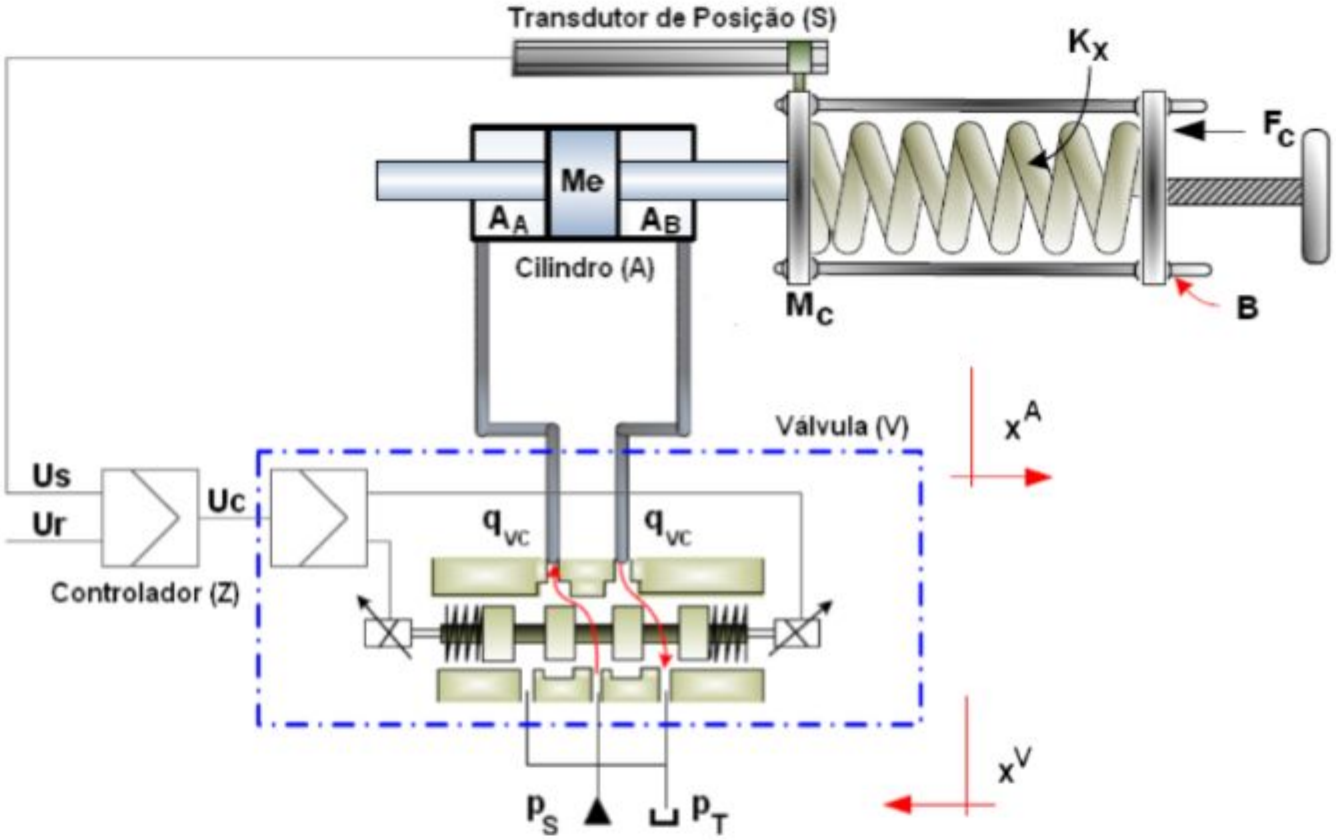
Controle Robusto - DAS410067

Controle de posição de um cilindro hidráulico

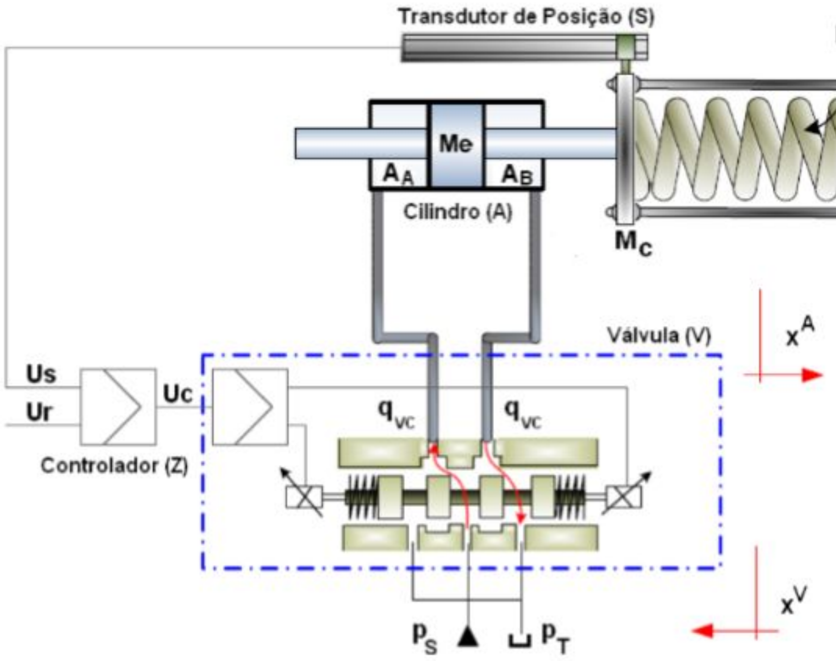
Guilherme Henrique Ludwig

02 de outubro de 2023

Contextualização

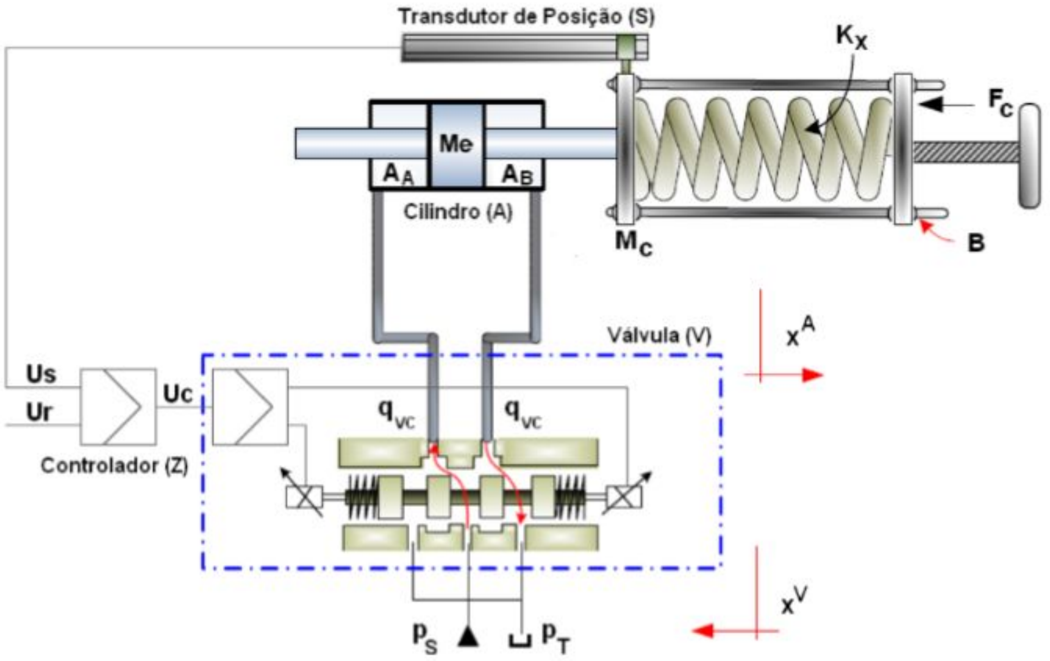


Sistema



$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 \\ \dot{x}_2 = x_3 \\ \dot{x}_3 = \frac{4\beta A}{V_t M_e}\left[\left(U_c k_{q0} - \frac{F_C k_{c0}}{A}\right) - x_3\left(\frac{V_t B}{4\beta A} + \frac{M_e k_{c0}}{A}\right) - x_2\left(A + \frac{V_t K_x}{4\beta A} + \frac{B k_{c0}}{A}\right) - x_1 \frac{K_x}{A} k_{c0}\right] \end{cases}$$

