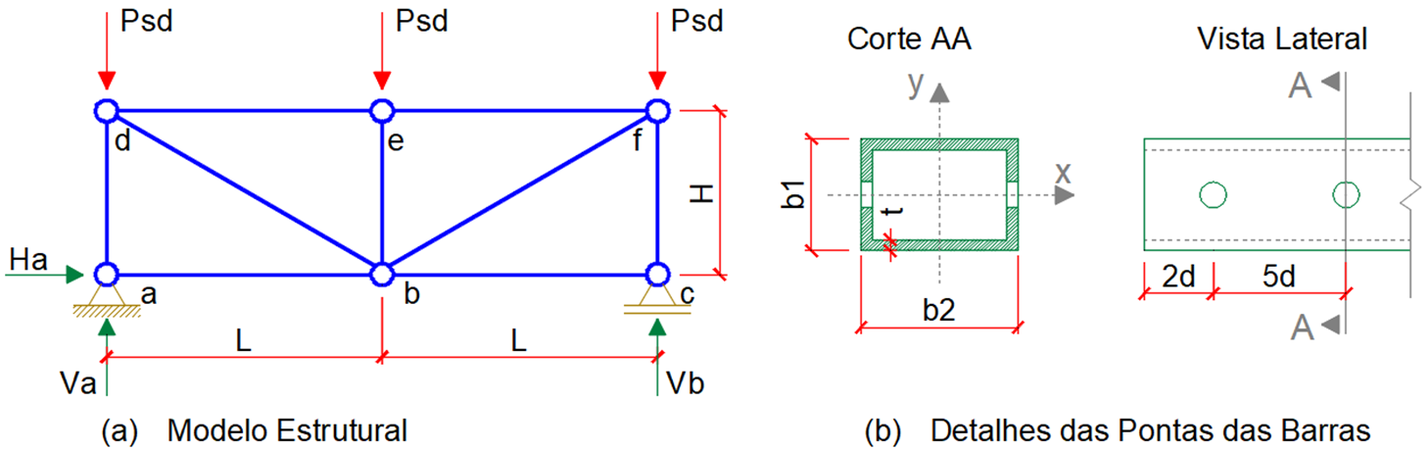
B1T5NB0417B

A treliça abaixo será construída com perfis tubulares retangulares (GRUPO 1) conforme esboçado.Dados:
- Aço MR-250 e furos padrão.

$b1 := 100\ mm$ $b2 := 200\ mm$ $t := 4\ mm$ $d := 19\ mm$ $L := 2,\ m$ $H := 0,8\ m$



(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 "de" e "db" 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 "de" (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:

$E := 20000\ \frac{kN}{cm^2}$ $fy := 25\ \frac{kN}{cm^2}$ $fu := 40\ \frac{kN}{cm^2}$ $\gamma a1 := 1,1$ $\gamma a2 := 1,35$

Verificação ESB:

$Ag := b1 \cdot b2 - (b1 - 2 \cdot t) \cdot (b2 - 2 \cdot t) = 23,36\ cm^2$

$Ntrd_ESB := \frac{Ag \cdot fy}{\gamma a1} = 530,9091\ kN$

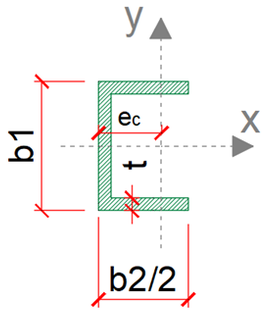
Verificação RSL:

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

$An := Ag - 2 \cdot dpad \cdot t = 21,56\ cm^2$ Ae=Ct.An

Cálculo do Ct:

$$ec := \frac{2\cdot\frac{b2}{2}\cdot t\cdot\frac{b2}{4}+(b1-2\cdot t)\cdot t\cdot\frac{t}{2}}{2\cdot\frac{b2}{2}\cdot t+(b1-2\cdot t)\cdot t} = 3,4877\ \text{cm} \qquad Lc := 5\cdot d = 9,5\ \text{cm}$$



$$Ct_calc := 1-\frac{ec}{Lc} = 0,6329$$

```
Ct := if Ct_calc < 0,60   = 0,6329
        0
      else
        if Ct_calc > 0,90
          0,90
        else
          Ct_calc
```

$$Ae := Ct\cdot An = 13,6448\ \text{cm}^2 \qquad Ntrd_RSL := \frac{Ae\cdot fu}{\gamma a2} = 404,291\ \text{kN}$$

