



FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre Completo	Automatización y control avanzado
Código	DEA-IND-521
Título	Máster Universitario en Ingeniería Industrial
Impartido en	Máster Universitario en Ingeniería Industrial [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial y Máster Universitario en Administración de Empresas [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial y Máster Universitario en Sector Eléctrico [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial y Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial y Mast. Univ. Inves. en Modelado de Sistemas de Ingen. [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial + Máster en Industria Conectada / in Smart Industry [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial + Máster in Smart Grids [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial + Máster en Ingeniería para la Movilidad y Seguridad [Primer Curso]
Nivel	Postgrado Oficial Master
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	6,0
Carácter	Obligatoria
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Responsable	José Antonio Rodríguez Mondéjar para la parte de automatización; Ramón Rodríguez Pecharromán para la parte de control
Horario de tutorías	Solicitar cita previa

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	Adán Simón Muela
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	adansimon@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Aurelio García Cerrada
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Despacho	Alberto Aguilera 25 [D-218]
Correo electrónico	Aurelio.Garcia@comillas.edu



Teléfono	2421
Profesor	
Nombre	Jaime Boal Martín-Larrauri
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Despacho	Alberto Aguilera 25 [220]
Correo electrónico	Jaime.Boal@iit.comillas.edu
Teléfono	2742
Profesor	
Nombre	José Antonio Rodríguez Mondéjar
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Despacho	Alberto Aguilera 25 [D-211]
Correo electrónico	mondejar@icai.comillas.edu
Teléfono	2422
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
Teléfono	2420
Profesor	
Nombre	Ramón Rodríguez Pecharromán
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Despacho	Alberto Aguilera 25
Correo electrónico	ramon@comillas.edu
Teléfono	2416
Profesor	
Nombre	Sergio Luis Asenjo Vegue
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	sasenjo@comillas.edu
Profesores de laboratorio	
Profesor	
Nombre	David Fernández de Miguel
Correo electrónico	dfdemiguel@icai.comillas.edu



Profesor	
Nombre	Rául Puyuelo Morillo
Correo electrónico	rpuyuelo@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Alberto Abanades Sánchez
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	aabanades@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Francisco Javier Calmuntia Arroyo
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	fjcalmuntia@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Guillermo Pallarés Castillo
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	gpallares@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	José Antonio Villacañas Palomo
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	jvillacanas@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Jose María Cogollor Delgado
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	jmcogollor@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	José María Reynaldo Yus
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	jmreynaldo@comillas.edu
Profesor	
Nombre	Manuel Richi de Zavala
Correo electrónico	mrichi@icai.comillas.edu

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA



Contextualización de la asignatura

Aportación al perfil profesional de la titulación

En el perfil profesional del master de Ingeniería Industrial, esta asignatura pretende formar al alumno en las tecnologías y metodologías que permiten que un sistema de producción funcione de forma automática, tanto desde el punto de vista de la automatización industrial como del control avanzado de procesos.

La asignatura va acompañada de un laboratorio con prácticas que versan sobre automatización de procesos y control avanzado. En la parte de automatización de procesos se ven diferentes elementos como autómatas programables, sistemas para la interfaz hombre máquina, sistemas de identificación, sistemas de control de calidad, robots e integración del conjunto en un sistema automatizado, que es una reproducción a escala de un sistema de producción automatizado típico. En la parte de control avanzado se simularán e implantarán controles de tipo predictivo y/o adaptativo, entre otros, sobre plantas que permitan analizar su utilidad frente a controles no avanzados.

Prerrequisitos

Conocimientos básicos de programación, mecánica, electrotecnia, electrónica y regulación automática.

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 multidisciplinares.
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	
CM104	Conocimiento y capacidades para el proyectar y diseñar instalaciones eléctricas y de fluidos, iluminación, climatización y ventilación, ahorro y eficiencia energética, acústica, comunicaciones, domótica y edificios inteligentes e instalaciones de seguridad
CMT08	Capacidad para diseñar y proyectar sistemas de producción automatizados y control avanzado de procesos

Resultados de Aprendizaje

RA1	Identificar en un sistema los diferentes niveles de una automatización jerarquizada.
RA2	Conocer y elegir para cada nivel las estrategias de control más adecuadas y los elementos tecnológicos necesarios
RA3	Evaluar los riesgos en cada nivel y conocer las normas a aplicar.
RA4	Diseñar con herramientas adecuadas una automatización de un sistema no trivial en diferentes áreas como energética, sistemas de producción automatizada, edificios inteligentes y seguridad de instalaciones.
RA5	Distinguir las similitudes y diferencias de las técnicas de control estudiadas previamente. Comprender sus limitaciones, que justifican el uso de técnicas de Control Avanzado.
RA6	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.
RA7	Saber seleccionar la técnica de Control Avanzado más adecuada para cada situación y campo de aplicación en el contexto de las instalaciones industriales.
RA8	Presentar y defender, tanto oralmente como por escrito, las soluciones de control o automatización más adecuadas.

BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

Contenidos – Bloques Temáticos

Automatización

Tema 1: INTRODUCCIÓN



Introducción. Importancia de la automatización de una instalación industrial. Conceptos básicos: planta, control, operador, sensores, accionamientos, control en lazo abierto, control en lazo cerrado, procesos continuos, procesos discretos, procesos mixtos, procesamiento por lotes.

Tema 2: ARQUITECTURA DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

Arquitectura funcional y física del control de un sistema. Pirámide de automatización. Función de cada nivel. Elementos tecnológicos de cada nivel: redes de sensores, buses de campo, controladores (PLCs), instrumentación, accionamientos, robots, buses de planta, remotas, redes de área y centros de control. Modelo de comunicaciones OSI. Tipos de control: centralizado, distribuido. Control en tiempo real.

Tema 3: METODOLOGÍAS PARA EL CONTROL DE PROCESOS DISCRETOS

Métodos clásicos: algebra de Boole, Grafset y Gemma. Métodos avanzados: Redes de Petri y StateChart (UML) para diseño de la operación.

Tema 4: PUESTOS Y CENTROS DE CONTROL

Sistemas de comunicaciones, supervisión y control (SCADA). Funciones. Modelos básicos de organización. Integración con otros sistemas. Tecnología Web. Diseño de la interfaz hombre/máquina. Modelo de información.

Tema 5: EJEMPLOS DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS

Estudio de casos: sistemas de energía, plantas industriales (ISA S95), gestión inteligente de edificios, domótica y sistemas de seguridad. Estrategias para su diseño e implementación.

Tema 6: CONFIABILIDAD DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

Definiciones. Arquitecturas. Análisis de confiabilidad. Niveles SIL. Normalización: IEC 61508, legislación nacional.

Control Avanzado

Tema 1: LIMITACIONES DEL CONTROL CLÁSICO

No linealidades, variaciones con el punto de operación, tratamiento de restricciones, otros objetivos de control, etc. Necesidad del control avanzado.

Tema 2: CONTROL PREDICTIVO

Control basado en optimización. Fundamentos del Control Predictivo. Campos de aplicación.

Tema 3: CONTROL ADAPTATIVO

Ajuste Automático. Programación de Ganancia. Control Adaptativo puro. Campos de aplicación de cada técnica.



METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Metodología Presencial: Actividades

Clase magistral y presentaciones generales. 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 **(20 horas)**.

BA04, CG01,
CG02, CMI04,
CMT08

Resolución en clase de problemas prácticos. Resolución de unos primeros problemas para situar al alumno en contexto. La resolución correrá a cargo del profesor y los alumnos de forma cooperativa **(8 horas)**.

BA04, BA05, BA07,
CG01, CG10,
CG02, CMI04,
CMT08

Prácticas de laboratorio. Se formarán grupos de trabajo que tendrán que realizar prácticas de laboratorio regladas o diseños de laboratorio. Las prácticas de laboratorio podrán requerir la realización de un trabajo previo de preparación y finalizar con la redacción de un informe de laboratorio o la inclusión de las distintas experiencias en un cuaderno de laboratorio **(28 horas)**.

BA04, BA05, BA07,
CG01, CG10,
CG02, CG08,
CMI04, CMT08

Metodología No presencial: Actividades

Estudio individual del material a discutir en clases posteriores y preparación de exámenes: Actividad realizada individualmente por el estudiante cuando analiza, busca e interioriza la información que aporta la materia y que será discutida con sus compañeros y el profesor en clases posteriores **(60 horas)**.

BA04, CG01,
CG02, CMI04,
CMT08

Resolución de problemas prácticos a resolver fuera del horario de clase por parte del alumno: El alumno debe utilizar e interiorizar los conocimientos aportados en la materia. La corrección con toda la clase se realizará por parte de alguno de los alumnos o el profesor según los casos. La corrección individualizada de cada ejercicio la realizará el propio alumno u otro compañero según los casos (método de intercambio) **(30 horas)**.

BA04, BA05, BA07,
CG01, CG10,
CG02, CG08,
CMI04, CMT08

Preparación de las prácticas. En este trabajo se incluye el correspondiente al proyecto para aquellos alumnos que hayan optado por realizarlo **(30 horas)**.

