

Grado en Ingeniería Química Industrial

DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre:				
Optimización y Control de Procesos Químicos				
Denominación en inglés:				
Optimization and control of chemical processes				
Código:		Carácter:		
606210222		Obligatorio		
Horas:				
	Totales	Presenciales	No presenciales	
Trabajo estimado:	150	60	90	
Créditos:				
	Grupos reducidos			
Grupos grandes	Aula estándar	Laboratorio	Prácticas de campo	Aula de informática
4.14	1.86	0	0	0
Departamentos:		Áreas de Conocimiento:		
Ingeniería Química, Química Física y Ciencias de los Materiales		Ingeniería Química		
Curso:		Cuatrimestre:		
4º - Cuarto		Primer cuatrimestre		

DATOS DE LOS PROFESORES

Nombre:	E-Mail:	Teléfono:	Despacho:
*Delgado Canto, Miguel Ángel	miguel.delgado@diq.uhu.es	959219865	ETP032
Martín Alfonso, María José	mariajose.martin@diq.uhu.es	959217699	ETSI-PS029

*Profesor coordinador de la asignatura

Consultar los horarios de la asignatura

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

1. Descripción de contenidos

1.1. Breve descripción (en castellano):

Los contenidos, estructurados en bloques temáticos, son:

- Análisis Dinámico de las variables de operación en los procesos químicos
- Control automático de las variables de operación en los procesos químicos
- Simulación y optimización de procesos químicos

1.2. Breve descripción (en inglés):

The contents are structured in thematic blocks are:

- Dynamic analysis of the operating variables in chemical processes.
- Automatic control of the operating variables in chemical processes.
- Cost estimation and profitability measurements of chemical process.
- Optimization of chemical processes.

2. Situación de la asignatura

2.1. Contexto dentro de la titulación:

La asignatura de Optimización y Control de Procesos Químicos corresponde a la materia Ingeniería de Procesos y Productos del módulo específico de Química Industrial.

Se sitúa en el último curso del Grado ya que es preciso disponer de conocimientos, destrezas y competencias suficientes para abordar con garantías los objetivos de la asignatura, ya que esta supone aplicar los contenidos de disciplinas que figuran en cursos anteriores.

La asignatura aporta los conocimientos genéricos de partida para que el egresado pueda ejercer profesionalmente en condiciones favorables en el campo de la ingeniería de procesos.

2.2. Recomendaciones:

Dado que la asignatura requiere la utilización de herramientas matemáticas y de conocimientos sobre los principios físico-químicos implicados en los procesos químicos se recomienda haber superado, al menos, las asignaturas de matemáticas, operaciones básicas y reactores químicos.

3. Objetivos (Expresados como resultados del aprendizaje):

El objetivo docente principal está orientado para que el alumno adquiera un conocimiento significativo de los conceptos, procedimientos y herramientas específicas en la optimización y control automático de procesos químico-industriales.

Los objetivos docentes específicos se articulan mediante el planteamiento de casos reales, de manera que promueva competencias específicas acordes con las necesidades profesionales de los titulados. Entre ellos:

- Aplicar modelos y herramientas para el análisis dinámico de las variables en los procesos químicos
- Comprender las acciones básicas de los algoritmos de control, diseñar lazos de control y ajustar los parámetros del controlador mediante la técnica de la respuesta en frecuencia y reglas de sintonización.
- Identificar los componentes de los lazos de control e interpretar su función en los diagramas de tuberías e instrumentación (P&ID)
- Comprender las estrategias y técnicas de optimización de procesos químicos.
- Manejar software específicos de simulación y optimización de procesos químicos.

4. Competencias a adquirir por los estudiantes

4.1. Competencias específicas:

- **E02:** Capacidad para el análisis, diseño, simulación y optimización de procesos y productos
- **E04:** Capacidad para diseñar, gestionar y operar procedimientos de simulación, control e instrumentación de procesos químicos

4.2. Competencias básicas, generales o transversales:

- **G01:** Capacidad para la resolución de problemas
- **G04:** Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- **G07:** Capacidad de análisis y síntesis
- **CT2:** Desarrollo de una actitud crítica en relación con la capacidad de análisis y síntesis.
- **CT3:** Desarrollo de una actitud de indagación que permita la revisión y avance permanente del conocimiento.
- **CT4:** Capacidad de utilizar las Competencias Informáticas e Informacionales (C12) en la práctica profesional.

