



### Proyecto/Guía docente de la asignatura

<b>Asignatura</b>	CONTROL Y SIMULACIÓN DE PROCESOS QUÍMICOS		
<b>Materia</b>	INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA		
<b>Módulo</b>			
<b>Titulación</b>	GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA		
<b>Plan</b>	442	<b>Código</b>	41845
<b>Periodo de impartición</b>	2º CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OBLIGATORIA
<b>Nivel/Ciclo</b>	GRADO	<b>Curso</b>	3º
<b>Créditos ECTS</b>	6 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANO		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	GLORIA GUTIÉRREZ RODRÍGUEZ		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	TELEFONO: 983423566 E-MAIL: <a href="mailto:gloria.gutierrez@uva.es">gloria.gutierrez@uva.es</a> Despacho: 1135 Tutorías: Consultar la web de la UVA		
<b>Departamento</b>	INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA		
<b>Fecha de revisión por el Comité de Título</b>	21/06/2024		



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

Cuando los alumnos toman contacto con esta asignatura ya han adquirido conocimientos de sistemas de control en la asignatura de Fundamentos de Automática, por lo que la misma está orientada a entender, analizar y diseñar estructuras de control avanzado y comprender las implicaciones de la interacción entre lazos de control en sistemas multivariables. En esta asignatura verán por primera vez elementos de un sistema de medida industrial, medidas de procesos más comunes, transmisores, actuadores y válvulas de regulación. Previamente los alumnos también han recibido nociones elementales de modelado y simulación, y en esta asignatura deben modelar y simular procesos de complejidad media, e implementar modelos matemáticos en un lenguaje de simulación.

### 1.2 Relación con otras materias

El alumno debe aplicar conocimientos adquiridos en cursos anteriores, concretamente de la asignatura de Fundamentos de Automática (obligatoria). Además, esta asignatura facilita a los alumnos una base para cursar asignaturas optativas relacionadas con el Control Automático y con los Master en Ingeniería Química y el Master de Investigación en Ingeniería de Procesos y Sistemas.

### 1.3 Prerrequisitos

Conocimientos de Matemáticas  
Conocimientos de Física general  
Conocimientos de procesos  
Conocimientos de Fundamentos de Automática  
Conocimientos de Informática básica



## 2. Competencias

### 2.1 Generales

- CG1.** Capacidad de análisis y síntesis.
- CG2.** Capacidad de organización y planificación del tiempo.
- CG3.** Capacidad de expresión oral
- CG4.** Capacidad de expresión escrita.
- CG6.** Capacidad de resolución de problemas.
- CG7.** Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico.
- CG8.** Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.

### 2.2 Específicas

- CE40.** Capacidad para el modelado de fenómenos y sistemas en el ámbito de la ingeniería química.
- CE41.** Capacidad para diseñar, gestionar y operar procedimientos de simulación de procesos químicos.
- CE42.** Capacidad para diseñar, gestionar y operar procedimientos de control de procesos químicos.
- CE43.** Capacidad para diseñar, gestionar y operar procedimientos de instrumentación de procesos químicos.
- CE44.** Seguridad en el ámbito de la ingeniería química.

## 3. Objetivos

Al concluir la asignatura el estudiante debe ser capaz de:

- Modelar y simular mediante computador sistemas de complejidad media del ámbito del control de procesos
- Entender, analizar y diseñar estructuras de control para sistemas del ámbito de los procesos continuos
- Comprender las implicaciones de las interacciones entre lazos de control y reconocer la necesidad del uso de técnicas de control avanzado para su resolución
- Reconocer la importancia y consecuencias del uso del computador en el control de procesos.



#### 4. Contenidos y/o Bloques temáticos

##### Bloque 1: *Simulación de Procesos*

###### a. Contextualización y justificación

El primer bloque, que se corresponde con el tema de Simulación de Procesos, proporciona conocimientos y herramientas necesarias para el análisis y diseño de sistemas de control de procesos por computador que es una de las competencias y objetivos de la asignatura. En este tema se estudian métodos numéricos de solución de ecuaciones ODEs y DAEs. y el uso de lenguajes de simulación de proceso continuos.

