



## 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:**

606210222

**Carácter:**

Obligatorio

**Horas:**

	Totales	Presenciales	No presenciales
Trabajo estimado:	150	60	90

**Créditos:**

Grupos grandes	Grupos reducidos			
	Aula estándar	Laboratorio	Prácticas de campo	Aula de informática
4.14	0	0	0	1.86

**Departamentos:**

Ingeniería Química, Química Física y Ciencias de los Materiales

**Áreas de Conocimiento:**

Ingeniería Química

**Curso:**

4º - Cuarto

**Cuatrimestre:**

Primer cuatrimestre

### DATOS DE LOS PROFESORES

**Nombre:****E-Mail:****Teléfono:****Despacho:**

*Ariza Carmona, José	jariza@uhu.es	959219986	P4-N6-05
Martínez Boza, Francisco José	martinez@uhu.es	959219993	P4-N6-01

\*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.
- Simulation and 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 adquiriera 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 matemáticas para el análisis de la dinámica de 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
- **T02:** Conocimiento y perfeccionamiento en el ámbito de las TIC's

## 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 las sesiones de problemas, se aplicarán los principios relacionados con la asignatura mediante la técnica docente de construcción del aprendizaje basado en casos reales.

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

## 6. Temario desarrollado:

### BLOQUE I: CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESOS QUÍMICOS

#### **Tema 1.- ANÁLISIS DINÁMICO DE LAS VARIABLES EN LOS PROCESOS QUIMICO-INDUSTRIALES MEDIANTE MODELOS TEÓRICO**

- 1.1. Modelos para la caracterización dinámica de procesos químicos
- 1.2. Análisis dinámico de variables que se ajustan a sistemas lineales de primer orden
- 1.3. Problemas de dinámica de variables de primer orden
- 1.4. Análisis dinámico de variables que se ajustan a sistemas lineales de segundo orden
- 1.5. Problemas de dinámica de variables de segundo orden
- 1.6. Análisis dinámico de variables como sistemas lineales de orden superior
- 1.7. Material complementario (Anexos)

#### **Tema 2.- INTRODUCCIÓN AL CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESOS QUÍMICOS. DINÁMICA DE LOS COMPONENTES BÁSICOS DE LOS LAZOS DE CONTROL**

- 2.1. Generalidades relativas al control de procesos químicos
- 2.2. Control por realimentación y control anticipativo
- 2.3. Dinámica de los sensores-transmisores
- 2.4. Dinámica de las válvulas de control
- 2.5. Controladores analógicos de algoritmo clásico
- 2.6. Controladores analógicos de algoritmo no-clásico
- 2.7. Controladores digitales. Estructuras de control

#### **Tema 3.- CONTROL REGULADOR BÁSICO (I): MODELIZACIÓN EMPÍRICA DE LA DINÁMICA DE VARIABLES CONTROLADAS POR LAZOS RETROALIMENTADOS. RESPUESTA FRECUENCIAL DE SISTEMAS LINEALES.**

- 3.1. Dinámica de variables de proceso controladas por lazos retroalimentados. Diagrama de bloques de lazos de control
- 3.2. Modelización empírica de la dinámica de lazos de control retroalimentados. Funciones de transferencia en lazo cerrado
- 3.3. Problemas de modelado empírico como sistemas de primer orden con tiempo muerto
- 3.4. Respuesta frecuencial de sistemas lineales. Respuesta en frecuencia de los elementos básicos de los lazos de control
- 3.5. Transformación de las funciones de transferencia en el dominio de Laplace  $G(s)$  al dominio de la frecuencia  $G(\omega)$

#### **Tema 4.- 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**

- 4.1. Estabilidad de un lazo de control por realimentación. Criterio de estabilidad de Bode
- 4.2. Ajuste de lazos de control por la técnica de respuesta en frecuencia: Margen de ganancia y margen de fase. Ganancia y frecuencia últimas
- 4.3. 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
- 4.4. Problemas de análisis dinámico de lazos de control retroalimentados mediante la técnica de respuesta en frecuencia
- 4.5. Consideraciones relativas al ajuste de los controladores y selección de las acciones de control
- 4.6. Criterios de calidad de respuesta de un lazo de control
- 4.7. Métodos de sintonización de controladores
- 4.8. Problemas de análisis dinámico de lazos de control retroalimentados

#### **Tema 5.- CONTROL REGULADOR CON VARIABLES AUXILIARES**

- 5.1. Control en cascada
- 5.2. Control anticipativo: control anticipativo incremental y control de proporción
- 5.3. Control selectivo o control con restricciones
- 5.4. Control de gama partida

#### **Tema 6.1- TERMINOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL. VÁLVULAS DE CONTROL**

- 6.1.1 Terminología de la Instrumentación Industrial.
- 6.1.2. Diagramas de tuberías e instrumentación (P&ID)
- 6.1.3. Tipos y selección de válvulas de control
- 6.1.4. Material complementario (Anexos): Ecuaciones de Flujo en las válvulas. Dimensionado de las válvulas de control.

