

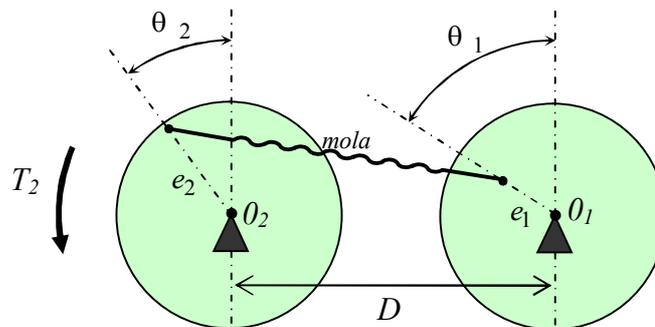


ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Departamento de Engenharia Mecânica

PME 2200 – Mecânica B - 1º Semestre/2008

Exercício de Modelagem e Simulação Computacional #3

A figura mostra dois discos suportados por mancais e conectados através de uma mola linear. O sistema é acionado por um motor que aplica ao disco de centro O_2 um torque que varia em função da velocidade angular do disco segundo a expressão $T_2 = T_0 \left(1 - \frac{\dot{\theta}_2}{\omega_{op}}\right)$, onde T_0 é o torque de partida do motor e ω_{op} é a sua velocidade de operação quando desconectado do disco. Os mancais aplicam aos discos torques resistentes provenientes do atrito, que são calculados pela expressão $T_{a_i} = c_i \dot{\theta}_i$, onde c_i é o coeficiente de atrito viscoso linear equivalente de cada mancal. Os discos têm momentos de inércia polar J_i e a distância entre os seus centros é D . A mola tem comprimento natural L_0 , constante elástica K e as suas extremidades estão presas aos discos por articulações que distam e_1 e e_2 dos centros dos discos O_1 e O_2 , respectivamente.



Tarefas

- 1) Deduza as equações diferenciais do movimento do sistema; utilize inicialmente os teoremas da mecânica Newtoniana e confira o resultado empregando o formalismo da mecânica Lagrangeana (equações de Lagrange).



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Departamento de Engenharia Mecânica

2) Sistema sem acionamento e sem atrito ($T_0 = 0$ e $c_1 = c_2 = 0$).

a) Adote $J_2 = 0.01 \text{ kg m}^2$, $J_1 = 1000 J_2$, $e_1 = e_2 = 0.06 \text{ m}$, $L_0 = D = 0.15 \text{ m}$, $K = 10^4 \text{ N/m}$ e as condições iniciais $\theta_2(0) = \frac{\pi}{10}$, $\theta_1(0) = \dot{\theta}_1(0) = \dot{\theta}_2(0) = 0$ e obtenha os gráficos de $\theta_1(t)$ e de $\theta_2(t)$. A partir dos gráficos estime o período e a frequência das oscilações e verifique se esses valores estão corretos, comparando-os com o resultado obtido a partir de um modelo simplificado do sistema que possa ser resolvido analiticamente (modelo com um grau de liberdade válido apenas para este item).

b) Adote $J_1 = J_2 = 0.01 \text{ kg m}^2$, $e_1 = e_2 = 0.06 \text{ m}$, $L_0 = D = 0.15 \text{ m}$, $K = 10^4 \text{ N/m}$ juntamente com as condições iniciais $\theta_1(0) = -\frac{\pi}{10}$, $\theta_2(0) = \frac{\pi}{10}$, $\dot{\theta}_1(0) = \dot{\theta}_2(0) = 0$ e obtenha os gráficos de $\theta_1(t)$, $\theta_2(t)$, $\dot{\theta}_1(t)$ e $\dot{\theta}_2(t)$. A partir dos gráficos de $\theta_1(t)$ e $\theta_2(t)$ estime o período e a frequência das oscilações; mantenha $\dot{\theta}_1(0) = \dot{\theta}_2(0) = 0$ e repita o procedimento para $\theta_1(0) = -\frac{\pi}{8}$ e $\theta_2(0) = \frac{\pi}{8}$, $\theta_1(0) = -\frac{\pi}{6}$ e $\theta_2(0) = \frac{\pi}{6}$, etc., até $\theta_1(0) = -\theta_2(0) \approx \frac{\pi}{2}$ e interprete os resultados.

3) Sistema com acionamento e com atrito

a) Adote $J_1 = J_2 = 0.01 \text{ kg m}^2$, $e_1 = e_2 = 0.06 \text{ m}$, $L_0 = D = 0.15 \text{ m}$, $K = 10^4 \text{ N/m}$, $T_0 = 15 \text{ Nm}$, $\omega_{op} = 1800 \text{ rpm}$, $c_1 = c_2 = 0.001 \text{ Nms}$ e as condições iniciais $\theta_1(0) = \theta_2(0) = \dot{\theta}_1(0) = \dot{\theta}_2(0) = 0$ e obtenha os gráficos de $\theta_1(t)$, $\theta_2(t)$, $\dot{\theta}_1(t)$, $\dot{\theta}_2(t)$, $T(t)$ e $T(\dot{\theta}_2)$; interprete os resultados e verifique se são coerentes entre si.

b) Adote $c_1 = c_2$ e aumente os seus valores a partir de $c_1 = c_2 = 0.002 \text{ Nms}$: $c_1 = c_2 = 0.003, 0.004, \text{ etc.}$; mantenha inalterados os valores dos demais dados do item 3a bem como as condições iniciais e obtenha os gráficos de $\theta_1(t)$, $\theta_2(t)$, $\dot{\theta}_1(t)$, $\dot{\theta}_2(t)$, $T(t)$ e $T(\dot{\theta}_2)$; interprete os resultados e verifique se são coerentes entre si.

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