



Guía docente

820523 - EPQ - Ingeniería de Procesos Químicos

Última modificación: 02/10/2025

Unidad responsable: Escuela de Ingeniería de Barcelona Este
Unidad que imparte: 713 - EQ - Departamento de Ingeniería Química.

Titulación: GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA (Plan 2009). (Asignatura obligatoria).

Curso: 2025 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Catalán, Castellano, Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: MOISES GRAELLS SOBRE

Otros: Primer quadrimestre:
GONZALO CAMBERO CHAVES - Grup: M11
HANNELIESE FREITES KONDRATOWITSCH - Grup: M11, Grup: M12
MOISES GRAELLS SOBRE - Grup: M12

CAPACIDADES PREVIAS

Las propias de las asignaturas planificadas previamente en el plan de estudios, con especial énfasis en las asignaturas indicadas como requisitos.

REQUISITOS

OPERACIONS BàSIQUES II - Prerequisit
SIMULACIÓ I OPTIMITZACIÓ DE PROCESSOS QUÍMICS - Prerequisit

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

- 2. Capacidad para el análisis, diseño, simulación y optimización de procesos y productos.
- CEQUI-22. Capacidad para diseñar, gestionar y operar procedimientos de simulación, control e instrumentación de procesos químicos.
- CEQUI-26. Estudiar la viabilidad del proyecto propuesto.
- CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.
- 12. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

Genéricas:

- CG-04. Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.
- CG-07. Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

Transversales:

14. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 3: Aplicar los conocimientos alcanzados en la realización de una tarea en función de la pertinencia y la importancia, decidiendo la manera de llevarla a cabo y el tiempo que es necesario dedicarle y seleccionando las fuentes de información más adecuadas.

19. EMPREDEDURÍA E INNOVACIÓN - Nivel 3: Utilizar conocimientos y habilidades estratégicas para la creación y gestión de proyectos, aplicar soluciones sistémicas a problemas complejos y diseñar y gestionar la innovación en la organización.

22. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL - Nivel 3: Tener en cuenta las dimensiones social, económica y ambiental al aplicar soluciones y llevar a cabo proyectos coherentes con el desarrollo humano y la sostenibilidad.

25. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN - Nivel 3: Planificar y utilizar la información necesaria para un trabajo académico (por ejemplo, para el trabajo de fin de grado) a partir de una reflexión crítica sobre los recursos de información utilizados.

METODOLOGÍAS DOCENTES

La asignatura combina sesiones expositivas y prácticas con enfoque aplicado, centradas en la resolución de problemas y el análisis de casos. El hilo conductor de la docencia es la toma de decisiones en el diseño y la operación de procesos químicos, mediante una visión sistemática y guiada por funciones objetivo. Los contenidos se organizan en cinco grandes bloques, cada uno con una tarea vinculada que permite poner en práctica las herramientas y los conceptos tratados. Estas actividades se resuelven de manera guiada y con la ayuda de software técnico como GAMS, Excel y HYSYS, fomentando la autonomía y el pensamiento crítico. La evaluación se complementa con un proyecto final que consolida los conocimientos adquiridos, y con dos pruebas escritas que evalúan la comprensión y la capacidad de análisis de los estudiantes. Se potencia la participación activa, el aprendizaje por casos y el uso reflexivo de herramientas de cálculo y simulación en un contexto industrial.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Objetivo general:

- Comprender y aplicar de manera integrada los conceptos y métodos propios de la ingeniería de procesos químicos, con capacidad para analizar, diseñar, optimizar y controlar procesos industriales complejos, identificando los objetivos prioritarios y los indicadores que miden su rendimiento.

Objetivos específicos:

- Identificar y formular modelos de procesos químicos y estructurarlos de manera jerárquica.
- Definir funciones objetivo y seleccionar las variables más relevantes en función del contexto técnico, económico o ambiental.
- Comprender y aplicar indicadores de rendimiento (KPIs/KOPs) para evaluar opciones de mejora.
- Aplicar técnicas básicas de optimización e integración de procesos.
- Analizar opciones de operación y planificación de la producción.
- Simular dinámicamente el comportamiento de procesos.
- Entender los principios básicos del control de procesos y su aplicación práctica.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTE

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	20.00
Horas aprendizaje autónomo	90,0	60.00
Horas grupo pequeño	30,0	20.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

TEMA 0: Introducción

Descripción:

Introducción a la asignatura y a la Ingeniería de Procesos. Problemas de síntesis, diseño, operación y control de procesos. Ejemplos prácticos. Necesidad de herramientas sistemáticas para el análisis y mejora de los procesos. Esta sesión introductoria se centrará en reflexionar sobre la toma de decisiones y la formulación del problema de optimización (definición del modelo, identificación de los grados de libertad y variables de decisión, identificación de las restricciones y selección de la función objetivo). Se discutirá qué se entiende por optimización, cómo se puede llegar desde diferentes enfoques (técnico, económico, ambiental...) y cómo este cambio de mirada estructura todo el curso. También se presentará la organización de la asignatura, el sistema de evaluación y la metodología de trabajo.

