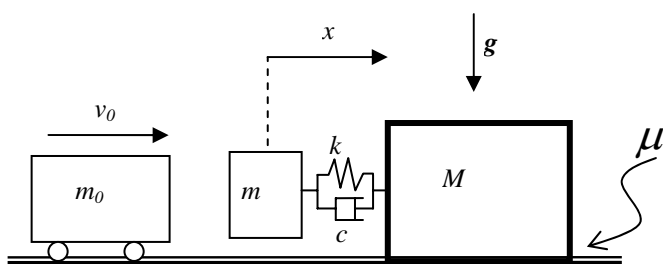
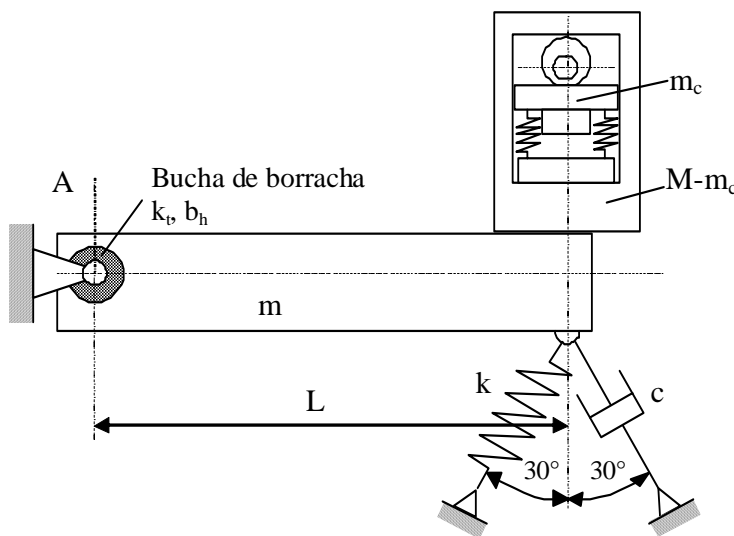


**1ª Questão:** Um vagonete de massa  $m_0$  move-se com velocidade  $v_0$  e colide com uma defesa de massa  $m$ ; a defesa é conectada ao batente de escora de massa  $M$  por um conjunto de molas lineares de constante elástica equivalente  $k$  e coeficiente de amortecimento viscoso linear equivalente  $c$ . Considere que o choque é perfeitamente plástico e que o batente de ancoragem repousa sobre o piso, sendo  $\mu$  o coeficiente de atrito de Coulomb no contato. Pede-se:

- Considere  $c < c_{crítico}$  e obtenha a função  $x(t)$  que descreve o movimento da defesa após o choque;
- Admitindo que o amortecimento seja desprezível, calcule a máxima velocidade  $v_0$  para que o batente de escora não se desloque.



**2ª Questão:** Uma prensa de massa total  $M$ , cujo cabeçote de puncionamento de massa  $m_c$  se desloca harmonicamente na vertical movido pela manivela de excentricidade “ $e$ ” que gira com velocidade angular constante  $\omega_f$ , está instalada na extremidade de uma viga de seção uniforme de comprimento  $L$  e massa  $m$ , conforme indicado na figura, de modo que sua posição de equilíbrio é horizontal. A viga, por sua vez, é fixada na extremidade  $A$  por meio de uma bucha de borracha, o que confere à fixação um momento resistente proporcional à inclinação angular da viga (rigidez angular  $k_t$ ), enquanto a outra extremidade está apoiada em um conjunto mola-amortecedor de constantes  $k$  e  $c$ , segundo a geometria da figura. Supondo-se a prensa operando com frequência angular  $\omega_f$  e sabendo-se que a borracha da bucha tem coeficiente de histerese  $b_h$ , pede-se:

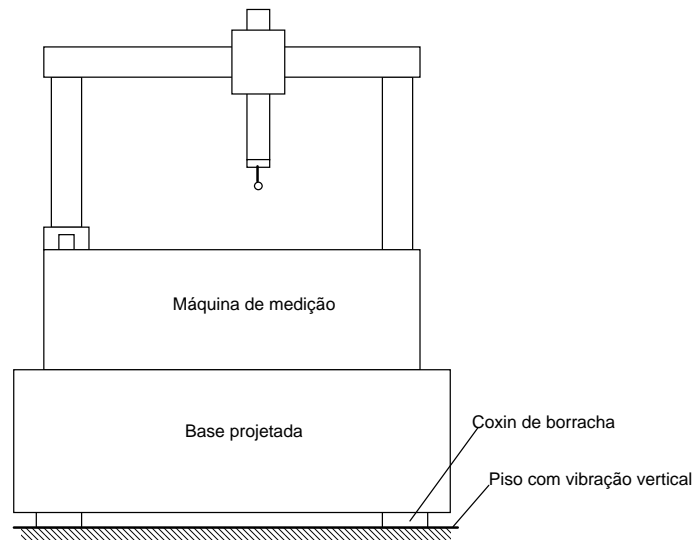


- Determinar a equação diferencial do movimento vertical absoluto da base da máquina, para pequenas amplitudes de vibração.
- A frequência natural do sistema não amortecido.

- c) Sendo dados  $k_t = k \cdot L^2 / 16$ ,  $m = 0,3 \cdot M$ ,  $b_h = 0,1$ , calcular a amplitude de vibração da base da prensa em regime permanente, em função da frequência angular de acionamento da prensa e demais dados.

**3ª Questão:** O piso da sala de metrologia de uma fábrica de componentes automotivos apresenta uma velocidade de vibração vertical de 16 mm/s *pico a pico*, essencialmente em uma única frequência igual a 26 Hz, como consequência da vibração transmitida da oficina de prensas excêntricas, localizada em área próxima à da referida sala.

Deseja-se instalar uma máquina tridimensional de medição com massa total de 500 kg na sala de metrologia. Para garantir a precisão de medida da máquina tridimensional, é necessário instalá-la sobre uma base rígida com velocidade de vibração menor que 0,2 mm/s *pico*. Deseja-se projetar, para a máquina, uma base adicional, a ser instalada sobre o piso da sala apoiada em 4



que possibilite atender esse requisito. Sabendo-se que a rigidez mínima de cada coxim deve ser de 200 N/mm para assegurar estabilidade à base e que o coeficiente de histerese da borracha é  $b_h = 0,1$  pede-se:

- Representar o sistema vibratório constituído pelo piso, máquina, base adicional e coxins de borracha por um modelo físico de parâmetros concentrados, e determinar a equação diferencial do movimento vertical da base da máquina.
- Determinar a vibração vertical da base em regime permanente em função da frequência de vibração do piso, supondo os parâmetros do modelo conhecidos.
- Calcular a massa mínima da base projetada para atender ao requisito de projeto.

**Formulário:** Solução da equação diferencial  $m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F \sin \omega t$  :

- Solução particular :  $x_p(t) = X \sin(\omega t - \varphi_0)$ , onde  $X = \frac{F/k}{\sqrt{(1-r^2)^2 + (2\zeta r)^2}}$ ,

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{2\zeta r}{1-r^2}, \quad \zeta = \frac{c}{2\sqrt{mk}}, \quad r = \frac{\omega}{\omega_n} \text{ e } \omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}.$$

- Solução homogênea:  $x_h(t) = e^{-\zeta \omega_n t} (A \sin \omega_d t + B \cos \omega_d t)$ , onde  $\omega_d = \omega_n \sqrt{1-\zeta^2}$  com  $\zeta < 1$ ; as constantes  $A$  e  $B$  dependem das condições iniciais.