

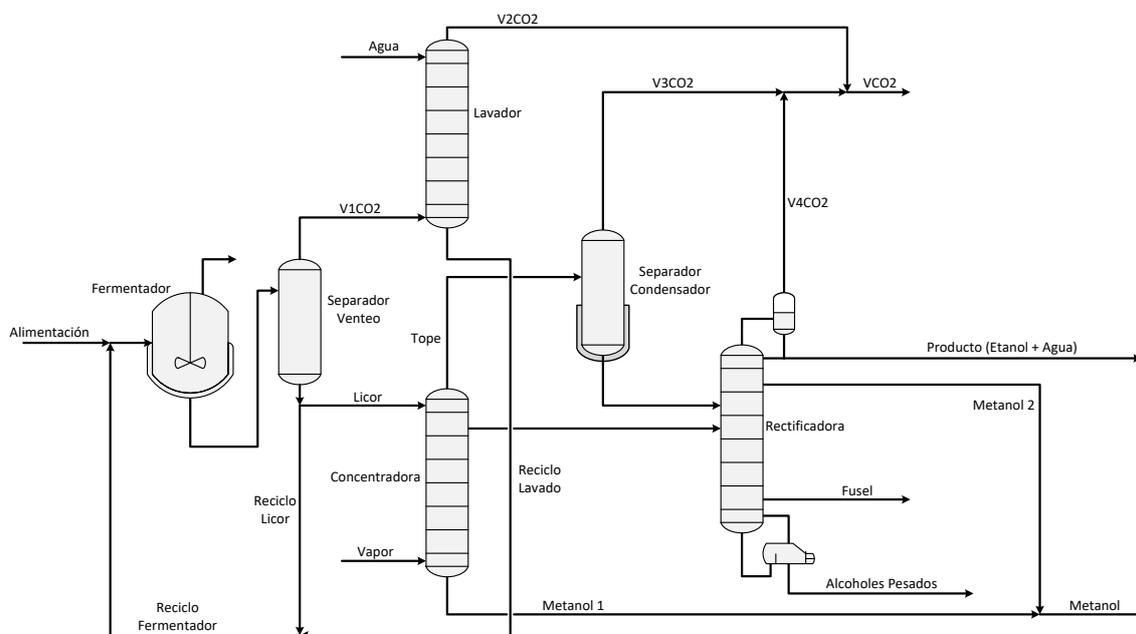
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL – FACULTAD REGIONAL ROSARIO
Departamento de Ingeniería Química
INTEGRACIÓN IV - 2020

TRABAJO PRACTICO.

P1) Sea el siguiente proceso:

El proceso de obtención de etanol por fermentación genera, además, diversos subproductos en pequeñas cantidades; metanol y otros alcoholes pesados (1-propanol, 2-propanol, 1-butanol, etc.) y CO₂.

Los productos provenientes del fermentador se envían al *separador de venteo*, en el que el CO₂ se separa como producto de cabeza (corriente V1CO₂). Esta corriente de CO₂ arrastra algo de etanol, por lo que es enviada a una torre de lavado (*lavador*), donde es lavada con agua para recuperar el Etanol, el cual es reciclado al fermentador.



Esquema Proceso etanol

El líquido de fondo del separador rico en Etanol es enviado mayoritariamente (licor) a la torre de concentración (*Concentradora*), y una pequeña porción se recicla al fermentador. En la torre concentradora se produce la separación por medio de arrastre con vapor (corriente de vapor que ingresa por el fondo de la columna) y se elimina la mayor parte del metanol, en una extracción lateral próxima al tope de la columna (esta corriente se alimenta a la torre rectificadora). La corriente de fondo de la columna (metanol 1) se une a la corriente de extracción lateral de la torre rectificadora (metanol 2) para formar la corriente de salida de planta metanol. El vapor de tope de la *columna concentradora* es alimentado a un *separador (condensador)* donde se elimina la mayor parte del CO₂ remanente y algo de metanol que es (corriente V3CO₂). El producto de fondo del separador-condensador, se envía a la torre Rectificadora.

