Exercício 5

November 11, 2020

1 Exercício PA2-5

Exercício com data de entrega para 11 de novembro de 2020.

Aluno: Noé de Lima Bezerra

noe_lima@id.uff.br

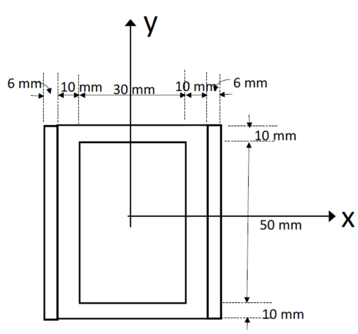
[1]:
```python
import numpy as np
import sympy as sp
import matplotlib.pyplot as plt
from IPython.display import display, Math, Image, IFrame
#from sympy.abc import x, y, z
sp.init_printing(use_latex='mathjax',latex_mode='equation*')
```

[2]:
```python
Image("Figuras/PA2-5.png")
```

[2]:

AVALIAÇÃO 5 – FLAMBAGEM – CARGA CENTRADA– EXERCÍCIO

Um tubo de alumínio estrutural é reforçado rebitando-se nele duas placas, como mostrado na figura, para ser usado numa coluna de 1,7m de comprimento de flambagem. Sabendo-se que todo o material é composto pela liga de alumínio 2014-T6, determine a máxima força centrada admissível



[ ]:
```python
```

2 Introdução

O índice de esbeltez de uma coluna é definido por $\frac{L_e}{r}$, onde:

- L_e é o comprimento efetivo, definido em funcão do tipo de apoio (condições de contorno);
- r é o raio de giração, definido por $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$, sendo I o menor momento de inércia da seção transversal e A a área desta seção.

A partir disso, temos como calcular a tensão crítica. Para liga de alumínio 2014-T6, temos as equações abaixo.

- Para $\frac{L_e}{r} < 55$:

$$\sigma_{adm} = \left[212 - 1,585\left(\frac{L_e}{r}\right)\right] \ MPa$$

- Para $\frac{L_e}{r} \geq 55$:

$$\sigma_{adm} = \frac{372 \times 10^3}{\left(\frac{L_e}{r}\right)^2}$$

E, quanto maior o índice de esbeltez, menor a tensão crítica admissível. Assim, o maior valor de esbeltez encontrado deverá ser utilizado para verificação à flambagem.

3 Solução

No problema, temos que, independente das condições de contorno, o comprimento efetivo de flambagem foi fornecido, sendo $L_e = 1,7 \ m = 1700 \ mm$.

A área é:

$$A = 62 \times 70 - 30 \times 50 \therefore$$

$$A = 2840 \ mm^2$$

Em relação ao eixo x, temos:

$$I_x = \frac{62 \times 70^3}{12} - \frac{30 \times 50^3}{12} = \frac{62 \times 70^3 - 30 \times 50^3}{12} \therefore$$

$$I_x = \frac{4379000}{3} \ mm^4$$

Portanto,

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{4379000}{3 \times 2840}} = \sqrt{\frac{4379000}{8520}} \therefore$$

$$r_x = 22,67 \;\; mm$$

[3]:
```
mm,Pa = sp.symbols('mm,Pa',positive=True)
L_e = 1700*mm
A = 62*mm*70*mm - 30*mm*50*mm
I_x = (62*mm*((70*mm)**3) - 30*mm*((50*mm)**3))/12
r_x = sp.sqrt(I_x/A)
display(A, I_x, r_x,float(r_x/mm))
```

$$2840mm^2$$

$$\frac{4379000mm^4}{3}$$

$$\frac{5\sqrt{932727}mm}{213}$$

$$22.670843304787645$$

Em relação ao eixo y, temos:

$$I_y = \frac{70 \times 62^3}{12} - \frac{50 \times 30^3}{12} = \frac{70 \times 62^3 - 50 \times 30^3}{12} \therefore$$

$$I_y = \frac{3833240}{3} \;\; mm^3$$

Portanto,

$$r_y = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{3833240}{3 \times 8520}} = \sqrt{\frac{3833240}{9780}} \therefore$$

$$r_y = 21,21 \;\; mm$$

[4]:
```
I_y = (70*mm*((62*mm)**3) - 50*mm*((30*mm)**3))/12
r_y = sp.sqrt(I_y/A)
display(I_y, r_y)
```

$$\frac{3833240mm^4}{3}$$

$$\frac{\sqrt{20412003}mm}{213}$$

[5]:
```
np.sqrt(20412003)/213
```

[5]:

$$21.21110082296687$$

Portanto, o maior Índice de Esbeltez ocorre no plano com o menor Raio de Giração $r_y = 21,21$. Logo,

$$\frac{L_e}{r_y} = \frac{1700}{21,21} = 80,15$$

[6]:
```
display(L_e/r_x,float(L_e/r_x))
display(L_e/r_y,float(L_e/r_y))
```

$$\frac{340\sqrt{932727}}{4379}$$

$$74.98618278751866$$

$$\frac{1700\sqrt{20412003}}{95831}$$

$$80.14671252513594$$

Como $\frac{L_e}{r_y} = 80,15 \geq 55$, temos:

$$\sigma_{adm} = \frac{372 \times 10^3}{\left(\frac{L_e}{r_y}\right)^2} = 57,9 \;\; MPa$$

Logo,

$$P_{max} = A \times \sigma_{adm} = 164,5 \;\; kN$$

[7]:
```
N = sp.symbols('N',positive=True)
sigma_adm = 372000*(10**6)*Pa/((L_e/r_y)**2)
P_max = (A*sigma_adm).subs(Pa*mm**2,N/1000000)
display(sigma_adm,P_max)
```

$$\frac{1188304400000Pa}{20519}$$

$$\frac{47532176N}{289}$$

[8]:
```
display(float(sigma_adm.subs(Pa,1e-6)),float(P_max.subs(N,1e-3)))
```

57.912393391490816

164.4711972318339

[ ]:
```
```