

Nome: Bruno Pannain

Assinatura: B.P.

NM7510 - Elementos de Máquinas I

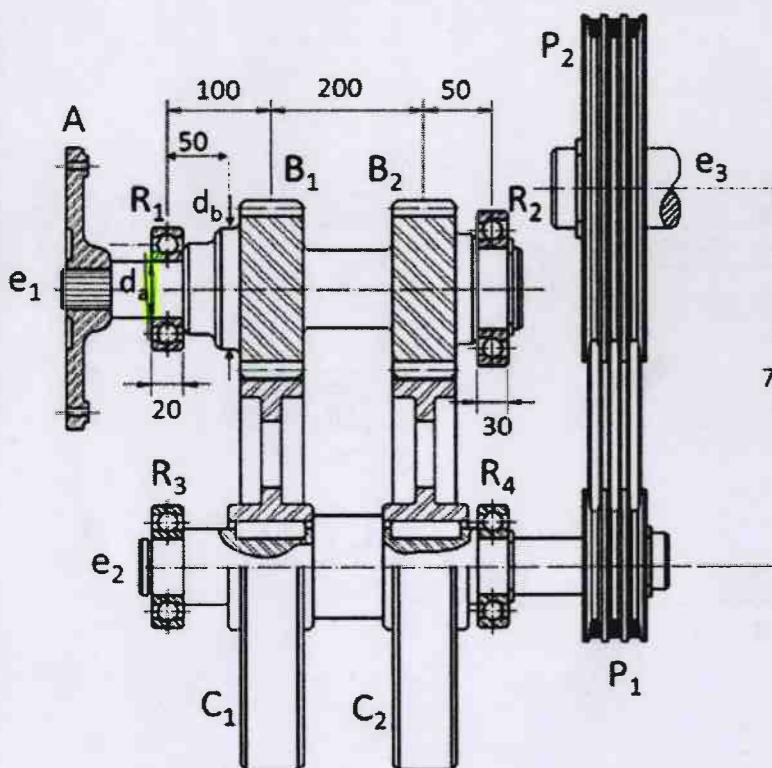
Profs.: William Maluf & Debora Lalo

P3 - 3/dez/2019

Instruções gerais: consulta permitida apenas ao formulário fornecido e autoriza-se o uso de calculadora científica. O tempo de prova é: 80 minutos. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

Nota: 5,0

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos ($e_1 \rightarrow e_3$), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs (B₁; B₂; C₁; C₂) com $m=5\text{ mm}$ e $\alpha=15^\circ$, 2 polias (P₁; P₂) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos (R₁→R₄). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo (Z_B=25 dentes). As ecdrs C têm Z_C=75 dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adoçamento de $r/d=0,05$. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm $S_n=100\text{ MPa}$. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R₁ (forma A); R₂ (forma B); R₃ (forma C); R₄ (forma D). Utilize G=81 GPa e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



- a) Calcule o maior fator de concentração de tensão K_{FF} combinado para a seção indicada "da".
- b) Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R₁) o K_{FF} combinado=2 e nf=π. Considere as reações de apoio no R₁: H=2677,44 N; V=717,55 N. Normalize pela DIN 3.
- c) Calcule o torque na região central do assento do rolamento R₂.
- d) Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C₁. Use RT=4,36x10⁻⁵ rad/mm.
- e) Sabendo que o torque no eixo 3 é 4685,5 Nm, qual a rotação da polia 2?

$$a) K_{FF} = 1 + (K_{FF1} - 1) + (K_{FF2} - 1)$$

$$K_{FF1} = \frac{1,2 + 1,6}{2} \quad \text{gráfico}$$

$$K_{FF2} = 3,5 \quad \left. \begin{array}{l} \text{gráfico} \\ \text{Forma A} \end{array} \right\}$$

$$\text{classe 9.8} \rightarrow \bar{\tau}_r = 100 \cdot 9$$

$$\bar{\tau}_r = 900 \text{ MPa}$$

$$K_{FF1} = 1,4$$

$$K_{FF\text{comb}} = 1 + (1,4 - 1) + (3,5 - 1)$$

$$K_{FF\text{comb}} = 3,9$$

Quadro de respostas para a questão 1

Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a) K _{FF}	3,9	--
1	b) d _{ASME}		mm
1	c) T _{R2}		Nm
1	d) d _{PC1}		mm
1	e) n _{P2}		rpm

Nome: Bruno PannainAssinatura: B.P.

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546 \text{ mm}$; $A_s=157 \text{ mm}^2$). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demonstrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($S_T=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $K_{ap}=0,2$.

a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40 \text{ kN}$. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço " " localizado na célula "R".

b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858 \text{ kN/mm}$; $k_f=2000 \text{ kN/mm}$; $n_p=2,3$; $P_{max}=37 \text{ kN}$.

c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.

$$\text{a)} \sum M_{ap} = 0 \quad 40 \cdot 10^3 \cdot 270 - 2F_{12} \cdot 20 - F_3 \cdot 80 = 0$$

$$F_3 = \frac{10,8 \cdot 10^6 - 40F_{12}}{80}$$

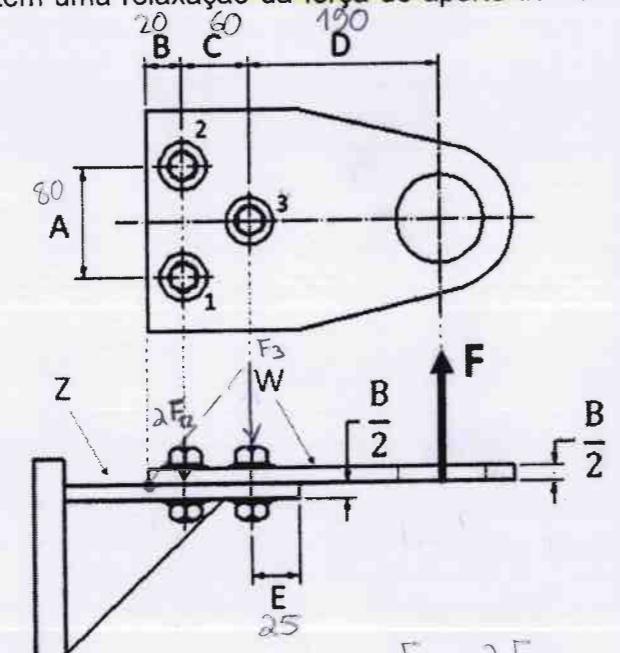
$$F_3 = \frac{10,8 \cdot 10^6 - 40 \cdot \left(\frac{F_3 \cdot 20}{80 \cdot 2} \right)}{80} \rightarrow F_3 = 127058,8 \text{ N}$$

$$C = \frac{k_p}{k_p + k_f} = \frac{858}{858 + 2000}$$

$$C = 0,3$$

$$\text{b)} A_s > n_p \cdot (1-C) P_{max} \sqrt{1+48 \cdot k_{ap}^2}$$

$$0,95 \cdot (1-2 \cdot S_T) \cdot \bar{\sigma}_e$$



$$F_3 = \frac{2F_{12}}{80 \cdot 20}$$

$$F_{12} = \frac{F_3 \cdot 20}{80 \cdot 2}$$

$$157 \geq \frac{2,3 \cdot (1-0,3) \cdot 37000 \cdot \sqrt{1+48 \cdot 0,2^2}}{0,95 \cdot (1-2 \cdot 0,05) \cdot \bar{\sigma}_e} \rightarrow \bar{\sigma}_e \geq 758,32 \text{ MPa}$$

∴ Classe 10.9

$$\left. \begin{array}{l} \text{Classe 10.9} \\ M16 \times 2 \text{ rosca} \\ \text{normal} \end{array} \right\} F_{ens} = 130 \text{ kN}$$

$$\bar{\sigma}_e = 10 \cdot 10 \cdot 9 = 900 \text{ MPa}$$

$$\text{c)} \text{ Relaxação} = 1 - R = 1 - 0,05 = 0,95$$

$$\text{d)} \text{ Classe 8.8 } \quad T_{ap} = F_{ap} \cdot d \cdot K_{ap}$$

$$T_{ap} = \frac{T_{ap}}{d \cdot K_{ap}} = \frac{T_{ap}}{16 \cdot 0,2} = \frac{T_{ap}}{3,2}$$

$$\bar{\sigma}_e = 8 \cdot 8 \cdot 10 = 640 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\left(\frac{T_{ap}}{A_s}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{0,5 T_{ap}}{0,2 \cdot d_3^3}\right)^2} \leq \frac{\bar{\sigma}_e}{n_p}$$

$$\sqrt{\left(\frac{T_{ap}}{157}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{0,5 T_{ap}}{0,2 \cdot 13,546^3}\right)^2} \leq \frac{640}{1}$$

$$T_{ap} \leq 242 \text{ Nm}$$

e) Seria 0%, pois o esforço no parafuso é axial

Logo não há influência.

Quadro de respostas para a questão 2			
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a)	R ₃	127,1
1	b)	F _{ens}	130
1	c)	Relaxação	0,95
1	d)	T _{ap}	242
1	e)	Aumento ou redução	0 %

Nº FEI (RA)

Nº Sequencial Pacote

Nome: JINÍCIUS MASCARINI GALINDO

Assinatura: 

NM7510 - Elementos de Máquinas

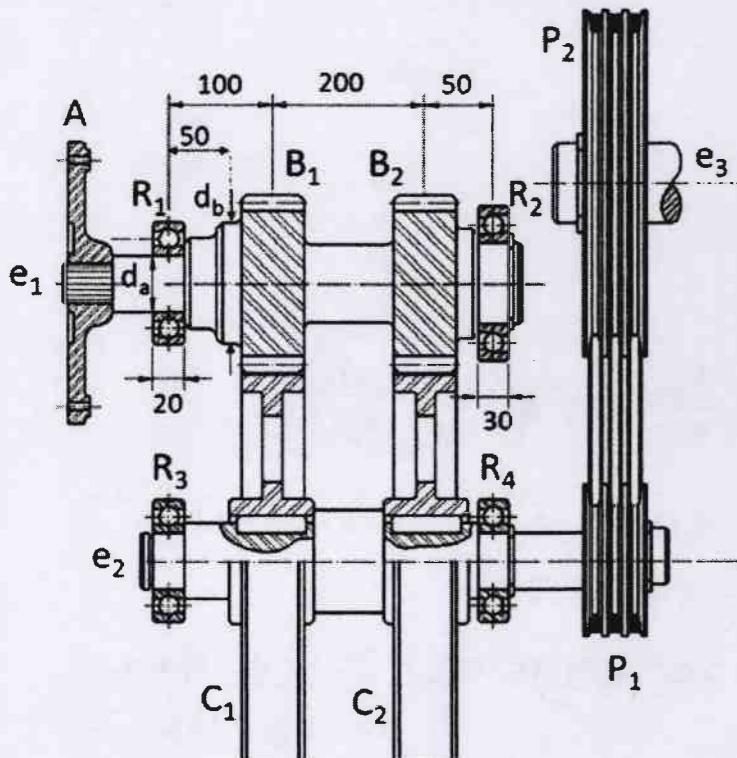
Profs.: William Maluf & Debora Lala

P3 - 3/dez/2019

Instruções gerais: consulta permitida apenas ao **formulário** fornecido e autoriza-se o uso de **calculadora científica**. O tempo de prova é: **80 minutos**. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

ota:

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos ($e1 \rightarrow e3$), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs (B₁; B₂; C₁; C₂) com $m=5\text{ mm}$ e $\alpha=15^\circ$, 2 polias (P₁; P₂) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos (R₁→R₄). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo ($Z_B=25$ dentes). As ecdrs C têm $Z_C=75$ dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adoçamento de $r/d=0.05$. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm $S_n=100\text{ MPa}$. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R₁ (forma A); R₂ (forma B); R₃ (forma C); R₄ (forma D). Utilize $G=81\text{ GPa}$ e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



$$\sigma_e = +20 \text{ MPa}$$

$$\sigma_r = 900 \text{ MPa}$$

- a) Calcule o maior fator de concentração de tensão K_{FF} combinado para a seção indicada "da".

b) Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R₁) o K_{FF} combinado=2 e nf=π. Considere as reações de apoio no R₁: H=2677,44 N; V=717,55 N. Normalize pela DIN 3.

c) Calcule o torque na região central do assento do rolamento R₂.

d) Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C₁. Use R_T=4,36x10⁻⁵ rad/mm.

e) Sabendo que o torque no eixo 3 é 4685,5 Nm, qual a rotação da polia 2?

$$t = \frac{P}{n} \cdot \frac{60}{2\pi}$$

$$T = \frac{50.736}{900} \cdot \frac{60}{21}$$

$$T = 30046 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$K_{FF} = 1 + (K_{FF_{670}} - 1) + (K_{FF_{EIK}} - 1)$$

$$K_{FF} = 1 + (2,2-1) + (3,5-1) = 4,7$$

$$b) d = \left(\frac{32\pi}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{(2.188536)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{1.389516^2}{720} \right)^2}{100}} \right)$$

$$d = 44,8 \text{ mm}$$

$$c) T_{B1} = 30046 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$N_H = 2677, \text{里} = 133872 \text{ Nm}$$

$$M_v = 717,55 \cdot 50 = 35877,5 N_m$$

$$M = \sqrt{133872^2 + 35877.5^2}$$

$$M = 138596,2 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$d = \left(\frac{32 \cdot 117138 \cdot 10^9}{7 \cdot 436 \cdot 10^{-5} \cdot 81 \cdot 10^3} \right)^{1/4}$$

$$d = 42.9 \text{ mm}$$

$$e) P_{\text{ot}} = T \cdot n \frac{2\pi}{65}$$

$$50.736 = 4685,5 \cdot n \cdot \frac{2\pi}{60}$$

$n = 75,3 \text{ rpm}$

Quadro de respostas para a questão 1				
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade	
1	a) K_{FF}	4,7	---	
1	b) d_{ASME}	44,8	mm	
1	c) T_{R2}	390,46	Nm	
1	d) d_{PPC1}	42,9	mm	
1	e) n_{P2}	75,3	rpm	

1 2 1 1 2 5 9 7 . 5

0 0 2

A

Nome: Víncius MASCALINI GALINDO

Assinatura:

Víncius MGalindo

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $A_s=157$ mm 2). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demonstrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($S_T=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $K_{ap}=0,2$.

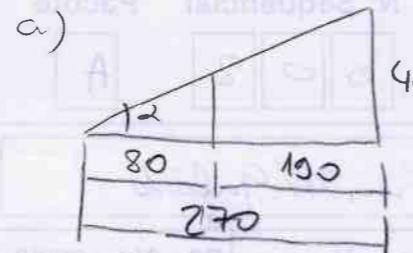
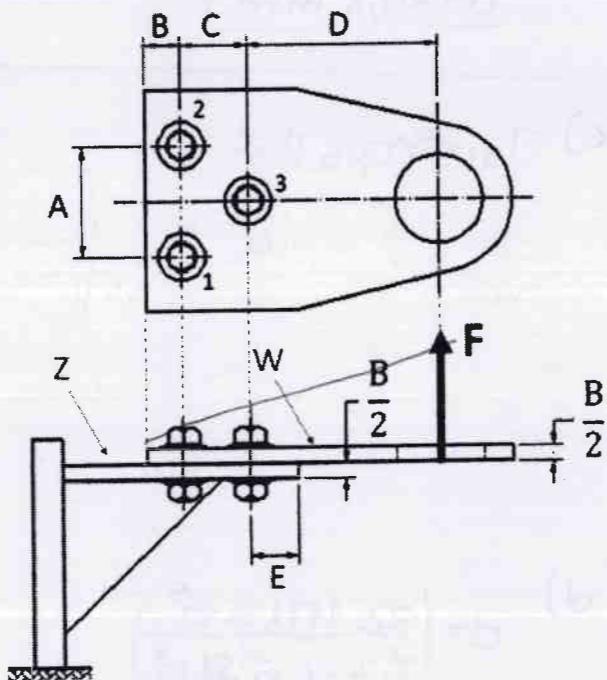
a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço "___" localizado na célula "R___".

b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_f=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.



$$\tan \alpha = \frac{R}{80} = \frac{40}{270} \Rightarrow R = 11,85 \text{ kN}$$

$$C = \frac{858}{858 + 2000} = 0,3$$

$$b) 157 \geq \frac{2,3 \cdot (1-0,3) \cdot 37 \cdot 10^3 \sqrt{1+48 \cdot 0,2^2}}{(0,95 \cdot (1-2 \cdot 0,05) \cdot F_e)}$$

$$\sigma_e \geq 758,3$$

$$F_{ens} = 130 \text{ kN} \quad (16 \times 2 \text{ CLASSE } 10,9) \quad F_e = 300 \text{ MPa}$$

$$d) \sigma_e = 640 \text{ MPa} \quad 640^2 = \left(\frac{F_{ap}}{157} \right)^2 + 3 \cdot \frac{0,5 \cdot 16 \cdot 0,2 F_{ap}^2}{0,2 \cdot (1346)}^2$$

$$409600 = 4,0569 \cdot 10^{-5} F_{ap}^2 + 3 \cdot (1,0359 \cdot F_{ap})^2$$

$$F_{ap} = 75610,9 \text{ N}$$

$$T_{ap} = 75610,9 \cdot 16 \cdot 0,2 = 241955 \text{ N} \cdot \text{mm} \\ = 242,0 \text{ N} \cdot \text{m}$$

e) NÃO INFLUENCIARIA

Quadro de respostas para a questão 2

Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a) R3	11,85	kN
1	b) Fens	130	kN
1	c) Relaxação		--
1	d) Tap	242,0	Nm
1	e) Aumento ou redução	0,0	%

Nome: Dennis Mazzanti Ando

Assinatura:

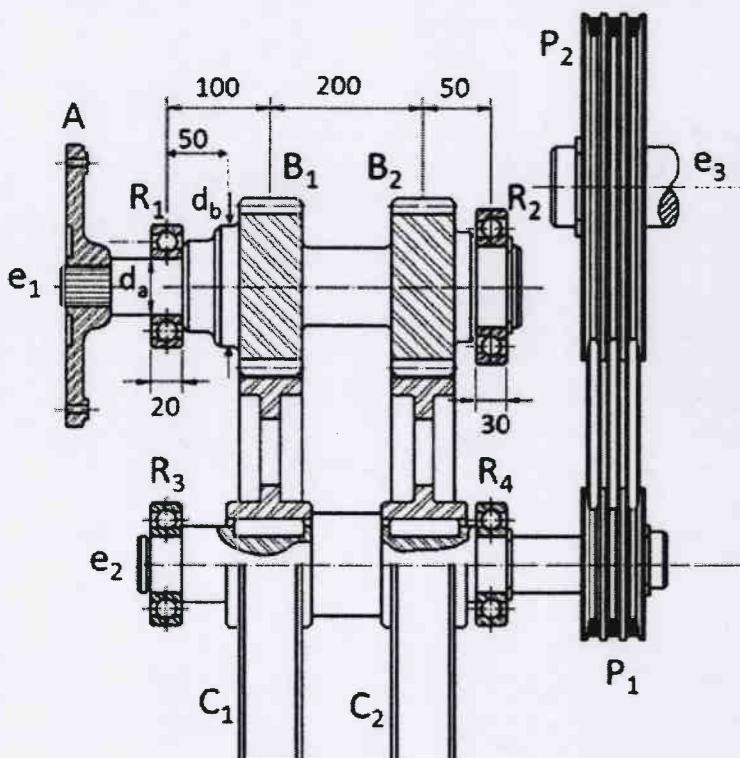
NM7510 - Elementos de Máquinas

Profs.: William Maluf & Debora Lalo

P3 - 3/dez/2019

Instruções gerais: consulta permitida apenas ao **formulário** fornecido e autoriza-se o uso de **calculadora científica**. O tempo de prova é: **80 minutos**. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos ($e1 \rightarrow e3$), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs (B₁; B₂; C₁; C₂) com $m=5\text{ mm}$ e $\alpha=15^\circ$, 2 polias (P₁; P₂) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos (R₁->R₄). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo ($Z_B=25$ dentes). As ecdrs C têm $Z_C=75$ dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adoçamento de $r/d=0,05$. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm $S_{th}=100\text{ MPa}$. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R₁ (forma A); R₂ (forma B); R₃ (forma C); R₄ (forma D). Utilize $G=81\text{ GPa}$ e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



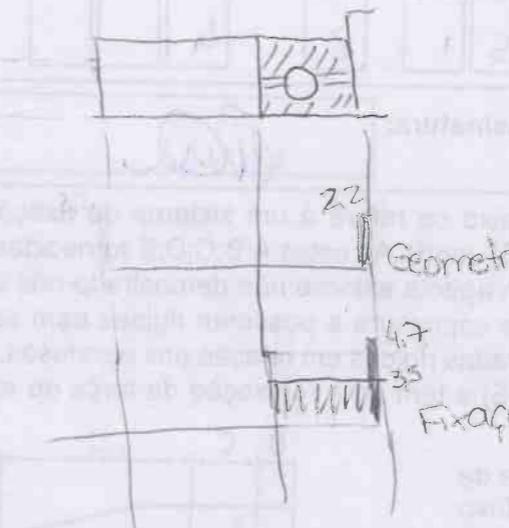
- a) Calcule o maior fator de concentração de tensão K_{FF} combinado para a seção indicada "da".

b) Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R₁) o K_{FF} combinado=2 e nf=π. Considere as reações de apoio no R₁: H=2677,44 N; V=717,55 N. Normalize pela DIN 3.

c) Calcule o torque na região central do assento do rolamento R₂.

d) Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C₁. Use RT=4,36x10⁻⁵ rad/mm.

e) Sabendo que o torque no eixo 3 é 4685,5 Nm, qual a rotação da polia 2?



$$c) 50.736 = T. \underline{2} \underline{1}. 900$$

$$50.736 = T \cdot \underline{2\pi} \cdot 900$$

60

b)

$T_1 = 390,46 \text{ Nm}$

$$M_H = 2677,44,50 = 133872 \text{ Nmm}$$

$$d^3 = \frac{32 \pi}{720} \cdot \sqrt{\left(\frac{2 \cdot 138596,20}{100}\right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{1 \cdot 390,46 \times 10^3}{720}\right)^2} = 44,8 \rightarrow d_{DNB} = 45 \text{ mm}$$

$$d_{PP} = \sqrt{\frac{32 \cdot 1171,26 \cdot 10^3}{\pi \cdot 4,26 \cdot 10^5 \cdot 81 \cdot 10^3}} = 42,9 \text{ mm}$$

$$e) \quad 50.736 = 4685,5 \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot n$$

$$n = 75 \text{ rpm}$$

Quadro de respostas para a questão 1				
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade	
1	a) K_{FF}	69	---	
1	b) dASME	45	mm	
1	c) T_{R2}	390,46	Nm	
1	d) dPPC1	42,9 mm	mm	
1	e) nP2	75	rpm	

Nome:

Dennis Massaiti Andrade

Assinatura:

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $A_s=157$ mm 2). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demonstrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($S_t=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $K_{ap}=0,2$.

