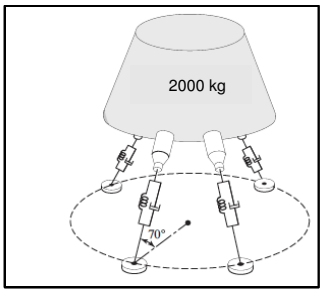
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

SEM 504 – Dinâmica Estrutural – Exercícios Especiais – 11/09/2017

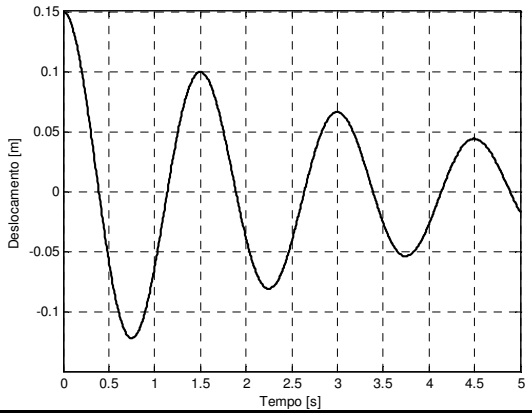
1-) A figura anexa mostra um modelo simplificado de 01 GDL de um módulo de excursão lunar. Uma massa rígida ($M = 2 \times 10^3$ *kg*) é assentada em quatro pernas flexíveis na direção axial e com massas desprezíveis quando comparadas à massa do módulo. Uma determinada cláusula do contrato para o projeto e construção do módulo estabelece que: *" ... O sistema deverá apresentar um período amortecido de oscilação na direção vertical na faixa $T_{dmin} < T_d < T_{dmax}$, sendo $T_{dmin} = 1s$ e $T_{dmax} = 2s$, e o fator de amortecimento equivalente do sistema não poderá ser inferior a $\zeta_{min} = 0{,}25$ ..."* . Seu trabalho como projetista é especificar um valor admissível para a constante elástica (*k*) de cada uma das quatro molas bem como a constante de amortecimento (*c*) para cada um dos quatro amortecedores viscosos pertencentes ao sistema de sustentação do módulo lunar tal que a cláusula contratual descrita acima seja atendida.

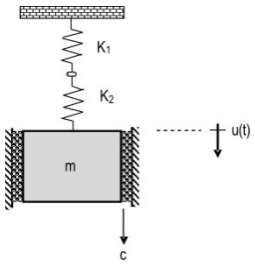


2-) Considere o sistema de 01 GDL mostrado ao lado para o qual tem-se m = 2,0 kg. No contato entre a massa e a guia vertical existe um fluído que introduz atrito viscoso no sistema de constante c desconhecida. A massa é lentamente puxada para baixo e quando atinge uma distância de 150 mm a partir de sua posição de equilíbrio estático é solta iniciando então um movimento oscilatório amortecido que foi medido e encontra-se exibido abaixo. Nestas condições:

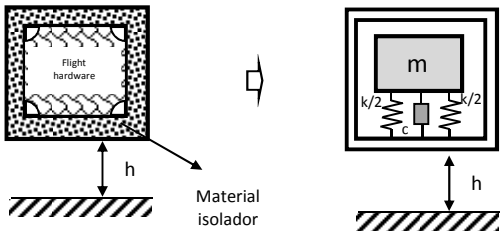
a) Estime o valor da frequência natural não amortecida do sistema ?

b) Obtenha estimativas para os valores admissíveis de k_1 e k_2 bem como para c.