Objetivos específicos:

- Conocer la metodología general del curso y el planteamiento de la evaluación.
- Entender la necesidad de analizar los problemas de diseño, operación y control desde una perspectiva sistemática y cuantitativa.
- Comprender la utilidad práctica del enfoque basado en la optimización para abordar los problemas de toma de decisiones técnicas.

Actividades vinculadas:

Sesión de discusión e introducción conceptual. No existe tarea asociada a este tema.

Dedicación: 5h

Grupo grande/Teoría: 1h

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

Aprendizaje autónomo: 3h

TEMA 1: Optimización de procesos continuos

Descripción:

Definición del problema de optimización: modelo, variable, parámetros, restricciones y función objetivo. Tipo de problemas: LP, MILP, NLP y MINLP. Cuantificación: evaluación económica, evaluación ambiental, otros indicadores (KPIs). Aplicación de técnicas de simulación y optimización en la planificación de flujos en sistemas lineales. Modelos simplificados y granularidad del modelo. Esta parte se abordará principalmente mediante herramientas como MSExcel y GAMS. Sistemas de separación. Sistemas de reactores. Sistemas de reacción-separación. Síntesis de trenes de destilación. Aplicación de técnicas de simulación y optimización en el diseño de sistemas complejos, como trenes de destilación. Se trabajarán heurísticas y estrategias de decisión para seleccionar configuraciones eficientes, valorando opciones desde el punto de vista técnico y económico. El objetivo es desarrollar criterios prácticos para la toma de decisiones estructurales. Esta parte se abordará principalmente mediante herramientas como AspenHYSYS, AspenPlus y UniSim.

Objetivos específicos:

- Resolver problemas de planificación de flujos utilizando modelos lineal simplificados (LP).
- Simular y analizar trenes de destilación en distintas configuraciones.
- Aplicar heurísticas y criterios estratégicos para la toma de decisiones de diseño.
- Evaluar los efectos técnicos y económicos de las alternativas.

Actividades vinculadas:

- Ejercicios de simulación y optimización con soporte de herramientas como AspenHYSYS, AspenPlus, UniSim, GAMS y Excel.
- Entrega de una tarea vinculada al tema.

Dedicación: 25h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Actividades dirigidas: 2h

Aprendizaje autónomo: 15h

TEMA 2: Integración de procesos continuos

Descripción:

Introducción a los conceptos y métodos de integración de procesos, especialmente a la integración energética y de servicios en procesos industriales. Presentación de los fundamentos del análisis Pinch, determinación de los límites termodinámicos y de los requerimientos mínimos de calentamiento y enfriamiento (targeting). Principios del diseño de redes de intercambiadores de calor, así como la evaluación de los costes asociados a diferentes estrategias de integración. Discusión del problema de optimización, ventajas y limitaciones de los procedimientos rigurosos respecto a los métodos heurísticos.

Objetivos específicos:

- Analizar oportunidades de integración energética mediante el análisis Pinch.
- Evaluar económicamente distintas opciones de integración.

Actividades vinculadas:

- Ejercicios de determinación de los requerimientos mínimos de calentamiento y enfriamiento.
- Ejercicios de diseño de redes de calor con soporte de Excel.
- Entrega de tarea vinculada al tema.

Dedicación: 25h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Actividades dirigidas: 2h

Aprendizaje autónomo: 15h

TEMA 3: Optimización de procesos semi-continuos y discontinuos

Descripción:

Introducción a los procesos semi-continuos. Líneas de producción. Modelos simplificados de asignación y temporización (LP). Operaciones no productivas (preparación, limpieza, etc.) y modelos MILP. Introducción a los procesos discontinuos (batch). Conceptos de la operación de procesos batch: tiempo de ciclo, tamaño del lote, operación en paralelo, en fase y fuera de fase, necesidades de almacenamiento. Programación de operaciones en plantas multi-producto (MILP).

Objetivos específicos:

- Formular y resolver problemas simplificados de planificación de la producción en líneas semi-continuas.
- Formular y resolver problemas simplificados de planificación de la producción en plantas multiproducto.

