



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Guía docente de la asignatura

Sistemas de Control para Plantas Químicas

(Control Systems for Chemical Plants)

Titulación: Máster Universitario en Ingeniería Industrial

CSV:	ztBtlloQSgtx3CDEHw4SlgJQC	Fecha:	29/01/2019 23:10:52	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/ztBtlloQSgtx3CDEHw4SlgJQC	Página:	1/13	

1. Datos de la asignatura

Nombre	Sistemas de Control para Plantas Químicas (Control Systems for Chemical Plants)				
Materia*	Industrias de Proceso Químico				
Módulo*	Bloque de Optativas 6				
Código	223102023				
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería Industrial				
Plan de estudios	2009				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial				
Tipo	Optativa				
Periodo lectivo	Cuatrimestral	Cuatrimestre	C3	Curso	
Idioma	Castellano				
ECTS	3	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	90

* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

2. Datos del profesorado

Profesores responsable	Jose Manuel Cano Izquierdo		
Departamento	Ingeniería de Sistemas y Automática (DISA)		
Área de conocimiento	Ingeniería de Sistemas y Automática		
Ubicación del despacho	Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, ETSII, Planta 1		
Teléfono	968 33 89 21		+34 968 325355
Correo electrónico	JoseM.Cano@upct.es		
URL / WEB	Aula Virtual UPCT		
Horario de atención/ Tutorías	Disponibles en el Aula Virtual		
Ubicación durante las tutorías	Despacho indicado más arriba		
Experiencia docente	Profesor desde 1997		
Perfil docente e investigador	Doctor Ingeniero Industrial		
Líneas de investigación	Control de procesos Sistemas neuro-difusos Reconocimiento de patrones		
Experiencia profesional			

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

Los procesos industriales modernos no serían posibles de realizar sin la incorporación de los elementos de monitorización y control. La sensorización de los procesos y el control automático de los mismos siguen suponiendo retos para la mejora del rendimiento, calidad y seguridad de los mismos. La complejidad de las instalaciones industriales y la diversidad de los posibles procesos que involucran, hace necesario en muchas ocasiones disponer de herramientas de simulación que permitan estudiar y desarrollar soluciones de control o formar a los operarios encargados de su vigilancia.

En el perfil de un ingeniero industrial es necesario disponer de los conocimientos básicos que le permitan establecer la idoneidad de un determinado sensor, diseñar y sintonizar lazos de control o elegir un determinado actuador. Para ello debe estar capacitado para realizar un modelado del proceso, establecer la estrategia de control adecuada al mismo, simular el comportamiento del proceso e indicar la forma de llevar a la práctica la solución.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

La asignatura “Sistemas de Control para Plantas Químicas” tiene como objetivo que el alumno adquiera conocimientos de los principales elementos de monitorización y control que suelen presentarse en un proceso químico industrial. Así mismo debe capacitar al alumno para hacer uso de las herramientas que le permitan gestionar dichos elementos ya sea en simulación como en una planta real.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura “Sistemas de Control para Plantas Químicas” tiene carácter cuatrimestral y se cursa en el tercer cuatrimestre. Es continuación de la asignatura de “Ingeniería de Control de Procesos” que se cursa en el primer cuatrimestre.

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

Ninguna.

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

En la asignatura se manejarán hojas de datos y manuales en inglés, es imprescindible al menos la comprensión lectora fluida en esta lengua.

La asistencia a los seminarios y charlas impartidas por profesionales es altamente recomendable.


3.6. Medidas especiales previstas

Tal como recoge el artículo 6 de la Normativa de Evaluación de la UPCT, el Vicerrectorado correspondiente podrá establecer adaptaciones especiales en la metodología y el desarrollo de enseñanzas para los estudiantes que padezcan algún tipo de discapacidad o alguna limitación, a efectos de posibilitarles la continuación de los estudios.

El alumno que, por sus circunstancias, pueda necesitar de medidas especiales deberá comunicarlo al profesor al inicio del cuatrimestre para establecer los ajustes necesarios

para la correcta atención de clases teóricas y prácticas.

Asimismo, los estudiantes extranjeros que puedan tener dificultades con el idioma deben comunicárselo al profesor al inicio del curso. Las pruebas de evaluación pueden desarrollarse en inglés.

CSV:	ztBtlloQSgtx3CDEHw4SlgJQC		Fecha:	29/01/2019 23:10:52	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.				
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E				
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/ztBtlloQSgtx3CDEHw4SlgJQC		Página:	5/13	

4. Competencias y resultados del aprendizaje

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

G01 - Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo e infraestructuras.

