



FICHA IDENTIFICATIVA

Datos de la Asignatura

Código	34762
Nombre	Dinámica y control
Ciclo	Grado
Créditos ECTS	6.0
Curso académico	2019 - 2020

Titulación(es)

Titulación	Centro	Curso	Periodo
1401 - Grado de Ingeniería Química	Escuela Técnica Superior de Ingeniería	3	Segundo cuatrimestre

Materias

Titulación	Materia	Caracter
1401 - Grado de Ingeniería Química	10 - Dinámica y Control	Obligatoria

Coordinación

Nombre	Departamento
MIGUEL DOLZ, PABLO JOAQUIN	245 - Ingeniería Química
ORCHILLES BALBASTRE, ANTONI VICENT	245 - Ingeniería Química
RUANO GARCIA, MARIA VICTORIA	245 - Ingeniería Química

RESUMEN

El control automático ha jugado un papel vital en el avance de la ingeniería y de la ciencia, convirtiéndose en parte importante e integral de los procesos de manufactura e industriales modernos. El control de procesos químicos es una especialidad de la Automática que se ocupa de la selección y de la aplicación de técnicas para la operación segura y eficiente de plantas de proceso.

Como los avances en la teoría y práctica del control automático brindan medios de lograr el funcionamiento óptimo de sistemas dinámicos, mejorar la calidad y abaratar los costos de producción, expandir el ritmo de producción, liberar de la complejidad de muchas rutinas, de las tareas repetitivas, etc., la mayoría de los ingenieros y científicos han de tener buenos conocimientos en este campo.

La asignatura *Dinámica y Control* forma parte de la materia del mismo nombre cuyo objetivo general es capacitar al estudiante para el análisis y el diseño de los sistemas de control. En ella se abordan los problemas de la modelización de los procesos y su control realimentado; se presentan los métodos gráficos usados para representar sistemas realimentados (diagramas de bloques o de flujo), y los métodos para analizar la estabilidad de los mismos; y finalmente se describen los métodos habituales de diseño de



compensadores/controladores.

Es una asignatura obligatoria de carácter cuatrimestral que se imparte en el tercer curso de la titulación de Grado en Ingeniería Química durante el segundo cuatrimestre. En el plan de estudios consta de un total de 6 créditos ECTS.

Se trata de una asignatura con una gran componente práctica en la que, tras la introducción de los conceptos, los estudiantes realizarán numerosos ejercicios prácticos, así como de experimentación en el laboratorio.

Los **objetivos generales** de la asignatura son:

- Concienciar al estudiante de la importancia de la disciplina de dinámica y control en la operación segura y eficiente de plantas de proceso.
- Dar a conocer al estudiante los métodos de selección y aplicación de técnicas para lograr el funcionamiento óptimo de sistemas dinámicos, mejorar la calidad y abaratar costos de producción, así como liberar de la complejidad de muchas rutinas y tareas repetitivas.
- Desarrollar en el estudiante su capacidad para el análisis y el diseño de los sistemas de control.
- Desarrollar en el estudiante su capacidad para plantear y resolver problemas numéricos de dinámica y control de procesos, así como para interpretar los resultados obtenidos.
- Potenciar las habilidades del estudiante para el razonamiento y el trabajo sistemático.
- Suscitar y fomentar en el estudiante aquellos valores y actitudes que han de ser inherentes a un ingeniero.

Los **contenidos** de la asignatura son: Modelado de sistemas continuos. Función de transferencia y respuesta en frecuencia. Representación de sistemas realimentados. Métodos de análisis de la estabilidad de sistemas realimentados. Métodos de diseño de controladores.

Observaciones: Las clases de teoría se impartirán en castellano y las clases prácticas y de laboratorio según consta en la ficha de la asignatura disponible en la web del grado.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Relación con otras asignaturas de la misma titulación

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

Otros tipos de requisitos

Para abordar con éxito la asignatura es necesario que el estudiante posea unos conocimientos previos correspondientes al nivel exigido en asignaturas cursadas en primer, segundo y tercer curso (primer cuatrimestre), así como en asignaturas cursadas simultáneamente en el segundo cuatrimestre del tercer curso. Entre dichos conocimientos previos se incluyen:

- Resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales.
- La transformada de Laplace.
- Leyes de conservación.
- Planteamiento de balances de propiedad.



