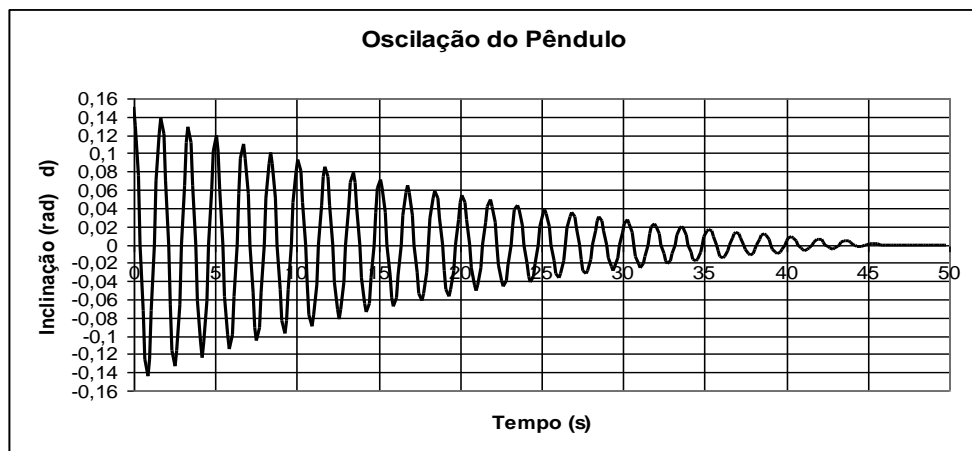
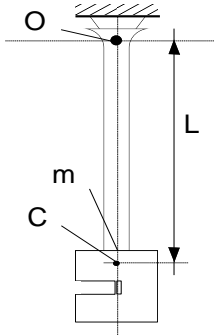


1ª Questão – O pêndulo de uma máquina de ensaio de impacto representado esquematicamente na figura, tem massa $m = 10\text{kg}$ e centro de massa distante $L = 0,65\text{m}$ da articulação O . Objetivando determinar o valor do momento de inércia do pêndulo em relação ao eixo da articulação (J_o) e as características do momento de atrito na articulação (que supõe-se incluir componentes tanto de atrito seco como viscoso), o pêndulo foi posto a oscilar livremente, sendo registrada a evolução de sua inclinação no tempo, conforme apresentado na figura. Pede-se:

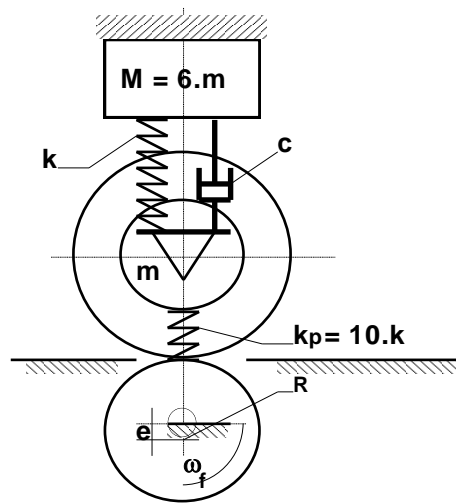
- Deduzir a equação diferencial completa do ângulo de inclinação do pêndulo em função de m e L dados, $g = 10 \text{ m/s}^2$ e J_o , suposto conhecido, além dos termos de atrito seco e viscoso na articulação.
- A partir do gráfico do decaimento experimental da oscilação do pêndulo, determinar J_o e as componentes do momento de atrito na articulação.
- Representar graficamente a variação do momento de atrito na articulação em função da velocidade de inclinação do pêndulo.



2ª Questão – Um dos processos automáticos para inspecionar a suspensão de um veículo consiste em medir a variação da força de contato entre o pneu e um rolo excêntrico que gira a uma velocidade angular ω_f , enquanto o veículo é mantido parado. Sabendo-se que a suspensão correspondente a cada roda do veículo pode ser representada pelo sistema esquematizado na figura, onde a massa da suspensão (incluindo a roda) é m , a rigidez da mola da suspensão é k , o coeficiente do amortecedor é c , a rigidez de contato do pneu com o rolo é $k_p = 10.k$, a excentricidade do rolo é e , a massa suspensa do veículo correspondente à roda em questão é $M = 6.m$, que para efeito deste estudo supõe-se com movimento desprezível na direção vertical, pede-se:

- escrever a equação diferencial do movimento vertical do cubo da roda, supondo-se que o rolo está girando com velocidade angular ω_f
- escrever a expressão da força de contato entre o pneu e o rolo em função da velocidade angular ω_f ;

- c) admitindo que a massa M foi fixada na posição em que seu peso estava sendo suportado pelo pneu, determinar o mínimo valor de c que garante força de contato maior ou igual a 20% de $M.g$.



3ª Questão – Um equipamento eletrônico deve ser desenvolvido para ser instalado permanentemente em uma locomotiva. Por isso deverá atender à especificação de resistência à vibração da norma IEC 571. O equipamento é composto de uma placa de circuito impresso apoiada sobre um estrutura de apoio flexível. A placa de espessura t , tem momento de inércia à flexão J e material com módulo de rigidez E . No centro da placa encontra-se um transformador de massa m de 0,5 kg. A rigidez dos suportes laterais da placa vale $k/2$ cada e a constante da amortecimento estrutural vale b . Segundo a norma o equipamento deverá resistir a uma vibração harmônica na faixa de 10 a 100 Hz com intensidade constante. Neste ensaio constatou-se que a amostra apresentava uma grande amplificação do movimento vertical no centro da placa do circuito impresso, próximo ao transformador, de cerca de 50 vezes na frequência de 70 Hz. Sabe-se que a amplificação não pode ultrapassar 10 vezes o movimento da base para não danificar os componentes eletrônicos. Como forma de resolver o problema, o fabricante propôs dobrar a espessura da placa para $2t$. Num novo ensaio verificou-se que a amplificação máxima reduziu para 34 vezes na frequência de 85 Hz. Pede-se:

- Determinar a rigidez dos suportes $k/2$ e a rigidez equivalente da placa original k_e ;
- Estimar a constante de amortecimento b dos suportes;
- Porque a solução do fabricante não foi satisfatória? Aumentar ainda mais a espessura da placa resolve o problema?
- Proponha uma alteração no projeto para que a amplificação na faixa de 10 a 100 Hz seja inferior a 10 vezes.

