

Alumno: _____ eMail: _____

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - FACULTAD REGIONAL ROSARIO

Departamento de Ingeniería Química - Cátedra Integración IV

Examen 13 de Marzo de 2025

Sea el proceso cuyo diagrama de flujo se representa en la figura. Luego de designar las variables necesarias para realizar el modelo, plantear uno en estado dinámico y proponer una estrategia para su resolución global.

Hipótesis:

A) Reactor: R1

- Nivel seteado al 65 % del volumen.
- Con reacción química en fase acuosa cuya cinética es:



$$(-r_A) = k_{D1} \times C_A \times C_B - K_{I1} \times C_C$$

- Constantes definidas por Arrhenius.
- Reacción exotérmica: ($\Delta H_{R1} < 0$).
- Refrigerado con agua pura. $(UA)_{R1}$ dato.
- Dimensiones conocidas.

B) Flash: FL1

- Adiabático.
- Equilibrio LV ideal sin reacción química.
- Dimensiones conocidas.
- Posee una válvula de alivio.

C) Bombas Centrífugas: BC1, BC2 y BC3

- Elevan la presión de las corrientes (ΔP_{BC1} , ΔP_{BC2} y ΔP_{BC3} conocido).
- No hay cambios en otras propiedades incluyendo cambios de estado.

D) Sumador: S1

- Sin reacción química
- Adiabático
- Presión de salida igual a todas las entradas.

E) Intercambiador: IC1

- Caída de presión nula
- El vapor sólo entrega su calor latente saliendo como líquido saturado
- Sin cambio de fase en la otra corriente.

F) Tanques de almacenamiento: TK1 y TK2

- Dimensiones conocidas (alto y diámetro).
- Poseen sólo indicadores de nivel y alarmas por muy bajo nivel.

G) Corrientes

- A: Solución acuosa de A de temperatura, concentración y presión conocidos.
- B: Solución acuosa de B de temperatura, concentración y presión conocidos.
- La corriente de agua de enfriamiento AE1 de composiciones, presiones, temperaturas conocidas.
- La corriente VC de vapor de agua saturado de presión y temperatura conocidas

H) Válvulas de control

Asuma la siguiente expresión general para el cálculo del caudal en las válvulas:

$$Q = C_{vi} \sqrt{\frac{(P_e - P_s)_i}{\rho_{fi}}}$$

Siendo P_e la presión de entrada y P_s la de salida, ρ_{fi} la densidad del fluido. La conductividad C_{vi} (con i de 1 a 4) depende de la ley de control:

$$C_{vi} = \alpha_i AC_i$$

Siendo AC_i la acción total de control de la válvula i :

$$AC_i = AP_i + AI_i + AD_i + A0_i$$

Siendo AP_i la acción proporcional del controlador i , AI_i la acción integral y AD_i la derivativa. El término $A0_i$ es constante y conocido. Q es caudal volumétrico.

Los controladores de nivel son PID, el de temperatura PI y el de presión P, siendo sus coeficientes datos conocidos.

Las válvulas manuales CV-A y CV-B con conductividades conocidas y constantes (C_{vA} y C_{vB}).

La válvula de alivio actúa sólo cuando la presión del flash supera una umbral (P_{RV}) siendo entonces su $C_{v,RV}$ conocida y constante y descarga a la presión atmosférica.

Plantear:

1. El sistema de ecuaciones diferenciales
2. El sistema de ecuaciones algebraicas complementario de tal forma que todas las variables del miembro derecho de las ecuaciones diferenciales queden definidas.
3. Indicar cómo resolver el sistema de ecuaciones diferenciales mediante algoritmo que considere los ítems anteriores.

4. Explique la estrategia de resolución y demuestre esquemáticamente que el sistema de ecuaciones diferenciales y algebraicas resultante es calculable dadas las condiciones iniciales y los parámetros/datos de entrada del sistema.

