

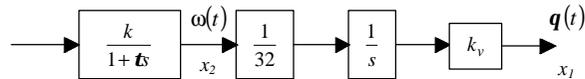


**EXAMEN DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE CONTROL**

**(2ª Parte) Septiembre 2001**

**Problema 1**

Para el sistema indicado en la figura compuesto por un motor de corriente continua acoplado a una reductora:



Se pide:

- a) Obtener el modelo de estado continuo del sistema indicado anteriormente considerando como variables de estado las variables  $x_1$  (posición angular a la salida de la reductora) y  $x_2$  (velocidad de giro del motor). (El modelo debe estar en términos de las constantes indicadas sin sustituir su valor)  
(1.5 puntos)
- b) Se desea realizar un control por computador para el sistema propuesto. Indicar simbólicamente el método de obtención del sistema discreto equivalente.  
(1.5 puntos)
- c) Representar el diagrama de bloques del esquema de control por realimentación del estado y de la salida, de forma que se elimine el error en régimen permanente a la vez que se ubican los polos del sistema. (Debe utilizarse propio el integrador del sistema no pudiéndose añadir ningún integrador adicional):  
(2 puntos)
- d) Explicar detalladamente el método de cálculo de las matrices de realimentación del modelo propuesto.  
(3 puntos)
- e) Realizar el cálculo del esquema de control diseñado anteriormente que ubique los polos del sistema en  $z_{1,2}=0.9$  partiendo de los siguientes datos:  
 $k = 0.857$   
 $\tau = 0.43 \quad T = 0.01$   
 $K_v = 163$   
 (2 puntos)

**Problema 2**

Sea el sistema discreto representado por las siguientes ecuaciones:

$$x[(k+1)T] = Gx(kT) + Hu(kT)$$

$$y(kT) = Cx(kT)$$

donde

$$T = 0.1s \quad G = \begin{bmatrix} 0.75 & -1.75 & 0.25 \\ -1 & -3 & 2 \\ -2.25 & -8.75 & 5.25 \end{bmatrix} \quad H = \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix} \quad C = [0.25 \quad -0.5 \quad -0.25]$$

Considerando que sólo es conocida la salida y la entrada del sistema, diseñar un control por realimentación del estado de forma que el sistema, ante entrada en escalón unitario, sea críticamente amortiguado y su tiempo de establecimiento sea aproximadamente 0.4 segundos. Los polos restantes se situará 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 monovariantes (trazo simple) o multivariantes (trazo doble) según proceda.

Explicar, de forma concisa, el efecto del observador sobre la dinámica del sistema realimentado

Puntuación del problema: (10 puntos)

- 1. Análisis completo del sistema y especificaciones: (1 punto)
- 2. Diseño del Observador: (3 puntos)
- 3. Diseño del Controlador: (4 puntos)
- 4. Representación gráfica del sistema de control: (1 punto)
- 5. Efecto del observador sobre la dinámica del sistema realimentado: (1 punto)

## FORMULARIO:

**Tiempo de establecimiento** para un sistema continuo de segundo orden críticamente amortiguado ante

entrada escalón:  $t_s \approx \frac{4,73}{\sigma}$  ( $\zeta = 1$ )

$$T^2 \cdot \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 2 \cdot a \cdot T \cdot \frac{d y(t)}{dt} + y(t) = K \cdot y(t) \quad K, T, a > 0 \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow G(s) = \frac{K}{1 + 2 \cdot a \cdot T \cdot s + T^2 \cdot s^2} = \frac{K \cdot \omega_n^2}{s^2 + 2 \cdot \zeta \cdot \omega_n \cdot s + \omega_n^2}$$

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

$\omega_n \rightarrow$  Frecuencia natural no amortiguada

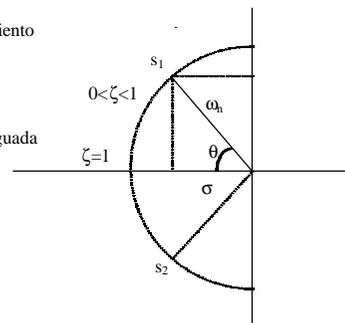
$\sigma = \zeta \cdot \omega_n$  ( $0 < \zeta \leq 1$ )  $\rightarrow$  Factor de establecimiento

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

Polos del sistema

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

$$s_{1,2} = -\zeta \omega_n \pm \omega_n \sqrt{\zeta^2 - 1} \quad (\zeta > 1)$$



**Relación entre polos del sistema continuo y sistema discretizado:**

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

-----  
**Nota:**

Cada problema se puntúa sobre 10 puntos.

Cada problema constituye el 50% de la nota de la segunda parte del examen.

Cada parte del examen debe aprobarse por separado y constituye el 50% de la nota final

**Duración del Examen: 2 ½ horas**

## NOTA PARA AQUELLOS ALUMNOS QUE NO HAYAN SUPERADO LAS PRÁCTICAS:

Para aprobar la asignatura es obligatorio tener aprobadas las prácticas

En la convocatoria extraordinaria de septiembre, aquellos alumnos que no hayan superado las prácticas durante el curso y deseen presentarse deberán ser evaluados de dicha parte.

Las practicas se evaluarán sobre el apartado **e) del primer problema** siendo necesario para superarlo alcanzar al menos el 50% de la puntuación de dicho apartado.

