



INSTITUTO
SUPERIOR
TÉCNICO

Dinâmica e Engenharia Sísmica

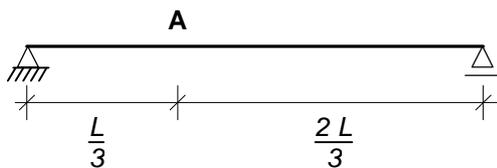
Mestrado em Engenharia de Estruturas

Exame -4/Julho/2000

1º Problema

Considere o modelo de ponte representado na figura 1, sujeito a uma acção sísmica vertical. O efeito desta acção sísmica pode ser quantificada através do espectro de resposta indicado no Quadro 1 (espectro de resposta definido para coeficiente de amortecimento igual a 5%).

Figura 1



$$L = 15.0 \text{ m}$$

$$EI = 10^5 \text{ kNm}^2$$

$$m = 2.0 \text{ ton/m}$$

$$A = \infty$$

$$\zeta = 5\%$$

a) Considerando somente a participação dos três primeiros modos de vibração, calcule:

- O valor do máximo deslocamento vertical a meio-vão da ponte.
- O valor do máximo momento flector no ponto A.

b) Considere agora que a estrutura da figura 1 é solicitada pela seguinte força periódica, aplicada em todo o vão:

$$P(t) = P_0 \text{ sen} \left(\frac{p x}{L} \right) \text{ sen} (w t)$$

Esta força só excita um modo de vibração da referida estrutura. Indique qual o modo que é excitado e justifique porque razão os restantes modos não o são.

Quadro 1

Freq (Hz)	Acel. (m/s ²)
0	0
2	3.0
4	5.0
15	5.0

2º Problema

Considere a estrutura representada na figura 2, a qual só se pode deformar no seu próprio plano. Admitindo que a viga AB é axialmente indeformável e de infinita rigidez à flexão, estabeleça as equações necessárias para a determinação das frequências e modos de vibração da estrutura. Indique, justificando, quais as condições de fronteira que consideraria na resolução do problema.

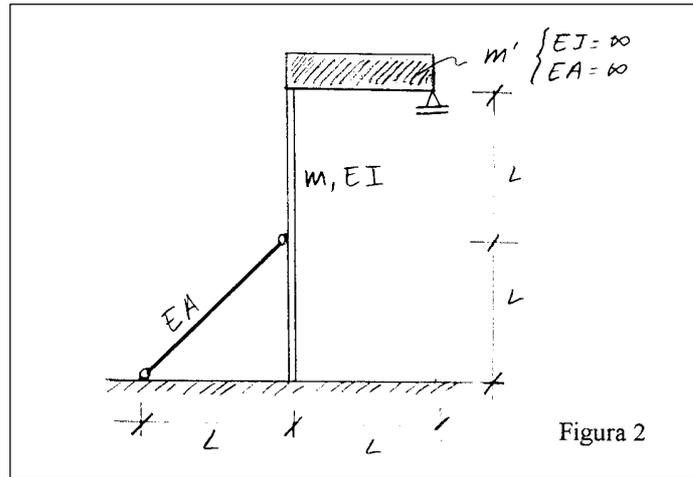


Figura 2

3º Problema

Considere a estrutura indicada na figura 3.

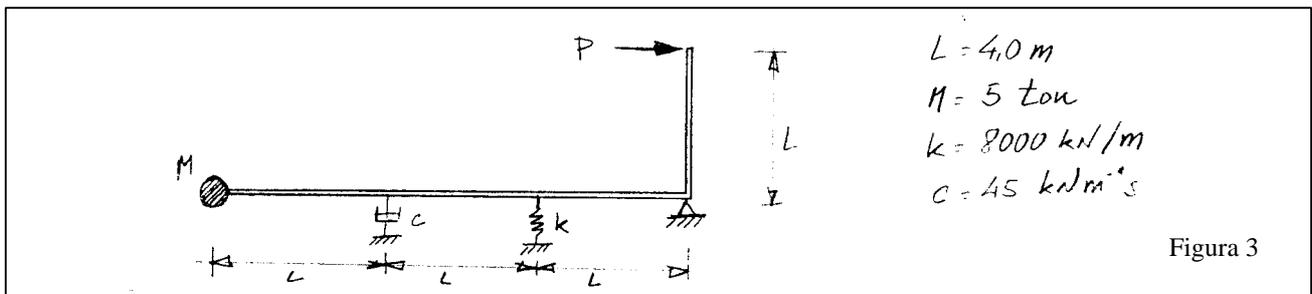


Figura 3

- Calcule a função de transferência que relaciona a força indicada com o deslocamento vertical da massa M.
- Qual deverá ser a amplitude de uma força harmônica aplicada com frequência igual a 45 rad/s, para que o deslocamento máximo seja de 0.02m?
- Calcule a equação do deslocamento quando a estrutura é solicitada pela seguinte força:

$$P(t) = 20 e^{i45t} + 30 e^{i35t}$$

4º Problema

A função tabelada no Quadro 2 representa a função de densidade espectral de potência de deslocamentos referente à resposta de uma determinada estrutura, quando solicitada por uma ação sísmica com a duração de 10 segundos.

- Calcule a função de densidade espectral de potência de velocidades.
- Determine o valor esperado do máximo deslocamento.

Quadro 2	
Freq (Hz)	S_d (m^2/Hz)
0	0
1	2×10^{-4}
2	20×10^{-4}
3	0

Questões:

- 1) Defina período de retorno.
- 2) Diga o que entende por sismicidade.
- 3) Defina função de vulnerabilidade. Esboce uma função de vulnerabilidade que relacione o deslocamento entre pisos dum estrutura com a aceleração de pico do solo, admitindo que a estrutura apresenta comportamento não linear.
- 4) Porque é que em estruturas em pórtico submetidas à acção sísmica se considera preferível a formação de rótulas nas vigas? Qual o procedimento de projecto necessário para conseguir esses objectivos?
- 5) De acordo com os princípios do “capacity design” os esforços transversos em vigas calculam-se a partir dos momentos resistentes nas extremidades com base em condições de equilíbrio. Em paredes não é assim. Porquê?

FORMULÁRIO

$$\int \sin^2(ax) dx = \frac{x}{2} - \frac{\sin(2ax)}{4a}$$

$$\int \sin(px) \sin(qx) dx = \frac{\sin[(p-q)x]}{2(p-q)} - \frac{\sin[(p+q)x]}{2(p+q)} \quad \text{se } p \neq q$$

$$\frac{C}{A + iB} = \frac{C}{A^2 + B^2} (A - iB)$$

$$\left| \frac{C}{A + iB} \right| = \frac{C}{\sqrt{A^2 + B^2}}$$