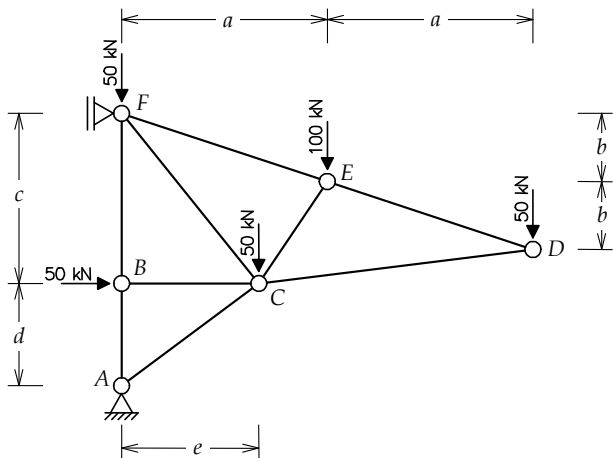


Trabalho de dimensionamento de uma treliça isostática plana

(<ftp://ftp.tecgraf.puc-rio.br/pub/users/lfm/civ1111-082-trabtrelica.pdf>)

Para a treliça mostrada abaixo, dimensione as seções transversais das barras para o carregamento indicado. O dimensionamento é feito considerando o critério das tensões admissíveis e um critério para evitar flambagem (perda de estabilidade) das barras por efeito de compressão. Os valores das dimensões globais da treliça são indicados na tabela na página seguinte, sendo que existe um conjunto de valores para cada aluno.

O material utilizado para construir a estrutura é o aço, que tem uma tensão admissível $\sigma_{adm} = 165 \text{ MPa}$ ($16,5 \text{ kN/cm}^2$), tanto na tração quanto na compressão, e um módulo de elasticidade $E = 205000 \text{ MPa}$ (20500 kN/cm^2). As barras têm seções transversais na forma perfis U simples que serão montados em pé, conforme mostrado na tabela anexa. O que se deseja é o tamanho mínimo de perfil necessário para cada barra de tal maneira que a tensão normal na barra não ultrapasse o valor da tensão admissível no material e de tal maneira que o esforço normal nas barras que sofrem compressão não ultrapasse uma carga admissível $P_{adm} = 0,5 \cdot P_E$ (igual à metade do valor da carga crítica de Euler).



Barra	Item (a): Esforço Normal N [kN]	Item (b): perfil U			Item (c): perfil U		
		h (mm)	B (mm)	e (mm)	h (mm)	B (mm)	e (mm)
AB							
AC							
BC							
BF							
CD							
CE							
DE							
CF							
EF							

Utilize o programa Ftool para calcular os esforços normais nas barras da treliça. O programa pode ser obtido pela Internet na *homepage* do Ftool: "<http://www.tecgraf.puc-rio.br/ftool>". Este *site* contém *links* para fazer o *download* do programa, para fazer o *download* do manual do programa, ou para consultar o manual *on-line*. Um roteiro para criação do modelo de treliça no Ftool está disponível pelo *link*: "<ftp://ftp.tecgraf.puc-rio.br/pub/users/lfm/civ1111-roteiro-trelica-ftool.pdf>".

Pede-se uma memória de cálculo que deve conter os seguintes itens:

- (a) Preenchimento da tabela acima com os valores dos esforços normais nas barras da treliça. Adote uma seção transversal circular cheia com 5 cm de diâmetro para todas as barras. Esta seção transversal é utilizada apenas para realizar o cálculo dos esforços normais. Como a treliça é isostática, os esforços normais não dependem da forma da seção transversal. Utilize uma casa decimal para os valores dos esforços normais em kN.
- (b) Escolha dos perfis U das seções transversais das barras com base nos esforços normais e na tensão admissível do material. Preencha os valores obtidos para a altura (h), base (B) e espessura (e) dos perfis U de cada barra na tabela acima.
- (c) Escolha dos perfis U das seções transversais das barras de forma que o esforço normal de compressão não ultrapasse P_{adm} para cada barra (as barras que sofrem tração não são afetadas por este critério). Preencha os valores obtidos para a altura (h), base (B) e espessura (e) dos perfis U de cada barra na tabela acima.

