



Planificaciones

7657 - Diseño de Procesos

Docente responsable: FERNANDEZ BEATRIZ ETHEL

OBJETIVOS

Integrar los conocimientos adquiridos en Termodinámica y Físico-Química, Operaciones y Reactores en el marco del diseño de una planta continua de procesos químicos.

CONTENIDOS MÍNIMOS

-

PROGRAMA SINTÉTICO

PROGRAMA ANALÍTICO

1. Introducción

Simulación, optimización y síntesis de procesos. Características del diseño de procesos. Aspectos creativos. Estrategias para el diseño de procesos. Jerarquía de problemas.

2.- La estructura del diagrama de proceso

Diseño conceptual de un proceso. Estructura de entrada-salida y las variables de decisión asociadas. Balance global de materia. Alternativas de proceso. La estructura con reciclo y las variables de decisión asociadas. El sistema de reacción. El reciclo gaseoso y los costos de compresión.

3.- Diseño del sistema de separación

Estructura general del sistema de separación. Sistema de recuperación de vapor. Sistema de separación de líquidos. Selección de secuencias de separación mezclas ideales. Separación de mezclas con azeótropos. Curvas de destilación y de residuo. Secuencia de separación de mezclas con azeótropos.

4.- Integración de energía

Requerimiento mínimo de servicios. Número mínimo de intercambiadores de calor. Diseño de redes de intercambiadores de calor. Integración de calor y potencia. Integración energética en sistemas de destilación.

5.- Análisis con modelos

Opciones termodinámicas para la simulación de procesos. Selección de propiedades físicas. El equilibrio de fases. Criterios de selección de correlaciones termodinámicas para el equilibrio de fases. Estructura de un paquete de predicción de propiedades. Modelado de equipos. Modelos básicos: sumadores y divisores. Equipos de transferencia de calor. Equipos de transferencia de materia: flash, torres.

6.- Simulación para diseño de procesos

Del diagrama de proceso al diagrama de flujo de información. Corrientes y equipos. Nociones sobre particionado y rasgado. Formalización del problema de rasgado. Selección práctica de corrientes iteradoras. Los reciclos de materia y los de energía. El problema $x=f(x)$ y su relación con el esquema de resolución por rasgado. Métodos aceleradores de convergencia: Sustitución Directa, Wegstein. Grados de libertad de una corriente. Grados de libertad de un equipo. Grados de libertad de un diagrama de proceso. Determinación de los grados de libertad en función de las condiciones operativas. Simulación modular no secuencial. El problema $g(x)=0$, su relación con el esquema global de resolución. Métodos aceleradores de convergencia.

7.- Evaluación de costos de proceso

La información requerida para la evaluación de costos en ingeniería de procesos. Estimación de los costos de inversión y de operación. Estimación simplificada del retorno de la inversión.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

- Biegler, L.T., I.E. Grossmann y A.W. Westerberg, Systematic Methods of Chemical Process Design, Prentice Hall, New Jersey (1997)
- Dimian, A.C., Integrated Design and Simulation of Chemical Processes, Elsevier, Amsterdam (2003)
- Doherty, M.F., Malone, M.F., Conceptual Design of Distillation Systems, McGraw-Hill, New York (2001)
- Douglas, J.M., Conceptual Design of Chemical Processes, McGraw-Hill, New York (1988)
- Henley, E.J. y J.D. Seader. Equilibrium-Stage Separations in Chemical Engineering, J.Wiley & Sons, New York (1981)
- Jiménez Gutiérrez, A., Diseño de Procesos en Ingeniería Química, Reverté S.A., México, D.F. (2003)

- Poling, B.E., J.M. Prausnitz y J.P. O'Connell, The Properties of Gases and Liquids, McGraw-Hill, New York (2000)
- Scenna, N. (Editor). Simulación, Diseño y Optimización de Procesos, Universidad Tecnológica Nacional (2001)
- Seider W.D., J.D. Seader y D.R. Lewin, Product & Process Design Principles, Synthesis, Analysis and Evaluation, J. Wiley & Sons, New York (2004)
- Turton, R., Bailie, R.C., Whiting, W.B., Shaeiwitz, J.A., Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes, Prentice Hall, Upper Saddle River (2003)

