



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

DECivil – Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura

SMEE – Secção de Mecânica Estrutural e Estruturas

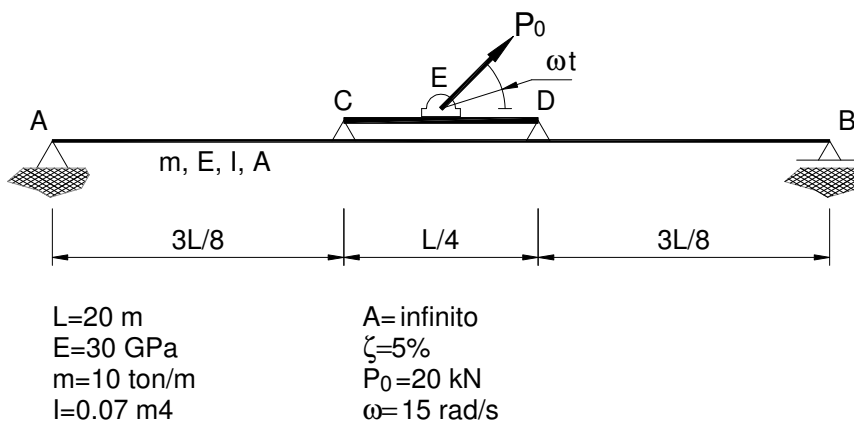
22º MESTRADO EM ENGENHARIA DE ESTRUTURAS

DINÂMICA E ENGENHARIA SÍSMICA

EXAME – 28 DE JUNHO DE 2005

1º Problema

O modelo ilustrado pretende representar o comportamento da viga de uma ponte rolante. A viga superior (CED), sobre a qual se apoia o motor do guincho, pode ser considerada rígida e sem massa. O funcionamento do guincho provoca a força P_0 constante cuja direcção varia linearmente no tempo.



a) Considerando somente a contribuição dos três primeiros modos de vibração e desprezando o regime transitório, calcule, justificando:

a.1) o valor do deslocamento vertical do ponto C da viga CED no instante $t=0.5 \text{ s}$.

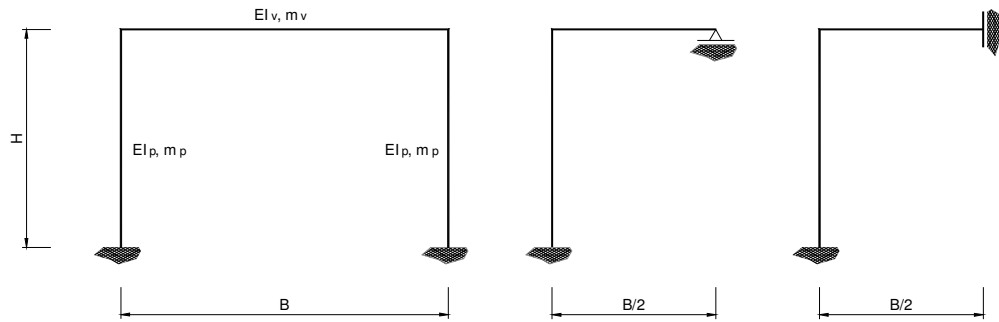
a.2) o valor máximo do momento flector na viga AB.

b) Admitindo que, por imposições regulamentares, se tornava forçoso considerar a contribuição de todos os modos até uma frequência de 70 Hz. Indique, justificando, que modos iriam contribuir para a resposta assim determinada.

c) Indique esquematicamente como procederia para determinar o deslocamento vertical em C por integração numérica no domínio do tempo (*time history*) considerando os 3 primeiros modos. Que cuidados deveria ter na discretização da acção (e, consequentemente, da resposta) no domínio do tempo? Justifique a razão pela qual os resultados assim obtidos seriam diferentes dos resultados determinados em a).

2º Problema

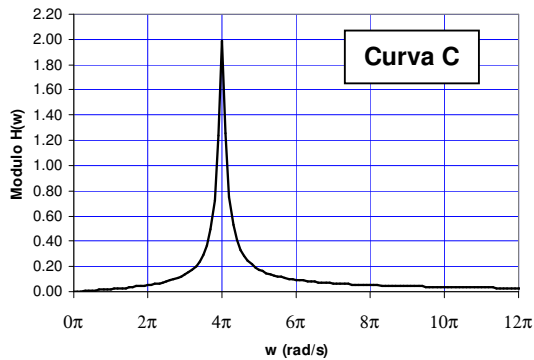
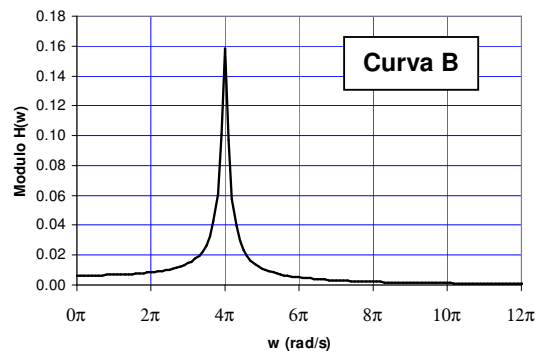
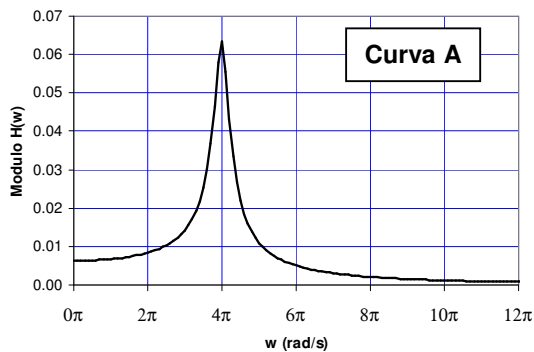
Considere o modelo de pórtico plano ilustrado na figura. Despreze a deformação axial de todos os elementos. Considere ainda as simplificações ilustradas para os modos antisimétricos e simétricos. Indique, justificando, quais as condições de fronteira a considerar para esses dois tipos de modos.