G02 - Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos, instalaciones y plantas.

CG04 - Realizar investigación, desarrollo e innovación en productos, procesos y métodos.

G08 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial.

4.3. Competencias específicas del plan de estudios asociadas a la asignatura

E04 - Capacidad para el análisis y diseño de procesos químicos.

E07 - Capacidad para diseñar sistemas electrónicos y de instrumentación industrial.

E08 - Capacidad para diseñar y proyectar sistemas de producción automatizados y control avanzado de procesos.

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

T01 - Diseñar y desarrollar productos, dispositivos, procesos, métodos, etc. que requieran la integración de conocimientos procedentes de distintos campos, con especificaciones definidas de forma incompleta o que puedan incluir restricciones no técnicas –sociales, de seguridad y salud, medioambientales, económicas, industriales, comerciales-.

T02 - Identificar y obtener toda la información necesaria para su labor; realizar búsquedas bibliográficas; consultar de forma crítica bases de datos y otras fuentes; consultar y aplicar códigos y normativas de seguridad.

4.5. Resultados del aprendizaje de la asignatura

Al terminar con éxito esta asignatura, los estudiantes serán capaces de:

1. Establecer las necesidades de sensorización de un proceso químico determinando las variables que deben ser medidas así como la instrumentación indicada para dicha medida
2. Obtener un modelo de los diferentes elementos que constituyen el proceso
3. Determinar los parámetros del proceso o diseñar experimentos que puedan llevar a una identificación de los mismos
4. Determinar las variables que deben ser objeto de control, las variables que pueden ser manipuladas y diseñar los lazos de control necesarios para el funcionamiento del proceso.
5. Construir un simulador de aquellas partes del proceso que puedan ser de interés con el objeto de comprobar el funcionamiento de los lazos de control diseñados
6. Utilizar la simulación con el objeto de sintonizar los parámetros de los lazos de control para conseguir un punto de funcionamiento adecuado
7. Establecer las condiciones para la puesta en marcha de las soluciones desarrolladas en el proceso y especificar los índices de funcionamiento para hacer un posterior análisis del mismo.

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Elementos de un sistema de control, Técnicas de identificación, Diseño de sistemas de control, Controladores PID, Estructuras de control y control multivariable. Control predictivo

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

UD1. ELEMENTOS BASICOS

Tema 1. Sensores y actuadores

Tema 2. Modelado de sistemas

UD 2. IDENTIFICACIÓN Y SIMULACIÓN

Tema 3. Modelos de "Caja Negra"

Tema 4. Identificación de parámetros

Tema 5. Simulación

UD 3. CONTROLADORES PID

Tema 6. Estructuras para el control PID

Tema 7. Ajuste de controladores PID

Tema 8. Procesos con grandes retrasos

UD 4. CONTROL MULTIVARIABLE

Tema 9. Sistemas multivariable

Tema 10. Diseño y sintonización de controladores multivariable

UD 5. CONTROL PREDICTIVO

Tema 11. Modelo de respuesta impulso

Tema 12. Control DMC

5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

Se plantearán un conjunto de sesiones de prácticas que permitan que el alumno plasme en problemas concretos los diferentes aspectos que se ha recogido en las clases teóricas

Práctica 1. Modelado de un motor de corriente continua

Identificación de los parámetros del motor

Simulación

Práctica 2. Control PID para motor de corriente continua: simulación y pruebas con maqueta

Control de velocidad

Control de posición

Práctica 3. Modelado de un reactor químico de tipo batch

Modelo del reactor

Línea de agua caliente. Identificación de parámetros

Diseño de controladores y simulación

Práctica 4: Modelado de una torre de destilación binaria

Modelo de la torre

Simulación

Diseño de controlador multivariable

Diseño de controlador predictivo

Las prácticas son obligatorias y se realizan en horario presencial convencional en su mayor parte. Todas las prácticas conllevan una parte de trabajo individual y en grupo relacionado con la interpretación de manuales y hojas de datos de los sistemas y equipos utilizados así como de los procesos.


Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un “Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos” que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

CSV:	ztBtlloQSgtx3CDEHw4SlgJQC		Fecha:	29/01/2019 23:10:52
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/ztBtlloQSgtx3CDEHw4SlgJQC		Página:	8/13



En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

UD1. Basis elements

S 1. Sensors and actuators

S 2. System modelling

UD 2. System identification and simulation

S3. Black Box models

S4. Parameters' identification

S5. Simulation

UD 3. PID Controllers

S6. PID structure

S7. PID tuning

Tema 8. Procesos con grandes retrasos

UD 4. Multivariable control

S 9. Multivariable system

S10. Design and tuning of multivariable controllers

UD 5. Predictive control

S11. Modelo de respuesta impulso

S12. DMC control

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

UNIDAD DIDÁCTICA 1: Elementos básicos

En esta unidad se realiza una introducción al funcionamiento de los sensores y actuadores y a la teoría de modelado de sistemas.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Familiarizar al estudiante con los distintos tipos de sensores y actuadores de uso común en planta química.
- Conocer los fundamentos de la teoría de modelado de sistemas

UNIDAD DIDÁCTICA 2: Identificación y simulación

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Explicar la taxonomía de modelos usados para la identificación y simulación de sistemas.
- Conocer los aspectos claves para diseñar una estrategia de identificación y simulación.

UNIDAD DIDÁCTICA 3: Controladores PID

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Conocer la estructura interna de PID a nivel teórico y ejemplos de soluciones comerciales.
- Aplicar técnicas y recomendaciones prácticas para la sintonización de controladores PID a distintos tipos de proceso.

UNIDAD DIDÁCTICA 4: Control Multivariable

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Conocer los fundamentos de la teoría de control multivariable.
- Aplicar técnicas y recomendaciones prácticas para el diseño y sintonización de controladores multivariables.

UNIDAD DIDÁCTICA 5: Control Predictivo

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Conocer los fundamentos de la teoría de control predictivo.
- Aplicar técnicas y recomendaciones prácticas para el diseño y sintonización de controladores DMC (Dynamic Matrix Control).

6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*

Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clases impartidas por el profesor con apoyo de material audiovisual. Debate sobre los temas expuestos. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes.	<u>Presencial</u> : Toma de notas y planteamiento de dudas.	15
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia	9
Resolución de ejercicios y casos prácticos	Resolución de ejercicios, cuestionarios y casos prácticos de dificultad graduada. El profesor propone ejercicios y casos prácticos en clase. Los alumnos comienzan a resolverlos en clase, los más cortos los completan en clase y los más largos se terminan en casa.	<u>Presencial</u> : Participación activa en la resolución de los problemas proponiendo soluciones y planteando dudas. Comparación con los problemas resueltos de forma no presencial.	10
		<u>No presencial</u> : Resolución de los problemas y casos prácticos planteados no acabados en clase.	15
Prácticas de Laboratorio	Realización de prácticas de laboratorio.	<u>Presencial</u> : Realizar las prácticas propuestas. Contrastar con los conocimientos teóricos. Anotar resultados.	12
		<u>No presencial</u> : Estudio previo de las prácticas, realizando las cuestiones	6

		previas y simulaciones necesarias que se entregarán al profesor. Revisión del informe de resultados.	
Trabajos en grupo	Realización de trabajos de diseño en grupo que pueden estar relacionados con una ampliación de los ejercicios y casos prácticos o con una preparación previa de prácticas. El profesor plantea un problema de diseño, se discute entre todos un plan de trabajo y se resuelven las dudas. En clases sucesivas se discuten los problemas que vayan surgiendo en el trabajo autónomo del grupo.	<u>Presencial no convencional</u> : Participación activa en clase, planteamiento de dudas, preparación del plan de trabajo y exposición oral de alguno de los trabajos.	3
		<u>No presencial</u> : Desarrollo de los diseños. Búsqueda, estudio y análisis de bibliografía. Trabajo autónomo y elaboración de documentación y entregables.	8
Charlas/Seminarios	Seminario sobre SIS o Ciberseguridad impartido por profesionales del sector con el objetivo de acercar al alumnado conocimientos muy específicos de la aplicación de la materia en la vida profesional.	<u>Presencial no convencional</u> : Auto-aprendizaje siguiendo guiones y videos. Participación activa. Resolución de casos prácticos y diseños. Planteamiento de dudas. Mesas redondas.	3
		<u>No presencial</u> :. Elaborar resumen de charlas.	2
Tutorías	Resolución de dudas sobre teoría, ejercicios, problemas y prácticas. Podrán ser individuales o preferentemente por grupos.	<u>Presencial</u> : Planteamiento y resolución de dudas en horario de tutorías	2
		<u>No presencial</u> : Planteamiento de dudas por correo electrónico y en los foros del aula virtual.	
Exámenes	Evaluación escrita (examen oficial)	<u>Presencial no convencional</u> : Realización del examen	4
		<u>No presencial</u> : Autoevaluación	1
			90

