



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre completo	Sistemas Dinámicos
Código	DEA-GITI-313
Título	<a href="#">Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales por la Universidad Pontificia Comillas</a>
Impartido en	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales y Grado en Administración y Dirección de Empresas [Tercer Curso] Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales [Tercer Curso]
Nivel	Reglada Grado Europeo
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	6,0 ECTS
Carácter	Obligatoria (Grado)
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Responsable	Ramón Rodríguez Pecharromán

Datos del profesorado	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Alberto Azañón Montero
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	aazanon@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Álvaro Jesús López López
Departamento / Área	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
Despacho	Francisco de Ricci, 3
Correo electrónico	Alvaro.Lopez@iit.comillas.edu
Teléfono	4503
<b>Profesor</b>	
Nombre	Javier García González
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Despacho	Alberto Aguilera 25 [D-502] Santa Cruz de Marcenado 26
Correo electrónico	Javier.Garcia@iit.comillas.edu
Teléfono	6305
<b>Profesor</b>	



<b>Nombre</b>	José María Urretavizcaya González
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Eléctrica
<b>Correo electrónico</b>	jmurretavizcaya@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Juan Luis Zamora Macho
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
<b>Despacho</b>	Alberto Aguilera 25 [D-212]
<b>Correo electrónico</b>	Juanluis.Zamora@iit.comillas.edu
<b>Teléfono</b>	2420
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Ramón Rodríguez Pecharromán
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
<b>Despacho</b>	Alberto Aguilera 25 [D-221] Tfno: 2416
<b>Correo electrónico</b>	ramon@comillas.edu
<b>Profesores de laboratorio</b>	
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Adán Simón Muela
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
<b>Correo electrónico</b>	adansimon@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Antonio González Elías
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
<b>Correo electrónico</b>	agelias@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Carlos Javier de Vicente Peña
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
<b>Correo electrónico</b>	cjdevicente@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	David Roch Dupré
<b>Departamento / Área</b>	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
<b>Despacho</b>	Francisco de Ricci, 3
<b>Correo electrónico</b>	David.Roch@iit.comillas.edu



<b>Teléfono</b>	4505
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Emilio Manuel Domínguez Adan
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
<b>Correo electrónico</b>	emdominguez@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Francisco Javier Amorós Espí
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
<b>Correo electrónico</b>	famoros@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Jose María Cogollor Delgado
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
<b>Correo electrónico</b>	jmcogollor@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Julio de San Sebastián Soria
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Eléctrica
<b>Correo electrónico</b>	jdesansebastian@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Pablo Carlos del Saz-Orozco Huang
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
<b>Correo electrónico</b>	pcdelsazorozco@icai.comillas.edu

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### Contextualización de la asignatura

#### Aportación al perfil profesional de la titulación

En el perfil profesional del graduado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, esta asignatura pretende introducir 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, o sistemas térmicos. Al ser un curso de introducción, sólo se estudian modelos lineales e invariantes en el tiempo. En los ejemplos presentados se hace especial énfasis en su aplicación práctica para que el alumno tome conciencia de la importancia del modelado matemático en todos los ámbitos de la ingeniería industrial. También se introduce al alumno en el uso de herramientas informáticas (por ejemplo Matlab y Simulink) que facilitan el proceso de modelado y análisis de cualquier sistema dinámico y que cuentan con gran aceptación en todos los sectores industriales.



Al finalizar el curso los alumnos deberán dominar el concepto de ecuación diferencial de un sistema dinámico lineal e invariante en el tiempo y el uso de la transformada de Laplace para obtener la función de transferencia como forma de modelado alternativa a la ecuación diferencial pero más sencilla de manejar. Además, deberán saber cómo obtener e interpretar las propiedades fundamentales de la respuesta del sistema a partir de la función de transferencia, tanto en el dominio del tiempo como en el dominio de la frecuencia. Por otra parte, los alumnos deberán conocer en detalle las propiedades y respuestas en tiempo y frecuencia de los sistemas de primer y segundo orden por ser los que con mayor asiduidad aparecen en muchas aplicaciones de la ingeniería. También, es importante que, al final del curso, el alumno sea capaz de reconocer las situaciones reales en que son útiles estas técnicas y poderlas aplicar independientemente de la naturaleza física del sistema.

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 ejercitarán los conceptos estudiados.

## Prerequisitos

Se requieren conocimientos previos de carácter básico sobre física general, circuitos eléctricos, electrónica y mecánica.

## Competencias - Objetivos

### Competencias

#### GENERALES

<b>CG03</b>	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.
<b>CG04</b>	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.

