

**Control, Instrumentación y Automatismos**

Código: 102445  
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2500897 Ingeniería Química	OB	3	1
2500897 Ingeniería Química	OB	3	2

**Contacto**

Nombre: Juan Antonio Baeza Labat  
Correo electrónico: [juanantonio.baeza@uab.cat](mailto:juanantonio.baeza@uab.cat)

**Uso de idiomas**

Lengua vehicular mayoritaria: catalán (cat)  
Algún grupo íntegramente en inglés: No  
Algún grupo íntegramente en catalán: Sí  
Algún grupo íntegramente en español: No

**Equipo docente**

Albert Guisasola Canudas

**Prerequisitos**

Balances de materia y energía en estado no estacionario.  
Ecuaciones diferenciales ordinarias.  
Cálculo con variable compleja.  
Ganas de aprender los principales conceptos del control de procesos.

**Objetivos y contextualización**

Conocer el control automático como herramienta imprescindible en la industria química para garantizar el funcionamiento deseado y la estabilidad de los procesos de producción.  
Conocer las herramientas básicas del control y la instrumentación de procesos en los sistemas de ingeniería química.  
Describir la dinámica de sistemas habituales en la ingeniería química mediante modelos desarrollados a partir de balances y expresados en el espacio de Laplace.  
Identificar los elementos necesarios para implementar un lazo de control por retroalimentación.  
Diseñar lazos de control y conocer procedimientos para determinar su estabilidad y para sintonizar los controladores.  
Conocer los métodos de respuesta en frecuencia para el diseño y el estudio de lazos de control.  
Identificar los elementos necesarios para diseñar otros esquemas de control más avanzados.  
Uso de software de simulación de comportamiento dinámico de sistemas y control.

**Competencias**

- Ingeniería Química
- Demostrar que comprende los principales conceptos del control de procesos de Ingeniería Química.
- Demostrar que conoce las diferentes operaciones de reacción, separación, procesamiento de materiales y transporte y circulación de fluidos involucradas en los procesos industriales de la Ingeniería Química.

- Demostrar que es coneix, a nivell bàsic, l'ús i la programació dels ordinadors, i saber aplicar els recursos informàtics aplicables en enginyeria química.
- Hábitos de pensamiento
- Hábitos de trabajo personal
- Trabajo en equipo

## Resultados de aprendizaje

1. Aplicar los conocimientos de reactores y operaciones de separación a la elaboración de modelos y simulación de procesos.
2. Aplicar los recursos informáticos de simulación y control de procesos.
3. Desarrollar la capacidad de análisis, síntesis y prospectiva.
4. Desarrollar un pensamiento y un razonamiento crítico.
5. Trabajar cooperativamente.
6. Trabajar de forma autónoma.
7. Utilizar la modelización matemática de sistemas dinámicos y procesos en el ámbito de la Ingeniería Química.

## Contenido

Tema 0: Transformadas de Laplace

Transformadas de Laplace (TL) de funciones básicas.

Solución de ecuaciones diferenciales con TL.

Inversión de TL.

Tema 1: Introducción al control de procesos

1.1.- Sistemas de Control.

1.2.- Definiciones y conceptos básicos. Esquemas de control.

1.3.- Modelización del comportamiento dinámico de procesos químicos. Modelos entrada-salida.

Tema 2: Análisis de la dinámica de procesos químicos

2.1.- Función de transferencia (FT) de un proceso con una sola salida.

2.2.- FT de un proceso con múltiples salidas.

2.3.- Polos y ceros de las FT.

2.4.- Sistemas de primer orden.

2.5.- Sistemas de segundo orden.

Tema 3: Control por retroalimentación

3.1.- Concepto de control por retroalimentación. Instrumentación: sensores y elementos finales. Selección de válvulas de control.

3.2.- Dinámica en lazo cerrado. Efecto de las diferentes acciones de control.

3.3.- Estabilidad. Criterio de Routh-Hurwitz.

3.4.- Diseño y sintonización de controladores.

3.5.- Hojas de especificaciones de lazos de control.

Tema 4: Diseño basado en la respuesta en frecuencia

4.1.- Análisis de la respuesta en frecuencia. Diagramas de Bode y Nyquist.

4.2.- Diseño de controladores por retroalimentación empleando técnicas de respuesta en frecuencia.

