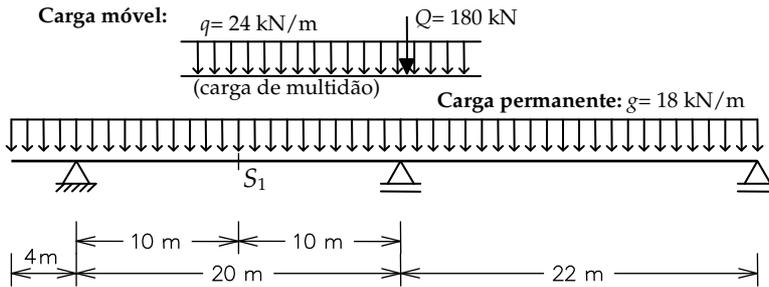


CIV 1127 – ANÁLISE DE ESTRUTURAS II – 2º Semestre – 2008

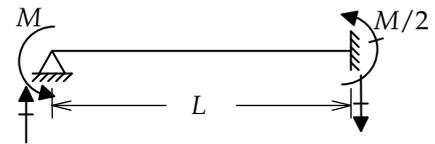
Terceira Prova – 26/11/2008 – Duração: 2:45 hs – Sem Consulta

1ª Questão (4,0 pontos)

Para uma viga de ponte, cujo modelo estrutural é apresentado abaixo, calcule os valores mínimo e máximo de momento fletor na seção S_1 devidos às cargas permanente e móvel indicadas. Sabe-se que o valor mínimo da linha de influência de momentos fletores na seção S_1 está localizado na extremidade livre do balanço na esquerda da viga. Todas as barras têm a mesma inércia à flexão EI . Utilize o Processo de Cross para determinar os momentos fletores, com precisão de uma casa decimal para momentos fletores e de duas casas decimais para coeficientes de distribuição de momentos.

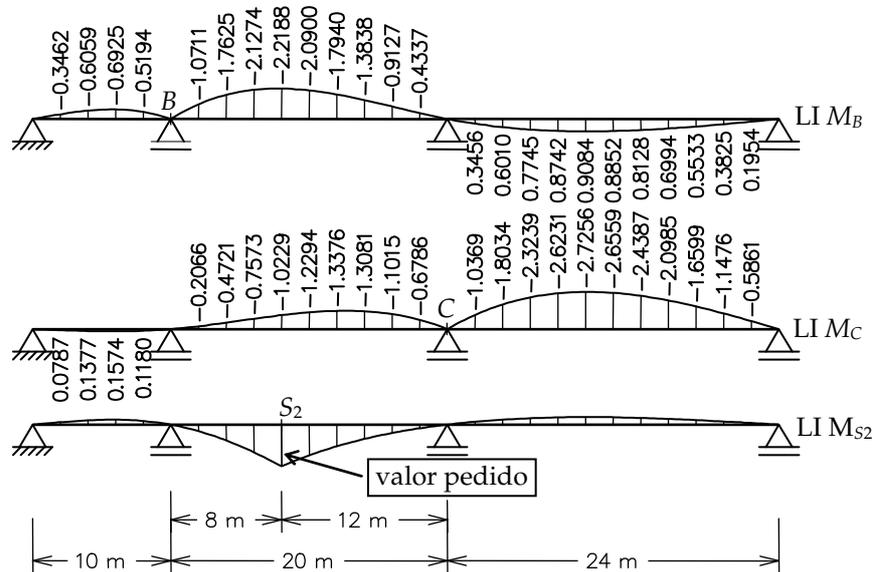


Sabe-se que:



2ª Questão (1,5 pontos)

Abaixo estão mostradas as linhas de influência de momentos fletores nas seções B e C de uma ponte. Os valores das ordenadas estão indicados a cada 2 metros. Também está indicada a linha de influência de momentos fletores na seção S_2 . Calcule a ordenada indicada na LI M_{S_2} .



