



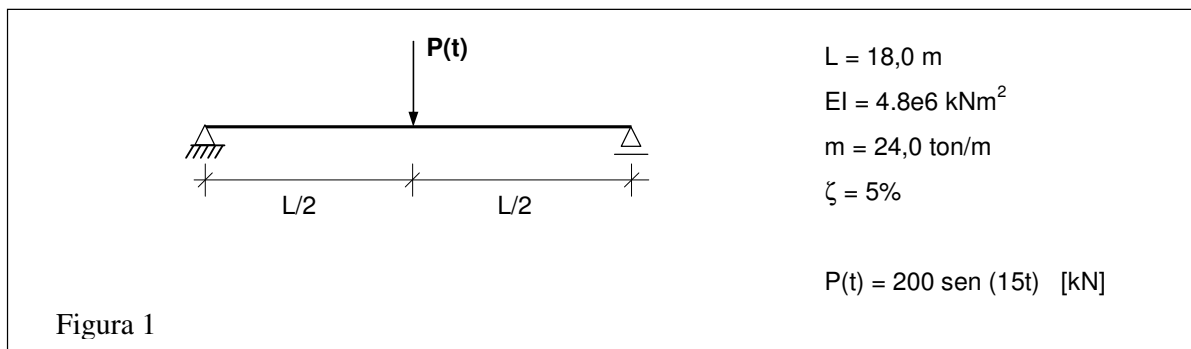
# Dinâmica e Engenharia Sísmica

## Mestrado em Engenharia de Estruturas

Exame - 13/Julho/2004

### 1º Problema

Considere o modelo de viga simplesmente apoiada 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 máximo e a aceleração vertical máxima a meio vão da viga.
  - O valor máximo da reacção vertical no apoio da esquerda.
  - O factor de amplificação dinâmico face à aplicação estática da força a meio-vão?
- Imagine que os apoios da viga representada na Figura 1 eram substituídos, na direcção vertical, por apoios elásticos de rigidez  $K$ . Diga qual a equação diferencial que utilizaria para determinar as frequências e modos de vibração nesta situação. Indique as respectivas condições de fronteira necessárias para a resolução do problema. (Nota – Desenvolva as equações de fronteira utilizando a solução geral da equação diferencial)

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

$$y(t) = \beta \frac{P_o}{m} \text{ sen } (\omega t + \phi)$$

com:

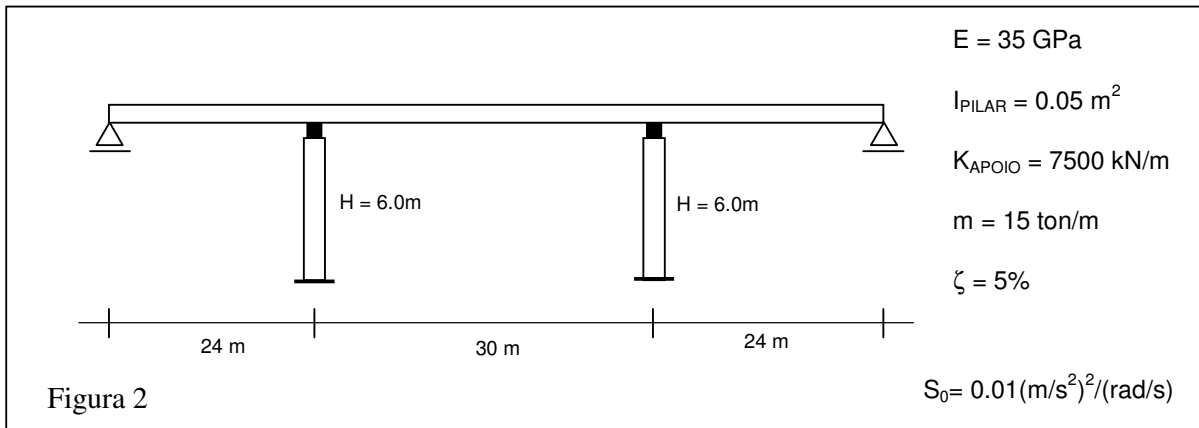
$$P(t) = P_o \text{ sen } (\omega t)$$

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{(p^2 - \omega^2)^2 + (2 \zeta p \omega)^2}} \quad \phi = \arctg \frac{2 \zeta p \omega}{(p^2 - \omega^2)}$$

