Dinâmica e Engenharia Sísmica

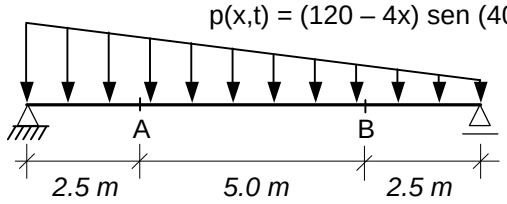
Mestrado em Engenharia de Estruturas

Exame - 9/Julho/2002

1º Problema

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

Figura 1



L = 10.0 m
EI = 256650 kNm^2
m = 25 ton/m
ζ = 5%
A = ∞

a) Determine o valor do deslocamento no ponto A para o instante t=0.5 segundos. Considere somente a participação dos dois primeiros modos de vibração.

b) Explique porque são iguais os deslocamentos verticais dos pontos A e B devido ao primeiro modo?

c) Imagine uma viga simplesmente apoiada, homogénea e de secção constante, à qual foi suspenso um peso a meio-vão através de um cabo. A suspensão do peso deu origem a uma deformada de equação $v_o(x)$. Em determinado instante o cabo quebra-se ficando a viga a vibrar. Como calcularia a resposta da viga ao longo do tempo após a rotura do cabo? Indique, de forma clara, todos os passos que deveria desenvolver para responder à questão colocada e escreva todas as equações que utilizaria em cada passo da resolução.

FORMULÁRIO

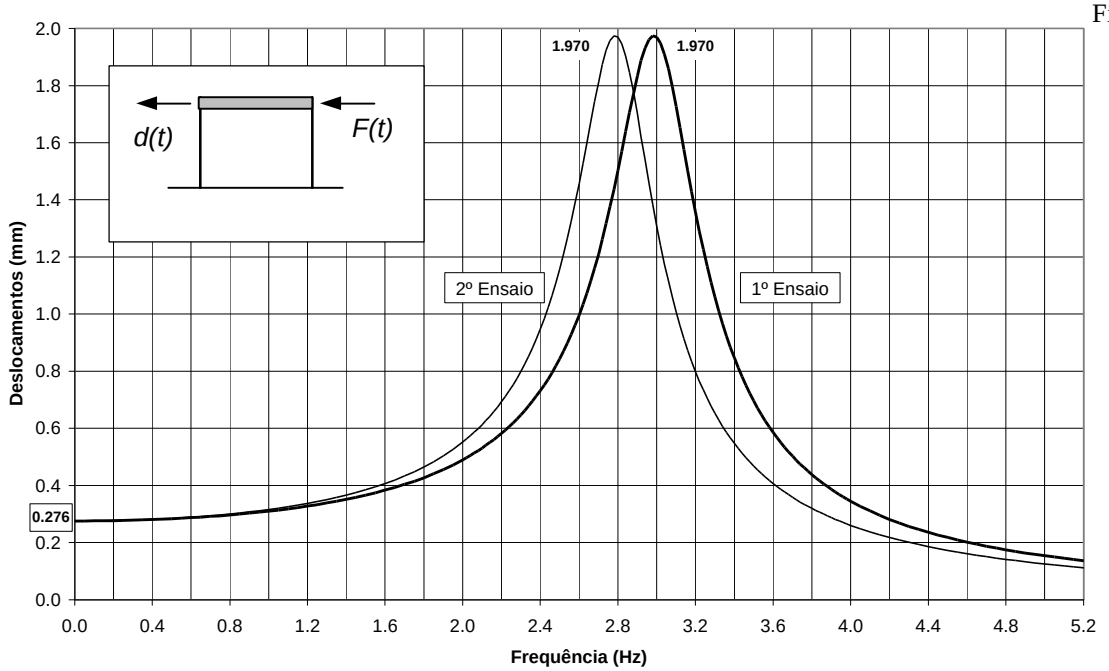
$$\int \text{sen}(ax) = -\frac{\cos(ax)}{a}$$

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

$$\int x\,\text{sen}(ax) = \frac{\text{sen}(ax)}{a^2} - \frac{x\cos(ax)}{a}$$

2º Problema

Figura 2



Na figura 2 estão representados os resultados de dois ensaios realizados sobre um determinado pórtico. Os ensaios consistiram na aplicação de uma força F(t), de intensidade constante F_0 e frequência variável como indicado no esquema. Para cada valor da frequência da força aplicada foi registado o valor máximo do deslocamento horizontal da travessa d(t) (valores representados no gráfico). A diferença entre os dois ensaios consistiu na adição de um peso de 5.0kN à travessa do pórtico. A massa dos montantes pode ser desprezada.

