Iniciado em	quinta, 22 abr 2021, 08:35
Estado	Finalizada
Concluída em	sábado, 24 abr 2021, 15:40
Tempo empregado	2 dias 7 horas
Notas	2,0/2,0
Avaliar	**10,0** de um máximo de 10,0(**100**%)

Questão **1**

Correto

Atingiu 1,0 de 1,0

Considere o sistema abaixo:

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 4 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

$$y = [2 \quad 0] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

Observe que esse sistema é instavel, uma vez que seus polos são $s_{1,2} = \pm 2$. Para estabilizar o sistema, utilize a técnica de realimentação de estados e projete o vetor de ganhos K de forma que os polos do sistema, em malha fechada, sejam $s_{1,2} = -2$.

A matriz de controlabilidade tem a forma $M = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} \\ m_{21} & m_{22} \end{bmatrix}$. Assim, os elementos da matriz M são:

$m_{11} =$ 0 , $m_{12} =$ 1 ,

$m_{21} =$ 1 , $m_{22} =$ 0 .

O posto da matriz de controlabilidade é: 2 .

Portanto, o sistema é: Controlável .

O polinômio característico desejado para o sistema é: $\phi(s) =$ 1 s^2+ 4 $s+$ 4 .

A matriz $\phi(A)$ tem a forma $\phi(A) = \begin{bmatrix} \phi_{11} & \phi_{12} \\ \phi_{21} & \phi_{22} \end{bmatrix}$. Assim, os elementos da matriz $\phi(A)$ são:

$\phi_{11} =$ 8 , $\phi_{12} =$ 4 ,

$\phi_{21} =$ 16 , $\phi_{22} =$ 8 .

O vetor de ganhos do controlador é: $K = [$ 8 4 $]$.

O sistema em malha fechada é representado por:

$$\dot{x} = A_{MF}x + B_{MF}u,$$
$$y = C_{MF}x.$$

Considere as estruturas das matrizes abaixo:

$A_{MF} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$. Assim, os elementos da matriz A_{MF} são:

$a_{11} =$ 0 , $a_{12} =$ 1 ,

$a_{21} =$ -4 , $m_{22} =$ -4 .

$B_{MF} = [\, b_{11} \quad b_{21} \,]^T$. Assim, os elementos da matriz B_{MF} são:

$b_{11} =$ 0 ,

$b_{21} =$ 0 .

$C_{MF} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \end{bmatrix}$. Assim, os elementos da matriz C_{MF} são:

$c_{11} =$ 2 , $c_{12} =$ 0 .

Questão **2**

Correto

Atingiu 1,0 de 1,0

Considere o sistema abaixo:

$$\begin{bmatrix}\dot{x}_1\\ \dot{x}_2\\ \dot{x}_3\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 1\\ -8 & -8 & -4\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_1\\ x_2\\ x_3\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}0\\ 0\\ 1\end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix}4 & 0 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_1\\ x_2\\ x_3\end{bmatrix}$$

Utilize a técnica de realimentação de estados e projete o vetor de ganhos K de forma que os polos do sistema, em malha fechada, sejam $s_{1,2} = -2$ e $s_3 = -20$.

Os polos do sistema são: $s_{1,2} =$ -1 ✔ $\pm$ 1.732 ✔ e $s_3 =$ -2 ✔ .

A matriz de controlabilidade tem a forma $M = \begin{bmatrix}m_{11} & m_{12} & m_{13}\\ m_{21} & m_{22} & m_{23}\\ m_{31} & m_{32} & m_{33}\end{bmatrix}$. Assim, os elementos da matriz M são:

$m_{11} =$ 0 ✔ , $m_{12} =$ 0 ✔ , $m_{13} =$ 1 ✔ ,
$m_{21} =$ 0 ✔ , $m_{22} =$ 1 ✔ , $m_{23} =$ -4 ✔ ,
$m_{31} =$ 1 ✔ , $m_{32} =$ -4 ✔ , $m_{33} =$ 8 ✔ .

O posto da matriz de controlabilidade é: 3 ✔ .

Portanto, o sistema é: Controlável ✔ .

O polinômio característico desejado para o sistema é: $\phi(s) =$ 1 ✔ s^3+ 24 ✔ s^2+ 84 ✔ $s+$ 80 ✔ .

A matriz $\phi(A)$ tem a forma $\phi(A) = \begin{bmatrix}\phi_{11} & \phi_{12} & \phi_{13}\\ \phi_{21} & \phi_{22} & \phi_{23}\\ \phi_{31} & \phi_{32} & \phi_{33}\end{bmatrix}$. Assim, os elementos da matriz $\phi(A)$ são:

$\phi_{11} =$ 72 ✔ , $\phi_{12} =$ 76 ✔ , $\phi_{13} =$ 20 ✔ ,
$\phi_{21} =$ -160 ✔ , $\phi_{22} =$ -88 ✔ , $\phi_{23} =$ -4 ✔ ,
$\phi_{31} =$ 32 ✔ , $\phi_{32} =$ -128 ✔ , $\phi_{33} =$ -72 ✔ .

O vetor de ganhos do controlador é: $K =$ [72 ✔ 76 ✔ 20 ✔].

O sistema em malha fechada é representado por:

$$\dot{x} = A_{MF}x + B_{MF}u,$$
$$y = C_{MF}x.$$

Considere as estruturas das matrizes abaixo:

$A_{MF} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$. Assim, os elementos da matriz A_{MF} são:

$a_{11} =$ 0 , $a_{12} =$ 1 , $a_{13} =$ 0 ,
$a_{21} =$ 0 , $a_{22} =$ 0 , $a_{23} =$ 1 ,
$a_{31} =$ -80 , $a_{32} =$ -84 , $a_{33} =$ -24 .

$B_{MF} = [\, b_{11} \quad b_{21} \quad b_{31} \,]^T$. Assim, os elementos da matriz B_{MF} são:

$b_{11} =$ 0 ,
$b_{21} =$ 0 ,
$b_{31} =$ 0 .

$C_{MF} = [\, c_{11} \quad c_{12} \quad c_{13} \,]$. Assim, os elementos da matriz C_{MF} são:

$c_{11} =$ 4 , $c_{12} =$ 0 , $c_{13} =$ 0 .

◄ Script Python

Seguir para...

Aula 12 - Projeto de Controladores em Espaço de Estados - Parte 1 ►