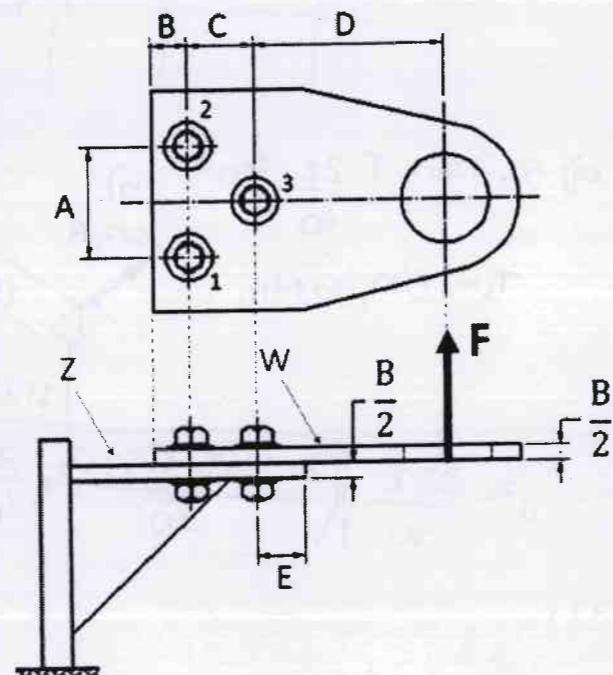
a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço "R" localizado na célula "R".

b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_j=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.



$$b) C = \frac{k_p}{k_p + k_j} \rightarrow C = \frac{858}{858 + 2000} \rightarrow C = 0,3$$

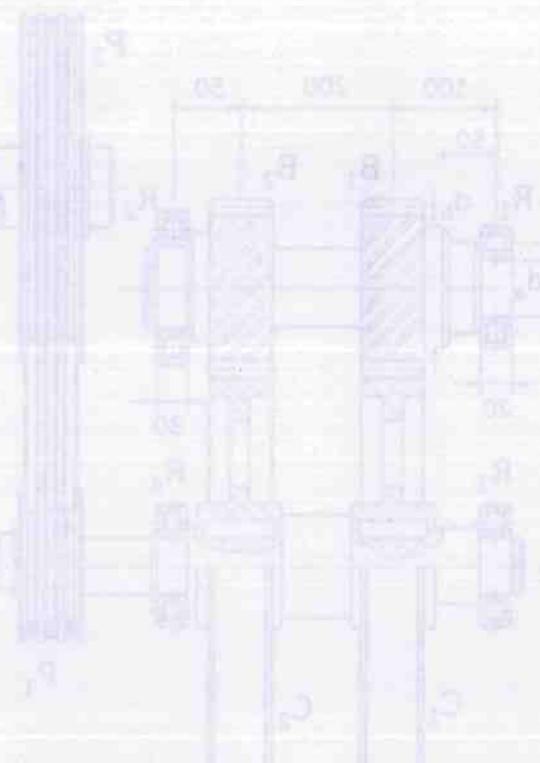
$$157 \rightarrow 2,3(1-0,3) \cdot 37 \times 10^3 \cdot \sqrt{1+48 \cdot 0,72}$$

$$0,95(1-2 \cdot 0,05) \cdot F_{ens}$$

$$d) T_{ap} = F_{ap} \cdot d \cdot K_{ap}$$

$$T_{ap} = 100400 \cdot 13,546 \times 10^{-3} \cdot 0,2$$

$$T_{ap} = 737,5 \text{ Nm}$$



Quadro de respostas para a questão 2			
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a)	R	kN
1	b)	F_{ens}	kN
1	c)	Relaxação	Fens
1	d)	T_{ap}	Nm
1	e)	Aumento ou redução	%

Nome: Vinius Moreira Monteiro

Assinatura: Vinius Monteiro

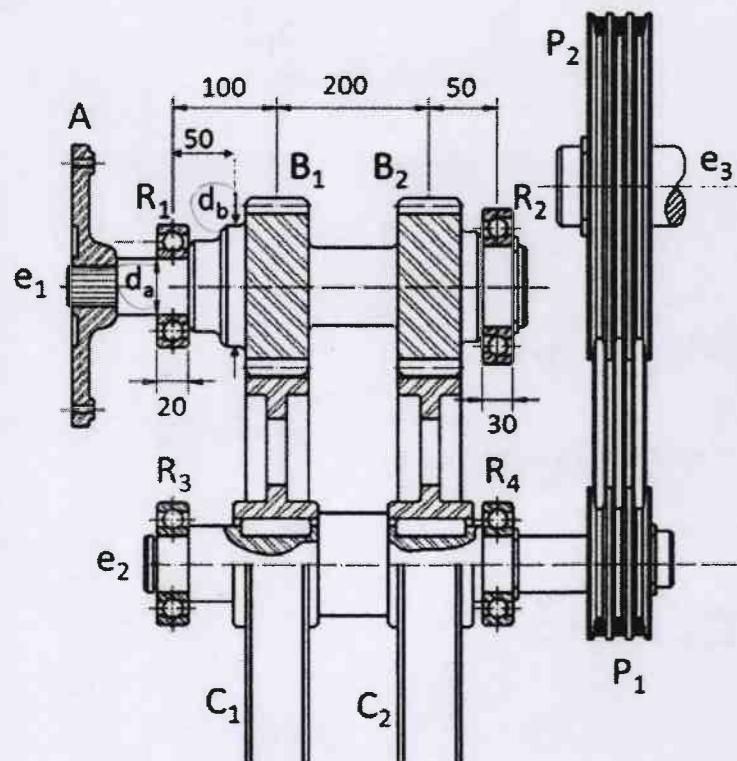
NM7510 - Elementos de Máquinas I

Profs.: William Maluf & Debora Lalo

P3 - 3/dez/2019

Instruções gerais: consulta permitida apenas ao formulário fornecido e autoriza-se o uso de calculadora científica. O tempo de prova é: 80 minutos. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos (e1->e3), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs (B₁; B₂; C₁; C₂) com m=5 mm e $\alpha=15^\circ$, 2 polias (P₁; P₂) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos (R₁->R₄). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo (Z_B=25 dentes). As ecdrs C têm Z_C=75 dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adoçamento de r/d=0,05. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm S_n=100 MPa. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R₁ (forma A); R₂ (forma B); R₃ (forma C); R₄ (forma D). Utilize G=81 GPa e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



- a) Calcule o maior fator de concentração de tensão K_{FF} combinado para a seção indicada "da".
- b) Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R₁) o K_{FF} combinado=2 e nf=π. Considere as reações de apoio no R₁: H=2677,44 N; V=717,55 N. Normalize pela DIN 3.
- c) Calcule o torque na região central do assento do rolamento R₂.
- d) Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C₁. Use RT=4,36x10⁻⁵ rad/mm.
- e) Sabendo que o torque no eixo 3 é 4685,5 Nm, qual a rotação da polia 2?

$$\Rightarrow K_{FF_T} = 1 + (K_{FF_{R1}} - 1) + (K_{FF_{R2}} - 1); \quad K_{FF_{R1}} \text{ p/ } \sigma_c = 900 \text{ MPa e forma A: } K_{FF_{R1}} = 3,15$$

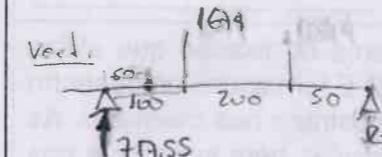
$$K_{FF_{R2}} \text{ p/ } \frac{\sigma}{d} = 0,05 \text{ e } \sigma_c = 100 \text{ MPa} \quad \left\{ \begin{array}{l} 200 \quad 3,9 \\ 400 \quad 3,45 \\ 600 \quad 3,15 \end{array} \right. \quad K_{FF_{R2}} = 3,45$$

$$\therefore K_{FF_T} = 1 + (3,15 - 1) + (3,45 - 1) \Rightarrow K_{FF_T} = 5,95$$

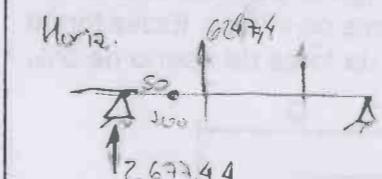
$$\text{b) ASME: } d \geq \frac{32 \cdot \eta f}{\pi} \sqrt{\left(\frac{K_{FF} \cdot M}{S_n}\right)^2 + \frac{3}{4} \cdot \left(\frac{K_{FF} \cdot T}{S_e}\right)^2}; \quad K_{FF} = 3,16 \quad S_e = 100 \text{ MPa} \quad S_n = 100 \text{ MPa} \quad K_{FF} = 3,45 \quad \eta f = \pi$$

$$\rightarrow \text{Esforsos: } T_1 = \frac{50 \times 730}{2\pi \cdot \frac{900}{60}} \Rightarrow T_1 = 390,46 \text{ N.m}$$

$$F_t = 2 \cdot 390,46 \Rightarrow F_t = 6247,4 \text{ N} \Rightarrow F_r = 6247,4 \times \tan(15^\circ) \Rightarrow F_r = 1674 \text{ N}$$



$$M_V = 717,55 \times 50 \Rightarrow M_V = 35,9 \text{ N.m}$$



$$M_H = 2677,44 \times 50 \times 50^3 \Rightarrow M_H = 133,9 \text{ N.m}$$

$$M = \sqrt{35,9^2 + 133,9^2} \Rightarrow M = 138,6 \text{ N.m}$$

$$d^3 = \frac{32 \pi \times \sqrt{\left(\frac{3,45 \times 138,6 \times 10^3}{100}\right)^2 + \frac{3}{4} \cdot \left(\frac{1,6 \times 390,46 \times 10^3}{720}\right)^2}}{\pi} \Rightarrow d =$$

$$d = 53,7 \text{ mm}$$

$$\text{d) } d_{pp} = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot T^4}{\pi \cdot D_1 \cdot G}} \quad ; \quad T_{C_1} \Rightarrow \frac{T_1}{T_{C_1}} = \frac{Z_{B_1}}{Z_{C_1}} \Rightarrow \frac{340,46}{T_{C_1}} = \frac{25}{75} \Rightarrow T_{C_1} = 1171,4 \text{ N.m}$$

$$d_{pp} = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 1171,4 \times 10^3}{\pi \cdot 1,36 \times 10^5 \times 8160}} \Rightarrow d_{pp} = 26,76 \text{ mm}$$

e) São perdas no sistema. Ponto: P₂ e e₃ = 50 CV e T_{e3} = 4685,5 Nm

$$T_{e3} = \frac{P_{e3}}{\eta_{e3}} \Rightarrow 4685,5 = \frac{50 \times 730}{2\pi \cdot \frac{V_{e3}}{60}} \Rightarrow \eta_{e3} = 75 \text{ rpm}$$

$$\eta_{e3} = \eta_{P_2} = 75 \text{ rpm}$$

Quadro de respostas para a questão 1			
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a) K _{FF}	5,95	---
1	b) dASME	53,7	mm
1	c) TR ₂	390,46	Nm
1	d) d _{PPC1}	26,76	mm
1	e) η _{P2}	75	rpm

Nome: Vinicius Moreira MonteiroAssinatura: Vinicius Monteiro

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $As=157$ mm 2). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demonstrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($St=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $Kap=0,2$.

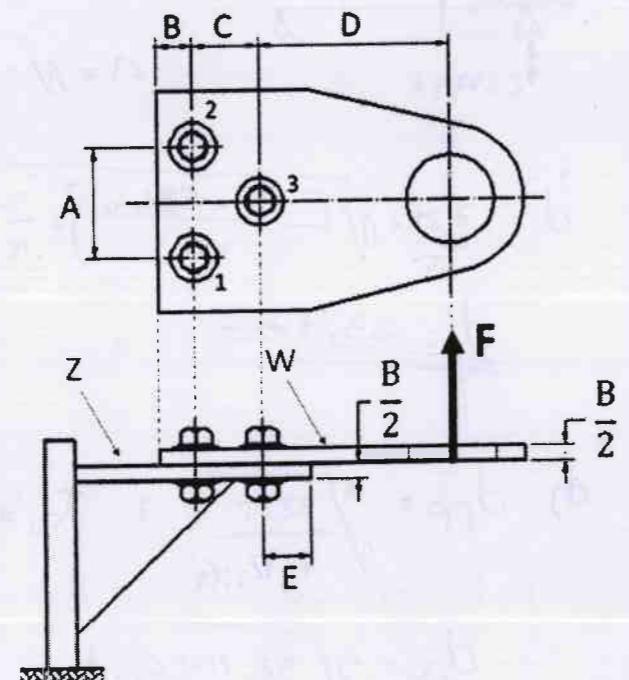
a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço " " localizado na célula "R".

b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_j=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.



$$\text{c)} \ Kap = 0,2$$

L e) Não muda a força resultante no parafuso mais solicitado.

$$\text{b)} As \geq n_p(1-C) \cdot P_{max} \sqrt{1 + 48k_p^2} \\ 0,95(1-25) \cdot 0,5$$

Professor

Nº da folha de
terminar II!

$$\text{d)} T_{ap} = F_{ap} \cdot d \cdot \left[\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) + 0,625\mu_e \right] = F_{ap} \cdot d \cdot K_{ap}$$

$$\hookrightarrow F_{ap} \text{ p/ 8.8 e } d=16 \Rightarrow F_{ap} = 91 \text{ N} \\ (\text{Normal})$$

$$T_{ap} = 91 \cdot 16 \cdot 0,2 \Rightarrow T_{ap} = 291,2 \text{ Nm}$$

Quadro de respostas para a questão 2

Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a)	R 3	
1	b)	F_{ens}	KN
1	c)	Relaxação	0,2
1	d)	T_{ap}	291,2 Nm
1	e)	Aumento ou redução	0 %

Nº FEI (RA)

1 2 . 1 1 4 . 0 7 4 . 3

Nº Sequencial

8

Pacote

A

Nome: *José Thales Magalhães Neto*Assinatura: *José Thales Magalhães*

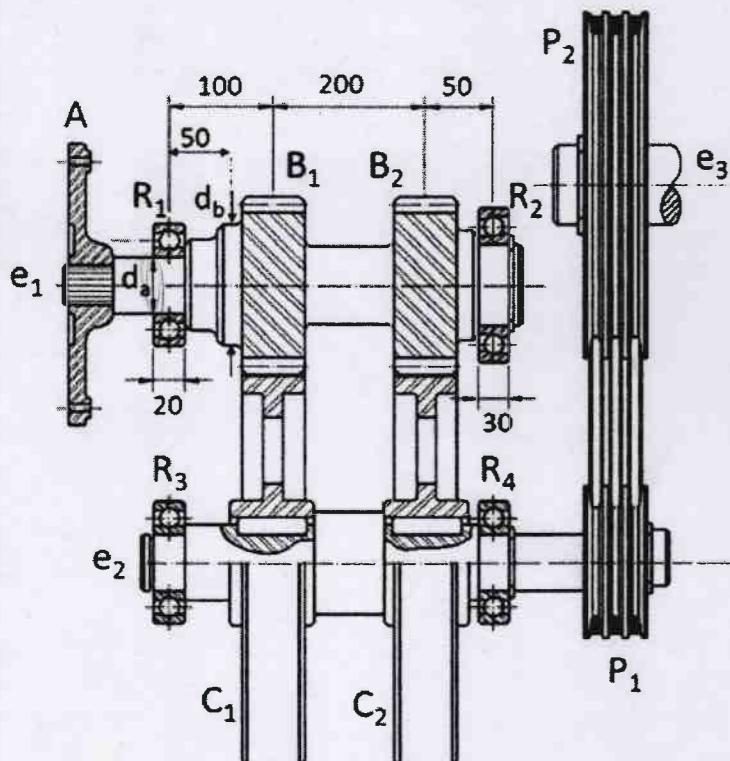
NM7510 - Elementos de Máquinas I

Profs.: William Maluf & Debora Lalo

P3 - 3/dez/2019

Instruções gerais: consulta permitida apenas ao formulário fornecido e autoriza-se o uso de calculadora científica. O tempo de prova é: 80 minutos. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos ($e_1 \rightarrow e_3$), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs (B_1 ; B_2 ; C_1 ; C_2) com $m=5$ mm e $\alpha=15^\circ$, 2 polias (P_1 ; P_2) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos ($R_1 \rightarrow R_4$). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo ($Z_B=25$ dentes). As ecdrs C têm $Z_C=75$ dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adoçamento de $r/d=0,05$. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm $S_n=100$ MPa. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R_1 (forma A); R_2 (forma B); R_3 (forma C); R_4 (forma D). Utilize $G=81$ GPa e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



a) R_3 Forma A 800 MPa $K_{FF} = 3,5$

$$K_{FF} = 1.2 \alpha 1,6$$

$$K_{FF} = 4,1$$

- a) Calcule o maior fator de concentração de tensão K_{FF} combinado para a seção indicada "da".
- b) Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R_1) o K_{FF} combinado=2 e $nf=\pi$. Considere as reações de apoio no R_1 : $H=2677,44 \text{ N}$; $V=717,55 \text{ N}$. Normalize pela DIN 3.
- c) Calcule o torque na região central do assento do rolamento R_2 .
- d) Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C_1 . Use $RT=4,36 \times 10^{-5} \text{ rad/mm}$.
- e) Sabendo que o torque no eixo 3 é $4685,5 \text{ Nm}$, qual a rotação da polia 2?

5) ASME $k_{ff} = 2 \text{ nf} \cdot \pi$

$$d^3 \geq 32 \left[\left(2 m_o \right)^2 + \frac{3}{4} \left(K_{ff} T_c \right)^2 \right] \left[\left(k_{ff} M_m \right)^2 + \frac{3}{4} \left(K_{ff} T_m \right)^2 \right]$$

$$d^3 \geq 32 [3427,33] \quad d \geq 47,87 \text{ mm}$$

$$DIN 3 \quad d = 48 \text{ mm}$$

$$V = 717,55 \text{ N}$$

$$M = 2677,44 \text{ Nm}$$

$$M_a = 3685,75 \text{ Nm}$$

$$d^3 \geq 32$$

$$\Delta_{cv} = 736 \text{ W}$$

$$50 \text{ cv} = 36800 \text{ W}$$

$$n = 300 \text{ rpm}$$

$$P = T \omega$$

$$36800 = T \frac{300 \cdot 2\pi}{60}$$

$$T = 390,46 \text{ Nm}$$

$$Z_B = 25$$

$$Z_C = 75$$

$$P_1 = T_1$$

$$n_2 = 300 \text{ rpm}$$

$$c) T_2 = 4685,5 \quad T_2 = 1177,38$$

$$= 300 \times \frac{T_2}{T_3} = 75 \text{ RPM}$$

$$n_{P_2} = 75 \text{ rpm}$$

Quadro de respostas para a questão 1			
Valor (Pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a) K_{FF}	4,1	---
1	b) d_{ASME}	48	mm
1	c) T_{R2}	390,46	Nm
1	d) D_{PC1}		mm
1	e) n_{P2}	75	rpm

1 2 . 1 1 4 . 0 7 4 . 3

8 A

Nome: *José Thales Magalhães Neto*Assinatura: *José Thales Magalhães*

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $As=157$ mm 2). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demonstrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($St=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $Kap=0,2$.

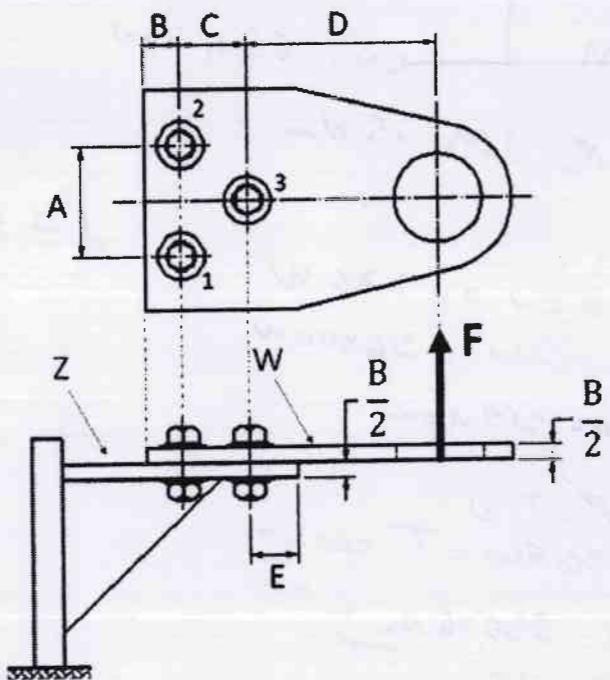
a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço " _____ " localizado na célula "R _____".

b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_j=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.



0% para não alterar a posição do CG.

$$\text{As} = \frac{F_p(1-C)}{P_{max}} \sqrt{1+48K_p^2}$$

$$0,85(1-2,5T)^{0,2}$$

$$157 \geq 2,3(1-C) 6 \geq 225,62$$

$$1-C = 262,76 \text{ MPa}$$

$$0,85^{0,2}$$

$$C = \frac{1-C}{K_p + K_j} = 0,3$$

Quadro de respostas para a questão 2				
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade	
1	a)	R 3	kN	
1	b)	Fens	40 2	kN
1	c)	Relaxação	0,3	---
1	d)	Tap		Nm
1	e)	Aumento ou redução	0	%

Nome: Vitor Niijyama

Assinatura: Vitor Niijyama

NM7510 - Elementos de Máquinas I

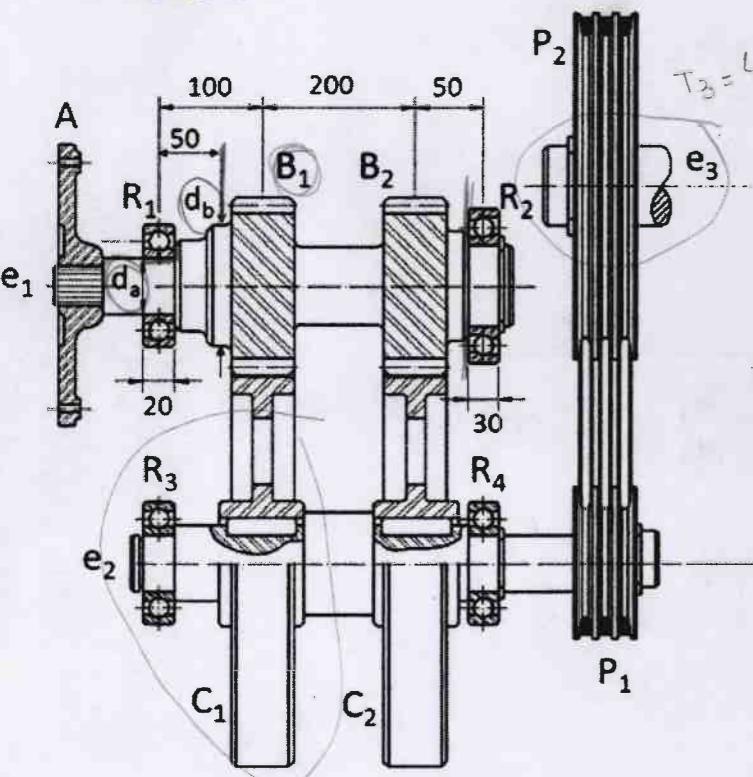
Profs.: William Maluf & Debora Lalo

P3 - 3/dez/2019

Instruções gerais: consulta permitida apenas ao formulário fornecido e autoriza-se o uso de calculadora científica. O tempo de prova é: 80 minutos. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

Nota:

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos ($e_1 \rightarrow e_3$), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs (B_1, B_2, C_1, C_2) com $m=5\text{ mm}$ e $\alpha=15^\circ$, 2 polias (P_1, P_2) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos ($R_1 \rightarrow R_4$). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo ($Z_B=25$ dentes). As ecdrs C têm $Z_C=75$ dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adocamento de $r/d=0,05$. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm $S_u=100\text{ MPa}$. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R_1 (forma A); R_2 (forma B); R_3 (forma C); R_4 (forma D). Utilize $G=81\text{ GPa}$ e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



a) Calcule o maior fator de concentração de tensão K_{FF} combinado para a seção indicada "da".

b) Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R_1) o K_{FF} combinado=2 e $n_f=\pi$. Considere as reações de apoio no R_1 : $H=2677,44\text{ N}$; $V=717,55\text{ N}$. Normalize pela DIN 3.

c) Calcule o torque na região central do assento do rolamento R_2 .

d) Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C_1 . Use $RT=4,36 \times 10^{-5}\text{ rad/mm}$.

e) Sabendo que o torque no eixo 3 é 4685,5 Nm, qual a rotação da polia 2?

$$a) \sigma_R = 900 \text{ MPa} \quad \left\{ \begin{array}{l} K = 3,5 \\ K_{FF} = 3,5 + (2,2-1) \end{array} \right. \quad K_{FF} = 4,7$$

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_T = 900 \text{ MPa} \\ T/d = 0,05 \end{array} \right\} K = 2,2$$

$$b) d^3 \geq 32 \cdot \left(\frac{(2,110,86)^2}{100} + \frac{3}{4} \left(\frac{1 \times 390,46 \times 10^3}{720} \right)^2 \right)^{\frac{1}{3}} \quad 50.736 = T \cdot 2\pi \cdot \frac{900}{60}$$

$$d \geq 41,70 \text{ mm} \rightarrow 42 \text{ mm}$$

$$T = 390,46 \text{ Nm}$$

$$n_a = \sqrt[4]{40 \times 2677,44} + (317,55 \times 10)^2$$

$$n_a = 110876,96 \text{ Nmm}$$

$$c) \frac{T_B}{T_c} = \frac{Z_B}{Z_C} \rightarrow \frac{75}{25} = \frac{I_c}{390,46} \rightarrow 1171 \text{ Nm}$$

$$d) d = \frac{32 \cdot 1 \cdot 171 \cdot 1000}{\pi \cdot 4,36 \times 10^{-5} \cdot 81000} \quad T_c = 1171 \text{ Nm}$$

$$d_{pp} = 42,87 \text{ mm}$$

$$e) T_{e3} = 4685,5$$

$$P = T \frac{2\pi}{60} n$$

$$50 \times 736 = 4685,5 \times \frac{2\pi}{60} \cdot n$$

$$n = 75 \text{ rpm}$$

Quadro de respostas para a questão 1

Valor (Pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a) K_{FF}	4,7	---
1	b) d_{ASME}	42	mm
1	c) T_{R2}	1171	Nm
1	d) d_{PPC1}	42,87	mm
1	e) n_{P2}	75	rpm

1 2 . 1 1 4 . 1 2 2

0 9 A

Nome:

Vitor Niijama

Assinatura:

Vitor Niijama

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $A_s=157$ mm 2). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demonstrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($S_t=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $K_{ap}=0,2$.

