

## **Grado en Ingeniería Química**

### **29930 - Control de procesos químicos**

**Guía docente para el curso 2013 - 2014**

**Curso: 4, Semestre: 1, Créditos: 6.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

- **Alberto Ignacio Gonzalo Callejo** [agonca@unizar.es](mailto:agonca@unizar.es)

- **Lucía Botella Abad** [ibotella@unizar.es](mailto:ibotella@unizar.es)

#### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

Para cursar la asignatura de “Control de Procesos Químicos” es recomendable tener conocimientos previos de Matemáticas. Así mismo es aconsejable haber cursado la asignatura de “Sistemas Automáticos” donde el alumno va a aprender las bases en las que se fundamenta el control aplicado a las plantas de proceso, y las asignaturas: “Operaciones de Separación” y “Diseño de Reactores”, ya que la aplicación del control a un determinado proceso requiere de la comprensión de las operaciones que forman parte del mismo.

La asistencia a clase, el estudio continuado y el trabajo día a día son fundamentales para que el alumno alcance de manera satisfactoria el aprendizaje propuesto. Los estudiantes deben tener en cuenta que para su asesoramiento dispone del profesor en tutorías personalizadas y grupales.

#### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

Las 150 horas de trabajo del alumno se repartirán en actividades del siguiente modo:

- 45 horas de clase magistral en las que se expondrán los contenidos teóricos y resolución de problemas modelo.
- 15 horas de resolución de problemas y casos. El alumno resolverá en clase supervisado por el profesor problemas y casos prácticos relacionados con las clases teóricas.
- 20 horas de trabajo tutelado en grupos de 2 a 3 personas. Este trabajo consistirá en la planificación de la estrategia de control (número de lazos, emparejamientos, tipo de control, puntos de medida...) y selección de la instrumentación para un determinado proceso productivo. Esta actividad será tutelada y evaluada por el profesor.
- 67 horas de estudio personal, repartidas a lo largo de todo el semestre.
- 3 horas de examen, correspondientes al examen global cuya fecha será fijada por la EINA.

En la página web del centro EINA se puede consultar el calendario académico, los horarios y aulas de las clases presenciales. La relación de fechas y actividades concretas, así como todo tipo de información y documentación sobre la asignatura, se publicará en el Anillo Digital Docente (para el acceso a esta web, el estudiante deberá estar matriculado en la asignatura).

---

### **Inicio**

# **Resultados de aprendizaje que definen la asignatura**

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

**1:**

Identifica y modela el proceso considerando que el control se ejecuta en un computador. Analiza el proceso identificando las variables a controlar con la instrumentación más adecuada, así como las variables de control.

**2:**

Diseña los métodos y técnicas de control por computador para el proceso cumpliendo las especificaciones de funcionamiento.

**3:**

Diseña sistemas avanzados de control teniendo en cuenta la interacción del proceso multivariable. Aplica técnicas de control adecuadas en estos procesos.

**4:**

Diseña sistemas de información de control distribuido haciendo uso de las tecnologías existentes en redes locales y buses industriales. Propone sistemas de supervisión e interfaces de diálogo hombre-control.

**5:**

Diseña estrategias de control completas aplicadas a equipos individuales y a una planta química de producción.

## **Introducción**

### **Breve presentación de la asignatura**

La asignatura de Control de Procesos Químicos se imparte en el primer semestre de cuarto curso del grado de Ingeniería Química, y proporciona al alumno conocimientos acerca de las estrategias de control que permiten garantizar la estabilidad de un proceso químico.

## **Contexto y competencias**

### **Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura**

#### **La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

Se pretende que el alumno comprenda los conceptos fundamentales de la instrumentación y control de procesos químicos, que garantizan el correcto seguimiento y la estabilidad de los mismos a lo largo del tiempo de operación. Por tanto le aporta conocimientos claves para el desarrollo de su futura actividad profesional.

#### **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

La asignatura de "Control de Procesos Químicos" pertenece al módulo de Formación en Tecnología Específica-Química Industrial, y se imparte en el primer semestre del cuarto curso. Esta asignatura se imparte cuando el alumno ya tiene conocimientos de Matemáticas y ha cursado la asignatura "Sistemas Automáticos" que provee de información básica de aplicación directa en el control de procesos. Por otro lado, esta asignatura requiere de una importante comprensión de las asignaturas "Operaciones de Separación" y "Diseño de Reactores" ya que el diseño de una estrategia de control para una determinada operación o proceso, requiere de un buen conocimiento de los fundamentos del mismo. Por otra parte, muchos de los conocimientos adquiridos en esta materia complementan y son complementados por los que los alumnos adquieren en la asignatura de "Química Industrial", ya que ambas comparten una visión global del proceso químico de producción. Dicha materia se imparte igualmente en el primer cuatrimestre del cuarto curso. Del mismo modo esta asignatura complementa algunos de los contenidos de la asignatura "Experimentación en Ingeniería química II" acerca de la aplicación

práctica del control de procesos.

