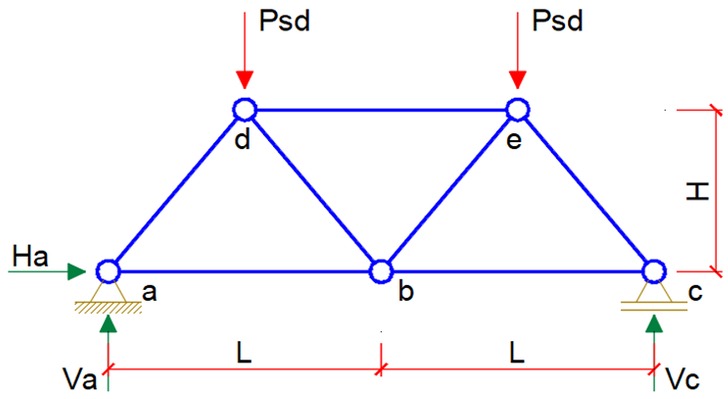
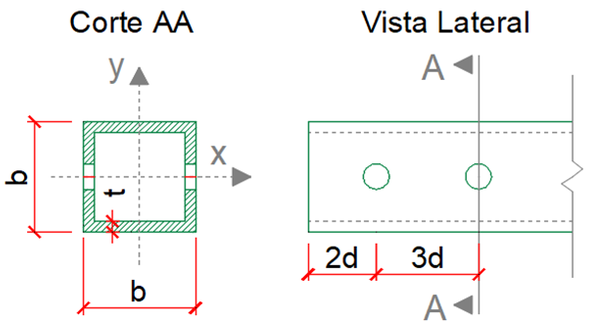
B1T5NA0414B

A treliça abaixo será construída com perfis tubulares quadrados (GRUPO 1) conforme esboçado.
Dados: - Aço AR-350 e furos padrão.

$b := 50,8\ mm$ $t := 4,76\ mm$ $d := 19\ mm$ $L := 2\ m$ $H := 1,5\ m$



(a) Modelo Estrutural



(b) Detalhes das Pontas das Barras

Determinar qual o máximo valor de carga de cálculo Psd que pode ser aplicada de modo que as barras "ab" e "ad" atendam as verificações de solicitações axiais pertinentes.
OBS: A carga Psd não inverte seu sentido.

Questões:
Q01) Qual o valor do fator redutor de resistência relativo à flambagem local Q para o perfil indicado [adim.]?
Q02) Qual o valor de Ct utilizado na verificação de tração RSL para o perfil utilizado [adim.]?
Q03) Qual o esforço resistente ESB do perfil utilizado [em kN e em módulo]?
Q04) Qual o esforço resistente RSL do perfil utilizado considerando o detalhe de ligação empregado [em kN e em módulo]?
Q05) Qual o esforço resistente à cisalhamento de bloco do perfil utilizado conforme o detalhe de ligação empregado [em kN e em módulo]?
Q06) Qual o esforço resistente de compressão da barra "ad" (considerando efeitos de flambagem global e local) [em kN e em módulo]?
Q07) Qual o valor da máxima carga de cálculo Psd possível de ser aplicada de modo que as barras AB e AD atendas as verificações de solicitações axiais pertinentes [em kN e em módulo]?

Dados Iniciais:

$E := 20000\ \frac{kN}{cm^2}$ $fy := 35\ \frac{kN}{cm^2}$ $fu := 45\ \frac{kN}{cm^2}$ $\gamma a1 := 1,1$ $\gamma a2 := 1,35$

Verificação ESB:

$Ag := b^2 - (b - 2 \cdot t)^2 = 8,766\ cm^2$

$Ntrd_ESB := \frac{Ag \cdot fy}{\gamma a1} = 278,9187\ kN$

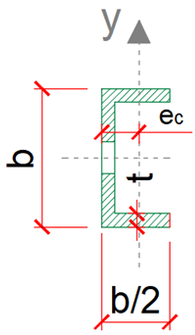
Verificação RSL:

$dpad := d + 3,5\ mm = 22,5\ mm$

$An := Ag - 2 \cdot dpad \cdot t = 6,624\ cm^2$

Cálculo do Ct:

$$ec := \frac{2\cdot\frac{b}{2}\cdot t\cdot\frac{b}{4}+(b-2\cdot t)\cdot t\cdot\frac{t}{2}}{2\cdot\frac{b}{2}\cdot t+(b-2\cdot t)\cdot t} = 0,8073\ cm \qquad Lc := 3\cdot d = 5,7\ cm$$



$$Ct_calc := 1-\frac{ec}{Lc} = 0,8584$$

$$Ct := \text{if } Ct_calc < 0,60 \quad = 0,8584$$
$$\quad 0$$
$$\text{else}$$
$$\quad \text{if } Ct_calc > 0,90$$
$$\quad\quad 0,90$$
$$\quad \text{else}$$
$$\quad\quad Ct_calc$$

$$Ae := Ct\cdot An = 5,6858\ cm^2 \qquad Ntrd_RSL := \frac{Ae\cdot fu}{\gamma a2} = 189,5263\ kN$$

Verificação de Cisalhamento de Bloco:

$$Agv := 2\cdot(2\cdot d+3\cdot d)\cdot t = 9,044\ cm^2 \qquad Cts := 1$$

$$Anv := Agv-3\cdot dpad\cdot t = 5,831\ cm^2$$

$$Ant := \frac{An}{2} = 3,312\ cm^2$$

$$Ntrd_CIS1 := \frac{1}{\gamma a2}\cdot(0,60\cdot fu\cdot Anv+Cts\cdot Ant\cdot fu) = 227,0203\ kN$$

$$Ntrd_CIS2 := \frac{1}{\gamma a2}\cdot(0,60\cdot fy\cdot Agv+Cts\cdot Ant\cdot fu) = 251,0847\ kN$$

$$Ntrd_CIS := \min([\ Ntrd_CIS1\ \ Ntrd_CIS2\ ]) = 227,0203\ kN$$

Esforço Axial Resitente de Tração das Peças:

