

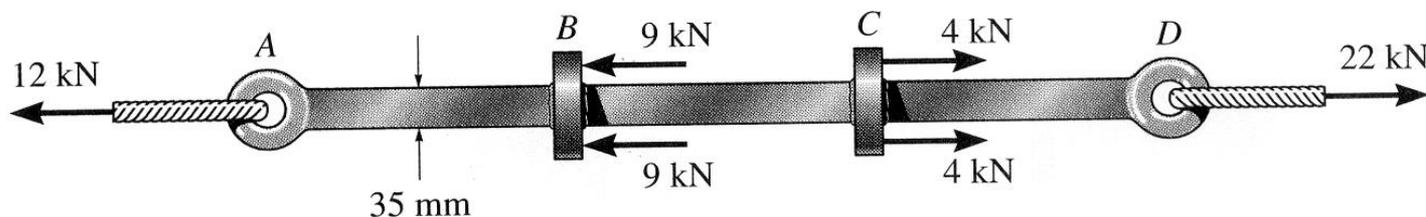
ELEMENTOS DE MÁQUINAS (SEM 0241)

Notas de Aulas v.2018

Lista de exercícios – Aula 03 – RM aplicada a Elemaq

Professor: Carlos Alberto Fortulan

Ex 3.1 - Uma barra tem seção constante de 35mmx10mm. Determine a máxima tensão normal média na barra quando sujeita ao carregamento mostrado.



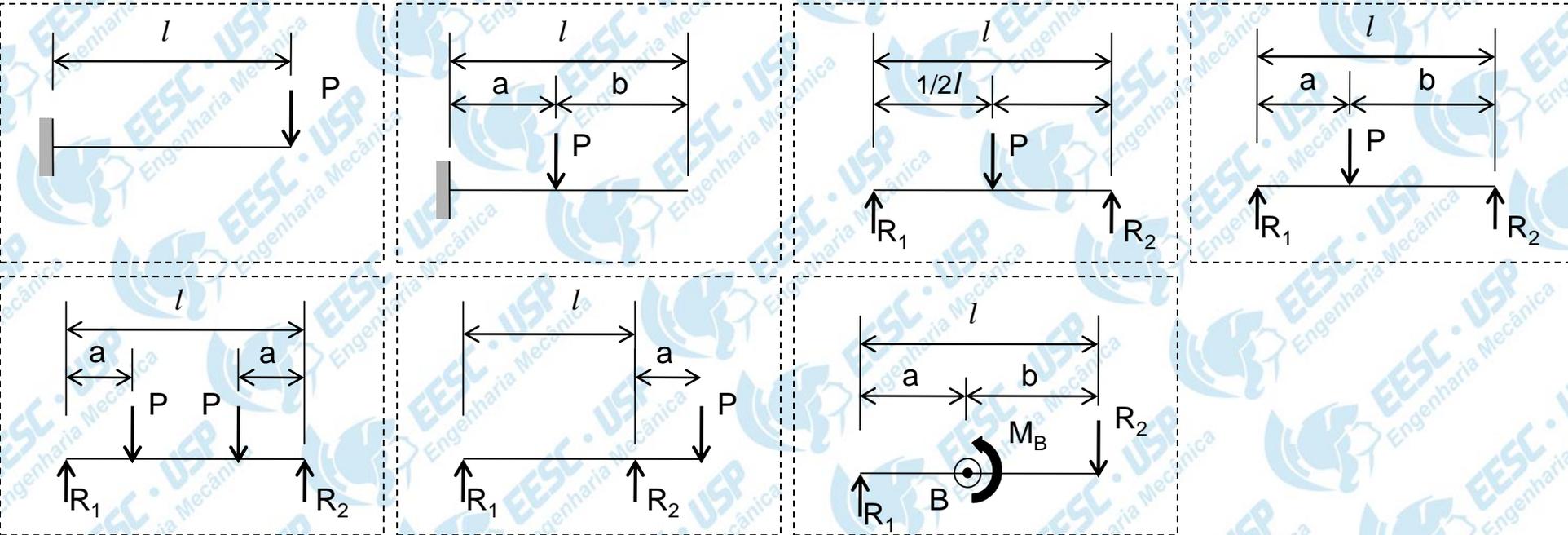
$$\sigma_{BC} = \frac{P_{BC}}{S} = \frac{30 \cdot 10^3}{35 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^{-3}} = 85,7 \text{ MPa}$$

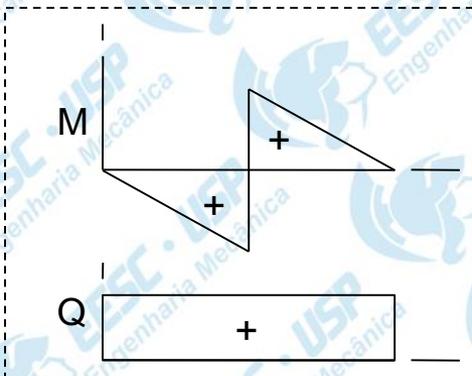
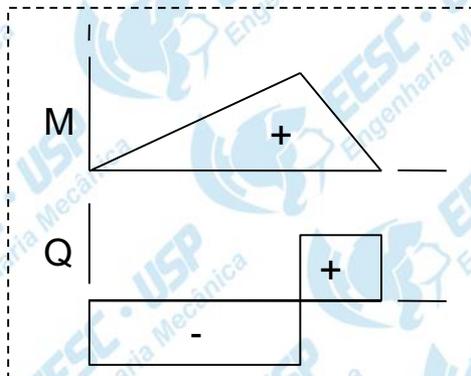
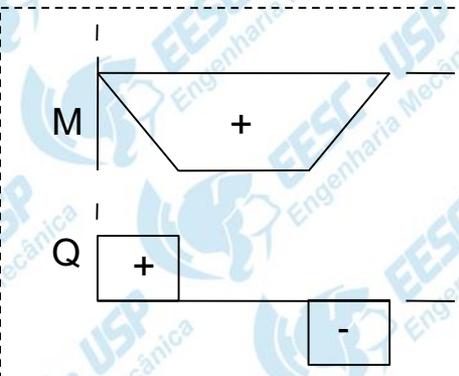
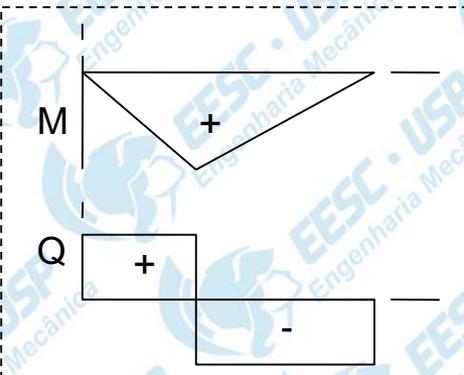
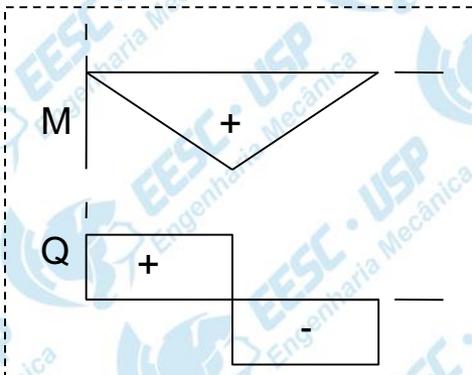
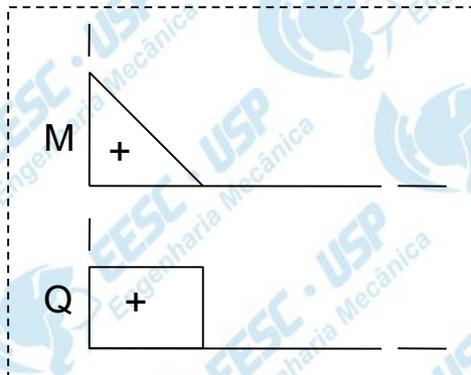
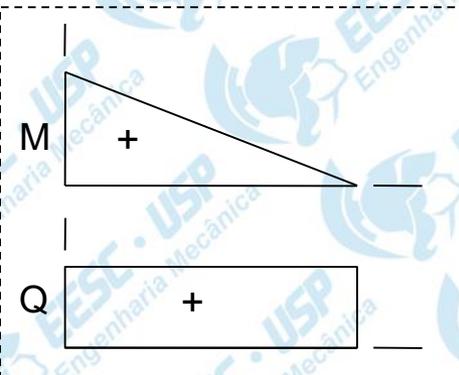
$$P_{BC} = 30 \text{ kN}$$

