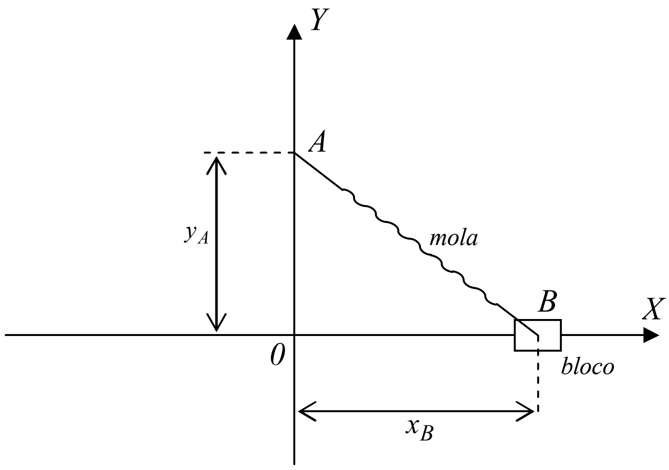
ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Departamento de Engenharia Mecânica

PME 2200 – Mecânica B - 1º Semestre/2008

Exercício de Modelagem e Simulação Computacional #1

A figura mostra um bloco de massa *m* que desliza sem atrito sobre uma guia horizontal preso à extremidade de uma mola linear de comprimento natural L_O e constante elástica *K*. A outra extremidade da mola percorre uma guia vertical sujeita a um movimento descrito pela equação $y_A = \bar{y}_A + \tilde{y}_A$, onde $\bar{y}_A$ é uma constante e $\tilde{y}_A$ é uma função do tempo a ser definida.



1ª Parte

1) Deduza a equação diferencial do movimento do bloco em função de m , L_O , K , $\bar{y}_A$ e $\tilde{y}_A$. Faça previsões qualitativas do movimento do bloco a partir das seguintes condições iniciais:

   1a) $x_B < 0$, $\dot{x}_B = 0$, $\bar{y}_A = L_0$, e $\tilde{y}_A = 0$ (constante);

   1b) $x_B = 0$, $\dot{x}_B < 0$, $\bar{y}_A < L_0$, e $\tilde{y}_A = 0$ (constante).

2) Obtenha também a expressão da reação exercida pela guia sobre o bloco e verifique o seu valor nas situações:

   2a) $x_B = 0$, $\bar{y}_A > L_0$, e $\tilde{y}_A = 0$;

   2b) $x_B = 0$, $\bar{y}_A < L_0$, e $\tilde{y}_A = 0$.

A 2ª parte do exercício será divulgada no dia 25/03/2008.

Av. Prof. Mello Moraes, 2231 – 05508-900 – São Paulo – SP – BRASIL

TEL.: 55 11 3091-5355/5561/5570 – FAX: 55 11 3813 1886

2ª Parte

Nesta 2ª parte o comportamento dinâmico do sistema será simulado numericamente; as propriedades físicas são: m=1.0 kg , L_O = 0.1 m , K= 1.0x10^4 N/m.

1a) Considere $x_B(0)=0$, $\bar{y}_A = 0.5\,L_0$ e $\tilde{y}_A = 0$ (constante) e simule o comportamento dinâmico do sistema correspondente aos seguintes valores de $\dot{x}_B(0)$: $\dot{x}_B(0) = -0.5, -1.0, -5.0, -10.0$ e -15.0 m/s. Para cada valor de $\dot{x}_B(0)$ obtenha os gráficos de x_B e de $\dot{x}_B$ em função do tempo; teste diferentes intervalos de integração até que a duração do intervalo seja longa o suficiente para que o bloco execute aproximadamente 20 oscilações completas. Faça também gráficos de x_B em função de $\dot{x}_B$ ($\dot{x}_B$ no eixo de abscissas) e da força atuante na mola em função de x_B. A partir dos gráficos de $x_B(t)$ estime o período e a freqüência das oscilações e verifique como esses valores variam em função de $\dot{x}_B(0)$.

1b) Considere $x_B(0)=0$, $\bar{y}_A = L_0$ e $\tilde{y}_A = 0$ (constante) e repita o procedimento do item 1a.

1c) Considere $x_B(0)=0$, $\bar{y}_A = 1.5L_0$ e $\tilde{y}_A = 0$ (constante) e repita o procedimento do item 1a.

1d) Compare os resultados dos itens anteriores e procure interpretá-los fisicamente. Compare as freqüências estimadas com o valor de $f_n = \sqrt{K/m}$, que é a freqüência natural de um sistema massa mola convencional com as mesmas propriedades físicas do sistema estudado.

2) Considere $x_B(0)=0$, $\dot{x}_B(0) = -1.0$ m/s, $\bar{y}_A = 0.5\,L_0$ e $\tilde{y}_A = Y_A\,sen(\omega_A t + \varphi_0)$ com $\varphi_0 = 0$; adote para ω_A o valor da freqüência das oscilações correspondentes a $\dot{x}_B(0) = -1.0$ m/s do item 1a, e simule o comportamento dinâmico do sistema correspondente aos seguintes valores de Y_A: $Y_A = 0.1L_O$, $Y_A = 0.3L_O$ e $Y_A = 0.5L_O$. Para cada valor de Y_A obtenha os gráficos de x_B e de $\dot{x}_B$ em função do tempo (adote intervalos de integração com duração suficiente para que o bloco execute aproximadamente 20 oscilações); faça também gráficos de x_B em função de $\dot{x}_B$ ($\dot{x}_B$ no eixo de abscissas). A partir dos gráficos de $x_B(t)$ estime o valor máximo da amplitude das oscilações e verifique como esse valor varia em função de Y_A.

3) Considere $x_B(0)=0$, $\dot{x}_B(0) = -1.0$ m/s, $\bar{y}_A = 1.5\,L_0$ e $\tilde{y}_A = Y_A\,sen(\omega_A t + \varphi_0)$ com $\varphi_0 = 0$; adote para ω_A o valor da freqüência das oscilações correspondentes a $\dot{x}_B(0) = -1.0$ m/s do item 1c, e simule o comportamento dinâmico do sistema correspondente aos seguintes valores de Y_A: $Y_A = 0.1L_O$, $Y_A = 0.3L_O$ e $Y_A = 0.5L_O$. Para cada valor de Y_A obtenha os gráficos de x_B e de $\dot{x}_B$ em função do tempo (adote intervalos de integração com duração suficiente para que o bloco execute aproximadamente 250 oscilações); faça também gráficos de x_B em função de $\dot{x}_B$ ($\dot{x}_B$ no eixo de abscissas). A partir dos gráficos de $x_B(t)$ estime a freqüência das oscilações e compare com

o valor de ω_A; avalie o valor máximo da amplitude das oscilações e verifique como esse valor varia em função de Y_A.

4) Faça simulações modificando livremente as propriedades físicas do sistema e as diversas variáveis envolvidas.