3ª Questão (3,5 pontos)

Você está envolvido no projeto de uma estrutura, mas perdeu o desenho do modelo estrutural. Felizmente, você encontrou o arquivo de dados de entrada e saída para o programa de computador que foi utilizado para fazer a análise estrutural. Este arquivo está reproduzido na folha seguinte.

Os esforços internos nas extremidades das barras são fornecidos nos sistemas de eixos locais das barras com a convenção de sinais do Método dos Deslocamentos: esforços normais são positivos no sentido do eixo local x e negativos no sentido contrário; esforços cortantes são positivos no sentido do eixo local y e negativos no sentido contrário; e momentos fletores são positivos quando têm o sentido anti-horário e negativos no sentido contrário.

Observe que os valores do momento fletor na extremidade final da barra 4 e dos esforços cortantes e momentos fletores da barra 3 não puderam ser recuperados do arquivo.

Pede-se:

- Calcule o valor do momento fletor na extremidade final da barra 4. O sinal do momento fletor na extremidade da barra segue a convenção do Método dos Deslocamentos (0,5 ponto).
- Com base nos valores dos deslocamentos e rotações nodais fornecidos e nos coeficientes de rigidez locais da barra 3, determine os valores dos esforços internos que estão faltando para essa barra (1,5 pontos).
- Desenhe os diagramas de esforços normais, esforços cortantes e momentos fletores fornecidos pelo modelo estrutural. Esforços normais de tração são positivos e de compressão são negativos. Esforços cortantes são positivos quando, entrando com as forças à esquerda de uma seção transversal (de quem olha da fibra inferior para a fibra superior), a resultante das forças na direção transversal à barra for para cima. O diagrama de momentos fletores é sempre desenhado do lado da fibra tracionada (1,5 pontos).

Dados de Entrada e Resultados do Modelo Computacional

Coordenadas Nodais e Condições de Suporte

Nó	X (m)	Y (m)	Desloc. X (tipo)	Desloc. Y (tipo)	Rotação Z (tipo)	Mola X (kN/m)	Mola Y (kN/m)	Mola Z (kNm/rad)
1	0.0	0.0	Fixo	Fixo	Fixo	0.0	0.0	0.0
2	6.0	0.0	Fixo	Fixo	Fixo	0.0	0.0	0.0
3	10.0	0.0	Fixo	Fixo	Mola	0.0	0.0	100000.0
4	0.0	3.0	Livre	Livre	Livre	0.0	0.0	0.0
5	6.0	3.0	Livre	Livre	Livre	0.0	0.0	0.0

Dados das Barras

Barra	Nó inicial	Nó final	Rótula inicial	Rótula final	Mod.Elast. (kN/m ²)	Área Seção (m ²)	Mom.Inércia (m ⁴)
1	1	4	Não	Não	1.0e+08	0.003	0.00036
2	4	5	Não	Não	1.0e+08	0.003	0.00036
3	5	2	Não	Sim	1.0e+08	0.003	0.00036
4	5	3	Não	Não	1.0e+08	0.003	0.00036

Dados de Cargas Concentradas em Nós

Nó	Fx (kN)	Fy (kN)	Mz (kNm)
4	20.0	0.0	0.0

Dados de Carregamentos Uniformemente Distribuídos em Barras

Barra	Direção	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
4	Local	0.0	-8.0

Resultados de Deslocamentos e Rotações Nodais

Nó	Desloc. X (m)	Desloc. Y (m)	Rotação Z (rad)
1	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
2	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
3	0.000e+00	0.000e+00	+1.564e-04
4	+4.087e-04	+1.683e-05	-1.120e-04
5	+8.577e-05	-1.208e-04	-2.144e-04

Resultados de Esforços nas Barras (direções locais)

