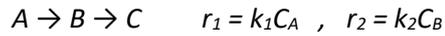


## DINÁMICA Y CONTROL DE PROCESOS

### PARCIAL 2014

La producción de ciclopentenol a partir de ciclopentadieno está basada en el siguiente esquema de reacciones:



Siendo *A*: ciclopentadieno, *B*: ciclopentenol, *C*: ciclopentanodiol, *D*: dicitlopentadieno.

- Graficar el valor de la  $C_B$  en estado estacionario en función del caudal. Determinar el valor óptimo de caudal.
- Hallar la función de transferencia entre el caudal y la concentración del producto deseado para el punto determinado anteriormente.
- Graficar el cambio en la concentración de producto cuando el caudal aumenta súbitamente un 20% respecto al valor determinado.

Datos:  $k_1 = 0.83 \text{ min}^{-1}$        $k_2 = 1.75 \text{ min}^{-1}$        $k_3 = 0.17 \text{ mol}^{-1}\text{L min}^{-1}$

$C_{Ain} = 10 \text{ mol/L}$  (constante)

$V = 10 \text{ L}$

*Considerar el sistema como isotérmico y no tomar en cuenta la variación de los productos secundarios C y D, pues no influyen en la generación del producto deseado.*

## DINÁMICA Y CONTROL DE PROCESOS

### PARCIAL 2015

En un biorreactor tipo quimiostato un microorganismo de concentración  $X$  (en g/L) consume dos sustratos de concentraciones  $S_1$  y  $S_2$  (también en g/L), siendo el factor de rendimiento para ambos sustratos  $Y = 0.3$  (en g de microorganismo por g de sustrato). Las reacciones de consumo de sustrato pueden asumirse de primer orden respecto al sustrato y de primer orden respecto a los microorganismos con constantes  $k_1 = 0.3$  L/g.d y  $k_2 = 0.2$  L/g.d . Asumir mezcla completa y una tasa de dilución constante (caudal/volumen)  $D = 0.02$  d<sup>-1</sup> y considerar una alimentación con una concentración de sustrato total  $S_{\text{tot},in} = S_{1,in} + S_{2,in} = 2.0$  g/L, con una proporción  $\alpha$  de 60% de  $S_{1,in}$ .

- a) Hallar las condiciones de estado estacionario.
- b) Hallar las matrices A, B y C del sistema linealizado en torno al estado estacionario.  
Considerar  $\alpha$  como variable manipulable para el control.
- c) Determinar si el sistema es estable en el punto estacionario.
- d) Se produce un aumento de  $\alpha$  del 20%. Graficar las respuestas del sistema linealizado.

## DINÁMICA Y CONTROL DE PROCESOS

### PARCIAL 2016

Una bacteria utilizada para una producción biotecnológica es descartada regularmente en forma segura en un reactor continuo agitado de volumen constante que contiene un protozoo ciliado capaz de utilizarla como sustrato para su crecimiento. La bacteria crece en forma proporcional a su concentración ( $C_1$ ) y decrece proporcional al producto de su concentración y la concentración de protozoo ( $C_2$ ). Este último crece a la vez que desaparece la bacteria y con igual velocidad. La bacteria se agrega en forma continua al reactor.

- a) Plantear las ecuaciones que definen el sistema.
- b) Encontrar las concentraciones de estado estacionario.
- c) Graficar la evolución de las dos especies si se parte de 5 g/L de concentración de ciliado.
- d) Encontrar las funciones de transferencia para la variable de salida “concentración de bacteria”, considerando como variables de entrada el caudal (manipulable) y la concentración de bacteria (no manipulada).
- e) Implementar en un diagrama Xcos un bucle de control feedback con un controlador PI ( $K_c = 10 \text{ (L/h)/(g/L)}$ ,  $\tau_i = 5 \text{ h}$ ). Considerar que se produce un escalón de 1 g/L en la variable no manipulada. Considerar que el sensor y la válvula tienen dinámicas despreciables y están ya considerados en la función de transferencia del controlador.
- f) ¿Este sistema de control presenta offset? Justifique brevemente.

