

Guía docente de la asignatura

**Simulación y Control de Procesos
(2201141)**

Fecha de aprobación: 30/06/2023

Grado	Grado en Ingeniería Química	Rama	Ingeniería y Arquitectura				
Módulo	Tecnología Específica: Química Industrial	Materia	Ingeniería de Procesos y Productos				
Curso	4º	Semestre	1º	Créditos	6	Tipo	Obligatoria

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Se recomienda haber cursado la asignatura “Electrónica, Automatismos y Control” (3º GIQ)

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Grado)

Aspectos básicos del control de procesos químicos. Sistemas de control por realimentación. Estabilidad. Diseño y ajuste de controladores. Sistemas de control con lazo múltiple. Control anticipativo. Control mixto. Control adaptivo. Control predictivo. Sistemas de control distribuido. Simulación de procesos químicos. Análisis y síntesis de procesos. Evaluación de alternativas. Modelización de procesos químicos. Métodos de optimización de procesos químicos.

COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA**COMPETENCIAS GENERALES**

- CG01 - Poseer y comprender los conocimientos fundamentales en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- CG02 - Saber aplicar los conocimientos de Ingeniería Química al mundo profesional, incluyendo la capacidad de resolución de cuestiones y problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad y razonamiento crítico.
- CG03 - Adquirir la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes dentro del área de la Ingeniería Química, así como de extraer conclusiones y reflexionar críticamente sobre las mismas.
- CG04 - Saber transmitir de forma oral y escrita información, ideas, problemas y soluciones relacionados con la Ingeniería Química, a un público tanto especializado como no especializado.
- CG05 - Haber desarrollado las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores de especialización con un alto grado de autonomía.



- CG06 - Capacidad de organizar y planificar
- CG07 - Capacidad de gestión de la información
- CG08 - Trabajo en equipo
- CG09 - Compromiso ético
- CG12 - Motivación por la calidad
- CG13 - Sensibilidad hacia temas medioambientales

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE21 - Conocimientos sobre valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.
- CE22 - Capacidad para el análisis, diseño, simulación y optimización de procesos y productos.
- CE23 - Capacidad para diseñar, gestionar y operar procedimientos de simulación, control e instrumentación de procesos químicos.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Conocer la instrumentación, elementos finales de control y transmisión de señales empleadas en procesos químicos.
- Ser capaz de modelizar la dinámica de procesos químicos y analizar su respuesta frente a perturbaciones.
- Conocer las técnicas de análisis de respuestas en lazos de control.
- Aplicar técnicas de sintonizado de parámetros de control.
- Conocer técnicas de control avanzado habituales en procesos químicos.
- Conocer las técnicas de mejora de acciones de control por realimentación.
- Aplicar conceptos básicos de economía industrial en el análisis, evaluación y optimización de procesos químicos.
- Definir e identificar la función objetivo, variables de proceso y restricciones de operación.
- Diseñar, desarrollar y operar simuladores a partir de modelos matemáticos y aplicarlos en la optimización de procesos.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

Bloque I. Simulación

1. Introducción a la simulación de procesos químicos
 - Reseña histórica. Concepto de modelo, sistema y simulación. Metodologías de simulación
2. Termodinámica en simulación de procesos
 - Equilibrio de fases. Estimación de propiedades termodinámicas.
3. Modelos de operaciones básicas y reactores químicos
 - Columnas de destilación. Mezcladores y separadores. Bombas, compresores y turbinas. Cambiadores de calor. Reactores químicos.
4. Estrategias de simulación en estado estacionario
 - Simuladores modulares secuenciales: Sistemas cíclicos. Selección de corrientes de corte. Simuladores modulares simultáneos. Simuladores globales orientados a



ecuaciones.

5. Métodos numéricos en simulación de procesos

- Método de Newton–Raphson. Método de la secante. Método de Broyden. Método de sustitución directa. Método de Wegstein. Método del valor propio dominante (DEM)

Bloque II. Control

1. Dinámica de procesos

- Modelos dinámicos de procesos químicos. Linealización de modelos. Sistemas de primer orden. Sistemas de segundo orden. Tiempos muertos.