Actividades vinculadas:

- Ejercicios de formulación de problemas de optimización LP y MILP.
- Ejercicios de resolución de problemas de optimización LP y MILP mediante Excel y GAMS.
- Entrega de tarea vinculada al tema.

Dedicación: 25h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Actividades dirigidas: 2h

Aprendizaje autónomo: 15h

TEMA 4: Simulación dinámica de procesos

Descripción:

Revisión y ampliación de conceptos de simulación de procesos en estado estacionario. Operaciones lógicas como Adjust, Set y Recycle. Introducción a la simulación dinámica. Tiempo y capacidad (holdup). Válvulas. Modos Flow-driven y Pressure-driven. Integración y tiempo de simulación. Perturbaciones. Diseño de válvulas.

Objetivos específicos:

- Transformar simulaciones estacionarias en AspenHYSYS en simulaciones dinámicas.
- Ejecutar simulaciones dinámicas y analizar y comparar comportamientos transitorios.

Actividades vinculadas:

- Ejercicios de simulación dinámica en AspenHYSYS.
- Entrega de tarea vinculada al tema.

Dedicación: 35h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 6h

Actividades dirigidas: 2h

Aprendizaje autónomo: 21h

TEMA 5: Control de procesos

Descripción:

Fundamentos del control de procesos: controladores, lazos abiertos y cerrados, tipos de acción, capacitancia y tiempo muerto. Ajuste de controladores. Control aplicado a columnas de destilación. Sistemas de seguridad: protección de equipos y operaciones.

Objetivos específicos:

- Introducir controladores en las simulaciones dinámicas en AspenHYSYS.
- Ajustar controladores y comparar y analizar distintas acciones y estrategias de control.

Actividades vinculadas:

- Ejercicios de control de procesos en AspenHYSYS.
- Entrega de tarea vinculada al tema.

Dedicación: 35h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Actividades dirigidas: 21h

Aprendizaje autónomo: 6h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

- Ejercicios individuales: 25%
- Proyecto en equipo: 25%
- Examen parcial: 25% (en horario de clase)
- Examen final: 25% (en la fecha programada por Gestión Académica)
- No hay examen de re-evaluación.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Las pruebas se realizarán individualmente en el aula informática. Consistirán en la elaboración de soluciones a una propuesta de simulación y/o de optimización, total o parcial, de un proceso y deberán presentarse en formato digital y entregar a través de ATENEA dentro del plazo de tiempo prefijado por el profesorado.



BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Seider, Warren D. Product and process design principles : synthesis, analysis, and evaluation. 4rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, cop. 2017. ISBN 9781119588009.
- Smith, Robin. Chemical process design and integration. Chichester, UK: John Wiley & Sons, cop. 2005. ISBN 0471486817.
- Biegler, Lorenz T.; Grossmann, Ignacio E.; Westerberg, Arthur W. Systematic methods of chemical process design. Upper Saddle River (New Jersey): Prentice Hall PTR, cop. 1997. ISBN 0134924223.
- Altmann, Wolfgang. Practical process control for engineers and technicians [en línea]. Amsterdam: Elsevier, 2005 [Consulta: 14/07/2025]. Disponible a : <https://www.sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/9780750664004/practical-process-control-for-engineers-and-technicians>. ISBN 9786611009458.
- Svrcek, William Y.; Mahoney, Donald P.; Young, Brent R. A Real-time approach to process control [en línea]. Third edition. Chichester [etc.]: John Wiley & sons, 2014 [Consulta: 14/07/2025]. Disponible a : <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=4037756>. ISBN 9781119993872.
- Peters, Max Stone; Timmerhaus, Klaus D; West, Ronald E. Plant design and economics for chemical engineers. 5th ed. New York [etc.]: McGraw-Hill International Book, cop. 2003. ISBN 9780071240444.
- Edgar, Thomas F.; Himmelblau, David Mautner; Lasdon, Leon S. Optimization of chemical processes. 2nd ed. Boston [etc.]: McGraw-Hill, cop. 2001. ISBN 0070393591.

Complementaria:

- Douglas, James M. Conceptual design of chemical processes. New York [etc.]: McGraw-Hill, cop. 1988. ISBN 0070177627.
- CAPE : computer aided process and product engineering. Weinheim: Wiley-VCH, cop. 2006. ISBN 9783527308040.

RECURSOS

Otros recursos:

Copias de las transparencias utilizadas en clase y otros materiales distribuidos a través de la intranet docente. Programas de cálculo y simulación de procesos disponibles en las aulas informáticas de la EEBE.