Sistema



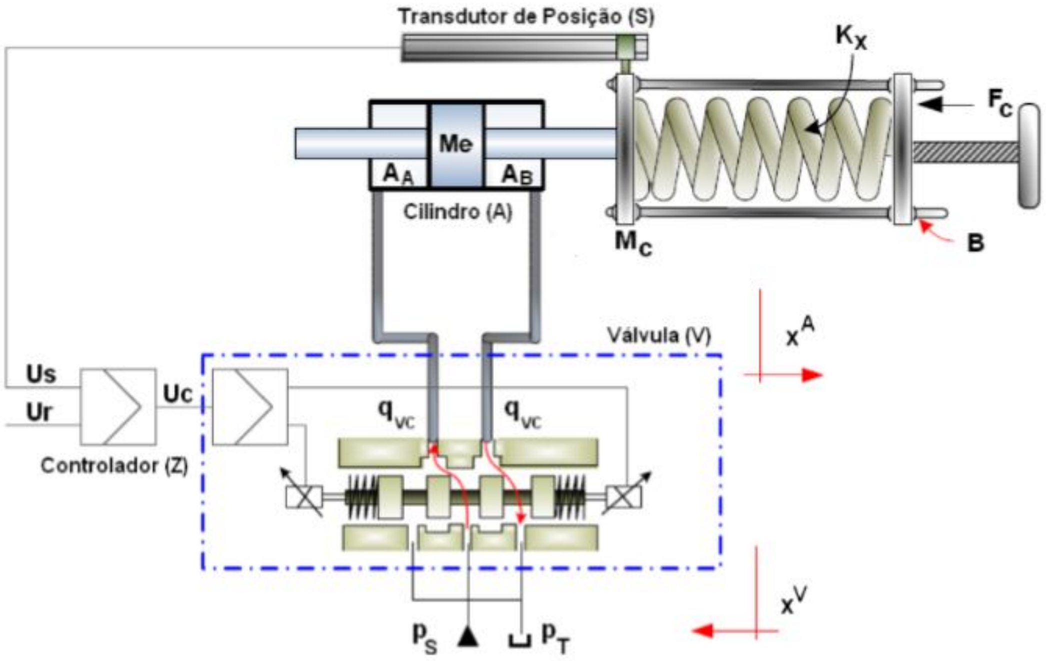
$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -\frac{K_x k_{c0} 4\beta}{V_t M_e} & -\left(\frac{A^2 4\beta}{V_t M_e} + \frac{K_x}{M_e} + \frac{B k_{c0} 4\beta}{V_t M_e}\right) & -\left(\frac{B}{M_e} + \frac{k_{c0} 4\beta}{V_t}\right) \end{pmatrix},$$

$$B_u = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{4\beta A k_{q0}}{V_t M_e} \end{pmatrix},$$

$$B_w = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -\frac{4\beta k_{c0}}{V_t M_e} \end{pmatrix},$$

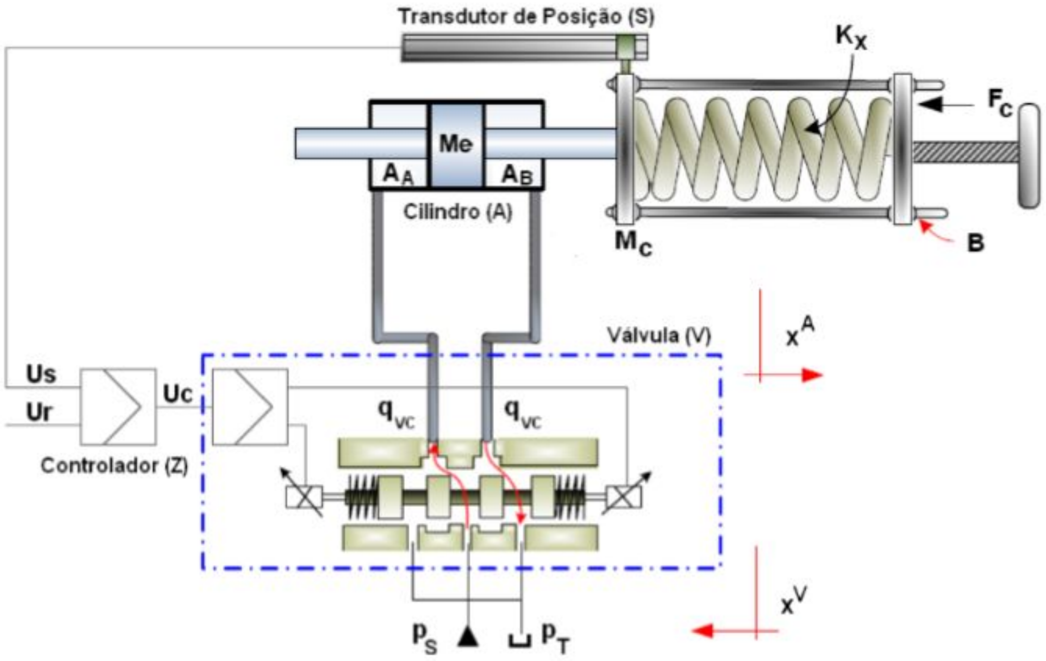
$$C = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