2. Análisis en el dominio de Laplace

- Transformada de Laplace. Funciones de transferencia. Respuesta de sistemas a entradas en impulso, escalón y rampa. Aproximación de Padé. Identificación de sistemas.

3. Análisis en el dominio de la frecuencia

- Respuesta de sistemas a entradas senoidales. Diagramas de Bode y Nyquist. Identificación de sistemas.

4. Control por realimentación (feedback)

- Objetivos del sistema de control: servomecanismo y regulador. Diagrama de bloques del lazo de control. Control proporcional (P), proporcional integral (PI) y proporcional integral derivativo (PID).

5. Análisis de sistemas de control

- Función de transferencia en lazo cerrado. Lugar de las raíces. Ganancia y frecuencia últimas. Criterio de estabilidad de Bode. Márgenes de ganancia y de fase.

6. Sintonización de controladores PID

- Criterios de calidad de respuesta. Sintonización basada en la ganancia y periodo últimos. Sintonización para procesos de primer orden con tiempo muerto.

7. Control avanzado:

- Control en cascada. Control anticipativo (feedforward). Compensación de tiempos muertos.

PRÁCTICO

Bloque I. Simulación

1. Selección de componentes. Diagramas de flujo. Informes y especificaciones
2. Diagramas Txy. Cálculos de equilibrio. Unidad flash. Detección de azeótropos
3. Columnas tipo SHORTCUT. Análisis de sensibilidad. Columna SCDS
4. Reactores estequiométricos (REAC). Reactores de equilibrio (EREA)
5. Reactores tipo Gibbs (GIBS). Reactores cinéticos (KREA)
6. Simulación de procesos con corrientes de recirculación

Bloque II. Control

1. Dinámica de procesos
2. Análisis en el dominio de Laplace
3. Análisis en el dominio de la frecuencia
4. Control por realimentación (feedback)
5. Análisis de sistemas de control
6. Sintonización de controladores PID
7. Control avanzado



BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Estrategias de modelado, simulación y optimización de procesos químicos (2006). Puigjaner y otros. Ed. Síntesis. BPOL/66.02 EST
- [Process Simulations Essentials - Example Book](#) (2016). Chemstations Inc.
- Chemical process control (1984). Stephanopoulos. Ed. Prentice Hall. BPOL/66.02 STE che
- Instrumentación y control de plantas químicas (2012). Ollero y otros. Ed. Síntesis. BPOL/66.02 OLL ins
- Process control (2013). Bequette. Ed. Prentice Hall.
- Ingeniería de Control Moderna (2010). Ogata. Ed. Pearson.
- Control automático con herramientas interactivas (2012). Guzmán y otros. Ed. Pearson.
- Introducción a los sistemas de control (2010). Hernández. Ed. Pearson.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ENLACES RECOMENDADOS

- [Chemstations](#)
- [Scilab](#)

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 - Lección magistral/expositiva
- MD02 - Resolución de problemas y estudio de casos prácticos o visitas a industrias
- MD04 - Prácticas en ordenadores
- MD05 - Realización de trabajos o informes de prácticas

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

- Examen teórico-práctico de simulación: 4 puntos
- Examen teórico-práctico de control: 6 puntos

Ejemplos de evaluación de los resultados de aprendizaje (objetivos)

- Para el objetivo “Diseñar, desarrollar y operar simuladores a partir de modelos matemáticos y aplicarlos en la optimización de procesos”, en el examen teórico-práctico de simulación se propondrán ejercicios de simulación de unidades individuales, líneas o plantas completas incluyendo equipos de reacción y separación, bombas y compresores y cambiadores de calor. El diagrama de flujo del proceso podrá contener ciclos y deberá resolverse empleando un software de simulación de procesos químicos (CHEMCAD)
- Para el objetivo “Aplicar técnicas de sintonizado de parámetros de control”, en el examen teórico-práctico de control se propondrán ejercicios de sintonizado de controladores PID



basados en el límite de estabilidad o en la minimización del error. El ejercicio deberá resolverse empleando un software de cálculo numérico (Scilab).

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

- Examen teórico-práctico de simulación: 4 puntos
- Examen teórico-práctico de control: 6 puntos

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

- Examen teórico-práctico de simulación: 4 puntos
- Examen teórico-práctico de control: 6 puntos

