

## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

<b>Datos de la asignatura</b>	
Nombre	<b>Regulación Automática</b>
Código	<b>DEA-GITI-321</b>
Titulación	<b>Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales</b>
Curso	<b>3º</b>
Cuatrimestre	<b>2º</b>
Créditos ECTS	<b>6 ECTS</b>
Carácter	<b>Obligatoria común</b>
Departamento	<b>Electrónica, Automática y Comunicaciones</b>
Área	<b>Sistemas de Control y Electrónica de Potencia</b>
Universidad	<b>Universidad Pontificia Comillas</b>
Horario	
Profesores	<b>Aurelio García Cerrada, Juan Luis Zamora Macho, José María Urretavizcaya, Álvaro López López</b>
Descriptor	

<b>Datos del profesorado</b>	
<b>Profesor</b>	
Nombre	<b>Aurelio García Cerrada</b>
Departamento	<b>Electrónica, Automática y Comunicaciones</b>
Área	
Despacho	<b>D-218</b>
e-mail	<a href="mailto:aurelio@comillas.edu">aurelio@comillas.edu</a>
Horario de Tutorías	
<b>Profesor</b>	
Nombre	<b>José María Urretavizcaya</b>
Departamento	<b>Electrónica, Automática y Comunicaciones</b>
Área	
Despacho	
e-mail	<a href="mailto:juo@empre.es">juo@empre.es</a>
Horario de Tutorías	
<b>Profesor</b>	
Nombre	<b>Álvaro López López</b>
Departamento	<b>Electrónica, Automática y Comunicaciones</b>
Área	
Despacho	
e-mail	<a href="mailto:alopez@iit.comillas.edu">alopez@iit.comillas.edu</a>
Horario de Tutorías	
<b>Profesor</b>	
Nombre	<b>Juan Luis Zamora Macho</b>
Departamento	<b>Electrónica, Automática y Comunicaciones</b>
Área	
Despacho	<b>D-212</b>
e-mail	<a href="mailto:zamora@iit.comillas.edu">zamora@iit.comillas.edu</a>
Horario de Tutorías	

<b>Profesores de laboratorio</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Adán Simón Muela</b>
<b>Nombre</b>	<b>Antonio González Elías</b>
<b>Nombre</b>	<b>José María Cogollor Delgado</b>
<b>Nombre</b>	<b>Manuel Luis Zafra Palacios</b>
<b>Nombre</b>	<b>David Roch Dupré</b>
<b>Nombre</b>	<b>Francisco Amorós Espí</b>
<b>Nombre</b>	<b>Carlos Javier de Vicente Peña</b>
<b>Nombre</b>	<b>Pablo del Saz-Orozco Huang</b>
<b>Nombre</b>	<b>Emilio Manuel Domínguez Adán</b>

## **DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA**

<b>Contextualización de la asignatura</b>
<b>Aportación al perfil profesional de la titulación</b>
<p>En el perfil profesional del graduado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, esta asignatura se sitúa después de la de Sistemas Dinámicos, donde se introdujo al alumno en las técnicas de modelado y análisis de sistemas dinámicos independientemente de su naturaleza, utilizando como ejemplos circuitos eléctricos, sistemas mecánicos de traslación y rotación, sistemas térmicos o sistemas de conducción de fluidos. Al ser un curso de introducción, sólo se estudian modelos lineales e invariantes en el tiempo. Esta asignatura se dedica al análisis y diseño de sistemas de control, especialmente aplicando el concepto de realimentación negativa.</p> <p>Al finalizar el curso los alumnos deberán entender la estructura y los componentes fundamentales de un sistema de control. Deberán saber analizar las características fundamentales de los sistemas de control (estabilidad, precisión, rapidez y amortiguamiento), tanto desde el punto de vista de la respuesta temporal como de la respuesta en frecuencia de los mismos. Deberán también saber diseñar sistemas de control realimentados de tipo PID, tanto por respuesta temporal como por respuesta en frecuencia.</p> <p>El entorno de trabajo Matlab-Simulink se utilizará a lo largo de todo el curso, tanto en la teoría como en el laboratorio, como la herramienta informática de apoyo principal.</p> <p>Además esta asignatura tiene un carácter mixto teórico-experimental por lo que a los componentes teóricos se les añaden los de carácter práctico, tanto la resolución de cuestiones numéricas como la realización de trabajos prácticos de laboratorio en los que se ejercitaran los conceptos estudiados.</p>
<b>Prerrequisitos</b>
Se requieren conocimientos previos sobre Sistemas Dinámicos, así como conocimientos de carácter básico sobre electrotecnia, electrónica y mecánica.

