



Programa Analítico

DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS

Datos Generales

Nombre de la Actividad Curricular: DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS

Código: 15_QQU

Carrera: Ingeniería Química

Bloque de Conocimientos al que pertenece: Tecnologías Aplicadas

Año académico: 2024

Equipo docente

Nombre:	Cargo:	Dedicación:
Mele, Fernando Daniel	Profesor Asociado	Exclusiva
Únzaga, Teresa del Valle	Profesora Asociada	Simple
Nishihara Hun, Andrea Lorena	JTP	Simple
Machin Ferrero, Lucas Maximiliano	JTP	Simple

Fundamentación

Integrar conocimientos de la formación general para plantear, desarrollar y seleccionar alternativas de procesos químicos industriales. Adquirir destreza en la formulación y resolución de problemas de optimización.

Resultados de Aprendizaje

Al finalizar exitosamente el cursado de la actividad curricular el estudiante será capaz de:

- R.A. 1:** Aplicar correctamente los balances de materia y energía, operaciones de separación, ingeniería de las reacciones químicas, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.
- R.A. 2:** Aplicar correctamente el análisis, diseño, simulación y optimización de procesos y productos.
- R.A. 3:** Desarrollar proyectos en el ámbito de la ingeniería química basado en el trabajo en equipo.
- R.A. 4:** Aplicar los criterios de integración de procesos y flujos de energía con consciencia medioambiental y de sostenibilidad.
- R.A. 5:** Resolver problemas de optimización, escribiendo el correspondiente modelo matemático que incluya una función objetivo, una o más variables de diseño, las variables accesorias que sean



necesarias y diferentes restricciones de igualdad o desigualdad. El modelo ha de ser matemáticamente consistente, razonablemente escalado y resoluble en la práctica con los medios disponibles.

R.A. 6: Simular el comportamiento de procesos en régimen utilizando simuladores computacionales.

Contenidos

Contenidos mínimos de la Actividad Curricular:

Procedimientos de síntesis de procesos: Descomposición del proceso en un subconjunto de problemas más simples. Orden de precedencia en el desarrollo del proceso (selección y determinación de las materias primas, caminos de reacción, de corrientes de entrada y salida, recirculaciones, purgas del proceso). Identificación de las variables de diseño importantes y de interacciones entre unidades del proceso. Uso de reglas heurísticas para definir la estructura del proceso y los valores de las variables de diseño. Síntesis de subsistemas: unidades de separación y redes de intercambio calórico. Identificación de las variables de diseño importantes y de interacciones entre unidades de proceso. Optimización de procesos: formulación y resolución.

Programa Extendido

Unidad 1: SÍNTESIS, ANÁLISIS Y DISEÑO DE PROCESOS

Síntesis basada en niveles de decisión y heurísticos. Naturaleza de la síntesis, análisis y diseño de procesos. El aspecto creativo del diseño de procesos. Procedimientos de síntesis de procesos: Descomposición del proceso en un subconjunto de problemas más simples. Orden de precedencia en el desarrollo del proceso (selección y determinación de las materias primas, caminos de reacción, de corrientes de entrada y salida, reciclos, purgas del proceso). Identificación de las variables de diseño importantes y de interacciones entre unidades del proceso. Uso de reglas heurísticas para definir la estructura del proceso y los valores de las variables de diseño. Estudio de casos.

Unidad 2: DESARROLLO DE UN CASO BASE

Búsqueda de información y datos para el diseño. Métodos de diseño rápido para unidades de proceso. Simulación. Uso de UniSim. Información y datos para el diseño: Predicción de propiedades termodinámicas de gases y líquidos. Deducción de reglas generales para la especificación de variables de diseño de unidades de proceso (Intercambiadores de calor, separadores flash, condensadores parciales, destilación, absorción). Métodos de diseño rápidos para columnas de separación de mezclas multicomponentes (destilación y absorción). Métodos empíricos (cálculo de N_{min} y R_{min}) y métodos de grupo. Simulación. Estrategias modular, secuencial y orientada a ecuaciones. Ventajas y desventajas. Aplicaciones a problemas industriales usando UniSim.

Unidad 3: SÍNTESIS DEL SISTEMA DE SEPARACIÓN Y DE REDES DE INTERCAMBIO DE CALOR

El sistema de separación: Estructura general del sistema de separación. Sistema de separación de vapor: Selección del método de separación (condensación, absorción y adsorción). Sistema de separación de líquidos: Selección del método de separación (destilación, destilación extractiva, destilación azeotrópica,



destilación reactiva, extracción, cristalización, adsorción, reacción). Determinación de la secuencia de columnas de destilación mediante el uso de reglas heurísticas. Métodos de ahorro de energía en destilación: Sistemas de recompresión de vapores. Sistemas de múltiple efecto. Redes de intercambio calórico: Objetivos a plantear en problemas de integración energética. Concepto de "punto de corte". Significado y utilidad. Diseño de redes según los objetivos de máxima recuperación energética, mínimo número de unidades. Compromiso entre ahorro energético e inversión. Uso de servicios auxiliares múltiples. Integración calórica entre columnas de destilación y el resto del proceso.

