



INSTITUTO
SUPERIOR
TÉCNICO

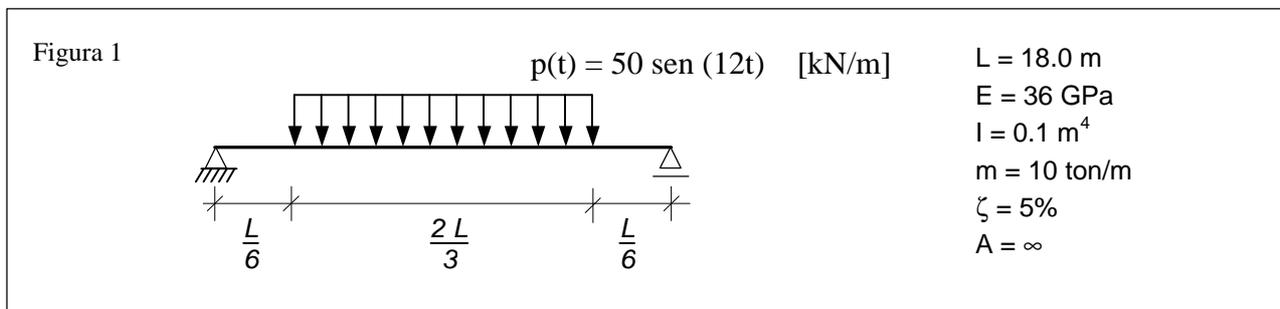
Dinâmica e Engenharia Sísmica

Mestrado em Engenharia de Estruturas

Exame - 10/Julho/2001

1º Problema

Considere o modelo de ponte representado na figura 1, sujeito à acção dinâmica indicada.



- a) Determine o valor do deslocamento máximo vertical a meio-vão da ponte. Considere somente a participação dos três primeiros modos de vibração.
- b) Tendo como objectivo diminuir o deslocamento a meio-vão, qual das seguintes possíveis intervenções é mais eficaz:
- aumentar a rigidez em 20% (multiplicar EI por 1.2);
 - ou, reduzir a massa na mesma proporção (dividir m por 1.2).
- Justifique a resposta com os cálculos que considere necessários.
- c) Se a estrutura indicada na figura 1 fosse solicitada por uma acção sísmica vertical, a conclusão da alínea anterior seria idêntica ou diferente? Justifique sem efectuar cálculos.

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

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

com:

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

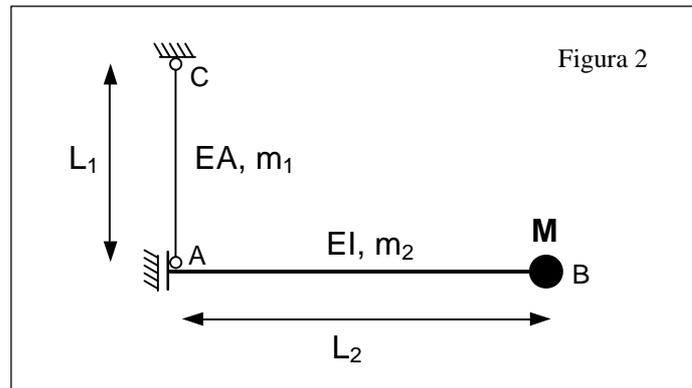
$$\mathbf{b} = \frac{1}{\sqrt{(p^2 - \omega^2)^2 + (2 \zeta p \omega)^2}} \frac{1}{M}$$

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

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

2º Problema

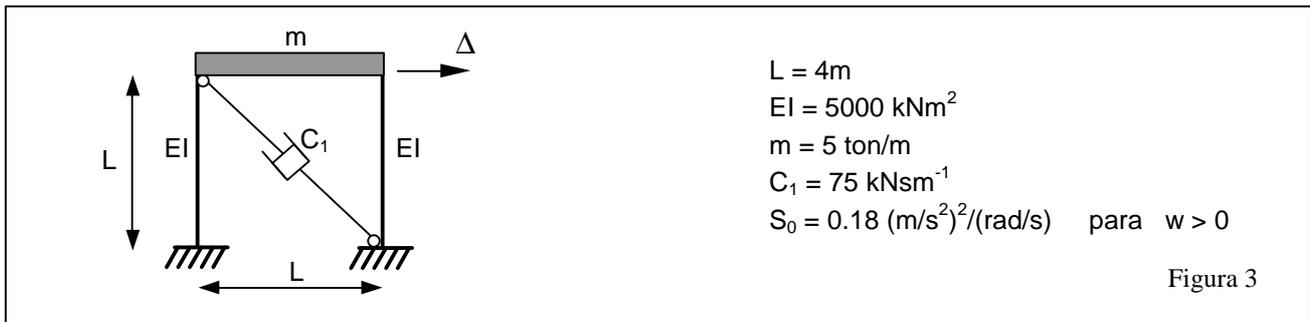
Considere a estrutura representada na figura 2, a qual só se pode deformar no seu próprio plano. Admitindo que a barra AB é axialmente indeformável e que a barra AC só está sujeita a vibrações longitudinais, estabeleça as equações necessárias para a determinação das frequências e modos de vibração da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



NOTA: o momento polar de inércia da massa M é desprezável.