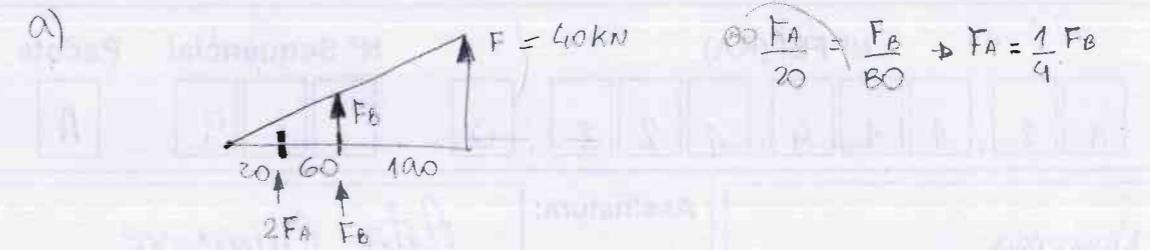
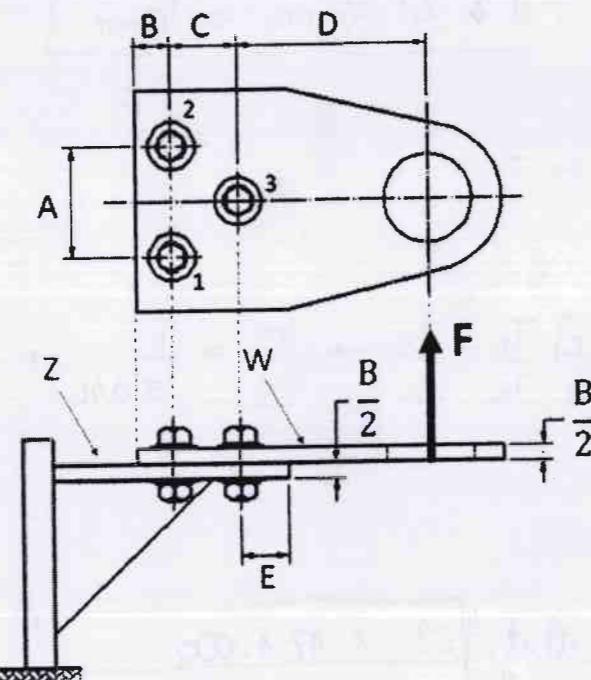
a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço " " localizado na célula "R".

b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_j=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.



$$\frac{F_A}{20} = \frac{F_B}{80} \Rightarrow F_A = \frac{1}{4} F_B$$

$$\frac{190}{270} = \frac{F_B}{80} \approx 11,85 \text{ kN}$$

b) $C = \frac{858}{858 + 2000} = 0,3$

$$1S_f \geq 2,3 (0,7) \cdot 37\,000 \cdot 1,1 + 48 \cdot 0,2^2$$

$$0,95 (1 - 0,10) \sigma_e$$

$$\sigma_e \geq 758 \text{ MPa} \rightarrow 10,9 \left\{ \begin{array}{l} 130 \text{ kN} \\ M16 \times 2 \end{array} \right\}$$

d) $\sigma_e = 640$

$$\sqrt{\left(\frac{T_{ap}}{1S_f \cdot 16 \cdot 0,2}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{0,5 \cdot T_{ap}}{0,20 \cdot 13,546}\right)^2} \leq \frac{640}{1}$$

$$T_{ap} = ?$$

$$T_{ap} = 2\,002 \text{ Nm}$$

c)

Estanqueidade:

$$A_s \cdot n_p \cdot (1-C) \cdot P_{max} \cdot \frac{1+10K_p^2}{(1-0,05)(1-2S_f)\sigma_e}$$

c) A resultante depende das cotas de 20, 60 e 190

Quadro de respostas para a questão 2			
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a)	R 3	kN
1	b)	Fens	kN
1	c)	Relaxação	%
1	d)	Tap	Nm
1	e)	Aumento ou redução	%

1 2 1 1 4 1 8 8 . 1 0 1 0 A

Nome: Matheus Dirani Silva

Assinatura: Matheus Dirani Silva

NM7510 - Elementos de Máquinas I

Profs.: William Maluf & Debora Lalo

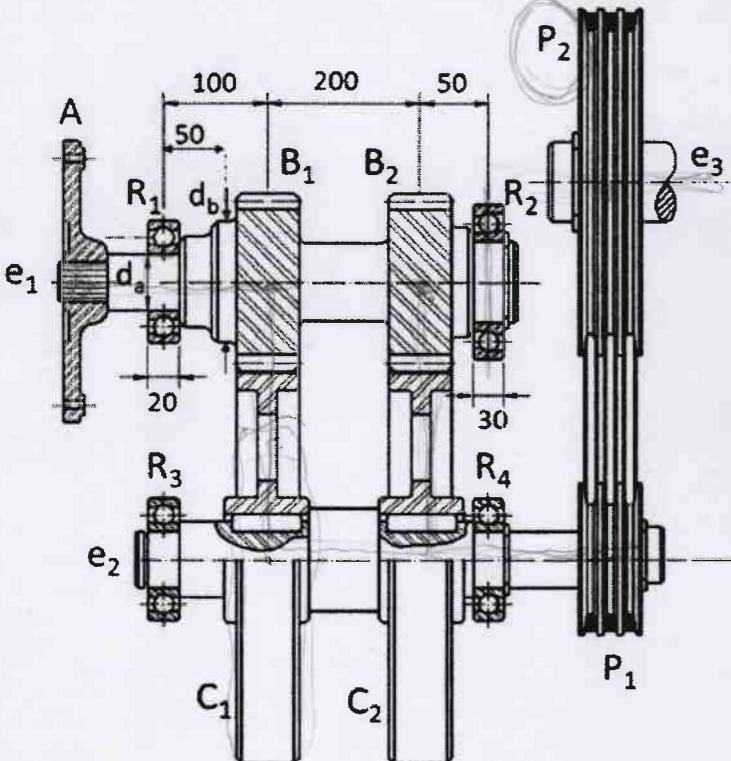
P3 - 3/dez/2019

Instruções gerais: consulta permitida apenas ao formulário fornecido e autoriza-se o uso de calculadora científica. O tempo de prova é: 80 minutos. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

Nota: 6,0

Preço de 6,0

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos (e_1 -> e_3), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs (B₁; B₂; C₁; C₂) com $m=5\text{ mm}$ e $\alpha=15^\circ$, 2 polias (P₁; P₂) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos (R₁->R₄). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo (Z_B=25 dentes). As ecdrs C têm Z_C=75 dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adoçamento de $r/d=0,05$. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm $S_n=100\text{ MPa}$. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R₁ (forma A); R₂ (forma B); R₃ (forma C); R₄ (forma D). Utilize G=81 GPa e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



- Calcule o maior fator de concentração de tensão K_{FF} combinado para a seção indicada "da".
- Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R₁) o K_{FF} combinado=2 e nf=π. Considere as reações de apoio no R₁: H=2677,44 N; V=717,55 N. Normalize pela DIN 3.
- Calcule o torque na região central do assento do rolamento R₂.
- Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C₁. Use RT=4,36x10⁻⁵ rad/mm.
- Sabendo que o torque no eixo 3 é 4685,5 Nm, qual a rotação da polia 2?

a) R₁ forma A

$$G_F = 900 \text{ MPa}$$

$$G_E = 720 \text{ MPa}$$

Costo

$$K_{FF} = 1 + (3,5 - 1)$$

$$K_{FF} = 3,5$$

lateral

$$K_{FF} = 1 + (3,5 - 1) + (2,2 - 1)$$

$$K_{FF} = 4,7$$

b)

$$T_{max} = \frac{P}{n \cdot \frac{2\pi}{60}} = \frac{50.736}{900 \cdot \frac{2\pi}{60}} = 390,46 \text{ Nm}$$

$$M_e = \sqrt{(2677,44 \cdot 50)^2 + (717,55 \cdot 50)^2} = 138596,2 \text{ Nmm}$$

$$d^3 \geq \frac{32 \cdot \pi}{n} \sqrt{\left(\frac{2 \cdot 138596,2}{100}\right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{1 \cdot 390,46 \cdot 10^3}{720}\right)^2}$$

$$d \geq 44,8 \text{ mm}$$

$$d \text{ normalizado} = 45 \text{ mm}$$

c)

$$T_{R1} = T_{R2} = 390,46 \text{ Nm}$$

d)

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot T_{max}}{\pi \cdot R \cdot G}} = \sqrt[3]{\frac{75}{25}} = 3$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 1171,38 \cdot 10^3}{\pi \cdot 4,36 \cdot 10^{-5} \cdot 81,05}} = 42,87 \text{ mm}$$

$$T_{max} = 390,46 \cdot 3 = 1171,38 \text{ Nm}$$

$$d = \frac{T_{max}}{T_{min}} = \frac{4685,5}{1171,38} = 3,99 \approx 4$$

B₁ → C₁

C=3

$$n = \frac{900}{3} = 300 \text{ rpm}$$

n_{C1} = n_{P1}

P₁ → P₂

$$i = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow 4 = \frac{300}{n_2}$$

$$n_2 = 75 \text{ rpm}$$

Quadro de respostas para a questão 1

Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a) K _{FF}	4,7	--
1	b) d _{ASME}	45	mm
1	c) T _{R2}	390,46	Nm
1	d) d _{PC1}	42,87	mm
1	e) n _{P2}	75	rpm

1 2 . 1 1 4 . 1 8 8 . 1

0 1 0

A

Nome:

Matheus Dircar Silver

Assinatura: Matheus Dircar Silver

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $As=157$ mm 2). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demonstrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($St=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $Kap=0,2$.

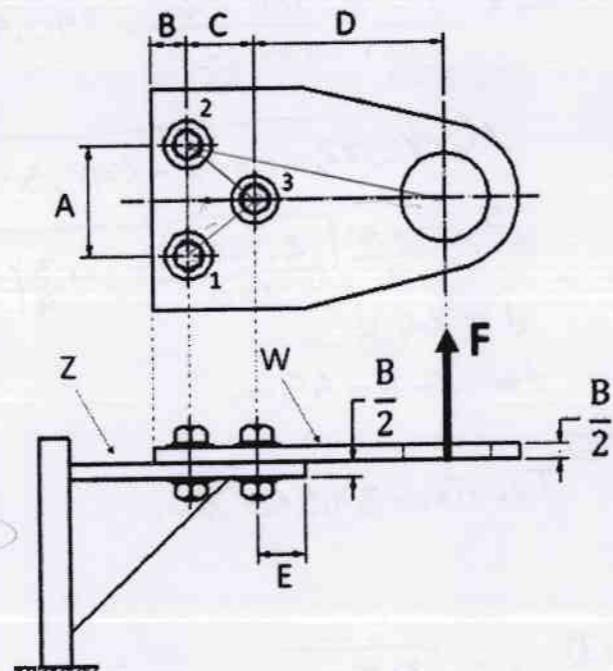
a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço “ ” localizado na célula “R ”.

b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_j=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

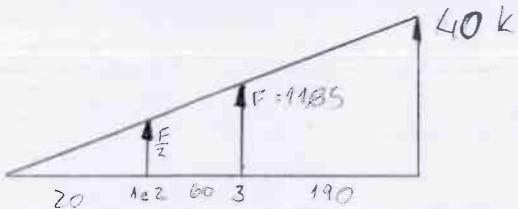
c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.



M16x2

As = 157 mm²

$$\frac{40}{270} = \frac{F}{80}$$

$$F = 11,85 \text{ kN}$$

○ A distância A não varia a força de aperto dos dois parafusos (1 e 2), a relação de aperto continuaria sendo $\frac{F}{2}$ por semelhança de Triângulo

b)

$$As \geq n_p(1 - C) \cdot P_{max} \sqrt{1 + 48 \cdot k_p^2}$$

$$0,95(1 - 2 \cdot St) \cdot Ge$$

$$157 \geq 2,3(1 - 0,3) \cdot 37 \cdot 10^3 \sqrt{1 + 48 \cdot 0,2^2}$$

$$995(1 - 2 \cdot 0,05) Ge$$

$$Ge \geq 758,32 \text{ MPa classe 10,9}$$

$$F_{de \text{ ensaio}} = 130 \text{ kN}$$

$$○ 0,05 \cdot Kap$$

$$C = \frac{858}{858 + 2000} = 0,3$$

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

858

2000

858 + 2000

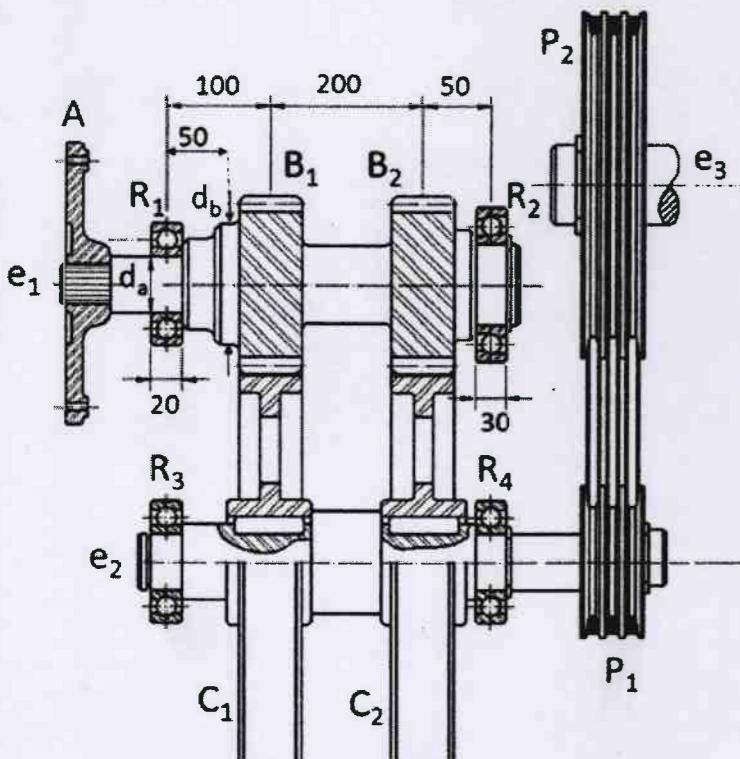
Nome: Leonardo Frictos Ferreira

Assinatura: L. J.

NM7510 - Elementos de Máquinas I Profs.: William Maluf & Debora Lalo P3 - 3/dez/2019

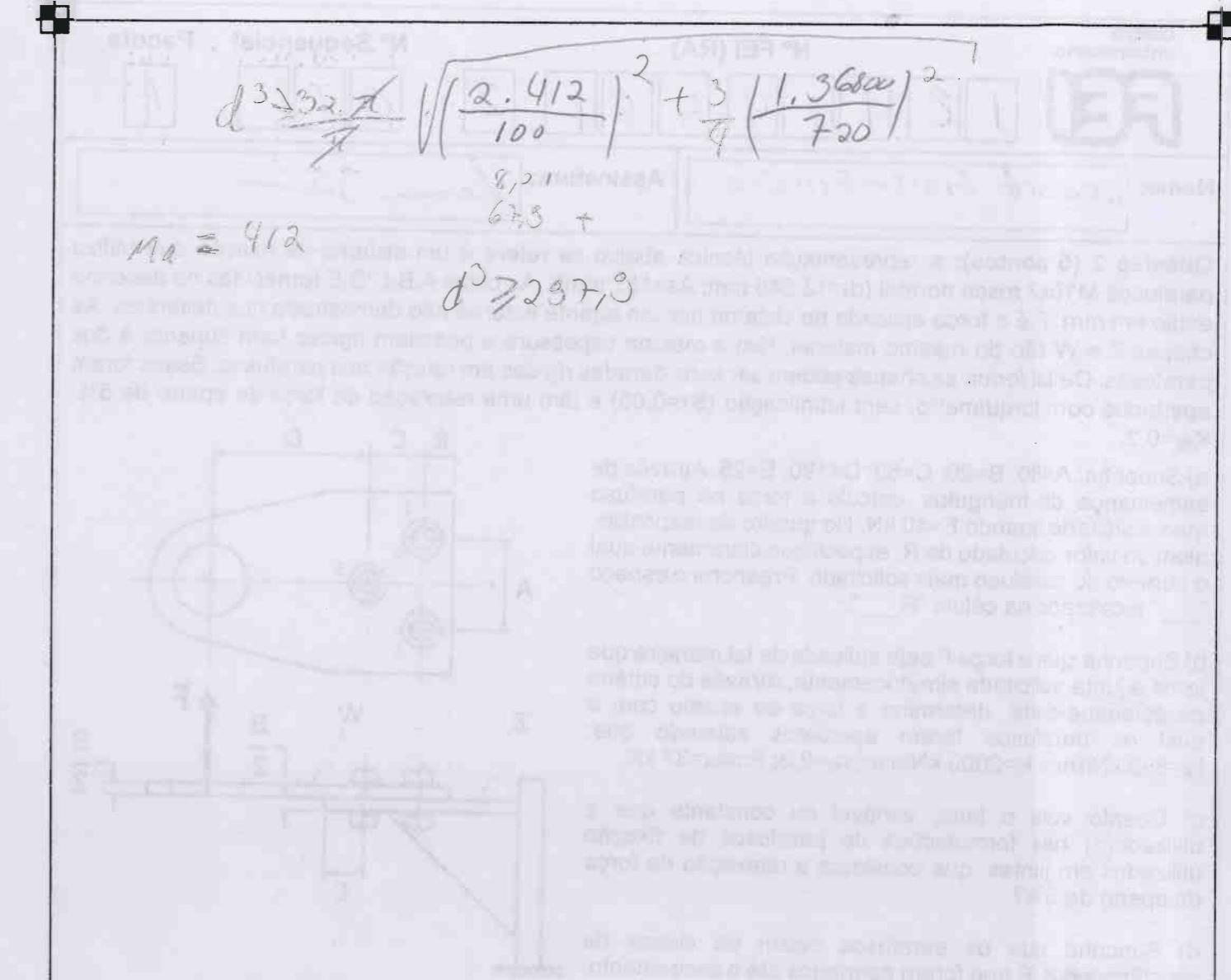
Instruções gerais: consulta permitida apenas ao formulário fornecido e autoriza-se o uso de calculadora científica. O tempo de prova é: 80 minutos. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos ($e_1 \rightarrow e_3$), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs (B_1 ; B_2 ; C_1 ; C_2) com $m=5\text{ mm}$ e $\alpha=15^\circ$, 2 polias (P_1 ; P_2) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos ($R_1 \rightarrow R_4$). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo ($Z_B=25$ dentes). As ecdrs C têm $Z_C=75$ dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adoçamento de $r/d=0,05$. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm $S_n=100\text{ MPa}$. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R_1 (forma A); R_2 (forma B); R_3 (forma C); R_4 (forma D). Utilize $G=81\text{ GPa}$ e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



- Calcule o maior fator de concentração de tensão K_{FF} combinado para a seção indicada "da".
- Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R_1) o K_{FF} combinado=2 e $nf=\pi$. Considere as reações de apoio no R_1 : $H=2677,44\text{ N}$; $V=717,55\text{ N}$. Normalize pela DIN 3.
- Calcule o torque na região central do assento do rolamento R_2 .
- Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C_1 . Use $RT=4,36 \times 10^{-5}\text{ rad/mm}$.
- Sabendo que o torque no eixo 3 é 4685,5 Nm, qual a rotação da polia 2?

$$36800 = 4685,5 \cdot \left(\frac{2\pi}{60} \cdot m \right)$$



Quadro de respostas para a questão 1			
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a) K_{FF}		--
1	b) dASME	2923	mm
1	c) TR_2		Nm
1	d) DP_{C1}		mm
1	e) NP_2	73,4	rpm

12 114461 2

011

A

Nome: Leonardo Freitas Ferreira

Assinatura: Lenni J.

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $A_s=157$ mm²). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho são em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demonstrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($S_t=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $K_{ap}=0,2$.

a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço " " localizado na célula "R".

