EXAMEN DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE CONTROL

(2ª Parte: Control en Espacio de Estado)   Junio 2006

Problema 1 (3.5 puntos)

Dado el sistema caracterizado por las siguientes ecuaciones:

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} -0.5 & 0 & 0 & 0.5 \\ 0 & -1 & 0 & -0.5 \\ -0.5 & 1 & -0.5 & -0.5 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \\ -0.5 \\ 0 \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} 0 & -0.5 & 0 & 1.5 \end{bmatrix} x$$

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.

(2 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: $[0\ -1\ -0.5\ 0]^T$ y $[1\ 1\ 0.5\ 1]^T$? 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 (2.5 puntos)

Para el sistema indicado por el siguiente diagrama de bloques, obtener el modelo de estado utilizando el método de las salidas de los integradores.

$$\mathbf{u} \longrightarrow \boxed{\frac{s^3 + 2s^2 - 4}{s^3 + 2s^2 + 5s + 5}} \longrightarrow \mathbf{y}$$

Problema 3 (4 puntos)

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

$$\frac{Y(z)}{U(z)} = \frac{z + 0.5}{z^2 - 1.5z + 0.5}$$

Periodo de muestreo $T = 0.05s$.

Considerando que sólo es conocida la salida y la entrada del sistema, diseñar un control por realimentación del estado de forma que el tiempo de establecimiento sea menor a 1 segundo y el valor de pico de sobreoscilación (M_p) no supere el 15%. Los polos restantes se situarán en el origen.

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 monovariables (trazo simple) o multivariables (trazo doble) según proceda.

Puntuación del problema:

1. Modelo de estado, análisis del sistema y especificaciones: (0.5 puntos)
2. Diseño del Observador: (1 puntos)
3. Diseño del Controlador: (2.25 puntos)
4. Representación gráfica del sistema de control: (0.25 puntos)

FORMULARIO:

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

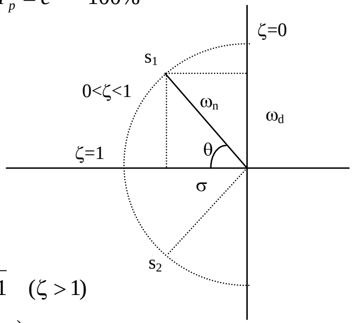
$$t_s \approx \frac{\pi}{\sigma} \quad (\zeta << 1), \qquad t_s \approx \frac{4{,}73}{\sigma} \quad (\zeta = 1) \qquad M_p = e^{\frac{-\pi}{tg\,\theta}} \cdot 100\%$$

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

$\zeta = \cos\theta \quad (0 < \zeta \le 1) \quad \rightarrow$ Coeficiente de amortiguamiento

$\sigma = \zeta \cdot \omega_n \quad (0 < \zeta \le 1) \quad \rightarrow$ Factor de establecimiento

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



Polos del sistema

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

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