Control de procesos químicos

Colección de problemas

Dinámica de Procesos

1. Si el modelo para la presión en un recipiente responde a un proceso de primer orden y viene dado por:

$$\frac{dP}{dt} = 10 \cdot X - 5 \cdot P$$

¿Cuál es la constante de tiempo?

2. Si el modelo para el caudal de salida de un depósito responde a un proceso de segundo orden y viene dado por:

$$4 \cdot \frac{d^2F}{dt^2} = H - 0.1 \cdot \frac{dF}{dt} - F$$

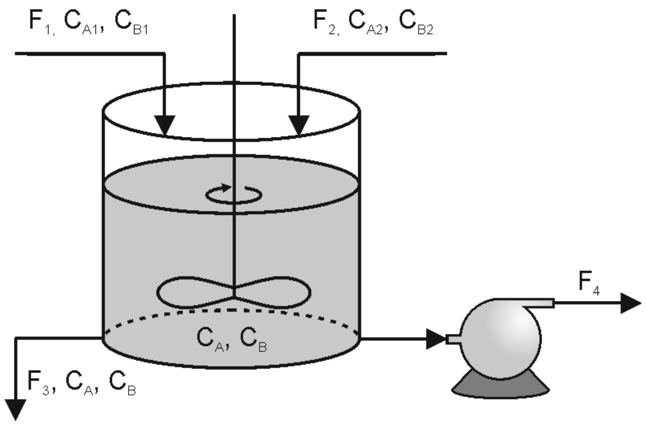
Si F es la respuesta y H es la entrada, ¿Cómo calificaría este proceso atendiendo a su factor de amortiguamiento?

3. Dado el siguiente modelo de proceso:

$$\frac{dx_1}{dt} = -3 \cdot x_1 + x_2 + 2 \cdot u \therefore \quad \frac{dx_2}{dt} = 2 \cdot x_1 - 2 \cdot x_2 + u \therefore \quad y = x_1 + x_2$$

Calcular la función de transferencia L{y}/L{u} suponiendo que todas las condiciones iniciales son nulas.

4. En la figura siguiente se muestra un tanque agitado de mezcla completa, donde F_i son caudales volumétricos y C_i son concentraciones:



Asumiendo que todos los caudales son constantes pero que las concentraciones de las corrientes de entrada pueden cambiar, contestar a las siguientes preguntas:

a) Demuestre que la composición de la corriente de salida tiene un comportamiento de un sistema de primer orden para cambios en la composición de entrada.

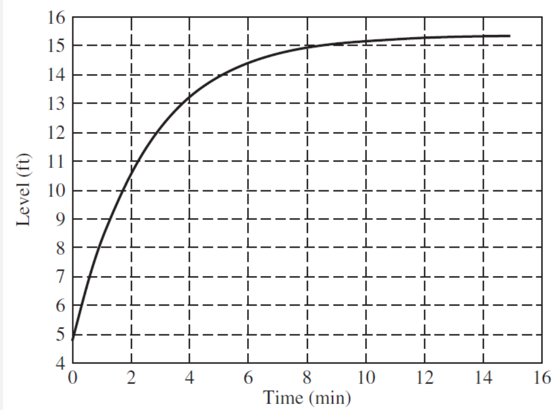
b) Encuentre las funciones de transferencia entre las composiciones de las corrientes de salida y las de entrada.

c) Defina la ganancia y la constante de tiempo de este sistema.

5. El nivel de un tanque responde frente a un cambio brusco en el caudal de alimento (desde 1,5 gal/min hasta 4,8 gal/min) de la forma siguiente:

Tiempo (min)	Altura (ft)
0,0000	4,8000
0,1380	5,3673
0,2761	5,9041
0,4141	6,4120
0,5521	6,8927
0,6902	7,3475
0,8282	7,7779
0,9663	8,1852
1,1043	8,5706
1,2423	8,9354
1,3804	9,2805
1,5184	9,6071
1,6564	9,9161

Tiempo (min)	Altura (ft)
1,7945	10,2085
1,9325	10,4853
2,0705	10,7471
2,2086	10,9949
2,3466	11,2294
2,4847	11,4513
2,6227	11,6612
2,7607	11,8599
.....	.....
14,3558	15,3261
14,4938	15,3280
14,6319	15,3297
14,7699	15,3313



a) Determina la función de transferencia que relaciona el nivel de agua dentro del tanque en pies (Level (ft)) con el caudal de entrada (en gal/min), ambas expresadas en forma de variables de perturbación.

b) Indica el valor y unidades de los parámetros característicos que definen a la función de transferencia así como el modelo dinámico en función del tiempo que representa la variación del nivel con el caudal de entrada.