Dimensões globais da treliça:

Nome	Modelo	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)	e (m)
Alessandra Wollner Wilcox	01	2.0	0.5	2.5	1.5	2.0
Ana Cecilia Ferracciu M Coutinho	02	2.5	0.5	2.5	1.5	2.0
Ana de Abreu Altberg	03	3.0	0.5	2.5	1.5	2.0
Bianca Marinho Quintella	04	3.5	0.5	2.5	1.5	2.0
Branca Bronstein Motta	05	4.0	0.5	2.5	1.5	2.0
Bruno Cesar dos Santos	06	2.0	1.0	2.5	1.5	2.0
Camilo Folly Moreira	07	2.5	1.0	2.5	1.5	2.0
Carolina Grandi Serra Tancredi	08	3.0	1.0	3.0	1.5	2.0
Clara Ramos de Castro	09	3.5	1.0	3.0	1.5	2.0
Cristiane dos Santos Pereira	10	4.0	1.0	3.0	1.5	2.0
Francesco Bruno Perrotta Bosch	11	2.0	1.5	3.0	2.5	2.0
Karina Eustachio Oliveira E Silva	12	2.5	1.5	3.0	2.5	2.0
Laura Milan Candido	13	3.0	1.5	3.0	2.5	2.0
Luana Ferreira Lima	14	3.5	1.5	3.0	2.5	2.0
Luisa Gouvea Faver	15	4.0	1.5	3.5	2.5	2.0
Luma Bloris Nabuco	16	2.0	2.0	3.5	2.5	2.0
Mabel Pinto Trindade Moreira	17	2.5	2.0	3.5	2.5	2.0
Maria Luisa Labarthe de Vasconcelos	18	3.0	2.0	3.5	2.5	2.0
Mariana de Souza Lavinas	19	3.5	2.0	3.5	2.5	2.0
Marianne Tavares Junqueira	20	4.0	2.0	3.5	2.5	2.0
Marina Breves Costa	21	2.0	0.5	2.5	1.5	1.5
Nathalia Nunes Nogueira	22	2.5	0.5	2.5	1.5	1.5
Pablo Tadeu Leite Davies	23	3.0	0.5	2.5	1.5	1.5
Patricia Tinoco	24	3.5	0.5	2.5	1.5	1.5
Pedro Chianelli Salgado Dieguez	25	4.0	0.5	2.5	1.5	1.5
Pedro Henrique de O S Medeiros	26	2.0	1.0	2.5	1.5	1.5
Rafael do Rego Chaves	27	2.5	1.0	2.5	1.5	1.5

Critério da tensão admissível

N → valor absoluto (módulo) do esforço normal na barra (tração ou compressão) (kN)

A → área da seção transversal (cm²) - **Na tabela de perfis U é o parâmetro S.**

$\sigma = N/A$ → tensão normal na seção transversal (kN/cm²)

$\sigma_{adm} = 16,5$ kN/cm² → tensão admissível adotada para o material (aço)

$$\sigma \leq \sigma_{adm} \rightarrow \frac{N}{A} \leq \sigma_{adm} \rightarrow A = S \geq \frac{N}{\sigma_{adm}}$$

Critério da carga admissível para evitar flambagem (perda de estabilidade por efeito de compressão)

N → valor absoluto (módulo) do esforço normal na barra (compressão) (kN)

l → comprimento da barra (cm) **(ATENÇÃO: utilize valores em centímetros)**

I → momento de inércia da seção transversal (cm⁴) - **Na tabela de perfis U é o parâmetro J_y**

(O menor valor de momento de inércia deve ser adotado entre J_x e J_y , no caso é o J_y).