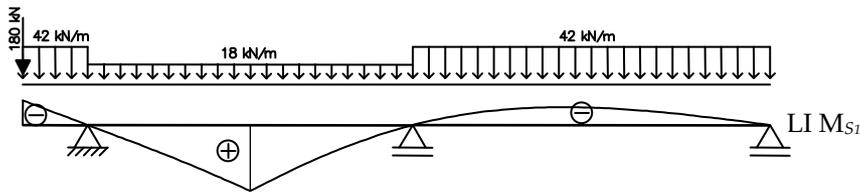
Barra	Normal		Cortante		Momento	
	Nó inicial (kN)	Nó final (kN)	Nó inicial (kN)	Nó final (kN)	Nó inicial (kNm)	Nó final (kNm)
1	-1.7	+1.7	+3.9	-3.9	+7.1	+4.4
2	+16.1	-16.1	-1.7	+1.7	-4.4	-5.7
3	+12.1	-12.1	xxx.x	xxx.x	xxx.x	xxx.x
4	+8.5	-8.5	+19.3	+20.7	+12.4	xxx.x

4ª Questão (1,0 pontos)

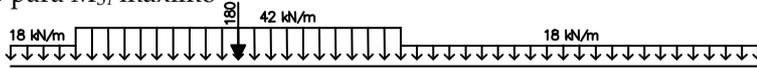
Grau vindo do terceiro trabalho (nota do trabalho x 0,1).

1ª Questão

Carregamento para M_{S1} mínimo

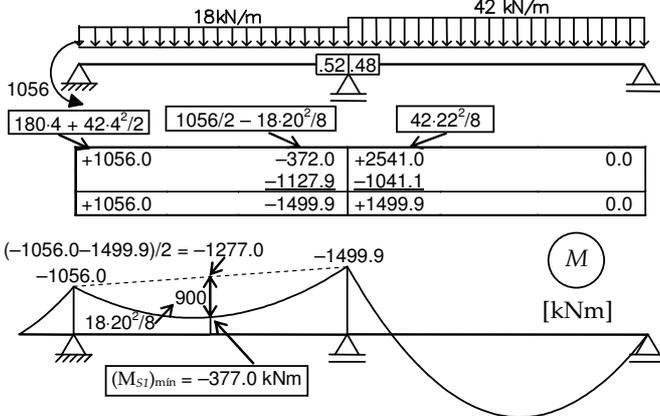


Carregamento para M_{S1} máximo

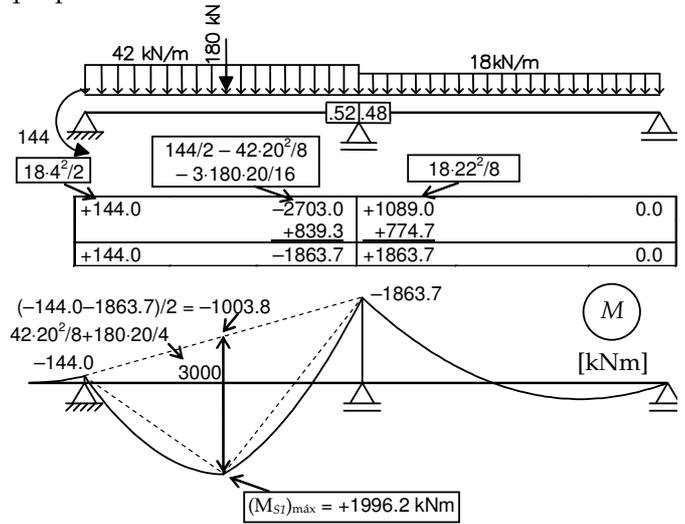


Solução eliminando o balanço e substituindo as suas cargas por um momento concentrado

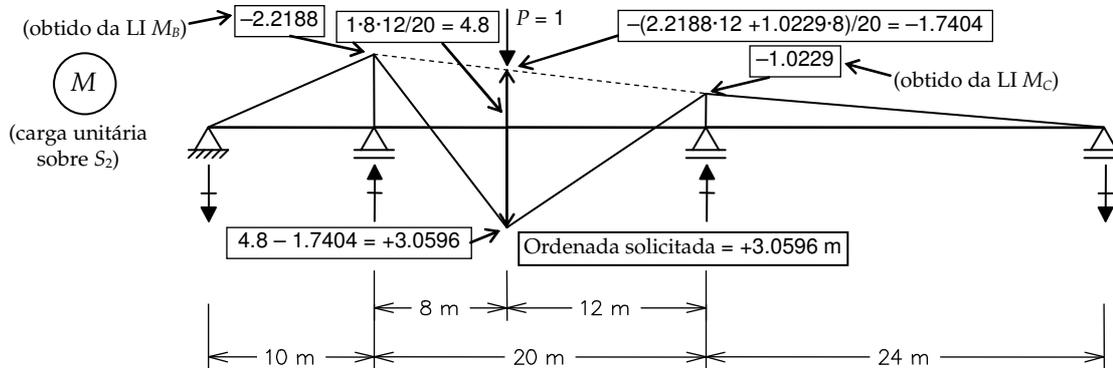
Solução pelo Processo de Cross para o carregamento que provoca M_{S3} mínimo:



