

FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre completo	Control Avanzado
Código	DEAC-MII-531
Título	Máster Universitario en Ingeniería Industrial por la Universidad Pontificia Comillas
Impartido en	Máster Universitario en Ingeniería Industrial [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial y Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial + Máster en Industria Conectada / in Smart Industry [Primer Curso]
Nivel	Postgrado Oficial Master
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	4,5 ECTS
Carácter	Obligatoria
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Responsable	Juan Luis Zamora Macho
Horario de tutorías	Solicitar cita previa

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	Juan Luis Zamora Macho
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Despacho	Alberto Aguilera 25 [D-212]
Correo electrónico	Juanluis.Zamora@iit.comillas.edu
Profesores de laboratorio	
Profesor	
Nombre	Javier García Aguilar
Departamento / Área	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
Despacho	Francisco de Ricci, 3
Correo electrónico	jgaguilar@comillas.edu

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura
Aportación al perfil profesional de la titulación
En el perfil profesional del master en Ingeniería Industrial, esta asignatura pretende formar al alumno en las tecnologías y metodologías que permiten diseñar un sistema de control avanzado de procesos. La asignatura va acompañada de un laboratorio con prácticas que



versan sobre la utilidad de aplicar técnicas de control avanzado sobre plantas problemáticas, como plantas con retardo o con cero positivo, plantas multivariables, plantas no lineales o plantas inestables. Durante el curso, se analizarán las limitaciones de los controles clásicos tipo PID y se introducirán variantes avanzadas del control PID. Además, se analizarán técnicas alternativas de control como los controles por realimentación del estado o los controles de tipo predictivo y/o adaptativo, entre otros, y su aplicación sobre plantas que permitan analizar su utilidad frente a controles no avanzados.

Prerequisitos

Conocimientos básicos de modelado de sistemas dinámicos, regulación automática. Programación en Matlab/Simulink.

Competencias - Objetivos

Competencias

GENERALES

BA04	Ser capaces de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad.
BA05	Saber transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan.
BA07	Ser capaces de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.
CG01	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, infraestructuras, etc.
CG02	Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos, instalaciones y plantas
CG08	Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios.
CG10	Saber comunicar las conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan; a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

ESPECÍFICAS

CMI01	Capacidad para el diseño, construcción y explotación de plantas industriales
CMT08	Capacidad para diseñar y proyectar sistemas de producción automatizados y control avanzado de procesos

Resultados de Aprendizaje

RA01	Distinguir las similitudes y diferencias de las técnicas de control estudiadas previamente. Comprender sus limitaciones, que justifican el uso de técnicas de Control Avanzado.
-------------	---



RA02	Conocer algunas de las técnicas de control avanzado más importantes, prestando especial atención al aspecto concreto en el que son superiores a las técnicas convencionales
RA03	Saber seleccionar la técnica de Control Avanzado más adecuada para cada situación y campo de aplicación en el contexto de las instalaciones industriales
RA04	Presentar y defender, tanto oralmente como por escrito, las soluciones de control más adecuadas en cada aplicación

BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

Contenidos – Bloques Temáticos

Parte teórica

1. **Limitaciones del control clásico.** Dinámicas conflictivas en sistemas monovariantes. Sistemas multivariantes. Necesidad del control avanzado.
2. **Control PID avanzado.** Prealimentación. Predictor de Smith. Control en cascada. Control PID multivariable.
3. **Control multivariable por realimentación de estado.** Control LQR. Filtro de Kalman.
4. **Control predictivo.** Fundamentos del Control Predictivo. Campos de aplicación.
5. **Control adaptativo.** Ajuste Automático. Programación de Ganancia. Control Adaptativo puro. Campos de aplicación de cada técnica.

Parte práctica

Las prácticas están orientadas a desarrollar un proyecto, donde el trabajo en equipo, la organización, la creatividad y la iniciativa cobran especial importancia.

Las actividades realizadas en el laboratorio en torno a un proyecto práctico de control serán las siguientes:

1. **Planificación del proyecto y distribución de tareas.**
2. **Modelado del equipo.**
3. **Control mediante PID.**
4. **Aplicación de un control avanzado.**

METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Metodología Presencial: Actividades

Clase magistral y presentaciones generales (25 horas; 100% presencial). Exposición de los principales conceptos y procedimientos mediante la explicación por parte del profesor. Incluirá presentaciones dinámicas, pequeños ejemplos prácticos y la participación reglada o espontánea de los estudiantes.

BA04, CG01, CG02,
CMI01, CMT08



<p>Prácticas de desarrollo de un proyecto de control avanzado (60 horas; 33,3% presencial). Se asignará a los alumnos a grupos de trabajo que tendrán que diseñar los sistemas de control propuestos. Las prácticas finalizarán con la redacción de un informe de laboratorio.</p>	<p>BA04, BA05, BA07, CG02, CG08, CMI01, CMT08, CG10</p>
<p>Metodología No presencial: Actividades</p>	
<p>Prácticas de desarrollo de un proyecto de control avanzado (60 horas; 66,6% no presencial). Se asignará a los alumnos a grupos de trabajo que tendrán que diseñar los sistemas de control propuestos. Las prácticas finalizarán con la redacción de un informe de laboratorio.</p>	<p>BA04, BA05, BA07, CG02, CG08, CMI01, CMT08, CG10</p>
<p>Trabajos de carácter práctico individual y de grupo (50 horas; 100% no presencial). Actividades de aprendizaje que se realizarán de forma individual o grupal fuera del horario lectivo, que requerirán algún tipo de investigación o la lectura de distintos textos.</p>	<p>BA04, CG01, CG02, CG08, CMI01, CMT08</p>