## **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

### **1: Competencias Genéricas**

1. Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico
2. Capacidad para aplicar las tecnologías de la información y las comunicaciones en Ingeniería
3. Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma
4. Capacidad de gestión de la información, manejo y aplicación de las especificaciones técnicas y la legislación necesarias para la práctica de la Ingeniería

### **2: Competencias Específicas**

1. Capacidad para diseñar, gestionar y operar procedimientos de simulación, control e instrumentación de procesos químicos .

## **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Los resultados del aprendizaje de esta asignatura son fundamentales para que en el futuro el estudiante desempeñe de manera satisfactoria su actividad profesional. Cualquier proceso químico en el que se trabaje, ya sea en un laboratorio de investigación o en una planta de producción a gran escala, requiere de un control del mismo que garantice la calidad del producto, la estabilidad del proceso a lo largo del tiempo, y la seguridad. De ahí que cualquier graduado, trabaje en diseño, I+D o producción requiera de unos amplios conocimientos acerca del control de los mismos. Estos conocimientos le habilitaran para el diseño de estrategias de control para equipos o procesos, selección de variables clave, selección de la instrumentación más adecuada para el proceso, y análisis del los resultados del control.

Por otro lado, el control de proceso es una de las herramientas más importantes con las que se cuenta en la industria, y más concretamente en la industria química, para garantizar la seguridad de las personas, equipos y medio ambiente.

---

## **Evaluación**

---

## **Actividades de evaluación**

### **El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

#### **1: Opción 1:**

La evaluación es global y comprende:

- Entrega a lo largo del semestre de tres problemas o casos prácticos propuestos por el profesor y que se realizarán en grupos de 2 a 3 personas. (10% de la nota final)
- Entrega y exposición de un caso práctico. Dicho caso consistirá en el diseño de la estructura de control para un determinado equipo o proceso industrial. Dicho diseño puede incluir: selección de variables a controlar, instrumentación, estrategia de control más adecuada, emparejamiento de variables, modelo dinámico del proceso y obtención de funciones de transferencia, o control para la seguridad... (25% de la nota final)
- Examen final (65% de la nota final): Prueba escrita a realizar en el periodo de exámenes y dividida en dos partes, una parte teórica y otra parte práctica. Cada una de las partes supondrá el 50% de la nota del examen. Para poder promediar es necesario que ambas partes por separado tengan una puntuación mínima de 4 sobre 10.

En esta opción 1, para promediar el examen con las notas de los trabajos y de los casos prácticos es

necesario obtener una puntuación mínima en el examen final de 4 sobre 10.

**2:**

**Opción 2:**

Aquellos alumnos que no quieran seguir la evaluación de la opción 1, pueden optar por presentarse al examen de convocatoria (100% de la nota final) de similares características que el examen final de la opción 1. Igual que en la opción 1 para poder promediar es necesario que la parte teórica y la experimental tengan una puntuación mínima de 4 sobre 10

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

#### **El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

El proceso de aprendizaje se desarrollará en varios niveles: clases magistrales, resolución de problemas (casos) y trabajos tutelados siendo creciente el nivel de participación del estudiante. En las clases de teoría se van a ir desarrollando las bases teóricas que conforman la asignatura y resolviendo algunos problemas modelo. Las clases de problemas y casos son el complemento eficaz de las clases magistrales, ya que permiten verificar la compresión de la materia y a su vez contribuyen a desarrollar en el alumno un punto de vista más ingenieril, además se desarrollaran las clases en grupos más pequeños donde el alumno resolverá los problemas propuestos por el profesor. Finalmente, los trabajos tutelados complementarán todo lo anterior.

### Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

#### **El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

**1:**

**Clases magistrales (45 h)** donde se impartirá la teoría de los distintos temas que se han propuesto y se resolverán en la pizarra problemas modelo.

**2:**

**Clases presenciales de resolución de problemas y casos** en grupos más reducidos (15 h). En estas clases se resolverán problemas por parte del alumno supervisado por el profesor. Los problemas o casos estarán relacionados con la parte teórica explicada en las clases magistrales.

**3:**

**Trabajos tutelados** (20 h no presenciales) en grupo. Se formaran grupos de dos tres personas y a lo largo del semestre se propondrá 1 trabajo que será tutelado por los profesores de la asignatura. Se programarán dos sesiones presenciales para seguimiento del trabajo y la resolución de dudas. Se evaluará finalmente el trabajo, presentándose de forma oral, junto con un pequeño informe del mismo.

**4:**

**Estudio individual** (67 horas no presenciales). Se recomienda al alumno que realice el estudio individual de forma continuada a lo largo del semestre.

**5:**

**Evaluación final** (3 h). Se realizará una prueba global donde se evaluarán los conocimientos teóricos y prácticos alcanzados por el alumno.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Las clases magistrales y de resolución problemas se imparten según horario establecido por la EINA además cada profesor

informará de su horario de atención de tutorías. El temario es el siguiente:

Tema 1. Introducción. Tipos de control. El controlador PID

Tema 2. Redes locales y buses industriales. Sistemas de supervisión e interfaces.