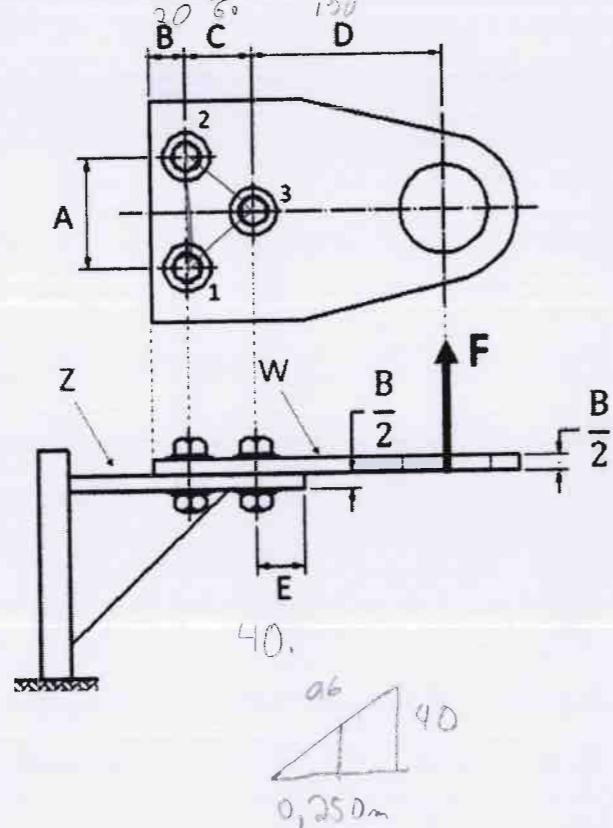
b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_f=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.

$$\frac{A53 \cdot p(1-C) P_{max} \sqrt{1+4k_f^2}}{0,85(1-2,05S_t) \sigma_c}$$



$$\frac{40}{0,25} = 0,06$$

$$\sigma_c = 10 \cdot 8,8 = 880 \text{ MPa}$$

$$F = 92,2 \text{ kN}$$

$$640 = \frac{F}{A}$$

$$640 = \frac{F}{\pi d^2 / 4}$$

$$640 = \frac{F}{\pi \cdot 13,546^2 / 4}$$

$$T_{ap} = F_{ap} \cdot d \cdot k_p$$

$$T_{ap} = 92,234 \cdot 13,546 \cdot 0,2$$

$$T_{ap} = 2933 \text{ N}$$

$$T_{ap} = 858000 \cdot \epsilon_p$$

$$A53$$

$$\frac{157,23(1-0,3)}{0,85(1-2,05S_t)} \sigma_c = 766$$

$$C = \frac{851}{858+202} = 0,3$$

$$76,6 = \frac{F}{13,546}$$

Quadro de respostas para a questão 2

Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a)	R60	Nm
1	b)	Fens	N
1	c)	Relaxação	---
1	d)	Tap	Nm
1	e)	Aumento ou redução	%

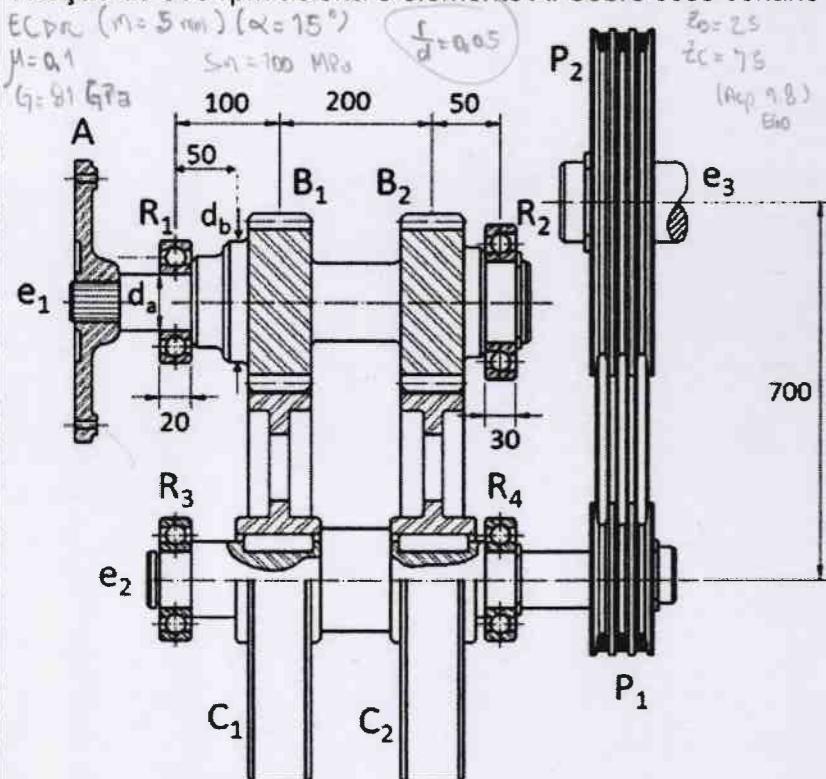
Nome: Felipe Guedes de Oliveira

Assinatura:

NM7510 - Elementos de Máquinas I | Profs.: William Maluf & Debora Lalo | P3 - 3/dez/2019

Instruções gerais: consulta permitida apenas ao formulário fornecido e autoriza-se o uso de calculadora científica. O tempo de prova é: 80 minutos. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos ($e_1 \rightarrow e_3$), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs (B_1 ; B_2 ; C_1 ; C_2) com $m=5\text{ mm}$ e $\alpha=15^\circ$, 2 polias (P_1 ; P_2) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos ($R_1 \rightarrow R_4$). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo ($Z_B=25$ dentes). As ecdrs C têm $Z_C=75$ dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adoçamento de $r/d=0,05$. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm $S_n=100\text{ MPa}$. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R_1 (forma A); R_2 (forma B); R_3 (forma C); R_4 (forma D). Utilize $G=81\text{ GPa}$ e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



- Calcule o maior fator de concentração de tensão K_{FF} combinado para a seção indicada "da".
- Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R_1) o K_{FF} combinado=2 e $n_f=\pi$. Considere as reações de apoio no R_1 : $H=2677,44\text{ N}$; $V=717,55\text{ N}$. Normalize pela DIN 3.
- Calcule o torque na região central do assento do rolamento R_2 .
- Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C_1 . Use $R_T=4,36 \times 10^{-5}\text{ rad/mm}$.
- Sabendo que o torque no eixo 3 é 4685,5 Nm, qual a rotação da polia 2?

$$P = T \cdot w$$

$$50(736) = 4685,5 \cdot 2\pi \cdot n$$

$$n_2 = 12,5(s)$$

$$\boxed{n_2 = 750,1\text{ rpm}}$$

Quadro de respostas para a questão 1

Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a)	K_{FF}	---
1	b)	dASME	mm
1	c)	T_{R2}	Nm
1	d)	d_{PPC1}	mm
1	e)	n_{P2}	rpm

12 114.630.2

14

Nome: Felipe Guedes de Oliveira

Assinatura:

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $A_s=157\text{ mm}^2$). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demonstrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($S_t=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $K_{ap}=0,2$.

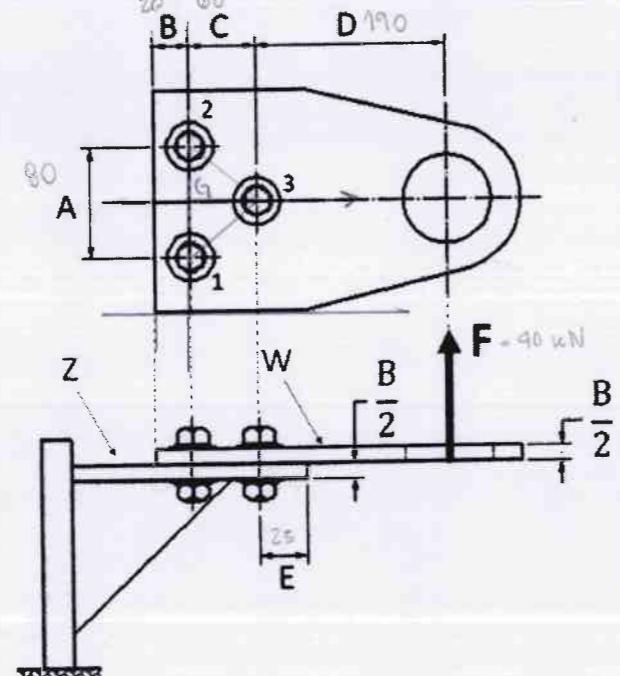
a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço "___" localizado na célula "R___".

b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_f=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.



$$\begin{aligned} &\text{M16x2 (rosca normal)} \\ &(d_3=13,546 \text{ mm}, A_s=157 \text{ mm}^2) \\ &x_{c1} = \frac{60}{3} = 20 \text{ mm} \\ &y_{c1} = \frac{40 - 20}{3} = 0 \end{aligned}$$

$$A_s = 84,3$$

$$k_p = \frac{84,3 \cdot 205000}{20} = 864075$$

Quadro de respostas para a questão 2

Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a)	R___	kN
1	b)	Fens	kN
1	c)	Relaxação	---
1	d)	Tap	Nm
1	e)	Aumento ou redução	%

Nome: João Pedro da Rocha SantosAssinatura: João Pedro da Rocha Santos

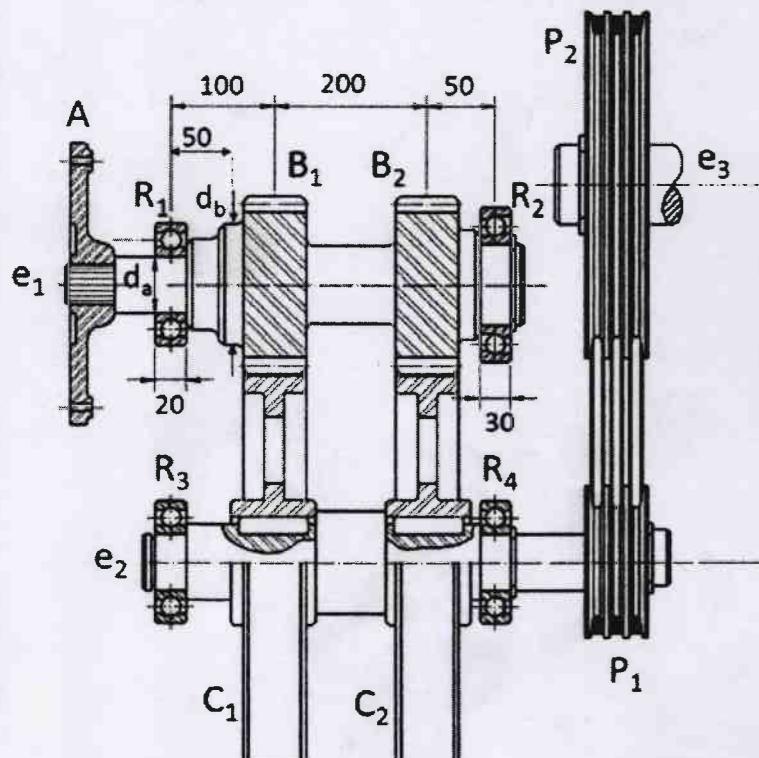
NM7510 - Elementos de Máquinas I

Profs.: William Maluf & Debora Lalo

P3 - 3/dez/2019

Instruções gerais: consulta permitida apenas ao formulário fornecido e autoriza-se o uso de calculadora científica. O tempo de prova é: 80 minutos. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos ($e_1 \rightarrow e_3$), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs (B_1 ; B_2 ; C_1 ; C_2) com $m=5\text{ mm}$ e $\alpha=15^\circ$, 2 polias (P_1 ; P_2) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos ($R_1 \rightarrow R_4$). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo ($Z_B=25$ dentes). As ecdrs C têm $Z_C=75$ dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adoçamento de $r/d=0,05$. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm $S_n=100\text{ MPa}$. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R_1 (forma A); R_2 (forma B); R_3 (forma C); R_4 (forma D). Utilize $G=81\text{ GPa}$ e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



- Calcule o maior fator de concentração de tensão K_{FF} combinado para a seção indicada "da".
- Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R_1) o K_{FF} combinado=2 e $nf=\pi$. Considere as reações de apoio no R_1 : $H=2677,44\text{ N}$; $V=717,55\text{ N}$. Normalize pela DIN 3.
- Calcule o torque na região central do assento do rolamento R_2 .
- Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C_1 . Use $R_T=4,36 \times 10^{-5}\text{ rad/mm}$.
- Sabendo que o torque no eixo 3 é 4685,5 Nm, qual a rotação da polia 2?

$$\textcircled{A} \quad \bar{\sigma}_e = 720 \text{ MPa} \quad K_{FF} = 3,5 \quad \text{pois não há variação de Diâmetro}$$

$$\bar{\tau}_R = 900 \text{ MPa}$$

FORMA A

$$d^3 > \frac{32 \cdot nf}{\pi} \sqrt{\left(\frac{K_{FF} \cdot M_A}{S_n}\right)^2 + \frac{3}{4} \cdot \left(\frac{K_{ct} \cdot T_m}{G_e}\right)^2}$$

$$T_1 = \frac{P_{\text{motor}}}{2\pi \cdot n_1} \quad T_1 = \frac{50 \cdot 736}{2\pi \cdot 900} \quad T_1 = 390,46 \text{ Nm}$$

$$d^3 > \frac{32 \cdot \pi}{\pi} \cdot \sqrt{\left(\frac{2}{100}\right)^2 + \frac{3}{4} \cdot \left(\frac{1 \cdot 390,46 \cdot 10^3}{720}\right)^2}$$

$$d > 24,68 \text{ mm} \rightarrow \text{NORMALIZANDO } d = 25 \text{ mm} \parallel \text{ DIN 3}$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 130,15 \cdot 10^3}{\pi \cdot 4,36 \cdot 10^{-5} \cdot 81 \cdot 10^3}}$$

$$d = 24,75 \text{ mm}$$

$$\frac{75}{25} = \frac{390,46}{T_2}$$

$$T_2 = 130,55 \text{ Nm}$$

$$4685,5 = \frac{50 \cdot 736}{2\pi \cdot n_2} \quad n_2 = 75 \text{ rpm}$$

$$M_{ph} = 2677,44 \cdot (100 + 200 + 50) = 937104 \text{ Nmm}$$

$$M_{pv} = 717,55 \cdot (100 + 200 + 50) = 251142,5 \text{ Nmm}$$

$$M_d = \sqrt{M_{ph}^2 + M_{pv}^2}$$

$$M_d = 970 \text{ Nm}$$

Quadro de respostas para a questão 1			
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a) K_{FF}	3,5	---
1	b) d_{ASME}	25	mm
1	c) T_{R2}	970	Nm
1	d) d_{PPC1}	24,75	mm
1	e) n_{P2}	75	rpm

Nome:

João Pedro da Rocha Santos

Assinatura:

João Pedro da Rocha Santos

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $A_s=157$ mm 2). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demonstrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($S_t=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $K_{ap}=0,2$.

a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço " _____ " localizado na célula "R _____".

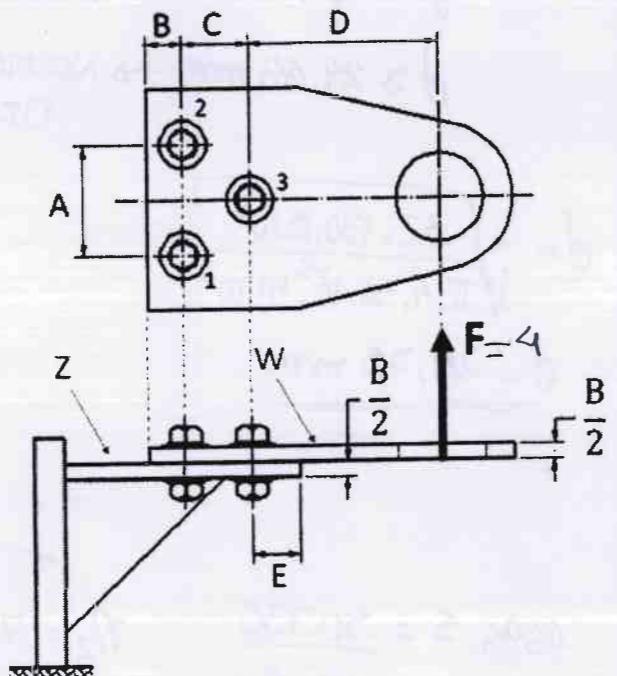
b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_j=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta. Reduziu pela metade por simetria

Os parafusos mais próximo à força resultante cai.



$$157 \geq 2,3 \cdot (1-c) \cdot 39,10^3 \sqrt{1 + 48 \cdot (0,2)^2}$$

$$0,95 \cdot (1-2 \cdot 0,05) \cdot 640$$

Quadro de respostas para a questão 2			
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a)	R _____	KN
1	b)	F_{ens}	KN
1	c)	Relaxação	0,2
1	d)	Tap	40,9
1	e)	Aumento ou redução	50 %

Nome: *Sonatas Suredas Torres Júnior*Assinatura: *Sonatas f.s. Júnior*

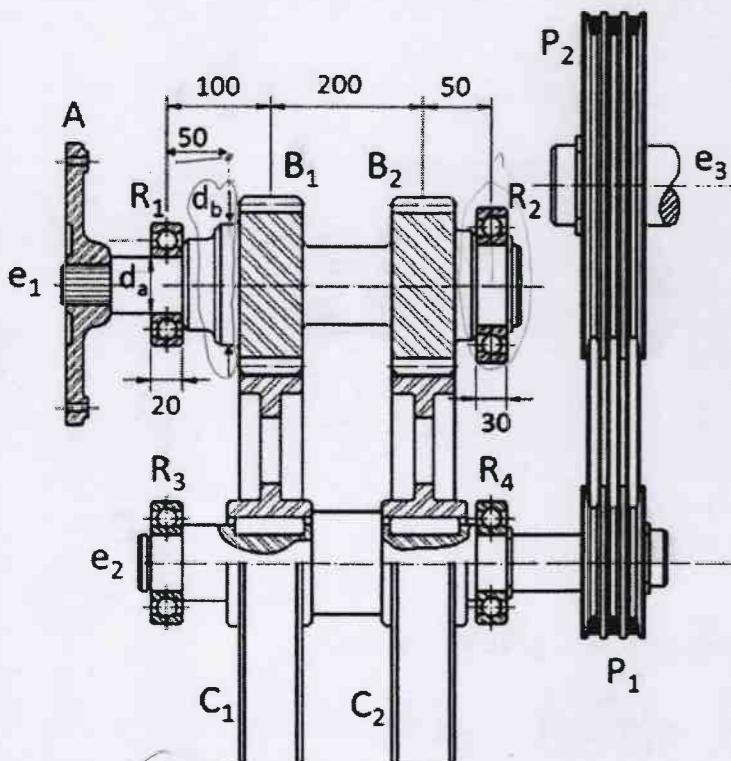
NM7510 - Elementos de Máquinas I

Profs.: William Maluf & Debora Lalo

P3 - 3/dez/2019

Instruções gerais: consulta permitida apenas ao formulário fornecido e autoriza-se o uso de calculadora científica. O tempo de prova é: 80 minutos. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos (e_1 -> e_3), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs (B₁; B₂; C₁; C₂) com $m=5$ mm e $\alpha=15^\circ$, 2 polias (P₁; P₂) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos (R₁->R₄). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo (Z_B=25 dentes). As ecdrs C têm Z_C=75 dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adoçamento de $r/d=0,05$. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm $S_n=100$ MPa. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R₁ (forma A); R₂ (forma B); R₃ (forma C); R₄ (forma D). Utilize G=81 GPa e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



- a) Calcule o maior fator de concentração de tensão KFF combinado para a seção indicada "da".
- b) Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R₁) o KFF combinado=2 e nf=π. Considere as reações de apoio no R₁: H=2677,44 N; V=717,55 N. Normalize pela DIN 3.
- c) Calcule o torque na região central do assento do rolamento R₂.
- d) Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C₁. Use RT=4,36x10⁻⁵ rad/mm.
- e) Sabendo que o torque no eixo 3 é 4685,5 Nm, qual a rotação da polia 2?

$$\text{a) } K_{ff,inc} = 3,5 \\ \text{fatores: } 0,05 \text{ e } 2,2 \rightarrow K_{ff,ado} = 2,2$$

$$K_{ff} = 3,5 \cdot (2,2 - 1) = 4,7$$

$$\text{b) } d \geq \frac{32 \cdot \pi}{\pi} \sqrt{\left(\frac{K_{ff} M_a}{S_n} \right)^2} \rightarrow d \geq \frac{32 \cdot (2 \cdot 138596,2)}{100} \rightarrow d \geq 35,4 \text{ mm} \quad \text{DIN 3 = 36,0 mm}$$

$$\text{c) } \Sigma M_p = 50 \cdot 2677,44 + 133872 \text{ Nmm} \quad \text{d) } M_a = \frac{133872^2 + 35877,5^2}{60} \rightarrow M_a = 138596,2 \text{ Nmm}$$

$$\text{e) } P = 50 \text{ CV} \quad \text{f) } \frac{50 \times 736 \times 10^3}{60} \cdot T = 390460,1 \text{ Nmm} \quad \text{g) } T = 390460,1 \text{ Nmm}$$

$$\text{h) } d = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot T_{mcv}}{\bar{u} \cdot R_c \cdot G}} = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 1171380,9}{\bar{u} \cdot 4,36 \times 10^{-5} \cdot 81 \times 10^3}} \rightarrow d = 42,87 \text{ mm}$$

$$\text{i) } B_1: Z_B = 25 \rightarrow n_1 = 900 \text{ rpm} \quad \text{j) } Z_C = 75 \quad \text{k) } d_B = 125 \quad \text{l) } i = \frac{375}{125} = 3 \quad \text{m) } n_2 = \frac{900}{3} \rightarrow n_2 = 300 \text{ rpm}$$

$$\text{n) } 50 \times 50^3 \times 736 = T_{e3} \cdot \frac{2 \bar{u} \cdot 300}{60} \quad \text{o) } T_{e3} = 1171380,9 \text{ Nm}$$

$$\text{p) } \text{Caso 3: } T_{e3} = 4685,5 \text{ Nm} \quad \text{q) } \frac{50 \times 736 \times 10^3}{60} \cdot 4685,5 \times 10^3 \cdot \frac{2 \bar{u} \cdot n}{60} \quad \text{r) } n_2 = 75 \text{ rpm}$$

Quadro de respostas para a questão 1			
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a) K _{FF}	4,7	---
1	b) d _{ASME}	360	mm
1	c) T _{R2}	39046	Nm
1	d) d _{PP C1}	42,87	mm
1	e) n _{P2}	75	rpm

12 11 5.201.1

018

Nome: *Jonatas S. P. Junes*Assinatura: *Jonatas S. P. Junes*

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_s=13,546$ mm; $A_s=157$ mm 2). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demonstrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($S_t=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $K_{ap}=0,2$.

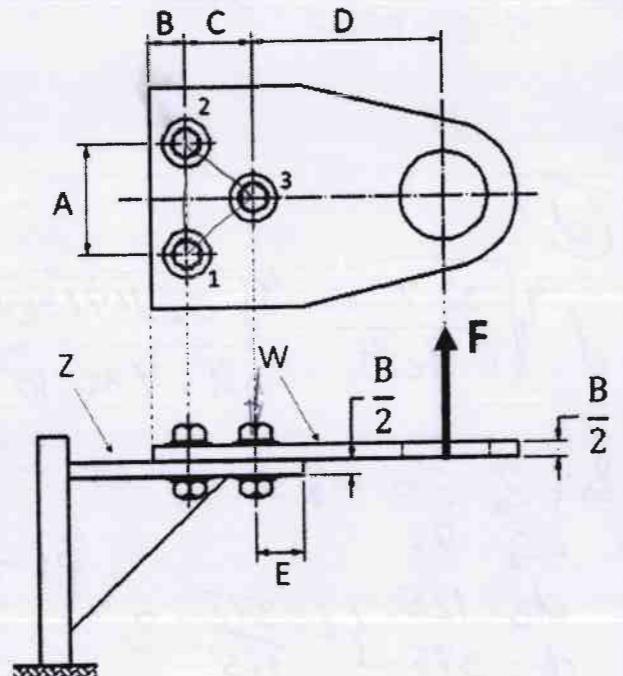
a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço " " localizado na célula "R".

b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_j=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.



$$A_s \geq n_p (1-C) P_{max} \sqrt{1 + 48 k_j^2 k_p}$$

$$0.95(1-0.3)16e$$

$$C = \frac{858 \times 10^3}{858 \times 10^3 + 2000 \times 10^3} = 0.3$$

$$157 \geq 2.3(1-0.3) 37 \times 10^3 \sqrt{1 + 48 \cdot 0.2^2}$$

$$0.95(1-2 \times 0.05) \cdot Je$$

$$Q_e = \frac{F}{4}$$

$$758.3 \cdot 157 = F$$

$$F = 118 \text{ kN}$$

$$\varphi = 36^\circ$$

$$EM, 60 \cdot F_3 - 250 \cdot 40 \times 10^3 = 0$$

$$F_3 = 166 \text{ kN}$$

① diminuindo pela metade a distância a sua força resultante irá dobrar, pois são inversamente proporcionais.

