EXAMEN DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE CONTROL

(1ª Parte) Diciembre 2001

Problema 1 (5 puntos)

Dada la función de transferencia del modelo discreto siguiente:

$$G_p = \frac{2(z-0.5)}{z(z-1)(z+2.414)}$$

Se pide:

a) (1.5 puntos) Plantear, razonando el procedimiento, las ecuaciones que permiten obtener un regulador de tiempo mínimo para el proceso anterior, cuando la referencia es una rampa.

b) (1 punto) Si se resuelven las ecuaciones anteriores, se obtienen los siguientes valores para $M_1(z^{-1})$ y $M_2(z^{-1})$:

$$M_1(z^{-1}) = 1 - 0.414z^{-1}$$
$$M_2(z^{-1}) = (1-0.5z^{-1})^2$$

Calcular la expresión del regulador.

c) (1 punto) Calcular la acción de control comentando sus principales características.

d) (1.5 puntos) ¿Porqué no se deben cancelar polos o ceros fuera del círculo unidad? Razona la respuesta.

(2ª Parte)

Problema 2 (5 puntos)

Para el sistema indicado en la figura formado por:

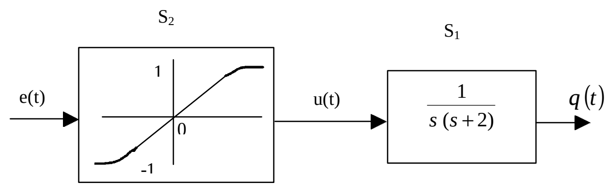
- Un sistema lineal S1 que representa un motor de corriente continua controlado por tensión de inducido, con función de transferencia:

$$G(s) = \frac{1}{s\,(s+2)}$$

- Un amplificador no lineal S2 con saturación, representado por la siguiente ecuación:

$$u(t) = \left(1 - e^{-K|e(t)|}\right) \cdot SGN(e(t))$$
$$SGN(e(t)) = \begin{cases} +1 & e(t) \geq 0 \\ -1 & e(t) < 0 \end{cases}$$

El comportamiento es prácticamente lineal en el origen pero según nos alejamos la señal se va atenuando según una exponencial.



Se pide:

a) Obtener el modelo de estado continuo del sistema lineal S_1 indicado anteriormente considerando como variables de estado las variables x_1 (posición angular del eje del motor) y x_2 (velocidad de giro del motor).

(1 punto)

b) Obtener el modelo de estado no lineal del sistema completo incluyendo el amplificador con saturación S_1 y el motor S_2. (El modelo debe estar en términos de las constantes indicadas sin sustituir su valor)

(1 punto)

c) A partir del modelo no lineal anterior obtener el modelo de estado linealizado entorno al punto de consigna $\mathbf{e_0}$. Datos:

e_0= 2

K= 0.5

(1 punto)

d) 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, presente una sobreoscilación máxima del 21% y su tiempo de establecimiento sea aproximadamente 3,14 segundos.

Dibujar, asimismo, el diagrama de bloques del conjunto diseñado, indicando flujos monovariables (trazo simple) o multivariables (trazo doble) según proceda.

(2 puntos)

(**Nota**: la puntuación indicada para cada cuestión se establece sobre una valoración global del problema de 5 puntos)

FORMULARIO:

Parámetro	Descripción	Cálculo
VALOR DEL PICO DE SOBREOSCILACIÓN	Valor máximo de la respuesta respecto a su valor final.	$M_p = e^{-\frac{\zeta\cdot\pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}}\cdot 100\% = e^{-\frac{\pi}{\tan\theta}}\cdot 100\%$
TIEMPO DE ESTABLECIMIENTO	Instante a partir del cual la respuesta queda totalmente confinada en una banda de ± 5% del valor final.	$t_s \approx \frac{p}{s}$ si $V << 1$ Ecuación exacta: $\frac{e^{-z\cdot w_n\cdot t_s}}{\sqrt{1-z^2}} = 0.05$ de donde se despejaría el valor exacto de t_s

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

$$\Rightarrow \qquad G(s) = \frac{K}{1+2\cdot a\cdot T\cdot s + T^2\cdot s^2} = \frac{K\cdot w_n^2}{s^2+2\cdot z\cdot w_n\cdot s + w_n^2}$$

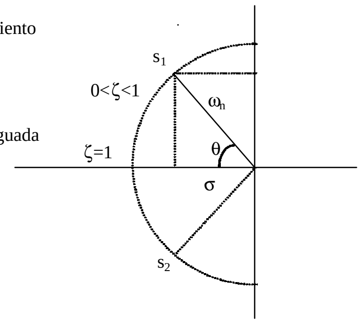
$\zeta = \cos\theta \quad (0<\zeta\le 1) \quad \rightarrow$ Coeficiente de amortiguamiento

$w_n \quad \rightarrow$ Frecuencia natural no amortigua

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

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

$\omega_d = \sigma\tan\theta \quad (0<\zeta\le 1)$



Polos del sistema

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

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