La corriente de extracción lateral de la *torre Concentradora* es la principal alimentación a la *torre Rectificadora*. Esta se opera con un condensador parcial y un rehervidor. El principal producto de la planta es la mezcla azeotrópica etanol/agua, corriente líquida que se extrae del condensador parcial. El metanol se concentra hacia los platos superiores, por lo que se provee a la columna rectificadora de una pequeña extracción (corriente metanol 2). También se provee al condensador de un pequeño venteo para eliminar CO₂ (corriente V4CO₂).

Otro punto por considerar es la concentración de alcoholes pesados en el interior de la torre Rectificadora. Estos alcoholes son generalmente denominados aceite de Fusel, y son una mezcla de isómeros de propanol, butanol y pentanol, con otros agregados. La acumulación de estos compuestos en la torre se evita proveyendo a la torre Rectificadora de una pequeña extracción lateral de líquido para recuperar estos componentes (corriente Fusel). La corriente principal de alcoholes pesados es la salida por el fondo de la torre rectificadora (corriente alcoholes pesados).

Un ingeniero debe simular el proceso indicado más arriba, para obtener una mezcla de etanol-agua -corriente “Producto (etanol+agua)”-; que se obtiene próxima a la composición azeotrópica. Esta corriente luego debe procesarse para obtener alcohol puro (esta parte del proceso no es indicada en la figura).

Problemas a considerar

Para ello, en primer lugar, se debe decidir qué módulos o modelos físico-químicos se seleccionarán para realizar la simulación (estimación de constantes de equilibrio y de entalpías).

1.A) Considerando la mezcla a procesar *a lo largo del proceso* –o sea, todos los componentes involucrados- ¿cuál es la opción más conveniente en este caso?

Indique el conjunto que considere más apropiado para calcular adecuadamente las mencionadas propiedades considerando el equilibrio líquido-vapor.

	UNIFAC/UNIQUAC	NRTL	Ideal	Peng-Robinson
Fase líquida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fase vapor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1.B) Desarrolle un modelo para el equipo flash (condensador-separador). Tenga en cuenta las características del fluido a tratar (físicoquímica). El modelo debe ser desarrollado en forma genérica, sin denotar componentes, ni número de estos. Tenga en cuenta que la corriente que ingresa condensa parcialmente, a temperatura y presión especificada.

1.C) En forma similar al P2, desarrolle un modelo general para un nodo sumador.

1.D) Desarrolle el DFI (grafo) que represente el flowsheet del proceso. Incorpore todos los módulos (equipos) que considere convenientes para la simulación.

1.E) Identifique las corrientes de corte y proponga al particionar el grafo, una secuencia de resolución. Indique lógicamente cómo se procede a la solución del problema de simulación considerando disponible una biblioteca de módulos según la filosofía modular-secuencial. Esto es, muestre y describa la secuencia de particionado, ordenamiento del cálculo, y criterio de convergencia.

Con respecto a la propuesta de las corrientes de corte, si son necesarias, y si lo considera conveniente, no es necesario desarrollar metodológicamente el proceso que utilice para definir las. Basta con obtenerla (s).

1.F) ¿El conjunto hallado de corriente (s) de corte – o iteradora (s)- es único?

Si

No

1.G) ¿Cómo seleccionaría el mejor conjunto de corrientes de corte?, si lo hay. ¿Motivos?

1.H) La corriente “Producto (etanol + agua)”, para ser separada en etanol de alta pureza y agua debe tratarse en un sistema de destilación (por ejemplo incorporando un agente para “romper” el azeótropo). Una posibilidad es utilizar hexano. Considerando esos tres componentes solamente, ¿cuál utilizaría de los siguientes modelos para estimar las propiedades fisicoquímicas?