Verificação de Cisalhamento de Bloco:

$$Agv := 2\cdot(2\cdot d+5\cdot d)\cdot t = 10,64\ \text{cm}^2 \qquad Cts := 1$$

$$Anv := Agv-3\cdot dpad\cdot t = 7,94\ \text{cm}^2$$

$$Ant := \frac{An}{2} = 10,78\ \text{cm}^2$$

$$Ntrd_CIS1 := \frac{1}{\gamma a2}\cdot(0,60\cdot fu\cdot Anv+Cts\cdot Ant\cdot fu) = 460,563\ \text{kN}$$

$$Ntrd_CIS2 := \frac{1}{\gamma a2}\cdot(0,60\cdot fy\cdot Agv+Cts\cdot Ant\cdot fu) = 437,6296\ \text{kN}$$

$$Ntrd_CIS := \min([\,Ntrd_CIS1\ \ Ntrd_CIS2\,]) = 437,6296\ \text{kN}$$

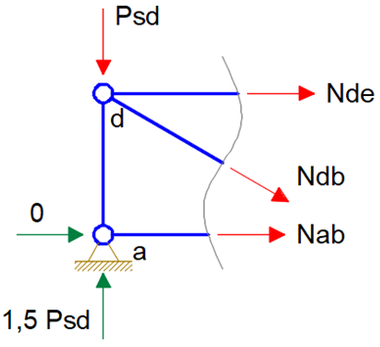
Esforço Axial Resitente de Tração das Peças:

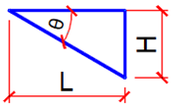
$$Ntrd := \min([\,Ntrd_ESB\ \ Ntrd_RSL\ \ Ntrd_CIS\,]) = 404,291\ \text{kN}$$

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

$$Ldb := \sqrt{L^2+H^2} = 2,1541\ \text{m}$$

$$cos\theta := \frac{L}{Ldb} = 0,9285 \qquad sen\theta := \frac{H}{Ldb} = 0,3714$$





ΣFv=0 (+) para cima
-Psd +1,5.Psd -Nbd.senθ = 0
0,5.Psd -Nbd.senθ = 0
Psd = Nbd.senθ/0,5 = +2.Ndb.senθ
Ndb = 0,5.Psd/senθ

ΣMc=0 (+) antihorário Nab = 0

ΣFh=0 (+) para direita
Nde + Ndb.cosθ + Nab = 0
Nde = -Ndb.cosθ - 0 = -(0,5.Psd/senθ).cosθ = -0,5.Psd.cosθ/senθ
Psd = -2.Nde.senθ/cosθ = -2.Nde.tgθ

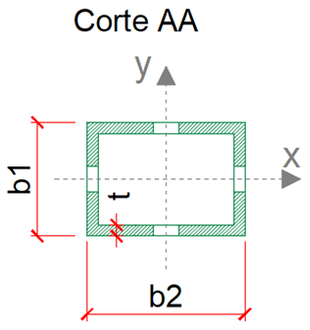
Força Resitente de Compressão da Barra "db":

$Kx := 1,0 \qquad Lx := Ldb = 215,4066\ cm$

$Ky := 1,0 \qquad Ly := Ldb = 215,4066\ cm$

$$Ix := \frac{b2 \cdot b1^{3}}{12} - \frac{(b2 - 2 \cdot t) \cdot (b1 - 2 \cdot t)^{3}}{12} = 420,7659\ cm^{4}$$

$$Iy := \frac{b1 \cdot b2^{3}}{12} - \frac{(b1 - 2 \cdot t) \cdot (b2 - 2 \cdot t)^{3}}{12} = 1240,2859\ cm^{4}$$