$$\sigma_{BC} = 85,7 \text{ MPa}$$

Fonte: adaptado de HIBBELER, R. C. Mechanics of materials. 3ª ed. Prentice-Hall, Inc. USA, 1994. p31.

Ex. 3.2- Desenhar os diagramas de momento e cortante nas vigas indicadas. Calcular os máximos





2018 MM – 45alu	Acertos (%)	Erros (%)	Omissões (%)
1	24	74	2
2	31	64	5
3	-	-	-
4	67	0	2
5	44	40	16
6	22	65	13
7	13	38	49

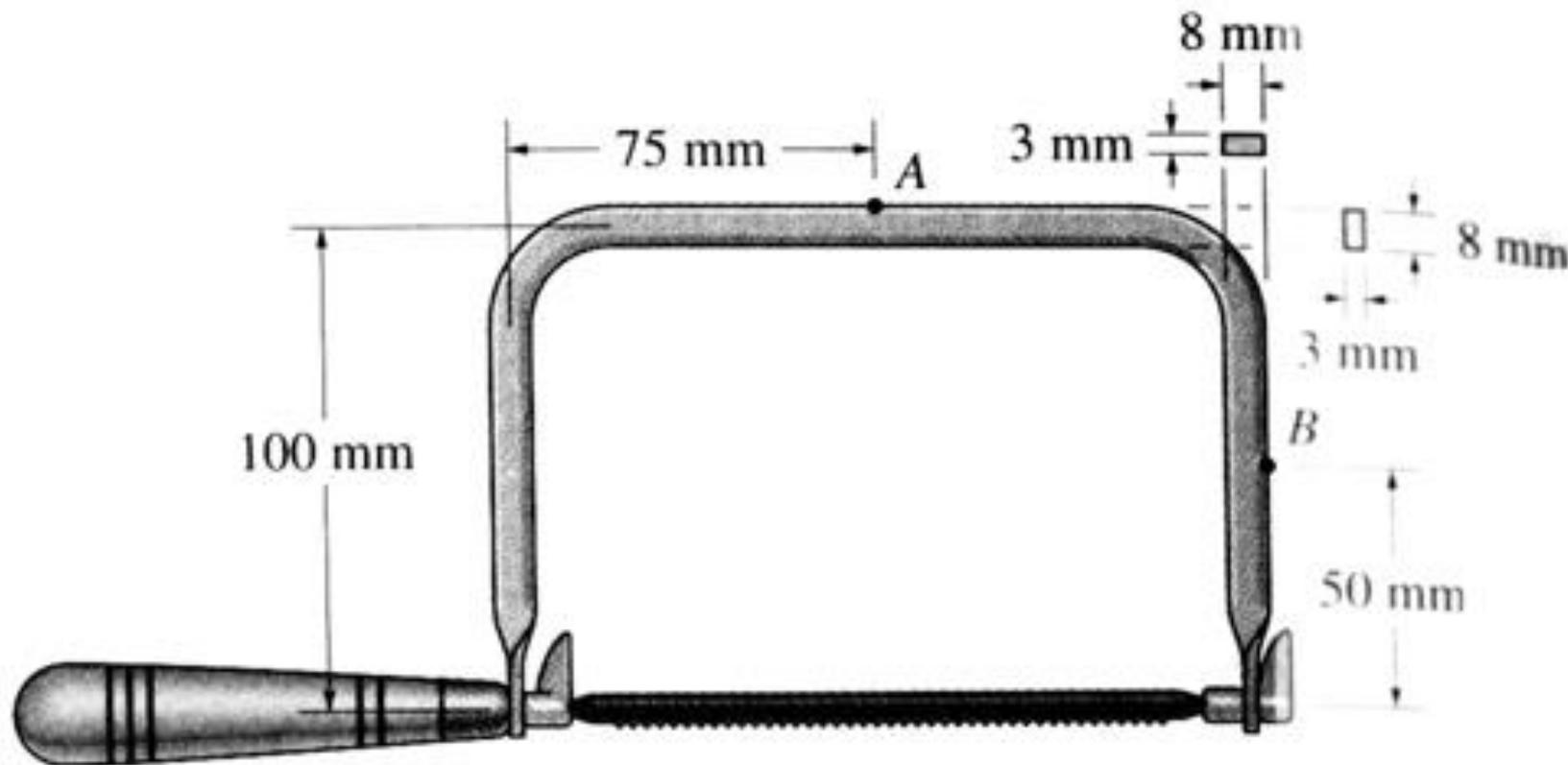
2009 Aero	Acertos (%)	Erros (%)	Omissões (%)
1	97		3
2	89	8	3
3	87	13	0
4	86	13	3
5	67	26	7
6	59	24	17
7	32	44	24

