

EXAMEN DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE CONTROL

(2ª Parte: Control en Espacio de Estado) Junio 2007

Problema 1 (5 puntos)

Dado el sistema caracterizado por las siguientes ecuaciones:

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & 0 & -1 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

$$y = [0 \ 1 \ 0 \ 1] x$$

Se pide:

a) Dividirlo, aplicando el teorema de Kalman, en los diferentes subsistemas

Detallar todos los cálculos realizados expresando las matrices del modelo de cada uno de los subsistemas, así como la matriz de transformación.

(3,5 puntos)

b) Representar gráficamente los diferentes subsistemas y su interrelación.

(0,5 puntos)

c) ¿Pueden alcanzarse, partiendo desde el estado inicial nulo, los siguientes puntos del espacio de estados: $[0 \ 1 \ 1 \ 0]^T$ y $[0 \ 0 \ 1 \ 1]^T$? Razonar la respuesta.

(0,5 puntos)

d) ¿Pueden ser observados, a partir de la entrada y la salida, los estados anteriores? Razonar la respuesta.

(0,5 puntos)

Problema 2 (5 puntos)

Sea el sistema discreto representado por la siguiente función de transferencia:

$$\frac{Y(z)}{U(z)} = \frac{0.25(z+0.5)}{(z-0.9)(z-0.8)}$$

Obtenido mediante la discretización del correspondiente proceso continuo a $T = 0.1$ seg.

Considerando que sólo es conocida la salida y la entrada del sistema, diseñar un control por realimentación del estado de forma cumpla las siguientes especificaciones:

$$t_s = \frac{\pi}{2}$$

$$\theta = 60^\circ$$

Además no debe existir error en régimen permanente ante una entrada en escalón unitario (la salida debe seguir a la entrada en régimen permanente ante cualquier perturbación), por lo que debe incorporar un regulador integral.

Dibujar el diagrama de bloques del conjunto indicando flujos monovariantes (trazo simple) o multivariantes (trazo doble) según proceda.

Puntuación del problema:

- | | |
|---|--------------|
| 1. Modelo de estado, análisis del sistema y especificaciones: | (1 punto) |
| 2. Diseño del Observador: | (1 puntos) |
| 3. Diseño del Controlador: | (2,5 puntos) |
| 4. Representación gráfica del sistema de control: | (0,5 puntos) |

FORMULARIO:

Tiempo de establecimiento para un sistema continuo de segundo orden ante entrada escalón:

$$t_s \approx \frac{\pi}{\sigma} \quad (\zeta \ll 1), \quad t_s \approx \frac{4,73}{\sigma} \quad (\zeta = 1) \quad M_p = e^{\frac{-\pi}{\zeta \theta}} \cdot 100\%$$

$$G(s) = \frac{K \cdot \omega_n^2}{s^2 + 2 \cdot \zeta \cdot \omega_n \cdot s + \omega_n^2}$$

$\zeta = \cos \theta$ ($0 < \zeta \leq 1$) → Coeficiente de amortiguamiento

$\sigma = \zeta \cdot \omega_n$ ($0 < \zeta \leq 1$) → Factor de establecimiento

$\omega_d = \omega_n \cdot \sqrt{1 - \zeta^2}$ ($0 < \zeta \leq 1$) → Frecuencia amortiguada

Polos del sistema

$$s_{1,2} = -\sigma \pm j \cdot \omega_d \quad (0 < \zeta \leq 1), \quad s_{1,2} = -\zeta \omega_n \pm \omega_n \sqrt{\zeta^2 - 1} \quad (\zeta > 1)$$

Polos del sistema discreto: $z_r = e^{p_r T}$ (p_r polos del sistema continuo)