Quadro de respostas para a questão 2

Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a)	R 3	
1	b)	118	kN
1	c)	Relaxação	---
1	d)	Tap	Nm
1	e)	Aumento ou redução	%

Nome: Bruno Begossi

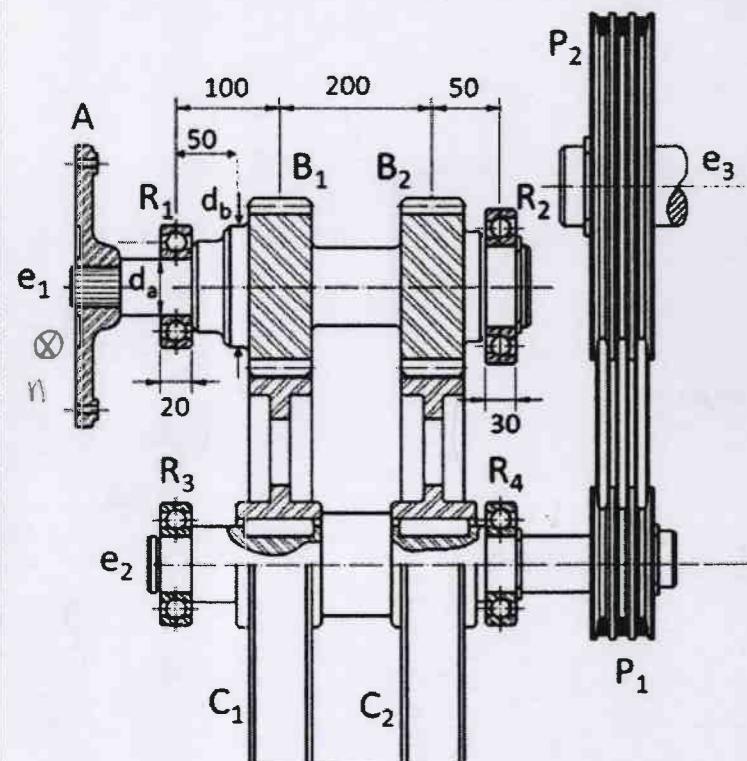
Assinatura: Bruno Begossi

NM7510 - Elementos de Máquinas I Profs.: William Maluf & Debora Lalo

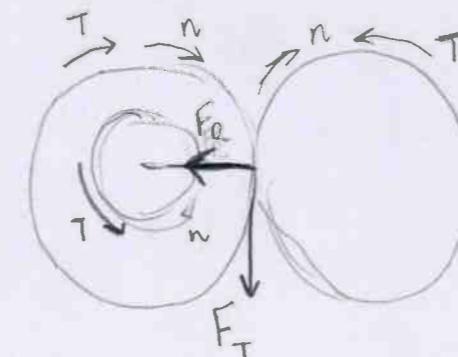
P3 - 3/dez/2019

Instruções gerais: consulta permitida apenas ao formulário fornecido e autoriza-se o uso de calculadora científica. O tempo de prova é: 80 minutos. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos ($e_1 \rightarrow e_3$), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs (B_1, B_2, C_1, C_2) com $m=5\text{ mm}$ e $\alpha=15^\circ$, 2 polias (P_1, P_2) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos ($R_1 \rightarrow R_4$). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo ($Z_B=25$ dentes). As ecdrs C têm $Z_C=75$ dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adoçamento de $r/d=0,05$. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm $S_n=100\text{ MPa}$. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R_1 (forma A); R_2 (forma B); R_3 (forma C); R_4 (forma D). Utilize $G=81\text{ GPa}$ e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



- Calcule o maior fator de concentração de tensão K_{FF} combinado para a seção indicada "da".
- Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R_1) o K_{FF} combinado=2 e $n_f=\pi$. Considere as reações de apoio no R_1 : $H=2677,44\text{ N}$; $V=717,55\text{ N}$. Normalize pela DIN 3.
- Calcule o torque na região central do assento do rolamento R_2 .
- Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C_1 . Use $R_T=4,36 \times 10^{-5}\text{ rad/mm}$.
- Sabendo que o torque no eixo 3 é 4685,5 Nm, qual a rotação da polia 2?

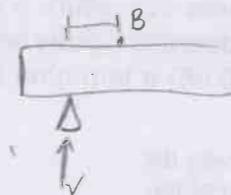


$\sigma_{max} = 900\text{ MPa}$

$K_{FF} = 3,5$

$$d^3 \geq \frac{32 \cdot 169749,5}{\pi^2} \Rightarrow d \geq 97,7\text{ mm} \xrightarrow{\text{OM3}} d = 48\text{ mm}$$

$$M_{db} = 2677,44 \cdot 50 + 717,55 \cdot 50 = 169749,5$$



$$T_{B_1} = 4685,5\text{ Nm}$$

$$50 \cdot 736 = 4685,5 \cdot \frac{2\pi}{60}$$

$$n_{P_2} = 45\text{ rpm}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 1141380}{\pi \cdot 4,36 \cdot 10^{-5} \cdot 81 \cdot 10^3}} \Rightarrow d = 42,87\text{ mm}$$

$$F_T = 2 \cdot T_1$$

$$T_{C_1} =$$

$$50 \cdot 736 \cdot 10^3 = T_{B_1} \cdot \frac{2\pi \cdot 900}{60}$$

$$T_{B_1} = 390460\text{ Nmm}$$

$$\frac{T_{B_1}}{T_{C_1}} = \frac{25}{45} \Rightarrow T_{C_1} = 117380\text{ Nmm}$$

Quadro de respostas para a questão 1

Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a) K_{FF}	3,5	--
1	b) dASME	48	mm
1	c) T_{R2}		Nm
1	d) d_{PC1}	42,87	mm
1	e) n_{P2}	75	rpm

Nome: Bruno Bignossi

Assinatura: Bruno Bignossi

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $A_s=157$ mm 2). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demostrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($S_t=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $K_{ap}=0,2$.

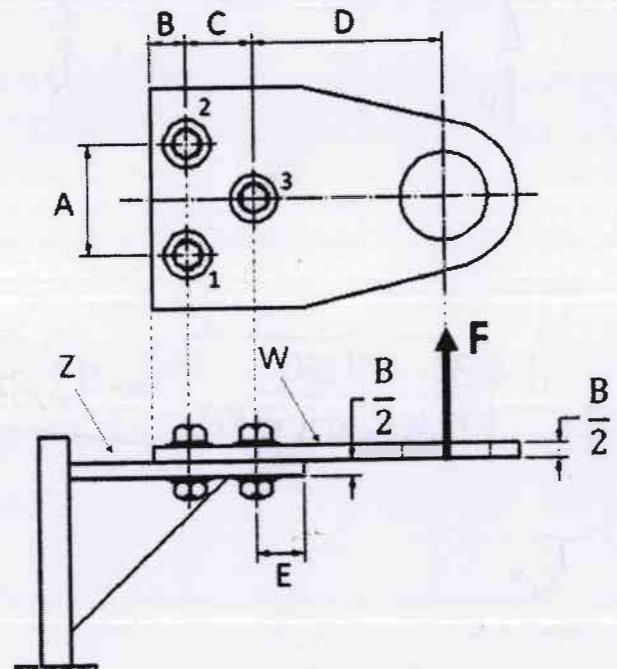
a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço “ ” localizado na célula “R ”.

b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_j=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.



$$c = 0,3$$

$$An: 2,3 \cdot (1 - 0,3) \cdot 34 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{1 + 480,2^2} \\ 0,95(1 - 0,05).$$

$$T_{ap} = F_{ap} \cdot d \cdot 0,2$$

$$n_1 = \sqrt{(0 - 20)^2 + (-40 - 13,33)^2} = 48,53$$

$$n_2 = \sqrt{(0 - 20)^2 + (80 - 13,33)^2} = 35,89$$

$$n_3 = \sqrt{(60 - 20)^2 + (190 - 13,33)^2}$$

força distribuída igualmente

X _i	Y _i
1	0 -40
2	0 80
3	60 0

$$X_{GG} = 0,157 + 0,157 + 60 \cdot 157 = 80 \text{ mm}$$

$$Y_{GG} = 0,157 + 80 \cdot 157 + 60 \cdot 157 = 13,33 \text{ mm}$$

Quadro de respostas para a questão 2			
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a)	R	kN
1	b)	F _{ens}	
1	c)	Relaxação	—
1	d)	T _{ap}	Nm
1	e)	Aumento ou redução	%

Nome: Gabriel Rodrigues Bonfá

Assinatura: Gabriel

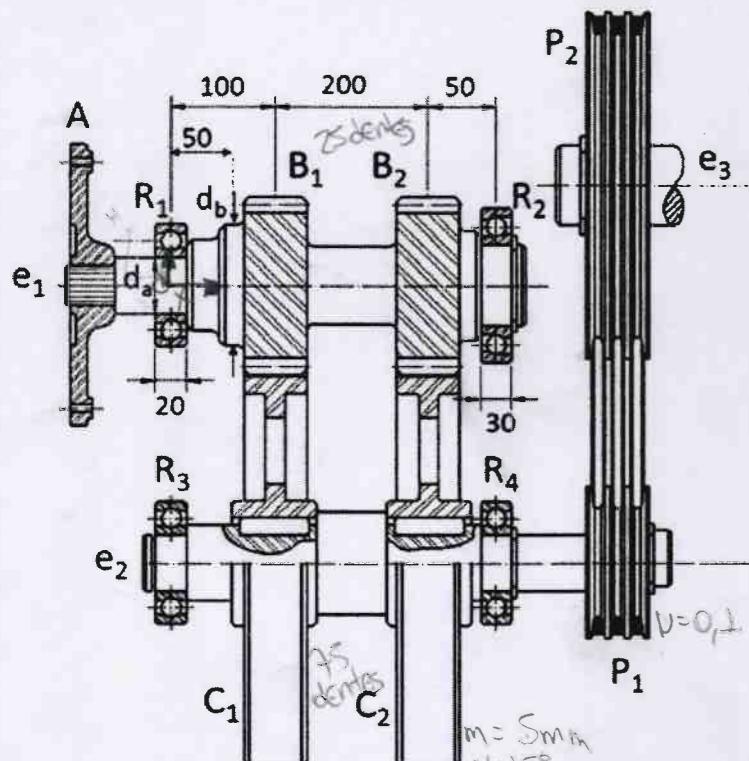
NM7510 - Elementos de Máquinas I

Profs.: William Maluf & Debora Lalo

P3 - 3/dez/2019

Instruções gerais: consulta permitida apenas ao formulário fornecido e autoriza-se o uso de calculadora científica. O tempo de prova é: 80 minutos. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos (e1->e3), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs (B₁; B₂; C₁; C₂) com m=5 mm e $\alpha=15^\circ$, 2 polias (P₁; P₂) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos (R₁->R₄). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo (Z_B=25 dentes). As ecdrs C têm Z_C=75 dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adoçamento de r/d=0,05. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm S_n=100 MPa. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R₁ (forma A); R₂ (forma B); R₃ (forma C); R₄ (forma D). Utilize G=81 GPa e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



- Calcule o maior fator de concentração de tensão K_{FF} combinado para a seção indicada "da".
- Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R₁) o K_{FF} combinado=2 e nf=π. Considere as reações de apoio no R₁: H=2677,44 N; V=717,55 N. Normalize pela DIN 3.
- Calcule o torque na região central do assento do rolamento R₂.
- Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C₁. Use RT=4,36x10⁻⁵ rad/mm.
- Sabendo que o torque no eixo 3 é 4685,5 Nm, qual a rotação da polia 2?

$$\text{J}_A = K_{FF} \cdot K_{TT} \quad \text{v. } R_d: \text{int. A}$$

Enviado: 18/08/2020 07:50:00
Geometria: r/d = 0,05

$\text{K}_{FF} = 3,5 \quad \text{K}_{TT} = 4,6$
 $\text{K}_{FF} = 2,1 \quad \text{G}_{60}$

$$\text{b) } K_{FF} = 2 \quad nF = \pi \quad 50 \cdot 736 = T \cdot \left(\frac{\pi}{2} \cdot 800 \right) \quad T = 390,5 \text{ Nm}$$

$$d^3 = 32 \cdot \frac{3}{4} \cdot \left(\frac{2 \cdot 390,5}{720} \right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{2 \cdot 60}{720} \right)^2$$

$$d^3 = 32 \cdot \frac{3}{4} \cdot \left(\frac{2 \cdot 390,5}{720} \right)^2 \quad d_{ASME} = 307 \text{ mm}$$

307

307

$$\text{b) } R_d = \frac{Z_C}{Z_B} = \frac{75}{25} = \frac{1}{3} \quad T = 1171,5 \text{ Nm}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 1171,5 \times 10^3}{\pi \cdot 4,36 \times 10^{-5} \cdot 80 \times 10^3}}$$

$$\text{c) } T_3 = 4685,5 \text{ Nm} \quad d_C = 700 \text{ mm}$$

Quadro de respostas para a questão 1

Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a) K _{FF}	4,6	—
1	b) d _{ASME}	307	mm
1	c) T _{R2}		Nm
1	d) d _{PP C1}	183	mm
1	e) n _{P2}		rpm

12.1L5285

021 A

Nome: Gabriel Rodrigues Bonifácio

Assinatura: Gabriel

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $A_s=157$ mm 2). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demonstrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($S_t=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $K_{ap}=0,2$.

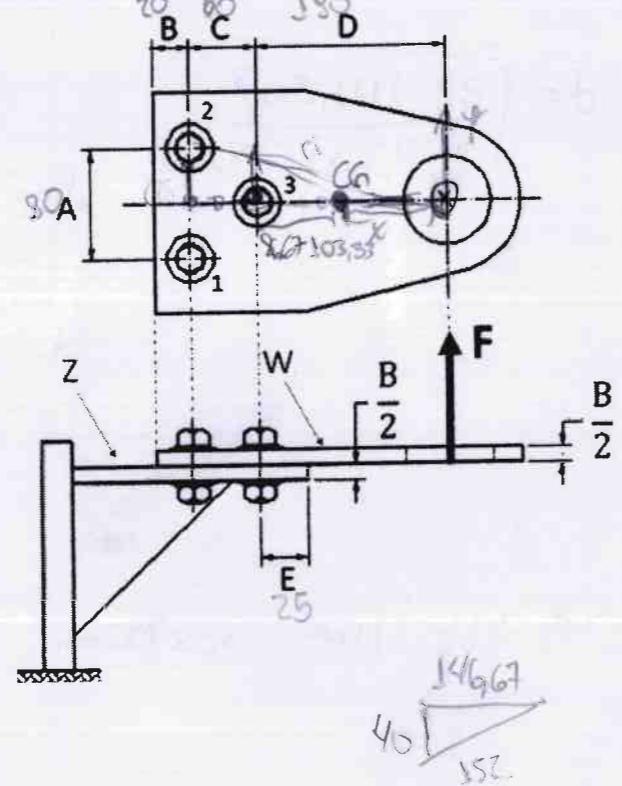
a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço “_____” localizado na célula “R_____”.

b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_j=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.



$$d_{G3} = 186,67 \text{ mm} \quad F = 13,33 \text{ kN}$$

$$d_{G1} = 152 \text{ mm}$$

$$d_{G2} = 182 \text{ mm}$$

$$M_1 = 13,33 \cdot 152 = 2026 \text{ kN-mm}$$

$$M_2 = 2026 \text{ kN-mm}$$

$$M_3 = 86,67 \cdot 13,33 = 1155,66 \text{ N-mm}$$

$$\chi_1 = \frac{\sum G_3}{\sum F_i^2} = \frac{13,33}{100} = 0,133$$

Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a) R_____		kN
1	b) Fens	102	kN
1	c) Relaxação		---
1	d) Tap	1356,48	Nm
1	e) Aumento ou redução		%

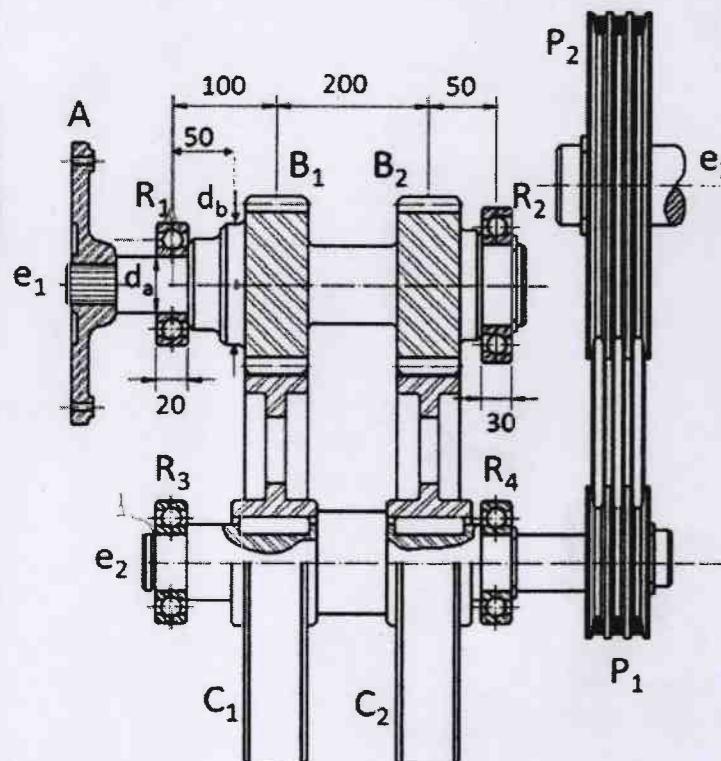
Nome: *Fábio Fábio de Oliveira*Assinatura: *[Signature]*

NM7510 - Elementos de Máquinas I Profs.: William Maluf & Debora Lalo

P3 - 3/dez/2019

Instruções gerais: consulta permitida apenas ao formulário fornecido e autoriza-se o uso de calculadora científica. O tempo de prova é: 80 minutos. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos ($e_1 \rightarrow e_3$), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs (B_1, B_2, C_1, C_2) com $m=5\text{ mm}$ e $\alpha=15^\circ$, 2 polias (P_1, P_2) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos ($R_1 \rightarrow R_4$). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo ($Z_B=25$ dentes). As ecdrs C têm $Z_C=75$ dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adoçamento de $r/d=0,05$. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm $S_n=100\text{ MPa}$. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R_1 (forma A); R_2 (forma B); R_3 (forma C); R_4 (forma D). Utilize $G=81\text{ GPa}$ e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



- Calcule o maior fator de concentração de tensão K_{FF} combinado para a seção indicada "da".
- Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R_1) o K_{FF} combinado=2 e $n_f=\pi$. Considere as reações de apoio no R_1 : $H=2677,44\text{ N}$; $V=717,55\text{ N}$. Normalize pela DIN 3.
- Calcule o torque na região central do assento do rolamento R_2 .
- Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C_1 . Use $R_T=4,36 \times 10^{-5}\text{ rad/mm}$.
- Sabendo que o torque no eixo 3 é 4685,5 Nm, qual a rotação da polia 2?

$$\begin{aligned} m &= 5\text{ mm} \\ \alpha &= 15^\circ \\ \mu &= 0,1 \end{aligned}$$

ECDR → usinados

$$Z_B = 25$$

$$Z_C = 75$$

$$G = 81\text{ GPa}$$

$$r/d = 0,05$$

$$S_n = 100\text{ MPa}$$

$$a) K_{FF} \text{ em } d_A = ?$$

$$T_F = 9.300 = 900\text{ Nm}$$

$$\therefore R_1 = 3,5$$

$$R_2(B)$$

$$R_3(C)$$

$$R_4(D)$$

$$K_{ff} = 2,2 + (3,5 - 1)$$

$$K_{ff} = 4,7$$

$$K_{ff} = 4,7$$

$$b) ASME \Rightarrow d_b = \frac{32M}{\pi} \sqrt{\left(\frac{K_{ff} M}{S_n}\right)^2 + 3 \left(\frac{K_{ff} T_F}{T_c}\right)^2}$$

$$n_f = \pi$$

$$S_n = 100\text{ MPa}$$

$$T_c = 9.8.60 = 580\text{ Nm}$$

$$K_{ff} = 2$$

$$M = 50.717,55 = 35877,5\text{ Nmm}$$

$$M = 50.2677,44 = 133872$$



$$M_a = \sqrt{35877,5^2 + 133872^2} = 138596,2\text{ Nmm}$$

$$\sqrt{7683562,66 + 1065052} = \sqrt{8748818,66} = 456\text{ mm}$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{32.390000}{\pi.436,65.112000}}$$

$$d = 16,71\text{ mm}$$

$$\frac{23}{25} = 3$$

$$T_F = 1170\text{ Nm}$$

$$c) T_3 = 4685,5$$

$$P = 36800$$

$$n = 75\text{ rpm}$$

Quadro de respostas para a questão 1

Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a) K_{FF}	4,7	--
1	b) ASME	46	mm
1	c) T_F		Nm
1	d) d_{PC1}	16,7	mm
1	e) n_F	75	rpm

1 2 . 1 5 5 . 4 4 4 . 7

0 2 3

A

Nome: **Fábio Fávaro de Oliveira**

Assinatura:

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $As=157$ mm 2). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demonstrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($St=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $Kap=0,2$.

a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço “ ” localizado na célula “R ”.

b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_j=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

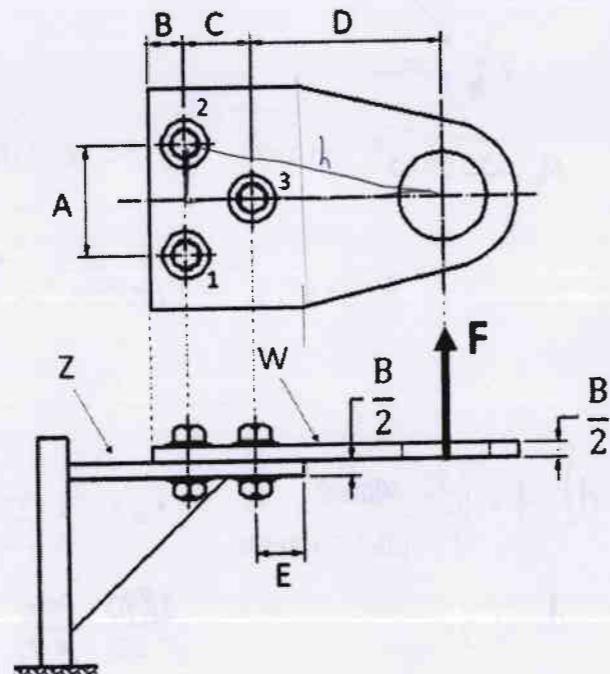
e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.

$$e) T_{ap} = 8.8 \cdot 60 = 640 \text{ Nm}$$

$$T_{ap} = 8 \cdot 60 = 800 \text{ Nm}$$

$$T_{ap} = 640 \cdot 0,2 = 128 \text{ Nm}$$

$$T_{ap} = 2048 \text{ Nm}$$



$$\frac{0,5}{0,95 + 2,00} = 0,3$$

$$As > \frac{n_p}{(1-C)} D_{max} \sqrt{1+4k_p^2}$$

$$0,95(1-0,25) T_c$$

$$As > 2,3 (1-0,3) 37 \sqrt{1+4 \cdot 0,2^2}$$

101,8

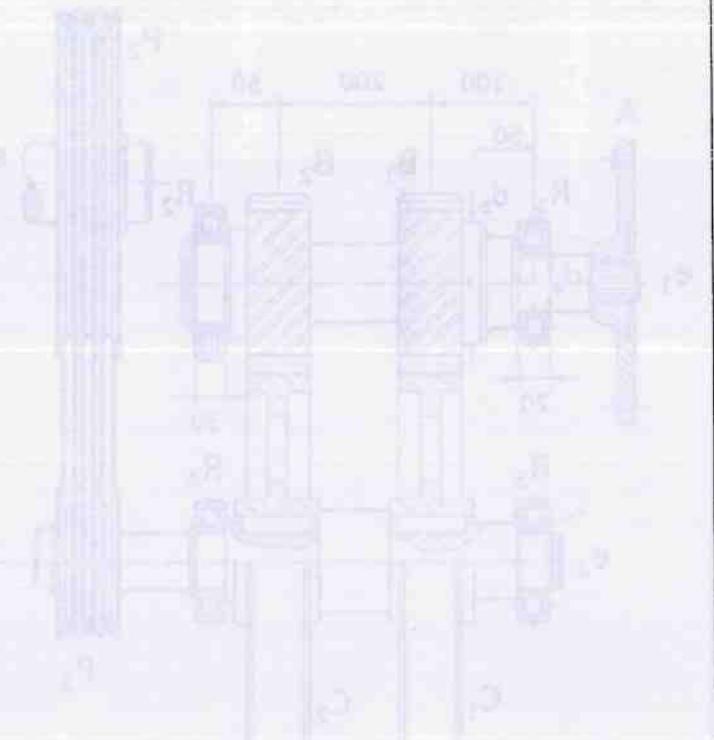
$$0,95(1-2 \cdot 0,05) T_c$$

0,855 Tc

$$F_e > 758 \text{ MPa}$$

$$h^2 = 250^2 + 40^2$$

$$X = 253,2 \cdot 40 = 10,127$$

5063,6
10127

Quadro de respostas para a questão 2

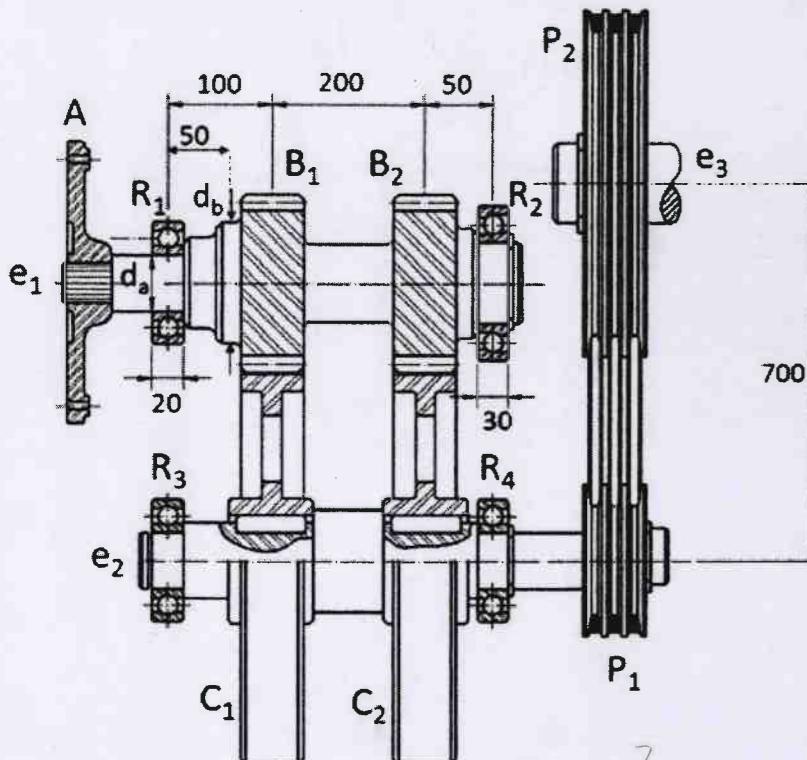
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a)	R 2	kN
1	b)	Fens	kN
1	c)	Relaxação	---
1	d)	Tap	Nm
1	e)	Aumento ou redução	%