## Competencias - Objetivos

### Competencias básicas y generales

CG3. 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.
CG4. 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.
CG10. Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

### Competencias específicas

CEE8. Conocimiento de los principios la regulación automática y su aplicación a la automatización industrial.
CRI6. Conocimientos sobre los fundamentos de automatismos y métodos de control.

### Resultados de Aprendizaje<sup>1</sup>

RA1. Entender la estructura y componentes fundamentales de un sistema de control.
RA2. Analizar las características principales de un sistema de control: estabilidad, precisión, rapidez y amortiguamiento.
RA3. Diseñar reguladores basados en la respuesta temporal del sistema.
RA4. Diseñar reguladores mediante técnicas de diseño por respuesta en frecuencia dadas unas especificaciones de precisión, amortiguamiento y rapidez.

---

<sup>1</sup> Los resultados de aprendizaje son indicadores de las competencias que nos permiten evaluar el grado de dominio que poseen los alumnos. Las competencias suelen ser más generales y abstractas. Los R.A. son indicadores observables de la competencia

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos - Bloques Temáticos

#### BLOQUE 1: Análisis y diseño de sistemas de control basados en la respuesta temporal

En este primer bloque temático se hace una amplia introducción a los sistemas de control, con aplicación a ejemplos reales. El enfoque del análisis y del diseño de controles es el de la respuesta temporal de los sistemas.

##### Tema 1: INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE CONTROL

- 1.1 Concepto de sistema de control.
- 1.2 Objetivos de un sistema de control.
- 1.3 Estructura y componentes de un sistema de control.
- 1.4 Especificaciones y métodos de control.

##### Tema 2: DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL DE SEGUNDO ORDEN

- 2.1 Amortiguamiento, rapidez y precisión.
- 2.2 Ceros y polos adicionales.

##### Tema 3: PRECISIÓN EN RÉGIMEN PERMANENTE

- 3.1 Error de seguimiento.
- 3.2 Error de perturbación.
- 3.3 Configuraciones típicas para el análisis de errores.
- 3.4 Prealimentación.

#### BLOQUE 2: Análisis y diseño de sistemas de control basados en la respuesta en frecuencia

En este segundo bloque temático se presentan las herramientas para analizar el comportamiento de un sistema de control desde el punto de vista de la respuesta en frecuencia, así como el diseño de controles por respuesta en frecuencia.

##### Tema 4: ESTABILIDAD

- 4.1 Diagramas de Nyquist y Black.
- 4.2 Criterio de estabilidad de Nyquist.
- 4.3 Criterio de estabilidad del reverso.
- 4.4 Criterio de estabilidad de Routh-Hurwitz.

##### Tema 5: DISEÑO DE CONTROLES POR RESPUESTA EN FRECUENCIA

- 5.1 Correlación entre respuesta temporal y respuesta en frecuencia.
- 5.2 Márgenes de estabilidad.
- 5.3 Control P.
- 5.4 Control PI.
- 5.5 Control PD.
- 5.6 Control PID.

