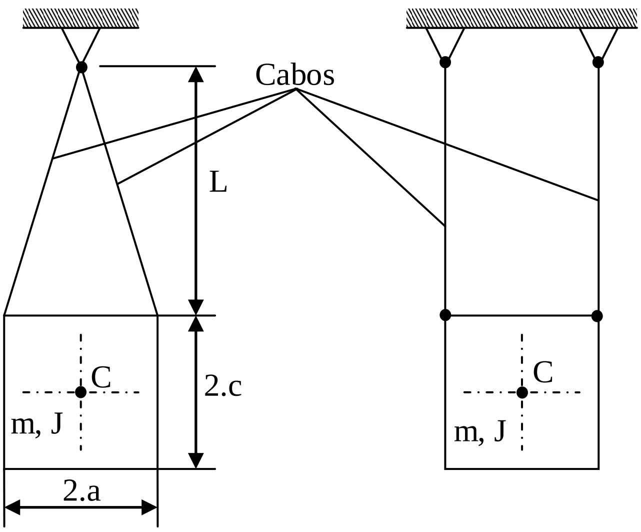
PME 2341 | **2ª PROVA** | **16/05/07**

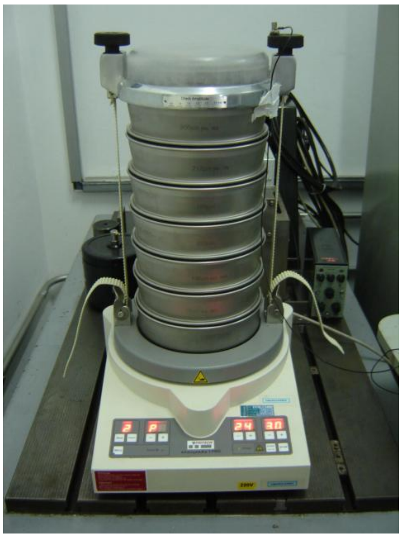
Prof. Francisco E. B. Nigro | Prof. Walter Ponge-Ferreira

1ª Questão – O bloco homogêneo, de massa ***m*** e momento de inércia $J = m \cdot (a^2 + c^2)/3$ em relação ao eixo ortogonal ao plano da figura pelo centro de massa **C**, pode ser suspenso a uma altura **L** pelos dois sistemas de cabeamento representados. Deseja-se estudar as diferenças no comportamento oscilatório do bloco quando se utiliza um ou outro sistema de cabeamento e se aplica a mesma velocidade inicial ***v*** ao centro de massa do bloco em sua posição de equilíbrio. Sendo dados ***a=c=L/4***, conhecido o valor da aceleração local da gravidade ***g***, e supondo-se cabos inextensíveis e pequenas amplitudes de oscilação, pede-se para cada sistema de cabeamento:



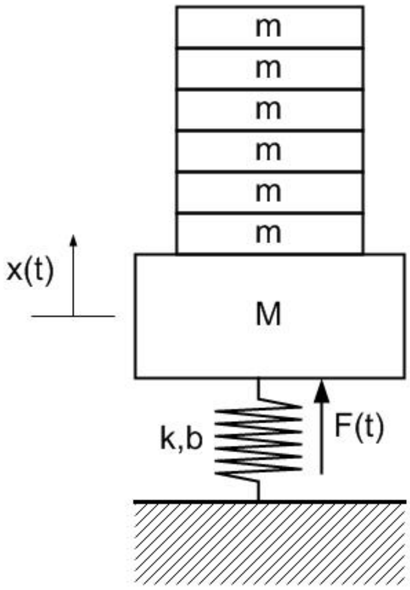
a) Determinar a equação diferencial do movimento horizontal do centro **C** do bloco.
b) Determinar a freqüência natural de oscilação do bloco.
c) Determinar a máxima amplitude de oscilação horizontal do centro **C** do bloco, quando se aplicam as condições iniciais já mencionadas.