1 2 1 1 5 6 4 8 3 0 2 4 A

Nome: *Enrico Citron de Lima*Assinatura: *[Signature]*

Instruções gerais: consulta permitida apenas ao formulário fornecido e autoriza-se o uso de calculadora científica. O tempo de prova é: 80 minutos. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos (e1->e3), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs (B₁; B₂; C₁; C₂) com m=5 mm e $\alpha=15^\circ$, 2 polias (P₁; P₂) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos (R₁->R₄). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo (Z_B=25 dentes). As ecdrs C têm Z_C=75 dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adoçamento de r/d=0,05. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm S_n=100 MPa. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R₁ (forma A); R₂ (forma B); R₃ (forma C); R₄ (forma D). Utilize G=81 GPa e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



- Calcule o maior fator de concentração de tensão K_{FF} combinado para a seção indicada "da".
- Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R₁) o K_{FF} combinado=2 e nf=π. Considere as reações de apoio no R₁: H=2677,44 N; V=717,55 N. Normalize pela DIN 3.
- Calcule o torque na região central do assento do rolamento R₂.
- Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C₁. Use RT=4,36x10⁻⁵ rad/mm.
- Sabendo que o torque no eixo 3 é 4685,5 Nm, qual a rotação da polia 2?

$$\frac{d}{\pi} \left(\frac{K_{FF} m}{S_n} \right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{K_H T_m}{G_e} \right)^2$$

$$1CV = 736W$$

$$50CV = 36,8kW$$

$$Z_C = 75 \text{ dentes}$$

$$Z_B = 25 \text{ dentes}$$

$$D = T \omega$$

$$P = T \cdot \omega$$

$$P = T \cdot \omega = 390,96 \text{ Nmm}$$

$$Z_C = 75 \text{ dentes}$$

$$Z_B = 25 \text{ dentes}$$

$$1CV = 736W$$

$$50CV = 36,8kW$$

$$\omega = \frac{\pi}{60} \cdot 900 = 94,74 \text{ rad/s}$$

$$P = T \cdot \omega = 390,96 \text{ Nmm}$$

$$P = T \cdot \omega$$

$$36,8 \times 10^3 = 6485,5 \text{ Nmm}$$

$$\omega = 157,75 \text{ rad/s} = \frac{2\pi}{60} \cdot n$$

$$n = 1501,6 \text{ rpm}$$

$$r/d = 0,05$$

$$G = 81 \text{ GPa}$$

Quadro de respostas para a questão 1

Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a) K _{FF}	2	--
1	b) d _{ASME}	120	mm
1	c) T _{R2}	4685	Nm
1	d) d _{PP C1}	5	mm
1	e) n _{P2}	15016	rpm

1 2 1 1 5 . 6 4 8 . 3

0 2 4

Nome:

Enrico Citron de Lima

Assinatura:

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $A_s=157$ mm 2). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demonstrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($S_T=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $K_{ap}=0,2$.

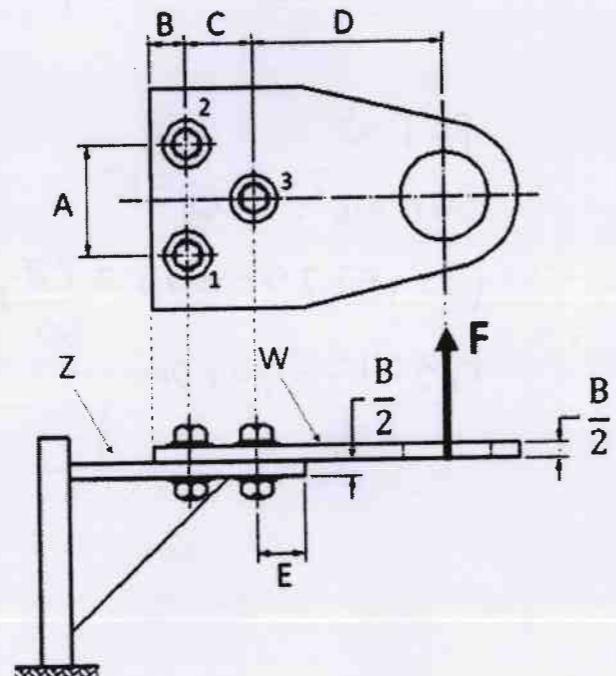
a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço "___" localizado na célula "R ___".

b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_j=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.



$$A = F \cdot 70$$

$$3 =$$

$$A_s \geq n_p(1-C)P_{max} \quad | 1+48K^2 AP$$

$$0,95(1-0,05) Ge$$

$$157 \geq 2,3(1-C)37 \sqrt{1+48 \cdot 0,05^2}$$

$$0,95(1-0,05) \cdot 2000 \cdot 0,05^3$$

$$C = 103$$

$$Ge = 10 \cdot 8,8 = 640$$

$$0,95 \geq n_p(1-C) P_{max} \quad | 1+48 \cdot 0,05^2$$

$$0,95 \cdot (1-0,05) \cdot 2000 \cdot 0,05^3$$

$$C = 103$$

$$k_p = 858 \text{ kN/mm}$$

$$k_j = 2000 \text{ kN/mm}$$

$$n_p = 2,3$$

$$P_{max} = 37 \text{ kN}$$

$$S_T = 0,05$$

$$F_{ap} = S_T \cdot F_{ap} = 0,05 \cdot 858 = 42,9 \text{ kN}$$

$$K_{ap} = 0,2$$

Quadro de respostas para a questão 2

Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a)	R 3	85
1	b)	Fens	38
1	c)	Relaxação	2
1	d)	Tap	Nm
1	e)	Aumento ou redução	50

1 2 . 1 1 5 . 6 6 0 . 8

0 2 5

A

Nome:

Ario Lúcio Nasturini

Assinatura:

Ario L.

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $A_s=157$ mm 2). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demonstrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($S_T=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $K_{ap}=0,2$.

a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço " _____ " localizado na célula "R".

b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_j=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

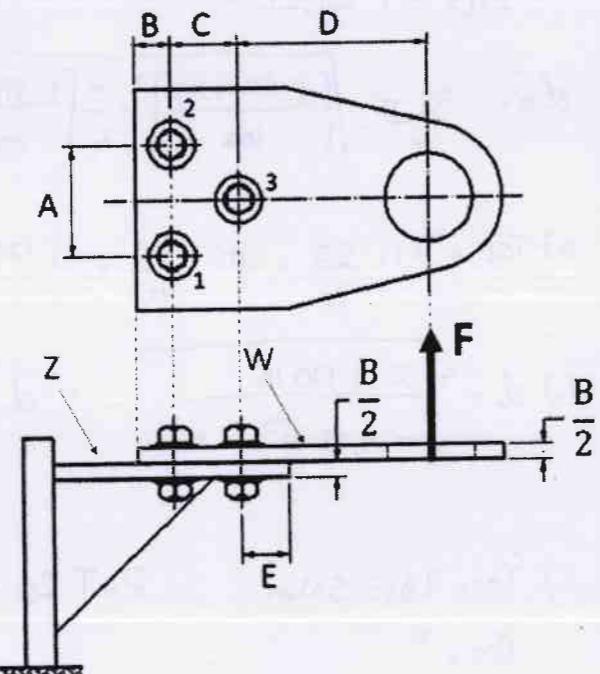
e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.

PARAF: M16x2 rosca normal; $d_3=13,546$ mm; $A_s=157$ mm 2

$S_T=0,05$; $F_{ens}=0,05F_{ap}$; $K_{ap}=0,2$

$$(d) \text{ PARA. 8.8 } \Rightarrow 6e = 640 \text{ MPa} \Rightarrow F_e = 91 \text{ kN}$$

$$T_{ap} = 0,95 \cdot 91 \cdot 10^3 \cdot 16 \cdot 2 = 145600 \text{ Nmm}$$



Quadro de respostas para a questão 2			
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a)	R _____	kN
1	b)	F_{ens}	kN
1	c)	Relaxação	0,2
1	d)	Tap	145,6
1	e)	Aumento ou redução	%

Nome: REGINEI FRANCISCO ALVES JUNIOR

Assinatura: *[Signature]*

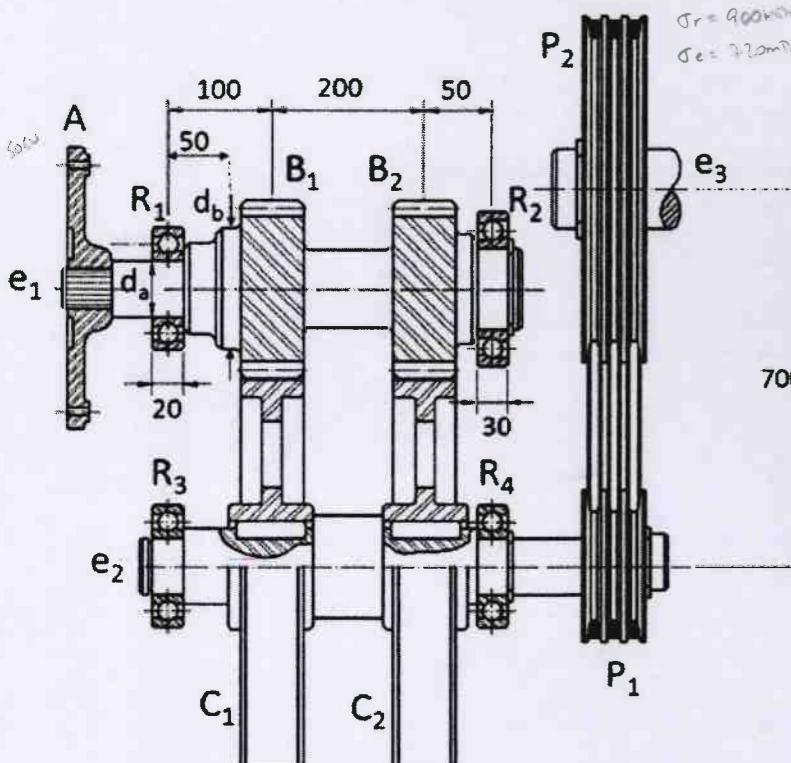
NM7510 - Elementos de Máquinas I

Profs.: William Maluf & Debora Lalo

P3 - 3/dez/2019

Instruções gerais: consulta permitida apenas ao formulário fornecido e autoriza-se o uso de calculadora científica. O tempo de prova é: 80 minutos. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos (e1->e3), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs (B₁; B₂; C₁; C₂) com m=5 mm e $\alpha=15^\circ$, 2 polias (P₁; P₂) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos (R₁->R₄). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo (Z_B=25 dentes). As ecdrs C têm Z_C=75 dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adoçamento de r/d=0,05. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm S_h=100 MPa. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R₁ (forma A); R₂ (forma B); R₃ (forma C); R₄ (forma D). Utilize G=81 GPa e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



- Calcule o maior fator de concentração de tensão K_{FF} combinado para a seção indicada "da".
- Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R₁) o K_{FF} combinado=2 e nf=π. Considere as reações de apoio no R₁: H=2677,44 N; V=717,55 N. Normalize pela DIN 3.
- Calcule o torque na região central do assento do rolamento R₂.
- Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C₁. Use RT=4,36x10⁻⁵ rad/mm.
- Sabendo que o torque no eixo 3 é 4685,5 Nm, qual a rotação da polia 2?

$$\textcircled{A} \quad K_{FF(\text{máx})} = 2,2 \quad K_{FF(\text{min})} = 1,2 \quad K_{FF(\text{med})} = 1,6$$

$$K_{FF(\text{máx})} = 2,2 \quad K_{FF(\text{min})} = 1,2 \quad K_{FF(\text{med})} = 1,6$$

$$K_{FF(\text{med})} = 1,6$$

$$K_{FF(\text{máx})} = 2,2 \quad K_{FF(\text{min})} = 1,2 \quad K_{FF(\text{med})} = 1,6$$

$$\textcircled{B} \quad \delta^3 \geq \frac{32 \cdot F}{\pi} \sqrt{\left(\frac{2,112,40}{400}\right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{2,3 \cdot 39,044}{220}\right)^2}$$

$$M_d = \sqrt{(50,212,55)^2 + (50,267,44)^2}$$

$$M_d = 138,596,20 \text{ N-mm}$$

$$d = 66,53 \text{ mm} \rightarrow d = 65 \text{ mm}$$

$$\textcircled{C} \quad n_{es} = \frac{25,900}{75}$$

$$n_{es} = 300 \text{ rpm}$$

$$T_{es2} = T_{es} \cdot 3$$

$$T_{es2} = 1171,38 \text{ Nm} + T_{es}$$

$$\textcircled{D} \quad d^3 = \frac{32 \cdot 1171,38 \cdot 10^3}{\pi \cdot 81 \cdot 10^3 \cdot 4,36 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{1,80}{\pi}\right)}$$

$$d = 15,58 \text{ mm}$$

$$\textcircled{E} \quad 100 - 1171,38$$

$$n = 4685,5 \text{ Nm}$$

$$n = 25,900 \text{ rpm}$$

Quadro de respostas para a questão 1

Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a) K _{FF}	5,3	---
1	b) d _{ASME}	45	mm
1	c) T _{R2}	1171,38	Nm
1	d) d _{PC1}	15,58	mm
1	e) n _{P2}	25	rpm

Nome

REGIMENTO FRANCOS ALVES JUNIOR

Assinatura

Roy L. C V

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $As=157$ mm²). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demonstrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($St=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $K_{ap}=0,2$.

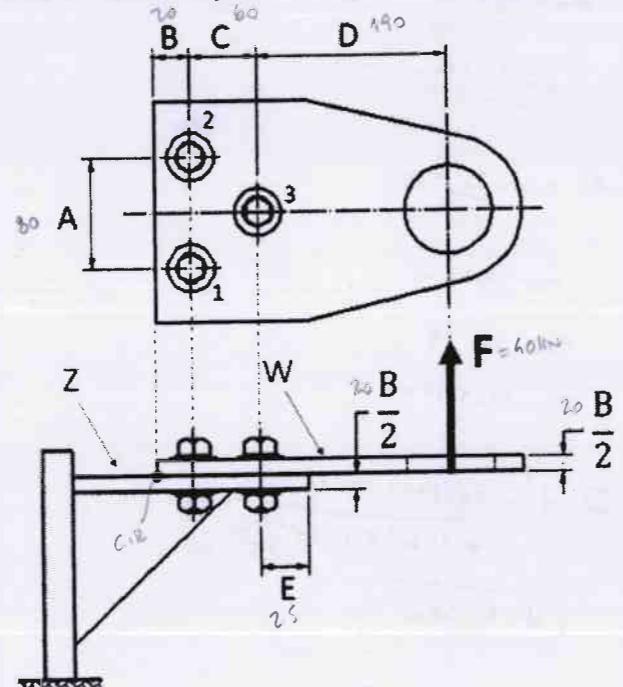
- a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço “_____” localizado na célula “R____”.

- b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858 \text{ kN/mm}$; $k_f=2000 \text{ kN/mm}$; $n_p=2,3$; $P_{max}=37 \text{ kN}$.

- c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

- d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

- e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.



Quadro de respostas para a questão 2

Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a) R 3	7,6	kN
1	b) Fens	28,3	kN
1	c) Relaxação		---
1	d) Tap	105	Nm
1	e) Aumento ou redução	- 50	%

1 2 1 1 6 1 2 1 . 0 0 2 7 A

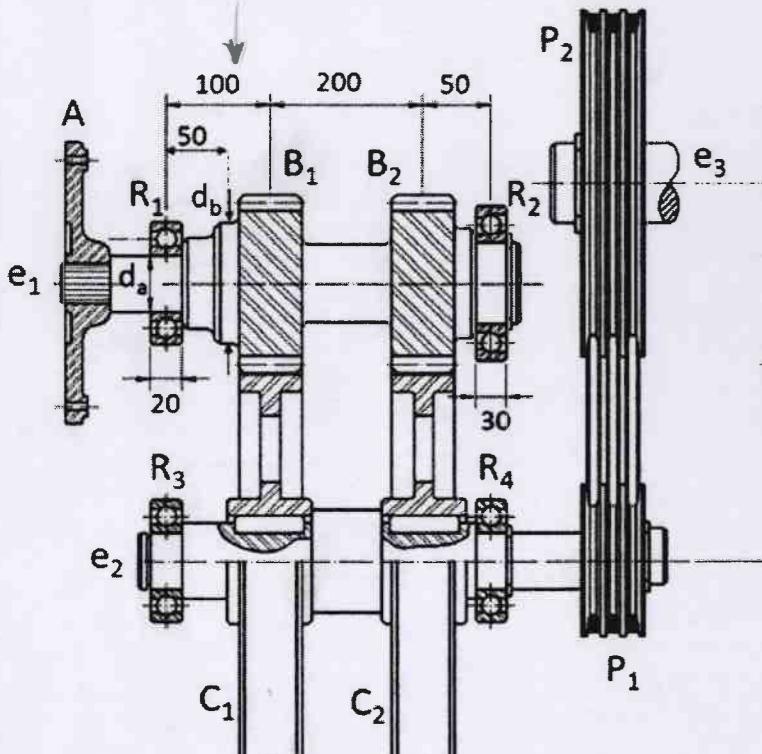
Nome: PAULO VICTOR O. TRIGO

Assinatura:

NM7510 - Elementos de Máquinas I Profs.: William Maluf & Debora Lalo P3 - 3/dez/2019

Instruções gerais: consulta permitida apenas ao formulário fornecido e autoriza-se o uso de calculadora científica. O tempo de prova é: 80 minutos. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos ($e_1 \rightarrow e_3$), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs (B_1 ; B_2 ; C_1 ; C_2) com $m=5\text{ mm}$ e $\alpha=15^\circ$, 2 polias (P_1 ; P_2) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos ($R_1 \rightarrow R_4$). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo ($Z_B=25$ dentes). As ecdrs C têm $Z_C=75$ dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adoçamento de $r/d=0,05$. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm $S_n=100\text{ MPa}$. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R_1 (forma A); R_2 (forma B); R_3 (forma C); R_4 (forma D). Utilize $G=81\text{ GPa}$ e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



- Calcule o maior fator de concentração de tensão K_{FF} combinado para a seção indicada "da".
- Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R_1) o K_{FF} combinado=2 e $nf=\pi$. Considere as reações de apoio no R_1 : $H=2677,44\text{ N}$; $V=717,55\text{ N}$. Normalize pela DIN 3.
- Calcule o torque na região central do assento do rolamento R_2 .
- Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C_1 . Use $RT=4,36 \times 10^{-5}\text{ rad/mm}$.
- Sabendo que o torque no eixo 3 é 4685,5 Nm, qual a rotação da polia 2?

$$e) T = T \left(\frac{\pi}{60} n \right) \Rightarrow (50 \cdot 736) = 4685,5 \left(\frac{2\pi}{60} \cdot n \right) = 25\text{ rpm}$$

$$n) \sigma_r = 100 \cdot 9 = 900\text{ MPa}$$

$$K_{FF} = 1 + (3,5 - 1) + (2,2 - 1) = 4,7$$

$$b) M_H = 2677,44 \cdot 50 = 133872\text{ Nmm}$$

$$M_V = 717,55 \cdot 60 = 430872,5\text{ Nmm}$$

$$M_A = \sqrt{M_H^2 + M_V^2} \Rightarrow 138696,2\text{ Nmm}$$

$$(50 \cdot 736) = T \left(\frac{2\pi}{60} \cdot 900 \right) \Rightarrow T_A = 390,5\text{ Nm}$$

$$T_A = 390500\text{ Nmm}$$

$$d^3 > \frac{32(\pi)}{\pi} \left(\frac{2 \cdot 138696,2}{100} \right)^2 \Rightarrow \frac{3}{4} \left(\frac{1 \cdot 390500}{10 \cdot 9,8} \right)^2$$

$$d^3 > 32 \cdot 2,684 \cdot 10^6 + 220,62 \cdot 10^3$$

$$d > 44,8\text{ mm} \sim \text{DIN 3} = 45\text{ mm}$$

$$d) \frac{B_1}{C_1} = \frac{T_{B_1}}{T_{C_1}} \Rightarrow \frac{25}{75} = \frac{390500}{T_{C_1}} \Rightarrow T = 1,171 \cdot 10^6\text{ Nmm}$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot (1,171 \cdot 10^6)}{\pi \cdot (4,36 \cdot 10^{-5}) \cdot (81 \cdot 10^3)}} \Rightarrow d = 42,87\text{ mm}$$

Quadro de respostas para a questão 1

Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a) K_{FF}	4,7	--
1	b) d_{ASME}	45	mm
1	c) T_{R2}	390,5	Nm
1	d) d_{PC1}	42,87	mm
1	e) n_{P2}	75	rpm

Nome:

PAULO VICTOR O. TRIGO

Assinatura:

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $As=157$ mm 2). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demonstrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($St=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $Kap=0,2$.

a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço " " localizado na célula "R".

b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_j=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

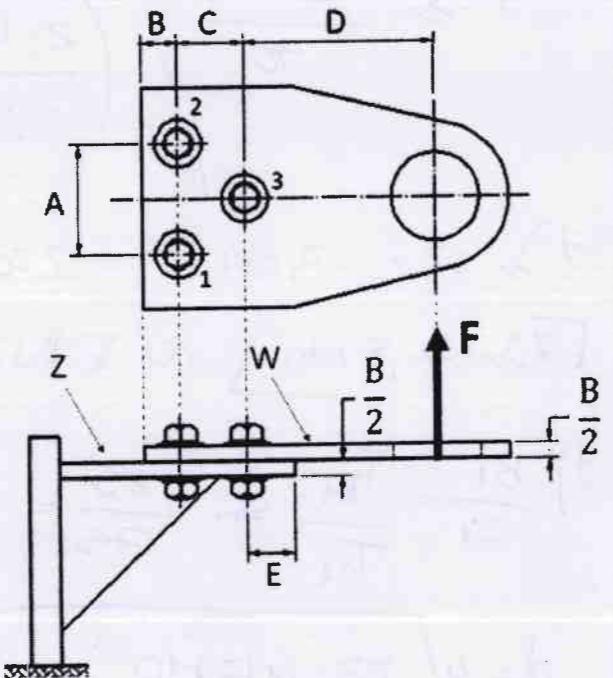
e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.

pois estaria mais próximo da simetria, diminuindo o braço da fixação.

