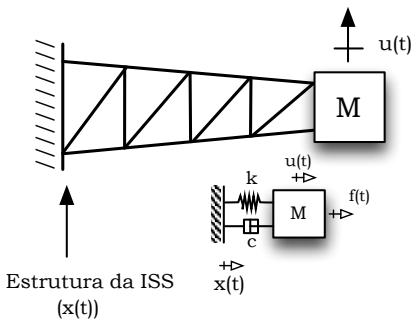
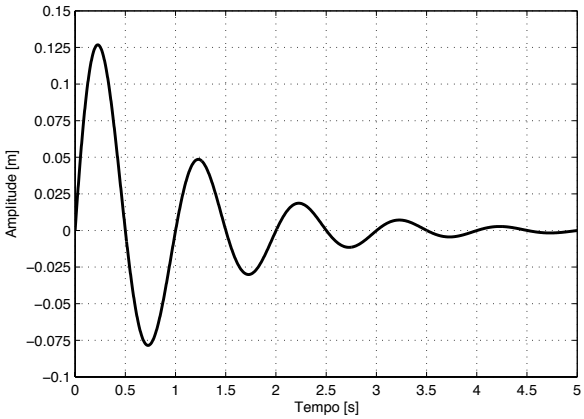
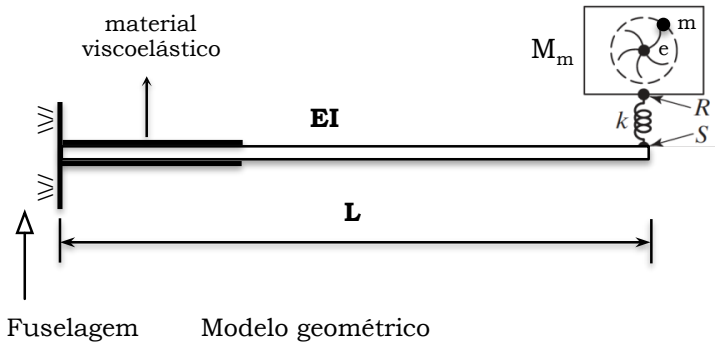
1-) A figura abaixo mostra a geometria simplificada de uma antena que será fixada à ISS. O sistema possui uma massa equivalente $M = 12\ kg$ que corresponde à massa do equipamento a ser montado mais a contribuição da massa da estrutura treliçada que compõe a estrutura da antena. Por simplicidade, assuma que o sistema seja representado por um modelo de 1 $GDL$. Previamente à instalação final da antena, a mesma foi submetida a um ensaio de laboratório, recebendo um *carregamento impulsivo unitário* para o qual o registo anexo para o deslocamento $u(t)$ foi obtido. $(i)$ Determine a partir dos dados os valores dos seguintes parâmetros do modelo: $\zeta$, $\omega_n$, $k$, $c$; $(ii)$ Determine para o modelo em questão a expressão para a *Função de Resposta em Frequência* e esboce suas características usando para tanto o par de gráficos abaixo; $(iii)$ Após a instalação da antena, a mesma poderá receber vibrações da estrutura da ISS. Considere que, para sinais harmônicos sísmicos do tipo $x(t) = X_0 e^{i\omega t}$, requer-se que o valor da amplitude de oscilação da extremidade da antena não exceda 250 *mm na condição mais crítica de excitação*. Caso contrário, será necessário adicionar amortecimento ao sistema. Se a amplitude do sinal de excitação for $X_0 = 0,1\ m$ pergunto: o requerimento de projeto é satisfeito ? justifique sua resposta com cálculos !



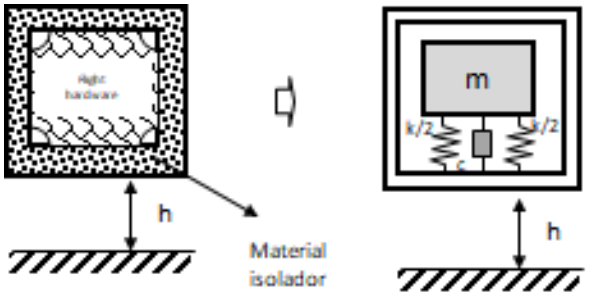




2-) Você é convidado a integrar uma equipe de projeto encarregada de projetar e construir um novo dispositivo gerador de *flutter* para ensaios de vôo em aeronaves militares. Tal mecanismo consiste em induzir à ressonância por efeito de desbalanceamento rotativo o modo fundamental de vibração da asa através de um sistema acoplado à extremidade da mesma. Para efeitos de modelagem, pretende-se usar o modelo de *1 GDL* com desbalanceamento rotativo como primeira aproximação. A asa do avião é modelada por uma viga secção transversal uniforme, engastada em uma extremidade (fuselagem) e livre na outra extremidade (ver Figura). Na extremidade livre da asa pretende-se instalar o dispositivo gerador de *flutter* que é essencialmente composto por um motor (massa $M_m$) com uma massa desbalanceada excêntrica (massa $m$, excentricidade $e$, rotação $\omega$). A força de desbalanceamento $me\omega^2$ é variável com a frequência e pode ser controlada pelo piloto no interior do *cockpit* da aeronave. A fim de poder usar o modelo de *1 GDL* propõe-se que a fixação do dispositivo à extremidade da asa seja feita através de um conector (mola $k$) que possua uma elevada rigidez axial (algumas ordens de grandeza maior que a rigidez equivalente da asa!). Para garantir a integridade estrutural da asa durante o ensaio é aplicada uma camada de material viscoelástico na superfície da mesma que, juntamente com o amortecimento estrutural do material da asa fornece uma constante de amortecimento viscoso equivalente dada por $C_{asa}$. Dados do projeto do avião estabelecem que *"em ensaios de flutter a extremidade livre da asa não poderá estar sujeita a carregamentos dinâmicos que induzam amplitudes de deslocamento absolutos*

