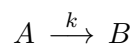


## TRABAJO PRÁCTICO N°8

### Otros Modelos Matemáticos y Simulación

**Problema 1:** Sea un reactor tubular (modelo de flujo-pistón) en el cual se produce una reacción exotérmica, envuelto en una camisa de enfriamiento. Los reactivos y productos de la corriente de fluido de proceso pueden transferir calor a temperatura  $T$  a la pared de metal del reactor, que se encuentra a temperatura  $T_M$ . Supondremos que no hay gradientes radiales en velocidad, concentración y temperatura. Los términos de energía potencial y cinética pueden despreciarse, así como el flujo difusivo frente al macroscópico. La entalpía puede considerarse en su forma simplificada. La reacción química es



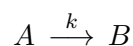
de primer orden en  $A$ . Plantear la ecuación de energía correspondiente a este modelo.

**Problema 2:** Sean dos tanques en serie, perfectamente mezclados, en donde no se produce reacción química. El caudal  $F$  de aceite que pasa a través de ellos y los volúmenes de ambos tanques son constantes. Se conoce la temperatura, en el estado estacionario inicial, del aceite que entra al primer tanque ( $T_0$ ). Las temperaturas en los dos tanques son  $T_1$  y  $T_2$ , y sus valores en el estado estacionario inicial son iguales y conocidos. En el primer tanque, se utiliza una serpentina con vapor para calefaccionar el aceite, que entrega una cantidad de calor  $Q_1$  por unidad de tiempo.

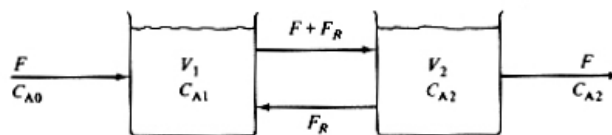
1. Modelar matemáticamente el sistema.
2. Analizar los grados de libertad y verificar que el modelo se encuentre correctamente especificado.

Nota: Considerar  $\rho$  y  $C_p$  constantes, y  $h = C_p T$ .

**Problema 3:** Una reacción irreversible e isotérmica de primer orden



tiene lugar en fase líquida en un reactor de volumen constante. El mezclado no es perfecto. La observación de los patrones de flujo indica que el modelo de "mezclado imperfecto" se podría aproximar mediante un sistema de dos tanques en serie como el que se indica en la figura. Suponiendo que  $F$  y  $F_R$  son constantes, escribir las ecuaciones que describen el sistema.



**Problema 4:** TAC no isotermico

Consideremos un reactor perfectamente mezclado, de volumen variable, en el que se produce una reacción exotérmica. El calor de reacción se elimina por medio de una camisa de enfriamiento.

Un controlador de nivel proporcional manipula el caudal de líquido que sale del tanque,  $F$ , como una función lineal del volumen.

$$F = 40 - 10(48 - V)$$

Un segundo controlador manipula el caudal de agua de enfriamiento en la camisa,  $F_j$ , proporcionalmente a la temperatura en el reactor.

$$F_j = 49,9 - K_c (600 - T)$$

En la camisa de enfriamiento, son válidas las suposiciones de mezclado perfecto y volumen constante. Las perturbaciones en el caudal de entrada  $F_0$  y en la concentración de la alimentación  $C_{A0}$  son escalones a  $t = 0$ . Analizar y simular el sistema para distintos valores de las perturbaciones.

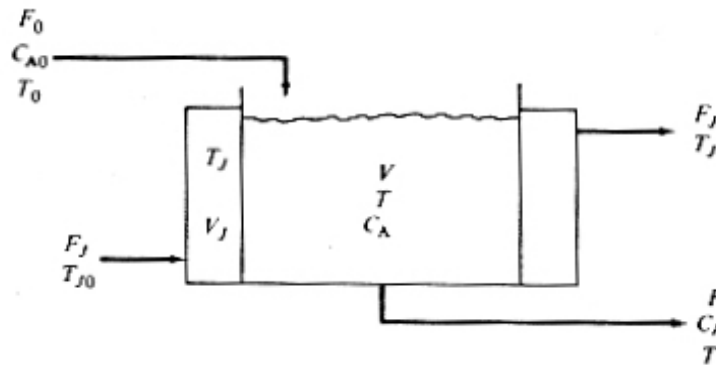
Tabla con constantes y valores iniciales del proceso:

