Ingeniería de Control II

Tema 7:
Modelado y Análisis de Sistemas en el Espacio de Estados

D. Copaci, C. Monje, M. Malfaz, J. Muñoz,
L. Moreno, S. Garrido

2025

Ejercicio 1

Linealizar en torno a un punto de operación el sistema dado por las siguientes ecuaciones en el espacio de estados:

$$
\begin{aligned}
\dot{x}_1 &= ax_1 + bx_2x_3 \\
\dot{x}_2 &= cx_3 + x_4u_1 \\
\dot{x}_3 &= u_1 + x_2x_4 \\
\dot{x}_4 &= x_1 + dx_3(1 - u_2)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
y_1 &= ex_1 + x_2 \\
y_2 &= x_3x_4
\end{aligned}
$$

Ejercicio 2

Calcular las tres formas canónicas: Controlable, Observable y Jordan, del sistema cuya función de transferencia es la siguiente:

$$\frac{Y(z)}{U(z)} = \frac{z+1}{z^2 + 1{,}3z + 0{,}4}$$

Ejercicio 3

Calcular las tres formas canónicas: Controlable, Observable y Jordan, del sistema cuya función de transferencia es la siguiente:

$$\frac{Y(z)}{U(z)} = \frac{(z+0{,}5)(z-0{,}4)}{(z+1)(z-0{,}5)(z-0{,}5)}$$

Ejercicio 4

Calcular las tres formas canónicas: Controlable, Observable y Jordan, del sistema cuya función de transferencia es la siguiente:

$$\frac{Y(z)}{U(z)} = \frac{(z+0{,}3)(z-0{,}5)(z+0{,}8)}{(z-1)^2(z-0{,}5)(z+0{,}2)}$$

Ejercicio 5

Obtener las matrices T que permiten la conversión a las formas canónicas observable y controlable dado el siguiente sistema:

$$\begin{bmatrix} x_1(k+1) \\ x_2(k+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 2 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(k) \\ x_2(k) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} u(k)$$

$$y(k) = \begin{bmatrix} 3 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(k) \\ x_2(k) \end{bmatrix}$$

Ejercicio 6

Obtener la matriz de transformación T que permite convertir a la forma canónica de Jordan para la siguiente representación de estado:

$$\begin{bmatrix} x_1(k+1) \\ x_2(k+1) \\ x_3(k+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(k) \\ x_2(k) \\ x_3(k) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} u(k)$$

$$y(k) = \begin{bmatrix} 3 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(k) \\ x_2(k) \\ x_3(k) \end{bmatrix}$$