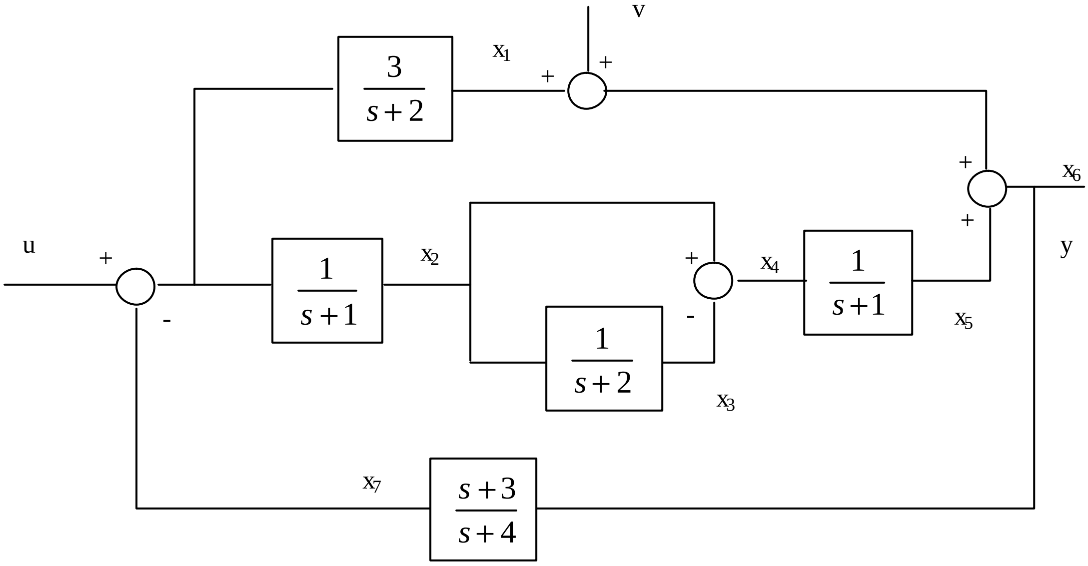
EXAMEN DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE CONTROL

(2ª Parte) Junio 2002

Problema 1



Para el sistema representado por el diagrama de bloques indicado, se pide:

a) Razonar brevemente si pueden ser variables de estado por separado las variables: $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$.

(0,5 puntos)

b) Razonar brevemente si pueden ser variables de estado en conjunto las variables siguientes: $(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$.

(1 punto)

c) Obtener el modelo de estado utilizando, como variables de estado, el mayor número posible de las variables siguientes: $(x_1, x_2, x_4, x_5, x_6, x_7)$.

(2 puntos)

d) Razonar si son controlables con la entrada (***u***) las siguientes variables de estado:

   d.1) (x_1, x_2)

   d.2) (x_1, x_4)

(2 puntos)

e) Razonar si son controlables con las dos entradas entrada (***u, v***) las siguientes variables de estado: (x_1, x_4)

(1 punto)

f) Obtener las ecuaciones de estado del susbsistema controlable y observable.

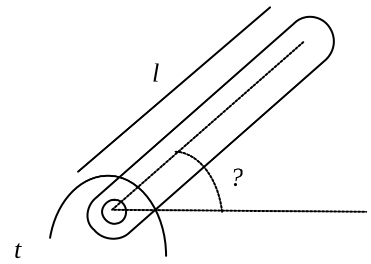
(3 puntos)

g) Representar gráficamente los diferentes subsistemas.

(0,5 puntos)

Problema 2

Considérese el siguiente robot compuesto de una sola articulación:



El modelo dinámico simplificado lineal correspondiente al robot anterior viene dado por la siguiente ecuación:

$$J\ddot{q}(t)+b\dot{q}(t)=t(t)$$

donde $J=\frac{1}{3}ml^2$ es la inercia del elemento, b es el coeficiente de rozamiento viscoso, l es la longitud del elemento, m es la masa del elemento, $t(t)$ es el par de control aplicado y $?(t)$ representa la posición angular de la articulación.

Se pide:

a) Obtener el diagrama de bloques del sistema indicado anteriormente. A partir del diagrama de bloques obtener el modelo de estado considerando como variables de estado las variables x_1 (posición angular) y x_2 (velocidad angular).

(2 puntos)

b) Se desea realizar un control por <u>computador</u> para el sistema propuesto de forma que la posición del robot siga la referencia introducida eliminando el error en régimen permanente a la vez que se ubican los polos del sistema. Indicar el esquema de control a emplear.

<u>Nota:</u> *El esquema propuesto debe eliminar el error en régimen permanente de forma robusta debiendo utilizar el propio integrador del sistema (no debe añadirse ningún integrador adicional*)

(2 puntos)

c) Realizar el cálculo del esquema de control diseñado anteriormente para que la respuesta del sistema sea críticamente amortiguada y el tiempo de establecimiento sea aproximadamente de 0.4 segundos. Considérense los siguientes valores de los parámetros del modelo:

$$m = 1\,kg$$
$$l = 0.2\ m \qquad T = 0.01\,s \qquad \text{(6 puntos)}$$
$$b = 2\ Nms$$

FORMULARIO:

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

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

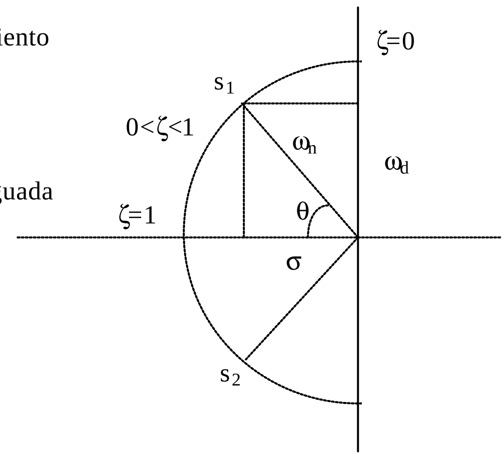
$$\Rightarrow \qquad G(s) = \frac{K}{1 + 2 \cdot a \cdot T \cdot s + T^2 \cdot s^2} = \frac{K \cdot w_n^2}{s^2 + 2 \cdot z \cdot w_n \cdot s + w_n^2}$$

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



Polos del sistema

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

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)

Duración del examen: 2 horas y 15 minutos