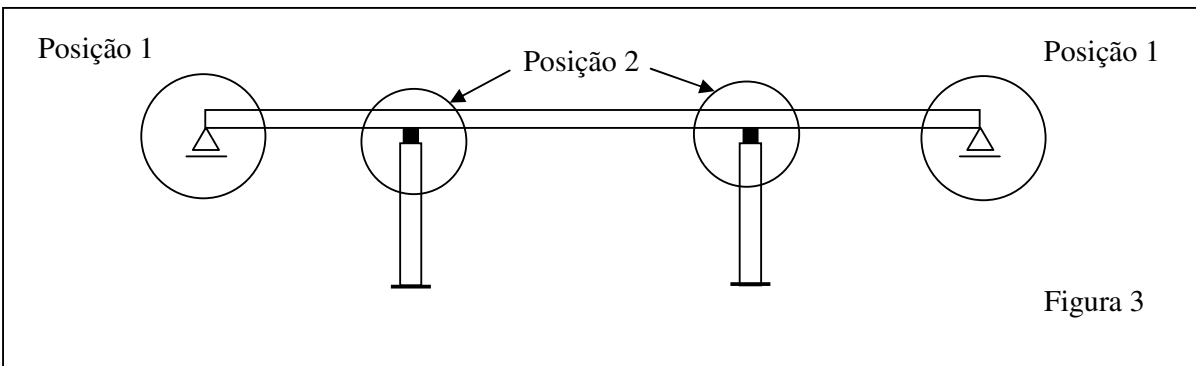
- $P(t)$  - acção  
 $y(t)$  - resposta  
 $p, \zeta, m$  - características do oscilador

## 2º Problema

Considere a estrutura representada na Figura 2, admitindo somente a deformação no seu próprio plano. O tabuleiro está assente sobre blocos de apoio de *neoprene* no topo dos pilares.



- Calcule a função de transferência que relaciona as acelerações na base com o deslocamento longitudinal do tabuleiro. Despreze a massa dos pilares.
- Sabendo que as acelerações na base têm um espectro de potência uniforme de valor  $S_0$ , determine o valor da frequência de passagens ascendentes pelo nível zero do deslocamento longitudinal do tabuleiro e o valor esperado do máximo do mesmo deslocamento.
- Considerando o resultado da alínea anterior, calcule o valor esperado da máxima deformação nos apoios de *neoprene*.



- Admitindo que se vão instalar dissipadores viscosos para controlo do deslocamento longitudinal do tabuleiro, indique, justificando, qual deverá ser a posição mais eficaz:
  - entre o tabuleiro e o encontro (Posição 1 na Figura 3);
  - entre o tabuleiro e o topo dos pilares (Posição 2 na Figura 3).
- Calcule a função de transferência que relaciona as acelerações na base com o deslocamento longitudinal do tabuleiro admitindo a colocação de dissipadores viscosos lineares ( $F = C\dot{v}$ ) na Posição 2.

### 3º 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 iguais interligados por escoras deformáveis. Aplicando uma excitação periódica no 1º grau de liberdade e medindo a resposta em deslocamento no mesmo local, obtém-se o termo H11 da função de transferência, conforme ilustrado no gráfico anexo. A frequência de amostragem (aquisição) é de 50 Hz e o período da excitação de 20.48 s.