3º Problema

Considere a estrutura indicada na figura 3. Admita que a viga é rígida axialmente e tem rigidez EI infinita. A estrutura é solicitada por um conjunto de acelerações horizontais na base, cujo espectro de potência é do tipo “ruído branco” de valor S_0 .



$$\begin{aligned}
 L &= 4\text{m} \\
 EI &= 5000 \text{ kNm}^2 \\
 m &= 5 \text{ ton/m} \\
 C_1 &= 75 \text{ kNsm}^{-1} \\
 S_0 &= 0.18 \text{ (m/s}^2\text{)}^2 / (\text{rad/s}) \quad \text{para } w > 0
 \end{aligned}$$

a) Mostre que, nas condições acima indicadas, o valor esperado do quadrado do deslocamento Δ , $E[\Delta^2]$, é dado por:

$$E[\Delta^2] = \frac{\pi S_0}{4\zeta p^3} \quad \text{com} \quad \zeta = \frac{c_1}{4mpL}$$

b) Para o conjunto de dados indicado e sabendo que,

$$E[\dot{\Delta}^2] = \frac{\pi S_0}{4\zeta p}$$

calcule o número de passagens ascendentes ao nível 0.04m, para uma acção com 15 segundos de duração.

4º Problema

A sismicidade de uma dada região é caracterizada pela seguinte função de distribuição de probabilidade anual de acelerações no solo:

$$F(a) = P(x < a) = \exp[-(8.940a)^{-2.10}] \quad (\text{distribuição de extremos do tipo II})$$

Admita que nessa região existe uma estrutura cuja função de vulnerabilidade que relaciona o momento na base com a aceleração do solo tem a seguinte forma:

$$M(a) = 50a \quad [\text{kNm}]$$

Considerando o momento resistente uma variável determinística com o valor $M_R = 150 \text{ kNm}$, determine se a estrutura é segura para um sismo com um período de retorno de 475 anos.

Questões:

- 1) Indique como se calcula um espectro de resposta de deslocamentos, para um dado valor de amortecimento, a partir duma função de densidade espectral de potência de acelerações. Descreva os vários passos de forma sucinta e clara, indicando as expressões que considere necessárias.
- 2) Defina casualidade sísmica e risco sísmico.
- 3) Relacione a configuração do espectro de resposta com o tipo de solo de fundação.

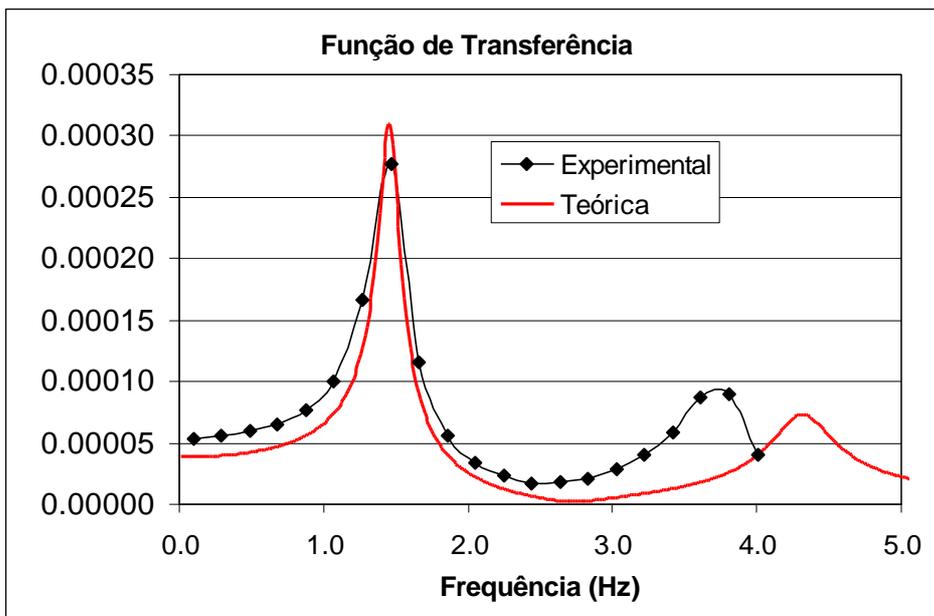


Figura 4

- 4) Na figura 4 estão representadas duas funções de transferência, sendo uma teórica e outra calculada experimentalmente. Comente as diferenças referindo os fenômenos que as justificam. Proponha soluções para contornar estes erros experimentais. (Nota – no cálculo da função experimental foi utilizada uma frequência de amostragem de 8 Hz, ou seja $\Delta t=0.125$ seg.)

FORMULÁRIO

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

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

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