



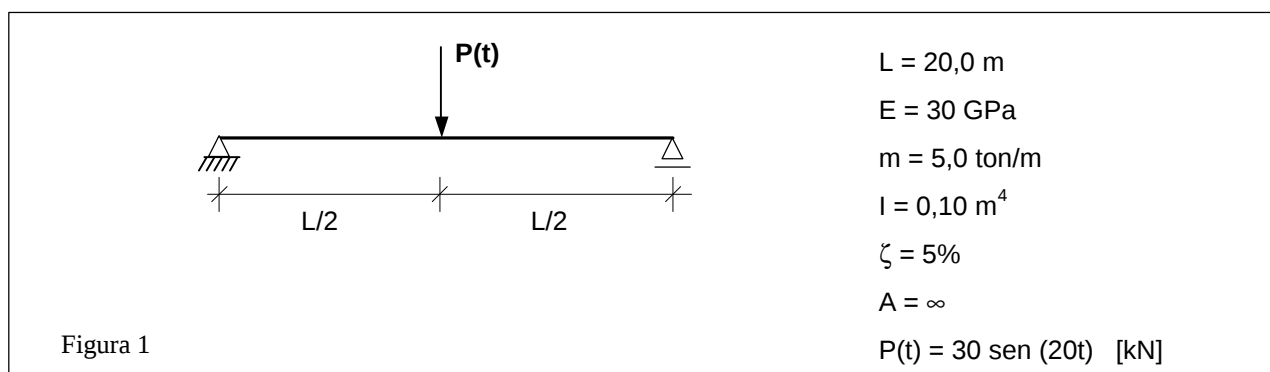
Dinâmica e Engenharia Sísmica

Mestrado em Engenharia de Estruturas

Exame -7/Julho/2003

1º Problema

Considere o modelo para as vibrações verticais de uma passagem superior de um tramo representado na figura 1, sujeito à acção dinâmica $P(t)$ indicada na figura.



- Considerando somente a participação dos três primeiros modos de vibração, calcule:
 - O deslocamento vertical a meio vão da passagem superior, no instante $t = 0,9 \text{ seg.}$
 - O valor máximo do momento a um terço do tabuleiro. Comente o resultado obtido.
- Se a estrutura indicada na figura 1 fosse modelada como um sistema de um grau de liberdade, admitindo uma única massa concentrada a meio vão, qual o valor do deslocamento vertical a meio vão da passagem superior, no instante $t = 0,9 \text{ seg.}$ Compare, justificando, este valor de deslocamento com o resultado obtido em a.1).

NOTA - A resposta de um oscilador de um grau de liberdade sujeito a uma força periódica $P(t)$ é traduzida por:

$$y(t) = b P_o \text{ sen}(w t + f)$$

com:

$$P(t) = P_o \text{ sen}(w t)$$

$$b = \frac{1}{\sqrt{(p^2 - \omega^2)^2 + (2 \zeta p \omega)^2}} \frac{1}{m}$$

$$f = \text{arctg} \frac{2 \zeta p \omega}{(p^2 - \omega^2)}$$

$P(t)$ - acção
 $y(t)$ - resposta
 p, ζ, m - características do oscilador

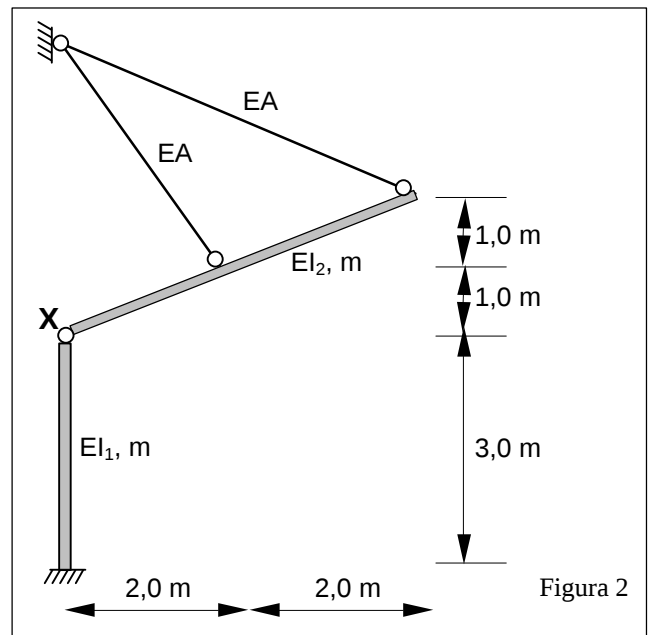
2º Problema

Considere a estrutura representada na figura 2, a qual só pode deformar-se no seu próprio plano. Despreze a massa dos tirantes.

- a) Com base nas soluções conhecidas para os modos de vibração de osciladores contínuos, esboce a configuração dos três primeiros modos de vibração e calcule as respectivas frequências. Considere todas as barras axialmente indeformáveis e, apenas nesta alínea, que o nó X não se pode deslocar na horizontal.

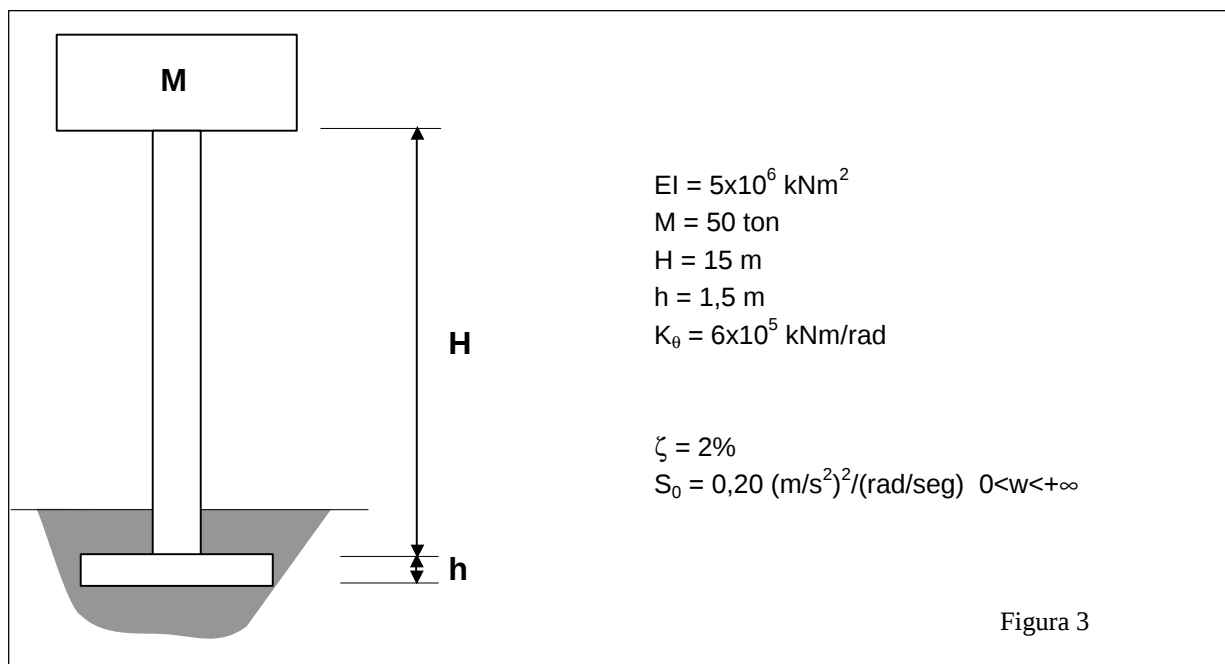
(Dados: $EI_1 = 1000 \text{ kNm}^2$; $EI_2 = 500 \text{ kNm}^2$; $m = 8 \text{ ton/m}$)

- b) Admitindo que os tirantes são axialmente deformáveis, estabeleça as equações diferenciais necessárias para a determinação das frequências e modos de vibração da estrutura. Indique também as respectivas condições de fronteira necessárias para a resolução do problema.



