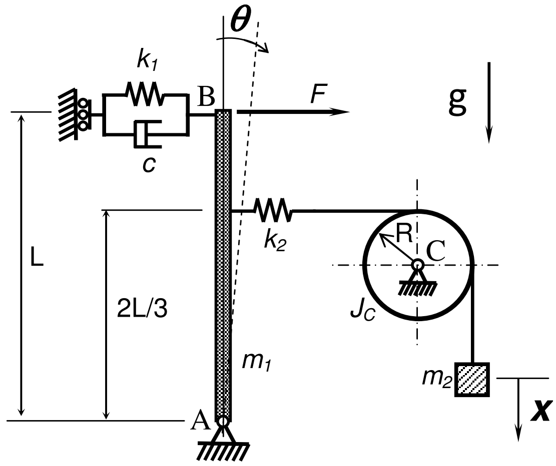
ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Avenida Professor Mello Moraes, nº 2231. cep 05508-900, São Paulo, SP.
Telefone: (0xx11) 3091 5337 Fax: (0xx11) 3813 1886

Departamento de Engenharia Mecânica

3º Exercício de Modelagem e Simulação Computacional – EMSC #3
PME 2200 – MECÂNICA B – 24 de maio de 2010



O sistema mostrado na figura foi baseado no caso real de um transformador elétrico que apresentava ruído excessivo durante o funcionamento. A diminuição deste problema foi obtida graças à presença de um absorvedor dinâmico de vibração, que, no caso deste exercício, contém uma mola, uma polia e a massa m_2.

Na simplificação mostrada na figura, o sistema é composto:

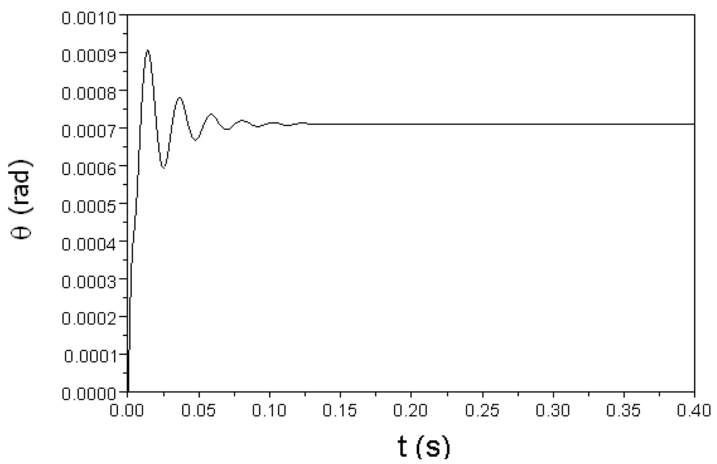
- Pela barra AB de massa m_1= 100 kg e comprimento L = 2 m.
- Pela polia de raio R = 0,2 m e momento de inércia J_C = 10 kgm^2 em relação ao eixo perpendicular à mesma, passando pelo centro C.
- Pela massa m_2 = 50 kg.
- Pelas molas com rigidez k_1 = 2,13 x 10^7 N/m e k_2, que têm deformação nula quando $\theta = 0$ e $x = 0$. Note que quando $\theta = 0$ e $x = 0$ a deformação devido à força peso na massa m_2 ainda não foi equilibrada.
- Pelo amortecedor viscoso linear de constante c = 54000 Ns/m.

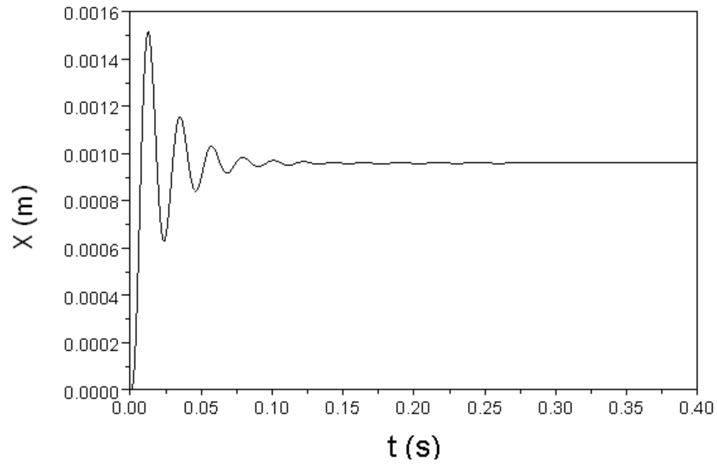
A mola com rigidez k_1 e o amortecedor estão montados sem restrições de movimento na vertical, de forma que o conjunto permanece na horizontal para qualquer valor de θ. Adicionalmente, considere que o fio tem comportamento ideal e que a distância entre a barra AB e o centro da polia é grande o suficiente a ponto de se poder considerar que a mola com rigidez k_2 também permanece na horizontal.

O sistema é solicitado pela força F, horizontal, aplicada ao ponto B.

Realizar as seguintes atividades:

a) Calcular a energia cinética do sistema usando θ e x como coordenadas generalizadas.
b) Calcular a energia potencial do sistema usando θ e x como coordenadas generalizadas.
c) Determinar as forças generalizadas associadas às coordenadas θ e x.
d) Determinar as equações do movimento para as coordenadas θ e x, usando o método de Lagrange.
e) Dados k_2 = 4,3 x 10^7 N/m, e F = 30000 N, implemente as equações do item d) em ambiente de simulação numérica e realize a simulação dos movimentos. Admita que o sistema parte do repouso e com $\theta = 0$ e $x = 0$. Para verificar se as equações foram deduzidas corretamente, as figuras a seguir apresentam os gráficos de $\theta = \theta(t)$ e $x = x(t)$ para esta condição, respectivamente.





f) Dados k_2 = 8,0 x 10^7 N/m, e F = 30000 N, implemente as equações do item d) em ambiente de simulação numérica e realize a simulação dos movimentos. Admita que o sistema parte do repouso e com $\theta = 0$ e $x = 0$. Interprete o resultado obtido comparando-o com o do item e).

g) Dados k_2 = 4,3 x 10^7 N/m, e $F = Asen(2\pi f_o t)$, onde t é o tempo, A = 30000 N e f_o = 60 Hz, implemente as equações do item d) em ambiente de simulação numérica e realize a simulação dos movimentos. Admita que o sistema parte do repouso e com $\theta = 0$ e $x = 0$.

h) Implemente as equações do item d) usando $F = Asen(2\pi f_o t)$, onde t é o tempo, A = 30000 N e f_o = 60 Hz, e variando o valor de k_2 entre 3,0 x 10^7 N/m e 5,0 x 10^7 N/m. Obtenha o valor de k_2 responsável pela menor amplitude de oscilação da coordenada θ. Interprete o resultado considerando, também, a oscilação da coordenada x. Sugere-se o uso de 10 condições entre os valores mínimo e máximo de k_2.