Sistema



$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + B_u u + B_w w \\ y = Cx \end{cases}$$

Sistema



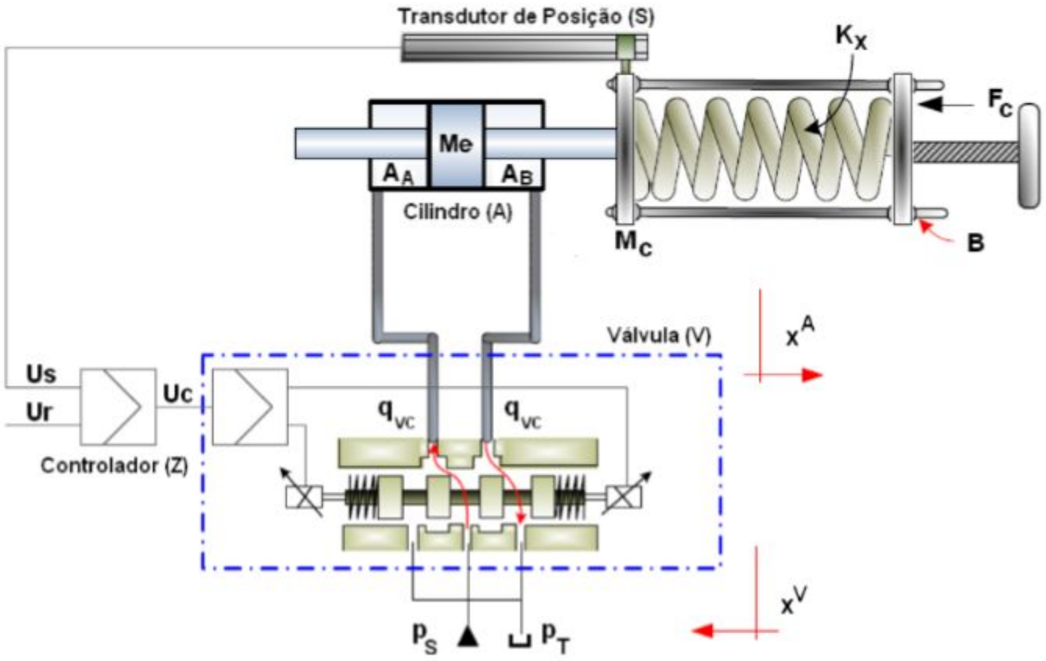
$$AA = \begin{pmatrix} A & zeros(3,1) \\ -C & 0 \end{pmatrix}$$