Com base no resultados indicados calcule:

a) A rigidez e a massa inicial do pórtico.
b) O valor do coeficiente de amortecimento.
c) A intensidade da força aplicada.

3º Problema

Considere a estrutura indicada na figura 3 sujeita a uma força distribuída com carácter dinâmico. Admita que a barra AB é rígida e que as barras onde estão instalados os dissipadores viscosos são axialmente indeformáveis.

a) Calcule a função de transferência que relaciona a carga distribuída com a rotação na mola. Considere pequenas deformações. Deixe o resultado em função de ω e ζ.
b) Para um carregamento q(t) = 1.5sen(20t), qual deverá ser o valor de c (constante dos dissipadores) para que o momento na mola não ultrapasse o valor de 1000kNm?

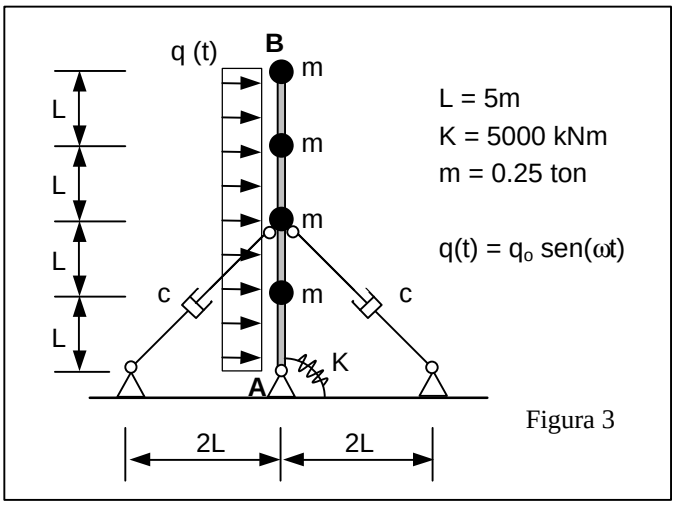
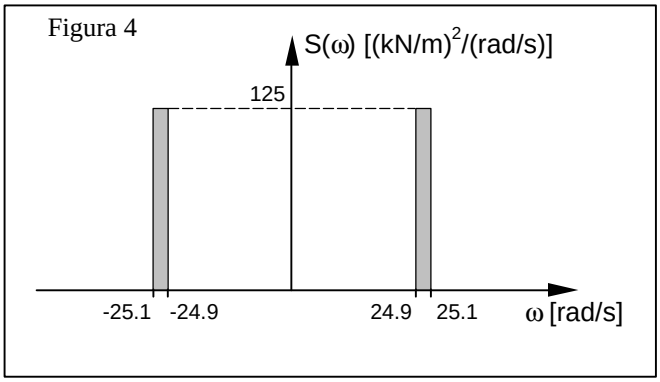


Figura 3

c) Considere que a carga distribuída q(t) é representada por um processo de banda estreita, caracterizado pela função de densidade espectral de potência representada na figura 4 e com uma duração de 20 segundos.

c_1) Calcule uma estimativa do valor máximo da rotação na mola. Considere $c=5kNm^{-1}s$.

c_2) Construa um exemplo de q(t) que represente um carregamento compatível com a função de densidade espectral indicada na figura 4.