2014 Meca	Acertos (%)	Erros (%)	Omissões (%)
1		22	0
2		34	0
3		7	5
4		7	5
5		7	12
6		20	27
7		10	41

2015 Aero	Acertos (%)	Erros (%)	Omissões (%)
1		13	0
2		13	0
3		0	0
4		6	0
5		50	0
6		34	3
7		10	22

2015 MM	Acertos (%)	Erros (%)	Omissões (%)
1		17	0
2		15	0
3		2	0
4		10	12
5		24	22
6		36	37
7		5	63

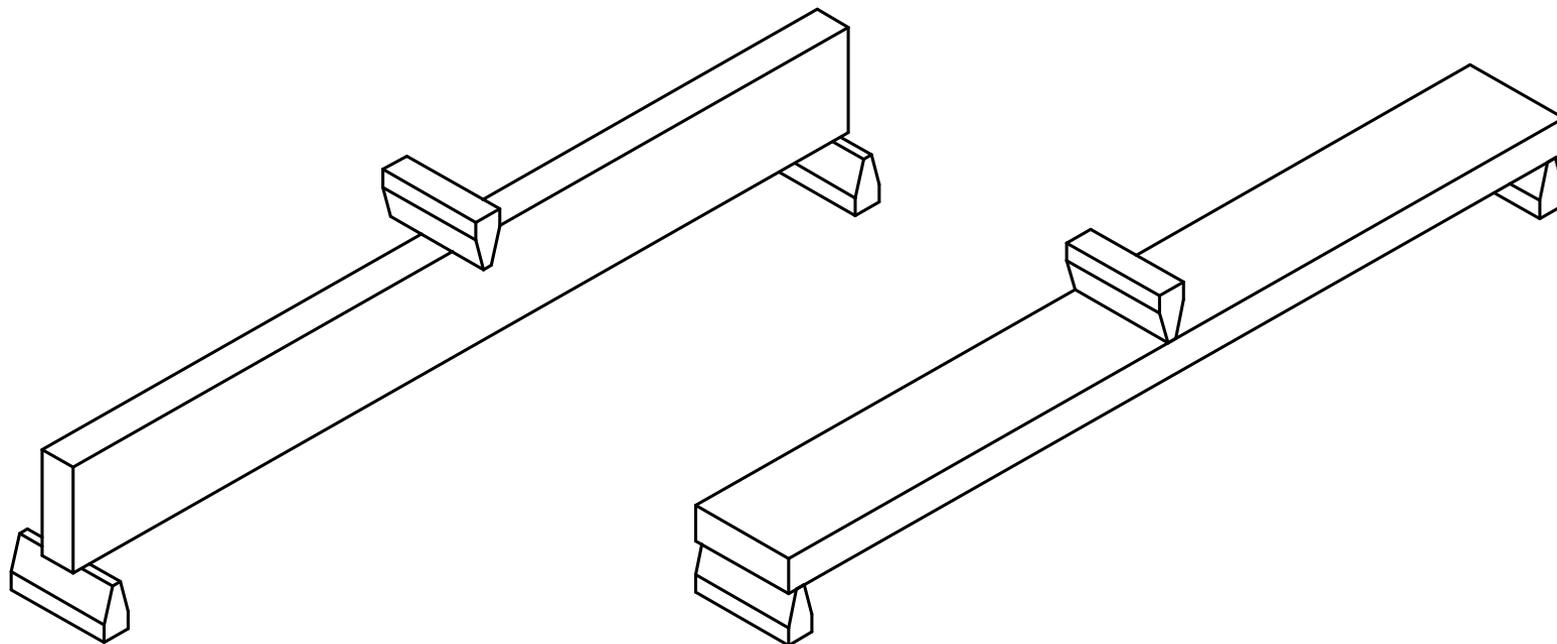
Ex. 3.3- O arco de serra tem sua lâmina tracionada com tensão de 40N. Determine o estado de tensão na seções A e B.



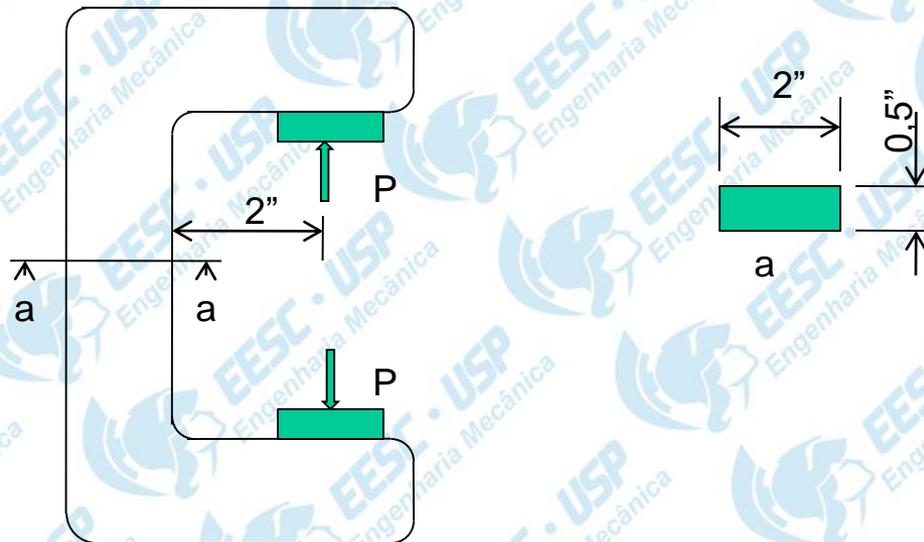
$$A: \sigma_x = 123,33 \text{ MPa}; -126,67 \text{ MPa}$$

$$B: \sigma_y = \pm 62,5 \text{ MPa}$$

Fonte: adaptado de HIBBELER, R. C. Mechanics of materials. 3ª ed. Prentice-Hall, Inc. USA, 1994. Ex 8-19, 6-102.



Ex. 3.4 - Determine a magnitude da carga P que irá causar a máxima tensão normal de $\sigma_{\max} = 30 \text{ ksi}$ na seção a-a.

