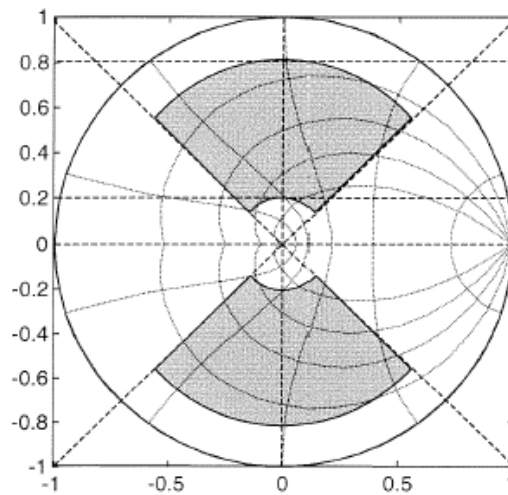


TECNOLOGICA DE BOLIVAR
CUESTIONARIO CONTROL DIGITAL
SEGUNDO PARCIAL
PROF: JORGE DUQUE

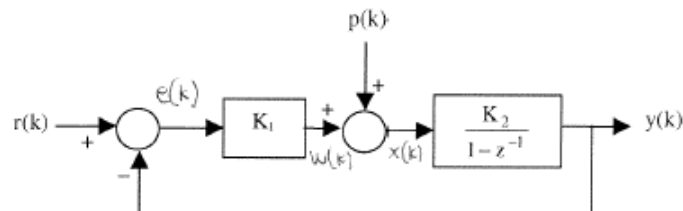
1. El sistema continuo $G(s) = \frac{5}{s^2 + s + 5}$ se discretiza mediante el método de correspondencia directa cero-polo.

Si se desea que los polos del sistema discretizado queden dentro de la zona del plano Z marcada en la figura, acote el rango de posibles periodos de discretización (NOTA: debe cumplirse el teorema de muestreo).



Sol:
 $0.446 \leq T_s \leq 1.0813$

2. En el siguiente sistema de control realimentado, con $K_1 > 0$ y $K_2 > 0$, se pide:



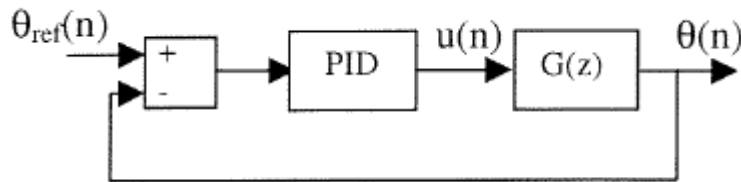
- a) Calcule el error en régimen permanente entre entrada y salida $e(k)=r(k)-y(k)$, siendo la secuencia de entrada $r(k)=[0,2,4,6,8,10,\dots]$ y la perturbación externa $p(k)=0$. (5 puntos)

Sol: $ess_{rampa} = 2/K_1 K_2$

- b) Calcule de nuevo el error entre entrada y salida en régimen permanente ante la misma secuencia de entrada $r(k)$ pero con perturbación externa $p(k)=3 \cdot 1(k)$ (5 puntos)

Sol: $ess_{rampa} = 2/K_1 K_2 - 3/K_1$

3. Suponga el siguiente sistema de control digital:



Si la función de transferencia discreta $G(z)$ es:

$$G(z) = \frac{3 \cdot 10^{-4} \cdot z^{-1} \cdot (1 + 0.98 \cdot z^{-1})}{(1 - z^{-1}) \cdot (1 - 0.9 \cdot z^{-1})}$$

a. Si se desea implementar un controlador proporcional puro, determine el rango de K_p para que el sistema realimentado sea estable. sol: $0 < K_p < 340.13$

4.

Las figuras 1.a, 1.b, 1.c, 1.d, 1.e y 1.f, representan las correspondientes salidas de seis sistemas discretos excitados, cada uno, por una señal impulso $\delta(k)$.

En la figura 2 se muestra la ubicación de los polos de los seis sistemas en el semiplano z superior.

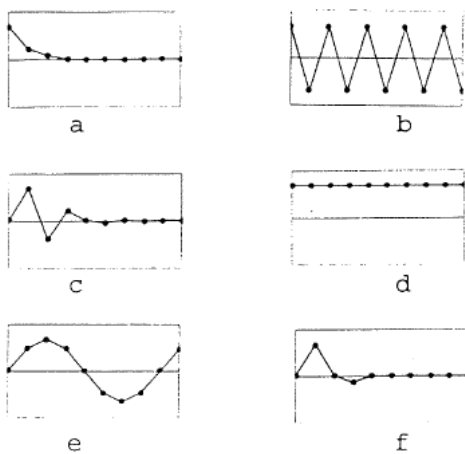


Fig. 1

Rellénese cada cuadro de la figura 2 con S_a , S_b , S_c , S_d , S_e o S_f en función del sistema cuyos polos (en el semiplano superior) se encuentran en la ubicación señalada con asterisco “*”.

