COLECCIÓN DE PROBLEMAS DE EXÁMENES DE INGENIERÍA DE CONTROL

A continuación se incluyen preguntas de examen de los últimos años, tanto de teoría como de problemas. Lo indicado entre paréntesis es la puntuación de la pregunta en el examen correspondiente.

TEORÍA

1. **(2p)** Deduzca la fómula de Ackermann

2. **(2p)** Deduzca la expresión de un retenedor de orden 0.

3. **(2p)** Errores en estado estacionario: definición, tipos y métodos de cálculo.

4. **(2p)** Demuestre que si $y(kT)=\sum_{h=0}^{k} g(kT-hT)x(hT)$ se verifica que Y(z)= G(z) X(z)

5. **(2p)** Demostrar que si Y(s) = G(s) X*(s) entonces Y*(s) = G*(s) X*(s).

6. **(2p)** El proceso de muestreo: ¿de dónde se obtiene la relación entre X*(s) y X(z)?

7. **(2p)** Compare los planos Z y S dibujando en ambos los lugares geométricos que tienen tiempo de asentamiento constante, frecuencia constante y factor de amortiguamiento constante.

8. **(2p)** Obtener la aproximación discreta a un PID con ecuación:
$$m(t)=K\left[e(t)+\frac{1}{T_i}\int_0^t e(t)dt+T_d\frac{de(t)}{dt}\right]$$
Obtener sus ecuaciones en diferencias y explicar cómo se implementaría éstas en una estrategia de control digital suponiendo que se dispone de un PC, una tarjeta de adquisición de datos, …

PROBLEMAS

1. **(2p)** Un sistema tiene como función de transferencia en lazo abierto la siguiente
$$\mathrm{G(z)}=\frac{\mathrm{z}+0.75}{2\mathrm{z}^2-3\mathrm{z}+1.20}$$
Se sabe que el periodo de muestreo es 0.1 y se desea cerrar un lazo de forma que el sistema tenga factor de amortiguamiento 0.7 y frecuencia natural de 0.5 rad/seg. Para ello obtenga un controlador del tipo $\mathrm{U(z)}=\frac{\mathrm{P(z)}}{\mathrm{M(z)}}\mathrm{R(z)}-\frac{\mathrm{S(z)}}{\mathrm{M(z)}}\mathrm{Y(z)}$ donde R es la referencia e Y la salida del sistema, haciendo además que el sistema pase a ser de tipo I. Suponiendo que el resultado va a implementarse en un PC con una tarjeta de adquisición de datos, escriba el pseudocódigo necesario, utilizando funciones hipotéticas de lectura y escritura en puertos.

2. (4p) Obtenga un controlador del tipo $U(z)=\frac{P(z)}{M(z)}R(z)-\frac{S(z)}{M(z)}Y(z)$ donde R es la referencia e Y la salida del sistema, para hacer que el sistema cuya función de transferencia en lazo abierto es $G(z)=\frac{0.4(z+0.75)}{z^2-1.6z+0.65}$ pase a tener una función de transferencia en lazo cerrado $H(s)=\frac{0.55}{z^2-0.7z+0.25}$, y que haga que el sistema pase a ser de tipo I. Suponiendo que el resultado va a implementarse en un PC con una tarjeta de adquisición de datos, escriba el pseudocódigo necesario, utilizando funciones hipotéticas de lectura y escritura en puertos.

3. (3.5p) Dibujar el diagrama de Nyquist e interprete la estabilidad del sistema siguiente, muestreado con T=0.2 segundos:

$$G(z)=K\frac{0.00355z+0.00327}{z^2-1.7795z+0.7866}$$

4. (3p) La dinámica de una planta muestreada con T=0.5 puede representarse como

$$G(z)=\frac{0.65}{z^3-0.37z^2}$$

Se va a diseñar una estrategia de control discreta que siga la siguiente ley $u(k)=a\cdot e(k)+b\cdot e(k-1)+u(k-1)$ donde e(k) es la señal de error y a y b son coeficientes, de forma que sus polos dominantes en lazo cerrado tengan un factor de amortiguamiento de 0.6 y su frecuencia asociada (ω) sea de 1/20 la de muestreo (ω_s).

a) Realizarlo mediante un método analítico
b) Realizarlo mediante el método del Lugar de las Raíces.
c) Analizar su comportamiento con respecto al T. de Shannon.
d) Clasifique el sistema en cuanto a su rechazo de perturbaciones y seguimiento de referencias

5. (4p) Un proceso muestreado cada segundo tiene como función de transferencia en lazo abierto la siguiente: $G(z)=\frac{0.5}{z-0.35}z^{-2}$. Utilizando el lugar de las raíces, diseñar un controlador con función de transferencia $C(z)=K\frac{z-a}{z-b}$, de forma que siga referencias, rechace perturbaciones y además los polos dominantes en lazo cerrado tengan un factor de amortiguamiento de 0.6 y su frecuencia asociada sea una décima parte de la de muestreo. ¿Qué tiempo de asentamiento tiene el sistema en lazo cerrado con este controlador? ¿Cuáles son los polos en lazo cerrado del sistema? ¿Cómo hubiera planteado la resolución del problema de forma analítica en vez de gráfica?

6. (4p) Dado el siguiente sistema discreto, con T = 0.2

$$\frac{K\left(z+1.2\right)}{\left(z-0.6\right)\left(z-0.9\right)}$$

Se pide:

a) Esbozar el lugar de las raíces
b) Obtener la transformada W del sistema anterior. ¿Qué características y utilidad tiene ésta? ¿cuál es la relación entre los tres planos, S, Z y W?
c) Obtener los márgenes de fase y de ganancia, cuando la ganancia K= 0.1.