Datos:  $k_1 = 0.5 \text{ h}^{-1}$  (constante de crecimiento de bacterias)

$k_2 = 0.08 \text{ g}^{-1}\text{Lh}^{-1}$  (constante de desaparición de bacterias)

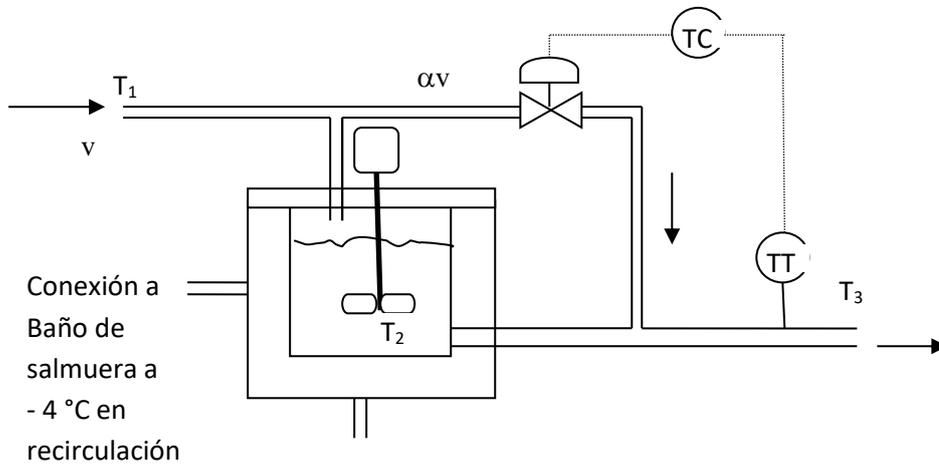
$v = 2 \text{ Lh}^{-1}$  (caudal de bacterias)

$V = 80 \text{ L}$  (volumen del reactor)

$C_{10} = 4 \text{ gL}^{-1}$  (concentración de bacterias de la corriente de alimentación)

Nota: Contestar las partes a) y f) al dorso de esta hoja. Subir los script de las restantes partes al sitio EVA.

Para enfriar un fluido de proceso se dispone del equipamiento esquematizado en la figura:



La temperatura de ingreso puede variar según los procesos aguas arriba, pero se requiere una  $T_3 = 15\text{ °C}$  para lo que sigue. Puede asumirse que el caudal  $v = 4.7\text{ L/min}$  es constante.

- El controlador de temperatura TC está roto y por lo tanto no está actuando el lazo de control. La válvula se ajusta manualmente. Determine la fracción de caudal  $\alpha$  para lograr el objetivo deseado si  $T_1 = 27\text{ °C}$
- En esas condiciones determine la(s) función(es) de transferencia que relacionan la(s) variable(s) de entrada con la(s) de salida.
- La temperatura  $T_1$  comienza a subir a razón de  $\beta = 0.5\text{ °C/min}$  hasta los  $32\text{ °C}$  y se estabiliza en ese valor. Grafique la respuesta del sistema.
- Se arregla el controlador y se pone en operación. La función de transferencia del controlador es:  $G_c(s) = -0.15 \left(1 + \frac{1}{0.1s}\right)$  (-)/ °C (salida directamente expresada como fracción  $\alpha$ ). Puede despreciarse la dinámica del sensor.

Se sabe que en las condiciones de trabajo se puede aproximar la respuesta de la temperatura  $T_3$  al cambio de  $\alpha$  según la siguiente función de transferencia:

$$G_p(s) = -\frac{1.2}{3s+1}\text{ °C/(-)} \quad \text{y que la respuesta de } T_3 \text{ al cambio en } T_1 \text{ se puede aproximar}$$

$$\text{a la siguiente función de transferencia: } G_l(s) = \frac{0.9}{2.7s+1}\text{ (°C/°C)}$$

Implemente el sistema en un diagrama Xcos, representando lo que hubiera ocurrido con el aumento de temperatura de la parte c) si hubiera estado operativo el controlador. Grafique solamente el período correspondiente a la variación de  $T_1$ .