#### ESPECÍFICAS

<b>CEN07</b>	Conocimiento y capacidad para el modelado y simulación de sistemas.
--------------	---

### Resultados de Aprendizaje

<b>RA1</b>	Identificar cuándo un sistema puede considerarse lineal e invariante en el tiempo (LTI) y dominar las técnicas básicas para modelar dichos sistemas, como son la ecuación diferencial lineal de coeficientes constantes, la función de transferencia y la respuesta en frecuencia
<b>RA2</b>	Aplicar las técnicas disponibles para estudiar el comportamiento de los sistemas LTI, tanto en el dominio del tiempo como en el dominio de la frecuencia, independientemente de su naturaleza eléctrica, mecánica, térmica, hidráulica, etc
	Utilizar las herramientas informáticas necesarias para definir, analizar y simular la respuesta de



<b>RA3</b>	Conocer los conocimientos instrumentales necesarios para definir, analizar y simular la respuesta de los modelos LTI: funciones de transferencia y diagramas de bloques.
<b>RA4</b>	Conocer en detalle las respuestas en tiempo y frecuencia y las principales características e índices de las mismas para los sistemas más comunes, es decir, los sistemas de primer y segundo orden.

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### BLOQUE 1: FUNDAMENTOS BÁSICOS

##### Tema 1: INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DINÁMICOS

- 1.1 Concepto de sistema, señal y modelo.
- 1.2 Aplicaciones de los modelos.
- 1.3 Propiedades de los modelos y sistemas.
- 1.4 Modelos lineales e invariantes en el tiempo.
- 1.5 Representación de estado.

##### Tema 2: TRANSFORMADA DE LAPLACE

- 2.1 Utilidad de la transformada de Laplace.
- 2.2 Definición de la transformada de Laplace.
- 2.3 Propiedades de la transformada de Laplace.
- 2.4 Transformada de Laplace de las señales básicas.
- 2.5 Transformada inversa de Laplace.
- 2.6 Relación entre polos y términos de la respuesta.
- 2.7 Resolución de ecuaciones diferenciales.
- 2.8 Clasificación de los términos de la respuesta temporal.

##### Tema 3: FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA

- 3.1 Respuesta libre y forzada.
- 3.2 Definición de función de transferencia.
- 3.3 Estabilidad.
- 3.4 Criterio de Routh-Hurwitz.



**3.5** Régimen permanente: ganancia estática y respuesta en frecuencia.

**3.6** Diagramas de bloques.

## **BLOQUE 2: MODELADO DE SISTEMAS FÍSICOS Y ANÁLISIS DE SISTEMAS DE ORDEN BAJO**

### Tema 4: MODELADO DE SISTEMAS FÍSICOS

**4.1** Circuitos eléctricos.

**4.2** Circuitos electrónicos con amplificadores operacionales.

**4.3** Sistemas mecánicos de traslación.

**4.4** Sistemas mecánicos de rotación.

**4.5** Sistemas térmicos.

### Tema 5: SISTEMAS DE PRIMER ORDEN

**5.1** Sistemas de primer orden.

**5.2** Respuesta temporal de sistemas de primer orden.

**5.3** Respuesta en frecuencia: diagrama de Bode.

**5.4** Diagramas de Bode de sistemas de primer orden.

**5.5** Diagramas de Bode asintótico de sistemas compuestos por términos de primer orden.

**5.6** Relación entre respuesta temporal y respuesta en frecuencia.

### Tema 6: SISTEMAS DE SEGUNDO ORDEN

**6.1** Sistemas de segundo orden.

**6.2** Respuesta temporal de sistemas de segundo orden.

**6.3** Influencia de un cero o un polo adicional en la respuesta temporal.

**6.4** Diagramas de Bode de sistemas de segundo orden.

**6.5** Diagramas de Bode asintótico de sistemas de orden superior.

## **LABORATORIO**

### PRÁCTICAS DE LABORATORIO

**1.** Prácticas de análisis y simulación en el entorno de trabajo Matlab / Simulink.

**2.** Prácticas de montaje, diseño y análisis de un sistema de segundo orden, tanto en el dominio del tiempo como en el dominio de la frecuencia.



## 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

1. **Clase magistral y presentaciones generales.** 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.
2. **Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado.** En estas sesiones se explicarán, corregirán y analizarán problemas de cada tema previamente propuestos por el profesor y trabajados por el alumno.
3. **Prácticas de laboratorio.** Se realizarán 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.

### Metodología No presencial: Actividades

1. Estudio de conceptos teóricos fuera del horario de clase por parte del alumno.
2. Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado.
3. Trabajo sobre las prácticas de laboratorio.

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.

## RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES		
Clase magistral y presentaciones generales	Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado	Prácticas de laboratorio
20.00	20.00	20.00
HORAS NO PRESENCIALES		
Estudio de conceptos teóricos fuera del horario de clase por parte del alumno	Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado	Prácticas de laboratorio
40.00	40.00	40.00
<b>CRÉDITOS ECTS: 6,0 (180,00 horas)</b>		



## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
Examen intersemestral y 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>	60
Pruebas cortas 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>	10
Resultados del laboratorio: informes y exámenes	<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 escrita.</li></ul>	25
Participación activa en la realización de las prácticas de laboratorio: esfuerzo y actitud	<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 escrita.</li></ul>	5





## Calificaciones

### Ordinaria

- Nota de los exámenes: 60%. La nota del examen final supondrá un 45% de la nota final en la asignatura y un 15% de la nota será la del examen intersemestral. En cualquier caso, para aprobar la asignatura se exigirá una nota mínima de 5 en el examen final.
- Nota de las pruebas de seguimiento: 10%
- Nota de laboratorio: 30%. Se exigirá una nota mínima de 5.

En caso de suspender, en la convocatoria extraordinaria el alumno se examinará de toda la materia. El examen podrá comprender teoría y laboratorio

### Extraordinaria

- Nota de los exámenes: 60% . La nota del examen final de la convocatoria extraordinaria supondrá un 45% de la nota final en la asignatura y un 15% de la nota será la del examen intersemestral. En cualquier caso, para aprobar la asignatura se exigirá una nota mínima de 5 en el examen final de la convocatoria extraordinaria.
- Nota de las pruebas de seguimiento: 10%
- Nota de laboratorio: 30%. Se exigirá una nota mínima de 5.

### Normas de asistencia

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
Lectura y estudio de los contenidos teóricos en el libro de texto	Después de cada clase	
Resolución de los problemas propuestos	Semanalmente	



Preparación de las pruebas que se realizarán durante las horas de clase	Semanas 3 y 11, aprox.	
Preparación de los exámenes intersemestral y final	Octubre y Diciembre	
Preparación de exámenes de laboratorio	Semanas 10 y 13, aprox.	

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

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

### Bibliografía Complementaria

- K. Ogata. System Dynamics, Fourth Edition. Prentice Hall. 2004.
- L. Pagola. Regulación Automática. Universidad Pontificia Comillas. 2006.
- R. H. Cannon, Jr. Dynamics of Physical Systems. Dover. 2003

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](https://servicios.upcomillas.es/sedeelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792)

1	1	05-sep	M	Capítulo 1. Introducción a los Sistemas dinámicos
	2	06-sep	X	Capítulo 2. Transformada de Laplace
	3	08-sep	V	
	4	08-sep	V	
2	5	12-sep	M	
	6	13-sep	X	Capítulo 3. Función de transferencia
	7	15-sep	V	
	8	15-sep	V	
	9	19-sep	M	Prueba corta 1
3	10	20-sep	X	
	11	22-sep	V	
	12	22-sep	V	
4	13	26-sep	M	Capítulo 4. Modelado de sistemas físicos eléctricos
	14	27-sep	X	
	15	29-sep	V	Lab P1                      Matlab
	16	29-sep	V	
5	17	03-oct	M	Modelado de sistemas físicos mecánicos
	18	04-oct	X	
	19	06-oct	V	Lab P2                      Matlab Sallen-Key
	20	06-oct	V	
6	21	10-oct	M	
	22	11-oct	X	Capítulo 5. Sistemas de primer orden. Respuesta temporal
	23	13-oct	V	Lab P3                      Simulink Sallen-Key
	24	13-oct	V	

7	25	17-oct	M	
	26	18-oct	X	
	27	20-oct	V	Lab P4      Ejercicio Matlab-Simulink
	28	20-oct	V	
8			EXAMEN INTERSEMESTRAL	
9	29	31-oct	M/X	Sistemas de primer orden. Respuesta en frecuencia
		01-nov	X	<b>Fiesta</b>
	30	03-nov	V	
	31	03-nov	V	Capítulo 6. Sistemas de segundo orden
10	32	07-nov	M	
	33	08-nov	X	Examen lab Matlab-Simulink
	34	10-nov	V	
	35	10-nov	V	
11	36	14-nov	M	
	37	15-nov	X	Prueba corta 2
	38	17-nov	V	Lab P5      Montaje Sallen-Key RT
	39	17-nov	V	
12	40	21-nov	M	Modelado de sistemas físicos electrónicos y térmicos
	41	22-nov	X	
	42	24-nov	V	Lab P6      Montaje Sallen-Key RF
	43	24-nov	V	
13	44	28-nov	M	Examen lab
	45	29-nov	X	
	46	01-dic	V	
	47	01-dic	V	
14	48	05-dic	M	
EXAMEN FINAL				