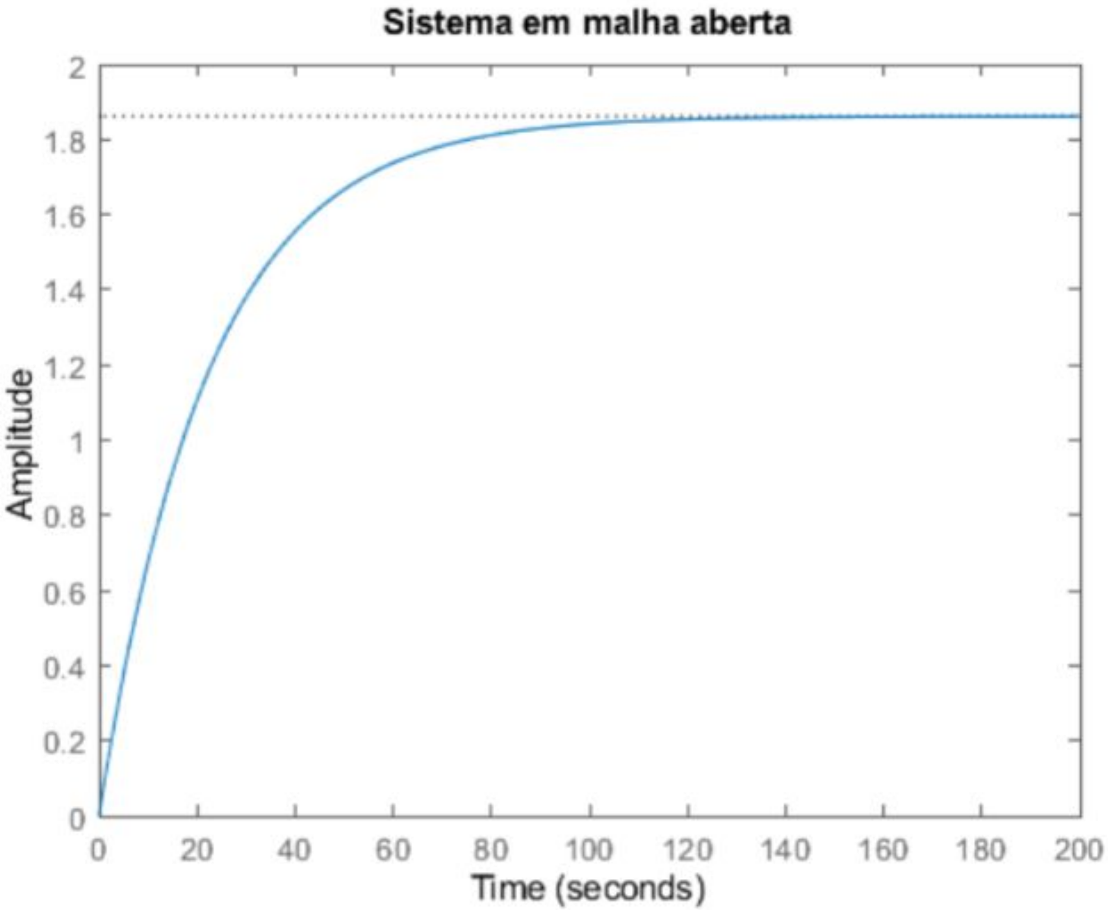
$$B_{uA} = \begin{pmatrix} B_u \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$B_{wA} = \begin{pmatrix} B_w \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$C = \begin{pmatrix} C_A & 0 \end{pmatrix}$$

Sistema


Transdutor de Posição (S)
K_X
F_C
Me
A_A
A_B
Cilindro (A)
M_C
B
Válvula (V)
x^A
Us
Uc
Ur
q_{VC}
q_{VC}
Controlador (Z)
x^V
p_S
p_T