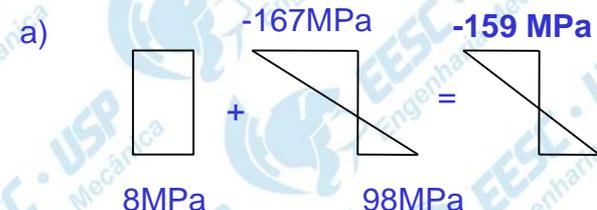
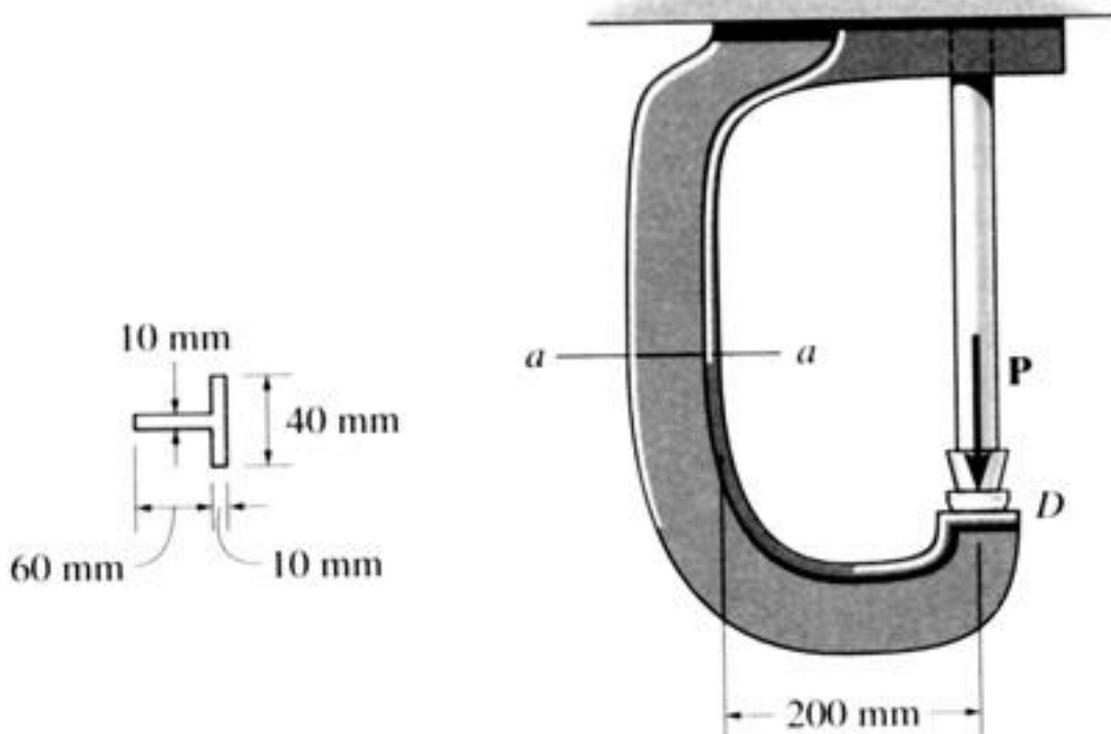


$$P=3\text{kip}$$

Fonte: adaptado de HIBBELER, R. C. Mechanics of materials. 3ª ed. Prentice-Hall, Inc. USA, 1994. Ex. D70 / 6 815.

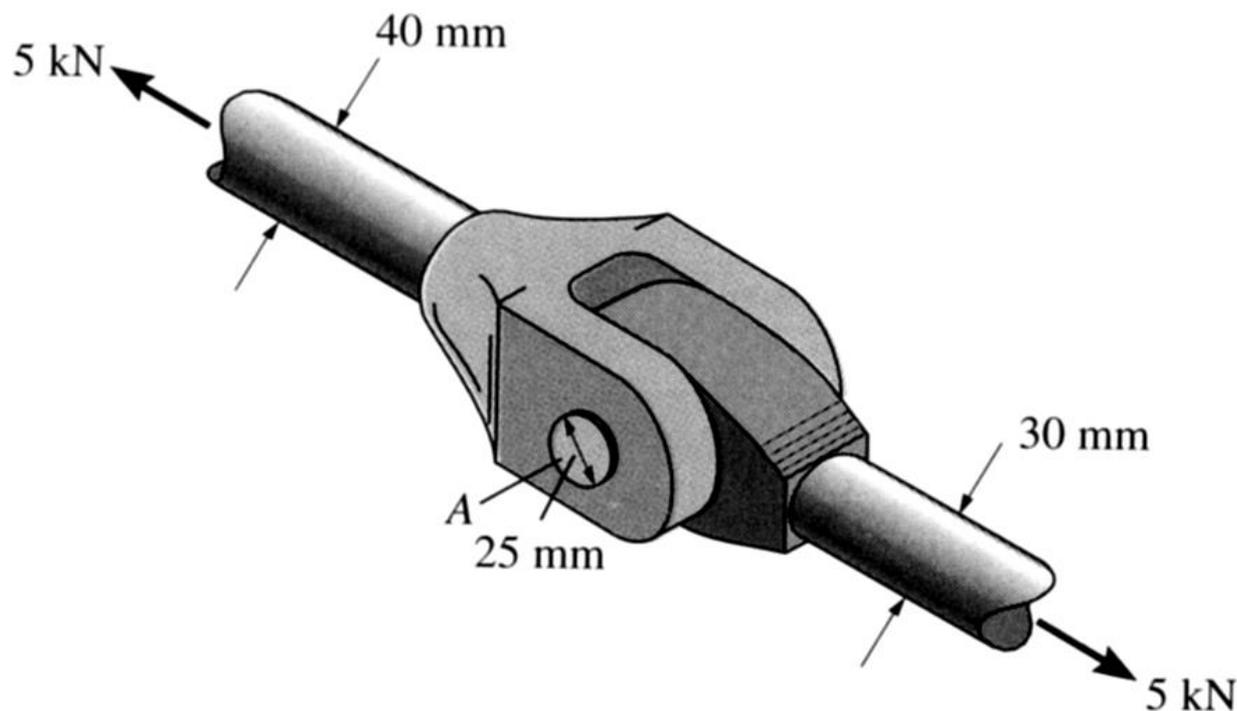
Ex. 3.5 – Para o grampo “C” abaixo se a força P no ponto D for de 8kN desenhe os diagramas de M , N e o diagrama da tensão atuante na seção aa . Qual seria o máximo valor de que pode ser aplicada no ponto D se a tensão admissível do material for:

$$\sigma_{adm} = 180\text{MPa?}$$



b) $P = -9,08\text{ kN}$

Ex3.6- Uma conexão é submetida a uma tensão de tração de 5kN. Determine a tensão média em cada haste e a tensão de cisalhamento média no pino A.



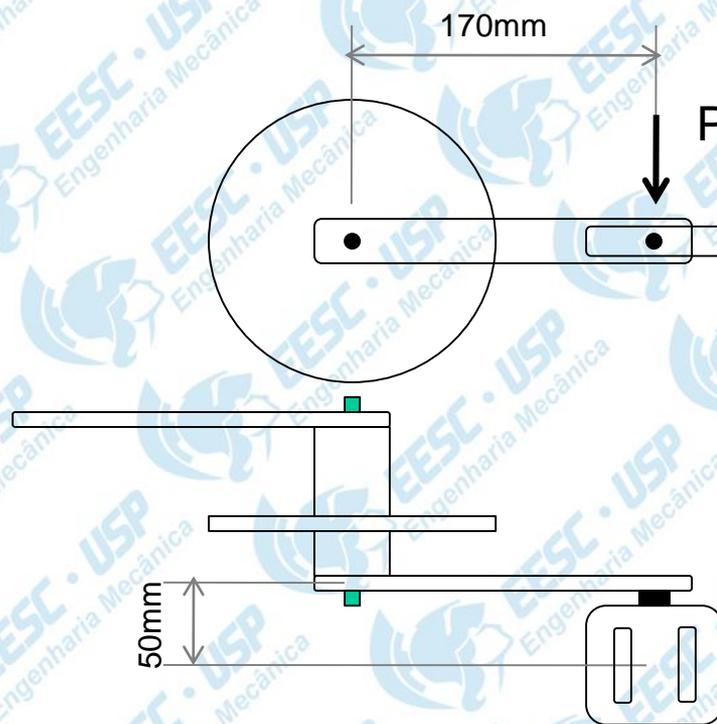
$$\sigma_{40} = 3,98 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{30} = 7,07 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{pino(média)}} = 5,09 \text{ MPa}$$

Fonte: adaptado de HIBBELER, R. C. Mechanics of materials. 3ª ed. Prentice-Hall, Inc. USA (1994) Ex. 1-119 p68.

