EXAMEN DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE CONTROL

Diciembre 2003

Problema 1 **(5 puntos)**

Dada la función de transferencia del modelo discreto siguiente:

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

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 $M_2(z^{-1})$:

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

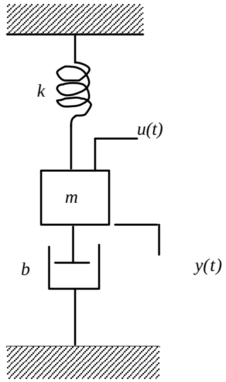
Calcular la expresión del regulador.

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.

Problema 2 **(5 puntos)**

La siguiente figura muestra el modelo esquemático de un sistema mecánico compuesto por una masa *m*, un resorte de constante *k*, y un amortiguador de constante *b*:



Se va a considerar que la salida de este sistema mecánico es el desplazamiento *y(t)* de la masa, desplazamiento que estará en función de la entrada que se aplique *u(t)*. La ecuación dinámica de este sistema es la siguiente:

$$m\ddot{y}(t) + b\dot{y}(t) + ky(t) = u(t)$$

Se pide:

1) Obtener el modelo de estado, razonando la elección de variables de estado.

(0,5 puntos)

2) Calcular el modelo de estado y realizar un análisis completo del sistema tomando los siguientes valores de los parámetros:

$$\boxed{\begin{aligned} m &= 2 \text{ Kg} \\ k &= 4 \text{ Kg}\cdot\text{s}^{-2} \\ b &= 2 \text{ Kg}\cdot\text{s}^{-1} \end{aligned}}$$

(0,5 puntos)

3) Obtener el sistema discreto equivalente con bloqueador de orden 0 y muestreador de periodo T= 0.1 s

(1 punto)

4) Considerando que sólo es conocida la salida y la entrada del sistema, diseñar un control por computador mediante realimentación del estado de forma que el sistema, ante entrada en escalón unitario, sea <u>críticamente amortiguado</u> y su <u>tiempo de establecimiento</u> sea aproximadamente <u>0.4 segundos</u>. 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 <u>regulador integral</u>.

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

(3 puntos)

<u>FORMULARIO:</u>

Tiempo de establecimiento para un sistema continuo de segundo orden críticamente amortiguado ante entrada escalón: $t_s \approx \dfrac{4{,}73}{\sigma}$ $(\zeta = 1)$

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

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

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

$w_n \rightarrow$ Frecuencia natural no amortigua

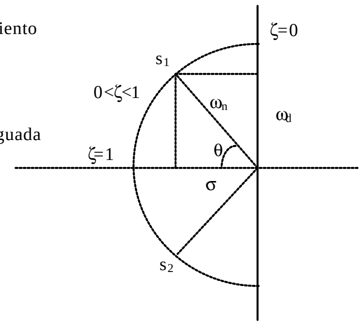
$\sigma = \zeta \cdot \omega_n \quad (0 < \zeta \leq 1) \quad \rightarrow$ Factor de establecimiento

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

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

<u>Nota:</u>

Duración del Examen: 2'5 horas