*superiores a 200 mm na extremidade livre da asa".* Considerando os seguintes dados: $L = 5\ m$, $E_{asa} = 69\ GPa$, $b = 0,5\ m$, $h = 0,2\ m$, $\rho_{asa} = 2700\ kg/m^3$, $M_m = 2,0\ kg$, $m = 0,2\ kg$, $e = 0,1\ m$, $C_{asa} = 4\ Ns/m$, $k = 5\ GN/m$, pergunta-se: ***O critério de projeto será atendido ? Sustente sua resposta através de cálculos !***. Obs: você poderá estabelecer hipóteses que julgar necessárias, anotando-as na sua solução !.

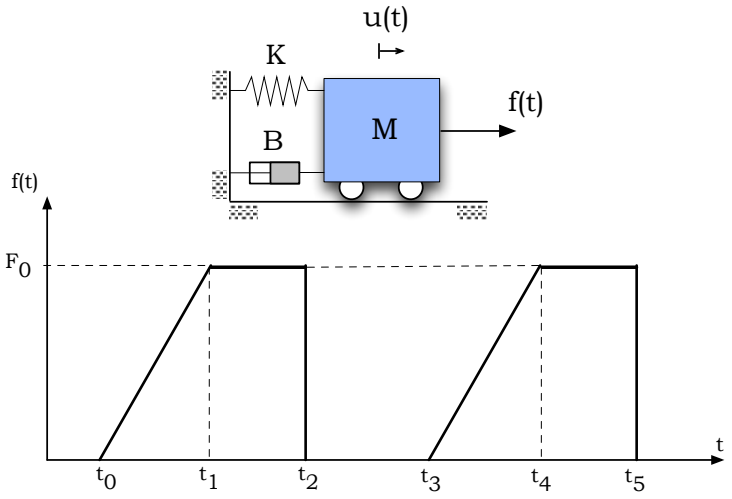



3-)A proteção contra impactos e choques mecânicos de componentes e equipamentos eletrônicos requer o projeto adequado de sistemas de empacotamento, com especial atenção para requisitos de rigidez e amortecimento. A figura anexa ilustra um componente eletrônico que acidentalmente cai de uma altura $h$ e um modelo de 01 GDL associado, usado para modelar o sistema componente + sistema de empacotamento. Por simplicidade, considere que a massa do material de empacotamento seja desprezível quando comparada à massa do equipamento eletrônico. Portanto, para o material de empacotamento será considerado apenas a sua rigidez e amortecimento equivalentes. Sob estas condições, determine a resposta do sistema devido à colisão com o solo e estime um valor admissível para a constante de rigidez equivalente $k$ tal que o componente eletrônico apresente um deslocamento máximo de amplitude igual a 15 $mm$ após o primeiro impacto (certamente a condição mais crítica !) com o solo. Considere: $m = 4\ kg$, $c = 340\ Nsm^{-1}$, $h = 0.5\ m$. Analise o problema sob duas perspectivas: $(i)$ choque perfeitamente inelástico; $(ii)$ choque parcialmente elástico (se preciso, adote um coeficiente de restituição e o indique em sua solução).




4-) Um sistema de 01 GDL é excitado por uma força transiente cuja representação temporal é mostrada abaixo. Para o sistema tem-se $m = 2,0\ kg$ e $c = 5\%$ e $10\%$ do amortecimento crítico. O sistema tem uma freqüência natural não amortecida de $\omega_n = 100\ Hz$. Para a excitação tem-se

$t_0 = 0,0\ s$, $t_1 = 0,4\ s$, $t_2 = 0,5\ s$, $t_3 = 1,0\ s$, $t_4 = 1,4\ s$ e $t_5 = 1,5\ s$. Sua amplitude é de $F_0 = 0,05k$, onde $k$ é a constante de mola do sistema. Usando recursos do Matlab (ou de outro




programa de sua preferência !) escreva uma rotina para determinar a resposta do sistema à entrada mostrada. Sua resposta deve conter obrigatoriamente: (i) O modelo matemático do sistema; (ii) A expressão analítica da entrada mostrada; (iii) Gráficos da resposta do sistema comparativamente à deflexão estática do mesmo. Sugestão: explore seu modelo modificando a entrada, por exemplo, alterando os instantes $t_0$ a $t_5$, bem como a forma da entrada.