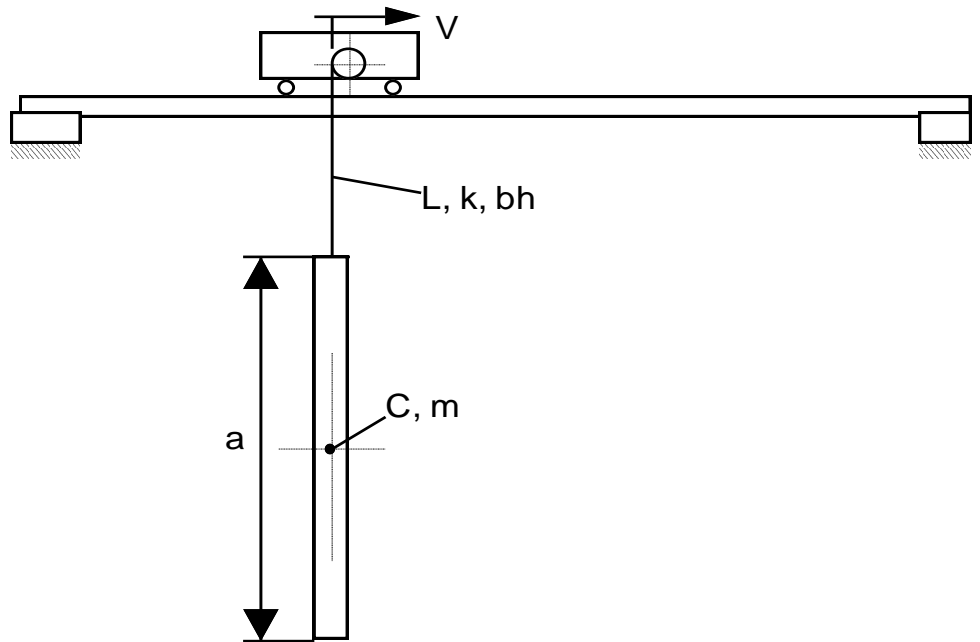


1ª Questão -

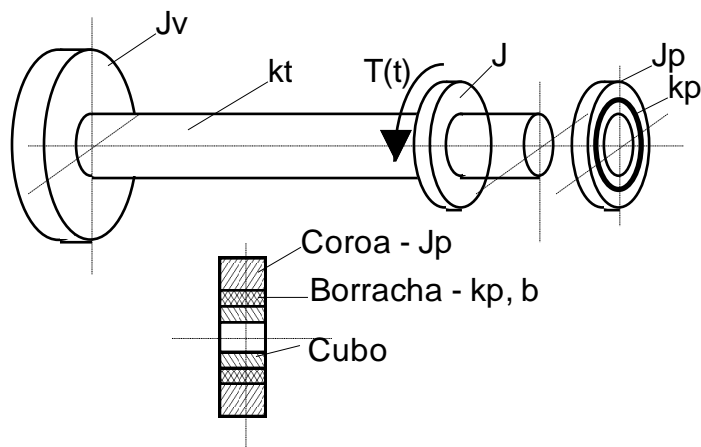
2ª Questão – Uma coluna uniforme de massa m e comprimento a está sendo transportada por uma ponte rolante com velocidade horizontal constante V , quando o operador é forçado a parar bruscamente o carro da ponte para tentar evitar um acidente, fato que provoca oscilações da coluna no plano da figura. Sendo dados ainda que a aceleração da gravidade é $g=10m/s^2$, que o cabo de aço tem comprimento de suspensão L , rigidez k e coeficiente de histerese b_h , pede-se:

- Determinar as equações diferenciais que regem o movimento de oscilação da coluna no plano da figura, supondo pequenas amplitudes de movimento.
- Calcular as freqüências naturais e os modos fundamentais de vibrar da coluna, para o caso em que $L=0,4 \cdot a$, $k=400 \cdot m \cdot g/L$ e $b_h=0,1$.
- Para as relações do quesito anterior e sendo $a=10m$ e $V=1m/s$, estimar o máximo deslocamento horizontal da extremidade inferior da coluna.



3ª Questão – O modelo de parâmetros concentrados apresentado na figura é utilizado para estudar a vibração torcional do virabrequim de um motor de combustão interna monocilíndrico. O momento de força $T(t) = T_0 \cdot sen(\omega_f \cdot t)$ pode

representar qualquer dos componentes harmônicos da freqüência de explosão do motor, J_v representa o momento polar de inércia do volante do motor, J o momento polar de inércia equivalente das massas associadas ao acionamento do pistão (colo de biela, contrapesos, biela, etc), suposto concentrado em um disco no plano central do colo da biela, e k_t representa a rigidez torcional do virabrequim.



Uma vez que a dissipação de energia por atrito estrutural no material do virabrequim é praticamente nula, e pelo fato do motor ter rotação variável, existem freqüências de excitação que podem provocar deformações torcionais capazes de quebrar o virabrequim por

fadiga. Para evitar esse tipo de ocorrência, é usual aplicar, em virabrequins de motores diesel, na extremidade oposta ao volante, uma polia absorvedora de vibrações torcionais, a qual possui um anel de borracha moldado entre o cubo e a coroa externa, conforme esquematizado no corte da polia por um plano radial. Sabendo-se que devido ao anel de borracha a polia tem rigidez torcional k_p , que o coeficiente de histerese da borracha do anel é b , que o momento de inércia do cubo da polia que é fixado rigidamente no virabrequim é desprezível e que o momento polar de inércia da coroa externa da polia é J_p , pede-se:

- a) Determinar as equações diferenciais dos movimentos vibratórios torcionais do sistema incluindo a o anel externo da polia absorvedora.
- b) Para a situação em que não se está utilizando polia absorvedora, calcular a deformação torcional do virabrequim decorrente da aplicação do torque $T(t) = T_0 \cdot \text{sen}(\omega_f \cdot t)$ e determinar a frequência crítica de aplicação desse torque para a quebra do virabrequim por fadiga.
- c) Supondo que $J_p \ll J < J_v$, estimar um valor para k_p que possibilite à polia absorvedora cumprir seu papel.