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES	
Clase magistral y presentaciones generales	Prácticas de desarrollo de un proyecto de control avanzado
25.00	20.00
HORAS NO PRESENCIALES	
Trabajos de carácter práctico individual y de grupo	Prácticas de desarrollo de un proyecto de control avanzado
50.00	40.00
<p align="right">CRÉDITOS ECTS: 4,5 (135,00 horas)</p>	

EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas de seguimiento de tipo test y/o de resolución de un problema práctico. • Examen final tipo test y/o problema práctico de evaluación final. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión de conceptos. • Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos. • Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas. • Presentación y comunicación escrita. 	<p align="center">50</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Desempeño durante las prácticas de laboratorio. • Prueba intermedia del laboratorio. • Prueba final del laboratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión de conceptos. • Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos en el laboratorio. • Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en los problemas resueltos. • Capacidad de trabajo en grupo. • Presentación y comunicación escrita. 	<p align="center">50</p>



Calificaciones

La calificación en la convocatoria ordinaria de la asignatura se obtendrá como:

- Parte teórica (50%)
 - Nota obtenida en la prueba intersemestral (10%).
 - Nota obtenida en el examen final (40%). Se debe obtener al menos un 5 para aprobar la asignatura.
- Parte práctica (50%). Se debe obtener al menos un 5 en la parte práctica para aprobar la asignatura.
 - Desempeño durante las prácticas de laboratorio (15%).
 - Prueba intermedia (15%).
 - Prueba final (20%).

La prueba extraordinaria tendrá dos partes: teórica y práctica. Si un alumno suspendió en la convocatoria ordinaria solo una de las partes solo se examinará de esa parte, manteniendo la nota de la otra parte para determinar la calificación global. La calificación en la convocatoria extraordinaria de la asignatura se obtendrá de la misma manera que en la convocatoria ordinaria sustituyendo la nota del examen final (40% de la nota global) por la obtenida en la prueba extraordinaria de teoría y la nota de las pruebas de laboratorio (35% de la nota global) por la obtenida en la prueba extraordinaria de laboratorio.

La asistencia a clase es obligatoria, según las Normas Académicas de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). Los requisitos de asistencia se aplicarán de forma independiente para las sesiones de teoría y de laboratorio: En el caso de las sesiones de teoría, el incumplimiento de esta norma podrá impedir presentarse a examen en la convocatoria ordinaria. En el caso de las sesiones de laboratorio, el incumplimiento de esta norma podrá impedir presentarse a examen en la convocatoria ordinaria y en la extraordinaria. En cualquier caso las faltas no justificadas a sesiones de laboratorio serán penalizadas en la evaluación.

PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

Actividades	Fecha de realización	Fecha de entrega
Examen intersemestral	semana 7	
Examen final	Período ordinario de exámenes	
Prueba intermedia de laboratorio	Semana 6	
Prueba final del laboratorio	Semana 13	
Lectura y estudio de los contenidos teóricos	Después de cada clase	
Preparación del examen intersemestral, del examen final y de las pruebas del laboratorio	A lo largo del semestre	

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica



COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

GUÍA DOCENTE

2021 - 2022

Transparencias y apuntes de la asignatura.

Bibliografía Complementaria

- Åström, Wittenmark. Adaptive Control. Addison-Wesley, 1989
- Camacho, Bordons. Model Predictive Control, Springer Verlag, 2004.
- Martín-Sánchez, Rodellar. Adaptive Predictive Control, Prentice Hall, 1995

En cumplimiento de la normativa vigente en materia de **protección de datos de carácter personal**, le informamos y recordamos que puede consultar los aspectos relativos a privacidad y protección de datos que ha aceptado en su matrícula entrando en esta web y pulsando "descargar"

<https://servicios.upcomillas.es/sedelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792>

Semana		1º MII 2020-21
1	1	Introducción al CA
	2	Modelado
	3	PID
2	4	Implantación digital
	5	PID avanzado - prealimentación
	6	PID avanzado - predictor de Smith
3	7	PID avanzado - Control en cascada
	8	LAB P1-1. Coche: modelado
	9	LAB
4	10	Regulador por realimentación de estado. Estimación de estado.
	11	LAB P1-2. Coche: predictor de Smith
	12	LAB
5	13	Regulador por realimentación de estado. Estimación de estado.
	14	LAB P1-3. Coche: control en cascada
	15	LAB
6	16	Control adaptativo
	17	LAB P1-4. Coche: regulador por realimentación de estado
	18	LAB
		EXAMEN INTERSEMESTRAL
8	19	Control adaptativo
	19	LAB P1-5. Coche: control adaptativo
	20	LAB
9	21	Prueba intermedia laboratorio
	22	LAB P1-6. Coche: competición
	23	LAB
10	24	Control PID desacoplado
	25	LAB P2.1. AERO: modelado e identificación
	26	LAB
11	27	Control PID desacoplado
	28	LAB P2-2. AERO: controles PID desacoplados
	29	LAB
12	30	Control integral por realimentación de estado
	31	Control predictivo
	32	Ejemplo: sistema de depósitos
13	33	
	34	LAB P2-3. AERO: control integral por realimentación de estado
	35	LAB
14	36	Prueba final laboratorio
	37	LAB P2-4. AERO: navegación y competición
	38	LAB