Artículos

- Agarwal, R., Y-K. Li, O. Santollani y A. Vieler, Uncovering the Realities of Simulation, Chemical Engineering Progress, Part I, May, pp. 42-52, Part II, June, pp. 64-72 (2001)
- Chien, H.H.Y., KB Method in Two Phase Flash Calculations, Computers and Chemical Engineering, 8, 1, pp. 61-64 (1984)
- Cidre, E., P. Freedman y D. Gómez, Una Metodología para la Selección de Correlaciones Termodinámicas para el Equilibrio de Fases Aplicada al Simulador HYSIM., Depto. de Ing. Química, Facultad de Ingeniería - UBA (1995)
- Jelínek, J., The Calculation of Multistage Equilibrium Separation Problems with Various Specifications, Computers and Chemical Engineering, 12, 2/3, pp. 195-198 (1988)
- Naphtali, L.M. y D.P. Sandholm, Multicomponent Separation Calculations by Linearization, AIChE J., 17, 1, pp. 148-153 (1971)
- Russell, R.A., A Flexible and Reliable Method Solves Single-Tower and Crude-Distillation-Column Problems, Chemical Engng. pp. 53-59, October (1983)
- Schad, R.C., Don't Let Recycle Streams Stymie Your Simulations, Chem. Engng. Progress, pp. 68-76, December (1994)

RÉGIMEN DE CURSADA

Metodología de enseñanza

El Diseño de Procesos es un área de la Ingeniería Química que ha tenido un gran desarrollo en las últimas décadas. Asimismo tiene un marcado impacto en la enseñanza al demandar los conocimientos adquiridos en Termodinámica y Físico-Química, evaluación y predicción de propiedades volumétricas y termodinámicas, equilibrio de fases, Operaciones y Reactores, modelado de equipos y Cálculo Numérico resolución de sistemas de ecuaciones lineales y no-lineales.

La asignatura se desarrolla en un ámbito que reconoce y valida el bagaje de conocimientos y el potencial creativo de quienes la cursan y los estimula para que investiguen, cuestionen, descubran y decidan. En las clases teóricas el énfasis está puesto en los aspectos conceptuales de manera tal de producir, en el marco del diseño de procesos, los anclajes de los conocimientos adquiridos en cursos anteriores. Los modelos abarcan desde una operación individual hasta una planta completa y se discute cómo se emplean frecuentemente en el análisis, diseño y operación de procesos químicos. La posibilidad de analizar una planta en su conjunto es una experiencia integradora a la que los estudiantes se enfrentan, en general, por primera vez en la carrera.

Los trabajos prácticos tienen como eje conductor el diseño conceptual de una planta de proceso. Cada cuatrimestre se selecciona un producto distinto cuya síntesis a escala industrial, a partir de materias primas establecidas, se realiza en tres etapas: (1) concepción del diagrama de proceso, (2) resolución de los balances de materia y energía mediante simulación y (3) integración energética.

Modalidad de Evaluación Parcial

La evaluación parcial se reemplaza por un proyecto profesional integrado por los dos primeros trabajos prácticos que deben ser entregados para su evaluación en las fechas establecidas con antelación. Una demora en la entrega es penalizada con una disminución en la calificación del trabajo práctico correspondiente. La posibilidad de presentar los trabajos prácticos fuera de término es considerada como la instancia de recuperación. La evaluación integradora consiste en un coloquio. Para asentar la habilitación para rendir la evaluación integradora en la Libreta de Trabajos Prácticos, se requiere la aprobación de los trabajos prácticos 1 y 2 según los términos especificados. Los tres trabajos constituyen el 60 % de la evaluación final de la asignatura en el caso que la realización de los mismos haya sido hecha de manera evidentemente individual.

La calificación final se basa en la siguiente ecuación: $(w1/n1)C1+(w2/n2)C2+(w3/n3)C3 + (1-w1/n1-w2/n2-w3/n3)C4$

donde:

Ci: calificación del TPi

C4: calificación de la evaluación integradora

n_i : número de autores del T_{P_i} , con $n_i < 3$; $w_1 = 0.3$; $w_2 = w_3 = 0.15$

CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 09/03 al 14/03	Presentación. Diseño conceptual de procesos. Ejemplo base producción de benceno a partir de tolueno. Recopilación de la información.			Presentación Trabajo Práctico.		1. Douglas, J.M., Conceptual Design of Chemical Processes, McGraw-Hill, New York (1988)
<2> 16/03 al 21/03	Estructura de entrada-salida. Decisiones clave. Organización de reactivos y productos. Destino de las corrientes de salida. Balance global de materia. Función beneficio.			La estructura de reciclo y las variables de decisión asociadas. El sistema de reacción. Discusión trabajo práctico. Modelado de reactores.		1. Douglas, J.M., Conceptual Design of Chemical Processes, McGraw-Hill, New York (1988)
<3> 23/03 al 28/03	La estructura de reciclo y las variables de decisión asociadas. El sistema de reacción.	Planteo Balance Estructura Entrada – Salida en Excel				1. Douglas, J.M., Conceptual Design of Chemical Processes, McGraw-Hill, New York (1988)
<4> 30/03 al 04/04	La estructura del sistema de separación. El sistema de recuperación de vapor. El sistema de separación de líquido. Variables de decisión. Balances lineales de materia. Función beneficio.		Carga Componentes, Selección Paquetes, Cálculo de equilibrios, curvas Txy y Pxy. Dividir en 2 grupos			1. Douglas, J.M., Conceptual Design of Chemical Processes, McGraw-Hill, New York (1988)
<5> 06/04 al 11/04	Estimación de costos. Inversión fija. Costos anuales. Análisis de rentabilidad.		Simulación Sistemas Sencillos Dividir en 2 grupos		Pre-entrega TP1	2. Seider W.D., J.D. Seader y D.R. Lewin, Product & Process Design Principles, Synthesis, Analysis and Evaluation, J. Wiley & Sons, New York (2004)
<6> 13/04 al 18/04	Evaluación de propiedades físicas en simulación de procesos.		Resolución en función de costos estimados			2. Seider W.D., J.D. Seader y D.R. Lewin, Product & Process Design Principles, Synthesis, Analysis and Evaluation, J. Wiley & Sons, New York (2004)

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<7> 20/04 al 25/04	Enfoques de la simulación. Simulación modular secuencial. Particionado y Rasgado. Simulación modular no secuencial. Grados de Libertad.		Simulación Reactores – Análisis de un ejemplo			4. Biegler, L.T., I.E. Grossmann y A.W. Westerberg, Systematic Methods of Chemical Process Design, Prentice Hall, New Jersey (1997)
<8> 27/04 al 02/05	Integración de calor. Requerimiento o mínimo de energía. Requerimiento o mínimo de intercambiadores de calor. Integración de calor. Diseño de la red de intercambiadores de calor.	TP Integración energética – ejemplo Douglas.			Entrega TP1	1. Douglas, J.M., Conceptual Design of Chemical Processes, McGraw-Hill, New York (1988)
<9> 04/05 al 09/05	Integración de calor y potencia. Integración de columnas de destilación.		Estructura entrada-salida en Simulador de Procesos			1. Douglas, J.M., Conceptual Design of Chemical Processes, McGraw-Hill, New York (1988)
<10> 11/05 al 16/05	Separación de mezclas azeotrópicas. Comportamiento azeotrópico. Presencia de dos fases líquidas. Curvas de destilación. Separación de una mezcla de tres componentes.	Optimización de la Red de Intercambiadores – Ruptura Loop a través del pinch. Calculo Auxiliar en Excel. Gran Curva Compuesta y Curva Compuesta, análisis de la inclusión de las columnas.				3. Doherty, M.F., Malone, M.F., Conceptual Design of Distillation Systems, McGraw-Hill, New York (2001)
<11> 18/05 al 23/05	Separación de mezclas azeotrópicas. Comportamiento azeotrópico. Presencia de dos fases líquidas. Curvas de destilación. Separación de una mezcla de tres componentes.		Simulación de columnas – Especificaciones y definición de variables.			3. Doherty, M.F., Malone, M.F., Conceptual Design of Distillation Systems, McGraw-Hill, New York (2001)
<12> 25/05 al 30/05	Separación de mezclas azeotrópicas. Curvas de residuo. Separación de una mezcla de cuatro	Destilación Azeotrópica.				3. Doherty, M.F., Malone, M.F., Conceptual Design of Distillation Systems, McGraw-Hill, New York (2001)

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	componentes. El enfoque general.					
<13> 01/06 al 06/06	Resolución de ecuaciones no lineales. Sistema $x=f(x)$ y simulación secuencial. Simulación global. Sistema $g(x)=0$. Método de Newton y Derivados. Métodos Cuasi-Newton.	Destilación azeotrópica – Simulación de curvas de residuo, decisión esquemas de separación.			Entrega TP2	4. Biegler, L.T., I.E. Grossmann y A.W. Westerberg, Systematic Methods of Chemical Process Design, Prentice Hall, New Jersey (1997)
<14> 08/06 al 13/06	Modelos de equipos de separación de mezclas de componentes múltiples. Solución conjunta. Método inside-out.					4. Biegler, L.T., I.E. Grossmann y A.W. Westerberg, Systematic Methods of Chemical Process Design, Prentice Hall, New Jersey (1997)
<15> 15/06 al 20/06	Optimización de procesos.			Discusión TP 3		4. Biegler, L.T., I.E. Grossmann y A.W. Westerberg, Systematic Methods of Chemical Process Design, Prentice Hall, New Jersey (1997)
<16> 22/06 al 27/06	Consulta.				Entrega TP3	

CALENDARIO DE EVALUACIONES

Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	9	16/10	19:30	
2º	10	23/10	19:30	
3º	11	30/10	19:30	
4º				