4º Problema

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

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

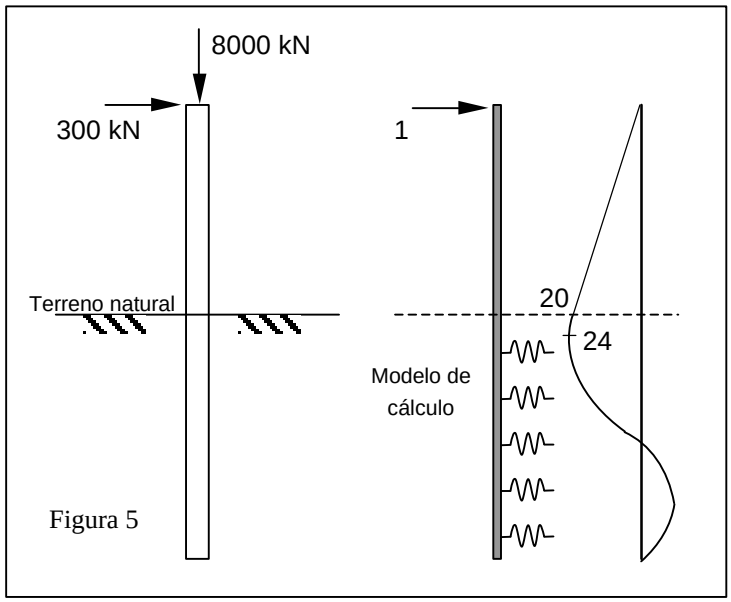
Nesta região foi construído um viaduto com as seguintes características dinâmicas: frequência igual a 1.0Hz e amortecimento de 5%. Nas extremidades do viaduto foi deixada um folga de 20cm para evitar que o tabuleiro choque com os encontros. Sabe-se que para o valor da aceleração de pico do solo igual a $1m/s^2$ o viaduto apresenta um deslocamento máximo de 3 cm. Admitindo que o viaduto tem comportamento linear, calcule qual a probabilidade do tabuleiro chocar com os encontros durante um período de vida útil de 100 anos?

Questões:

1) Considere um pilar-estaca de uma ponte 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(s) secção(ões) onde acha que se deveriam formar as rótulas plásticas.

   - A envolvente de momentos para cálculo das zonas que se pretende que permaneçam elásticas. Admita que as zonas das rótula plásticas são dimensionadas tal que $M_{rd}=M_{sd}$ e $\gamma_{sobreresistência}=1.4$.



2) Defina o efeito de “leakage” e como este se manifesta nas estimativas duma função de transferência. Indique formas de reduzir as consequências perniciosas deste fenómeno.

3) Considere o termo (1,2) da matriz-função de transferência entre forças e deslocamentos num modelo de 2 graus de liberdade (figura 6).
Que informação pode obter relativamente aos termos da matriz modal? Exemplifique para o caso apresentado. (Admita que a estrutura tem um amortecimento de 5%).

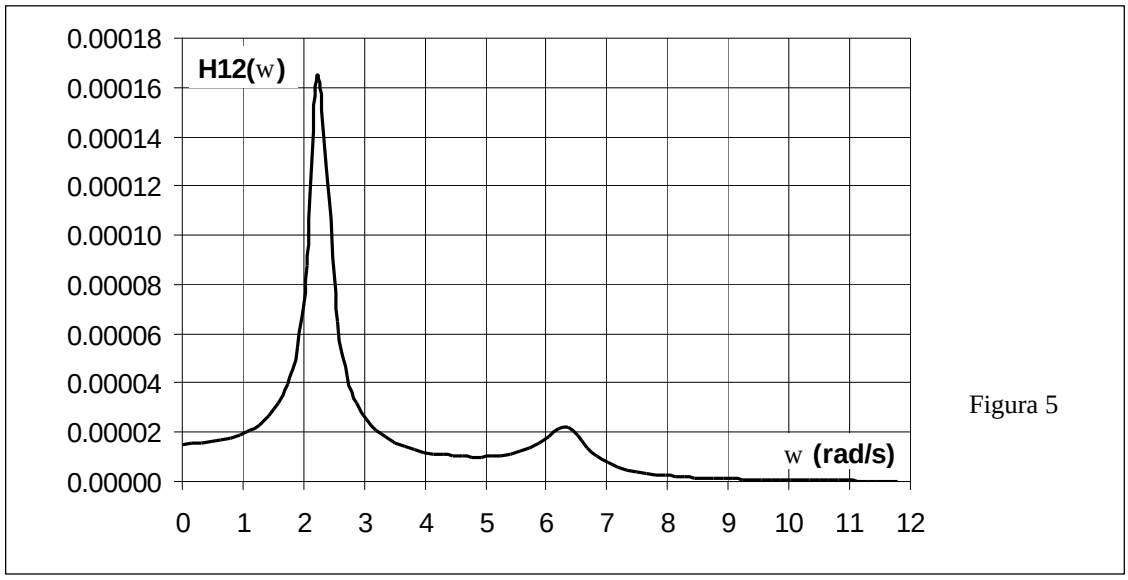


Figura 5

4) Indique, justificando, que dados necessita para avaliar o risco sísmico de uma determinada região.

5) Relacione a duração e o conteúdo de frequências de um registo sísmico com a distância ao epicentro.