$$rx := \sqrt{\frac{Ix}{Ag}} = 4,2441\ cm$$

$$\lambda x := \frac{Kx \cdot Lx}{rx} = 50,7546 \quad < 200\ \text{Ok}$$

$$ry := \sqrt{\frac{Iy}{Ag}} = 7,2866\ cm$$

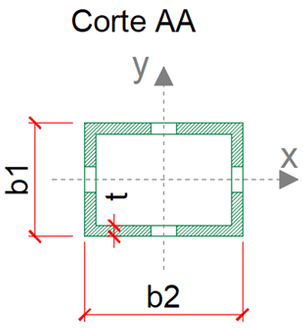
$$\lambda y := \frac{Ky \cdot Ly}{ry} = 29,562 \quad < 200\ \text{Ok}$$

- Dado que o problema é de compressão simples apresentando vinculações e comprimentos reais iguais para ambos eixos principais de inércia, será feita a análise somente do eixo de maior índice de esbeltez - eixo X

Cálculo do Fator Q = Qa . Qs = Qa . 1 (Não há elementos AL):

Chapas Verticais:

$b1_int := b1 - 2 \cdot t = 9,2\ cm$



$$\lambda 1 := \frac{b1_int}{t} = 23$$

$$\lambda lim := 1,40 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 39,598$$

$$bef_1_calc := 1,92 \cdot t \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} \cdot \left(1 - \frac{0,38}{\lambda 1} \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}}\right) = 11,5714\ cm$$

$bef_1 :=$ if $\lambda 1 < \lambda lim = 9,2\ cm$
b1_int
else
bef_1_calc

Chapas Horizontais:

$b2_int := b2 - 2 \cdot t = 19,2\ cm$

$$\lambda 2 := \frac{b2_int}{t} = 48$$

$$\lambda lim := 1,40 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 39,598$$

$$bef_2_calc := 1,92 \cdot t \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} \cdot \left(1 - \frac{0,38}{\lambda 2} \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}}\right) = 16,8583\ cm$$

$bef_2 :=$ if $\lambda 2 < \lambda lim = 16,8583\ cm$
b2_int
else
bef_2_calc

$$Aef := Ag - \left(2 \cdot (b1_int - bef_1) \cdot t + 2 \cdot (b2_int - bef_2) \cdot t\right) = 21,4867\ cm^{2} \qquad Ag = 23,36\ cm^{2}$$

$$Qa := \frac{Aef}{Ag} = 0,9198 \qquad Q := Qa \cdot 1 = 0,9198$$

Análise de Flambagem (Global + Local):

$\lambda x := \text{if } \lambda x > 200 = 50,7546$
99999999
else
λx

$\lambda ox := \lambda x \cdot \sqrt{\frac{Q \cdot fy}{\pi^2 \cdot E}} = 0,5478$

$\chi x := \text{if } \lambda ox \leq 1,5 = 0,882$
$0,658^{\lambda ox^2}$
else
$\frac{0,877}{\lambda ox^2}$

$Ncrd := \frac{Q \cdot \chi x \cdot Ag \cdot fy}{\gamma a1} = 430,6921 \text{ kN}$

Máximo Psd possível em função das resistências das barras:

Psd1 = -2.Nde.senθ/cosθ

$Psd1 := \left| -\frac{2 \cdot Ncrd \cdot sen\theta}{cos\theta} \right| = 344,5537 \text{ kN}$

Psd2 = +2.Nbd.senθ

$Psd2 := +2 \cdot Ntrd \cdot sen\theta = 300,2998 \text{ kN}$

$Psd := \min([\ Psd1\ \ Psd2\ ]) = 300,2998 \text{ kN}$

Respostas:

$Q01 := Q = 0,9198$
$Q02 := Ct = 0,6329$
$Q03 := Ntrd_ESB = 530,9091 \text{ kN}$
$Q04 := Ntrd_RSL = 404,291 \text{ kN}$
$Q05 := Ntrd_CIS = 437,6296 \text{ kN}$
$Q06 := Ncrd = 430,6921 \text{ kN}$
$Q07 := Psd = 300,2998 \text{ kN}$