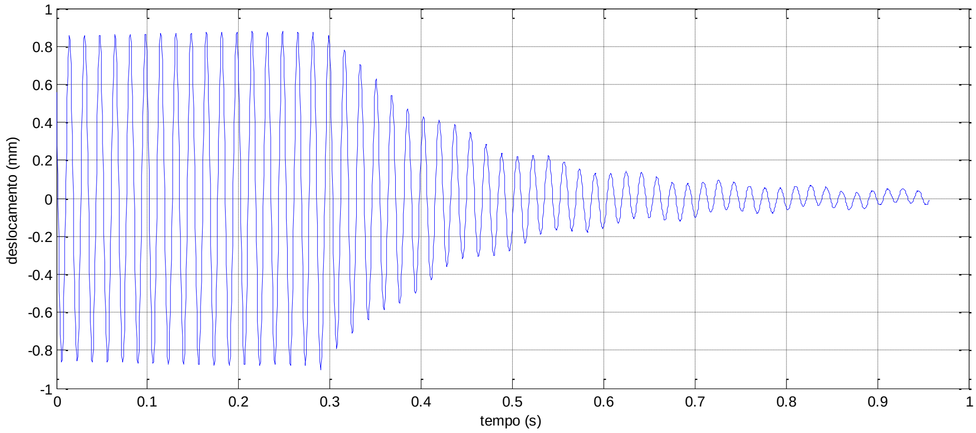
2ª Questão: O equipamento de peneiramento de material particulado mostrado na figura é composto de um sistema massa-mola ressonante que faz o sistema de peneiras vibrar na direção vertical. O sistema é excitado por um eletroímã cuja freqüência de excitação harmônica é ajustada eletronicamente. A amplitude de vibração das telas de filtro é controlada pela regulagem da freqüência de excitação, que é ajustada próxima à freqüência natural do sistema para que não se necessite de uma grande força de excitação. Foi registrada a vibração **x(t)** da base de massa **M** do sistema quando montado com seis peneiras com peso de **m = 360 g** cada. No gráfico é mostrado o trecho final de vibração forçada, seguido da vibração livre da massa.

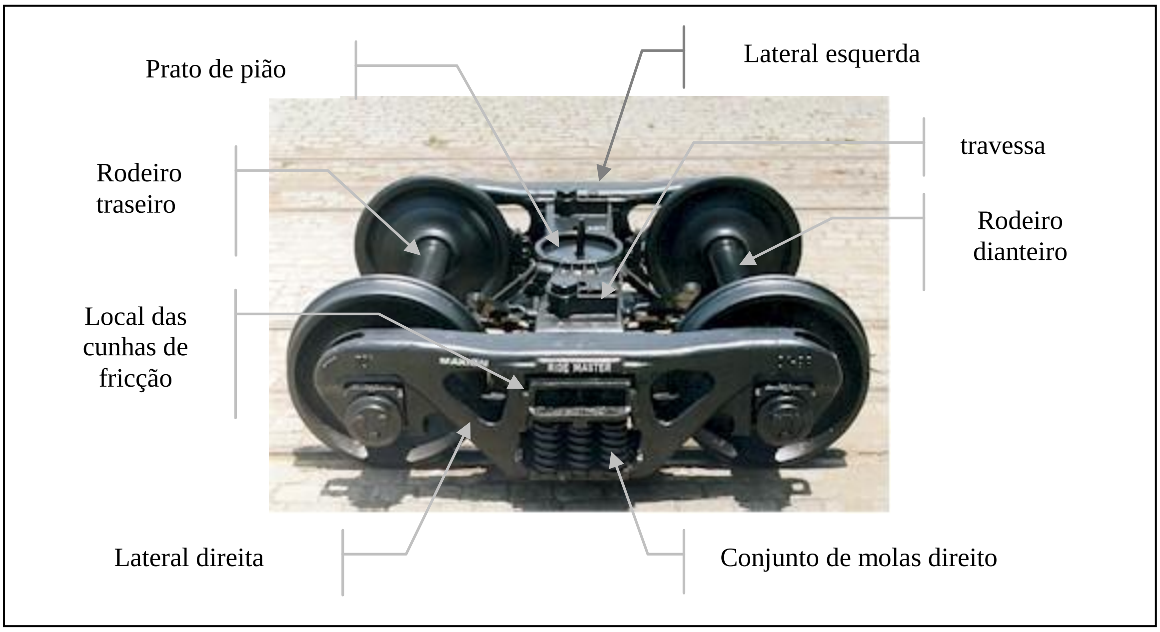


Pede-se:

a) Determinar a freqüência natural do sistema f_n e o decremento logarítmico δ.
b) Sabendo que a freqüência natural aumenta **12%** quando o sistema é montado apenas com uma peneira, determinar a massa oscilante sem as peneiras **M**, a rigidez **k** da mola e a constante de histerese **b** do sistema.
c) Com base no registro, determinar a amplitude de resposta forçada **X**, a freqüência de excitação f_o e a amplitude F_o da força de excitação harmônica fornecida pelo eletroímã.
d) Determinar a freqüência de excitação que deve ser ajustada para que a amplitude de vibração seja regulada em **1,0, 2,0 e 3,0 mm**, com a carga de seis peneiras.