COMPETENCIAS

1401 - Grado de Ingeniería Química

- G3 - Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- G4 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.
- R6 - Conocimientos sobre los fundamentos de automatismos y métodos de control.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Resultados de aprendizaje:

- Seleccionar y aplicar los métodos matemáticos más apropiados para la resolución de problemas (G3, G4).
- Modelizar los procesos industriales más frecuentes en la industria (G3, G4).
- Conocer y ser operativo en el manejo de los diagramas de bloques y de flujo para representar un sistema realimentado (R6).
- Analizar si un sistema realimentado será estable o no, y, en caso de serlo, saber determinar sus márgenes de estabilidad (R6).
- Conocer los diferentes tipos de compensación que pueden utilizarse (R6).
- Diseñar el compensador de un sistema de control acorde a unas especificaciones transitorias/frecuenciales (R6).

Destrezas a adquirir:

El estudiante debe ser capaz de:

- Distinguir sistemas de parámetro globalizado y distribuido.
- Modelar el comportamiento dinámico y estático de procesos.
- Utilizar la transformada de Laplace para la resolución de ecuaciones diferenciales.
- Determinar la matriz función de transferencia de un proceso con múltiples entradas y salidas.
- Identificar y describir las entradas estándar a sistemas.
- Obtener las respuestas dinámicas de sistemas lineales de ciclo abierto.
- Aplicar métodos de linealización en sistemas no lineales.
- Identificar y plasmar el retraso de transporte matemáticamente.
- Transcribir procesos fisicoquímicos en diagramas de bloques.
- Plantear ciclos cerrados de control por realimentación.
- Analizar los distintos elementos de un ciclo de control.
- Diferenciar entre las diferentes acciones y tipos de controladores de realimentación.
- Diferenciar y obtener las funciones de transferencia de ciclo cerrado de servomecanismos y sistemas de regulación.
- Obtener las respuestas transitorias de procesos controlados por realimentación.



- Determinar la ecuación característica de un sistema de control.
- Evaluar la estabilidad de un sistema en base al test de Routh y el método del lugar de las raíces.
- Valorar criterios de actuación de sistemas de ciclo cerrado.
- Diseñar controladores de realimentación mediante los métodos de síntesis directa, control a través del modelo interno, Cohen-Coon y métodos basados en la integral del error.
- Realizar el ajuste del controlador sobre la instalación mediante tanteo y mediante el método de las oscilaciones continuas.
- Determinar la respuesta de frecuencia en sistemas lineales.
- Representar diagramas de Bode
- Determinar la estabilidad de un sistema acorde con el criterio de Bode.
- Diseñar controladores en base al margen de ganancia y de fase.
- Diseñar controladores en base a las normas de Ziegler-Nichols a través de la respuesta de frecuencia.
- Determinar la estabilidad de un sistema acorde con el criterio de Nyquist.
- Utilizar simuladores para el estudio del comportamiento dinámico de procesos y el diseño de sistemas de control.
- Realizar experimentos de control de procesos.
- Interpretar resultados experimentales y elaborar informes.

Además de los objetivos específicos señalados con anterioridad, durante el curso se fomentará el desarrollo de diversas **habilidades sociales y técnicas**, entre las cuales cabe destacar:

- Capacidad de análisis y de síntesis.
- Capacidad de transmitir ideas, problemas y soluciones.
- Capacidad para argumentar desde criterios racionales y lógicos.
- Capacidad para expresarse de forma correcta y organizada.
- Capacidad para desarrollar un problema de forma sistemática y organizada.
- Capacidad de analizar críticamente los resultados de un problema.
- Capacidad de trabajar de forma autónoma.
- Capacidad de integrarse y participar activamente en tareas de grupo.
- Capacidad de distribuir adecuadamente el tiempo para el desarrollo de tareas.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN. CONTROL DE PROCESOS

Ejemplos ilustrativos. Clasificación de las estrategias de control. Control de procesos y diagramas de bloques. Control y modelado. Control analógico vs. control digital. Justificación económica del control de procesos.

2. MODELADO DEL COMPORTAMIENTO DINÁMICO Y ESTÁTICO DE PROCESOS

Desarrollo del modelo matemático. Modelado matemático de algunos procesos químicos. Sistemas de parámetro globalizado y distribuido. Dinámica de un sistema de tanque calefactor agitado, de un sistema de separación por etapas y de un sistema de intercambio de calor.



