

Relatório do Projeto Final

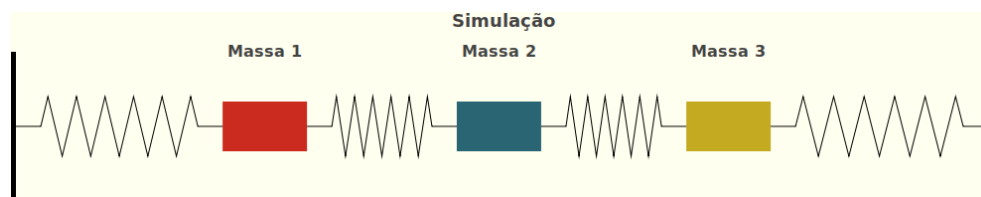
Instituto Superior Técnico
Mestrado Integrado em Engenharia Física Tecnológica
Programação

Grupo 25
Ivan Figueiredo, 93386
Tiago Miranda, 93416

Janeiro de 2019

1 Introdução

Este relatório corresponde ao trabalho final da cadeira de Programação. O trabalho realizado visa a representação de um sistema formado por 3 massas iguais ligadas a 4 molas também iguais. A massa 1 está sujeita ainda a uma força sinusoidal do tipo $F_o \cos(\omega t)$, cuja intensidade varia com o tempo. O utilizador tem a possibilidade de alterar o valor das grandezas associadas à simulação: a massa, a constante de elasticidade e o número de espiras das molas e a amplitude e a frequência angular da força sinusoidal. É possível ainda definir o valor da posição e da velocidade inicial de cada uma das massas. Além disso, é possível observar, em tempo real, o gráfico da posição das 3 massas em função do tempo - $x(t)$. O utilizador pode também visualizar, noutra janela, gráficos da velocidade das massas em função do tempo - $v(t)$ - e em função da posição - $v(x)$.



2 Introdução Teórica

A força exercida por cada uma das molas é diretamente proporcional à sua deformação - $F = k\Delta x$, sendo Δx o desvio em relação à posição de equilíbrio

Supondo que todas as molas têm comprimento natural l_o , tem-se que, após o deslocamento das massas, o comprimento das molas 1, 2, 3 e 4 passa a ser, respetivamente, $l_1 = l_o + x_1$, $l_2 = l_o + x_2 - x_1$, $l_3 = l_o + x_3 - x_2$, $l_4 = l_o - x_3$.

Portanto, o deslocamento de cada uma das molas é, respetivamente, $\Delta l_1 = x_1$, $\Delta l_2 = x_2 - x_1$, $\Delta l_3 = x_3 - x_2$, $\Delta l_4 = -x_3$. Assim, as forças que atuam em cada massa são:

$$F_1 = -kx_1 + k(x_2 - x_1) + F_o \cos(\omega t)$$

$$F_2 = -k(x_2 - x_1) + k(x_3 - x_2)$$

$$F_3 = -k(x_3 - x_2) - kx_3$$

Deste modo, designando $w_o^2 = \frac{k}{m}$, as equações do movimento são:

$$\frac{d^2 x_1}{dt^2} = -w_o^2 x_1 + w_o^2 (x_2 - x_1) + \frac{F_o}{m} \cos(\omega t)$$

$$\frac{d^2 x_2}{dt^2} = -w_o^2 (x_2 - x_1) + w_o^2 (x_3 - x_2)$$

$$\frac{d^2 x_3}{dt^2} = -w_o^2 (x_3 - x_2) - w_o^2 x_3$$

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx - \tau \frac{dx}{dt} \quad \psi(x, t) = A \sin(Bx + vt)$$

Partindo destas equações de movimento, é possível obter a posição e a velocidade das 3 massas ao longo do tempo, sendo esses valores utilizados para fazer mover as massas e para desenhar os gráficos $x(t)$, $v(t)$ e $v(x)$.

3 Explicação do programa

Ao inicializar-se o programa, é aberta uma janela na qual se encontra se encontra a simulação, os controles da simulação e o gráfico $x(t)$ das 3 massas. Passamos agora a explicar sucintamente qual a função de cada botão.

- **Massa:** Altera o valor da massa (m) das 3 massas.
- **Constante de elasticidade:** Altera o valor da constante de elasticidade (k) das 4 molas;
- **Amplitude da força:** Altera o valor da amplitude da força (F_o) aplicada na massa 1;
- **Frequência angular da força:** Altera o valor da frequência angular da força (ω) aplicada na massa 1;
- **Número de espiras:** Altera o número de espiras das molas da simulação;
- **Posição/velocidade inicial:** Altera o valor da posição e da velocidade inicial das 3 massas, respetivamente.