###### b. Objetivos de aprendizaje

Modelar y simular mediante computador sistemas de complejidad media del ámbito del control de procesos.

###### c. Contenidos

TEMA	TÍTULO DEL TEMA	HORAS (T)	HORAS (A)
1	Introducción a la Simulación de Procesos 1.1 Conceptos básicos de modelado y simulación	2	0
2	Aspectos Matemáticos de la resolución de modelos en un computador: 2.1 Resolución de ODEs y DAEs, resolución de ecuaciones implícitas. 2.2 Resolución de eventos y discontinuidades 2.3 Implementación de modelos matemáticos en un lenguaje de simulación	4	10

###### d. Métodos docentes

MÉTODOS DOCENTES	OBSERVACIONES
Método expositivo/lección magistral.	
Resolución de ejercicios y problemas.	
Aprendizaje orientado a proyectos.	
Aprendizaje mediante experiencias.	



### e. Plan de trabajo

Se obtiene el modelo matemático basado en primeros principios de unidades de procesos (reactor, depósitos), y se lleva a cabo la simulación dinámica de los mismos utilizando una herramienta de simulación orientada a ecuaciones. Mediante experimentos en simulación se hace un estudio dinámico de los procesos de cara al diseño de los sistemas de control, al mismo tiempo que se profundiza en el análisis y aplicación de los distintos métodos numéricos para la solución de los modelos.

### f. Evaluación

(Ver apartado 7)

### g Material docente

#### g.1 Bibliografía básica

1. Process Dynamics, Modeling and Control, B.A. Ogunnaike, W.H. Ray, Oxford Univ. Press, 1994.
2. Modeling and Simulation in Chemical Engineering. Roger G. E. Franks. John Wiley & Sons. 1972.

#### g.2. Bibliografía complementaria

3. Process modeling, simulation and control for chemical eng., Luyben, Edt. McGraw Hill, 1990
4. Process Dynamics, Modelling, Analysis and simulation, B. Wayne Bequette, Edt. Prentice Hall, 1998
5. Essentials of process control, W.L. Luyben, M.L. Luyben, Edt. Mc Graw-Hill, 1997

#### g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

Se utilizará píldoras de conocimiento que estarán disponibles en el campus virtual

### h. Recursos necesarios

Pizarra  
Ordenadores  
Cañón  
Acceso a Internet

### i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
1.7	Semanas 1-3

**Bloque 2: Instrumentación Industrial****a. Contextualización y justificación**

En este bloque se abordan los distintos tipos de instrumentos industriales de medidas y sus principios físicos, de las magnitudes más importantes de procesos (caudal, presión, temperatura y nivel), sensores, transmisores, instrumentación inteligente, así como diferentes elementos finales de control (válvulas, bombas, compresores, etc.)

**b. Objetivos de aprendizaje**

Conocer los diferentes elementos de un sistema de medida industrial. Aprender la nomenclatura ISA. Aprender conexionado de instrumentos. Conocer tecnología de instrumentación inteligente.

**c. Contenidos**

TEMA	TÍTULO DEL TEMA	HORAS (T)	HORAS (A)
3	Elementos de un sistema de medida industrial 3.1 Nomenclatura ISA 3.2 Transmisores. Características 3.3 Medidas de procesos más comunes (nivel, temperatura, caudal, presión) 3.4 Conexionado	2	0
4	Actuadores 4.1 Válvulas de regulación 4.2 Bombas. 4.3 Compresores 4.4 Instrumentación y válvulas inteligentes	2	0

**d. Métodos docentes**

MÉTODOS DOCENTES	OBSERVACIONES
Método expositivo/lección magistral.	
Resolución de ejercicios y problemas.	
Aprendizaje orientado a proyectos.	
Aprendizaje mediante experiencias.	