Valores de estado estacionario

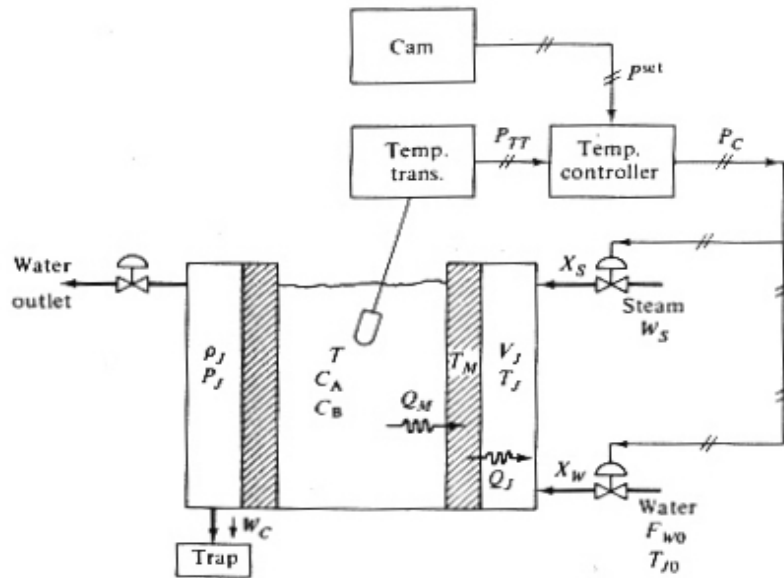
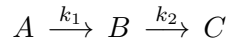
$\bar{F} = 40 \text{ ft}^3/\text{h}$	$\bar{V} = 48 \text{ ft}^3$
$\bar{C}_{A0} = 0,50 \text{ lbmol A}/\text{ft}^3$	$\bar{C}_A = 0,245 \text{ lbmol A}/\text{ft}^3$
$\bar{T} = 600^\circ R$	$\bar{T}_J = 594,6^\circ R$
$\bar{F}_J = 49,9 \text{ ft}^3/\text{h}$	$\bar{T}_0 = 530^\circ R$

Valores de los parámetros

$V_j = 3,85 \text{ ft}^3$	$\alpha = 7,08 \cdot 10^{10} \text{ h}^{-1}$
$E = 30000 \text{ Btu}/\text{lbmol}$	$R = 1,99 \text{ Btu}/\text{lbmol}^\circ R$
$U = 150 \text{ Btu}/\text{h ft}^2^\circ R$	$A_H = 250 \text{ ft}^2$
$\lambda = -30000 \text{ Btu}/\text{lbmol}$	$T_{J0} = 530^\circ R$
$c_p = 0,75 \text{ Btu}/\text{lb}_m^\circ R$	$c_j = 1,0 \text{ Btu}/\text{lb}_m^\circ R$
$\rho = 50 \text{ lb}_m/\text{ft}^3$	$\rho_j = 62,3 \text{ lb}_m/\text{ft}^3$
$K_c = 4 (\text{ft}^3/\text{h})/^\circ R$	$T_{set} = 300^\circ R$



**Problema 5:** Consideremos un reactor batch como el de la figura, en donde se producen las siguientes reacciones consecutivas.



Inicialmente, se alimenta vapor en la camisa para calentar el sistema hasta una temperatura a la cual se inician las reacciones consecutivas. Luego, se utiliza en la misma camisa agua de enfriamiento para para remover los calores exotérmicos de reacción.

Plantear las ecuaciones para la reacción líquida en el tanque, para las paredes de metal y para la camisa de enfriamiento en las diferentes fases del ciclo batch. Simular el proceso y graficar los perfiles de concentración y temperaturas del proceso, la pared de metal y la camisa de enfriamiento. Datos adicionales:

1. Fase vapor en la camisa

$$\rho_s = \frac{M P_j}{R(T_j + 460)}$$

$$P_j = \exp\left(\frac{A_{vp}}{T_j + 460} + B_{vp}\right)$$

$$W_s = C_{Vs} X_s \sqrt{35 - P_j}$$

2. Fase de enfriamiento

$$F_{w0} = C_{Vw} X_w \sqrt{20}$$

## Parámetros para el reactor batch

$\alpha_1 = 729,55 \text{ min}^{-1}$	$V_j = 18,83 \text{ ft}^3$
$\alpha_2 = 6567,6 \text{ min}^{-1}$	$C_{Vw} = 100 \text{ gpm/psi}^{0,5}$
$E_1 = 15000 \text{ Btu/lbmol}$	$T_{J0} = 80^\circ \text{ F}$
$E_2 = 20000 \text{ Btu/lbmol}$	$A_i = 56,5 \text{ ft}^2$
$A_{vp} = -8744,4^\circ \text{ R}$	$\lambda_1 = -40000 \text{ Btu/lbmol}$
$B_{vp} = 15,70$	$\lambda_2 = -50000 \text{ Btu/lbmol}$
$C_{A0} = 0,80 \text{ lbmolA/ft}^3$	$c_p = 1 \text{ Btu/lb}_m^\circ \text{ F}$
$T_0 = 80^\circ \text{ F}$	$V = 42,5 \text{ ft}^3$
$\rho = 50 \text{ lb}_m/\text{ft}^3$	$K_c = 10 \text{ psi/psi}$
$C_{Vs} = 112 \text{ lbm7min psi}^{0,5}$	$C_M = 0,12 \text{ Btu/lb}_m^\circ \text{ F}$
$h_{os} = 1000 \text{ Btu/h}^\circ \text{ F ft}^2$	$V_M = 9,42 \text{ ft}^3$
$h_{ow} = 400 \text{ Btu/h}^\circ \text{ F ft}^2$	$\rho_M = 512 \text{ lb}_m/\text{ft}^3$
$h_i = 160 \text{ Btu/h}^\circ \text{ F ft}^2$	$\rho_j = 62,3 \text{ lb}_m/\text{ft}^3$
$A_0 = 56,5 \text{ ft}^2$	$c_j = 1 \text{ Btu/lb}_m^\circ \text{ F}$
$H_s - h_c = 939 \text{ Btu/lb}_m$	