5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

5.1. Actividades formativas:

- Sesiones de Teoría sobre los contenidos del Programa.
- Sesiones de Resolución de Problemas.
- Sesiones Prácticas en Laboratorios Especializados o en Aulas de Informática.
- Actividades Académicamente Dirigidas por el Profesorado: seminarios, conferencias, desarrollo de trabajos, debates, tutorías colectivas, actividades de evaluación y autoevaluación.

5.2. Metodologías docentes:

- Clase Magistral Participativa.
- Desarrollo de Prácticas en Laboratorios Especializados o Aulas de Informática en grupos reducidos.
- Resolución de Problemas y Ejercicios Prácticos.
- Tutorías Individuales o Colectivas. Interacción directa profesorado-estudiantes.
- Evaluaciones y Exámenes.

5.3. Desarrollo y justificación:

Las técnicas docentes se han configurado para promover las habilidades y destrezas señaladas con anterioridad. En las sesiones teóricas se utilizará la técnica expositiva, teniendo en cuenta los conocimientos previos de los alumnos, para ir construyendo el proceso de enseñanza de forma secuenciada y así facilitar la interiorización de los aspectos conceptuales. En estas sesiones se trabajarán las competencias G07, CT2, CT3.

En las sesiones de problemas, se aplicarán los principios relacionados con la asignatura mediante la técnica docente de construcción del aprendizaje basado en casos reales. En estas sesiones se trabajarán las competencias G01, G04, G07, CT2, CT4, E02 y E04.

Así mismo se realizarán sesiones teóricas y prácticas en aula de informática, donde se plantearán, analizarán y resolverán casos prácticos de optimización de procesos químicos mediante el uso de software específicos como AspenOne o similar. En estas sesiones se trabajarán las competencias G01, G04, CT3, CT4, E02 y E04.

6. Temario desarrollado:

BLOQUE I: OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS QUÍMICOS

Tema 1.- ANÁLISIS ECONÓMICO DE PROCESOS QUÍMICOS

- 1.1. Introducción
- 1.2. Parámetros para la evaluación económica de una inversión
- 1.3. Ajuste de la inversión
- 1.4. Estimación de la inversión
- 1.5. Estimación de los costes de producción
- 1.6. Medida de la rentabilidad de un proceso

Tema 2.- INTRODUCCIÓN A LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS QUÍMICOS

- 2.1. Introducción.
- 2.2. Modelización del proceso
- 2.3. Grados de libertad. El Algoritmo de Led y Rudd
- 2.4. Diagrama de flujo y subrutinas
- 2.5. Concavidad y convexidad de funciones
- 2.5. Acotación del óptimo.
- 2.6. Formulación genérica del problema de optimización
- 2.7. Clasificación de los problemas de optimización

Tema 3. MÉTODOS NUMÉRICOS DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS SIN RESTRICCIONES

- 3.1. Introducción
- 3.2. Método basado en el cálculo diferencial
- 3.3. Métodos indirectos de optimización
 - 3.3.1. El método de Newton-Raphson
 - 3.3.2. El método de aproximación por diferencias finitas
 - 3.3.3. El método de la Secante
- 3.4. Métodos directos de optimización
 - 3.4.1. Métodos de aproximación polinómicos
 - 3.4.2. El método de la sección aurea

Tema 4.- PROGRAMACIÓN LINEAL (LP)

- 4.1. Introducción
- 4.2. Algoritmo Simplex
- 4.3. Método de penalización
- 4.4. Análisis de la sensibilidad de LP
- 4.5. Simulación de LP con SOLVER

BLOQUE II: CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESOS QUÍMICOS

Tema 5- INTRODUCCIÓN AL CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESOS QUÍMICOS. DINÁMICA DE LOS COMPONENTES BÁSICOS DE LOS LAZOS DE CONTROL

- 5.1. Generalidades relativas al control de procesos químicos
- 5.2. Control por realimentación y control anticipativo
- 5.3. Dinámica de los sensores-transmisores
- 5.4. Dinámica de las válvulas de control
- 5.5. Controladores analógicos de algoritmo clásico
- 5.6. Controladores analógicos de algoritmo no-clásico
- 5.7. Controladores digitales. Estructuras de control

Tema 6.- CONTROL REGULADOR BÁSICO (I): MODELIZACIÓN EMPÍRICA DE LA DINÁMICA DE VARIABLES CONTROLADAS POR LAZOS RETROALIMENTADOS. RESPUESTA FRECUENCIAL DE SISTEMAS LINEALES.