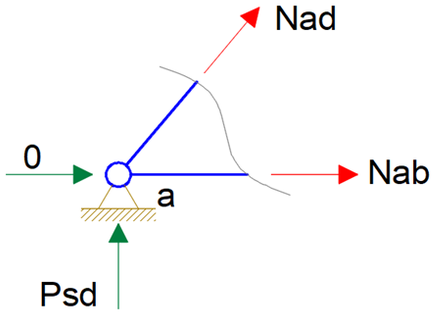
$$Ntrd := \min([\ Ntrd_ESB\ \ Ntrd_RSL\ \ Ntrd_CIS\ ]) = 189,5263\ kN$$

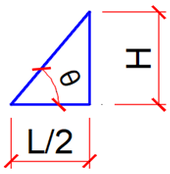
Relações entre Psd e os esforços nas barras "ad" e "ab":

$$Lad := \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2+H^2} = 1,8028\ m$$

$$cos\theta := \frac{0,5\cdot L}{Lad} = 0,5547$$

$$sen\theta := \frac{H}{Lad} = 0,8321$$





ΣFv=0 no nó "a" (+) para cima
Psd + Nad.senθ = 0
Psd = -senθ.Nad
Nad = -Psd/senθ

ΣFh=0 no nó "a" (+) para direita
Nad.cosθ + Nab = 0
Nab = -Nad.cosθ = -(-Psd/senθ).cosθ = +Psd.cosθ/senθ
Psd = Nab.senθ/cosθ = Nab.tgθ

Força Resitente de Compressão da Barra "ad":

$Kx := 1,0 \qquad Lx := Lad = 180,2776\ cm$

$Ky := 1,0 \qquad Ly := Lad = 180,2776\ cm$

- Dado que o problema apresenta seção transversal com dupla simetria e vinculações iguais para ambos eixos principais de inércia, será feita a análise somente para o eixo X, dado que os resultados para o eixo Y serão exatamente os mesmos.

$$I := \frac{b^4}{12} - \frac{(b - 2\cdot t)^4}{12} = 31,2996\ cm^4$$

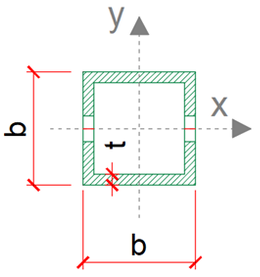
$$r := \sqrt{\frac{I}{Ag}} = 1,8896\ cm$$

$$\lambda := \frac{Kx \cdot Lx}{r} = 95,4055 \quad <200\ Ok$$

Cálculo do Fator Q = Qa . Qs = Qa . 1:

$$bchapa := b - 2\cdot t = 4,128\ cm$$

Corte AA



$$\lambda chapa := \frac{bchapa}{t} = 8,6723$$

$$\lambda lim := 1,40\cdot\sqrt{\frac{E}{fy}} = 33,4664$$

$$bef_chapa := 1,92\cdot t\cdot\sqrt{\frac{E}{fy}}\cdot\left(1 - \frac{0,34}{\lambda chapa}\cdot\sqrt{\frac{E}{fy}}\right) = 1,3722\ cm$$

$$bef := \begin{cases} bchapa & \text{if } \lambda chapa < \lambda lim \\ bef_chapa & \text{else} \end{cases} = 4,128\ cm$$

$$Aef := Ag - 2\cdot(bchapa - bef)\cdot t = 8,766\ cm^2$$

$$Qa := \frac{Aef}{Ag} = 1 \qquad Q := Qa\cdot 1 = 1$$

Análise de Flambagem (Global + Local):

$$\lambda := \begin{cases} 99999999 & \text{if } \lambda > 200 \\ \lambda & \text{else} \end{cases} = 95,4055$$

$$Nex := \frac{\pi^2\cdot E\cdot I}{(Kx\cdot Lx)^2} = 190,1015\ kN$$

$$\lambda o := \sqrt{\frac{Q\cdot Ag\cdot fy}{Nex}} = 1,2704 \qquad \lambda o := \lambda\cdot\sqrt{\frac{Q\cdot fy}{\pi^2\cdot E}} = 1,2704$$

$$\chi := \begin{cases} 0,658^{\lambda o^2} & \text{if } \lambda o \le 1,5 \\ \frac{0,877}{\lambda o^2} & \text{else} \end{cases} = 0,5089$$

$$Ncrd := \frac{Q\cdot\chi\cdot Ag\cdot fy}{\gamma a1} = 141,9407\ kN$$

Máximo Psd possível em função das resistências das barras:

Psd1 = -senθ.Nad

$Psd1 := |-sen\theta \cdot Ncrd| = 118,1018\ kN$

Psd2 = Nab.senθ/cosθ = Nab.tgθ

$Psd2 := Ntrd \cdot \frac{sen\theta}{cos\theta} = 284,2895\ kN$

$Psd := \min([\ Psd1\ \ Psd2\ ]) = 118,1018\ kN$

Respostas:

$Q01 := Q = 1$

$Q02 := Ct = 0,8584$

$Q03 := Ntrd_ESB = 278,9187\ kN$

$Q04 := Ntrd_RSL = 189,5263\ kN$

$Q05 := Ntrd_CIS = 227,0203\ kN$

$Q06 := Ncrd = 141,9407\ kN$

$Q07 := Psd = 118,1018\ kN$