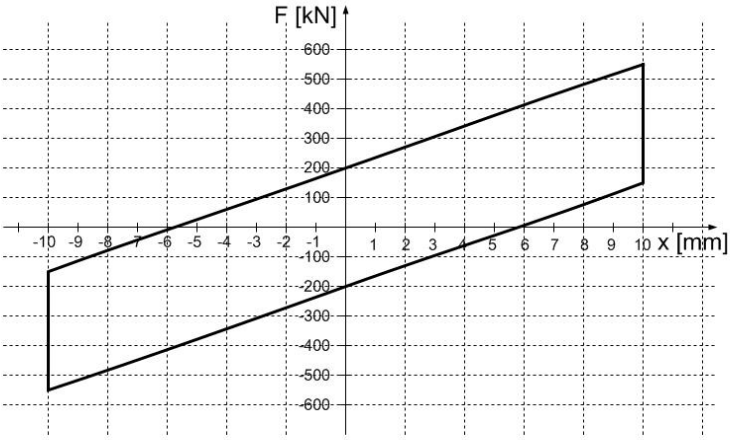






3ª Questão: O truque ferroviário mostrado na figura acima foi ensaiado para determinar as características dinâmicas da suspensão, i.e., a rigidez vertical dos conjuntos de molas e a dissipação de energia pelas cunhas de fricção. O truque é composto por uma travessa central que une as duas laterais. No centro da travessa existe o prato de pião, onde é apoiada a caixa do vagão ferroviário (não mostrado na figura). Na parte anterior e posterior das laterais encaixam-se os rodeiros, que são os eixos integrais com rodas metálicas de cada lado. A travessa apóia-se sobre dois conjuntos de molas nas laterais (ver foto de detalhe), um de cada lado do truque. Em cada lado, o movimento vertical das travessas é guiado por duas cunhas que pressionam lateralmente a travessa e servem para dissipar energia através de atrito seco.

No ensaio um atuador hidráulico aplicou uma força harmônica vertical sobre o prato de pinhão produzindo um movimento harmônico vertical $x(t) = X_0 \, sin(\Omega t)$ da travessa. A força aplicada pelo atuador **F(t)** e o movimento vertical da travessa **x(t)** foram registrados e obteve-se o gráfico mostrado na figura.



Pede-se:

a) Determinar a rigidez equivalente da suspensão **k** e a força de atrito seco do conjunto de cunhas $\mathbf{F_{\mu}}$.
b) Determinar a energia dissipada por ciclo de movimento $\mathbf{W_d}$ e a expressão do coeficiente de amortecimento viscoso equivalente $\mathbf{c_e}$ como função da amplitude de deslocamento.
c) Sabe-se que a via ferroviária apresenta ondulações verticais que excitam o movimento vertical do vagão quando em movimento com velocidade constante **v**. Considere que o movimento de arfagem das laterais é desprezível e que a equação do movimento vertical imposto ao centro das laterais possa ser expresso pela seguinte equação:

$$y(t) = Y_o \operatorname{sen}(2\pi \, s(t)/\lambda)$$

onde $\mathbf{Y_o = 0{,}1}$ **mm** é a amplitude da vibração vertical, $\boldsymbol{\lambda} = \mathbf{1}$ **m** o comprimento de onda da ondulação e $s(t) = vt$ a coordenada de posição do truque ao longo da via férrea. Esboce um modelo simplificado do sistema estudado.
d) Sabendo que a massa total apoiada sobre a travessa vale **M = 30 ton**, determine a expressão do movimento vertical da travessa **x(t)** quando o truque viaja com velocidade constante **v = 36 km/h**.
e) Determine a amplitude do movimento vibratório da travessa **X**, a força média $\mathbf{F_m}$ e a força máxima $\mathbf{F_t}$ aplicada pelo rodeiro em cada trilho quando o truque está em movimento.