Tema 5: Otras configuraciones de control

5.1.- Control en cascada.

5.2.- Control anticipativo.

5.3.- Otros esquemas de control.

5.4.- Sistemas con unidades interaccionantes.

5.5.- Esquemas de control habituales en la industria química.

## Metodología

Clases de teoría. Se introducen de forma ordenada y concisa los conceptos teóricos básicos para el posterior desarrollo práctico. Se proponen pequeñas actividades a desarrollar por el estudiante durante la clase.

Clases de problemas. Se selecciona una serie de problemas de la colección de cada tema. Se muestra la resolución paso a paso de los problemas más representativos y se presenta el esquema de resolución de otros problemas. Resolución de problemas por los alumnos.

Seminarios / trabajos: Instrumentación, Introducción a Simulink, Programación de PLCs, Simulink: dinámica en lazo cerrado, Simulink: respuesta en frecuencia.

El Moodle se utilizará como plataforma virtual para la comunicación con los estudiantes.

Tutoriales de Simulink al YouTube: <https://www.youtube.com/channel/UCq4HnZPBp4A3JspPish78g>

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

## Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Seminarios	5	0,2	2, 3, 4
Teoría tema 0. Transformadas de Laplace	2	0,08	7
Teoría tema 1. Introducción.	2	0,08	3
Teoría tema 2. Análisis de la dinámica de procesos químicos.	4	0,16	1, 7
Teoría tema 3. Control por retroalimentación	12	0,48	1, 7
Teoría tema 4. Diseño basado en la respuesta en frecuencia	4	0,16	4
Teoría tema 5. Otras configuraciones de control	4	0,16	1, 7
Tipo: Supervisadas			
Problemas tema 0	2	0,08	7
Problemas tema 2	2	0,08	3
Problemas tema 3	8	0,32	3
Problemas tema 4	2	0,08	3
Tipo: Autónomas			
Estudio de fundamentos teóricos.	33	1,32	3, 4
Realización de trabajos	7	0,28	2
Resolución de problemas	50	2	2, 3, 4
Tutorías individuales o en pequeños grupos	5	0,2	2, 3, 4

## Evaluación

#### a) Proceso y actividades de evaluación programadas

A continuación se detallan las actividades de evaluación de la asignatura con su porcentaje de peso sobre la calificación final:

- Actividad 1 (4%). Práctica Introducción al Simulink.
- Actividad 2 (3%). Seminario/s de instrumentación y control.
- Actividad 3 (4%). Práctica autómatas programables (PLC).
- Actividad 4 (7%). Trabajo Simulink lazo cerrado.
- Actividad 5 (7%). Trabajo Simulink respuesta en frecuencia.
- Actividad 6 (25%). Examen parcial 1 - Dinámica de procesos químicos.
- Actividad 7 (25%). Examen parcial 2 - Dinámica en lazo cerrado.
- Actividad 8 (25%). Examen parcial 3 - Respuesta en frecuencia.

Cada examen parcial tiene una duración de alrededor de dos horas y consta de una parte de teoría (1/3 de la nota, 0.5 horas) y de un problema (2/3 de la nota, 1.5 horas).

Para poder aplicar el cálculo de la nota final, se requiere:

- una media mínima de 4.0 de la teoría de los exámenes parciales.
- una nota media de exámenes parciales superior a 4.5.

En caso de que no se cumpla alguno de los dos criterios, la nota final máxima de la asignatura será 4.0.

La no presencia en clase cuando se realicen pruebas de evaluación es un cero de la actividad, sin posibilidad de recuperación.

#### b) Programación de actividades de evaluación

La calendarización de las actividades de evaluación se dará el primer día de la asignatura y se hará pública a través del Campus Virtual. Se prevé la siguiente calendarización:

- Actividad 1. Semana 4
- Actividad 2. Semana 7
- Actividad 3. Semana 8
- Actividad 4. Semana 9
- Actividad 5. Semana 13
- Actividad 6. Semana 7
- Actividad 7. Semana 12
- Actividad 8. Semana 16

#### c) Proceso de recuperación

Los estudiantes pueden presentarse a la recuperación siempre que se hayan presentado a un conjunto de actividades que representen al menos dos tercios de la calificación total de la asignatura. De estos, se podrán presentar a la recuperación aquellos estudiantes que tengan como media de todas las actividades de la asignatura una calificación superior a 3.