- 6.1. Dinámica de variables de proceso controladas por lazos retroalimentados. Diagrama de bloques de lazos de control
- 6.2. Modelización empírica de la dinámica de lazos de control retroalimentados. Funciones de transferencia en lazo cerrado
- 6.3. Problemas de modelado empírico como sistemas de primer orden con tiempo muerto
- 6.4. Respuesta frecuencial de sistemas lineales. Respuesta en frecuencia de los elementos básicos de los lazos de control
- 6.5. Transformación de las funciones de transferencia en el dominio de Laplace $G(s)$ al dominio de la frecuencia $G(w)$

Tema 7.- CONTROL REGULADOR BÁSICO (II): ANÁLISIS DINÁMICO DE LOS LAZOS DE CONTROL RETROALIMENTADOS MEDIANTE LA TÉCNICA DE LA RESPUESTA EN FRECUENCIA. MÉTODOS DE SINTONIZACIÓN DE CONTROLADORES DE ALGORITMO CLÁSICO

- 7.1. Estabilidad de un lazo de control por realimentación. Criterio de estabilidad de Bode
- 7.2. Ajuste de lazos de control por la técnica de respuesta en frecuencia: Margen de ganancia y margen de fase. Ganancia y frecuencia últimas
- 7.3. Efecto cuantitativo de las acciones básicas de control sobre la variable controlada en un lazo realimentado. Análisis dinámico mediante el margen de ganancia del lazo
- 7.4. Problemas de análisis dinámico de lazos de control retroalimentados mediante la técnica de respuesta en frecuencia
- 7.5. Consideraciones relativas al ajuste de los controladores y selección de las acciones de control
- 7.6. Criterios de calidad de respuesta de un lazo de control
- 7.7. Métodos de sintonización de controladores
- 7.8. Problemas de análisis dinámico de lazos de control retroalimentados

Tema 8.- CONTROL REGULADOR CON VARIABLES AUXILIARES

- 8.1. Control en cascada
- 8.2. Control anticipativo: control anticipativo incremental y control de proporción
- 8.3. Control selectivo o control con restricciones
- 8.4. Control de gama partida

Tema 9- TERMINOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL. VÁLVULAS DE CONTROL

- 9.1 Terminología de la Instrumentación Industrial.
- 9.2. Diagramas de tuberías e instrumentación (P&ID)

9.3. Tipos y selección de válvulas de control

9.4. Material complementario (Anexos): Ecuaciones de Flujo en las válvulas. Dimensionado de las válvulas de control.

Tema 10.1- TIPOS Y SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDIDA EN EL CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESOS INDUSTRIALES (I)

10.1.1. Tipos y selección de medidores de temperatura para el control automático de procesos

10.1.2. Tipos y selección de medidores de presión para el control automático de procesos

Tema 10.2- TIPOS Y SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDIDA EN EL CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESOS INDUSTRIALES (II)

10.2.1. Tipos y selección de medidores de caudal y de nivel para el control automático de procesos

10.2.2. Tipos y selección de medidores de nivel para el control automático de procesos

7. Bibliografía

7.1. Bibliografía básica:

- ECONOMÍA DE LOS PROCESOS QUÍMICOS/ J. Happel y D.G. Jordan. Ed. Reverté (1981)
- OPTIMIZATION OF CHEMICAL PROCESS. Thomas F. Edgar, David M. Himmelblau, Leon S. Lasdon. Ed. McGraw-Hill (2001)
- PRODUCT & PROCESS DESIGN PRINCIPLES, 3rd Ed. W.D. Seider, J.D. Seader y D.R. Lewin Ed. Wiley (2010)
- PLANT DESIGN AND ECONOMICS FOR CHEMICAL ENGINEER, 4ª Ed. M.S. Peters y K.D. Timmerhaus McGraw-Hill Chem. Eng. (1991)
- PROJECT AND COST ENGINEER'S HANDBOOK. Kenneth K. Humphreys. CRC Press (2005)
- ENGINEERING OPTIMIZATION. Theory and Practice. S. S. RAO. Wiley-Interscience (1996)
- DISEÑO DE PROCESOS EN INGENIERÍA QUÍMICA. Arturo Jiménez Gutiérrez Ed. Reverté S.A., (2003)
- CONTROL E INSTRUMENTACION DE PROCESOS QUÍMICOS. Ollero de Castro, P.; Fernández, E. Ed. Síntesis (1997)
- CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESOS: TEORÍA Y PRACTICA. Smith, C. A.; Corripio, A. B. Ed. Limusa (2000)