#### BLOQUE 3: Implementación de controles en un regulador digital y temas complementarios

Este tercer bloque temático aborda la cuestión de la implantación digital de los reguladores PID, los fundamentos de automatismos y cuestiones complementarias.

##### Tema 6: INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE CONTROL POR ORDENADOR

- 6.1 Fundamentos de automatismos.
- 6.2 Efectos del muestreo.
- 6.3 Algoritmos de control.

##### Tema 7: TEMAS COMPLEMENTARIOS

- 7.1 Saturación integral.
- 7.2 Ponderación de la referencia.
- 7.3 Lugar de las raíces.

LABORATORIO
Las prácticas de laboratorio se desarrollan agrupadas en dos proyectos
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseño y análisis del sistema de control PID basado en la respuesta temporal de los sistemas de segundo orden y la localización de los polos y ceros. Identificación del modelo de la planta.</li> <li>2. Diseño y análisis del sistema de control PID basado en la respuesta en frecuencia de la planta. Identificación del modelo de la planta.</li> </ol>

## METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura
Con el fin de conseguir el desarrollo de competencias propuesto, la materia se desarrollará teniendo en cuenta la actividad del alumno como factor prioritario. Ello implicará que tanto las sesiones presenciales como las no presenciales promoverán la implicación activa de los alumnos en las actividades de aprendizaje.
Metodología Presencial: Actividades
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Lección expositiva:</b> El profesor explicará los conceptos fundamentales de cada tema incidiendo en lo más importante y a continuación se explicarán una serie de problemas tipo, gracias a los cuáles se aprenderá a identificar los elementos esenciales del planteamiento y la resolución de problemas del tema.</li> <li>2. <b>Trabajo sobre contenidos prácticos:</b> En estas sesiones se explicarán, corregirán y analizarán problemas análogos y de mayor complejidad de cada tema previamente propuestos por el profesor y trabajados por el alumno.</li> <li>3. <b>Prácticas de laboratorio:</b> Se realizara en grupos y en ellas los alumnos ejercitarán los conceptos y técnicas estudiadas, familiarizándose con el entorno material y humano del trabajo en el laboratorio.</li> </ol>
Metodología No presencial: Actividades
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estudio individual y personal por parte del alumno de los conceptos expuestos en las lecciones expositivas.</li> <li>2. Resolución de problemas prácticos que se corregirán en clase.</li> <li>3. Trabajo relacionado con el laboratorio.</li> </ol> <p>El objetivo principal del trabajo no presencial es llegar a entender y comprender los conceptos teóricos de la asignatura, así como ser capaz de poner en práctica estos conocimientos para resolver los diferentes tipos de problemas.</p>

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO			
HORAS PRESENCIALES			
Lección magistral	Resolución de problemas	Prácticas laboratorio	Evaluación
20	16	18	6
HORAS NO PRESENCIALES			
Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos	Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos	Trabajo sobre prácticas de laboratorio	Estudio
30	30	30	30
CRÉDITOS ECTS:			6 (180 horas)

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	PESO
Realización de Examen Final	<ul style="list-style-type: none"><li>- Comprensión de conceptos.</li><li>- Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li><li>- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li><li>- Presentación y comunicación escrita.</li></ul>	45%
Realización de Examen Intersemestral	<ul style="list-style-type: none"><li>- Comprensión de conceptos.</li><li>- Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li><li>- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li><li>- Presentación y comunicación escrita.</li></ul>	15%
Realización de pruebas de seguimiento	<ul style="list-style-type: none"><li>- Comprensión de conceptos.</li><li>- Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li><li>- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li></ul>	5%
Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"><li>- Comprensión de conceptos.</li><li>- Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos y a la realización de prácticas en el laboratorio.</li><li>- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio.</li><li>- Capacidad de trabajo en grupo.</li><li>- Presentación y comunicación oral y escrita.</li></ul>	35%

## Calificaciones.

### Calificaciones

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

- Un 45% la nota del examen final. Para aprobar la asignatura se exigirá una nota mínima de 5 en el examen final.
- Un 15% será la nota del examen intersemestral.
- Un 5% será la nota de las pruebas de seguimiento.
- Un 35% será la nota de laboratorio. Se exigirá una nota mínima de 5.