Justifíquese la elección.

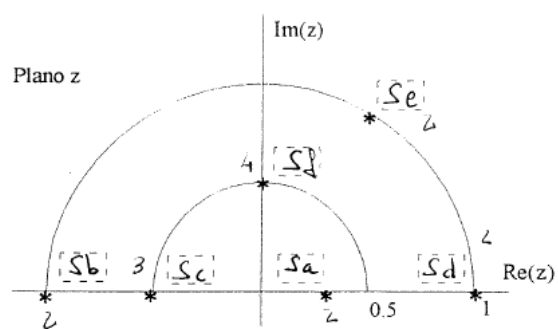


Fig. 2

5.

Como paso previo al control digital de un motor DC se ha procedido a la identificación del mismo registrando su respuesta para una señal de entrada patrón, con un intervalo de muestreo de $T=4\text{ms}$.

La función de transferencia discreta responde a

$$G(z) = \frac{98}{z-0.951}$$

1.- Admitiendo que la planta real (sistema continuo) responde al modelo $G(s)$ simplificado compuesto por una ganancia estática A y una constante de tiempo τ , determine los valores de estos parámetros para que exista una correspondencia entre: polos, ceros y ganancia estática, entre su representación en el dominio continuo $G(s)$ y en el dominio discreto $G(z)$. (10 Ptos)

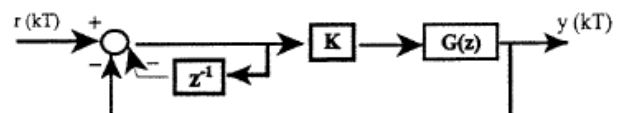
sol: $\tau = 80 \text{ ms}$
 $A = 2 \cdot 10^3$

Para mejorar la respuesta del motor, a partir de la planta discreta, se diseña un sistema de control realimentado. El objetivo es conseguir que la respuesta del conjunto ante una entrada escalón presente un sobreimpulso de $M_p=5\%$, un tiempo de establecimiento de $t_s=31\text{ms}$ y error nulo en régimen permanente.

2.1.- Determine, justificadamente, dónde deben ubicarse los polos de la función de transferencia discreta del sistema en lazo cerrado. (15 Ptos)

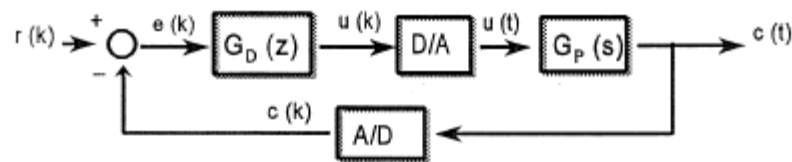
sol: $z_{1,2} = 0.5 \pm j 0.3$

6. Justifique, aplicando el criterio de Jury, el rango de valores de la ganancia K que garantiza la estabilidad del sistema realimentado de la figura, donde el modelo discreto de la planta



responde a la función de transferencia: $G(z) = \frac{az^{-1}}{1-bz^{-1}}$

7. En la figura se representa el diagrama de bloques del control digital de una planta continua.



El conversor A/D queda caracterizado por el periodo de muestreo T . El conversor D/A incorpora un circuito de muestreo y retención de orden cero (ZOH) que trabaja sincronizado con el A/D y con el controlador discreto. La función de transferencia de la planta es $G_P(s) = 1 / (1+s)$, y la del controlador se ajusta a la expresión

$$G_D(z) = K \frac{z}{z-\beta}$$

El objetivo del control es conseguir que el sistema en lazo cerrado tenga un coeficiente de amortiguación $\zeta=0.6$ y una frecuencia natural de $\omega_n=1 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$. Se ha estimado oportuno utilizar una frecuencia de muestreo diez veces superior a la frecuencia amortiguada del sistema realimentado. Se pide:

$$z_{1,2} = \text{mag}=0.624 \\ \text{ang}=\pm 36,8^\circ$$

- a) Represente el diagrama de bloques discretos equivalente y la ubicación de polos (z_i) del sistema realimentado. (10 pts)

- b) Valor de la constante K y del polo β del controlador. (15 pts)

$$K=0.55 \quad \beta=0.853$$

- c) Error del sistema, en estado estacionario, para una entrada tipo escalón: $r(k) = A \cdot 1(k)$, siendo A constante. (5 pts)

$$\text{ess} = 0.211 \cdot A$$