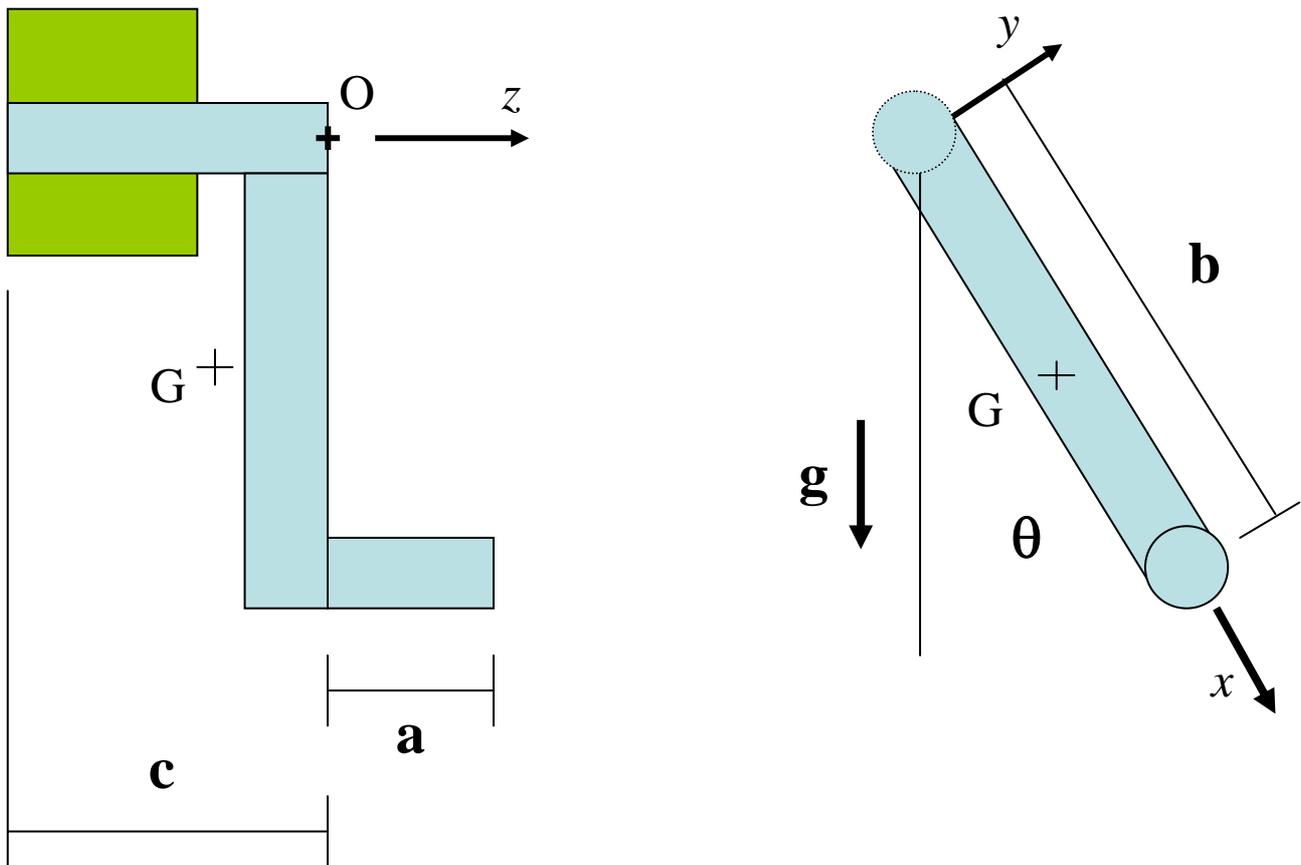




PMC 2200 - MECÂNICA B - Exercício Computacional # 01- 13/03/2006

O pêndulo da figura é formado por uma barra em formato de Z, de seção transversal circular, raio R e densidade de massa ρ . O atrito no mancal é considerado desprezível.



