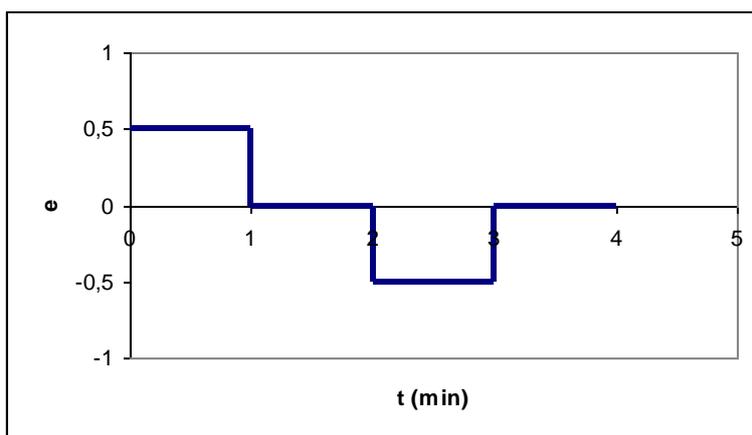


DINÁMICA Y CONTROL DE PROCESOS

Repartido 4

- 4.1. Se introduce un cambio unitario en escalón a un controlador PID con  $K_c = 10$ ,  $\tau_i = 1$  min y  $\tau_D = 0,5$  min. Graficar la respuesta
- 4.2. La señal de entrada  $e$  a un controlador PI es la que se muestra en la figura. Graficar la salida si  $K_c = 2$  y  $\tau_i = 0,5$  min.



- 4.3. Un sistema de control presenta el siguiente diagrama de bloques con sus respectivas funciones de transferencia:

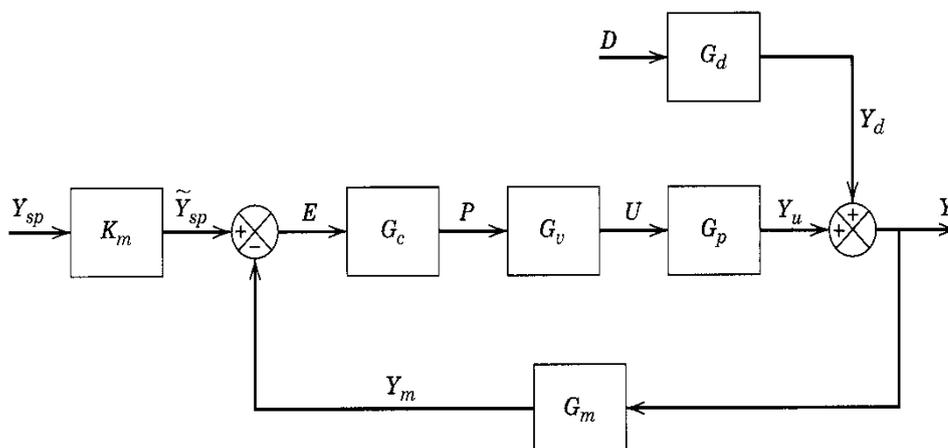


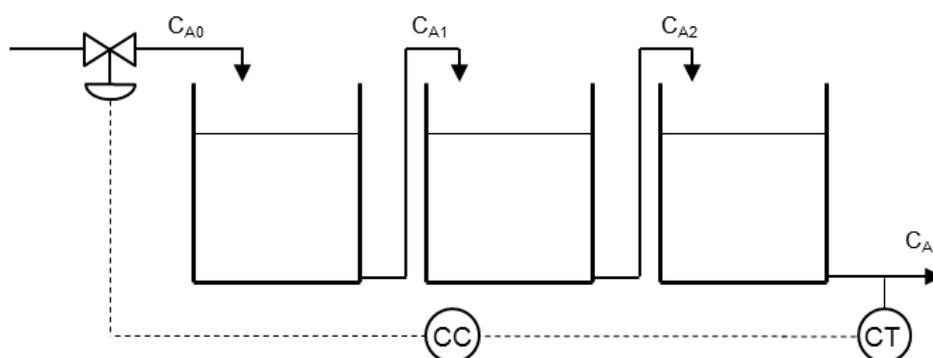
Figure 11.8 Standard block diagram of a feedback control system.

$$G_c G_v = 2, \quad G_d = G_p = \frac{2}{s(s+1)}, \quad G_m = 1$$

Para una entrada en forma de escalón unitario en  $y_{sp}$  se pide:

- a. Hallar la función de transferencia que relaciona la salida  $Y(s)$  con la entrada  $Y_{sp}(s)$ .
- b. Hallar  $y(t \rightarrow \infty)$ , offset, e  $y(t = 0,5)$ .
- c. Determinar si la respuesta del ciclo cerrado de control es oscilatoria.