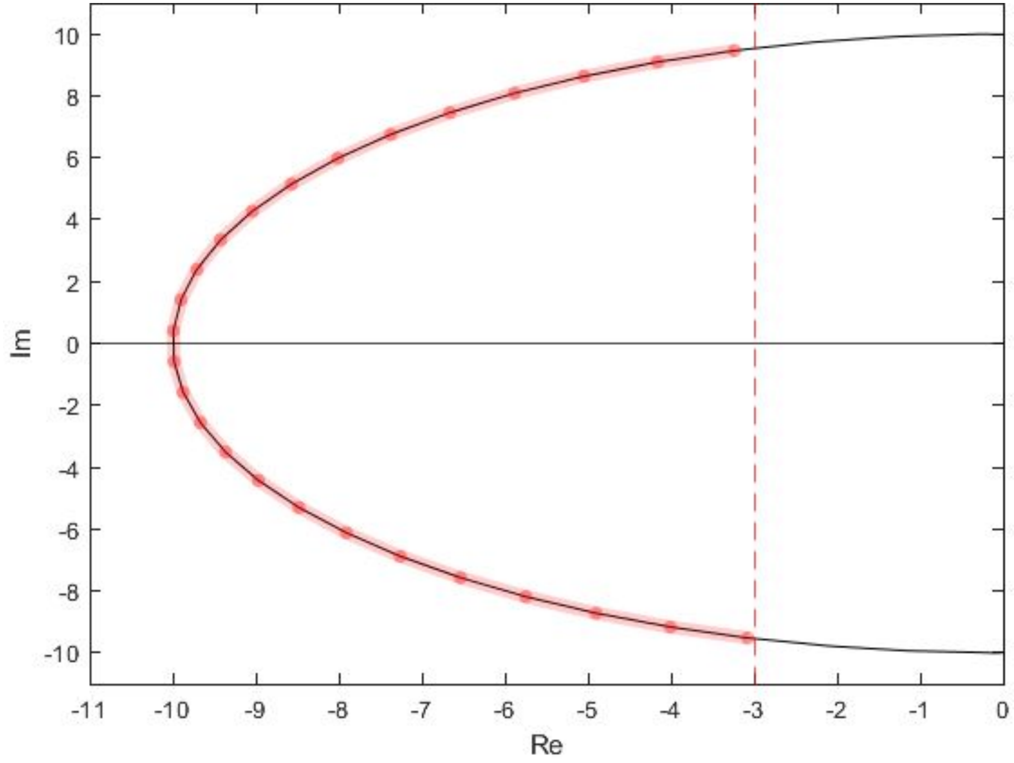

Sistema em malha aberta
Amplitude
Time (seconds)
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
1.4
1.6
1.8
2
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200

Requisitos

1. Tempo de 5% em malha fechada <= 1 segundo
2. Rejeição de perturbações degrau em regime permanente
3. Sobressinal máximo de 5%

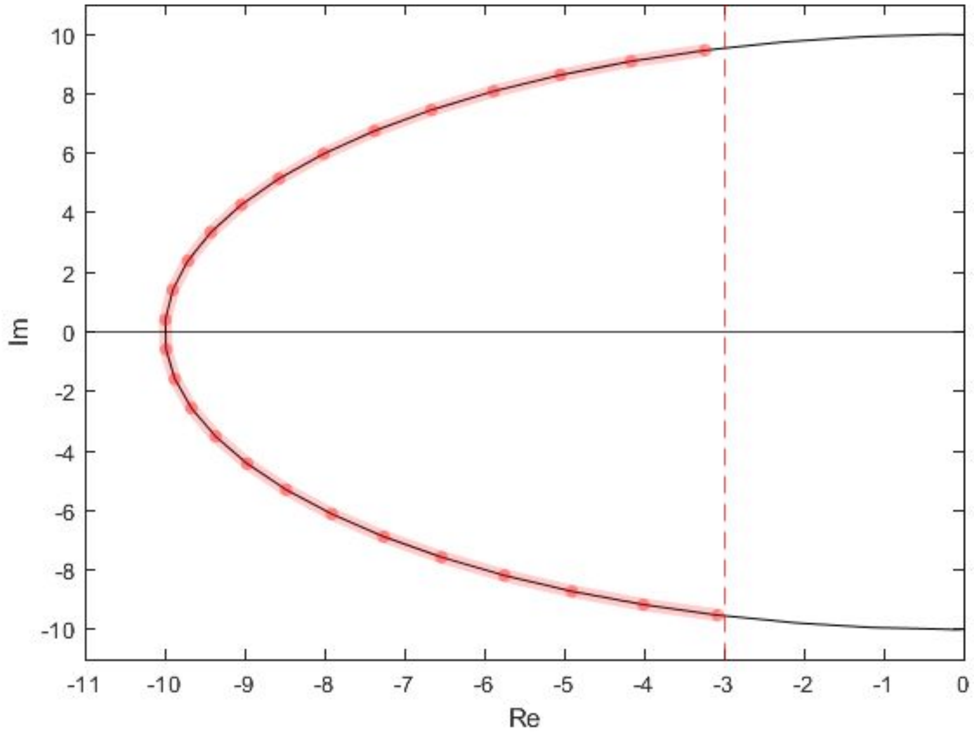
Projeto

Após alguns cenários de simulação e projeto no Matlab, definiu-se que os polos de malha fechada deveriam estar dentro de uma circunferência de raio 10 e ter parte real menor que -3.



