

Trabalho de grupo

Considere o sistema apresentado na Figura 1. Este sistema é constituído por 4 vigas e 3 massas móveis.

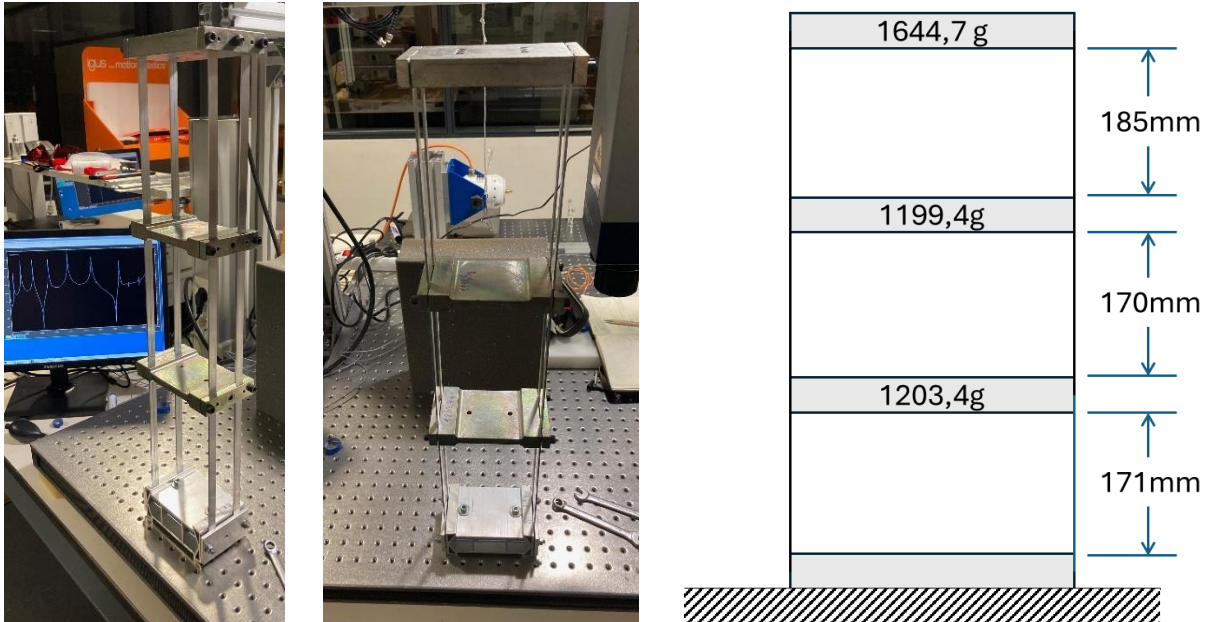


Figura 1 – Pórtico 3DOF

1. Estudo do comportamento dinâmico da estrutura

Represente o sistema mecânico representado através de um sistema discreto linear com 3 graus de liberdade. Discuta e justifique o grau de aproximação da descrição conseguida pelo sistema discreto escolhido e o comportamento do mecanismo real, designadamente no que respeita a: condições de fronteira consideradas, pontos de massa discretos considerados vs. massa distribuída das vigas, relação da rigidez da viga vs. rigidez dos blocos de massa e graus de liberdade considerados vs. graus de liberdade permitidos pelo mecanismo real.

Estabeleça o sistema de equações de movimento considerando os valores indicados na Figura 1 e que a rigidez de cada viga bi-encastrada pode ser aproximado a $k=12EI/L^3$ (E: Módulo de *Young* do material da viga, I: momento de inércia da secção da viga e L: comprimento livre da viga).

Módulo de Young : 70E9 Pa, secção da viga: 10mm x 2mm

Determine e represente os parâmetros modais que representam o modelo modal truncado do sistema discreto considerado.

Considerando as funções de resposta em frequência representadas na Figura 2 (e disponíveis no anexo FRFs_portico3DOF.mat) e sabendo que as massas indicadas na Figura 1 são as massas reais dos 3 blocos usados na construção do mecanismo, discuta o grau de aproximação dos valores calculados pelo modelo discreto considerado. Com base nos valores reais das frequências naturais corrija o modelo analítico.