3º Problema

Considere o reservatório elevado representado na figura 3, solicitado por um conjunto de acelerações horizontais na base. No modelo estrutural a desenvolver assumo o reservatório como um oscilador de um grau de liberdade, admitindo que a massa se concentra apenas no topo com um valor de M . A deformabilidade do solo de fundação pode ser descrita por uma mola de rigidez k_θ . Considere a sapata rígida.



- a) Sabendo que as acelerações na base têm um espectro de potência uniforme de valor S_0 , determine o valor esperado do máximo momento que se desenvolve na base do pilar. Considere que a acção tem 20 segundos de duração.

- b) Admita agora que o momento elástico na base do pilar devido à acção sísmica, considerando os coeficientes de segurança, é de 15 000 kNm e que o valor do coeficiente de comportamento é de 2,5. Admitindo que a secção na base do pilar é dimensionada de tal forma que $M_{Rd} \approx M_{sd}$ (isto é, as armaduras colocadas são as estritamente necessárias) e $\gamma_{sobrerresistência} = 1,4$, calcule o momento actuante na fundação aplicando o *Capacity Design* como presente no EC8, de forma a que a fundação permaneça em regime elástico.

4º Problema

Considere o sistema de 3 graus de liberdade ilustrado no interior do gráfico anexo (Figura 4). Trata-se de um sistema estrutural constituído pela associação em série de 3 pórticos simples interligados por escoras deformáveis. Aplicando uma excitação periódica no 1º grau de liberdade e medindo a resposta em deslocamento no mesmo local, obtem-se o termo H11 da função de transferência, conforme ilustrado no gráfico anexo. A frequência de amostragem (aquisição) é de 200 Hz e o período da excitação de 5.12 s.

