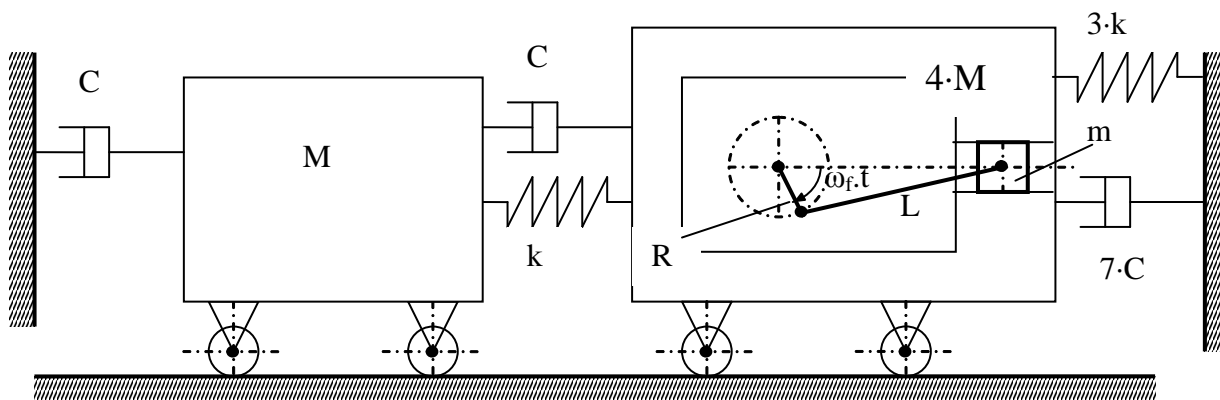


1ª Questão – O sistema representado na figura é formado por dois carros de massas  $4\cdot M$  e  $M$ , que se apóiam através de rodas de borracha de pequenas dimensões em uma superfície horizontal. Os carros são interligados por molas e amortecedores, cujos valores de rigidez e constante de amortecimento são apresentados na figura, e ficam submetidos ao efeito de um sistema biela/manivela acionado eletricamente com velocidade angular  $\omega_f$ , que movimenta um pistão de massa  $m$ . São dados: raio da manivela-  $R$ ; comprimento da biela-  $L$ . Pede-se:

- a) As equações diferenciais dos movimentos horizontais dos dois carros, supondo conhecido o movimento do pistão de massa  $m$  em relação à carcaça do carro (massa  $4\cdot M-m$ ).
- b) Calcular as freqüências naturais do sistema não amortecido e os correspondentes modos fundamentais de vibrar.
- c) Considerando o sistema amortecido, e sabendo-se que  $C=0,2 (k\cdot M)^{1/2}$ , estimar os fatores de

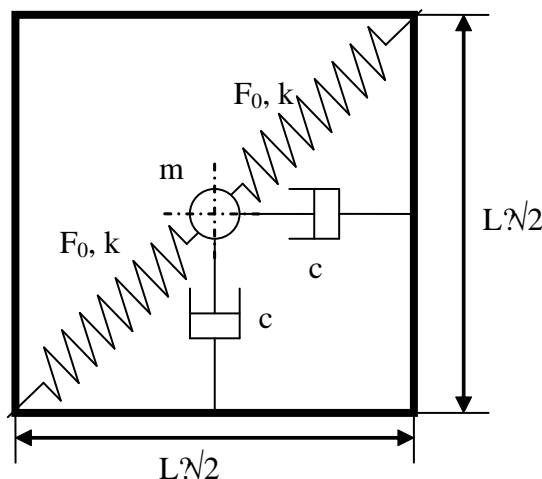


amortecimento equivalentes para cada um dos modos fundamentais.

- d) Sendo  $L=4\cdot R$ , determinar os dois primeiros componentes harmônicos do movimento do pistão em relação à carcaça do carro, quando a manivela gira com velocidade angular  $\omega_f$ .
- e) Determinar o movimento de oscilação horizontal do carro de massa  $4\cdot M$ , quando o sistema biela/manivela está girando com uma velocidade angular  $\omega_f$  constante qualquer, sendo considerados os dois primeiros componentes harmônicos do item anterior.
- f) Para quais valores de  $\omega_f$  o carro de massa  $M$  se comporta como absorvedor de vibrações do carro de massa  $4\cdot M$ .

2ª Questão - A suspensão representada, que deve proteger o equipamento de massa  $m$  de vibrações, é formada de duas molas de rigidez  $k$  pré-tensionadas com uma força  $F_0$  e dois amortecedores de constante elástica  $c$ , dispostos conforme a figura. Supondo-se que a caixa quadrada da embalagem esteja fixa, que a amplitude do movimento de  $m$  seja muito menor que  $L$  e que  $m\cdot g \ll F_0$ , pede-se:

- a) Determinar as equações diferenciais do movimento da massa  $m$  em relação à embalagem.
- b) Sendo dados  $F_0= k\cdot L/2$  e  $c=\sqrt{k\cdot m}$ , calcular as freqüências fundamentais de vibração da massa  $m$ , os correspondentes modos de vibrar e os fatores de amortecimento modais.
- c) Para as mesmas relações entre parâmetros fornecidas no quesito anterior e supondo-se que a massa seja inicialmente deslocada  $Y_0$  verticalmente para cima e liberada para vibrar, determinar a equação do movimento vertical da massa  $m$  em função do tempo.



3ª **Questão** - Um manômetro de coluna de líquido de seção uniforme **A**, formado de dois trechos verticais de altura **a** e de um trecho horizontal de comprimento **b** está fixado em um carro que pode se deslocar horizontalmente em virtude do movimento de oscilação senoidal dado  $y(t) = Y_0 \cdot \text{sen}(\omega_f \cdot t)$ . Sabendo-se que a massa específica do líquido é  $\rho$ , que a aceleração local da gravidade é  $g$ , que a massa total do carro que suporta o manômetro (exceto o líquido do manômetro) é  $m$  e que a mola tem rigidez  $k$ , pede-se:

- Escrever as equações diferenciais do movimento horizontal absoluto do carro de massa  $m$  e do movimento vertical para cima da coluna da direita do manômetro, medidos a partir da posição de equilíbrio, quando submetido à excitação  $y(t)$ ;
- Determinar as frequências naturais de oscilação e os modos de vibrar do sistema.
- Determinar a massa específica do líquido do manômetro que faz o carro parar de oscilar, apesar da excitação  $y(t)$ .
- Para a condição do item anterior, calcular a amplitude de oscilação das colunas do manômetro