As tarefas solicitadas são de três naturezas:

1. Modelagem do sistema dinâmico, deduzindo as equações do movimento e interpretando-as.
2. Modelagem do sistema através do *software* SCILAB, utilizando a ferramenta SCICOS.
3. Simulação do modelo computacional, com conseqüente análise e interpretação dos resultados numéricos.



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Avenida Professor Mello Moraes nº2231 CEP05508-900 São Paulo SP
Telefone: (011) 818-5337 Fax (011) 813-1886

Departamento de Engenharia Mecânica

1 Modelagem do sistema dinâmico; deduzindo as equações do movimento.

- Monte a matriz de inércia do pêndulo em relação aos eixos (O,x,y,z) a ele solidários, orientados por versores $(\vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ e determine a posição do centro de massa do pêndulo, G .
- Elabore um diagrama de corpo livre e deduza a equação dinâmica que rege o movimento do pêndulo, na variável angular θ .
- Determine as posições de equilíbrio do sistema e discuta a estabilidade das possíveis configurações, do ponto de vista físico.
- Determine as resultantes das reações vinculares (força e momento), aplicadas ao eixo pelo mancal, tomando o ponto O como pólo de momento.
- Linearize as equações de movimento, i.e., tome θ muito pequeno, tal que $\sin \theta \cong \theta$.
- Ainda, sob a equação linearizada, tome o problema homogêneo (sem forçante), e determine a frequência natural ω_N do sistema.

2 Modelagem do sistema através do software SCILAB, utilizando a ferramenta SCICOS.

- Elabore em ambiente SCILAB/SCICOS um diagrama de blocos de acordo com a apostila tutorial, representando a equação deduzida no item 1(b).
- Uma vez mais, elabore em ambiente SCILAB/SCICOS um novo diagrama de blocos, agora representando a equação linearizada, deduzida no item 1(e).

3 Simulação do modelo computacional, com conseqüente análise e interpretação dos resultados numéricos

- Teste o modelo SCILAB 2(h), ou seja com a equação linearizada, utilizando condição inicial $\theta(0) = \theta_0; \dot{\theta}(0) = 0$. Interprete os resultados à luz de 1(d,e,f). Ou seja, verifique o caráter oscilatório do sistema e determine numericamente o período natural. Plote gráficos de $\theta(t); \dot{\theta}(t)$. Plote também gráficos das reações vinculares e de $\dot{\theta}(t)$ vs $\theta(t)$ (plano de fase).
- Repita o teste anterior, agora com o modelo SCILAB 2(g), ou seja com a equação não-linear. Interprete os resultados obtidos. Compare os resultados dos dois modelos e discuta-os. Use saídas gráficas conforme sugerido em 3(i).
- Faça testes com o modelo não-linear, variando as condições iniciais. Por exemplo, teste as situações em que $(\theta(0) = \pi + \varepsilon; \dot{\theta}(0) = 0)$, ε um número muito pequeno. Ou situações em que $(\theta(0) = 0; \dot{\theta}(0) = \Omega_0)$.



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Avenida Professor Mello Moraes nº2231 CEP05508-900 São Paulo SP
Telefone: (011) 818-5337 Fax (011) 813-1886

Departamento de Engenharia Mecânica

DADOS PARA SIMULAÇÃO:

$$\rho = 2500 \text{ kg/m}^3 ; ;$$

$$R = 0,025 \text{ m};$$

$$a = 0,20 \text{ m}; b = 1,0 \text{ m}; c = 0,30 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2;$$

$$\theta_0 = \frac{\pi}{12}; \frac{\pi}{6}; \frac{\pi}{3}; \frac{\pi}{2}; \pi + \varepsilon$$

$$\Omega_0 = 0; \frac{\pi}{24}; \frac{\pi}{6}; \pi; 2\pi \text{ rad/s}$$

CPP
CAM