### Convocatoria Extraordinaria

- Un 45% la nota del examen extraordinario. Para aprobar la asignatura se exigirá una nota mínima de 5 en dicho examen.
- Un 15% será la nota del examen intersemestral.
- Un 5% será la nota de las pruebas de seguimiento.
- Un 35% será la nota de laboratorio. Se exigirá una nota mínima de 5.

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<sup>2</sup>

Actividades No presenciales	Fecha de realización	Fecha de entrega
<ul style="list-style-type: none"><li>Lectura y estudio de los contenidos teóricos en el libro de texto</li></ul>	Después de cada clase	
<ul style="list-style-type: none"><li>Resolución de los problemas propuestos</li></ul>	Semanalmente	
<ul style="list-style-type: none"><li>Preparación de las pruebas que se realizarán durante las horas de clase</li></ul>	Semanas 3 y 11 aprox.	
<ul style="list-style-type: none"><li>Preparación del Examen Intersemestral</li></ul>	Semana 7	
<ul style="list-style-type: none"><li>Preparación del Examen Final</li></ul>	Mayo	
<ul style="list-style-type: none"><li>Desarrollo de los proyectos de laboratorios</li></ul>	Todo el curso	

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

- L. Pagola. Regulación Automática. Universidad Pontificia Comillas. 2006.
- Apuntes elaborados por los profesores de la asignatura.

### Bibliografía Complementaria

- N. S. Nise. Control Systems Engineering, 6th Edition. John Wiley and Sons. 2011.

## FICHA RESUMEN

Ver páginas siguientes.

---

<sup>2</sup> En la ficha resumen se encuentra una planificación detallada de la asignatura. Esta planificación tiene un carácter orientativo y las fechas podrán irse adaptando de forma dinámica a medida que avance el curso.



1	1	Información. Introducción. Ejemplo 1: tolva.	
	2		P4.1
2	3		P4.2
	4	Sist. 2º orden. Poles/ceros adic. Prob 4.1, 4.2, 4.3	P4.3
	5	Ejemplo 2. Servo: control posición	PS.1
	6		PS.2
3	7		PS.3
	8		P1 2012
	9	LAB PROYECTO 1. Control de velocidad	
	10	LAB P1-1. Modelado	
4	11	Prueba Corta 1	
	12	Cap 3. Precisión	P4.6
	13	LAB P1-2. P, PI	
	14	LAB	
5	15		P3.1
	16		P3.3
	17	LAB P1-3. PD, PID	
	18	LAB	
6	19	Cap5. Nyquist	P5.4
	20	Cap 6. Estabilidad	P5.5
	21	LAB P1-4. Examen	
	22		
7	23		P6.3
	24		
	25	LAB P1-5. Competición	
	26	LAB	
8		<b>EXAMEN INTERSEMESTRAL</b>	

<b>9</b>	27	Reverso. Cap 7: Mf, Mg.	P7.8
	28		P7.7
	29	LAB PROYECTO 2. Trazador cartesiano	
	30	LAB P2-1. Modelado	
<b>10</b>	31		P7.5
	32		P7.9
<b>11</b>	33		
	34		
	35	LAB P2-2. P, PI	
	36	LAB	
<b>12</b>	37	Prueba Corta 2	
	38	Cap 8. Diseño por respuesta en frecuencia	2009-09P1
	39	LAB P2-3. PD, PID	
	40	LAB	
<b>13</b>	41		P8.1
	42		2011-02P3
	43	LAB P2-4. Examen	
	44	LAB	
<b>14</b>	45		
	46		
	47	LAB P2-5. Competición	
	48	LAB	
<b>15</b>	49		