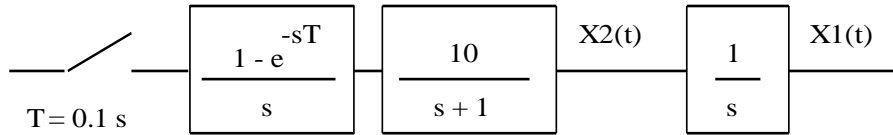


TEORÍA DE CONTROL

REALIMENTACIÓN DE ESTADOS

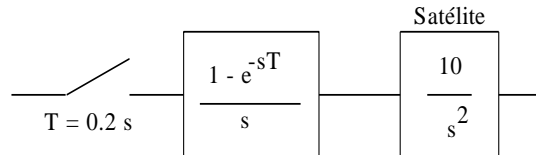


7-1) En la figura se muestra un sistema de control discreto donde $x_1(t)$ y $x_2(t)$ representan sus variables de estado.



- Hallar el modelo de estados con variables $x_1(k)$ y $x_2(k)$.
- Encontrar el vector de realimentación Kt para llegar a lazo cerrado a una transferencia con un coeficiente de amortiguamiento ξ de 0.46 y una constante de tiempo τ de 0.5 seg.

7-2) Un satélite puede modelarse como se muestra en la figura.



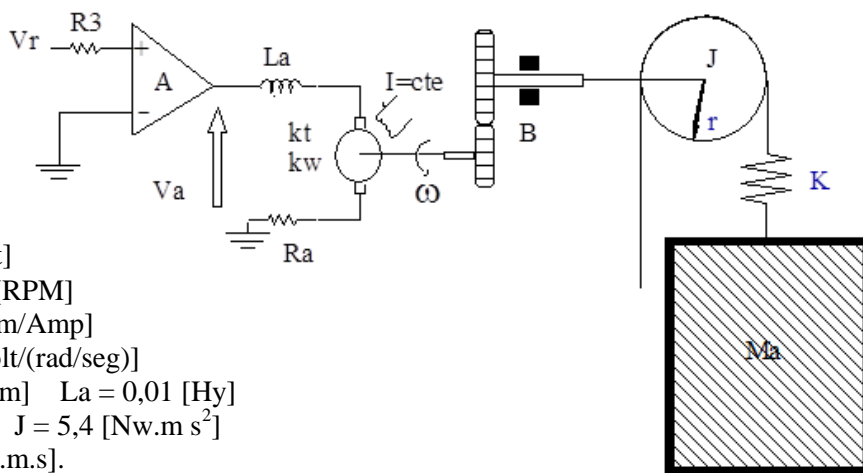
- Desarrollar un modelo discreto para este sistema.
- Se desea para el mismo un polinomio característico de lazo cerrado:

$$\alpha_c(z) = z^2 - 1.62z + 0.665$$

- encontrar el coeficiente de amortiguamiento y la frecuencia natural correspondiente a este sistema.
- Encontrar el vector de realimentación de estados Kt para lograr la ecuación característica dada.

7-3) Diseñar un controlador por realimentación de estados para el sistema del ejercicio 6-4) (graficador) de forma de que el sistema tenga un sobrepico del 5% y un tiempo de establecimiento de 0.1 seg. en su respuesta temporal. El sistema a lazo cerrado debe reproducir sin atenuación una señal en forma de escalón unitario. Considere para el diseño una frecuencia de muestreo $f_s=100$ Hz.

7-4) El diagrama representa esquemáticamente el funcionamiento de un control de velocidad de un ascensor. El mismo es accionado por un motor de corriente continua cuyos parámetros asociados son :



- $V_a = 440$ [volt]
 $\omega_{nom} = 1500$ [RPM]
 $kt = 2,5$ [Nw.m/Amp]
 $kw = 2,38$ [Volt/(rad/seg)]
 $R_a = 1,96$ [Ohm] $L_a = 0,01$ [Hy]
 $M_a = 500$ [Kg] $J = 5,4$ [Nw.m s²]
 $B = 1275$ [Nw.m.s].