3º Problema

Para a análise dinâmica do movimento longitudinal do tabuleiro de uma ponte considerou-se um modelo com um grau de liberdade. Admita que a frequência própria correspondente é de 2.0Hz e o coeficiente de amortecimento viscoso é de 2% ($\zeta=2\%$)

a) Indique, justificando, qual das curvas A a C abaixo apresentadas ilustra o módulo da função de transferência que relaciona acelerações na base com os deslocamentos do tabuleiro.

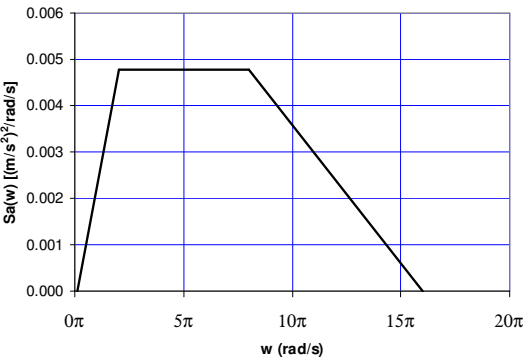


b) Considere agora que a mesma ponte é sujeita à acção sísmica cujo espectro de potência está representado na figura. Indique, justificando, qual dos três valores apresentados corresponde ao valor esperado do máximo deslocamento longitudinal do tabuleiro da ponte (admita que o processo é de banda estreita e que a duração da acção sísmica é de 10 segundos).

Opção A = 0.032 m

Opção B = 0.125 m

Opção C = 0.005 m



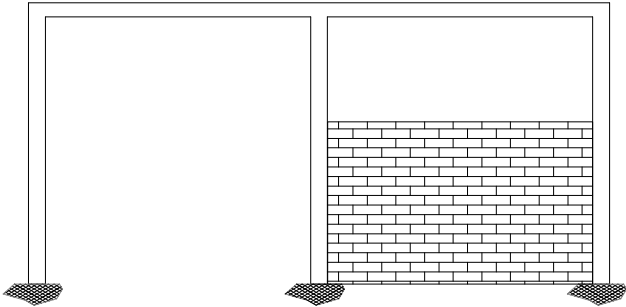
Frequência [rad/s]	Sa(w) [(m/s ²) ² /rad/s]
0.08π	0
2π	0.004775
8π	0.004775
16π	0

Figura – Espectro de potência da acção.

4º Problema

a) Indique por que razões é que, para a aplicação do “Capacity Design”, é conveniente limitar (inferior e superiormente) o quociente entre os valores efectivos da tensão de rotura e da tensão de cedência do aço. Comente ainda por que razão é que é também conveniente limitar superiormente o quociente entre o valor efectivo e o valor nominal da tensão de cedência.

b) Considere o pórtico plano esquematizado na figura. Admitindo que o efeito de “coluna curta” seria neste caso inevitável por condicionantes arquitectónicas, diga como procederia, na análise e dimensionamento, para atenuar a influência negativa no desempenho sísmico do pórtico.



c) A avaliação sísmica do edifício de 3 pisos representado na figura abaixo foi feita recorrendo a método N2, proposto no Eurocódigo 8, que se baseia em análises estáticas não lineares. A massa do piso 1 é de 63,8 ton e a dos pisos 2 e 3 é de 65,1 ton. O modo de vibração ϕ_1 utilizado no procedimento é definido pelo vector $\phi_1 = [0,413 \ 0,785 \ 1,0]$. Identifique cada uma das curvas representadas no gráfico apresentado, determine o valor de ductilidade e o valor de deslocamento de topo da estrutura (deslocamento objectivo) para o qual se vai avaliar o seu desempenho sísmico.

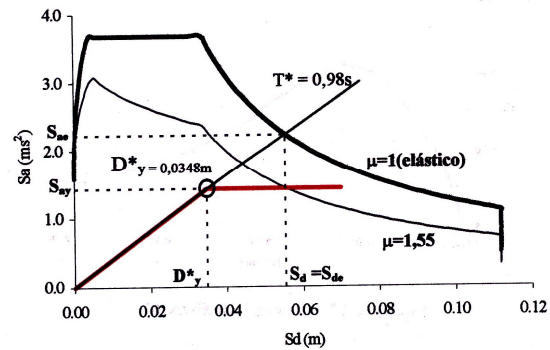
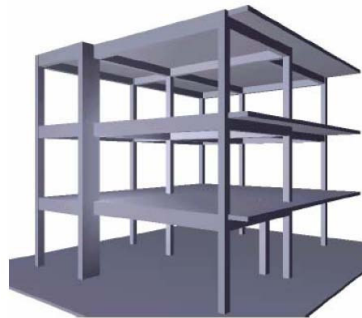


Figura – Vista geral da estrutura e gráfico que representa o valor espectral da aceleração S_a em função do valor espectral do deslocamento S_d (retirado da Tese de Mestrado de Beatriz Massena, Outubro 2004)

d) Considere o gráfico do termo (2,2) da matriz-função de transferência entre forças e deslocamentos de um sistema de 3 graus de liberdade. Indique, justificando, quais as frequências, coeficientes de amortecimento e termos da matriz modal consegue determinar e determino-os. Como procederia para determinar os restantes termos da matriz modal ?