Unidad 4: OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS

Métodos de programación matemática en problemas restringidos con variables continuas y binarias. Uso de GAMS. Organización del problema de optimización. El sistema. Alternativas para la representación de su estructura. Grados de libertad y restricciones del sistema. La función objetivo. Criterios de selección. Procedimiento general para optimizar. Optimización de funciones de una variable sin restricciones. Métodos analíticos. Condiciones para la existencia de extremos. Unimodalidad. Métodos numéricos. Métodos de eliminación de regiones. Métodos de aproximaciones polinomiales. Métodos que requieren evaluación de derivadas. Optimización de funciones multivariable sin restricciones. Condiciones para la existencia de extremos. Métodos de búsqueda directa: búsqueda univariante, simplex, Hooke-Jeeves y Powell. Métodos indirectos de primer orden: gradiente (Cauchy), gradiente conjugado (Fletcher-Reeves). Métodos indirectos de segundo orden: Newton, quasi-Newton (Davidson-Fletcher-Powell). Optimización de sistemas secuenciales. Optimización con restricciones. Programación lineal. Programación no lineal: Multiplicadores de Lagrange. Multiplicadores de Kuhn-Tucker. Funciones de penalidad. Métodos de búsqueda directa con restricciones. Programación cuadrática sucesiva. Introducción al entorno de programación GAMS. Optimización con variables binarias y continuas. Propositiones lógicas. Algebra de Boole. Introducción de cortes binarios. El problema MILP. Método Branch & Bound. El problema MINLP. Estrategias de solución.

Bibliografía

- Edgar, T. F., Himmelblau, D. M., Lasdon, L. S. (1998). Optimization of chemical processes, Editorial McGraw-Hill, USA. 2a ed.
- Seider, W. D., Seader, J. D., Lewin, D. R. (2009). Product and process design principles synthesis, analysis, and evaluation. 3a ed.
- Smith, R. Chemical process design, (1995), New York McGraw-Hill. USA. 1 ed.

Carga horaria

Carga horaria total de la Actividad Curricular: 128

Carga horaria de Tecnologías Aplicadas: 128

Duración del dictado en semanas: 16

Cantidad en horas de:

- Clases semanales: 8



- Teoría presencial: 2
- Práctica presencial: 4
- Horas totales dedicadas a evaluaciones: 12

Metodología aplicada

Plan de actividades:

- CLASES TEÓRICO PRÁCTICAS. El curso se organiza con dos clases mayormente teórico-prácticas por semana. En la primera parte, los estudiantes organizados en grupos de trabajo realizan un proyecto de síntesis requiriéndose para ello el uso de simuladores. En la 2da. parte, se imparten tres horas de teoría sobre métodos de optimización.
- PRÁCTICOS DE PROBLEMAS. En la primera parte se imparten cinco horas por semana. Las clases prácticas están diseñadas para que los estudiantes adquieran un manejo de los métodos heurísticos y algorítmicos aplicados a casos particulares. En la segunda parte, los problemas se resuelven con GAMS, para lo cual están disponibles problemas tipo de ingeniería química resueltos y se imparten cuatro horas de clases prácticas por semana.
- DESARROLLO DE UN PROYECTO: Como integración de los conceptos de la primera parte y de conocimientos previos de las unidades de operación y reacción, se desarrollan en grupos un Proyecto de Diseño de un caso base.

Distribución de actividades:

Todas las actividades son individuales salvo el proyecto de diseño que es grupal, de no más de cuatro integrantes.

Mecanismos de seguimiento de los aprendizajes:

- Los alumnos deben asistir al 80% de las clases prácticas.
- Deben realizar y aprobar un proyecto de diseño de un caso base con su respectiva recuperación.
- Deben rendir y aprobar 1 evaluación parcial escrita de la segunda parte, con su respectiva recuperación.
- Deben aprobar un examen final integrador – oral y/o escrito.

Recursos empleados

Espacios:

Aula 4-1-23 disponible con proyector multimedia y acceso a red informática.

Equipos:

Computadoras personales.

Medios tecnológicos:

Software (con licencia estudiantil):

- UniSim Design, Hyprotech. USA.,
- GAMS, GAMS Corporation, USA.



Evaluación

Método/s empleados:

Evaluación individual escrita, Evaluación individual oral, Evaluación individual en PC, Evaluativos teóricos de seguimiento (por ejemplo quizzes), Entrega de trabajos prácticos escritos, individuales o grupales, Proyecto integrador (documentación escrita y/o exposición oral)

Condiciones para la aprobación de la Actividad Curricular:

- Aprobar un proyecto de diseño de un caso base o su respectiva recuperación.
- Aprobar 1 evaluación escrita sobre optimización o su respectiva recuperación.
- Aprobar un examen final integrador – oral o escrito, con una calificación mínima de 40/100.

Correlativas académicas

- Análisis y Diseño de Reactores I
- Operaciones Unitarias II

Ejes y enunciados multidimensionales y transversales

Esta Actividad Curricular aporta a los siguientes ejes y enunciados multidimensionales y transversales de la carrera en el nivel que se indica:

Ejes y enunciados multidimensionales y transversales	Nivel
Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería	Alto
Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería	Alto
Gestión, planificación, ejecución y control de proyectos de ingeniería	Bajo
Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería	Alto
Generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas	Bajo
[Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo	Medio
Fundamentos para una comunicación efectiva	Medio
Fundamentos para una actuación profesional ética y responsable	No aporta
Fundamentos para evaluar y actuar en relación con el impacto social de su actividad profesional en el contexto global y local	No aporta
Fundamentos para el aprendizaje continuo	Medio
Fundamentos para el desarrollo de una actitud profesional emprendedora	Medio



Universidad Nacional de Tucumán



*2024: 30° ANIVERSARIO DEL RECONOCIMIENTO
CONSTITUCIONAL DEL PRINCIPIO DE AUTONOMÍA UNIVERSITARIA*

Investigación

Proyectos de investigación relacionados a la asignatura en la que participen los docentes

PIUNT Estrategias de ingeniería de sistemas de procesos para el diseño y operación de biorrefinerías sustentables y sus cadenas de suministros.

PIUNT Uso sustentable de agua y energía en industrias de procesos.