#### **Tema 6.2- TIPOS Y SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDIDA EN EL CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESOS INDUSTRIALES (I)**

- 6.2.1. Tipos y selección de medidores de temperatura para el control automático de procesos
- 6.2.2. Tipos y selección de medidores de presión para el control automático de procesos

#### **Tema 6.3- TIPOS Y SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDIDA EN EL CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESOS INDUSTRIALES (II)**

- 6.3.1. Tipos y selección de medidores de caudal y de nivel para el control automático de procesos
- 6.3.2. Tipos y selección de medidores de nivel para el control automático de procesos

### BLOQUE II: OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS QUÍMICOS

#### **Tema 7. INTRODUCCIÓN A LA OPTIMIZACIÓN EN INGENIERÍA**

- 7.1. Concepto y definiciones
- 7.2. Procedimiento general de optimización
- 7.3. Desarrollo de modelos para optimización
- 7.4. Conceptos básicos de economía aplicada a ingeniería química
- 7.5. Formulación de funciones objetivo

#### **Tema 8. MÉTODOS DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS**

- 8.1. Introducción
- 8.2. Optimización de funciones de una variable
- 8.3. Optimización de funciones de varias variables
- 8.4. Programación lineal y no lineal
- 8.5. Optimización global

8.6. Simulación y optimización por ordenador

### **Tema 9. OPTIMIZACIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR Y TRANSPORTE DE FLUIDOS**

9.1. Análisis y recuperación de energía

9.2. Optimización y control de intercambiadores de calor

9.3. Optimización y control de evaporadores y hervidores

9.4. Optimización del diseño y control de un gaseoducto

### **Tema 10. OPTIMIZACIÓN DE SEPARADORES**

10.1. Optimización de diseño y operación de columnas de rectificación

10.2. Optimización de flujos en extractores Líquido-Líquido

10.3. Determinación de relación de reflujo óptima

### **Tema 11. OPTIMIZACIÓN DE REACTORES QUÍMICOS**

11.1. Optimización de una unidad de craqueo térmico

11.2. Optimización de un reactor de producción de amoniaco

11.3. Optimización de un proceso de alquilación

11.4. Optimización de reactores de síntesis

## **7. Bibliografía**

### 7.1. Bibliografía básica:

- CONTROL E INSTRUMENTACION DE PROCESOS QUIMICOS. Ollero de Castro, P.; Fernández, E. Ed. Síntesis (1997)
- CONTROL AUTOMATICO DE PROCESOS: TEORIA Y PRACTICA. Smith, C. A.; Corripio, A. B. Ed. Limusa (2000)
- PROJECT AND COST ENGINEER'S HANDBOOK. Kenneth K. Humphreys. CRC Press (2005)
- 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)
- ENGINEERING OPTIMIZATION. Theory and Practice. S. S. RAO. Wiley-Interscience (1996)
- 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)
- DISEÑO DE PROCESOS EN INGENIERÍA QUÍMICA. Arturo Jiménez Gutiérrez Ed. Reverté S.A., (2003)

### 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
- Seguimiento Individual del Estudiante
- Examen de prácticas

### 8.2. Criterios de evaluación y calificación:

La evaluación de los contenidos adquiridos por los alumnos y la calificación se apoya en la 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 E04, G01, G04; G07) 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 realizará un examen parcial del Bloque I.
- Exámenes de Prácticas (evaluación de las competencias E04, G01, G04; G07) 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 E02, E04, G01, G04, G07 y T02). Representa el 10% de la calificación de la asignatura.

Observaciones: a) Los alumnos/as que hayan suspendido la asignatura en la primera convocatoria y superado uno de los dos Bloques, únicamente se examinarán del Bloque no superado en la siguiente convocatoria. b) Para los alumnos/as cuya circunstancia, contemplada en el artículo 8 de la Normativa de Evaluación de la UHU, les impida la asistencia parcial o total a clase, se establecerán sistemas alternativos de aprendizaje y/o evaluación.

### 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	4	0	0	0	0		T1	
#2	4	0	0	0	0		T1	
#3	4	0	0	0	0		T2	
#4	4	0	0	0	0		T2, T3	
#5	4	0	0	0	0		T3	
#6	4	0	0	0	0		T4	
#7	4	0	0	0	0		T4, T5	
#8	4	0	0	0	0		T5	
#9	4	0	0	0	0		T5, T6	
#10	4	0	0	0	0		T6, T7	
#11	1.4	0	2.6	0	0	Parcial Bloque I	T8	
#12	0	0	4	0	0		T9	
#13	0	0	4	0	0		T9, T10	
#14	0	0	4	0	0		T10, T11	
#15	0	0	4	0	0		T11	
	41.4	0	18.6	0	0			