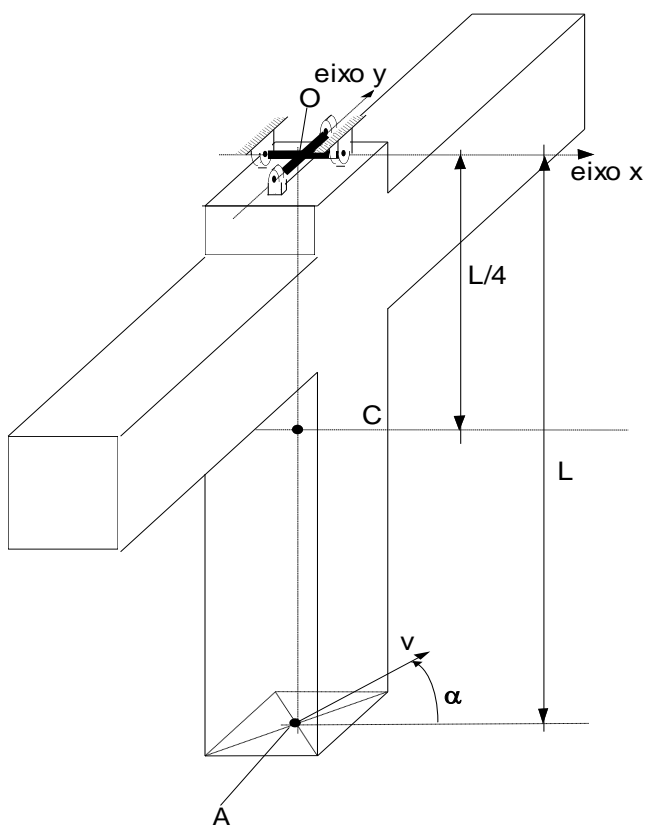


1ª Questão – Um sólido em forma de cruz, com altura L , massa m e momentos de inércia $J_{ox} = m.L^2/3$ e $J_{oy} = m.L^2/9$ está articulado em sua extremidade O por meio de uma junta Cardan que possibilita inclinações do sólido em qualquer direção.

Sabendo-se que a junta Cardan apresenta o mesmo momento de atrito seco Mat em torno dos dois eixos da cruzeta e que o centro de massa C do sólido dista $L/4$ de O , pede-se:

- Deduzir as equações diferenciais do movimento do ponto A na extremidade inferior do sólido, supondo-se pequenas amplitudes de oscilação;
- Sendo Mat desprezível, calcular as freqüências naturais e os modos principais de vibrar do ponto A do sólido;
- Supondo Mat desprezível e que no instante $t = 0$ o ponto A está na posição de equilíbrio e apresenta uma velocidade v horizontal na direção indicada na figura, determinar a projeção da trajetória do ponto A no plano horizontal.

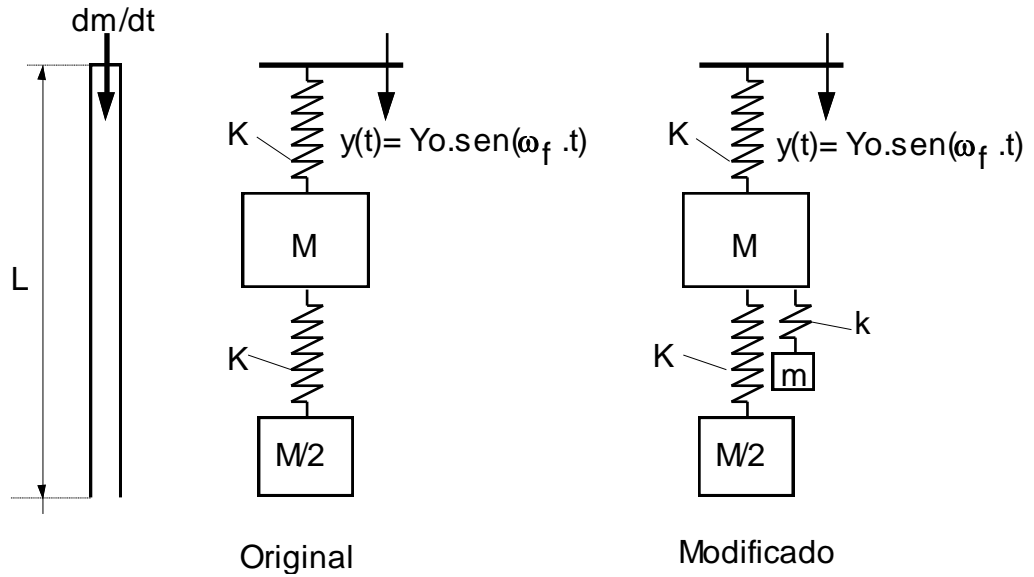


2ª Questão – O modelo dinâmico de parâmetros concentrados indicado na figura pretende representar a formação de ondas acústicas em um cano de escapamento de motor de combustão interna, o qual é submetido em uma de suas extremidades à introdução forçada dos gases que saem dos cilindros do motor e tem a outra extremidade livre para a atmosfera. Os valores de K e M estão relacionados com o módulo de compressibilidade e massa específica dos gases, e ω_f à freqüência angular de explosão do motor. Pede-se:

- Determinar as equações diferenciais dos movimentos das massas M e $M/2$ do modelo original;
- Calcular as freqüências naturais e os modos de vibrar do modelo original;
- Calcular as amplitudes de vibração das massas M e $M/2$ em regime permanente para $\omega_f^2 = 4.K/M$.

Com o objetivo de reduzir a formação de ruído na freqüência de explosão, modificou-se o modelo original, adicionando-se o absorvedor dinâmico de massa m e rigidez k indicado na figura. Para este novo modelo, pede-se:

- Sendo $\omega_f^2 = 4.K/M$, qual a relação entre k e m que minimiza as oscilações das massas M e $M/2$, e sendo $k = K/5$, qual a amplitude do movimento de m ?
- Se o mesmo absorvedor fosse adicionado à massa $M/2$ ao invés de a M , ele teria o mesmo efeito no sistema? Por que?



3ª Questão – O modelo da figura representa um veículo que trafega em uma estrada plana e horizontal com velocidade v , sendo M_1 e M_2 as massas do cavalo e carreta respectivamente e K a rigidez do engate entre eles. Subitamente, o cavalo freia instantaneamente bloqueando as rodas, enquanto o freio da carreta falha e não atua. Sabendo-se que o coeficiente de atrito entre os pneus e a pista é $\mu=1$ e supondo-se que não ocorre desalinhamento entre cavalo e carreta e que as suspensões não se deformam, pede-se:

- Determinar as equações diferenciais dos movimentos horizontais das massas M_1 e M_2 durante a frenagem;
- Calcular as frequências naturais e os modos de vibrar do sistema;
- Desenvolver uma expressão para a força dinâmica que atua no engate durante a frenagem, calculando seu valor máximo.