BA04, BA07,
CG01, CG10,
CG02, CMI04,
CMT08

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES

Clase magistral y presentaciones generales

Prácticas de laboratorio



30.00	30.00
HORAS NO PRESENCIALES	
Trabajos de carácter práctico individual	Prácticas de laboratorio
60.00	60.00
CRÉDITOS ECTS: 6,0 (180,00 horas)	

EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
<ul style="list-style-type: none"> Examen Final o Proyecto Equivalente. Pruebas de seguimiento 	<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. 	63.3 %
Prácticas de 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. 	36.7 %

Calificaciones

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

- Nota obtenida en el bloque automatización multiplicada por 2/3
- Nota obtenida en el bloque control avanzado multiplicada por 1/3

siempre que la nota obtenida en cada bloque sea mayor que 5. En caso contrario, la calificación final será la menor de los dos bloques.

El bloque automatización se califica de la siguiente manera:

- 40% nota examen final.
- 20% nota pruebas de seguimiento.



- 40% nota de laboratorio.

siempre que las notas examen final y laboratorio sean mayores que 5. En caso contrario, la calificación final será la menor de ellas.

Aquellos alumnos con nota media en las pruebas de seguimiento mayor que 7,5 y nota acumulada en el laboratorio mayor que 8, podrán sustituir el examen final de teoría por la realización de un proyecto de automatización de complejidad media.

El bloque control avanzado se califica de la siguiente manera:

- 70% nota examen final
- 30% nota de laboratorio

siempre que la nota del examen final sea superior a 5. En caso contrario, la calificación final será la del examen final.

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 por la obtenida en la prueba extraordinaria. La prueba extraordinaria tendrá dos partes: bloque automatización y bloque control avanzado. Si un alumno suspendió en la convocatoria ordinaria solo uno de los bloques solo se examinará del mismo, manteniendo la nota del otro bloque para determinar la calificación global.

La asistencia a clase es obligatoria, según el artículo 93 de 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
Pruebas de seguimiento	Automatización: semana 4 o 5 Control: No	
Examen final	Automatización: periodo ordinario de exámenes Control: al terminar el bloque de control o en el periodo ordinario de exámenes	
Prácticas de laboratorio	Automatización y Control: semanalmente	



Lectura y estudio de los contenidos teóricos	Después de cada clase	
Resolución de los problemas propuestos	Semanalmente	
Preparación de prueba de seguimiento y del examen final o proyecto equivalente	A lo largo del semestre	
Preparación de prácticas de laboratorio	Semanalmente	
Elaboración de los informes de laboratorio	Automatización: Al final de la sesión excepto proyecto. Control: no	

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica

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
- Manuales de los equipos a utilizar (PLC, robot, etc.)