### **e. Plan de trabajo**

Se utilizan las plantas reales de laboratorio (laboratorio de procesos) y la instrumentación industrial para calibrar instrumentos de medida industrial, adquisición de datos, comunicaciones industriales y configurar sistemas de control distribuido. También mediante software de simulación se operan elementos finales de control como válvulas automáticas, bombas y compresores

### **f. Evaluación**

(Ver apartado 7)

### **g Material docente**

#### **g.1 Bibliografía básica**

1. Control e Instrumentación de procesos químicos, Ollero, Fdez.-Camacho, Edt. Síntesis, 1997.
2. Design and Application of Process Control Systems. A. Corripio. ISBN 1-55617-639-2.
3. Principles and Practice of Automatic Process Control. Smith and Corripio. ISBN 0-471-431907.

#### **g.2 Bibliografía complementaria**

1. Manual de instrumentación y control de Procesos, Edt. Alción, 1998
2. The Condensed Handbook of Measurement and Control, N.E. Battikh, Edt. ISA, 2nd Edition, 2003

#### **g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)**

Se utilizarán píldoras de conocimiento que estarán disponibles en el campus virtual

### **h. Recursos necesarios**

Plantas reales de laboratorio  
Ordenadores  
Cañón  
Pizarra

### **i. Temporalización**

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
0.8	Semanas 4-6

**Bloque 3: Control de Procesos****a. Contextualización y justificación**

En este bloque se estudian los reguladores PID y los métodos de sintonía. Se estudian lazos de control de las principales magnitudes de procesos y diferentes estructuras de control. Posteriormente se estudian sistemas multivariables, medidas de interacción entre lazos y control de sistemas multivariables con lazos sencillos. Finalmente se abordan los sistemas de control de unidades y equipos de procesos (columnas, hornos, reactores, etc.).

**b. Objetivos de aprendizaje**

Utilizar controladores PID para el control de sistemas y sintonizarlos. Conocer y sintonizar lazos de control comunes en control de procesos. Aprender a aplicar y sintonizar estructuras de control.

**c. Contenidos**

TEMA	TÍTULO DEL TEMA	HORAS (T)	HORAS (A)
5	Controladores PID 5.1 Sintonía e Implementación de PIDs 5.2 Efecto windup y bumpless	1	1
6	Estructuras de Control 6.1 Lazos de Control comunes 6.2 Estructuras de Control	2	2
7	Sistemas con interacción 7.1 Sistemas multivariables 7.2 Control de sistemas con interacción utilizando lazos simples	3	3
8	Diseño de estructuras de control para procesos comunes 8.1 Estructuras de control para bombas y compresores 8.2 Estructuras de control de procesos de reacción 8.3 Estructuras de control de procesos de separación 8.4 Estructuras de control de intercambiadores, hornos, calderas	4	4

**d. Métodos docentes**

MÉTODOS DOCENTES	OBSERVACIONES
Método expositivo/lección magistral.	
Resolución de ejercicios y problemas.	
Aprendizaje orientado a proyectos.	
Aprendizaje mediante experiencias.	





---

#### e. Plan de trabajo

Se implementa en software de simulación lazos simples de regulación y estructuras de control de los procesos que han sido modelados y simulados en el primer bloque. Mediante software de simulación se obtienen las sintonías de reguladores, y se implementan y operan estructuras de control de procesos de reacción, separación, intercambiadores de control, etc.

---

#### f. Evaluación

(Ver apartado 7)

---

#### g Material docente

---

##### g.1 Bibliografía básica

1. Aström, K.J., Hägglund, T., Control PID avanzado (trad. y rev. técnica, Sebastián Dormido Bencomo, José Luis Guzmán Sánchez), Madrid: Pearson Prentice Hall, 2009, ISBN 9788483225110
2. Control Avanzado de Procesos, José Acedo Sánchez, Edt. Díaz de Santos 2002
3. Design and Application of Process Control Systems. A. Corripio. ISBN 1-55617-639-2.
4. Principles and Practice of Automatic Process Control. Smith and Corripio. ISBN 0-471-431907.