Solução pelo Processo de Cross para o carregamento que provoca M_{S3} máximo:



2ª Questão



3ª Questão

Item (a)

$\theta_z^3 = +1.564 \times 10^{-4}$ rad (rotação do nó 3 obtida da tabela de resultados de deslocamentos e rotações nodais)

$K_z = 100000$ kNm/rad (coeficiente de rigidez à rotação do apoio elástico rotacional)

$M_x^3 = -K_z \cdot \Delta_x^3$ (reação momento no apoio elástico no nó 3 é sempre contrária à rotação)

$$\Rightarrow M_z^3 = -100000 \cdot 1.564 \times 10^{-4} = -15.6 \text{ kNm} \quad (\text{negativo indica sentido horário})$$

A direção do momento fletor na extremidade final da barra 4 tem o mesmo sentido e sinal da reação momento.

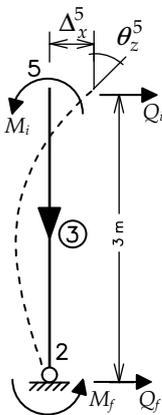
Portanto:

$$M_{\text{final}}^{\text{barra 4}} = -15.6 \text{ kNm} \quad (\text{negativo indica sentido horário})$$

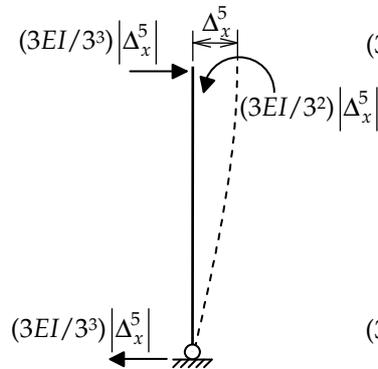
Item (b)

Determinação dos esforços internos na barra 3 a partir dos deslocamentos do nó 5:

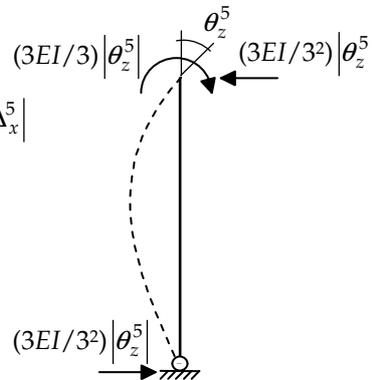
Deformada da barra 3 e esforços internos com sentidos positivos (nas direções dos eixos locais)



Isolando efeito do deslocamento horizontal do nó 5 (esforços indicados nos sentidos físicos)



Isolando efeito da rotação do nó 5 (esforços indicados nos sentidos físicos)



$$\Delta_x^5 = +8.577 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$\theta_z^5 = -2.144 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

$$E = 1.0 \times 10^8 \text{ kN/m}^2$$

$$I = 3.6 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$Q_i = +(3EI/3^3)|\Delta_x^5| - (3EI/3^2)|\theta_z^5| = -2.2 \text{ kN}$$

$$M_i = +(3EI/3^2)|\Delta_x^5| - (3EI/3)|\theta_z^5| = -6.7 \text{ kNm}$$

$$Q_f = -(3EI/3^3)|\Delta_x^5| + (3EI/3^2)|\theta_z^5| = +2.2 \text{ kN}$$

$$M_f = 0$$

Item (c)

