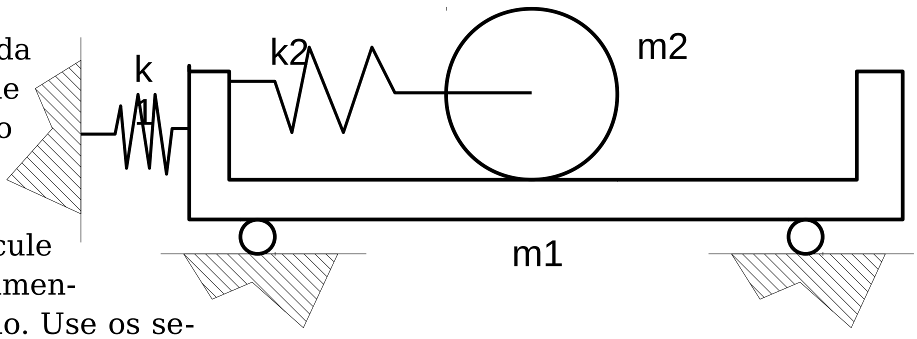
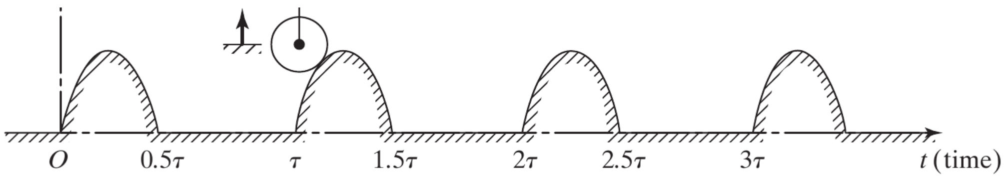
1)



Calcule a frequência da força harmônica F1 de para que o deslocamento da massa m2, que gira sem deslizar sobre a massa 1, seja nulo. Calcule ate amplitude do deslocamento massa 1 nesta condição. Use os seguintes dados: m1 = 50 kg, m2 = 10 kg, k1 = 2000 N/m, k2 = 3000 N/m, e a amplitude da força F1 igual a 5 N. *(Valor 5,0 pontos)*

2) Uma válvula hidráulica unidirecional está instalada em um sistema hidráulico de alta pressão. A válvula permite a passagem de fluido apenas quando a pressão relativa entre as câmaras separadas pela válvula é positiva. A pressão varia na câmara a montante (antes) da válvula como um senoide, o que implica que a vazão a jusante (depois) da válvula tem a forma de uma meia senoide, como mostrada na figura abaixo. A câmara a jusante aciona um equipamento cuja rigidez equivalente é 6 MN/m, e a massa equivalente do sistema é 900 kg. O amortecimento pode ser tomado como constante e igual a 25% do amortecimento crítico. A série de Fourier dos pulsos de pressão e é apresentada a seguir, para uma pressão unitária. O equipamento é acionado por um pistão cuja área é 0.50 m² e a pressão máxima na câmara é 48 KPa. Calcule o deslocamento do pistão, justificando a escolha do número de termos da série empregados. *(Valor 3.0 pontos.)*

$$y(t) = \frac{1}{\pi} + \frac{1}{2}\sin 2\pi t - \frac{2}{\pi}\left\{\frac{\cos 4\pi t}{1(3)} + \frac{\cos 8\pi t}{3(5)} + \frac{\cos 12\pi t}{5(7)} + \cdots\right\}$$



3) Encontre a função de transferência no domínio de Laplace para um oscilador harmônico amortecido que é excitado pela base por uma velocidade harmônica conhecida. (Valor 2.0 pontos.)

Fórmulas no Verso!

$$\omega = 2\pi f \qquad f = \frac{1}{\tau} \qquad T = \frac{1}{2} m \dot{x}^2, \quad T = \frac{1}{2} J_0 \dot{\theta}^2, \quad U = \frac{1}{2} \kappa x^2, \quad U = \frac{1}{2} F x \qquad k_t = \frac{GJ}{l}$$

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}, \quad \omega_n = \sqrt{\frac{k_t}{J_0}}, \quad \omega_d = \sqrt{1-\zeta^2}\,\omega_n, \quad \zeta = \frac{c}{c_c}, \quad c_c = 2 m \omega_n \qquad \delta_{st} = \frac{F_0}{k} \qquad J_0 = \frac{1}{2} m R^2$$

$$x(t) = X e^{-\zeta \omega_n t} \cos(\omega_d t - \varphi),\ X = \frac{\sqrt{x_0^2 \omega_n^2 + \dot{x}_0^{\,2} + 2 x_0 \dot{x}_0^{\,2} \zeta \omega_n}}{\omega_d},\ \omega_d = \sqrt{1-\zeta^2}\,\omega_n,\ \varphi = \arctan\left(\frac{\dot{x}_0 + \zeta \omega_n x_0}{x_0 \omega_d}\right)$$

$$\frac{X}{\delta_{st}} = \frac{1}{\sqrt{(1-r^2)^2 + (2\zeta r)^2}} \qquad H(i\omega) = \frac{1}{(1-r^2) + i 2 \zeta r},\ |H(i\omega)| = \frac{1}{\sqrt{(1-r^2)^2 + (2\zeta r)^2}}$$

$$x_p(t) = \frac{a_0}{2k} + \sum_{j=1}^{\infty} \frac{a_j/k}{\sqrt{(1-j^2 r^2)^2 + (2\zeta j r)^2}} \cos(j\omega t - \varphi_j) + \sum_{j=1}^{\infty} \frac{b_j/k}{\sqrt{(1-j^2 r^2)^2 + (2\zeta j r)^2}} \sin(j\omega t - \varphi_j)$$

$$\varphi_j = \arctan\left(\frac{2\zeta j r}{1 - j^2 r^2}\right) \qquad x(t) = \frac{1}{m\omega_d} \int_0^t F(\tau) e^{-\zeta\omega_n (t-\tau)} \sin\omega_d (t-\tau) \ d\tau$$

$$\delta = \frac{1}{n} \ln\left(\frac{x_1}{x_{n+1}}\right), \quad \delta = \frac{2\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}, \quad \delta = 2\pi\zeta \text{ para } \zeta \ll 1 \qquad Z_{rs}(i\omega) = -\omega^2 m_{rs} + i\omega c_{rs} + k_{rs} \qquad \boldsymbol{Z}(i\omega)\boldsymbol{X} = \boldsymbol{F_0}$$

$$\boldsymbol{X} = \boldsymbol{Z}(i\omega)^{-1} \boldsymbol{F_0} \qquad \boldsymbol{Z}(i\omega) = \begin{bmatrix} Z_{11}(i\omega) & Z_{12}(i\omega) \\ Z_{12}(i\omega) & Z_{22}(i\omega) \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}^{-1} = \frac{1}{ad - bc} \begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix}$$

$$r_1 = \frac{X_2^{(1)}}{X_1^{(1)}} = \frac{-m_1\omega_1^2 + (k_1 + k_2)}{k_2}$$

$$r_2 = \frac{X_2^{(2)}}{X_1^{(2)}} = \frac{-m_1\omega_2^2 + (k_1 + k_2)}{k_2}$$