Projeto

Após alguns cenários de simulação e projeto no Matlab, definiu-se que os polos de malha fechada deveriam estar dentro de uma circunferência de raio 10 e ter parte real menor que -3.



$$L_1 = 6,$$

$$M_1 = 1,$$

$$L_2 = \begin{pmatrix} -10 & 0 \\ 0 & -10 \end{pmatrix},$$

$$M_2 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Projeto

Além disso, supôs-se que o sistema pode apresentar incerteza na estimação na constante Kx da mola de retorno de até 2%. Ou seja, definiu-se o vetor PS e matriz A1:

$$PS = \begin{pmatrix} 0.02 & -0.02 \end{pmatrix}$$

$$A_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{K_x k_{c0} 4\beta}{V_t M_e} & -\frac{K_x}{M_e} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Projeto

Definiu-se as LMIs:

$$\gamma - trace(M) >= 0,$$

$$\begin{pmatrix} M & (C_A P + DW) \\ (C_A P + DW)' & P \end{pmatrix} \geq 0,$$

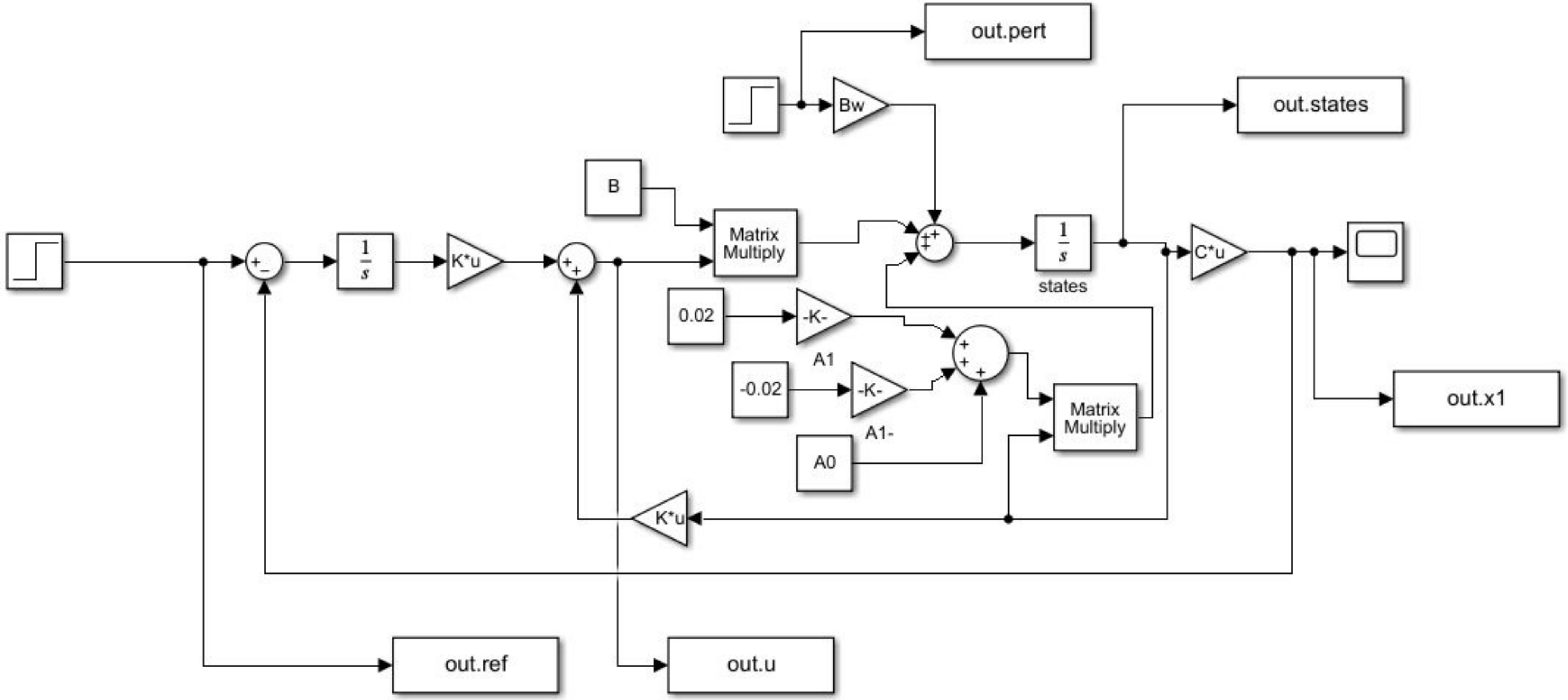
$$(A_d P + B_{uA} W) + (A_d P + B_{uA} W)' + B_{wA} B'_{wA} \leq 0,$$

$$L_1 \bigotimes P + M_1 \bigotimes (A_d P + B_{uA} W) + M'_1 \bigotimes (A_d P + B_{uA} W)' \leq 0,$$

