

**Ejercicio 1:**

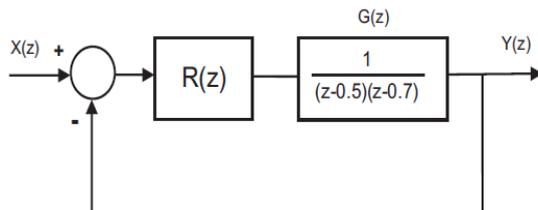
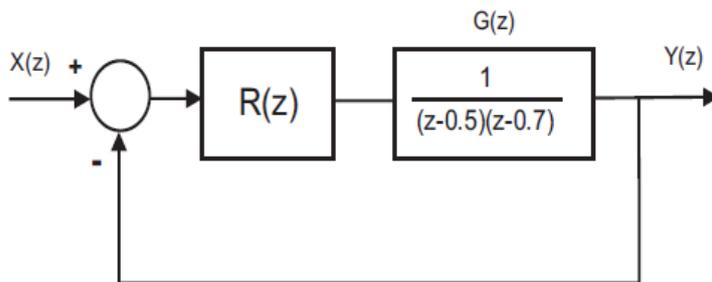
**3,5 puntos**

Dado el sistema de la figura, calcular el regulador discreto  $R(z)$  teniendo en

cuenta las siguientes condiciones de diseño:

$$t_{s/\pm 5\%} \approx 1,83 \text{ s}, \quad \zeta = 0,2$$

El tiempo de muestreo empleado es  $T = 0.1$  segundos



$$t_s = \frac{3}{\sigma} = 1.83 \text{ s} \Rightarrow \sigma = 1.64 \text{ rad/s}$$

$$\sigma = \zeta \cdot \omega_n \Rightarrow \omega_n = \frac{1.64}{0.2} = 8.2 \text{ rad/s}$$

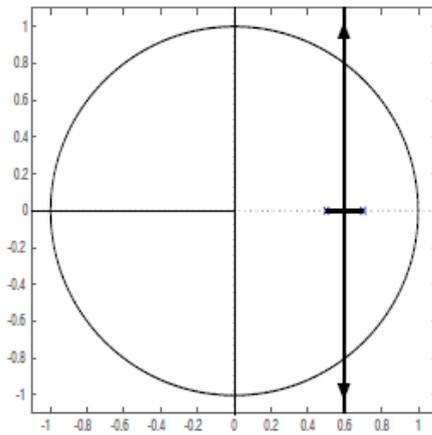
$$\omega_d = \omega_n \sqrt{1 - \zeta^2} = 8.2 \sqrt{1 - 0.2^2} = 8.03 \text{ rad/s}$$

La posición del polo dominante ( $P_d$ ) en el plano  $z$  será:

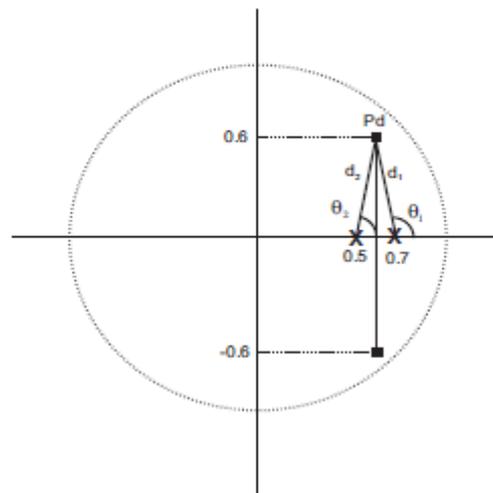
$$|z| = e^{-T\zeta\omega_n} = 0.849$$

$$\theta = T\omega_d = 0.8 \text{ rad}$$

$$P_d = 0.849 \cos 0.8 \pm (0.849 \sin 0.8)i = 0.6 \pm 0.6i$$



Sólo será necesario ajustar una  $K$  mediante el criterio del módulo para que el sistema sitúe sus polos en lazo cerrado en la posición del polo dominante.



El valor de  $K$  será el producto de las distancias a los polos  $d_1$  y  $d_2$ :

$$d_1 = d_2 = \sqrt{0.1^2 + 0.6^2} = 0.61$$

$$K = d_1 \cdot d_2 = 0.61 \cdot 0.61 = 0.37$$

Luego el regulador más sencillo es de tipo P con un valor de  $K = 0.37$ .

**Ejercicio 2:****3,5 puntos**

1. Diseñar un regulador PID utilizando el método de **Haalman** para un sistema sabiendo que la FDT del sistema en lazo directo es

$$G_i = \frac{2}{3Ls} e^{-sL}$$

y la FDT del sistema a controlar es  $G_p = \frac{e^{-sL}}{(1+T_1s)(1+T_2s)}$

2. para que tipo de sistemas se utiliza este regulador

3. mencionar las inconvenientes de los métodos analíticos

$$G_i = \frac{2}{3Ls} e^{-sL}$$

$$G_p = \frac{e^{-sL}}{1+Ts} \Rightarrow PI \begin{cases} K = \frac{2T}{3L} \\ T_i = T \end{cases}$$

$$G_p = \frac{e^{-sL}}{(1+T_1s)(1+T_2s)} \Rightarrow PID \begin{cases} K = \frac{2}{3L}(T_1+T_2) \\ T_i = T_1+T_2 \\ T_d = \frac{T_1 \cdot T_2}{T_1+T_2} \end{cases}$$

- El controlador cancela TODOS los polos y ceros del sistema.

- Mal comportamiento ante variaciones de carga en el sistema.
- Pobre respuesta si se cancelan polos lentos ( $T \uparrow$ , cerca de 0).
- Pobre respuesta si se cancelan polos muy oscilatorios ( $\zeta \downarrow \downarrow$ ).
- Criterios de elección de  $G_{cc}$ ,  $G_i$ .
- Si el retardo ( $L$ ) es dominante frente a la constante de tiempo ( $T$ ), no existe inconveniente en la cancelación de polos y ceros.

### Ejercicio 3:

3,5 puntos

Dado un amplificador operacional cuya función de transferencia tiene una ganancia a frecuencias medias  $A_0=10^5$  y tres polos en  $f_1=10$  KHz,  $f_2=1$  MHz y  $f_3=10$  MHz. La red de realimentación es 0,01, se pide:

- 1- Representar la función de transferencia del lazo abierto.
- 2- Representar la función de transferencia del lazo directo.
- 3- Examinar la estabilidad del amplificador. Justificar la respuesta.
- 4- Compensar el amplificador con polo dominante y con un margen de fase de  $45^\circ$ .
- 5- A qué frecuencia se introducirá el polo.