Ex. 3.7- Um ciclista aplica uma força de 1500N no pedal de uma bicicleta, determine o torque aplicado na roda dentada e o máximo momento fletor e torque no braço conectado ao pedal. (considere os dois braços, os pedais e a articulação como uma única peça)



Resp:

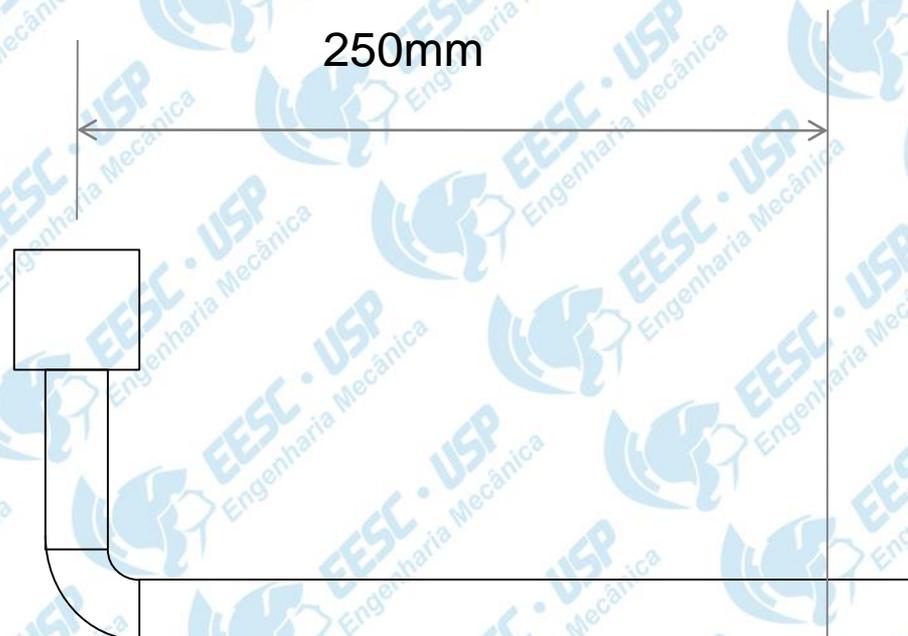
$M_t = 255 \text{ N.m}$ na roda dentada.

$M_f = 255 \text{ N.m}$ no braço (pé de vela).

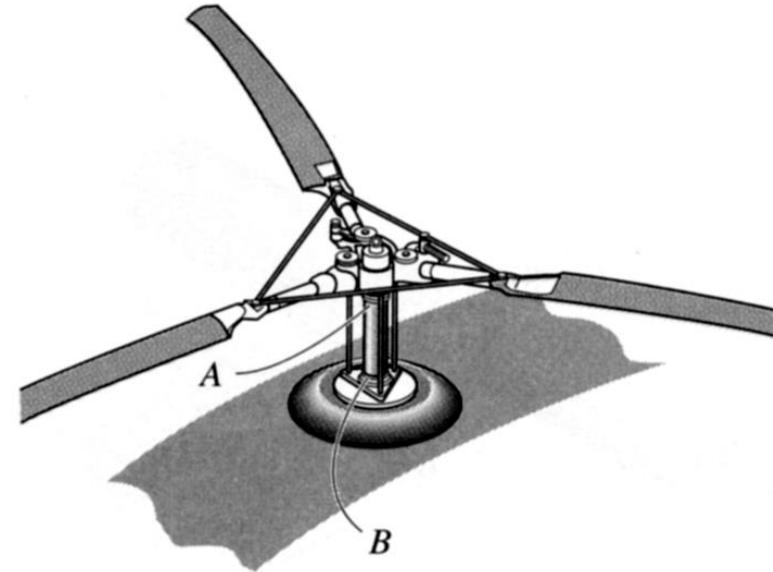
$M_t = 75 \text{ N.m}$ no braço do pedal.

Ex. 3.8- Para soltar a parafuso da roda de um carro popular é preciso realizar força 32kgf.

- qual é o torque necessário para soltar o parafuso?
- um homem que pesa 80kgf costuma subir com um pé sobre a chave, qual torque está sendo imposto.
- o que uma senhora que é capaz de realizar apenas 25 kgf deve fazer?



Ex.3.9- O motor de um helicóptero desenvolve 600 HP no eixo AB quando as hélices estão na rotação de 1200 rpm. Determine com aproximação de 1/8" o diâmetro do eixo AB se a $\tau_{adm} = 10.5$ ksi e o ângulo limite de torção do eixo for de 0,05 rad. O eixo tem 2 pés de comprimento e feito de aço L2*.



*Aço L2: $E=200\text{GPa}$; $\sigma_e=703\text{MPa}$; $\sigma_r=800\text{MPa}$; $\nu=0,32$.