El examen de recuperación incluirá todos los contenidos de la asignatura. Este examen constará de una parte de teoría (1/3 nota examen) y dos problemas (2/3 nota examen). La nota de este examen sustituirá la nota de las actividades 6-8 (exámenes parciales). Se requerirá un mínimo de 4.0 en la parte de teoría y un mínimo de 4.5 del examen para aplicar este cálculo. En caso de que no se cumpla alguno de los dos criterios, la nota final máxima de la asignatura será 4.0.

De acuerdo con la coordinación del Grado y la dirección de la Escuela de Ingeniería las siguientes actividades no se podrán recuperar:

- Actividad 1 (4%).
- Actividad 2 (3%).
- Actividad 3 (4%).
- Actividad 4 (7%).

- Actividad 5 (7%).
- Las actividades evaluativas de cualquier tipo en las que el alumno ha cometido una irregularidad (copiar, plagiar, dejar copiar ...).

#### d) Procedimiento de revisión de las calificaciones

Para cada actividad de evaluación, se indicará un lugar, fecha y hora de revisión en la que el estudiante podrá revisar la actividad con el profesor. En este contexto, se podrán hacer reclamaciones sobre la nota de la actividad, que serán evaluadas por el profesorado responsable de la asignatura. Si el estudiante no se presenta a esta revisión, no se revisará posteriormente esta actividad.

#### e) Calificaciones

**Matrículas de honor.** Otorgar una calificación de matrícula de honor es decisión del profesorado responsable de la asignatura. La normativa de la UAB indica que las MH sólo se podrán conceder a estudiantes que hayan obtenido una calificación final igual o superior a 9.00. Se puede otorgar hasta un 5% de MH del total de estudiantes matriculados.

Un estudiante se considerará no evaluable (NE) si no se ha presentado a un conjunto de actividades el peso de las cuales equivalga a un mínimo de dos terceras partes de la calificación total de la asignatura.

#### f) Irregularidades por parte del estudiante, copia y plagio

Sin perjuicio de otras medidas disciplinarias que se estimen oportunas, se calificarán con un cero las irregularidades cometidas por el estudiante que puedan conducir a una variación de la calificación de un acto de evaluación. Por lo tanto, la copia, el plagio, el engaño, dejar copiar, etc. en cualquiera de las actividades de evaluación implicará suspender con un cero. Las actividades de evaluación calificadas de esta forma y por este procedimiento no serán recuperables.

#### h) Evaluación de los estudiantes repetidores

El único cambio en la evaluación de la asignatura los alumnos repetidores es la posibilidad de mantener las calificaciones de las actividades 1-5 cursadas al curso anterior. Esta opción se deberá comunicar por correo electrónico al profesor responsable, a más tardar 15 días después del inicio de las clases.

## Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Examen parcial 1. Dinámica de procesos químicos.	25%	2	0,08	1, 3, 4, 6, 7
Examen parcial 2. Dinámica en lazo cerrado. Sintonización.	25%	2	0,08	1, 3, 4, 6, 7
Examen parcial 3. Respuesta en frecuencia. Otros esquemas de control.	25%	2	0,08	1, 3, 4, 6, 7
Trabajos Simulink y otras actividades	25%	2	0,08	2, 3, 4, 5, 6, 7

## Bibliografía

### Bibliografía más relevante

Stephanopoulos, G. "Chemical Process Control: An Introduction to Theory and Practice". Prentice-Hall (New Jersey), 1984.

Seborg, D.E.; Edgar, T.; Mellichamp, D.A. "Process Dynamics and Control". J. Wiley (NY), 2nd edition. 2004.  
Babatunde A. Ogunnaike, W. Harmon Ray. "Process Dynamics, Modeling and Control". Oxford University Press. 1994.

#### Bibliografía complementaria

Ollero de Castro, P. ; Fernández, E. "Control e instrumentación de procesos químicos". Síntesis (Madrid), 1998.

Baeza, J.A. Capítol de llibre: "Principles of Bioprocess Control" al llibre "Current Developments in Biotechnology and Bioengineering. Bioprocesses, Bioreactors and Controls", Elsevier, 2017.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444636638000185>

## **Software**

Matlab - Simulink

Siemens Step7 - Microwin (Seminario PLCs)