- 4.4. Encuentre la respuesta para un cambio en forma de escalón unitario en el set point de un sistema de control con  $G_v G_p = 1/(s+1)$ ,  $G_m = 1$ ,  $G_c = K_c$ , siendo la ganancia del controlador  $K_c = 0,5$  y  $1,0$ ; compare las respuestas esquematizando  $y(t)$ . Repita la comparación para el caso en que por error se asignó  $K_c = -0,5$  en lugar de  $0,5$ . El bucle de control es el que se presenta en el ejercicio 4.3.
- 4.5. Suponga un sistema de control modelado por  $G_v G_p = 1/(s+1)^3$ ,  $G_m = 1$ ,  $G_c = K_c$ . Halle el máximo valor de  $K_c$  para el cual el sistema es estable mediante el arreglo de Routh y verifíquelo mediante la implementación del sistema en Xcos. Reemplace el controlador con un PD ( $K_c = 10$ ) y determine el rango de  $\tau_D$  para el cual es estable el sistema. Compruebe sus conclusiones en Xcos.
- 4.6. Considere la serie de tres reactores RCAI:



$$\frac{C_{A0}(s)}{A_v(s)} = 2 \frac{\text{mol/m}^3}{\% \text{ apertura}} \quad \frac{C_{Ai}(s)}{C_{A(i-1)}(s)} = \frac{0,503 \text{ mol/m}^3}{12,4s + 1 \text{ mol/m}^3}$$

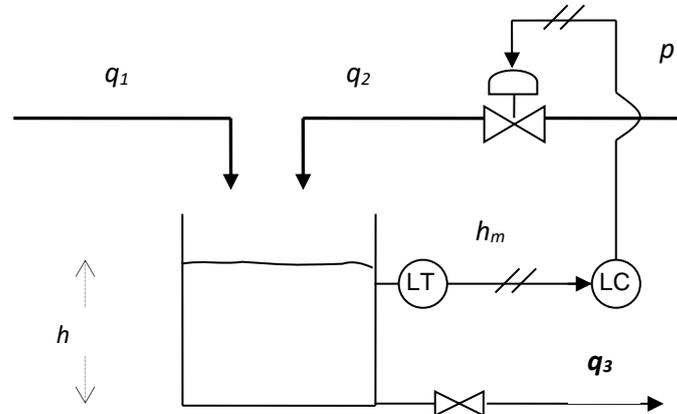
Las unidades de tiempo son minutos y el sensor y la válvula tienen dinámica despreciable frente al proceso. El cero del transmisor se ajusta de manera que la salida del mismo varía entre 4 y 20 mA cuando el valor de concentración varía de 10 a 42 mol/m<sup>3</sup>.

- Escribir el diagrama de bloques y determinar la ecuación característica (expresarla en función de  $G_c$ ).
- Determinar los polos y el lugar geométrico de las raíces (root locus) para un bucle cerrado con controlador solamente proporcional y valores de ganancia 0, 15, 30, 45, 60 y 75. Discutir los diferentes casos. Determinar también el lugar geométrico de las raíces con la función *rlocus*, hallar la ganancia y el período último (puede utilizar el comando *margin* de Octave).
- Ajustar un controlador PI mediante el método de Ziegler-Nichols.
- Simular la respuesta del sistema ante un escalón unitario en el set point.