$E = 20500$ kN/cm² → módulo de elasticidade do aço

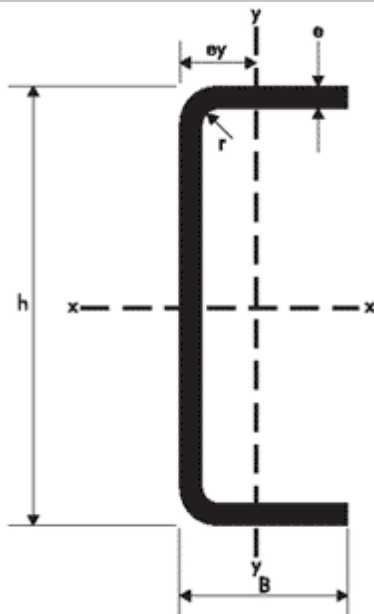
$P_E = \pi^2 \cdot EI / l^2$ → carga crítica de Euler (kN)

$\alpha = 0.5$ → fator (adotado no trabalho) de redução da carga crítica de Euler para a carga admissível

$P_{adm} = \alpha P_E$ → carga admissível (kN)

$$N \leq P_{adm} \rightarrow N \leq \alpha \cdot \frac{\pi^2 \cdot EI}{l^2} \rightarrow I = J_y \geq \frac{N \cdot l^2}{\alpha \cdot \pi^2 \cdot E}$$

Perfis U Simples



S = ÁREA DE SEÇÃO
P = PESO ESTIMADO POR METRO
J_x = MOMENTO DA INÉRCIA EIXO X
W_x = MÓDULO DE RESISTÊNCIA EIXO X
i_x = RAIOS DE GIRO DO EIXO X
e_y = DISTÂNCIA DA LINHA NEUTRA
J_y = MOMENTO DA INÉRCIA EIXO Y
W_y = MÓDULO DE RESISTÊNCIA EIXO Y
i_y = RAIOS DE GIRO DO EIXO Y

DIMENSÕES			S	P	J _x	W _x	i _x	e _y	J _y	W _y	i _y
h	B	e=r	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm ⁴	cm ³	cm
mm	mm	mm									
50	25	1.52	1.42	1.12	5.51	2.2	1.98	0.70	0.88	0.49	0.78
		1.90	1.75	1.38	6.66	2.6	1.94	0.71	1.07	0.60	0.78
		2.28	2.07	1.62	7.70	3.0	1.92	0.73	1.26	0.71	0.77
		2.66	2.38	1.86	8.66	3.4	1.90	0.75	1.43	0.82	0.77
		3.04	2.67	2.10	9.55	3.8	1.88	0.77	1.59	0.92	0.77
75	40	1.52	2.26	1.77	20.53	5.4	3.01	1.10	3.70	1.28	1.27
		1.90	2.80	2.20	25.10	6.6	2.99	1.12	4.55	1.58	1.27
		2.28	3.32	2.61	29.43	7.8	2.97	1.14	5.37	1.88	1.27
		2.66	3.84	3.01	33.56	8.9	2.95	1.16	6.15	2.17	1.26
		3.04	4.35	3.41	37.49	9.9	2.93	1.18	6.91	2.45	1.26
		3.42	4.84	3.80	41.20	10.9	2.91	1.20	7.64	2.73	1.25
		3.80	5.32	4.17	44.71	11.9	2.89	1.22	8.34	3.00	1.25
		4.18	5.79	4.54	48.04	12.8	2.87	1.24	9.02	3.27	1.24
4.76	6.48	5.09	52.75	14.0	2.85	1.27	10.00	3.66	1.24		
100	40	1.52	2.64	2.07	39.95	7.9	3.88	0.96	4.05	1.33	1.23
		1.90	3.27	2.57	49.01	9.8	3.86	0.97	4.99	1.65	1.23
		2.28	3.89	3.06	57.67	11.5	3.84	0.99	5.89	1.96	1.22
		2.66	4.51	3.54	65.99	13.1	3.82	1.01	6.76	2.26	1.22
		3.04	5.11	4.01	73.99	14.7	3.80	1.03	7.61	2.56	1.22
		3.42	5.69	4.47	81.61	16.3	3.78	1.04	8.43	2.85	1.21
		3.80	6.27	4.92	88.89	17.7	3.76	1.06	9.22	3.14	1.21
		4.18	6.83	5.36	95.85	19.1	3.74	1.08	9.98	3.42	1.20
4.76	7.67	6.02	105.9	21.1	3.71	1.11	11.09	3.84	1.20		
100	50	1.52	2.94	2.31	47.32	9.4	4.00	1.32	7.49	2.04	1.59
		1.90	3.65	2.87	58.15	11.6	3.98	1.34	9.24	2.52	1.58
		2.28	4.35	3.41	68.55	13.7	3.96	1.36	10.94	3.00	1.58
		2.66	5.04	3.95	78.60	15.7	3.94	1.38	12.59	3.48	1.58
		3.04	5.71	4.48	88.29	17.6	3.92	1.40	14.20	3.94	1.57
		3.42	6.38	5.00	97.57	19.5	3.91	1.41	15.75	4.40	1.57

