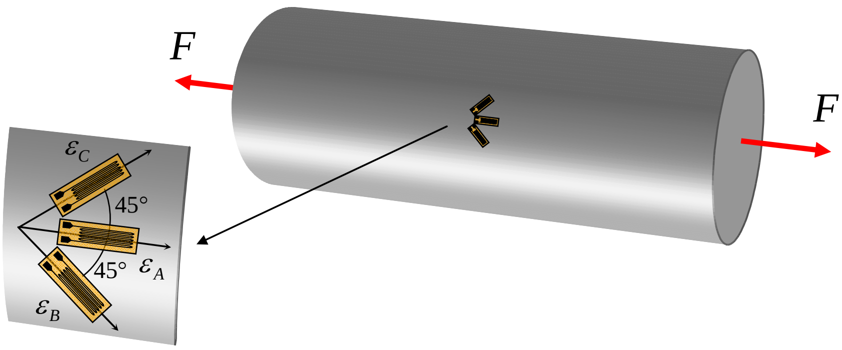
Problema 1 (3,5 pontos). Um vaso de pressão cilíndrico de diâmetro D e espessura t ($D \gg t$) é simultaneamente submetido a um carregamento combinado de pressão interna, P, e esforço axial F. Antes dos carregamentos serem aplicados, o vaso foi instrumentado com uma roseta extensométrica a $45°$ medindo as deformações ε_A, ε_B e ε_C. O módulo de elasticidade do vaso e seu coeficiente de Poisson são representados, respectivamente, por E e ν, e seu limite de escoamento por S_Y. O limite de escoamento é o mesmo em tração e compressão. Considerando os dados apresentados na tabela:

(a) Determine os valores da força axial e da pressão interna atuantes no momento da medida das deformações apresentadas na tabela;

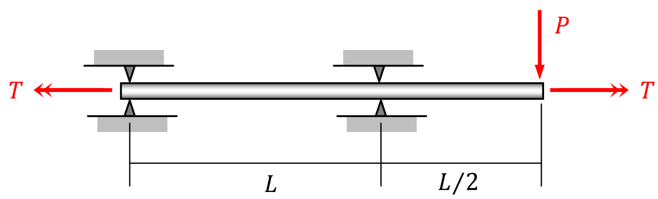
(b) Utilize o critério de Tresca para verificar se, para os valores da força e pressão interna determinados no Item (a), o material do vaso encontra-se no regime elástico. Caso positivo, determine o fator de segurança contra o escoamento definido pela razão $F_s = 2\tau_{\max}/S_Y$;

(c) É possível aumentar o valor da força axial sem alterar o fator de segurança calculado no Item (b) pelo critério de Tresca? Caso positivo, determine para qual valor máximo a força F poderia ser aumentada sem alterar o fator de segurança.

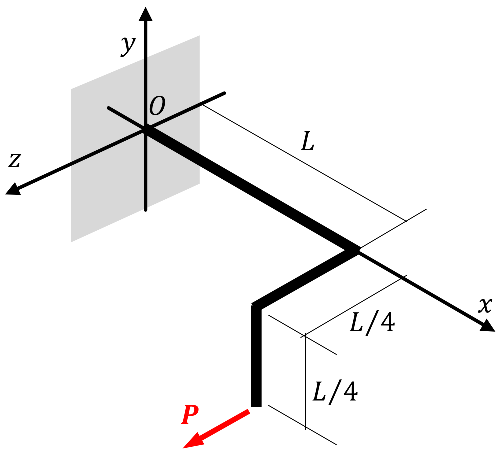


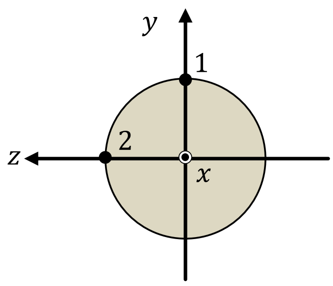
D (mm)	50
t (mm)	2,5
E (GPa)	200
ν	0,3
S_Y (MPa)	400
ε_A	119×10^{-6}
ε_B	269×10^{-6}
ε_C	269×10^{-6}

Problema 2 (3,0 pontos) O eixo da figura ao lado, de seção circular com diâmetro de 25 mm e comprimento $3L/2$, onde $L = 500$ mm, está submetido a um torque T de 360 N·m. Empregando o critério de Tresca, determine o máximo valor admissível para a carga transversal P. O limite de escoamento do material do eixo é $S_Y = 250$ MPa, tanto em tração quanto em compressão.



