

1. Dadas las ecuaciones de estado de un sistema no lineal

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_1(2 - x_1 - 2x_2) \\ \dot{x}_2 = x_2(3 - x_1 - x_2) + u \end{cases}, \quad y = (x_1 - 1)^2$$

- (a) Encuentre todos los puntos de equilibrio para $u=0$ considerando $x_1>0, x_2>0$.
- (b) Linealice las ecuaciones de estado y salida del sistema en torno a **uno** de los puntos de equilibrio hallados (no elija el origen)
- (c) Halle los autovalores y autovectores del sistema lineal resultante en (b) y determine la naturaleza del punto de equilibrio. Esquematice las trayectorias en el espacio de estados.

2. Para el modelo de estados:

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 2 & -2 \end{bmatrix} \mathbf{x}(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} u(t), \quad y(t) = [1 \quad -1] \mathbf{x}(t)$$

- (a) Halle el modelo discreto equivalente ZOH en función del tiempo de muestreo T . Explique si la controlabilidad y observabilidad del ZOH dependen del tiempo de muestreo. Fundamente.
- (b) Obtenga los valores de las matrices cuando $T = 0.1$ seg.
- (c) Obtenga la función transferencia salida-entrada del modelo discreto.

3. El modelo discretizado de un sistema es:

$$\mathbf{x}(k+1) = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 0.5 \end{bmatrix} \mathbf{x}(k) + \begin{bmatrix} 0 \\ 0.5 \end{bmatrix} u(k), \quad y(k) = [-2 \quad 0] \mathbf{x}(k)$$

Se desea realimentarlo de modo de estabilizarlo y que $0.8 \pm j0.245$ resulten polos de lazo cerrado del sistema. Se dispone solamente de las medidas de la salida.

- (a) Verifique que el sistema es controlable y calcule la matriz de realimentación de estados \mathbf{L} .
- (b) Verifique que el sistema es observable.
- (c) Diseñe un observador predictivo de orden total y obtenga las ecuaciones de estado del sistema realimentado incluyendo el observador.
- (d) Diseñe un observador de orden reducido.

4. *a)* ¿Por qué un regulador basado en un observador de orden completo tiene generalmente márgenes de estabilidad menores que un regulador estándar (es decir, basado directamente en realimentación de estados)?
- b)* Dado que en el diseño de un regulador para un sistema controlable se pueden asegurar los polos en cualquier región del plano complejo z , ¿Cuáles consideraciones tendría en cuenta para una apropiada asignación de los mismos en sistemas discretos (explicarla con palabras o gráficos)? ¿Cuáles asignaciones evitaría y por qué?
- c)* De acuerdo a su experiencia en el diseño de reguladores en las clases prácticas y los laboratorios, ¿cuál de los diferentes métodos cree que tiene una gran versatilidad y le ha dado los mejores resultados?
- d)* ¿Por qué es importante calcular los márgenes de fase y ganancia en un sistema regulador para el cual ya se han preseleccionado los polos de lazo cerrado mediante una realimentación de estados?