		3.80	7.03	5.52	106.5	21.2	3.89	1.43	17.27	4.84	1.56
		4.18	7.67	6.02	115.1	23.0	3.87	1.45	18.74	5.28	1.56
		4.76	8.63	6.77	127.5	25.4	3.84	1.48	20.89	5.84	1.55
127	50	1.52	3.35	2.63	82.21	12.9	4.94	1.17	8.06	2.10	1.54
		1.90	4.17	3.27	101.3	15.9	4.92	1.19	9.94	2.61	1.54
		2.28	4.97	3.90	119.6	18.8	4.90	1.20	11.78	3.10	1.53
		2.66	5.76	4.52	137.5	21.6	4.88	1.22	13.57	3.59	1.53
		3.04	6.53	5.13	154.8	24.3	4.86	1.24	15.32	4.08	1.53
		3.42	7.30	5.73	171.5	27.0	4.84	1.26	17.02	4.55	1.52
		3.80	8.05	6.32	187.6	29.5	4.82	1.27	18.67	5.02	1.52
		4.18	8.80	6.91	203.1	31.9	4.80	1.29	20.28	5.47	1.51
		4.76	9.91	7.78	225.9	35.5	4.77	1.32	22.66	6.16	1.51
150	50	1.90	4.60	3.61	149.9	19.9	5.70	1.08	10.42	2.66	1.50
		2.28	5.49	4.31	177.4	23.6	5.68	1.10	12.35	3.17	1.49
		2.66	6.37	5.00	204.1	27.2	5.65	1.12	14.24	3.67	1.49
		3.04	7.23	5.68	230.1	30.6	5.63	1.13	16.08	4.16	1.49
		3.42	8.09	6.35	255.3	34.0	5.61	1.15	17.87	4.65	1.48
		3.80	8.93	7.01	279.7	37.2	5.59	1.17	19.62	5.12	1.48
		4.18	9.76	7.66	303.3	40.4	5.57	1.19	21.32	5.59	1.47
		4.76	11.01	8.64	338.0	45.0	5.54	1.21	23.84	6.30	1.47
200	50	1.90	5.55	4.36	299.3	29.9	7.33	0.91	11.20	2.74	1.41
		2.28	6.63	5.20	354.9	35.4	7.31	0.93	13.28	3.26	1.41
		2.66	7.70	6.04	409.3	40.9	7.28	0.95	15.32	3.78	1.41
		3.04	8.75	6.87	462.4	46.2	7.26	0.96	17.31	4.29	1.40
		3.42	9.80	7.69	514.1	51.4	7.24	0.98	19.26	4.79	1.40
		3.80	10.83	8.50	564.5	56.4	7.21	1.00	21.16	5.29	1.39
		4.18	11.85	9.30	613.6	61.3	7.19	1.01	23.01	5.77	1.39
		4.76	13.39	10.51	686.2	68.6	7.15	1.04	25.76	6.51	1.38