3. DINÁMICA DE SISTEMAS LINEALES DE CICLO ABIERTO. LA FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA

La transformada de Laplace. La función de transferencia. Matriz función de transferencia de un proceso con múltiples entradas y salidas. Entradas estándar a procesos. Respuestas dinámicas. Sistemas de primer orden. Sistemas de primer orden en serie. Sistemas interactivos y no interactivos. Sistemas de segundo orden. Linealización de sistemas no lineales. Retraso de transporte.

4. CONTROL POR REALIMENTACIÓN. SISTEMAS DE CICLO CERRADO

Control por realimentación. Análisis de los distintos elementos de un ciclo de control. Sensores y transmisores. Elementos finales de control. Controladores de realimentación. Acciones y tipos. Dinámica de procesos controlados por realimentación. Funciones de transferencia de ciclo cerrado. Servomecanismos y sistemas de regulación. Respuestas transitorias. Estabilidad. La ecuación característica. Test de Routh. Diagrama del lugar de las raíces.

5. DISEÑO DE CONTROLADORES DE REALIMENTACIÓN

Criterios de actuación de sistemas de ciclo cerrado. Método de síntesis directa. Control a través del modelo interno. Relaciones de diseño para controladores PID. Método de Cohen-Coon. Métodos basados en el criterio de la integral del error. Ajuste del controlador sobre la instalación. Ajuste del controlador mediante tanteo. Método de las oscilaciones continuas (Ziegler-Nichols).

6. RESPUESTA DE FRECUENCIA EN SISTEMAS LINEALES

Respuesta de frecuencia. Reglas de sustitución. Diagramas de Bode. Respuesta de ciclos cerrados mediante el método de la respuesta de frecuencia.

7. DISEÑO DE CONTROLADORES POR EL MÉTODO DE LA RESPUESTA DE FRECUENCIA

Criterio de estabilidad de Bode. Margen de ganancia y margen de fase. Aplicación al diseño de controladores. Normas de Ziegler-Nichols a través de la respuesta de frecuencia. Criterio de estabilidad de Nyquist.

8. SEMINARIOS-ACTIVIDADES DE DINÁMICA Y CONTROL

Simulación del test de frecuencia. Utilización de paquetes informáticos-simuladores en el ámbito de la Dinámica y Control.

**9. LABORATORIO DE DINÁMICA Y CONTROL**

Control de un sistema de tanques interactivos. Control de temperaturas de un bloque calefactor. Cálculos y presentación de informes.

VOLUMEN DE TRABAJO

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Prácticas en aula	25,00	100
Clases de teoría	25,00	100
Prácticas en laboratorio	10,00	100
Elaboración de trabajos en grupo	5,00	0
Estudio y trabajo autónomo	25,00	0
Preparación de actividades de evaluación	15,00	0
Preparación de clases de teoría	15,00	0
Preparación de clases prácticas y de problemas	20,00	0
Resolución de casos prácticos	10,00	0
TOTAL	150,00	

METODOLOGÍA DOCENTE

El desarrollo de la asignatura se estructura en torno a las clases de teoría y de problemas, los seminarios, las prácticas de laboratorio y la realización de trabajos.

En las clases de teoría se utilizará el modelo de lección magistral. El profesor expondrá mediante presentación y/o explicación los contenidos de cada tema incidiendo en aquellos aspectos clave para la comprensión del mismo (G3, R6).

Las clases prácticas de problemas se desarrollarán siguiendo dos modelos. En algunas de las clases será el profesor el que resuelva una serie de problemas tipo para que los estudiantes aprendan a identificar los elementos esenciales del planteamiento y resolución del problema. En otras clases de problemas serán los estudiantes, individualmente o distribuidos en grupos, los que deberán resolver problemas análogos bajo la supervisión del profesor. Una vez concluido el trabajo, los problemas serán recogidos, analizados y corregidos por el profesor o por los propios estudiantes (G3, G4, R6).

En las sesiones de seminarios los estudiantes, individualmente o distribuidos en grupos, serán instruidos en la utilización de paquetes informáticos-simuladores en el ámbito de la Dinámica y Control; asimismo deberán resolver problemas específicos utilizando estas técnicas (G3, G4, R6).