$$\theta = \frac{M_t \cdot l_0}{G \cdot J_t}; \quad E = 2G(1 + \nu)$$

θ , ângulo de torção em radianos

J_t , segundo momento polar de área

G , módulo de rigidez

$$M_t = 7130 \frac{N}{n}, \text{ onde: } M_t = \text{momento torçor em N.m}$$

N = potência em HP

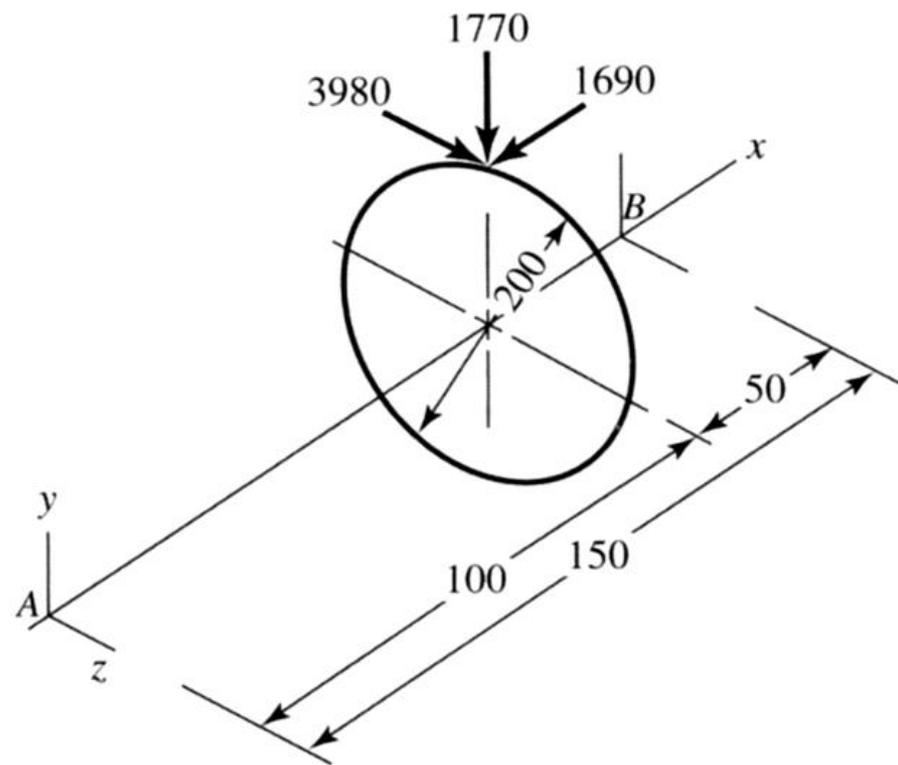
n = rotação em rpm

Satisfazendo: $\theta \geq 1,94^\circ$

Satisfazendo τ_{adm} : $d \geq 2,464$ "

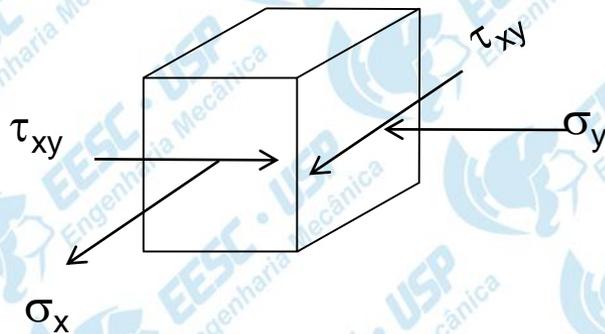
R: 2,5"

Ex. 3.10- O eixo representado na figura, está apoiado em mancais nas extremidades (bloqueio em A) e carrega uma engrenagem cilíndrica helicoidal que no seu diâmetro primitivo (200mm) está submetidas aos esforços e direções mostradas. Calcule as reações de apoio nas extremidades do eixo. O torque terá reação em A. Trace os diagramas M, N e Q.

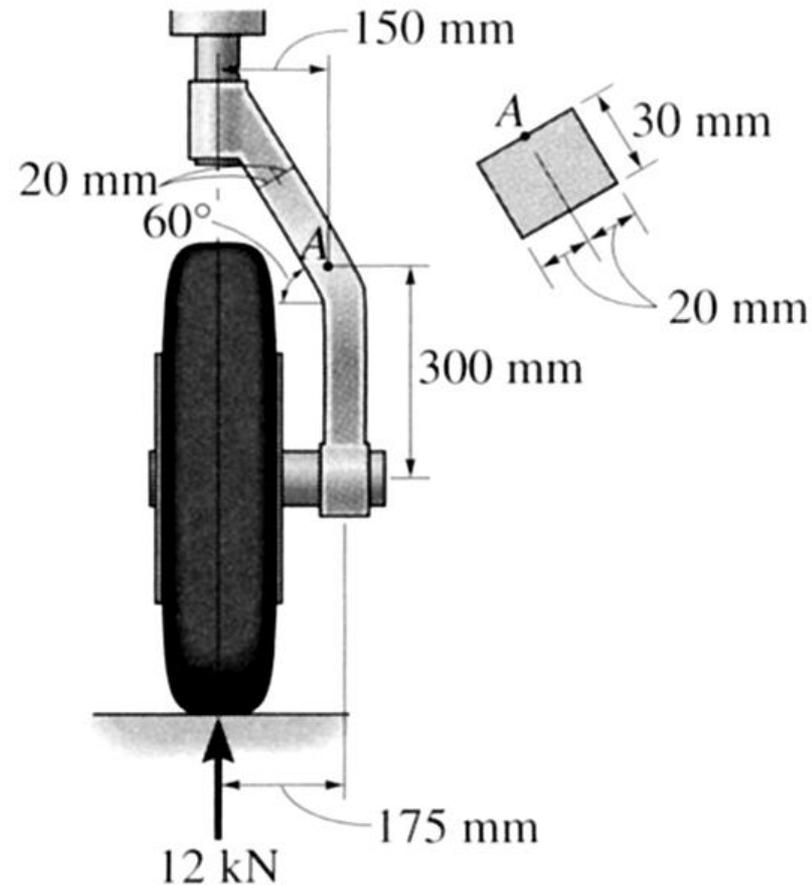


Ex. 3.11- Um elemento de tensão tem $\sigma_x=80\text{MPa}$ e $\tau_{xy}=-50\text{MPa}$ em sentido horário. Utilizando o círculo de Mohr encontre as tensões principais e as direções e mostre-as em um elemento de tensão corretamente alinhadas em relação a coordenada xy . Desenhe um outro elemento para mostrar τ_1 e τ_2 , encontre as tensões. Repita empregando uma abordagem algébrica.

Ex. 3.12- Um elemento em estado plano de tensão tem $\sigma_x=40000\text{psi}$, $\sigma_y=-20.000\text{psi}$ e $\tau_{xy}=30.000\text{psi}$ no sentido anti-horário. Determinar as tensões principais pelo círculo de Mohr.



