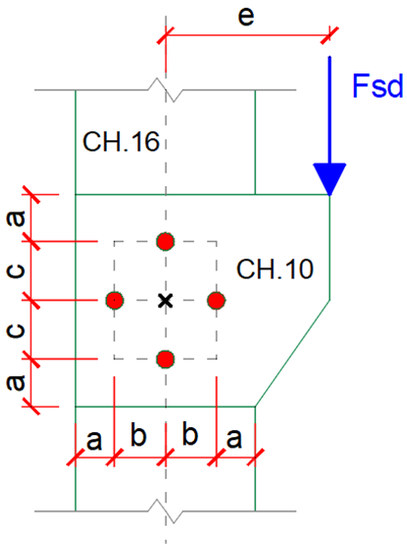
B2T5NA0623A

Calcular qual a máxima solicitação Fsd possível de ser aplicada na ligação tipo contato indicada ao lado, de modo que sejam atendidas as verificações de :

a) corte dos parafusos;
d) rasgamento de chapa e pressão de apoio;



$a := 60\ mm$

$b := 70\ mm$

$c := 60\ mm$

$e := 200\ mm$

$t1 := 16\ mm$

$t2 := 10\ mm$

Dados:
- Furos padrão;
- Parafusos A325 com d = 5/8';
- Aço A36 (MR250);
- Ovalização dos furos é uma limitação de projeto;

$d := \frac{5}{8} \cdot 25,4\ mm = 15,875\ mm$

$E := 200\ GPa$ $\quad fy := 25\ \frac{kN}{cm^2}$ $\quad fu := 40\ \frac{kN}{cm^2}$

$\gamma a1 := 1,1$ $\quad \gamma a2 := 1,35$

Q01 - Qual o máximo valor de Fsd (em valor de cálculo) possível de ser aplicado de modo que a verificação de corte de parfusos ainda seja atendida ? [kN]
Q02 - Qual o máximo valor de Fsd (em valor de cálculo) possível de ser aplicado de modo que a verificação de rasgamento de chapa e pressão de apoio ainda seja atendida ? [kN]

Verificação de Corte dos Pafarusos:

*Considerando uso de parafusos de rosca inteira.

$$F_{v,Rd} = \frac{0,4\ A_b\ f_{ub}}{\gamma_{a2}}$$

$Ab := \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 1,9793\ cm^2$

$fub := 825\ MPa$

Especificação	f_{yb} MPa	f_{ub} MPa	Diâmetro d_b	
			mm	pol
ASTM A307	-	415	-	$1/2 \le d_b \le 4$
ISO 898-1 Classe 4.6	235	400	$12 \le d_b \le 36$	-
ASTM A325 [a]	635 560	825 725	$16 \le d_b \le 24$ $24 < d_b \le 36$	$1/2 \le d_b \le 1$ $1 < d_b \le 1½$
ISO 4016 Classe 8.8	640	800	$12 \le d_b \le 36$	-
ASTM A490	895	1035	$16 \le d_b \le 36$	$1/2 \le d_b \le 1½$
ISO 4016 Classe 10.9	900	1000	$12 \le d_b \le 36$	-

[a] Disponíveis também com resistência à corrosão atmosférica comparável à dos aços AR 350 COR ou à dos aços ASTM A588.

Força resistente de corte por plano de corte nos parafusos:

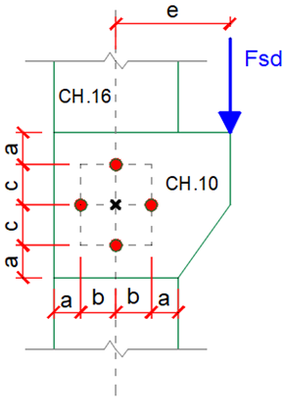
$Fv_Rd_por_plano := \frac{0,4 \cdot Ab \cdot fub}{\gamma a2} = 48,384\ kN$

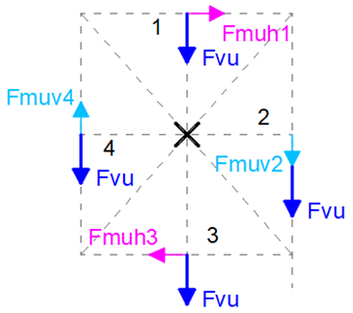
Planos de corte por parafuso: $n_planos := 1$

Quantidade de parafusos: $n_paraf := 4$

Força resistente de corte parafuso:

$Fv_Rd_por_paraf := n_planos \cdot Fv_Rd_por_plano = 48,384\ kN$





* Solicitação nos parafusos 1 e 3 é igual;
* Parafuso 4 é o menos solicitado de todos;
* Análise dos parafusos 1 e 2 será suficiente para resolver o problema;

$rx1 := 0$ $\quad ry1 := c = 60\ mm$

$rx2 := b = 70\ mm$ $\quad ry2 := 0$

$rx3 := 0$ $\quad ry3 := c = 60\ mm$

$rx4 := b = 70\ mm$ $\quad ry4 := 0$

$Ab := \frac{\pi}{4} \cdot d^2 = 1,9793\ cm^2$

$J := \Sigma r^2 \cdot A_i \qquad J := \Sigma \left(rx_i^2 + ry_i^2 \right) \cdot A_i \qquad J := A \cdot \Sigma \left(rx_i^2 + ry_i^2 \right)$