Para las sesiones de prácticas de laboratorio, cuya asistencia es obligatoria, se programarán actividades de introducción de la práctica a realizar, actividades de desarrollo de la experimentación y actividades de análisis y tratamiento de resultados. Los estudiantes dispondrán de guiones de prácticas y la experimentación será llevada a cabo íntegramente por ellos bajo la supervisión del profesor (G3, G4, R6).



El trabajo propuesto al estudiante se dividirá en tres tipos: Problemas completos, de complejidad similar a los de exámenes (G4, R6), Cuestionarios dirigidos a preparar los conceptos más importantes de cada tema y Tests Autocorrectivos, a realizar en Aula Virtual (G3, R6). Parte de estas actividades se realizará en clase y el resto tendrá un calendario de realización y entrega por los estudiantes. Tras su corrección, los estudiantes recibirán información de sus resultados y un resumen de los aspectos más consolidados y de los fallos más frecuentes.

EVALUACIÓN

La asistencia al laboratorio de prácticas experimentales es una actividad **no recuperable y obligatoria** para superar la asignatura.

La evaluación del aprendizaje de los estudiantes se llevará a cabo siguiendo dos modalidades:

Modalidad A: Mediante la valoración de las actividades realizadas por los estudiantes (cuestionarios y problemas), la nota del laboratorio y la nota media de las pruebas objetivas que se realicen.

Para optar a la evaluación por la Modalidad A, el estudiante debe haber asistido al 80% de las clases de aula y al 100% de las clases de laboratorio. Asimismo, deberá obtener en las actividades propuestas una nota media igual o superior a 4 (sobre 10). Superados estos requisitos, la nota de esta modalidad se obtendrá como la mayor de:

- la ponderación entre la nota media de las pruebas objetivas (60%), la nota media del laboratorio (15%) y la nota media de las actividades (25%), siempre y cuando en las pruebas objetivas se obtenga una nota media igual o superior a 4 (sobre 10).
- la ponderación entre la nota media de las pruebas objetivas (85%) y la nota media del laboratorio (15%), siempre y cuando en las pruebas objetivas se obtenga una nota media igual o superior a 5 (sobre 10).

Modalidad B: Mediante la valoración de las actividades realizadas por los estudiantes (cuestionarios y problemas), la nota del laboratorio y la nota del examen final que se realice.

Para optar a la evaluación por la Modalidad B, el estudiante debe haber asistido al 100% de las clases de laboratorio. Superado este requisito, la nota de esta modalidad se obtendrá como:

- la ponderación entre la nota media del examen (75%), la nota media del laboratorio (15%) y la nota media de las actividades (10%), siempre y cuando en el examen se obtenga una nota igual o superior a 4 (sobre 10).

La asignatura se considerará superada cuando la nota obtenida sea igual o superior a 5 (sobre 10).



En cualquier caso, el sistema de evaluación se regirá por lo establecido en el Reglament d'Avaluació i Qualificació de la Universitat de València per a Títols de Grau i Màster (<http://links.uv.es/j0Im3ec>).

REFERENCIAS

Básicas

- Control e Instrumentación de Procesos Químicos; P. Ollero, E. Fernández (Editorial Síntesis, 1997)
- Ingeniería de Control Moderna; K. Ogata (4ªEd., Prentice-Hall, 2005)

Complementarias

- Chemical Process Control. An Introduction to Theory and Practice; G. Stephanopoulos (Prentice-Hall, 1984)
- Process Dynamics and Control; D.E. Seborg, T.F. Edgar, D.A. Mellichamp (Wiley, 1989)
- Principles and Practice of Automatic Process Control; C.A. Smith, A.B. Corripio (Wiley, 1985)
- Process Systems Analysis and Control; D.R. Coughanowr, L.B. Koppel (McGraw-Hill, 1965)
- Retroalimentación y Sistemas de Control; J.J. Distéfano III, A.R. Stubberud, I.J. Williams (McGraw-Hill, 1992)

ADENDA COVID-19

Esta adenda solo se activará si la situación sanitaria lo requiere y previo acuerdo del Consejo de Gobierno

1. Contenidos

Se eliminan las sesiones de laboratorio [9. Laboratorio de Dinámica y Control] debido a la imposibilidad de encontrar una alternativa no presencial para conseguir el objetivo de aprendizaje en el manejo e interpretación del funcionamiento de dispositivos experimentales de control de procesos químicos.

Se mantiene el resto del contenido teórico-práctico (Temas 5-7), así como el de la Simulación del Test de Frecuencia [8. Seminarios-Actividades de Dinámica y Control].