Ex. 3.13- A roda do nariz de um avião é projetada para uma carga de 12 kN. Determine a tensão principal que atua no suporte da roda feito em alumínio no ponto A.



$$\sigma_1 = 4,33 \text{ MPa}; \sigma_2 = -13 \text{ MPa}$$

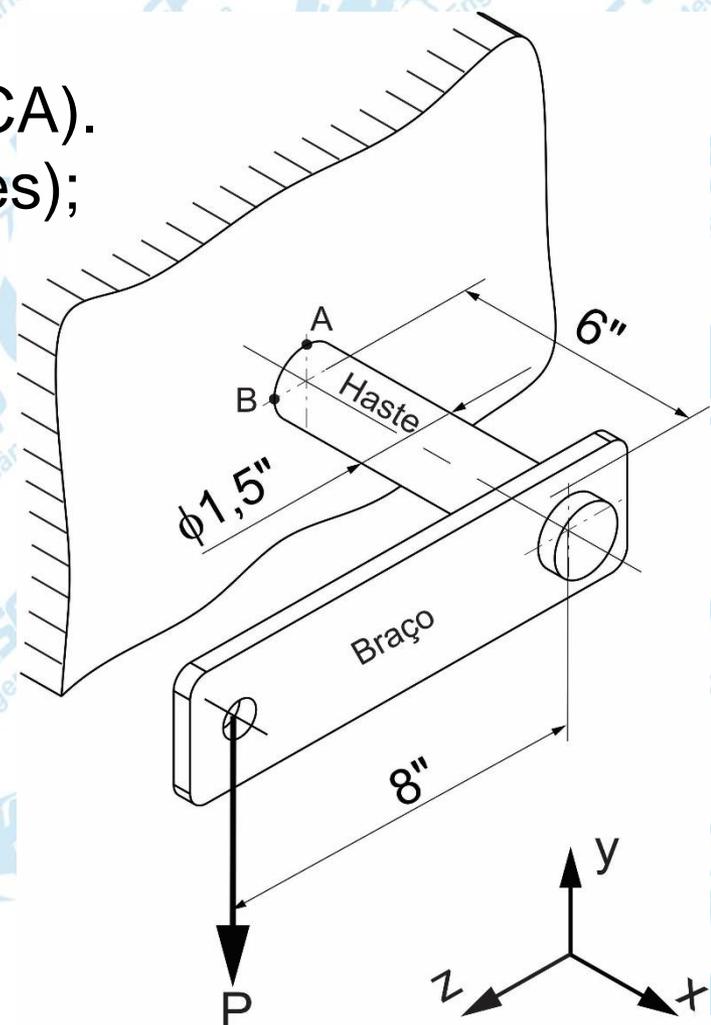
Fonte: adaptado de HIBBELER, R. C. Mechanics of materials. 3ª ed. Prentice-Hall, Inc. USA, 1994. Ex 9-4, pag 464

Ex. 3.14- Determine os coeficientes de segurança para o suporte do tirante mostrado abaixo, nos pontos A e B, baseado na teorias:

- Máxima tensão normal;
- Máxima tensão de cisalhamento (TRESCA).
- Máxima Energia de Distorção (von Misses);

Material: alumínio 2024-T4 $\sigma_e = 47000 \text{ psi}$

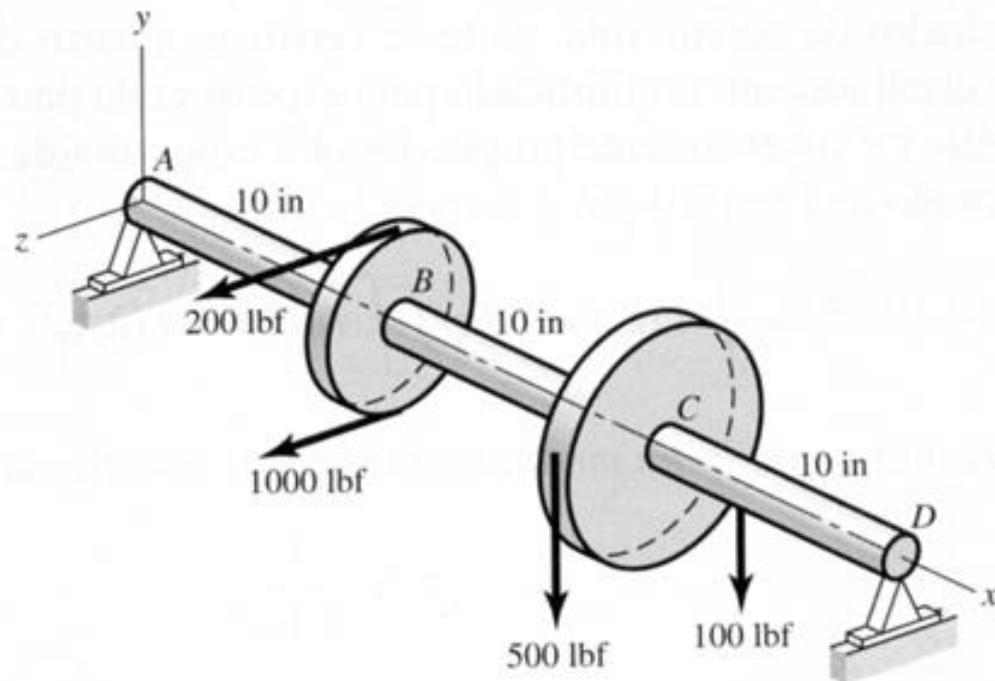
Carga; $P = 1000 \text{ lbf}$



Alumínio 2024-T4, (Al 90,7-94,7%; Cu 3,8-4,9%; Mg 1,2-1,8%; Mn 0,3-0,9%) - alta ductilidade, média resistência à corrosão, boa usinabilidade e forjamento. Aplicada em máquinas.

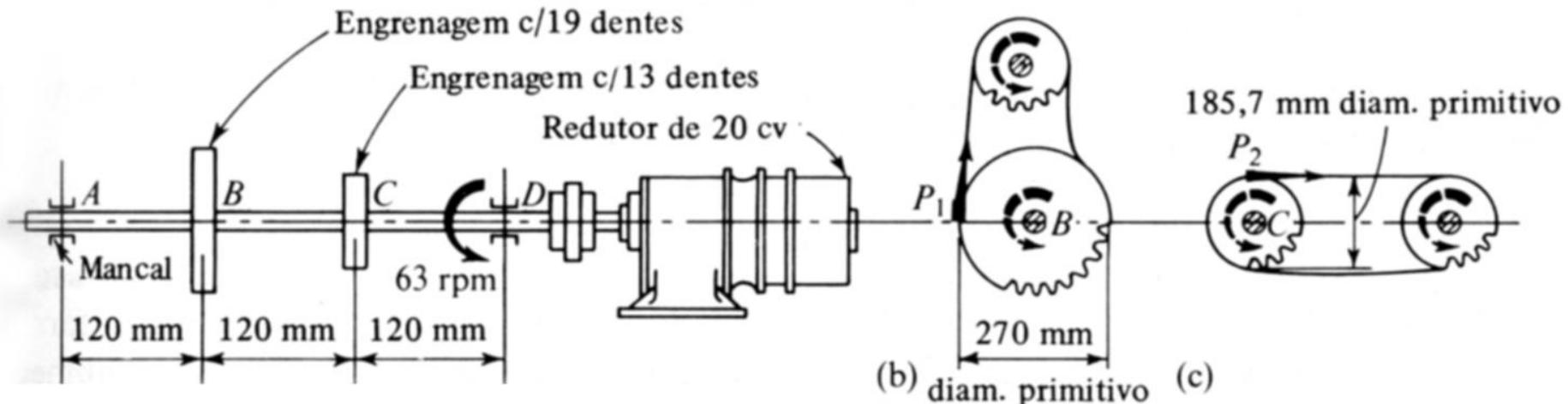
Fonte: Adaptado de NORTON, R.L. "Projeto de Máquinas", 2.ed. Bookman, Porto Alegre, 2004. p.185 e p.189

Ex. 3.15 - Um eixo maciço de aço de 1,5 in de diâmetro (figura ao lado) está apoiado em mancais A e D. Duas polias são unidas a ele por interferência, tendo a polia B \varnothing 4,0 in e a polia C \varnothing 8,0 in. Trace os diagramas M_f , Q e M_t .