---

##### g.2 Bibliografía complementaria

1. Aström, K.J., Hägglund, T., PID controllers : theory, design and tuning, North Carolina : Instrument Society of America, 1994, 2nd ed. ISBN 1556175167
2. Nise, Norman S., Sistemas de control para ingeniería / Norman (traducción: Santiago Garrido y Carlos Balaguer). Mexico, D.F., Compañía Editorial Continental, 2002, 1ª ed. en español, ISBN 9702402549
3. Ogata, Katsuhiko, Ingeniería de control moderna (traducción: Sebastián Dormido Canto, Raquel Dormido Canto), Madrid. Pearson Prentice-Hall, 2010, 5ª ed. ISBN 9788483226605
4. Kuo, Benjamin C., Sistemas automáticos de control (traducción: Guillermo Aranda Pérez; rev. técn. Francisco Rodríguez Ramírez), México, Prentice-Hall, 1996, 7ª ed. ISBN 9688807230

---

##### g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

Se utilizarán píldoras de conocimiento que estarán disponibles en el campus virtual

---

#### h. Recursos necesarios

Ordenadores  
Plantas reales de laboratorio  
Pizarra  
Cañón

---

#### i. Temporalización



CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
3.3	Semanas 6-13

## 5. Métodos docentes y principios metodológicos

La teoría correspondiente a cada tema se explica y comenta en las dos clases semanales de teoría programadas, la resolución de problemas mediante software de simulación de cada tema se distribuye en clases de trabajo en aula y clases en el laboratorio de procesos del Departamento ISA, para las que se reservan las resoluciones más complejas.

El curso tiene programados 3 seminarios de 1 hora de duración cada uno, donde los alumnos harán mediante Power Point, las presentaciones de las tareas programadas al inicio del curso orientadas a satisfacer los objetivos de cada uno de los bloques temáticos.

A lo largo del curso está prevista la entrega de tres tareas, una de ellas coordinada con el resto de las asignaturas de tercer curso. Cada año se plantea un tema común, sobre el que cada asignatura trabaja un aspecto particular, habitualmente esta asignatura se ocupa del diseño de la instrumentación requerida y de los sistemas de control de los procesos que deben diseñar como trabajo en el resto de las asignaturas: **Operaciones Unitarias Industriales, Cálculo de Diseño y Reactores y Cálculo y Diseño de Procesos de Separación.**

Se realizará una visita técnica a un polo industrial químico, con el objetivo de acercar al estudiante la realidad industrial y fomentar la necesaria relación Universidad-Empresa. La visita incluirá plantas de diferentes sectores de la Ingeniería Química y presentaciones por profesionales especializados.

Otra de las tareas o actividad que deberán realizar los alumnos será en colaboración con la asignatura **Ejecución de Proyectos del Master en Ingeniería Ambiental de la Universidad de Valladolid**. En un seminario, los estudiantes de este Master, ingenieros y de otras titulaciones, expondrán el proyecto realizado en su asignatura. Los estudiantes de la asignatura de **Control y Simulación de procesos Químicos**, de acuerdo con las indicaciones de los alumnos del Master de Ingeniería Ambiental, determinarán los parámetros claves del proceso y propondrán sistemas de instrumentación/control para el mismo. En esta tarea se desarrolla la Competencia de Capacidad para funcionar eficazmente en contextos nacionales e internacionales, de forma individual y en equipo y cooperar tanto con ingenieros como con personas de otras disciplinas. Por lo que los criterios de evaluación son:

- La capacidad de cooperar tanto con ingenieros como con personas de otras disciplinas partiendo de los siguientes descriptores: 1) la capacidad de comunicación e integración, 2) la capacidad para adquirir conocimientos de otras disciplinas, y 3) la aptitud para generar a partir de ellos ideas creativas.
- La capacidad de trabajo en equipo partiendo de los siguientes descriptores: 1) la responsabilidad, tanto en requerimientos propios de la tarea como de las normas fijadas por el equipo, 2) la planificación del trabajo, 3) la implicación e integración en el grupo, 4) la solidaridad con los compañeros del grupo, y 5) la evolución en el desarrollo de la tarea.