En cualquier caso, aun manteniendo todo el contenido teórico-práctico, éste será sintetizado evitando, en todo caso, la pérdida de competencias a adquirir y sus resultados de aprendizaje.



2. Volumen de trabajo y planificación temporal de la docencia

En la Guía Docente estaban fijadas 60 horas de clases presenciales: 25h. de teoría, 25h. de prácticas y 10h. de laboratorio. Tras la última clase presencial han quedado por impartir 20 h. teórico-prácticas (40%) y las 10h. correspondientes al laboratorio.

Se programan 20h. de clases teórico-prácticas mediante videos explicativos de teoría y problemas (asíncronos) y videoconferencias (síncronas) que serán realizadas dentro de las franjas horarias previstas para las clases presenciales de esta asignatura.

Las restantes 10h. de laboratorio son destinadas a incrementar: 3h. de estudio y trabajo autónomo, 2h. de preparación de clases de teoría, 3h. de preparación de clases prácticas y de problemas, y 2h. de resolución de casos prácticos; todo ello con el fin de compensar el aprendizaje autónomo del estudiantado en esta modalidad no presencial utilizando materiales subidos a las plataformas.

3. Metodología docente

Las videoconferencias síncronas para las clases teórico-prácticas, que sustituyen a las clases presenciales, serán realizadas mediante la plataforma Microsoft Teams dentro de las franjas horarias previstas para las clases presenciales.

Suministro, a través del Aula Virtual, de apuntes y problemas resueltos.

Videos explicativos de aspectos teóricos y resolución de problemas disponibles en la plataforma MMedia-UV.

Entrega por parte del estudiantado de problemas propuestos y actividades como opción de Tareas del Aula Virtual.

Sistema de tutorías: Se mantiene el programa de tutorías virtuales (atención en 48 horas laborables máximo por correo electrónico) y se ha creado un Foro específico en el Aula Virtual para consultas genéricas sobre cuestiones de teoría, problemas o de aspectos comunes al grupo. Asimismo, la propia plataforma Microsoft Teams podrá ser utilizada para la atención de tutorías de forma síncrona, a la vez que Microsoft Skype (VoIP) como videollamada síncrona bajo demanda.

4. Evaluación

Ante la imposibilidad de poder cumplir con el requisito de una asistencia mínima del 80% a las clases de aula y del 100% a las clases de laboratorio, la Modalidad A deja de tener sentido en los términos en los que se planteaba en la guía docente original.

Por ello, en esta nueva versión, la evaluación se considerará como una modalidad única; si bien, la nota final seguirá siendo la más favorable para el estudiante de las obtenidas por dos vías de cálculo, en las que se ponderará de forma distinta la evaluación continua.



En cualquier caso, se han incrementado las ponderaciones correspondientes a las actividades de evaluación continua.

La nota final se obtendrá como la mayor de:

. la ponderación entre la nota media de las pruebas objetivas (45%) y la nota media de las actividades (55%), siempre y cuando en las pruebas objetivas se obtenga una nota media igual o superior a 4 (sobre 10).

. la ponderación entre la nota media de las pruebas objetivas (65%) y la nota media de las actividades (35%), siempre y cuando en las actividades propuestas se obtenga una nota media igual o superior a 4 (sobre 10).

Prueba de evaluación final: Se realizará un examen final de todo el contenido de la materia. La prueba, con parte de teoría y problemas, se efectuará con Cuestionarios y Tareas mediante el Aula Virtual. Se mantendrá, en este formato a distancia, la misma fecha y horario de la convocatoria oficial.

Durante la prueba se mantendrá abierta una videoconferencia con Blackboard Collaborate (BBC) o Microsoft Teams (cámara activada y micrófono silenciado) para supervisión y resolución de posibles dudas del estudiantado.

Si una persona no dispone de los medios para establecer esta conexión y acceder al Aula Virtual, deberá contactar con el profesorado por correo electrónico en el momento de la publicación de este anexo a la guía docente

La segunda convocatoria se regirá por estas mismas normas, teniendo en cuenta que se conservarán las notas de las actividades no recuperables realizadas.

5. Bibliografía

Se sustituyen los manuales recomendados por apuntes y problemas resueltos como material de apoyo en el Aula Virtual, así como por videos en MMedia-UV.