Aspectos de valorização (não obrigatórios mas valorizados na avaliação):

- desenvolvimento de uma função ou rotina em Matlab, com interface gráfica (GUI) ou interface em comando (comandos introduzidos na linha de comando) que permita introduzir os parâmetros geométricos e materiais do sistema discreto, calcule os modos naturais (frequências e formas modais) e os represente (de preferência com animação).
- estudo numérico comparativo através do Método dos Elementos Finitos (usando Matlab ou um software comercial à escolha) que permita calcular os modos naturais do mecanismo representado, para além dos permitidos pelo modelo discreto com 3 graus de liberdade. Com a ajuda destes resultados, discutir o nível de representação conseguido pelo modelo discreto de 3GDL.

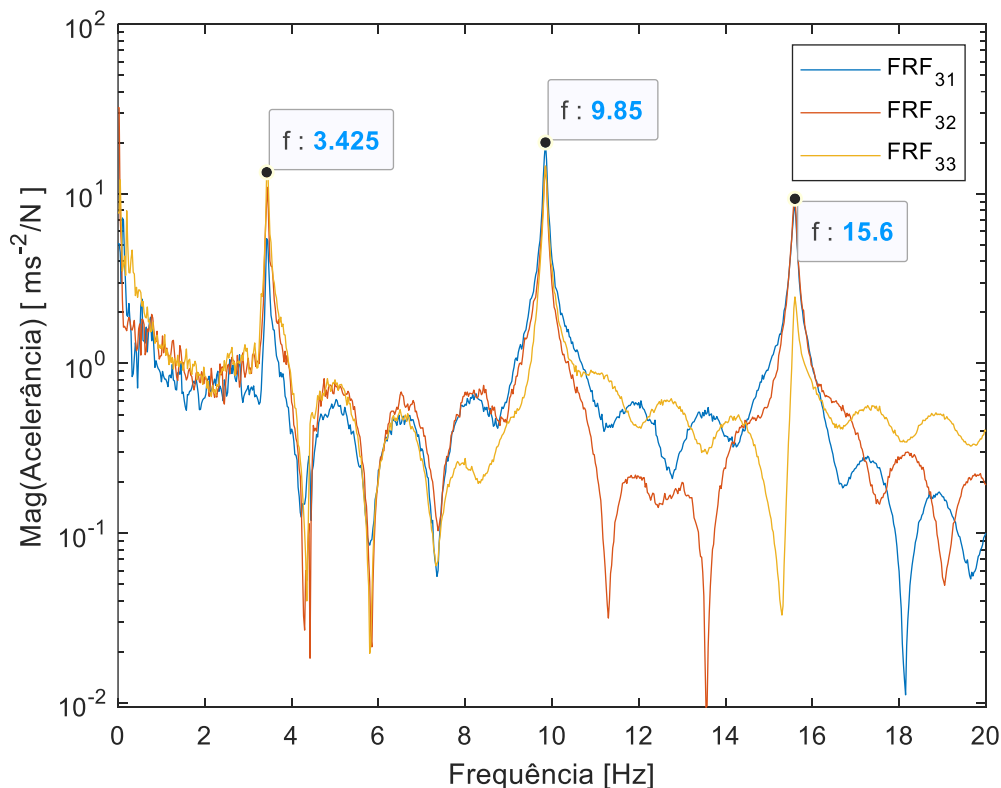


Figura 2 – Funções de resposta em frequência medidas com martelo de impacto (pontos 1,2 e 3) e acelerômetro (no ponto 3).

2. Modelação de um controlador

Determinar o modelo em espaço de estados. Considere como entrada uma força aplicada na massa de 1203,4g (m_1) e como saída medida pelo sensor a posição (x_3) da massa de 1644,7g (m_3).

Projetar um controlador baseado no “Linear Quadratic Regulator” (LQR). Dar prioridade à atenuação da vibração sentida na massa.

Projetar um observador de *Kalman* para estimar todos os estados (velocidades e posições)

Implementar o sistema de controlo em ambiente simulado (Matlab e Simulink)

Implementar o sistema de controlo em microcontrolador (Arduino uno)

Testar o controlador desenvolvido em microcontrolador em modelo desenvolvido em Matlab/Simulink.

Testar o sistema de controlo em ambiente experimental (utilização de um transdutor de posição laser para medição da posição, e de um excitador eletrodinâmico de 18N para atuar na massa m_1).

Formato de entrega:

- o relatório do trabalho será entregue em formato PDF, podendo ser acompanhado de anexos (rotinas, ficheiros, etc) até às 24h00 do dia 11 de janeiro (submissão online no E-learning).

- as apresentações realizar-se-ão no dia 13 de janeiro às 14h na sala definida (data, hora e local do exame de Época Normal). As apresentações, em formato Powerpoint, deverão ser submetidas online na plataforma E-Learning até às 11h00 do dia 13 de janeiro.