La programación de todas estas actividades, seminarios, tareas, evaluaciones parciales y visitas técnicas se realiza de forma coordinada por los profesores de todas las asignaturas de este sexto cuatrimestre de la titulación. El calendario conjunto con las actividades de todas las asignaturas está disponible en la página web de la Escuela de Ingenierías Industriales



(<http://eii.uva.es/titulaciones/Grados/calActividades/index.php?Grado=442>) y en el aula virtual de las asignaturas.

**Web/Aula virtual.** Todo el contenido del curso se encuentra disponible en el Campus Virtual UVa (<http://campusvirtual.uva.es>), incluido el programa de la asignatura, la propia guía docente, el calendario de actividades, las calificaciones de seminarios y tareas realizados, el horario de clases y un calendario con todos los eventos.

Para cada tema concreto, se encuentran en el aula virtual:

- Objetivos y resumen de contenidos fundamentales
- Bibliografía de referencia de teoría y problemas resueltos
- Colecciones de problemas y cuestiones
- Direcciones de páginas webs de interés, principalmente sobre equipo.
- Tareas propuestas y material para su preparación



## 6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA <sup>(1)</sup>	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	20	Estudio y trabajo autónomo individual	55
Clases prácticas de aula (A)	20	Estudio y trabajo autónomo grupal	35
Laboratorios (L)	15		
Prácticas externas, clínicas o de campo	2		
Seminarios (S)	3		
<b>Total presencial</b>	<b>60</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>90</b>
TOTAL presencial + no presencial			<b>150</b>

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor.

## 7. Sistema y características de la evaluación

Criterio: cuando al menos el 50% de los días lectivos del cuatrimestre transcurran en normalidad, se asumirán como criterios de evaluación los indicados en la guía docente. Se recomienda la evaluación continua ya que implica minimizar los cambios en la agenda.

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Prueba al final del cuatrimestre	80%	La nota mínima es de 4 puntos sobre 10 en la prueba final.  El examen consta de dos partes una de problemas y otra de cuestiones.
Tareas/Informes/memoria	20%	Cada bloque consta de una tarea evaluable. El alumno entregará el día establecido el informe y resultados, y en el seminario debe hacer la presentación oral del mismo y responder a las preguntas del resto de compañeros y del profesor.  Para aquellos alumnos que <b>superen el examen</b> , se le suman las notas de las prácticas que tendrán un peso del 20% sobre la nota final.



#### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
  - **Examen Final** (80% de la nota final). Examen escrito, con una duración de 2-3 horas, compuesto por una parte de cuestiones y una parte de problemas que cubren todos los contenidos (objetivos) de la asignatura. Para la parte de problemas se permite uso de apuntes. Para aprobar el examen se debe tener un mínimo del 45 % de su peso.
  - **Tareas** (20% de la nota final). La nota obtenida se suma a la nota obtenida en el examen si el mismo **ha sido superado** y se conserva para el examen extraordinario.
    - Durante el curso se realizarán 3 tareas que deben entregarse en las fechas fijadas, y presentar mediante power point durante los seminarios.
    - Durante el curso se realizará una tarea conjunta con los estudiantes de la asignatura “Ejecución de Proyectos” del **Máster en Ingeniería Ambiental**. Los alumnos deben escribir un informe y presentar los resultados en power point junto con los estudiantes del Máster en un seminario.
    - Durante el curso se realizará una tarea conjunta con las asignaturas del 3er curso en el 2do cuatrimestre. Los alumnos deben trabajar en grupo, los resultados se deben plasmar en un póster y entregarlo en la fecha fijada.
- **Convocatoria extraordinaria:**
  - Examen Final (80% de la nota final). Examen escrito, con una duración de 2-3 horas, compuesto por una parte de cuestiones y una parte de problemas que cubren todos los contenidos (objetivos) de la asignatura. Para la parte de problemas se permite uso de apuntes. Para aprobar el examen se debe tener un mínimo del 45 % de su peso.
  - **Tareas** (20 % de la nota final). Se suma a la nota final si se ha superado el examen final.

#### 8. Consideraciones finales

La docencia será presencial.