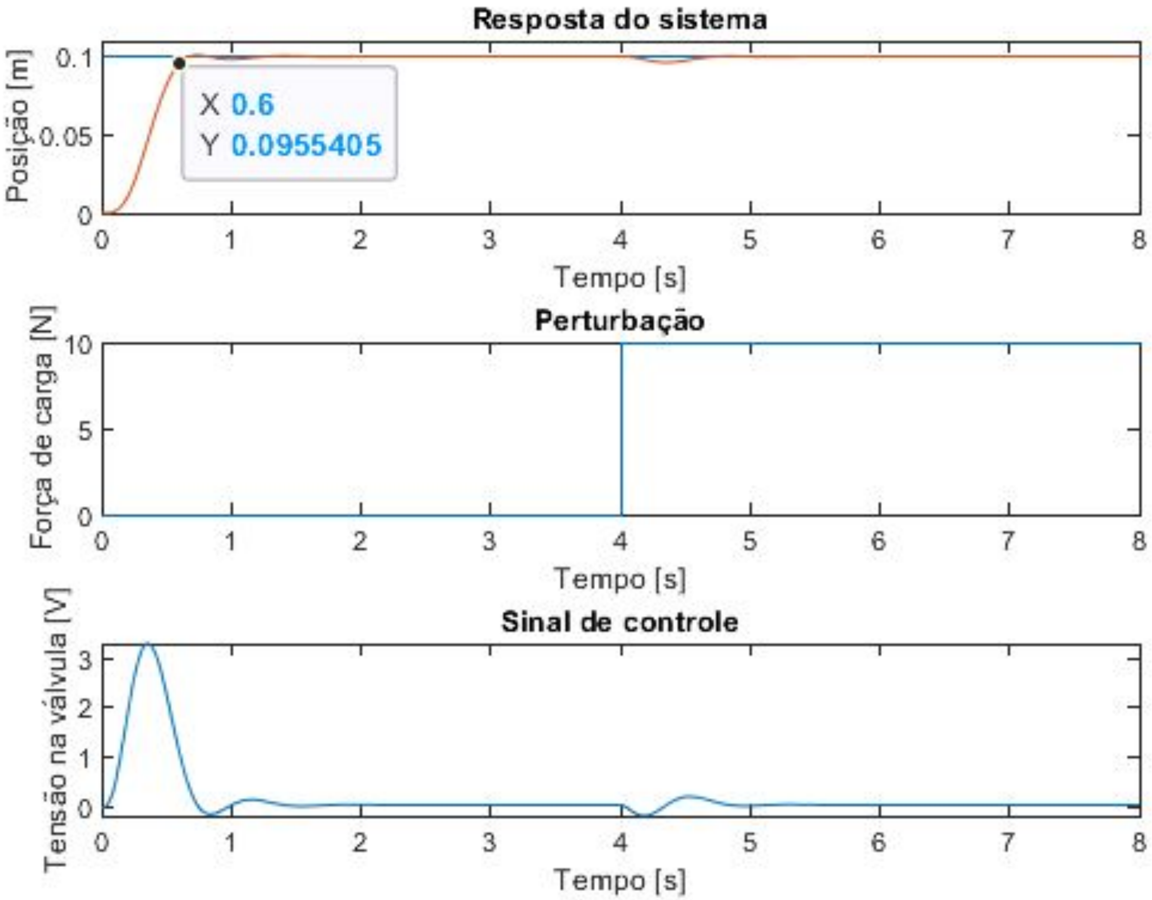
$$L_2 \bigotimes P + M_2 \bigotimes (A_d P + B_{uA} W) + M'_2 \bigotimes (A_d P + B_{uA} W)' \leq 0$$

sendo $A_d = A_A + PS(i) A_1$.

Resultados obtidos



Resultados obtidos



Resultados obtidos