$N2/N1= 50 \quad r = 0,3 \text{ [m]}$

Diseñar un controlador por realimentación de variables de estado de manera de eliminar las oscilaciones en la velocidad de la cabina. La frecuencia de muestreo del controlador es de 500 Hz.

Hallar los valores del vector de realimentación K^T y de la ganancia del amplificador A para que el motor alcance su velocidad nominal con una tensión de entrada al amplificador de 5 [Volts].

7-5) Para el siguiente modelo de estado correspondiente a la planta de un sistema de control muestreado a una frecuencia de 0.01 seg.

$$x(k+1) = \begin{bmatrix} 0.9 & -0.2 & 0.2 \\ -1.2 & 2.4 & -1.4 \\ -1.2 & 1.7 & -0.7 \end{bmatrix} x(k) + \begin{bmatrix} -0.1 \\ 2 \\ 2 \end{bmatrix} u(k)$$
$$y(k) = [0 \quad 0 \quad 1] x(k)$$

Halle un controlador por realimentación de estados para que la salida posea una respuesta críticamente amortiguada con una constante de tiempo de 0.2 seg para una entrada en forma de escalón.

7-6) La planta de un sistema de control digital con período de muestreo $T=0.01$ seg., está representada a continuación:

$$x(k+1) = \begin{bmatrix} 0.99 & 0 & 0 & 0 \\ 0.009 & 0.905 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.951 & 0 \\ 0.02 & 0 & 0.02 & 1 \end{bmatrix} x(k) + \begin{bmatrix} 0.01 & 0 \\ 5 \cdot 10^{-5} & 0 \\ 0 & 0.049 \\ 10^{-4} & 5 \cdot 10^{-4} \end{bmatrix} u(k)$$
$$y(k) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} x(k)$$

- Determine si el sistema es controlable.
- Determine cuantas variables de estado son controlables por la primer entrada de control y cuantas por la segunda.
- Determine cuales variables son controlables por la primera entrada de control.
- Considere que la segunda entrada de control u_2 es una perturbación a la cual no se tiene acceso y que para el diseño tiene un valor de amplitud cero.

Determine los valores del vector de realimentación k_1^T (realimentación sobre la entrada u_1) de modo que la salida y_2 responda con un sobrepico del 10% y un tiempo de establecimiento de 0.5 seg., cuando se aplica una referencia en forma de escalón sobre la mencionada entrada.

7-7) El siguiente modelo de estados representa a un sistema discreto de tercer orden inestable:

$$x(k+1) = \begin{bmatrix} 0.37 & 0 & 0 \\ -0.5 & 1.32 & 0.32 \\ 0.5 & -0.21 & 0.79 \end{bmatrix} x(k) + \begin{bmatrix} 0.63 & 0 \\ 0.7 & 0.11 \\ -0.7 & -0.01 \end{bmatrix} u(k)$$
$$y(k) = [0 \quad 1 \quad 0] x(k)$$

Se desea estabilizarlo mediante una realimentación de estados .

- ❑ Determine si el sistema es estabilizable.
- ❑ Halle la matriz de realimentación sobre las dos entradas para que el sistema posea todos sus autovalores en $z=0$.

Nota 1: El sistema planteado posee un autovalor en $z=1$.

7-8) En el sistema planteado en el ejercicio 7-6), considere que ambas entradas son accesibles para realizar la realimentación de estados. Diseñar un controlador por realimentación de estados que permita reasignar sus autovalores dominantes a las posiciones calculadas en el ejercicio 7-6) .

7-9) Se desea controlar el sistema térmico correspondiente al ejercicio 2-2) de modo que la respuesta de lazo cerrado, para una entrada en escalón, tenga:

- Ganancia unitaria.
- Amortiguamiento crítico.
- Tiempo de establecimiento de aproximadamente 600 seg.

a) Diseñe un controlador por realimentación de estado que cumpla con las especificaciones.

b) Analice el comportamiento del sistema ante variaciones en la ganancia.

c) Considere el caso en el que a las especificaciones anteriores se le suma la de poseer error nulo, en régimen permanente, para una entrada en escalón. Plantee un controlador por realimentación de estado que tenga en cuenta esta posibilidad.

d) Analice, para esta nueva alternativa, el comportamiento ante variaciones de ganancia.