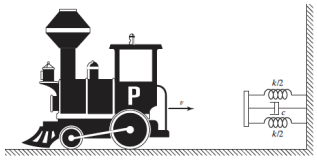




3-) A proteção de equipamentos eletrônicos de precisão para transporte se faz através do projeto adequado de um sistema de empacotamento principalmente quanto a quesitos de rigidez e amortecimento. A figura ilustra um componente de um satélite que acidentalmente sofre uma queda de uma altura h em relação ao solo e um modelo de 01 GDL associado. Neste modelo, a massa do material de empacotamento foi desprezada, somente uma rigidez e amortecimento equivalentes k e c foram consideradas. Nestas condições, determine inicialmente a resposta do sistema à entrada indicada na figura (mostre seus cálculos literais !) e em seguida determine qual deve ser o valor da constante de mola equivalente k para que a massa do componente m tenha um deslocamento máximo de 15 mm após o impacto com o solo rígido. Para esta parte do problema considere m = 4 kg, c = 340 Ns/m, h = 0,5 m. Assuma um choque perfeitamente inelástico com o solo. E se o choque for parcialmente elástico ?



4- Um veículo ferroviário de 2000 kg de massa viajando a uma velocidade constante e igual a v = 10 m/s é freado ao final dos trilhos por um sistema de acoplamento conforme mostra a figura anexa. São conhecidos: k = 80 N/mm e c = 20 N-s/mm. Determine: (i) o máximo deslocamento sofrido pelo veículo após o acoplamento; (ii) o intervalo de tempo transcorrido até alcançar o máximo deslocamento.

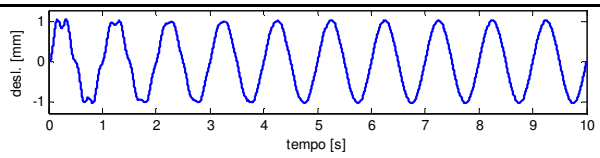


5-) Os gráficos em anexo mostram a resposta no domínio do tempo de dois sistemas de 01 GDL com amortecimento viscoso sujeitos ao mesmo carregamento senoidal $f(t) = f_0 \, sen(\omega t)$. As propriedades inerciais e dissipativas de ambos os sistemas são idênticas, porém suas constantes elásticas são distintas ($k_1 < k_2$).

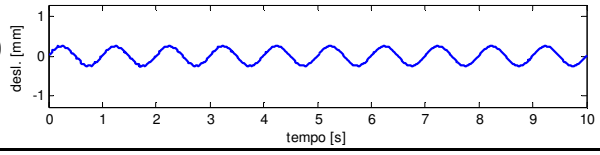
a)Indique ao lado se cada um dos casos corresponde a k_1 ou k_2. Justifique sua com base em conceitos teóricos da dinâmica estrutural.

b)Comente o que acontece nos instantes iniciais dos movimentos mostrados (t < 5 s).

Caso I ( )



Caso II ( )



6-) Durante uma das últimas missões do ônibus espacial ENDEAVOUR da NASA, os astronautas precisaram reparar um satélite que apresentou o seguinte defeito: o equipamento de aproximadamente 500 kg apresentou uma massa desbalanceada em rotação em 1500 rpm. Estimou-se que esta massa desbalanceada em rotação transmitia uma força de amplitude igual a 20000 N ao corpo do satélite. Os astronautas também concluíram que o satélite não poderia ser simplesmente desligado, mas tinha que ser fixado ao piso do módulo da ISS para que os necessários reparos pudessem ser efetuados. Para isto, havia uma questão importante relativa à segurança que deveria ser levada em conta: especificações do projeto da ISS estabeleciam que a força máxima a ser aplicada ao piso do módulo da ISS não poderia exceder 10000 N. Então para reduzir a força transmitida pelo satélite no seu estado de mau funcionamento ao piso da ISS os astronautas resolveram construir um isolador de vibrações a ser inserido entre o satélite e o piso. Eram disponíveis no momento três molas lineares cada uma possuindo k = 8 MN/m. Os astronautas obtiveram sucesso em limitar a força transmitida para o módulo aos níveis de segurança ? Se sim, explique como puderam eles construir um isolador usando apenas as três molas disponíveis. Caso contrário, explique o que deu errado para que eles não obtivessem sucesso na tarefa.