7.2. Bibliografía complementaria:

- CHEMICAL PROCESS CONTROL. Stephanopoulos, G. Ed. Prentice-Hall (1984)
- ENGINEERING OPTIMIZATION. Theory and Practice. S. S. RAO. Ed. Wiley-Interscience (1996)
- SIMULACIÓN Y OPTIMIZACIÓN AVANZADAS EN LA INDUSTRIA QUÍMICA Y DE PROCESOS: HYSYS. S- Luque, Universidad de Oviedo. (2005)
- ESTRATEGIAS DE MODELADO, SIMULACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS QUÍMICOS. Autor: Puigjaner, Luis. Ollero, Pedro. De Prada, César. Jiménez, Laureano. Editorial, año: Síntesis, (2006)

8. Sistemas y criterios de evaluación.

8.1. Sistemas de evaluación:

- Examen de teoría/problemas
- Defensa de Trabajos e Informes Escritos
- Seguimiento Individual del Estudiante

8.2. Criterios de evaluación y calificación:

La evaluación de los contenidos adquiridos por los estudiantes se realizará conforme a una evaluación continua, conforme a lo dispuesto en Memoria de Verificación del título de Grado en Ingeniería Química Industrial y en la Normativa de Evaluación de la UHU. En concreto, los criterios de evaluación y calificación para esta asignatura, son:

- Exámenes de Teoría/Problemas y Prácticas (evaluación de las competencias E02, E04, G01, G04 y CT4) cuyo conjunto pondera el 70% en la calificación de la asignatura. Se considerará aprobado si la calificación obtenida es de 5 puntos o superior sobre 10. Se podrán realizar exámenes parciales.

- Defensa de Trabajos e Informes Escritos (evaluación de las competencias E02, E04, G01, G04, G07, CT2, CT3 y CT4) cuyo conjunto pondera el 20% en la calificación de la asignatura.

- Seguimiento Individual del Estudiante mediante AADs relativas al Bloque II de Optimización (evaluación de competencias G01, G04, G07, CT2, CT3 y CT4). Representa el 10% de la calificación de la asignatura.

Observaciones: Aquellos estudiantes que no puedan realizar la evaluación continua y esté suficientemente justificado, podrán acogerse a una evaluación final. Para ello, deberá de notificarlo debidamente en las dos primeras semanas de clases al coordinador de la asignatura, de acuerdo con la normativa de evaluación vigente (artículo 8). En este caso, se realizará un único examen final que constará de cuestiones teórico-prácticas y de problemas que engloben toda la asignatura. El examen se aprobará con una puntuación superior a 5 sobre 10.

Para las convocatorias de septiembre y diciembre se realizará un examen que constará de cuestiones teórico-prácticas y de problemas de la asignatura completa, y se aprobará con una puntuación superior a 5 sobre 10. No se guardará la nota de ninguna de los bloques de la asignatura.

9. Organización docente semanal orientativa:

	Semanas	Grupos Grandes	Grupos Reducidos Aula Estándar	Grupos Reducidos Aula de Informática	Grupos Reducidos Laboratorio	Grupos Reducidos prácticas de campo	Pruebas y/o actividades evaluables	Contenido desarrollado
#1	2.76	1.24	0	0	0		T1	
#2	2.76	1.24	0	0	0		T1	
#3	2.76	1.24	0	0	0		T1	
#4	2.76	1.24	0	0	0	AAD análisis económico	T1, T2	
#5	2.76	1.24	0	0	0		T2, T3	
#6	2.76	1.24	0	0	0		T3	
#7	2.76	1.24	0	0	0	AAD optimización	T3, T4	
#8	2.76	1.24	0	0	0	AAD PL	T4	
#9	2.76	1.24	0	0	0	Parcial Bloque I	T5	
#10	2.76	1.24	0	0	0		T6	
#11	2.76	1.24	0	0	0		T6	
#12	2.76	1.24	0	0	0		T7	
#13	2.76	1.24	0	0	0		T8	
#14	2.76	1.24	0	0	0		T9	
#15	2.76	1.24	0	0	0		T10	
	41.4	18.6	0	0	0			