Parte de Automatización

Semana	ACTIVIDADES PRESENCIALES				ACTIVIDADES NO PRESENCIALES			RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
	h/s	Clase teoría	Laboratorio	Evaluación	h/s	Estudio individual de conceptos teóricos	Resolución de problemas	Preparación previa e informe de prácticas de laboratorio	Resultados de aprendizaje	Descripción
1	4	Introducción. Arquitectura de un sistema automatizado.	Práctica 1: Automatismos cableados	Evaluación del laboratorio mediante resultados durante la sesión e informe al final de la sesión.	8	Estudio de contenidos teóricos asociados		Preparación de práctica	RA1, RA2 y RA8	Arquitectura de un sistema automatizado
2	4	Automatismos cableados y programados.	Práctica 2: Introducción al PLC	Evaluación del laboratorio mediante resultados durante la sesión e informe al final de la sesión.	8	Estudio de contenidos teóricos asociados	Resolución de ejercicios asociados	Preparación de práctica	RA1, RA2, RA3, RA4 y RA8	Elementos para la automatización, metodologías para la automatización
3	4	Grafcet.	Práctica 3: GRAFCET	Evaluación del laboratorio mediante resultados durante la sesión e informe al final de la sesión.	8	Estudio de contenidos teóricos asociados	Resolución de ejercicios asociados	Preparación de práctica	RA1, RA2, RA3, RA4 y RA8	Elementos para la automatización, metodologías para la automatización
4	4	Ejemplos de sistemas automatizados básicos.	Práctica 4: PANEL I	Evaluación del laboratorio mediante resultados durante la sesión e informe al final de la sesión.	8	Estudio de contenidos teóricos asociados	Resolución de ejercicios asociados	Preparación de práctica	RA1, RA2, RA3, RA4 y RA8	Elementos para la automatización, metodologías para la automatización
5	4	Puestos y centros de control	Práctica 5: PANEL II	Evaluación del laboratorio mediante resultados durante la sesión e informe al final de la sesión. Prueba de seguimiento	8	Estudio de contenidos teóricos asociados		Preparación de práctica	RA1, RA2, RA3, RA4 y RA8	Elementos para la automatización, metodologías para la automatización
6	4	Arquitectura ISA	Práctica 6: Visión artificial	Evaluación del laboratorio mediante resultados durante la sesión e informe al final de la sesión.	8	Estudio de contenidos teóricos asociados y/o preparación de proyecto		Preparación de práctica	RA1, RA2, RA3, RA4 y RA8	Elementos para la automatización, metodologías para la automatización y normativa
7	4	Ejemplos de sistemas automatizados complejos	Práctica 7: RFID	Evaluación del laboratorio mediante resultados durante la sesión e informe al final de la sesión. Entrega de descripción de proyecto si lo hay	8	Estudio de contenidos teóricos asociados y/o preparación de proyecto	Resolución de ejercicios asociados	Preparación de práctica	RA6, RA7 y RA8	Elementos para la automatización, metodologías para la automatización y normativa
8	4	Otras metodologías de diseño	Práctica 8: Montaje	Evaluación del laboratorio mediante resultados durante la sesión e informe al final de la sesión.	8	Estudio de contenidos teóricos asociados y/o preparación de proyecto	Resolución de ejercicios asociados	Preparación de práctica	RA1, RA2, RA3, RA4 y RA8	Elementos para la automatización, metodologías para la automatización y normativa
9	4	Confiabilidad de un sistema automatizado	Práctica 9: Integración	Evaluación del laboratorio mediante resultados durante la sesión e informe al final de la sesión. Entrega de proyecto si lo hay	8	Estudio de contenidos teóricos asociados y/o preparación de proyecto	Resolución de ejercicios asociados	Preparación de práctica	RA1, RA2, RA3, RA4 y RA8	Elementos para la automatización, metodologías para la automatización, normativa y estudio de riesgos.

Parte de Control Avanzado

ACTIVIDADES PRESENCIALES				ACTIVIDADES NO PRESENCIALES			RESULTADOS DE APRENDIZAJE			
Semana	h/s	Clase teoría	Laboratorio	Evaluación	h/s	Estudio individual de conceptos teóricos	Resolución de problemas	Preparación previa e informe de prácticas de laboratorio	Resultados de aprendizaje	Descripción
1	4	Introducción al control avanzado: limitaciones del control PID	Práctica 1: control PID sin desacoplo		2	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 1 (3h)			RA 5	Comprender las limitaciones de los controles PID que justifican el uso de técnicas de Control Avanzado.
2	4	Implantación digital de controles. Introducción al control predictivo	Práctica 2: control PID desacoplado	Evaluación del laboratorio mediante concurso de diseños.	8	Estudio de los contenidos teóricos de los Temas 1 y 2 (4h)			RA 6, RA 7 y RA 8	Entender las implicaciones que conlleva la implantación digital de un control y cómo afrontarlas. Comprender de forma intuitiva los fundamentos y componentes de un control predictivo: modelo de predicción, función objetivo y horizonte deslizando
3	4	Diseño de contoles predictivos.	Práctica 3:fundamentos del control predictivo		8	Estudio de los contenidos teóricos del Tema 2 (4h)			RA 6 y RA 7	Comprender y aplicar los compromisos de diseño habituales de un control predictivo: periodo de control, horizontes de predicción y control, pesos de la función de coste y restricciones.
4	4	Diseño de controles predictivos. Introducción al control adaptativo.	Práctica 4: diseño de un control predictivo	Evaluación del laboratorio mediante concurso de diseños.	8	Estudio de los contenidos teóricos de los Temas 2 y 3 (4h)			RA 6, RA 7 y RA 8	Entender la utilidad de un control adaptativo para sistemas no lineales y las diferentes estructuras disponibles: programación de ganancia, control autoajustable y control adaptativo basado en modelo de referencia.
5	4	Aplicación del control adaptativo. Aplicación del control avanzado en la industria.	Práctica 5: control predictivo con programación de ganancias (control adpatativo)	Evaluación del laboratorio mediante concurso de diseños.	8	Cerrar el estudio de todos los contenidos del Tema 3 (3h)			RA 6, RA 7 y RA 8	Ejemplos de aplicación del control adaptativo. Visión de conjunto de la aplicación del Control Avanzado en la industria.