Problema 3 (3,5 pontos). Considere a barra de seção transversal circular, com diâmetro D, mostrada na figura abaixo. Na sua extremidade atua uma força de amplitude P na direção positiva do eixo z. Determine os estados de tensão nos pontos 1 e 2 da seção O, onde a barra está engastada.





Seção O

Estado Plano de Tensões	Tensão Cisalhante Máxima
$\boldsymbol{\sigma}_{av} = \dfrac{\boldsymbol{\sigma}_{xx} + \boldsymbol{\sigma}_{yy}}{2}$ $R = \sqrt{\left(\dfrac{\boldsymbol{\sigma}_{xx} - \boldsymbol{\sigma}_{yy}}{2}\right)^2 + \boldsymbol{\sigma}_{xy}^2}$ $\boldsymbol{\sigma}_{I} = \boldsymbol{\sigma}_{av} + R$ $\boldsymbol{\sigma}_{II} = \boldsymbol{\sigma}_{av} - R$	$\boldsymbol{\sigma}_1 > \boldsymbol{\sigma}_2 > \boldsymbol{\sigma}_3$ $\boldsymbol{\tau}_{\max} = \dfrac{\boldsymbol{\sigma}_1 - \boldsymbol{\sigma}_3}{2}$ Tensão de von Mises $\sigma_{VM} = \sqrt{\dfrac{1}{2}\left((\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2\right)}$
Critério de Tresca: $\tau_{\max} < S_y / 2n$ n: coeficiente de segurança	Critério de von Mises: $\sigma_{VM} < S_y / n$ n: coeficiente de segurança
Torção de Barras Circulares $\sigma_{x\theta}(x,r) = r\dfrac{T(x)}{J}$	Tensão de Flexão $\sigma_{xx}(x,y) = -y\dfrac{M(x)}{I}$
Momento Polar de Inércia Seção Circular: $J = \dfrac{\pi D^4}{32}$ Seção Tubular (D>>t): $J = \dfrac{\pi D^3 t}{4}$	Momento de Inércia Seção Circular: $I = \dfrac{\pi D^4}{64}$ Seção Retangular: $I = \dfrac{b h^3}{12}$ Seção Tubular (D>>t): $I = \dfrac{\pi D^3 t}{8}$

Análise de Deformações

$$\varepsilon(\theta) = \frac{\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy}}{2} + \frac{\varepsilon_{xx} - \varepsilon_{yy}}{2}\cos(2\theta) + \varepsilon_{xy}\sin(2\theta), \quad \varepsilon_{xy} = \frac{1}{2}\gamma_{xy}$$

Relação Deformação-Tensão-Temperatura

$$\varepsilon_{xx} = \frac{\sigma_{xx}}{E} - \nu\frac{\sigma_{yy}}{E} - \nu\frac{\sigma_{zz}}{E} + \alpha\,\Delta T \qquad \varepsilon_{xy} = \frac{1}{2}\gamma_{xy} = \frac{\sigma_{xy}}{2G}$$

$$\varepsilon_{yy} = -\nu\frac{\sigma_{xx}}{E} + \frac{\sigma_{yy}}{E} - \nu\frac{\sigma_{zz}}{E} + \alpha\,\Delta T \qquad \varepsilon_{xz} = \frac{1}{2}\gamma_{xz} = \frac{\sigma_{xz}}{2G} \qquad G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

$$\varepsilon_{xx} = -\nu\frac{\sigma_{xx}}{E} - \nu\frac{\sigma_{yy}}{E} + \frac{\sigma_{zz}}{E} + \alpha\,\Delta T \qquad \varepsilon_{yz} = \frac{1}{2}\gamma_{yz} = \frac{\sigma_{yz}}{2G}$$

Estado Plano de Tensão

$$\sigma_{xx} = \frac{E}{1-\nu^2}\left(\varepsilon_{xx} + \nu\,\varepsilon_{yy}\right) \qquad \sigma_{yy} = \frac{E}{1-\nu^2}\left(\nu\,\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy}\right) \qquad \sigma_{xy} = \frac{E}{1+\nu}\varepsilon_{xy}$$