

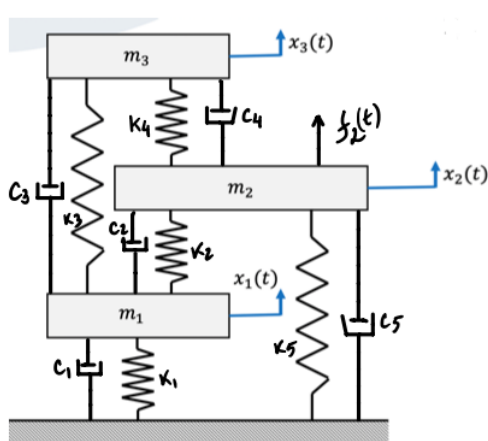
Dinâmica e Controlo de Veículos Espaciais

Trabalho prático: Controlo ativo de um sistema com 3 massas

Objetivos:

Modelar sistemas mecânicos com múltiplos graus de liberdade; representar a dinâmica dos sistemas no domínio do tempo e da frequência; projetar e implementar observadores de estado; projetar e implementar controladores com realimentação de estado; projetar e implementar sistemas de controlo ótimo;

O sistema a controlar:



$$[M]\{\ddot{x}(t)\} + [C]\{\dot{x}(t)\} + [K]\{x(t)\} = \{f(t)\}$$

$$[M] = \begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 \end{bmatrix}$$

$$[K] = \begin{bmatrix} K_1 + K_2 + K_3 & -K_2 & -K_3 \\ -K_2 & K_2 + K_4 + K_5 & -K_4 \\ -K_3 & -K_4 & K_3 + K_4 \end{bmatrix}$$

$$[C] = \begin{bmatrix} c_1 + c_2 + c_3 & -c_2 & -c_3 \\ -c_2 & c_2 + c_4 + c_5 & -c_4 \\ -c_3 & -c_4 & c_3 + c_4 \end{bmatrix}$$

Sistema com 3 massas e as respetivas equações espaciais

Valores a utilizar:

$m_1 = 1 \text{ Kg}$; $m_2 = 1 \text{ Kg}$; $m_3 = 1 \text{ Kg}$; $m_4 = 1 \text{ Kg}$; $m_5 = 1 \text{ Kg}$;

$K_1 = 10 \text{ N/m}$; $K_2 = 10 \text{ N/m}$; $K_3 = 10 \text{ N/m}$; $K_4 = 10 \text{ N/m}$; $K_5 = 10 \text{ N/m}$

$C_1 = 1 \text{ Ns/m}$; $C_2 = 1 \text{ Ns/m}$; $C_3 = 1 \text{ Ns/m}$; $C_4 = 1 \text{ Ns/m}$; $C_{5x1} = 1 \text{ Ns/m}$;

1. A partir da representação espacial:

- represente o modelo do sistema em espaço de estados
- determine a resposta do sistema (todos os estados) considerando somente as seguintes posições iniciais para as massas ($x_{10} = 0$; $x_{20} = 0.3$; $x_{30} = 0.3$)
- avalie se o sistema é estável em malha fechada
- represente a resposta em frequência para a posição da massa m_3

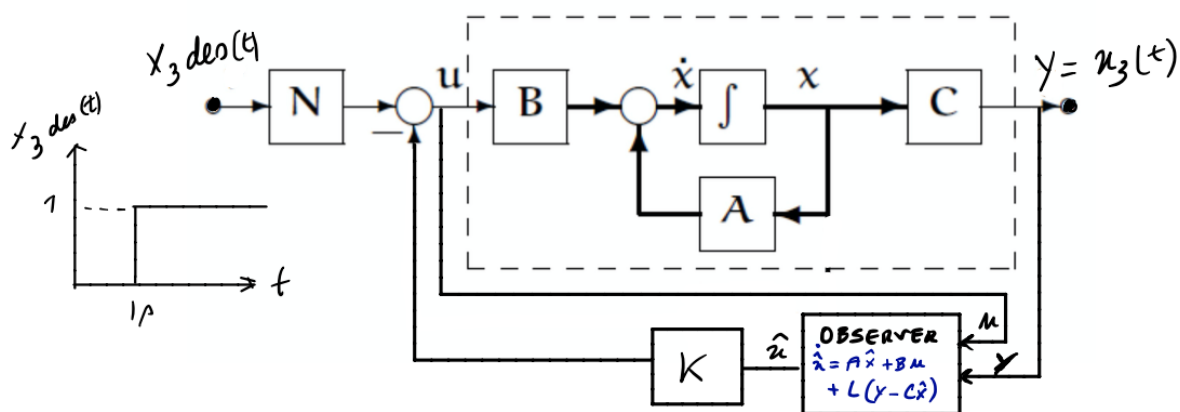
2. Implemente um controlador com posicionamento de polos, supondo que todos os estados são medidos (utilize um script do Matlab para introduzir os dados; simular o modelo em Simulink (função sim) e ilustrar os resultados em gráficos (ilustrar as posições das 3 massas com e sem controlo). Nota: deve verificar se o sistema é observável e controlável

3. Implemente um controlador realimentação de estado (posicionamento de polos), supondo que somente o estado x_3 é medido (utilize um script do Matlab para introduzir os dados; simular o modelo em simulink (função sim) e ilustrar os resultados em gráficos (ilustrar as posições das 3 massas com e sem controlo). Nota: deve verificar se o sistema é observável e controlável e implementar um observador para estimar todos os outros estados.

4. Implemente um regulador utilizando um controlador ótimo (LQR – *Linear Quadratic Regulator*), utilizando o observador de estado desenvolvido na alínea anterior Requisitos para o controlo:

- a posição da massa m_3 deve ser estabilizada mais rapidamente que todas as outras variáveis de estado;
- o esforço (força f_2) deve ser moderado (menor que 50 N)

5. Com o controlador implementado no ponto 4, implemente um controlador de posição para a posição da massa m_3 , com erro nulo à resposta a um degrau unitário. Nota: Deve definir o ganho para a frente N (figura seguinte)



Notas:

- Trabalho a realizar na aula de 12 de Novembro em grupos de 2 alunos
- Submissão do trabalho no site da UC até às 19h do dia 27 de Novembro de 2024 (Pasta comprimida com os ficheiros do Matlab (devidamente comentados) e Simulink)