$J := Ab \cdot \left(rx1^2 + ry1^2 + rx2^2 + ry2^2 + rx3^2 + ry3^2 + rx4^2 + ry4^2 \right) = 336,49\ cm^4$

$Fmuh1 := \frac{Fsd \cdot e}{J} \cdot ry1 \cdot Ab \qquad Fmuv2 := \frac{Fsd \cdot e}{J} \cdot rx2 \cdot Ab$

$Fvu := \frac{Fsd}{n_paraf}$

Para o parafuso 1 (Igualando solicitação com resistência) :

$$\sqrt{\left(\left(\frac{Fsd}{n_paraf} \right)^2 + \left(\frac{Fsd \cdot e}{J} \cdot ry1 \cdot Ab \right)^2 \right)} - Fv_Rd_por_paraf = 0$$

$$Fsd^2 \cdot \left(\left(\frac{1}{n_paraf} \right)^2 + \left(\frac{e}{J} \cdot ry1 \cdot Ab \right)^2 \right) - Fv_Rd_por_paraf^2 = 0$$

$$Fsd1 := \sqrt{\frac{Fv_Rd_por_paraf^2}{\left(\left(\frac{1}{n_paraf} \right)^2 + \left(\frac{e}{J} \cdot ry1 \cdot Ab \right)^2 \right)}} = 64,611\ kN$$

Para o parafuso 2 (Igualando solicitação com resistência) :

$$\sqrt{\left(\left(\frac{Fsd}{n_paraf} + \frac{Fsd \cdot e}{J} \cdot rx2 \cdot Ab \right)^2 + (0)^2 \right)} - Fv_Rd_por_paraf = 0$$

$$Fsd^2 \cdot \left(\frac{1}{n_paraf} + \frac{e}{J} \cdot rx2 \cdot Ab \right)^2 - Fv_Rd_por_paraf^2 = 0$$

$$Fsd2 := \sqrt{\frac{Fv_Rd_por_paraf^2}{\left(\frac{1}{n_paraf} + \frac{e}{J} \cdot rx2 \cdot Ab \right)^2}} = 45,070\ kN$$

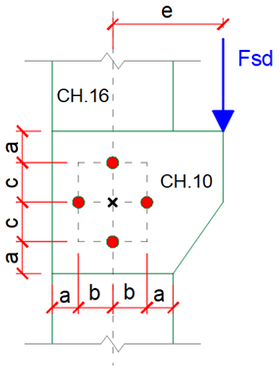
$Fsd_corte := \min\left(\left[Fsd1 \;\; Fsd2 \right] \right) = 45,07\ kN$

Rasgamento de Chapa e Pressão de Apoio :

$$F_{c,Rd} = \frac{1,2\, l_f\, t f_u}{\gamma_{a2}} \leq \frac{2,4\, d_b\, t\, f_u}{\gamma_{a2}}$$

$d_b := d = 15,875\ mm$

$g := \sqrt{c^2 + b^2} = 92,195\ mm$



bf : borda de furo bc : borda de chapa

$l_bf_a_bf := g - \frac{\left(d_b + 1,5\ mm \right)}{2} - \frac{\left(d_b + 1,5\ mm \right)}{2} = 74,8204\ mm$

$l_bf_a_bc := a - \frac{\left(d_b + 1,5\ mm \right)}{2} = 51,3125\ mm$

$lf := \min\left(\left[l_bf_a_bf \;\; l_bf_a_bc \right] \right) = 51,3125\ mm$

$t := \min([\ t1\ \ t2\ ]) = 10\ mm$

$Fc_Rd1 := \frac{1,2 \cdot lf \cdot t \cdot fu}{\gamma a2} = 182,44\ kN$ * Resistência ao rasgamento de chapa no furo mais desfavorável da chapa de menor espessura.

$Fc_Rd2 := \frac{2,4 \cdot d_b \cdot t \cdot fu}{\gamma a2} = 112,89\ kN$ * Resistência de pressão de apoio por furo da chapa de menor espessura.

$Fc_Rd_por_paraf := \min([\ Fc_Rd1\ \ Fc_Rd2\ ]) = 112,89\ kN$ * Resistência aos dois fenômenos por furo.

Igualando solicitação e Resistência no parafuso mais solicitado (Parafuso 2 conforme antes verificado):

$$\sqrt{\left(\left(\frac{Fsd}{n_paraf} + \frac{Fsd \cdot e}{J} \cdot rx2 \cdot Ab\right)^2 + (0)^2\right)} - Fc_Rd_por_paraf = 0$$

$$Fsd_rasg := \sqrt{\frac{Fc_Rd_por_paraf^2}{\left(\frac{1}{n_paraf} + \frac{e}{J} \cdot rx2 \cdot Ab\right)^2}} = 105,16\ kN$$

$Q01 := Fsd_corte = 45,07\ kN$

$Q02 := Fsd_rasg = 105,16\ kN$