Datos adicionales:

$$\rho = 1.0\text{ kg/L}$$

$$C_p = 1.0\text{ kcal/kg.°C}$$

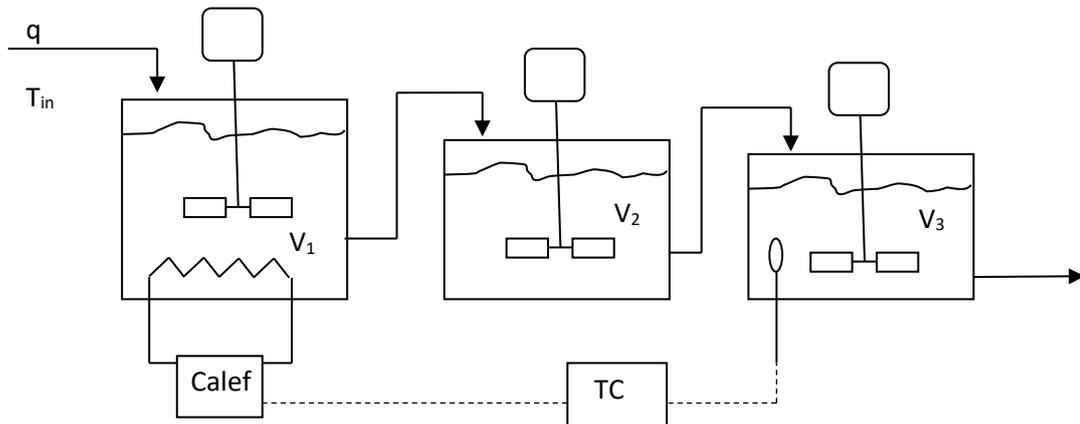
$$UA = 5.2\text{ kcal/min.°C}$$

$$V = 20\text{ L}$$

## DINÁMICA Y CONTROL DE PROCESOS

PARCIAL 2018

Para la fabricación de un lubricante se utiliza el siguiente esquema de calentamiento y mezclado alimentando en forma continua un caudal  $q$  constante de una mezcla de cera con hidrocarburos.



El controlador es del tipo PD, recibe la señal de una termocupla ubicada en el tercer tanque y controla un calefactor eléctrico ubicado en el primer tanque. Los tanques pueden considerarse como totalmente agitados y el caudal que los atraviesa está gobernado por un sistema de bombeo (no mostrado en la figura) que lo mantiene constante. Sin embargo, la temperatura de ingreso al sistema ( $T_{in}$ ) puede tener variaciones.

Se han determinado los siguientes datos:

$$q = 30 \text{ L/min} \quad V_1 = 45 \text{ L} \quad V_2 = 30 \text{ L} \quad V_3 = 24 \text{ L} \quad C_p = 0.925 \text{ kcal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$$
$$\rho = 0.9 \text{ kg/L}$$

La termocupla da una señal eléctrica entre 4 y 20 mA que corresponde a un rango entre 50 y 130°C. Puede despreciarse su dinámica.

El calefactor tiene recibe una señal de entrada de entre 0 y 5 V y entrega calor a razón de 1000 kcal/min por V aplicado. También puede despreciarse su dinámica.

- Halle las funciones de transferencia del proceso y de la carga.
- Determine cuál es la respuesta del sistema en bucle abierto (sin control feedback) para un aumento de 5°C en la  $T_{in}$ . Grafique variables desviación.
- Se han seleccionado los valores de  $K_c = 0.63 \text{ V}/\text{mA}$  y  $\tau_D = 0.05 \text{ min}$ . Determine cuál es ahora la respuesta del sistema con bucle cerrado frente a la misma perturbación. Grafique también en variables desviación.
- Determine el valor del offset en el sistema en bucle cerrado.
- Determine el rango de valores posible de la ganancia del controlador  $K_c$  con el sistema trabajando en bucle cerrado para que el sistema sea estable. Considerar el mismo valor de  $\tau_D$  que antes.