$$b) C = \frac{858}{858 + 2000} \Rightarrow C = 0,3$$

$$IS \Rightarrow \frac{23(1-0,3) \cdot 37 \cdot \sqrt{1+48(0,12)^2}}{0,95(1-2(0,05)) \cdot t_e} \Rightarrow t_e = 758,32 \text{ N/mm}^2$$

$$\Delta t_e = \frac{F}{A} \Rightarrow \Delta t_e = \frac{F}{As} \Rightarrow 758,32 \cdot 157 = F = 119 \text{ kN}$$



$$d) T_{ap} = F_{ap} \cdot d \cdot Kap \Rightarrow T_{ap} = (t_e \cdot As) \cdot d \cdot Kap$$

$$T_{ap} = [(10 \cdot 8 \cdot 8) \cdot 157] \cdot 16 \cdot 0,2 = 321,53 \text{ Nm}$$

Quadro de respostas para a questão 2			
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a) R		kN
1	b) F_{ens}	119	kN
1	c) Relaxação	0,95	--
1	d) T_{ap}	321,54	Nm
1	e) Aumento ou redução	25	%

Nº FEI (RA)

1 2 1 1 6 2 1 6

Nº Sequencial

8 2 8

Pacote

Nome: Arthur Queiroz Honório

Assinatura: 

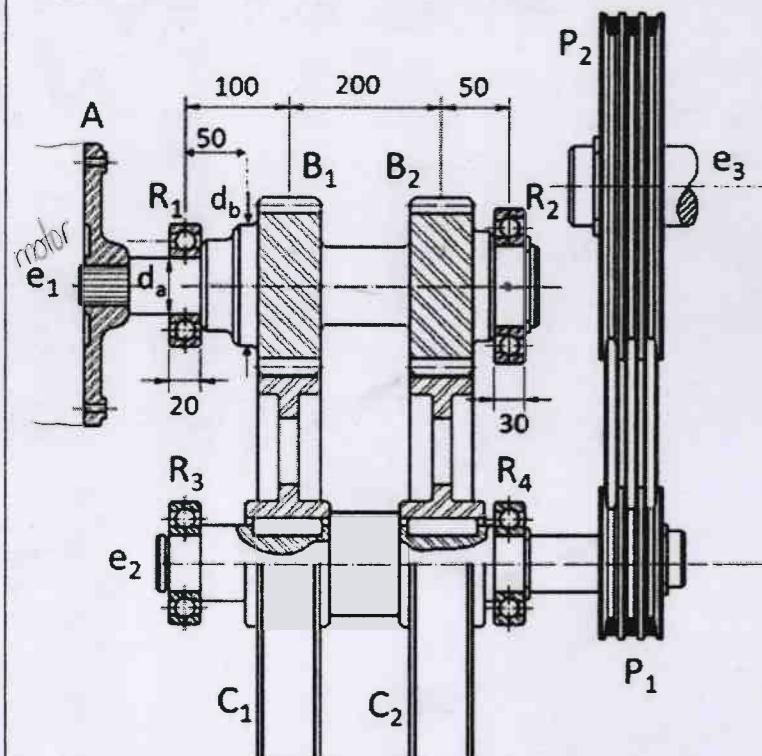
NM7510 - Elementos de Máquinas I

Profs.: William Maluf & Debora Lalo

P3 - 3/dez/2019

Instruções gerais: consulta permitida apenas ao formulário fornecido e autoriza-se o uso de calculadora científica. O tempo de prova é: 80 minutos. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos ($e_1 \rightarrow e_3$), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs ($B_1; B_2; C_1; C_2$) com $m=5\text{ mm}$ e $\alpha=15^\circ$, 2 polias ($P_1; P_2$) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos ($R_1 \rightarrow R_4$). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo ($Z_B=25$ dentes). As ecdrs C têm $Z_C=75$ dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adoçamento de $r/d=0,05$. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm $S_n=100\text{ MPa}$. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R_1 (forma A); R_2 (forma B); R_3 (forma C); R_4 (forma D). Utilize $G=81\text{ GPa}$ e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



- Calcule o maior fator de concentração de tensão K_{FF} combinado para a seção indicada "da".
- Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R_1) o K_{FF} combinado=2 e $nf=\pi$. Considere as reações de apoio no R_1 : $H=2677,44\text{ N}$; $V=717,55\text{ N}$. Normalize pela DIN 3.
- Calcule o torque na região central do assento do rolamento R_2 .
- Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C_1 . Use $RT=4,36 \times 10^{-5}\text{ rad/mm}$.
- Sabendo que o torque no eixo 3 é 4685,5 Nm, qual a rotação da polia 2?

acô 9.8 $\begin{cases} \sigma_a = 900\text{ MPa} \\ \sigma_e = 720\text{ MPa} \end{cases}$ $\begin{cases} R_1, \text{ forma A: } K_{FF} = 3,5 \\ R_2, \text{ forma B: } K_{FF} = 2,2 \\ R_3, \text{ forma C: } K_{FF} = 2,2 \\ R_4, \text{ forma D: } K_{FF} = 1,5 \end{cases}$ $\Rightarrow K_{FF_c} = 3,7$

 $\Rightarrow a) K_{FF_{comb}} = [(K_{FF_{fix}} - 1) + (K_{FF_{rot}} - 1)] + 1$
 $\Rightarrow K_{FF} = [(3,5 - 1) + (2,2 - 1)] + 1$

b) $\begin{cases} VERT: M_V = 50 \cdot 717,55 = 35877,5\text{ N mm} \\ HORIZ: M_H = 50 \cdot 2677,44 = 133872\text{ N mm} \end{cases}$ $M_R = \sqrt{M_V^2 + M_H^2}$

 $T_{e_1} = \frac{(50 \cdot 736)}{2\pi \cdot 900} \Rightarrow T_{e_1} = \frac{390,46}{2} \text{ N m} = 195,23\text{ N m}$

ASME: $d_b^3 = \frac{32 \cdot \pi}{\pi} \sqrt{\left(\frac{2 \cdot 138596,2}{100}\right)^2 + \left(\frac{3 \cdot 390,46 \cdot 30^3}{2 \cdot 720}\right)^2}$

 $d_b = 44,65\text{ mm}$

c) $\sum M_{R_1} = 0$
 $836,99 \cdot 100 + 336,99 \cdot 300 = F_{R_2} \cdot 350 \Rightarrow F_{R_2} = 956,55\text{ N}$
 $\Rightarrow T_{R_2} = 334,8\text{ N m}$

d) $d = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot T_{m_c}}{\pi \cdot R_g \cdot G}}$ $900 \cdot 25 = n_{e_2} \cdot 75$ $\Rightarrow T_{e_2} = \frac{(50 \cdot 736)}{2 \cdot 300 / 60} \Rightarrow T_{e_2} = 585,69\text{ N m}$
 $\Rightarrow d = 36,05\text{ mm}$

e) $\frac{2\pi \cdot n}{60} = \frac{(50 \cdot 736)}{2 \cdot 300 / 60} \Rightarrow n = 37,5\text{ rpm}$

Quadro de respostas para a questão 1			
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a) K_{FF}	3,7	--
1	b) d_{ASME}	44,65	mm
1	c) T_{R_2}	334,8	Nm
1	d) d_{PPC1}	36,05	mm
1	e) n_{P2}	37,5	rpm

Nome: Arthur Queiroz Honório

Assinatura: 

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $A_s=157$ mm 2). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demonstrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($S_t=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $K_{ap}=0,2$.

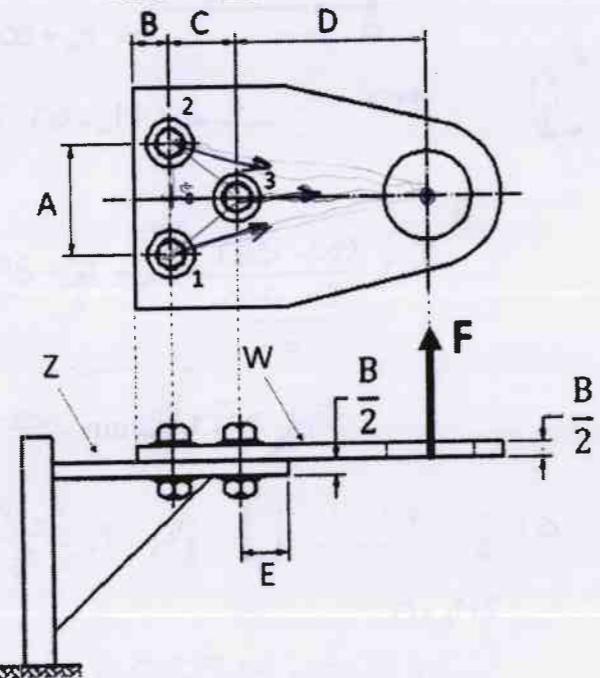
a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço " " localizado na célula "R".

b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_f=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.



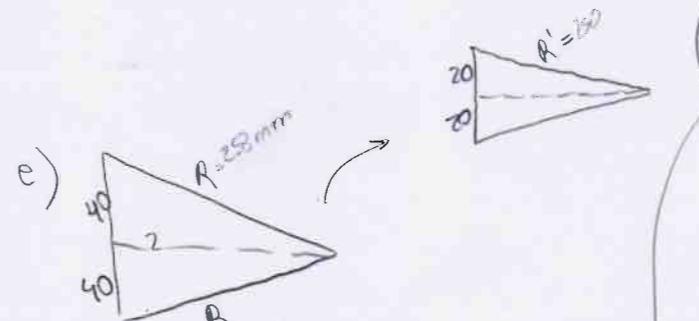
$$\text{b) } A_g \geq \frac{n_p(1-C)P_{max}}{0,95(1-2S_t)\sigma_e} \sqrt{1+48(0,2)^2} \quad \text{C} = \frac{858}{858+2000} = 0,3$$

$$157 \geq \frac{2,3(1-0,3) \cdot 37 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{1+48(0,2)^2}}{0,95(1-0,05) \cdot \sigma_e}$$

$$\sigma_e \geq 718,41 \text{ MPa} \rightarrow \text{classe 9.8.} \rightarrow \sigma_e = 720 \text{ MPa}$$

$$\therefore F_{ens} = 102 \text{ kN}$$

$$\text{d) } 8,8 \begin{cases} \sigma_e = 800 \text{ MPa} \\ \sigma_e = 640 \text{ MPa} \end{cases} \rightarrow T_{ap} = 640 \cdot 16 \cdot 10^{-3} \cdot 0,2 = 2,048 \text{ Nm} \rightarrow T_{ap} = 2,05 \text{ N.m}$$



O PARAFUSO MAIS SOLICITADO "3"
NÃO SERIA MENOS SOLICITADO

Quadro de respostas para a questão 2			
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a)	R ₃	20
1	b)	F _{ens}	102
1	c)	Relaxação	K _{ap}
1	d)	T _{ap}	2,05
1	e)	Aumento ou redução	0%

1 2 1 1 6 2 3 6 . 6

2 9

Nome:

José Raulo M. Soneira

Assinatura:

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $A_s=157$ mm 2). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demonstrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($S_T=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $K_{ap}=0,2$.

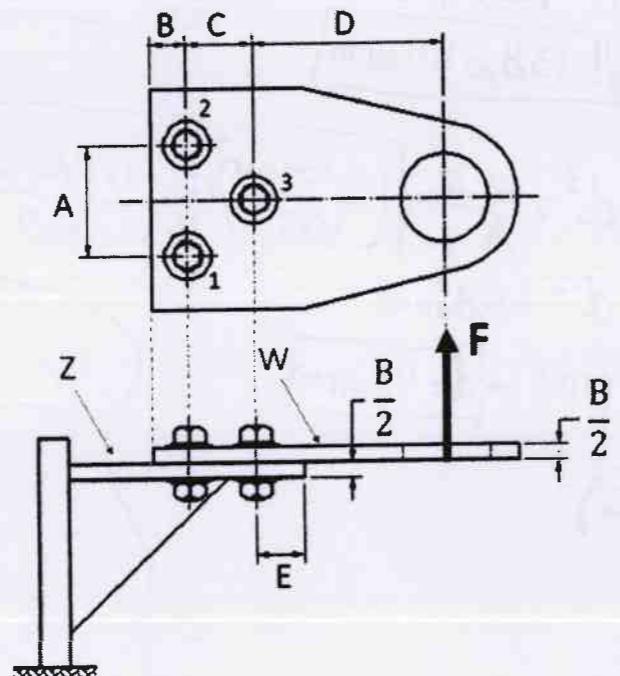
a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço " _____ " localizado na célula "R _____".

b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_i=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.



$$b) C = \frac{858}{858 + 2000} = 0,3$$

$$858 + 2000$$

Quadro de respostas para a questão 2

Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a)	R _____	kN
1	b)	F_{ens}	kN
1	c)	Relaxação	--
1	d)	Tap	Nm
1	e)	Aumento ou redução	%

Nº FEI (RA)

1 2 1 1 6 2 9 3 7 0 3 0 A

Nº Sequencial

Nome: GUSTAVO SACRAMUCI L.S.

Assinatura:

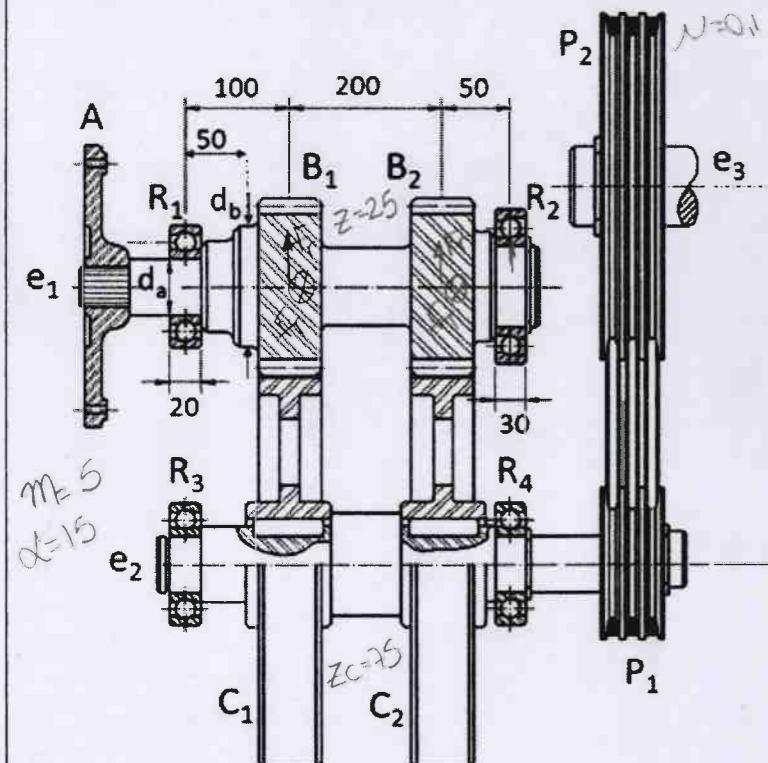
NM7510 - Elementos de Máquinas I

Profs.: William Maluf & Debora Lalo

P3 - 3/dez/2019

Instruções gerais: consulta permitida apenas ao formulário fornecido e autoriza-se o uso de calculadora científica. O tempo de prova é: 80 minutos. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos ($e_1 \rightarrow e_3$), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs (B₁; B₂; C₁; C₂) com $m=5\text{ mm}$ e $\alpha=15^\circ$, 2 polias (P₁; P₂) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos (R₁→R₄). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo (Z_B=25 dentes). As ecdrs C têm Z_C=75 dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adoçamento de $r/d=0,05$. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm $S_n=100\text{ MPa}$. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R₁ (forma A); R₂ (forma B); R₃ (forma C); R₄ (forma D). Utilize $G=81\text{ GPa}$ e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



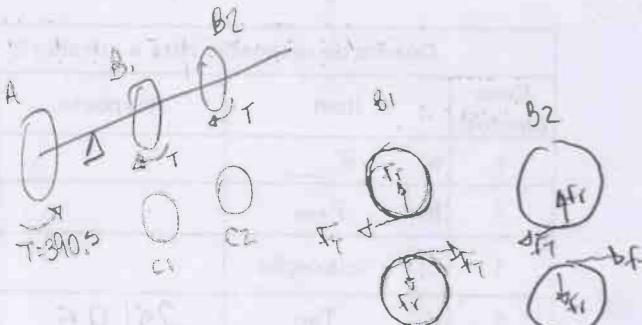
- Calcule o maior fator de concentração de tensão K_{FF} combinado para a seção indicada "da".
- Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R₁) o K_{FF} combinado=2 e nf=π. Considere as reações de apoio no R₁: H=2677,44 N; V=717,55 N. Normalize pela DIN 3.
- Calcule o torque na região central do assento do rolamento R₂.
- Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C₁. Use RT=4,36x10⁻⁵ rad/mm.
- Sabendo que o torque no eixo 3 é 4685,5 Nm, qual a rotação da polia 2?

$$9.8 \quad \left\{ \begin{array}{l} T_r = 900 \text{ N.m} \\ T_e = 720 \text{ N.m} \end{array} \right.$$

$$P = T \cdot 2\pi \cdot n \rightarrow 50 \cdot 736 = T \cdot 2\pi \cdot \frac{900}{60}$$

$$T_A = 390,5 \text{ N.m}$$

$$T_{B1} = T_{B2} = 195,25 \text{ N.m}$$



@ Seção da

$$K_{F,IX} = 3,5$$

$$K_{F,geo} = 2,3$$

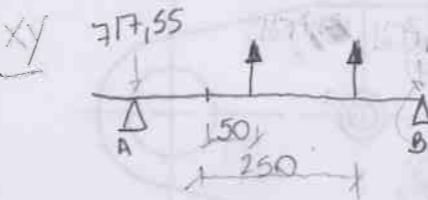
$$K_F = 1 + (K_{F,IX} - 1) + (K_{F,geo} - 1) \rightarrow K_F = 1 + (3,5 - 1) + (2,3 - 1)$$

$$K_F = 4,8$$

$$\textcircled{b} \quad F_T = 2 \cdot 195,25 \cdot 10^3 \rightarrow F_T = 3124 \text{ N}$$

$$5 \cdot 25$$

$$F_T = 3124 \cdot \tan 15 = 837,07 \text{ N}$$



$$M_{db} = 717,55 \cdot 50$$

$$M_{db} = 35877,5 \text{ N.mm}$$



$$M_{db} = 2677,44 \cdot 50$$

$$M_{db} = 133872 \text{ N.mm}$$

$$M = \sqrt{(35877,5)^2 + (133872)^2} \rightarrow M = 138596,2 \text{ N.mm}$$

$$d \geq \frac{32 \cdot \pi}{\pi} \sqrt{\left(\frac{2 \cdot 138596,2}{100}\right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{390,5 \cdot 10^3}{720}\right)^2} \rightarrow d \geq 49,8 \text{ mm}$$

$$d = 45 \text{ mm}$$

(c) Tem que ser 0 (?)

$$\textcircled{d} \quad i = \frac{575}{5 \cdot 25} \cdot \frac{T_c}{195,25} \rightarrow T_c = 585750 \text{ N.mm}$$

$$d = \sqrt{\frac{32 \cdot 585750}{\pi \cdot 4,36 \cdot 10^{-5} \cdot 81 \cdot 10^3}} \rightarrow d = 36,09 \text{ mm}$$

$$\textcircled{e} \quad 50 \cdot 736 = 4685,5 \cdot 2\pi \cdot \frac{n}{60}$$

$$n = 75 \text{ rpm}$$

Quadro de respostas para a questão 1			
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a) K _{FF}	4,8	--
1	b) d _{ASME}	45	mm
1	c) T _{R2}	0	Nm
1	d) d _{PPC1}	36,09	mm
1	e) n _{P2}	75	rpm

Nome:

Gustavo SACARIMUCI LS

Assinatura:

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $A_s=157$ mm²). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demonstrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($S_t=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $K_{ap}=0,2$.

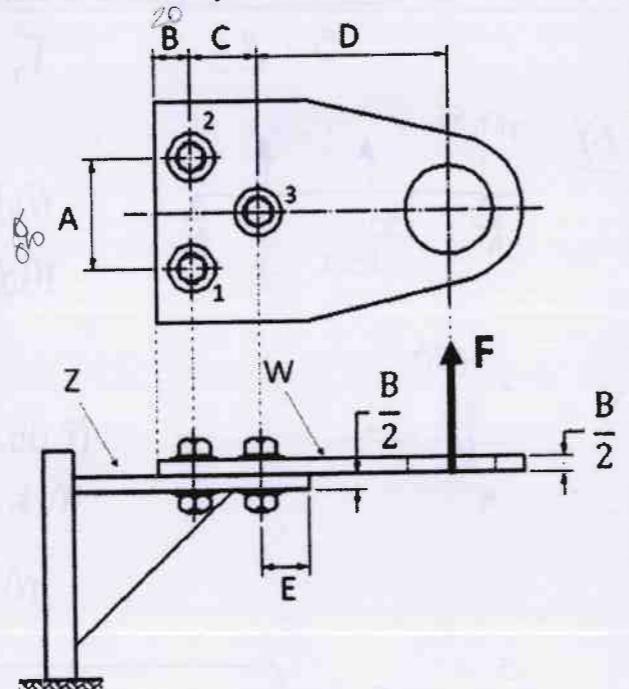
a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço "___" localizado na célula "R___".

b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_f=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.



$$\text{d) } \sigma_r = 800 \text{ MPa} \\ \sigma_e = 640 \text{ MPa}$$

$$T_{ap} = F_{ap} \cdot d \cdot K_{ap} \rightarrow T_{ap} = 16 \cdot 0,2 \cdot F_{ap}$$

$$T_{ap} = 3,2 \cdot F_{ap}$$

$$T_{ap} = 241959,16 \text{ Nmm}$$

$$\sqrt{\left(\frac{F_{ap}}{157}\right)^2 + 3 \left(0,5 \cdot (3,2 \cdot F_{ap})\right)^2} \leq \frac{640}{1} \rightarrow F_{ap} = 75610,67 \text{ N}$$

Quadro de respostas para a questão 2			
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a)	R___	kN
1	b)	F_{ens}	kN
1	c)	Relaxação	---
1	d)	Tap	Nm
1	e)	Aumento ou redução	%

1 2 . 1 1 6 . 3 0 7 . 5

0 3 1

A

Nome: Jean Costa de Jesus

Assinatura: Jean Costa

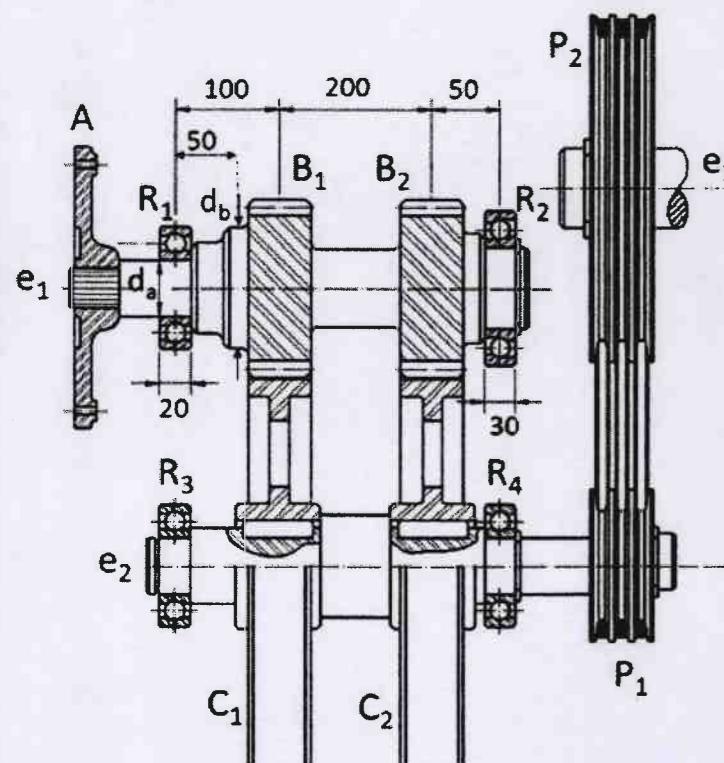
NM7510 - Elementos de Máquinas I

Profs.: William Maluf & Debora Lalo

P3 - 3/dez/2019

Instruções gerais: consulta permitida apenas ao formulário fornecido e autoriza-se o uso de calculadora científica. O tempo de prova é: 80 minutos. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos ($e_1 \rightarrow e_3$), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs (B_1 ; B_2 ; C_1 ; C_2) com $m=5\text{ mm}$ e $\alpha=15^\circ$, 2 polias (P_1 ; P_2) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos ($R_1 \rightarrow R_4$). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo ($Z_B=25$ dentes). As ecdrs C têm $Z_C=75$ dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adoçamento de $r/d=0,05$. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm $S_n=100\text{ MPa}$. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R_1 (forma A); R_2 (forma B); R_3 (forma C); R_4 (forma D). Utilize $G=81\text{ GPa}$ e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



- Calcule o maior fator de concentração de tensão K_{FF} combinado para a seção indicada "da".
- Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R_1) o K_{FF} combinado=2 e $nf=\pi$. Considere as reações de apoio no R_1 : $H=2677,44\text{ N}$; $V=717,55\text{ N}$. Normalize pela DIN 3.
- Calcule o torque na região central do assento do rolamento R_2 .
- Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C_1 . Use $RT=4,36 \times 10^{-5}\text{ rad/mm}$.
- Sabendo que o torque no eixo 3 é 4685,5 Nm, qual a rotação da polia 2?

b)

$$d^3 \geq \frac{32 \pi}{\pi} \cdot \sqrt{\left(\frac{2 \cdot 50 \cdot 717,55}{100}\right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{1,6 \cdot 390000}{720}\right)^2}$$

$$d \geq 32,2\text{ mm}$$

e)

Quadro de respostas para a questão 1			
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a)	K_{FF}	---
1	b)	dASME	34,0 mm
1	c)	T_{R2}	Nm
1	d)	d_{PPC1}	mm
1	e)	η_{P2}	rpm

Nome:

Jean Costa de Jesus

Assinatura:

Jean Costa

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $A_s=157$ mm 2). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demostrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($S_t=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $K_{ap}=0,2$.