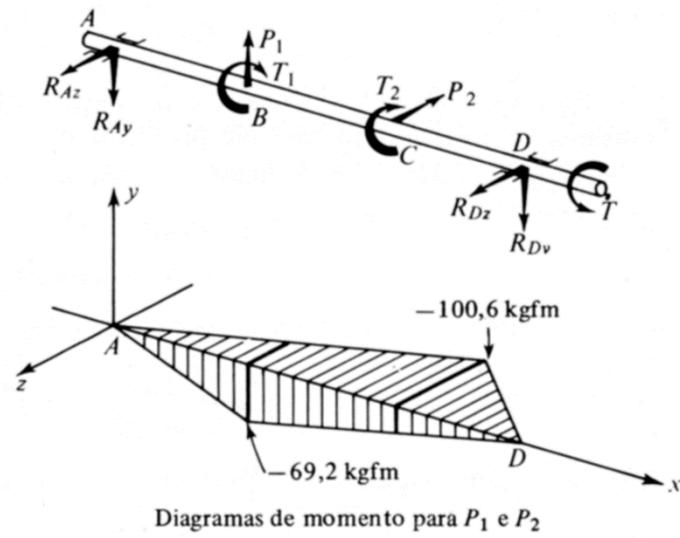
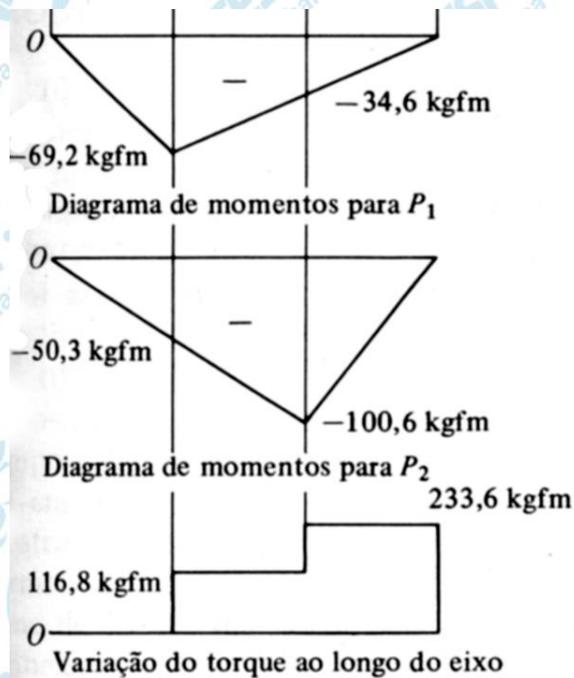
Determine a seção submetida à tensão máxima, trace os diagramas de distribuição de tensão nesta seção, calcule as coordenadas do ponto submetido à máxima tensão normal e determine as tensões de cisalhamento devido as forças cortantes neste ponto, pondere. Trace o círculo de Mohr correspondente, determine as tensões principais e as direções em que elas atuam e mostre-as em um elemento de tensão no plano formado pelas direções x e tangencial.

Ex. 3.16— Verifique com que coeficiente de segurança, segundo o critério de Tresca, está dimensionado o eixo (figura abaixo) de diâmetro constante de $\varnothing 70\text{mm}$. Em cada roda são consumidos 10CV. Considerar $\tau_{\text{adm}} = 42\text{ MPa}$.

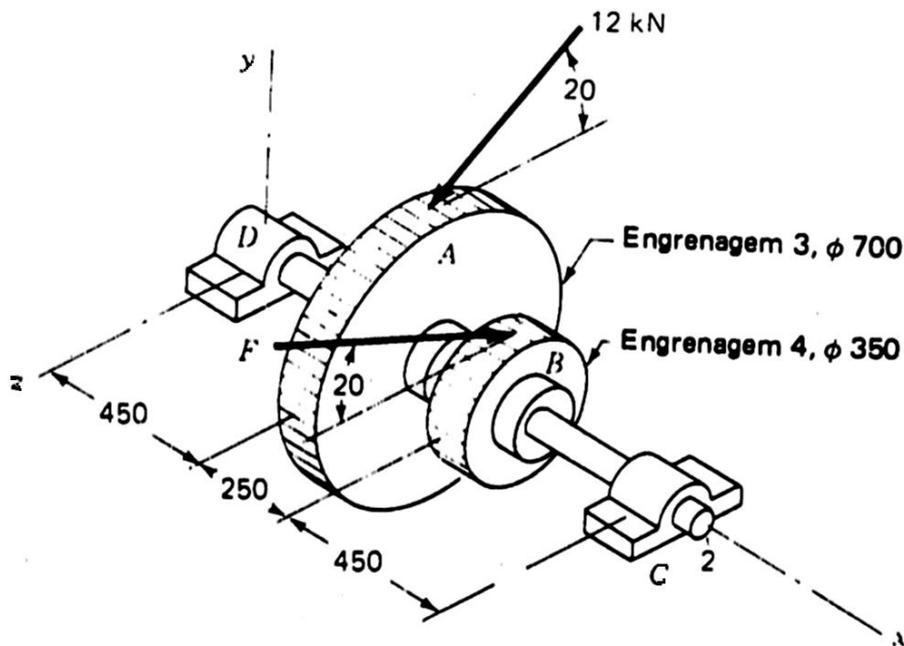


$$1\text{ CV} = 0,9863\text{ HP}$$

Fonte: POPOV EP. *Introdução à mecânica dos sólidos*. Trad. Amorelli MOC. Ed. Edgard Blücher, 1978. p.346 (adaptado)



Ex. 3.17 - No eixo mostrado estão montadas duas engrenagens cilíndricas de dentes retos com ângulo de pressão de 20° . Trace os diagramas M_f , Q e M_t . Considerando somente as tensões de flexão e torção, e supondo diâmetro de eixo de $\varnothing 90\text{mm}$, determine a seção submetida à tensão máxima, trace os diagramas de distribuição de tensão nesta seção e o círculo de Mohr no ponto de máxima tensão.



Shigley, J.P. Mechanical Engineering Design.
3rd ed. International Student Edition.
McGraw-Hill. (1985) p345.