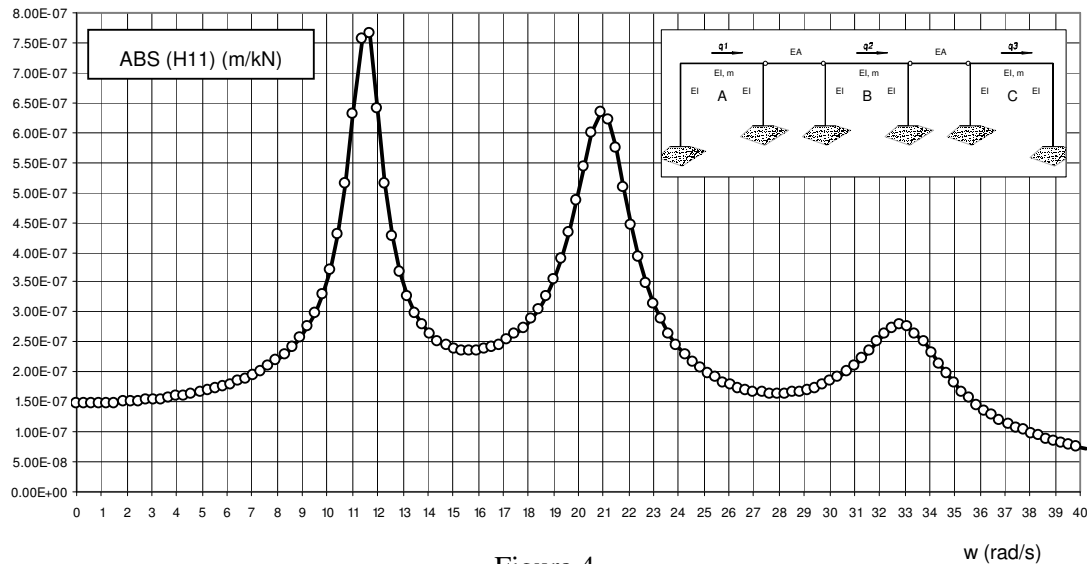


Figura 4

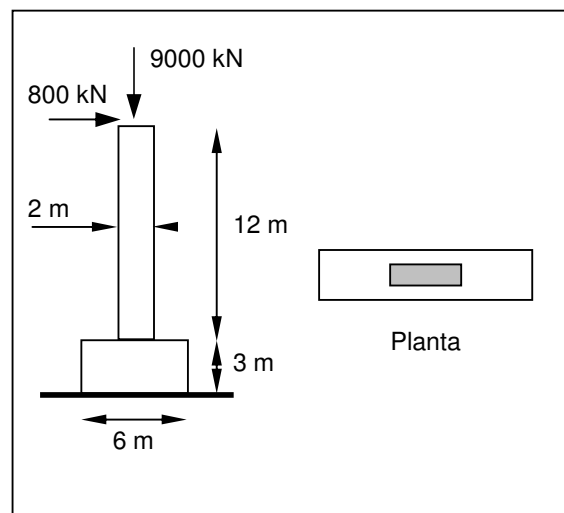
Face aos resultados apresentados e justificando:

- Diga quais as frequências dos 3 modos.
- Determine o valor aproximado do coeficiente de amortecimento modal associado ao modo fundamental.
- Imagine que pretendia obter, por via experimental, uma estimativa da configuração dos modos de vibração do sistema referido. Descreva um programa de ensaio que permita obter a informação necessária para conseguir a referida estimativa.
- Qual o significado físico da ordenada na origem do gráfico indicado na Figura 4.

### 4º Problema

Considere o pilar de betão armado sujeito no topo aos esforços indicados na Figura 5. A força horizontal é devido à acção sísmica (valor majorado) e a força vertical devido às cargas permanentes. Admitindo que pretende aplicar os princípios de “Capacity Design” de acordo com o Eurocódigo 8, indique:

- A secção onde acha que se deveria formar a rótula plástica.
- A envolvente de momentos de cálculo desde o topo do pilar até à base da sapata. Admita que as zonas das rótulas plásticas são dimensionadas tal que  $M_{Rd} = M_{Sd}$  e  $\gamma_{SOBR} = 1.4$ .



**Questões:**

- 1) Explique o conceito de Isolamento de Base. Aponte vantagens e inconvenientes da aplicação deste sistema de protecção sísmica.
- 2) Indique, explicando os vários passos, como se pode obter um espectro de resposta a partir duma função de densidade espectral de potência.
- 3) Diga o que entende por período de retorno.

**FORMULÁRIO**

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

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