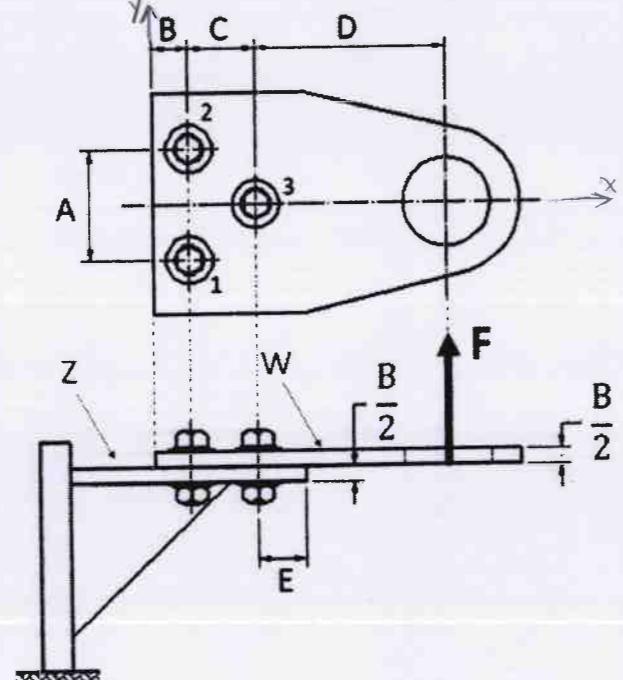
a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço "___" localizado na célula "R___".

b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_j=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

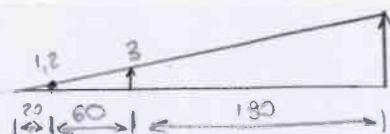
c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.



a)



$$\frac{270}{F} = \frac{80}{R_3} \therefore R_3 = \frac{80}{270} \cdot 40 \therefore R_3 = 11,85 \text{ kN}$$

$$b) C = \frac{858 \cdot 10^3}{(858 + 2000) \cdot 10^3} \Rightarrow C = 0,3$$

$$157 \geq 2,3(1-0,3) \cdot 37000 \cdot \sqrt{1+48 \cdot 0,2^2} \\ 0,95[1-2(0,05)] \cdot G_e \therefore G_e \geq 758 \text{ MPa}$$

Para que atenda o limite de escoamento mínimo, adota-se pela DIN 267 um parafuso M16x2 com classe 10.9. Assim a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados é de 130 kN.

d) Pela DIN 267, um parafuso M16x2 classe 8.8 possui $F_{ens} = 94$ kN.

Como houve escoamento do parafuso, $F_{ens} = F_{ap}$.

$$T_{ap} = 91000 \cdot 16 \cdot 0,2$$

$$T_{ap} = 291,2 \text{ N.m}$$

e) Novamente por semelhança de triângulos, a cota A não possui nenhum papel para o cálculo do parafuso mais solicitado, tendo em vista que nesse sistema proposto o parafuso 3 sempre é o mais solicitado.

Quadro de respostas para a questão 2			
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a)	R_3	11,85
1	b)	Fens	130
1	c)	Relaxação	0,95
1	d)	Tap	291,2
1	e)	Aumento ou redução	0 %

Nome: *Nauf Lanni Junior*

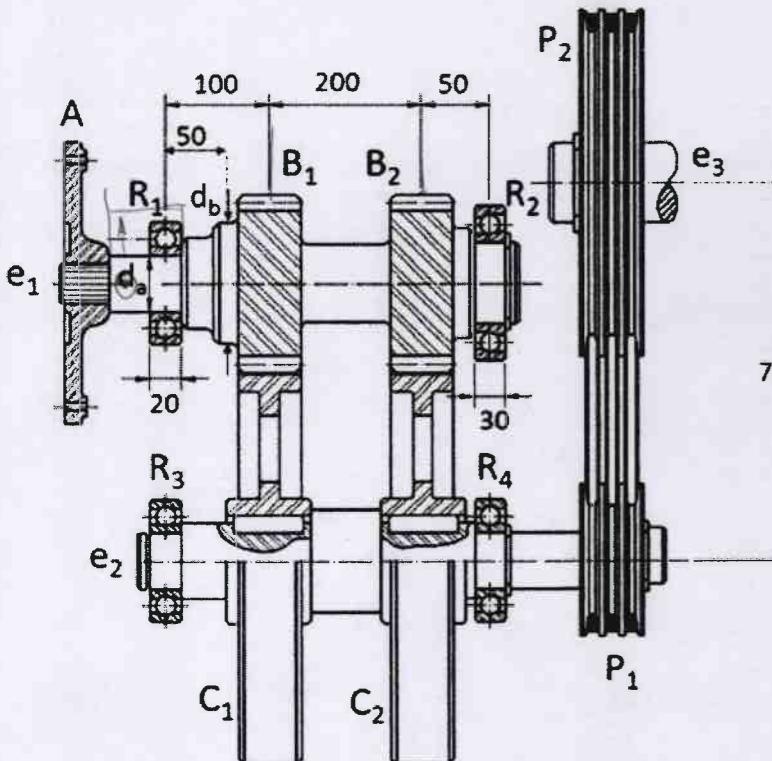
Assinatura: *[Signature]*

NM7510 - Elementos de Máquinas I Profs.: William Maluf & Debora Lalo

P3 - 3/dez/2019

Instruções gerais: consulta permitida apenas ao formulário fornecido e autoriza-se o uso de calculadora científica. O tempo de prova é: 80 minutos. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos (e1->e3), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs (B₁; B₂; C₁; C₂) com m=5 mm e $\alpha=15^\circ$, 2 polias (P₁; P₂) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos (R₁->R₄). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo (Z_B=25 dentes). As ecdrs C têm Z_C=75 dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adoçamento de r/d=0,05. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm S_n=100 MPa. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R₁ (forma A); R₂ (forma B); R₃ (forma C); R₄ (forma D). Utilize G=81 GPa e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



- Calcule o maior fator de concentração de tensão K_{FF} combinado para a seção indicada "da".
- Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R₁) o K_{FF} combinado=2 e nf=π. Considere as reações de apoio no R₁: H=2677,44 N; V=717,55 N. Normalize pela DIN 3.
- Calcule o torque na região central do assento do rolamento R₂.
- Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C₁. Use RT=4,36x10⁻⁵ rad/mm.
- Sabendo que o torque no eixo 3 é 4685,5 Nm, qual a rotação da polia 2?

$$\begin{aligned} \sigma_e &= 720 \text{ MPa} \\ G_R &= 900 \text{ GPa} \\ T_m &= 2342,76 \text{ Nm} \\ d &= 125 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$F_{T_1} = F_{T_2} = 37484 \cdot 10^3 \text{ N} \rightarrow M_H \rightarrow M_{H1} = 37484 \text{ Nm} \quad M_{H2} = 11,2450 \text{ Nm}$$

$$F_R = 10,044 \cdot 10^3 \text{ N} \rightarrow M_V \rightarrow M_{V1} = 1,0044 \text{ Nm} \quad M_{V2} = 3,0132 \text{ Nm}$$

$$M_a = \sqrt{M_{H1}^2 + M_{V1}^2} \rightarrow M_a = 15,5226 \cdot 10^3 \text{ Nm}$$

$$(125 \cdot 10^3)^3 \geq \frac{32}{\pi} \cdot \sqrt{\left(\frac{K_{FF} \cdot M_a}{S_n}\right)^2 + \frac{3}{4} \cdot \left(\frac{1,6 \cdot T_m}{d}\right)^2} \leq 3,6767 \cdot 10^{-8}$$

$$\frac{(K_{FF} \cdot M_a)^2}{S_n} \leq 3,674 \cdot 10^{-8} \rightarrow K_{FF} = 1,23$$

$$b) \quad M_H = 133,872 \text{ Nm} \quad M_V = 35,877,5 \text{ Nm} \quad M_P = 138,596 \text{ Nm}$$

$$d^3 \geq 32 \sqrt{\frac{2 \cdot 138,596}{100 \cdot 10^6}} \geq \frac{3}{4} \sqrt{\frac{1,6 \cdot 2342,76}{720 \cdot 10^6}} \rightarrow d^3 \geq 0,0887 \rightarrow d \geq 0,446 \text{ m ou}$$

$$e) \quad P_m = 368000 \text{ W} = P_E$$

$$P_{E2} = P_E \cdot 2 \cdot \frac{25}{75}$$

$$P_{E2} = 24533,3 \text{ W}$$

$$P_{E3} = P_{E2}$$

$$P_{E2} = T \cdot \omega$$

$$\omega_2 = 5,24 \text{ rpm}$$

Quadro de respostas para a questão 1

Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a)	K _{FF}	1,23
1	b)	dASME	446
1	c)	T _{R2}	Nm
1	d)	d _{PC1}	mm
1	e)	n _{P2}	rpm

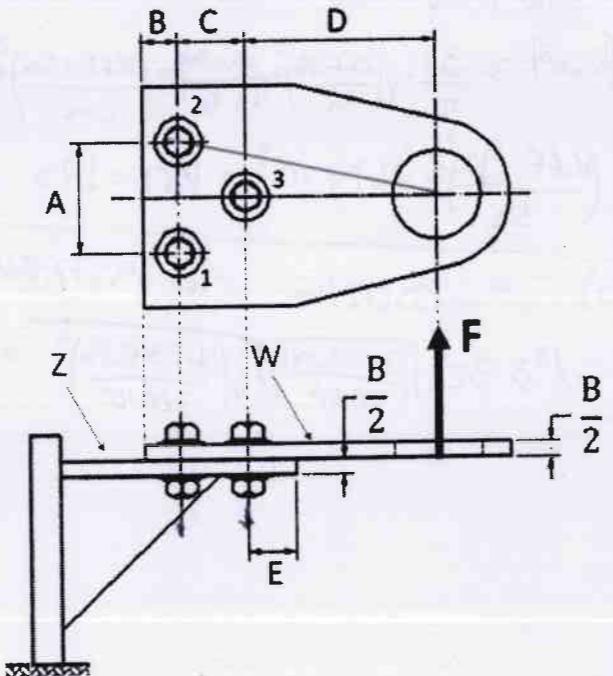
Nome:

Naaji Zawki Junior

Assinatura:

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $A_s=157$ mm 2). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demostrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($S_t=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $K_{ap}=0,2$.

a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço “ ” localizado na célula “R ”.



b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_f=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.

Quadro de respostas para a questão 2

Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a) R		kN
1	b) F_{ens}		kN
1	c) Relaxação		---
1	d) T_{ap}		Nm
1	e) Aumento ou redução		%

12 1 16 395 0

033 A

Nome: **Eduardo Silva Lopes**

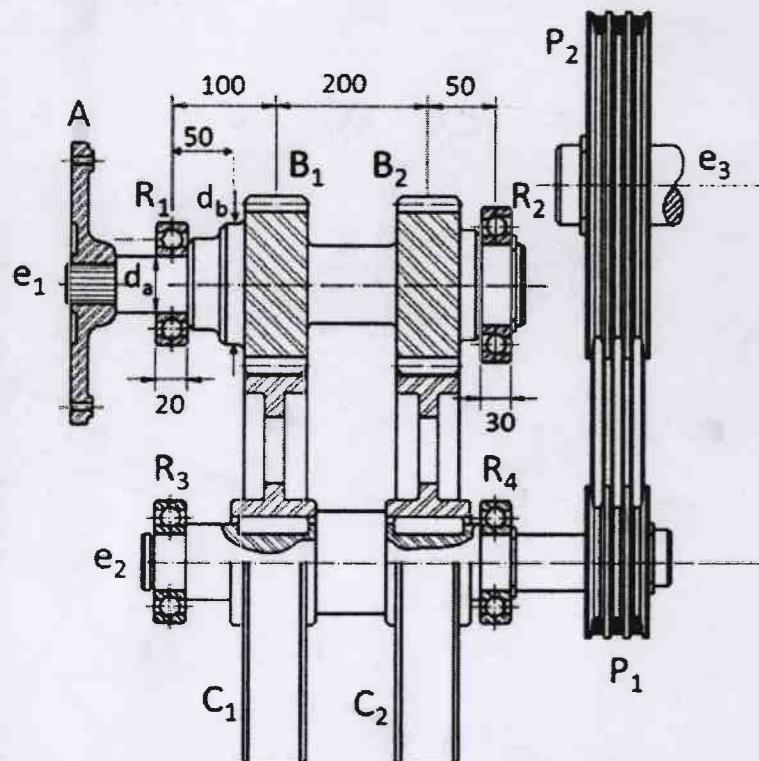
Assinatura: 

NM7510 - Elementos de Máquinas I Profs.: William Maluf & Debora Lalo

P3 - 3/dez/2019

Instruções gerais: consulta permitida apenas ao formulário fornecido e autoriza-se o uso de calculadora científica. O tempo de prova é: 80 minutos. Erros ou faltas das unidades em cálculos parciais e respostas finais acarretarão no desconto de 1 ponto por questão.

Questão 1 (5 pontos): o desenho abaixo representa uma simplificação de um sistema de transmissão de potência composto por 3 eixos ($e_1 \rightarrow e_3$), 1 acoplamento (A), 4 ecdrs (B_1, B_2, C_1, C_2) com $m=5$ mm e $\alpha=15^\circ$, 2 polias (P_1, P_2) que utilizam correia trapezoidal perfil A ($\mu=0,1$) e 4 rolamentos ($R_1 \rightarrow R_4$). Considere que não existam perdas no sistema. As ecdrs B foram usinadas no próprio eixo ($Z_B=25$ dentes). As ecdrs C têm $Z_C=75$ dentes. O eixo é feito de aço classe de resistência 9.8. Todas variações de seção foram feitas com adoçamento de $r/d=0,05$. Considere para efeito de cálculo, que todas seções têm $S_n=100$ MPa. Cada rolamento foi montado por um tipo de interferência diferente: R_1 (forma A); R_2 (forma B); R_3 (forma C); R_4 (forma D). Utilize $G=81$ GPa e condição do momento fletor inexistente. Um motor elétrico de 50 CV que tem rotação de 900 rpm aciona o elemento A. Sobre esse cenário responda os itens subsequentes:



- Calcule o maior fator de concentração de tensão K_{FF} combinado para a seção indicada "da".
- Calcule pelo critério da ASME o diâmetro da seção indicada "db". Considere que nesse local (50mm para a direita do centro de R_1) o K_{FF} combinado=2 e $n_f=\pi$. Considere as reações de apoio no R_1 : $H=2677,44$ N; $V=717,55$ N. Normalize pela DIN 3.
- Calcule o torque na região central do assento do rolamento R_2 .
- Utilizando o critério de rigidez à torção, calcule diâmetro da região central do elemento C_1 . Use $R_T=4,36 \times 10^{-5}$ rad/mm.
- Sabendo que o torque no eixo 3 é 4685,5 Nm, qual a rotação da polia 2?

$$T_e = 720 \text{ MPa}$$

motor: 50 cv @ 900 rpm

$$d^3 \geq \frac{32n_f}{\pi} \sqrt{\left(\frac{K_{FF} \cdot m_a}{S_n}\right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{K_{ff} T_m}{G_e}\right)^2}, \quad d \geq \frac{32 \cdot \pi}{\pi} \sqrt{\left(\frac{2,538596,2}{500}\right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{390,46}{720}\right)^2}$$

$$d \geq 44,85, \quad d = 45 \text{ mm}$$

$$M_{XY} = 2677,44 \cdot 50 = 133872 \text{ Nmm}$$

$$M_{XY} = 717,55 \cdot 50 = 35877,5 \text{ Nmm}$$

$$\left. M_A = 538596,20 \text{ Nmm} \right\}$$

$$P = T \cdot \omega = 50 \cdot 736 = T \cdot 2\pi \cdot \frac{900}{60} \therefore T_A = 390,46 \text{ Nm}$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{32 T_{max}}{\pi \cdot R_T \cdot G}}$$

$$T_{e3} = 4685,5 \text{ Nm}$$

$$P = T \cdot \omega = 50 \cdot 736 = 4685,5 \cdot 2\pi \cdot \frac{n}{60} \therefore n = 75 \text{ rpm}$$

$$n_c = n_B \cdot \frac{Z_B}{Z_C} = 900 \cdot \frac{25}{75} = 300$$

$$50 \cdot 736 = T_c \cdot 2\pi \cdot \frac{300}{60} \Rightarrow T_c = 5575,38 \text{ Nm}$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 5575,38 \cdot 10^3}{\pi \cdot 4,36 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{\pi}{180} \cdot 81 \cdot 10^9}}$$

$$d = 557,95 \text{ mm}$$

Quadro de respostas para a questão 1			
Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a)	K_{FF}	--
1	b)	dASME	45
1	c)	T_{R2}	Nm
1	d)	d_{PC1}	557,95
1	e)	n_{P2}	75

3	2	3	5	6	3	9	5	0	0	3	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Nome:

Eduardo Silva Lopes

Assinatura:

Questão 2 (5 pontos): a representação técnica abaixo se refere à um sistema de fixação que utiliza parafusos M16x2 rosca normal ($d_3=13,546$ mm; $A_s=157$ mm 2). As cotas A;B;C;D;E fornecidas no desenho estão em mm. F é a força aplicada no sistema por um agente externo não demonstrado nos desenhos. As chapas Z e W são do mesmo material, têm a mesma espessura e possuem rigidez bem superior à dos parafusos. De tal forma as chapas podem ser consideradas rígidas em relação aos parafusos. Esses foram apertados com torquímetro, sem lubrificação ($S_t=0,05$) e têm uma relaxação da força de aperto de 5%. $K_{ap}=0,2$.

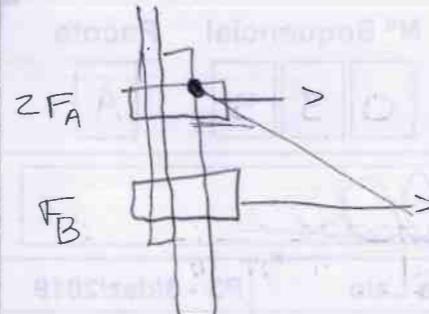
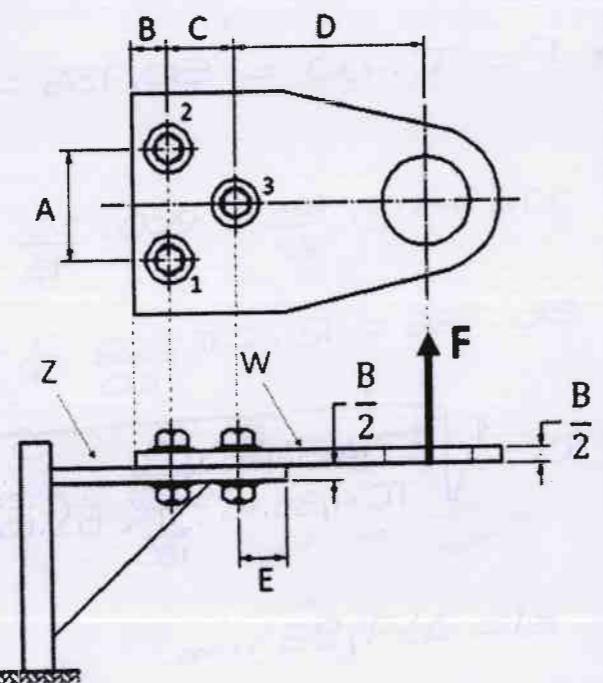
a) Suponha: A=80; B=20; C=60; D=190; E=25. Através de semelhança de triângulos, calcule a força no parafuso mais solicitado quando $F=40$ kN. No quadro de respostas, além do valor calculado de R, especifique claramente qual o número do parafuso mais solicitado. Preencha o espaço "___" localizado na célula "R___".

b) Suponha que a força F seja aplicada de tal maneira que torne a junta solicitada simetricamente. Através do critério da estanqueidade, determine a força de ensaio com a qual os parafusos foram apertados sabendo que: $k_p=858$ kN/mm; $k_j=2000$ kN/mm; $n_p=2,3$; $P_{max}=37$ kN.

c) Quanto vale o fator, variável ou constante que é utilizado(a) nas formulações de parafusos de fixação utilizados em juntas, que considera a relaxação da força de aperto de 5%?

d) Suponha que os parafusos sejam da classe de resistência 8.8. E que foram apertados até o escoamento. Calcule qual deveria ser o torque de aperto aplicado nessa situação.

e) Se ao invés de 80 mm, a cota A fosse 40 mm. Qual a porcentagem de aumento ou redução essa mudança teria na força resultante do parafuso mais solicitado? Justifique sua resposta.



$$\sum M = 0 \\ 2F_A \cdot 20 + F_B \cdot 80 = 270.40000$$

$$\frac{2F_A}{20} = \frac{F_B}{80} \quad \left. \begin{array}{l} F_A = 15882,35 \text{ N} \\ F_B = 327.058,82 \text{ N} \end{array} \right\}$$

$$A_s > n_p (\Delta - C) P_{max} \sqrt{\Delta + 48 k_{ap}^2} \\ 0,95 (\Delta - 2 S_t) \bar{V}_e$$

$$157 = \frac{2,3 \cdot (\Delta - 0,95) 37000 \sqrt{\Delta + 48 \cdot 0,2^2}}{0,95 (\Delta - 2 \cdot 0,05)}$$

$$\bar{V}_e = 758 \text{ MPa}$$

Classe 10.9

$$\text{Classe 8.8} \Rightarrow \bar{V}_e = 640$$

$$T_{ap} = F_{ap} \cdot d \cdot k_{ap}$$

$$F_{ap} = \frac{T_{ap}}{d \cdot k_{ap}}$$

$$\sqrt{\left(\frac{T_{ap}}{157}\right)^2 + 3\left(\frac{0,5 T_{ap}}{0,2 \cdot 13546^3}\right)^2} = 640$$

$$T_{ap} = 245954,16 \text{ Nmm}$$

Quadro de respostas para a questão 2

Valor (pontos)	Item	Resposta	Unidade
1	a)	R 3	kN
1	b)	Fens	kN
1	c)	Relaxação	S_t
1	d)	Tap	Nm
1	e)	Aumento ou redução	%