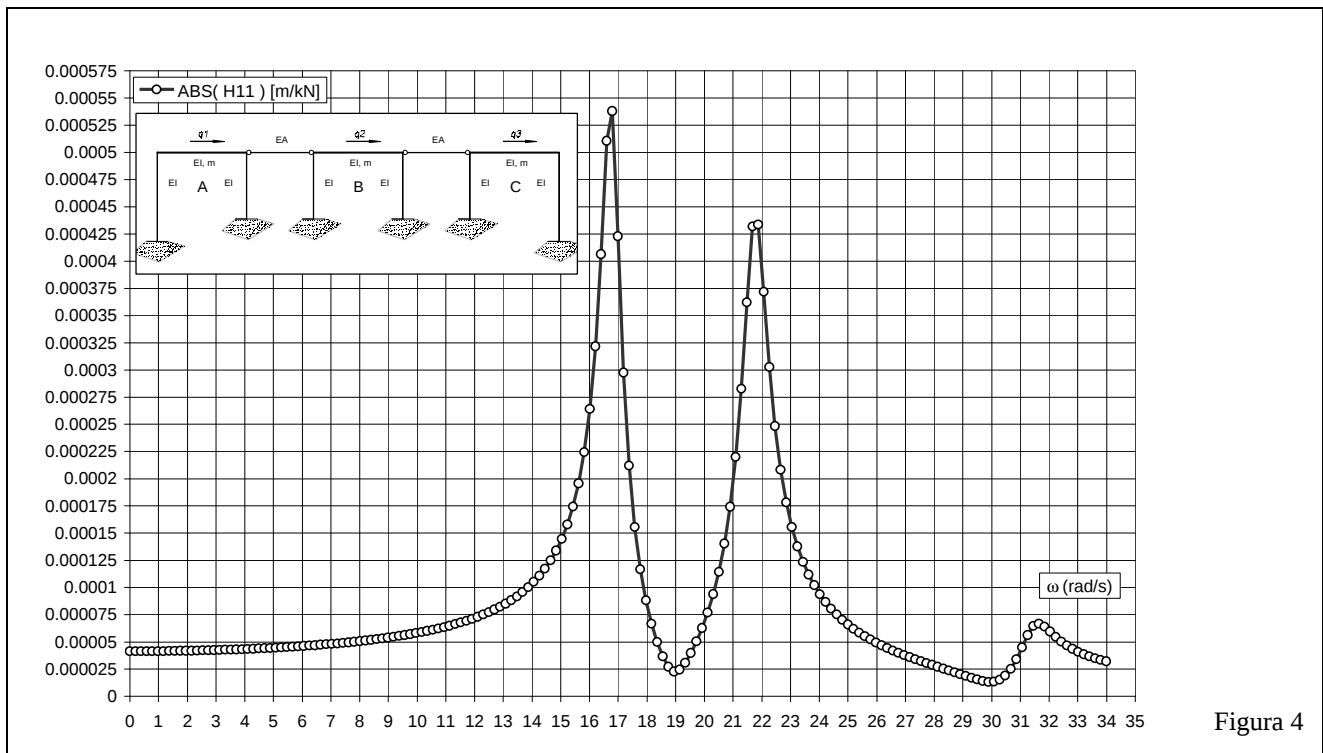


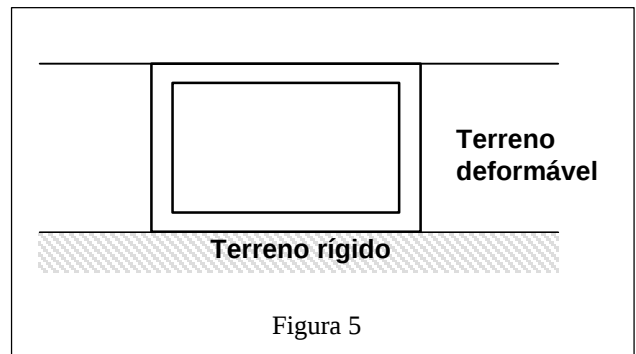
Figura 4

Face aos resultados apresentados e justificando:

- Determine as características relevantes da aquisição de sinais, designadamente, a resolução em frequência e a frequência de Nyquist.
- Diga quais as frequências dos 3 modos.
- Determine o valor aproximado do coeficiente de amortecimento modal associado ao modo fundamental.
- Identifique os termos da matriz modal cujo valor absoluto consegue determinar. Determine-os.

Questões:

- 1) Qual a probabilidade de excedência de dada acção sísmica num período de vida igual ao período de retorno dessa mesma acção. Comente o resultado obtido.
- 2) Como poderemos ter em atenção o efeito dos solos sobre as construções quando sujeitos à acção sísmica? Descreva os efeitos mais correntes, em que situações poderão surgir e como poderão ser quantificadas.
- 3) Porque razão o Eurocódigo 8 impõe limites mínimos e máximos ao quociente entre a tensão de rotura e de cedência do aço em estruturas dúcteis.
- 4) Considere a seguinte Passagem Inferior sujeita a um campo de deslocamentos horizontais relativos devidos a um sismo (Figura 5). Admita que a capacidade de deformação da estrutura em regime elástico é excedida. Que zonas da estrutura escolheria para formar rótulas plásticas. Justifique a resposta.



- 5) Identifique o tipo de cada um dos dissipadores indicados e comente o seu comportamento em função da velocidade. Para qual dos dois dissipadores é mais fácil obter uma estimativa da força máxima no dissipador? Justifique.

Dissipador 1 – $F = 1000 v^{1,8}$

Dissipador 2 – $F = 1000 v^{0,2}$

F – força no dissipador

v – velocidade

FORMULÁRIO

$$\int \sin(ax) dx = -\frac{\cos(ax)}{a}$$

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