Tema 3. El control del las variables de proceso (Temperatura, presión, nivel...)

Tema 4. Instrumentación industrial.

Tema 5. Estrategias para el control de procesos. Interacción entre el diseño del proceso y del control.

Tema 6. El control de reactores.

Tema 7. Control de Intercambiadores de calor, y gestión de la energía.

Tema 8. Control de columnas de destilación.

Tema 9. Control de otros equipos de proceso.

Tema 10. Controlabilidad y observabilidad. Control multivariable.

Tema 11. Estrategias para el control de procesos. Efecto de los reciclos sobre el control: efecto "snowball".

Tema 12. Control para la seguridad.

Se formarán grupos de 2 a 3 personas que resolverán a lo largo del curso tres problemas o casos prácticos propuestos por el profesor. Además de estos tres problemas cada grupo realizará un trabajo tutelado en el que los alumnos realizarán el diseño de la estrategia de control para un proceso químico. Estas actividades supondrán en total 4 entregables y se distribuirán durante todo el semestre. Para el seguimiento de estas actividades se programarán sesiones de tutoría.

La siguiente tabla muestra de forma progresiva una distribución aproximada de los tiempos de duración de los diferentes temas en cuanto a horas de clases magistrales y clases de resolución de problemas. Se indica también en qué momento se propondrá a los alumnos las actividades a entregar así como el tiempo que le deben dedicar a estas actividades y su trabajo personal. Se indica cuando aproximadamente tendrían lugar las sesiones tutorizadas.

	Clase presencial (magistral + resolución problemas)	Entrega (Entr.) de ejercicios tutelados y sesiones tutorizadas (T)	Trabajo personal
Tema 1. Introducción. Tipos de control. El controlador PID	3 h + 0 h		3 h
Tema 2. Redes locales y buses industriales. Sistemas de supervisión e interfaces.	1 h + 0 h		2 h
Tema 3. El control del las variables de proceso (Temperatura, presión, nivel...)	4 h + 2 h		6 h
Tema 4. Instrumentación industrial.	4 h + 2 h	Entr. 1 (4 h), T1	5 h
Tema 5. Estrategias para el control de procesos. Interacción entre el diseño del proceso y del control.	4 h + 3 h		6 h
Tema 6. Control de reactores.	3 h + 2 h		4 h
Tema 7. Control de Intercambiadores de calor, y gestión de la energía.	4 h + 2 h		6 h
Tema 8. Control de columnas de destilación.	3 h + 1 h		5 h
Tema 9. Control de otros equipos de proceso.	2 h + 1 h	Entr. 2 (6 h), T2	3 h
Tema 10. Controlabilidad y observabilidad. Control multivariable.	7 h +1 h		12 h

Tema 11. Estrategias para el control de procesos. Efecto de los reciclos sobre el control: efecto “snowball”.	8 h + 1 h	Entr. 3(3 h), T3	12 h
Tema 12. Control para la seguridad.	2h + 2 h	Entr. 4(7 h), T4	3 h
<b>Horas Totales</b>	<b>45 h + 15 h</b>	<b>20 h</b>	<b>67 h</b>

## BIBLIOGRAFIA

- SEBORG, D.E., EDGAR, T.F., MELLICHAMP, D.A., DOYLE, F.J.: Process Dynamics and Control. 3<sup>th</sup> Ed. Ed John Wiley & Sons,, 2011.
- SEIDER, W.D., SEADER, J.D., LEWIN, D.R.: Process Design Principles, 2nd Ed.. Ed. John Wiley & Sons, 1999.
- LUYBEN, W.L., TYREUS, B.D., LUYBEN M.L.: Plantwide Process Control. Ed. McGraw-Hill , 1999.
- BEQUETTE, B.W.: Process Control. Modeling, Design, and Simulation. Ed. Prentice-Hall, 2006.
- CREUS, A.: Instrumentación industrial. 7<sup>a</sup> Ed. Ed. Marcombo. 2005

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Bequette, B. Wayne. Process control : modeling, design, and simulation / Wayne B. Bequette . Upper Saddle River (New Jersey) : Prentice Hall PTR, cop. 2003
- Creus Solé, Antonio. Instrumentación industrial / Antonio Creus Solé . 8<sup>a</sup> ed. Barcelona : Marcombo, 2011
- Luyben, William L.. Plantwide process control / William L. Luyben, Björn D. Tyréus, Michael L. Luyben . New York [etc.] : McGraw-Hill, cop. 1999
- Process dynamics and control / Dale E. Seborg ... [et al.] . - 3rd ed., international student ed. Hoboken, NJ : Wiley, cop. 2011
- Product and process design principles : synthesis, analysis, and evaluation / Warren D. Seider ... [et al.] . 3rd ed. Hoboken [New Jersey] : John Wiley and Sons, cop. 2010