6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

Resultados del aprendizaje (4.5)							
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6	7
Clase de teoría	X	X	X	X	X	X	X
Resolución de ejercicios y casos prácticos		X	X	X	X	X	X
Prácticas de laboratorio		X	X	X	X	X	X
Trabajos en grupo		X	X	X	X	X	X
Charlas/Seminarios		X	X			X	X

7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			

Prueba escrita teoría*	X		Preguntas cortas que demuestren un conocimiento global de la asignatura, tanto de teoría como pequeños ejercicios prácticos y conocimientos derivados de las charlas, seminarios	30%	1, 2, 3, 4, 5, 6,7
Prueba escrita ejercicios*	X		Diseño de casos prácticos o de ejercicios similares a los planteados en clase o en Laboratorio.	30%	2, 3, 4, 5, 6,7
Evaluación continua de ejercicios y casos prácticos**	X		Evaluación de ejercicios y casos prácticos planteados por el profesor en clase presencial o en el aula virtual.	10%	2, 3, 4, 5, 6,7
Evaluación de trabajos en grupo**	X		Evaluación mediante rúbricas de trabajos de diseño en grupo que se comiencen en clase y se terminen en casa.	10%	1, 2, 3, 4, 5, 6,7
Evaluación de las prácticas***	X		Revisión del trabajo realizado durante las prácticas y realización de una prueba, que puede ser una entrevista, sobre las competencias adquiridas en las prácticas de laboratorio.	20%	2, 3, 4, 5, 6,7
Asistencia a charlas y seminarios		X	La asistencia a los seminarios no computa en el global de la asignatura pero sí los trabajos en grupo deriven de ellos, ya incluida en la evaluación de trabajos en grupo.	-	2, 3, 4, 5, 6,7
* Para superar la asignatura la suma de la nota de teoría y ejercicios debe ser superior a 4.5 (sobre 10) para superar la asignatura.					
** La nota final suma de ejercicios, casos prácticos y trabajos en grupo debe ser superior a 3 (sobre 10) para superar la asignatura.					
*** La asistencia a prácticas es obligatoria. Se podrá recuperar las prácticas asistiendo a otro turno.					

Tal como prevé el artículo 5.4 del Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante las siguientes actividades:

- Cuestiones planteadas en clase
- Cuestionarios al finalizar cada tema
- Revisión de trabajos individuales y por grupos
- Tutorías grupales

8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

- Ollero de Castro, P., Fernández-Camacho, E., "Control e instrumentación de procesos químicos", Editorial Síntesis, 2006.
- Moreno, L., Garrido, S., Balaguer, C., "Ingeniería de Control: Modelado y control de sistemas dinámicos", Ariel Ciencia, 2003

- Ogata, K., "Ingeniería de control moderna", Prentice Hall, 2003
- Lewis, P., Yang, C., "Sistemas de control en ingeniería", Prentice Hall, 1999

8.2. Bibliografía complementaria*

- Woods, R., Lawrence, K., "Modeling and simulation of dynamic systems", Prentice Hall, 1997
- Wayne Bequette, B., "Process dynamics. Modeling, analysis and simulation", Prentice Hall, 1998
- Aström, K., Höglund, T., "Avandec PID control", Isa, 2006
- Aström, K., Witternmark, B., "Computer controlled systems", Prentice Hall, 1997
- Skogestas, S., Postlethwaite, I., "Multivariable feedback control", John Wiley & Sons, 2005
- Van den Bosch, P., Van der Klauw, Modeling, identification and simulation of dynamical systems
- Camacho, E. F. ; Bordons, C., "Model Predictive Control", Springer Verlag, 2003

8.3. Recursos en red y otros recursos

- Comité Español de Automática CEA
<http://www.cea-ifac.es/noticias/noticias/>
- RIAI: Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial
<http://riai.isa.upv.es/>
- ISA Sección Española
<http://www.isa-spain.org/>
- Revista Automática e Instrumentación
<http://www.grupotecnipublicaciones.com/publicaciones/automatica-e-instrumentacion.html>
- IEEE Control Systems Society
<http://www.ieeecss.org/main/>