Estes botões não são passíveis de ser alterados em tempo real, sendo necessário carregar no botão "Recomeçar" para que o sistema passe a usar os novos valores.

- **Parar/Continuar:** Permite parar/retomar a simulação do sistema.
- **Iniciar:** Permite iniciar a simulação do sistema físico com os novos valores obtidos pela leitura dos botões correspondentes. O gráfico é desenhado de novo.
- **Recomeçar:** Permite recomeçar a simulação usando os valores pré-estabelecidos. O gráfico começa a ser desenhado de novo.
- **Cor:** Altera as cores das 3 massas e das linhas dos gráficos apresentados;
- **Forma:** Altera a forma das 3 massas da simulação;

- **Ajuda/Botão informativo:** Ao carregar neste botão, abre-se uma janela onde consta uma breve descrição da simulação e do modo como se deve utilizar o programa. Esta janela está também acessível a partir do item "Ajuda" do menu.
- **Valores x , v , F :** Permite visualizar/ocultar os valores da velocidade das massas e da sua posição em relação à posição de equilíbrio, assim como a intensidade da força sinusoidal que atua na massa 1.
- **Vetores v :** Permite visualizar/ocultar os vetores velocidade das 3 massas.
- **Vetores x :** Permite visualizar/ocultar os vetores posição das 3 massas em relação à posição de equilíbrio de cada uma delas.
- **Escala horizontal:** Permite visualizar/ocultar as marcações na escala horizontal - escala do tempo -, assim como o tamanho da marcação associada ao intervalo de tempo de 1 segundo.
- **Escala do tempo/posição/velocidade:** Permite alterar a escala dos eixos dos gráficos;
- **Visualizar/Ocultar gráfico:** Permite visualizar os gráficos em tempo real ou ocultá-lo.
- **Gráficos $v(t)$ e $v(x)$:** Este botão permite abrir a janela onde são desenhados os gráficos velocidade-tempo e velocidade-posição para cada uma das massas.
- **Menu:** Contém três itens: "Acerca", associado à abertura de uma janela onde constam os nomes dos autores do programa e da disciplina no âmbito da qual foi desenvolvido; "Ajuda", associado à abertura da janela informativa já mencionada anteriormente; "Sair", que permite fechar o programa.

4 Representações gráficas

É possível visualizar, em tempo real, os gráficos da posição das massas em função do tempo, da velocidade das massas em função do tempo e da veloci-

dade das massas em função da posição. Nesta simulação, a posição de cada massa é medida relativamente à posição de equilíbrio.

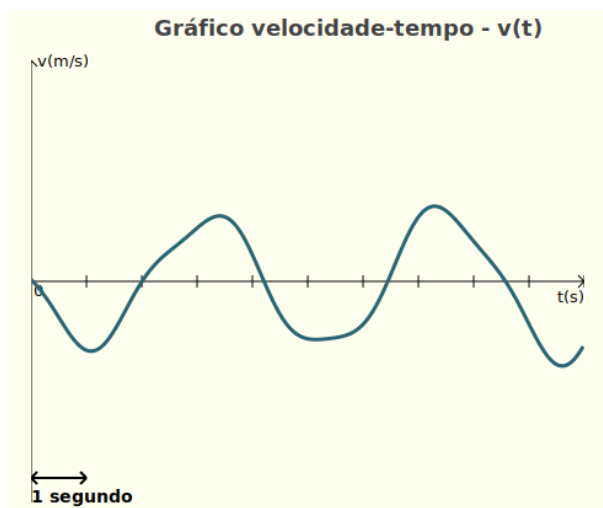
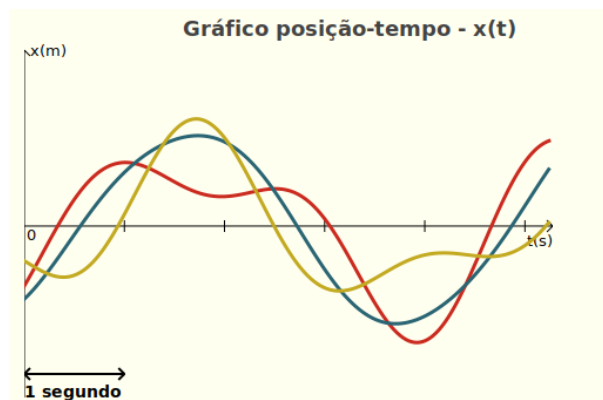


Gráfico velocidade-posição - $v(x)$