4.7. Considérese el control de nivel PI que se muestra en la figura, con los siguientes valores:

$$A = 3 \text{ ft}^2 \quad R = 1,0 \text{ min/ft}^2 \quad K_v = 0,2 \text{ cfm/psi} \quad K_m = 1,7 \text{ psi/ft} \quad K_c = 4 \quad \tau_I = 3 \text{ min}$$

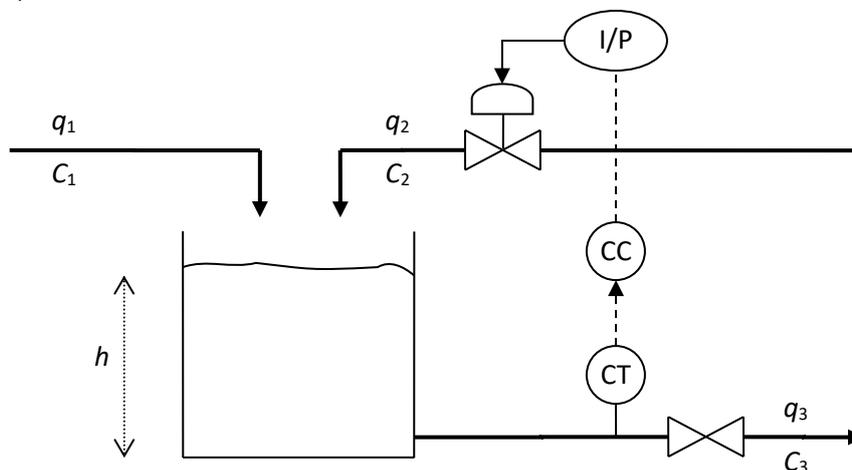
R relaciona  $q_3$  con  $h$ , de forma que  $q_3 = h/R$ .



Suponer que el sistema está inicialmente en estado estacionario con un nivel de líquido de 2 ft. Si el set point cambia repentinamente de 2 a 3 ft:

- Graficar la respuesta del sistema.
- ¿Cuánto se tarda en alcanzar 2,5 ft? ¿y 3 ft?

4.8. Se desea controlar la concentración de salida  $C_3$  de un tanque de mezclado según el esquema siguiente, usando un controlador PI:



- Dibujar el diagrama de bloques.
- Deducir las expresiones de las funciones de transferencia y hallar sus parámetros.
- Suponer que el controlador PI se ha ajustado para las condiciones nominales que aparecen más abajo. Graficar la respuesta del sistema cuando el valor deseado de  $C_3$  se cambia a 6 lb/ft<sup>3</sup>.

- d. Indicar para cada una de las siguientes situaciones cuándo debe sintonizarse nuevamente el controlador:
- El valor nominal de  $C_2$  cambia a  $8 \text{ lb/ft}^3$ .
  - El transmisor se ajusta de modo que su salida varía de 4 a 20 mA cuando  $C_3$  varía de 3 a 14  $\text{lb/ft}^3$ .
  - El cero del transmisor se ajusta de manera que su salida varía de 4 a 20 mA cuando  $C_3$  varía de 4 a 10  $\text{lb/ft}^3$ .
- e. Graficar l Suponga que a  $t = 5 \text{ min}$  la concentración  $C_2$  pasa en forma instantánea a  $9 \text{ lb/ft}^3$ , manteniéndose en ese valor durante 10 minutos para volver después al valor nominal. Grafique la respuesta en la variable controlada.

Información disponible:

- El tanque está perfectamente agitado
- $q_2$  y  $C_2$  varían mientras que la corriente 1 permanece constante.
- $q_3 = C_v \sqrt{h}$ .
- La densidad de todas las corrientes es la misma y no varía.
- $K_c = -68$ ;  $\tau_i = 5 \text{ min}$ .
- Hay un retraso de 2 minutos asociado a la medida de composición. La señal de salida del transmisor varía linealmente de 4 a 20 mA cuando  $C_3$  varía de 3 a 9  $\text{lb/ft}^3$ .
- La válvula de control actuada neumáticamente tiene una dinámica despreciable y se tienen los siguientes datos de la presión de aire y caudal correspondiente:

$P_t$ (psi)	$q_2$ (gal/min)
6	20
9	15
12	10

- El transductor I/P tiene dinámica despreciable y ganancia  $0,3 \text{ psi/mA}$ .
- Las condiciones nominales de operación son:

$$\rho = 75 \text{ lb/ft}^3$$

$$q_1 = 10 \text{ gal/min}$$

$$q_2 = 15 \text{ gal/min}$$

$$C_3 = 5 \text{ lb}_{\text{sóluto}}/\text{ft}^3$$

$$C_2 = 7 \text{ lb}_{\text{sóluto}}/\text{ft}^3$$

$$C_v = 12,5 \text{ gal/min.ft}^{1/2}$$

$$\text{Diámetro de tanque} = 4 \text{ ft}$$