c) Establece la función, en el dominio del tiempo, de variación del nivel de agua dentro del tanque cuando el caudal de entrada varía de forma sinusoidal de acuerdo a la siguiente expresión:

$$F_{IN} = 3{,}15 + 1{,}65 \cdot sen(2 \cdot t)$$

Control de procesos químicos

Colección de problemas

Dinámica de Procesos

6. La temperatura de un reactor exotérmico se describe mediante

$$\mathbf{10 \cdot \frac{dT'}{dt} = T' + 2 \cdot q}$$

donde T' es la variable de desviación de la temperatura del reactor, q' es la variable de desviación de la entrada de calor o frío al reactor. Suponer que las condiciones iniciales, incluyendo las derivadas son cero.
Obtener la función de transferencia Gp = T'(s) / q'(s) y demostrar que el sistema es inestable.

7. Una reacción de primer orden se realiza en continuo en un tanque agitado. El tiempo de residencia (V/F) es 1.6 h siendo V el volumen del tanque en m^3 y F la alimentación en m^3/h. La constante de reacción (k) es 2 h^{-1}. Se pide:
a) Demostrar que el proceso se describe mediante un modelo correspondiente a un elemento de primer orden de retraso cuya constante de tiempo es: τ = V/(F + kV) y su ganancia, Kp = F/(F + kV).
b) Hallar la concentración de reactivo en la corriente de salida en estado estacionario, x_{SS}, cuando la concentración de reactivo en la corriente de entrada , x0, es 17.6 moles/m^3
c) Calcúlese la concentración de salida 0,381 horas después de bajar bruscamente la concentración de reactivo en la alimentación de 17,6 moles/m^3 a 16.9 moles/m^3.

8. Sabes que el modelo no lineal de tu proceso sigue la siguiente ecuación

$$dC/dt=(1/\tau)(C_{in}-C)-k_rC^2$$

Los consultores de ingeniería que contrataste hace algunos años mostraron en un informe de su estudio de control que utilizaron una ecuación linealizada alrededor de un estado estacionario dada por

$$dC/dt=0.048-0.34C+0.1C_{in}$$

Sin embargo, olvidaron dar los valores de τ y k_r, así como el estado estacionario utilizado. Recuperar, a partir de las ecuaciones dadas los valores de τ y k_r así como el estado estacionario utilizado, C_{ss} y $C_{in,ss}$

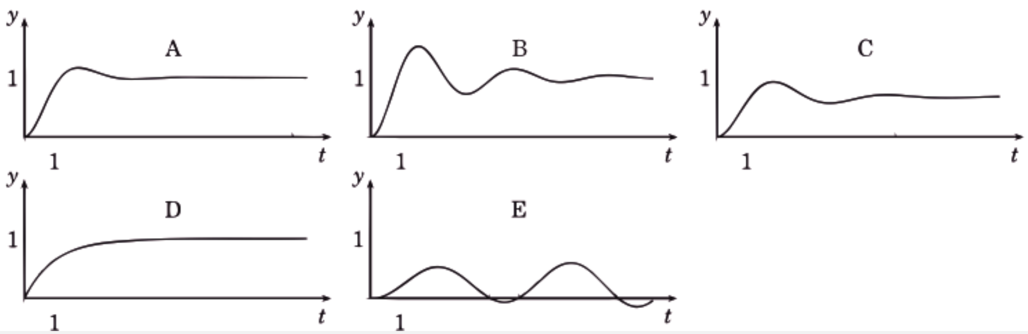
9. Determinar las funciones de transferencia de entre el conjunto dado, que corresponden a las respuestas frente a perturbaciones en escalón indicadas en los gráficos A-E.

$$G_1(s) = \frac{0{,}1}{s+0{,}1} \qquad G_2(s) = \frac{4}{s^2+2\cdot s+4} \qquad G_3(s) = \frac{0{,}5}{s^2-0{,}1\cdot s+2}$$

$$G_4(s) = \frac{-0{,}5}{s^2+0{,}1\cdot s+2} \qquad G_5(s) = \frac{1}{s+1} \qquad G_6(s) = \frac{4}{s^2+0{,}8\cdot s+4}$$

$$G_7(s) = \frac{2}{s^2+s+3}$$

Gráficas de respuestas frente a perturbación en escalón:



10. Determina el modelo matemático que relaciona la temperatura de descarga de un mezclador de corrientes (como el de la figura), que mezcla una corriente de agua caliente (v) con una fría (k), con las temperaturas de entrada de ambas corrientes, siendo ambas susceptibles de sufrir una perturbación.
Indica en qué tipo de proceso dinámico se puede incluir el modelo matemático resultante, sus parámetros característicos así como la función de transferencia asociada.