7. (4p). Se está controlando a un proceso cuya función de transferencia es $G(s)=\dfrac{1}{s(s+3)}$ mediante un controlador proporcional, y utilizando una tarjeta que muestrea cada décima de segundo. Se desea incorporar una red de tipo $D(z)=\dfrac{z+a}{z+b}$ de forma que se satisfagan simultáneamente las dos siguientes especificaciones:

a) El sistema completo tenga error de posición nulo
b) Que si con la estrategia proporcional la ganancia K podía aumentar hasta el valor M, antes de que se hiciese inestable, con la red pueda hacerlo hasta 2M.

Estudiar todas las alternativas posibles, y tratar de resolver dos de ellas.

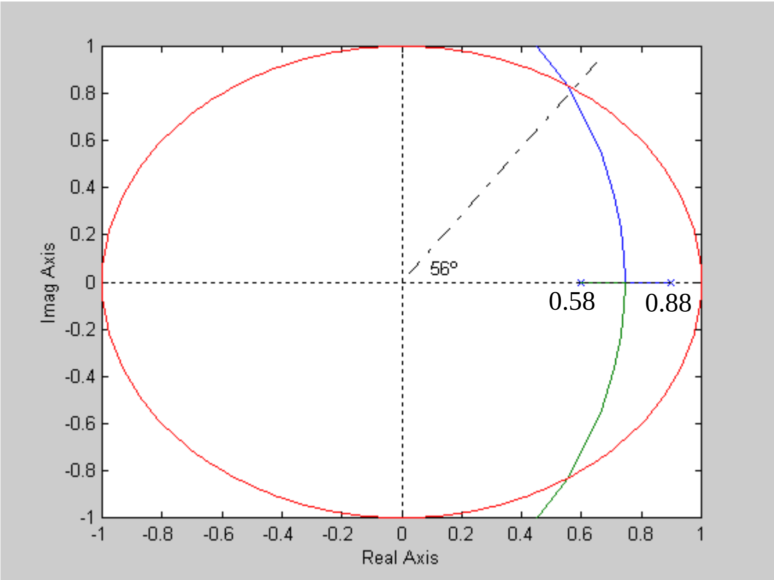
Una vez diseñada la red, plantee correctamente el problema de elegir un valor de K que haga que el sistema tenga un tiempo de asentamiento de dos segundos aproximadamente. Explique, además, cómo lo haría en MATLAB.

8. (4p) Se tiene un sistema cuya función de transferencia en lazo abierto conocida es $\mathrm{G(z)}=\dfrac{0.5}{\mathrm{z}-0.95}$ obtenida al muestrear con T=1s. Plantear (sin resolver) las ecuaciones necesarias para que el sistema en lazo cerrado tenga:

a) Un controlador con forma de PI (elegir la que se quiera) en su trayectoria directa
b) Error de posición menor del 1%
c) Error de velocidad igual a 0.1
d) Margen de fase igual a 45º

10. (4p) Se sabe que la función de transferencia discreta de un sistema, muestreado cada 0.1 segundo tiene un cero y dos polos.

a) (1p) Suponiendo que se utiliza un controlador proporcional, y utilizando información de la figura, donde se representa parcialmente el diagrama de las raíces, obtenga dicha función de transferencia.
b) (1p) Para una ganancia dada, obtenga la expresión de la respuesta temporal del sistema en lazo abierto ante un salto escalón unitario.
c) (1p) Obtenga el rango de estabilidad del sistema con el controlador del apartado a.
d) (1p) De los valores de K que hacen factor de amortiguamiento unidad, ¿cuál es el mayor?
e) (1p)¿Cómo es el diseño del apartado d) en cuenta a satisfacción del T. de Shannon?.
f) (2p) Para K=0.1 obtenga los márgenes de fase y ganancia e interprételos.

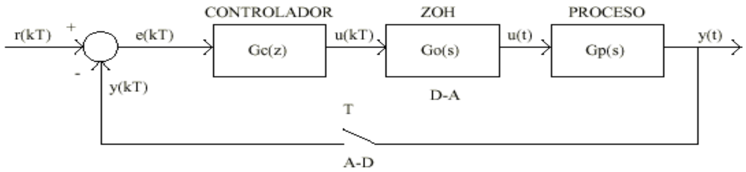


11. (4p) Se tiene un sistema cuya función de transferencia en lazo abierto conocida es $G(z)=\frac{5}{z-0.9}$. Se va a diseñar una estrategia de control utilizando un controlador con la forma $D(z)=K_P\left(1+T_I\frac{z+1}{z-1}\right)$. Plantear las ecuaciones necesarias (ojo, no se pide resolverlas) para que el sistema cumplan simultáneamente las siguientes especificaciones de diseño:

e) Error de posición menor del 1%
f) Error de velocidad igual a 0.1
g) Margen de fase igual a 45º

Comprobar que el sistema de ecuaciones obtenido esté bien planteado en cuanto al número de ecuaciones y de incógnitas.

12. (4p) El diagrama de bloques muestra un sistema de control discreto, con periodo de muestreo T=0.1 seg.



a) Sabiendo que la respuesta del proceso y(kT) en lazo abierto a una entrada escalón unitario en u(kT) viene descrita por la siguiente expresión

$$y(k) = 0.5\,(1-0.8097^{k})$$

siendo k un número entero que representa los instantes de muestreo, obtener la función de transferencia $G(z) = Y(z)/U(z)$

b) Sabiendo que el controlador viene descrito por la siguiente función de transferencia

$$G(z) = 1 + \frac{0.1z}{z-1}$$

determinar los errores estacionarios para entrada escalón y rampa.

c) Calcular el margen de fase del sistema completo