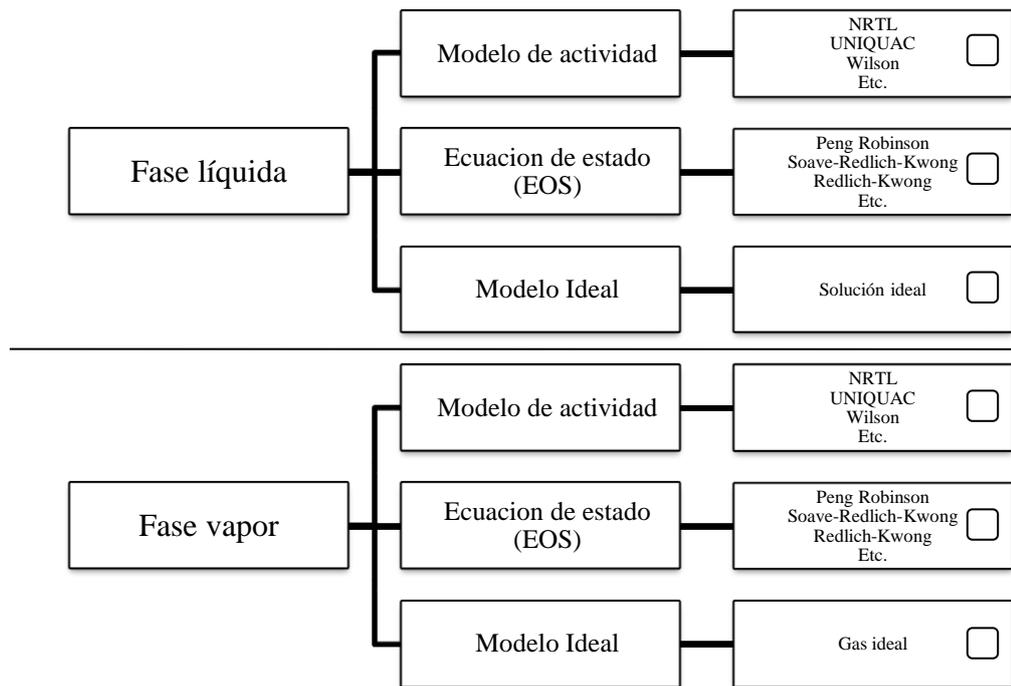
Indique el conjunto que considere más apropiado para calcular adecuadamente las mencionadas propiedades considerando el equilibrio líquido-vapor.

	UNIFAC/UNIQUAC	NRTL	Ideal	Peng-Robinson
Fase líquida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fase vapor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Problema 2.

Supongamos que un proceso manipula una mezcla que contiene metanol, alcohol butílico y agua. Si se pretende seleccionar un paquete para la estimación de las propiedades fisicoquímicas, indique su elección considerando tanto su uso en equilibrio L-V como en la estimación de sus entalpías.

Marque con una X el tipo de modelo seleccionado para cada fase



Problema 3

Sea el diagrama de flujo de la figura y luego de nombrar las corrientes restantes (en los casos que sea necesario):

- Plantear el diagrama de flujo de información (DFI).
- Proponer un modelo en estado estacionario para el reactor.
- Proponer un modelo en estado estacionario para el intercambiador de calor (condensador total).
- Proponer una estrategia para la resolución de los equipos antes detallados (reactor e intercambiador).
- Determinar el conjunto mínimo de corrientes de corte y el orden de resolución de estos.
- Proponer una estrategia para la resolución del proceso completo.

Nota:

Estrategia modular secuencial. Plantear los modelos solicitados en forma genérica tanto para los equipos como para los componentes. Explicitar las ecuaciones a partir de las que se calculen las correspondientes incógnitas.

Hipótesis:

A) Reactores: R-1, R-2

- Reacción química en fase líquida es:



$$(-r_A) = k_D \times C_A \times C_B - K_I \times C_C$$

- Reacción endotérmica: ($\Delta H_R > 0$)
- Calefaccionado con vapor de agua saturado. Sólo entrega el calor latente. Los factores $(UA)_{R-1}$ y $(UA)_{R-2}$ tienen los valores justos y necesarios. Explicitar la expresión para su cálculo.
- Volumen ocupado en los reactores: 70 % de la capacidad.
- Plantear el módulo (sistema de ecuaciones) que lo representa en forma completa.
- Explicitar la estrategia de resolución.

B) Intercambiador de calor: IC-1

- Condensador total.
- El vapor que ingresa (corriente 6) abandona el equipo como líquido saturado (corriente 8).
- $(UA)_{IC1}$ justo y necesario. Explicitar la expresión para su cálculo.

