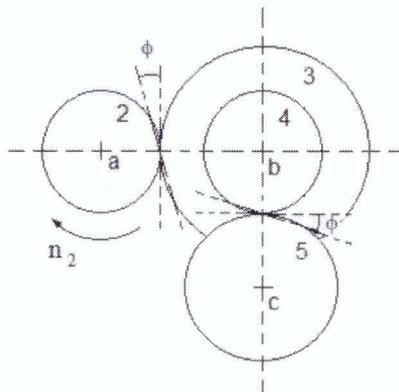
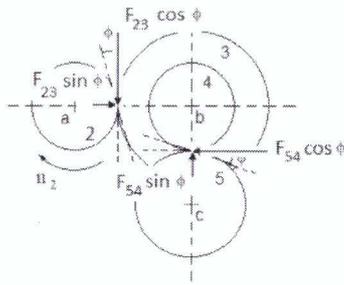


Figura 2

(Valor 3,0 pts.).

CG
 [Assinatura]



a)

$$m = \frac{d}{N} \Rightarrow d_2 = 4 \cdot 20 = 80 \text{ mm}, d_3 = 4 \cdot 40 = 160 \text{ mm}, d_4 = 4 \cdot 20 = 80 \text{ mm}, d_5 = 4 \cdot 30 = 120 \text{ mm}$$

a.1

$$W_{t1} = F_{23} \cdot \cos(20^\circ) \quad \text{e} \quad W_{t1} = \frac{60000 \cdot H}{\pi d_2 n_2}$$

0.5

portanto,

$$a.2 \quad F_{23} = \frac{60000 \cdot 5000}{\cos(20^\circ) \cdot \pi \cdot 80 \cdot 1800} = 705,7 \text{ N} \quad 0.5$$

Por equilibrio:

$$a.3 \quad F_{23} \cdot \cos(20^\circ) \cdot \frac{d_3}{2} = F_{54} \cdot \cos(20^\circ) \cdot \frac{d_4}{2} \quad 1.0$$

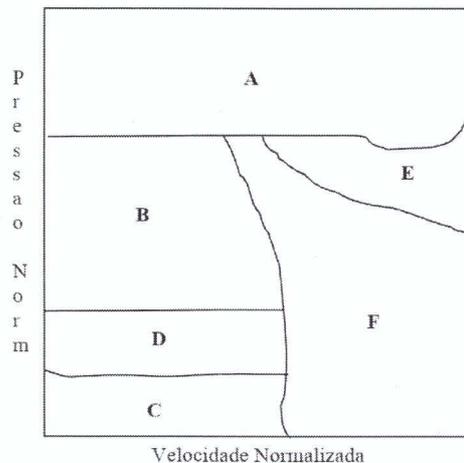
$$F_{54} = \frac{d_3}{d_4} \cdot F_{23} = \frac{160}{80} \cdot 705,7 = 1411,4 \text{ N}$$

b) $T = F_{45} \cdot \cos(20^\circ) \cdot \frac{d_5}{2}$, mas o módulo de F_{45} é igual ao módulo de F_{54} :

$$b.1 \quad T = 1411,4 \cdot 0,9397 \cdot \frac{0,120}{2} = 79,6 \text{ Nm} \quad 1.0$$

QUESTÃO 3: valor (0,00 a 4,00 pts)

QUESTÃO 3) Tem-se na Fig. 3 um mapa genérico de desgaste por deslizamento de dois metais hipotéticos que deslizam um com o outro ao ar. Os eixos coordenados são adimensionais e são representados pela pressão e velocidade normalizadas. Identifique as regiões, apontando onde o desgaste é severo ou moderado, e discorra sobre cada uma destas regiões.



Handwritten signature and initials in blue ink.

(comentário introdutório auxiliar, sem pontuação)

A figura acima representa um mapa de desgaste por deslizamento clássico entre dois metais que deslizam um contra o outro ao ar (isto é, não lubrificado). Os eixos coordenados são adimensionais e representam as duas principais variáveis que influenciam no desgaste por deslizamento entre pares metálicos, quais sejam, pressão oriunda da carga normal e velocidade de deslizamento. Na ordenada, a pressão de contato aplicada é normalizada pela dureza do material e, na abscissa, a velocidade de deslizamento empregada é normalizada pela difusividade do fluxo térmico gerado na interface entre os corpos (metais).

Os modos de desgaste foram determinados de duas maneiras: plotando-se dados experimentais e/ou utilizando-se métodos analíticos para as taxas de desgaste de cada mecanismo.

Como referência arbitrária, neste caso, isto é, da figura acima, adotaram-se letras (A até F), para as diferentes regiões do mapa, visando facilitar a explicação de cada uma delas.

Regiões:

(0,40 pontos pela explicação + 0,27 pontos pela correta indicação do regime de desgaste)

A: caracterizada pela elevada pressão de contato. Acontece o travamento das superfícies. Há um enorme crescimento das junções entre as asperezas, de forma que a área real de contato tende à área aparente. Há um grande dano mecânico. **Severo**;

(0,40 pontos pela explicação + 0,27 pontos pela correta indicação do regime de desgaste)

B: corresponde à grandes cargas e velocidades relativamente baixas. O filme óxido formado, pouco espesso, é penetrado nos pontos de contato. Ocorrem grandes esforços trativos na superfície, gerando partículas metálicas. O desgaste é **severo**;

(0,40 pontos pela explicação + 0,27 pontos pela correta indicação do regime de desgaste)

C: nesta região, as cargas são menores. O filme óxido não é rompido totalmente protegendo, então, o contato. O desgaste é **moderado**, resultando em debris (partículas de desgaste) óxidos;

(0,40 pontos pela explicação + 0,27 pontos pela correta indicação do regime de desgaste)

D: região de **transição** entre o regime moderado (caracterizado em **C**) e o severo (**B**), pois as cargas são intermediárias gerando pressões medianas no contato. Assim, ora o filme óxido está presente (desgaste moderado), ora não está (severo).

(comentário auxiliar, sem pontuação)

Nas regiões **B** e **C** os efeitos térmicos no contato entre os metais são desprezíveis. Já nos regimes **E** e **F** eles passam a ser importantes.

(0,40 pontos pela explicação + 0,27 pontos pela correta indicação do regime de desgaste)

E: em altas pressões e velocidades de deslizamento, a dissipação da energia gerada no atrito é elevada e a condução térmica não consegue remover o calor da interface. Esta região é caracterizada pela fusão localizada. Embora o coeficiente de atrito apresente valores baixos, as forças viscosas da camada fundida continuam a dissipar energia. O desgaste é **severo** e ocorre rapidamente. Este efeito é utilizado no corte de materiais por atrito.

(0,40 pontos pela explicação + 0,27 pontos pela correta indicação do regime de desgaste)

F: ocorre em altas velocidades, porém com baixa pressão de contato. A temperatura sofre uma grande elevação, mas permanece menor que a de fusão. As superfícies sofrem uma rápida oxidação, gerando filmes óxidos espessos e quentes. Este óxido sofre deformação plástica, gerando um desgaste **moderado** através da remoção de suas partículas.

Assinatura dos Membros da
Comissão

1º membro (Presidente):

2º membro:

3º membro:

Polito de Osmar Ruy
Paulo Pedro Keredi
Luís José