



# COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

GUÍA DOCENTE

2024 - 2025

## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre completo	Sistemas dinámicos
Código	DEAC-IMAT-316
Título	<a href="#">Grado en Ingeniería Matemática e Inteligencia Artificial</a>
Impartido en	Grado en Ingeniería Matemática e Inteligencia Artificial [Tercer Curso]
Créditos	6,0 ECTS
Carácter	Obligatoria (Grado)
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Responsable	Ramón Rodríguez Pecharromán
Horario	Ver web
Horario de tutorías	Solicitar cita previa

Datos del profesorado	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Jesús Tordesillas Torres
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	jtordesillas@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Ramón Rodríguez Pecharromán
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Despacho	Alberto Aguilera 25
Correo electrónico	ramon@comillas.edu
Teléfono	2416
<b>Profesores de laboratorio</b>	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Alejandra Martínez Fariña
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	amfarina@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



Profesor	
Nombre	Diego Cubillo Llanes
Departamento / Área	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
Correo electrónico	dcubillo@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 Matemática e Inteligencia Artificial, 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 otros sistemas sencillos. Además, se introducirán los conceptos básicos de los sistemas de control en lazo cerrado. Al ser un curso de introducción, sólo se estudian modelos lineales e invariantes en el tiempo. 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, así como el diseño de controles en lazo cerrado.

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 en el dominio del tiempo. Por otra parte, los alumnos deberán conocer en detalle las propiedades y respuestas en el tiempo de los sistemas de primer y segundo orden por ser los que con mayor asiduidad aparecen en muchas aplicaciones de la ingeniería. Por último, al final del curso, el alumno deberá entender la estructura y los componentes fundamentales de un sistema de control, ser capaz de analizar sus características fundamentales (estabilidad, precisión, rapidez y amortiguamiento) y tener un conocimiento básico del ajuste de controles de tipo PID.

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.

Esta asignatura preparará al alumno para asignaturas posteriores en la titulación, en el área de robótica.

#### Prerrequisitos

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

### Competencias - Objetivos

#### Competencias

##### GENERALES

CG01	Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos generales que puedan plantearse en la ingeniería.
CG02	Capacidad de razonamiento abstracto y sentido crítico, así como de cálculo, modelado, simulación, optimización y predicción, para dar respuesta a los problemas planteados por la ciencia, la tecnología y la sociedad en general.



<b>CG03</b>	Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, electromagnetismo y física cuántica y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
<b>ESPECÍFICAS</b>	
<b>CE04</b>	Capacidad para utilizar con habilidad y soltura software matemático, así como para implementar algoritmos y desarrollar programas informáticos que permitan resolver los problemas matemáticos planteados en el ámbito de la ingeniería y de la inteligencia artificial.
<b>CE07</b>	Aptitud para modelar y resolver sistemas físicos en el ámbito de la ingeniería, mediante técnicas de cálculo numérico, álgebra numérica, ecuaciones en diferencias, ecuaciones diferenciales o técnicas propias de la matemática discreta.
<b>CE33</b>	Capacidad para analizar el comportamiento de los sistemas físicos en el dominio del tiempo. Conocimiento de los principios de los sistemas de control en lazo cerrado: estabilidad, precisión, rapidez y amortiguamiento.

## 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 y la función de transferencia
<b>RA2</b>	Aplicar las técnicas disponibles para estudiar el comportamiento de los sistemas LTI en el dominio del tiempo, independientemente de su naturaleza eléctrica, mecánica, térmica, hidráulica, etc
<b>RA3</b>	Utilizar las herramientas informáticas necesarias 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 el tiempo y las principales características e índices de las mismas para los sistemas más comunes, es decir, los sistemas de primer y segundo orden
<b>RA5</b>	Entender la estructura y componentes fundamentales de un sistema realimentado de control. Analizar sus características principales: estabilidad, precisión, rapidez y amortiguamiento
<b>RA6</b>	Entender las acciones de control de un regulador de tipo PID

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### 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.

## 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 Otros.

### Tema 5: SISTEMAS DE PRIMER ORDEN

- 5.1 Sistemas de primer orden.
- 5.2 Respuesta temporal de sistemas de primer orden.

### 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.

## SISTEMAS DE CONTROL EN LAZO CERRADO

### Tema 7: INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE CONTROL

7.1 Concepto de sistema de control.

7.2 Objetivos de un sistema de control.

7.3 Estructura y componentes de un sistema de control.

7.4 Especificaciones y métodos de control.

### Tema 8: CONCEPTOS BÁSICOS Y ACCIONES DE CONTROL PID

8.1 Tolva

8.2 Servomecanismo de posición

### Tema 9: CONTROL AVANZADO E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

9.1 Breve introducción a técnicas de Control Avanzado: optimización, control adaptativo, etc.

9.2 Aplicaciones de la Inteligencia Artificial a los Sistemas de Control

## LABORATORIO

### Prácticas de Laboratorio

1. Prácticas de análisis y simulación en el entorno de trabajo Matlab / Simulink.
2. Control de la velocidad de avance de un robot.
3. Control de la distancia a la pared de un robot.

## 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		
Clases magistrales expositivas y participativas	Ejercicios prácticos y resolución de problemas	Sesiones prácticas de laboratorio
20.00	20.00	20.00
HORAS NO PRESENCIALES		
Estudio personal	Ejercicios prácticos y resolución de problemas	Sesiones prácticas de laboratorio
40.00	40.00	40.00
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"><li>• Prueba corta de seguimiento.</li><li>• Examen intersemestral.</li><li>• Examen final</li></ul>	<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>	70
Resultados del laboratorio: preparación de prácticas, informes y participación activa	<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>	30

## Calificaciones

Ordinaria



- Nota del examen final: 40%. Para aprobar la asignatura se exigirá una nota mínima de 5 en este examen.
- Nota del examen intersemestral: 20%
- 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 del examen extraordinario: 50%. Para aprobar la asignatura se exigirá una nota mínima de 5 en el examen extraordinario.
- Nota del examen intersemestral: 15%
- Nota de las pruebas de seguimiento: 5%
- 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	Después de cada clase	
Resolución de los problemas propuestos	Semanalmente	
Preparación de la prueba que se realizará durante las horas de clase	Semana 4 aproximadamente	
Preparación de los exámenes intersemestral y final	Octubre y Diciembre	
Trabajo de laboratorio	Semanalmente desde el comienzo del laboratorio	

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

- Apuntes en la web del curso.
- Apuntes encuadernados "Conceptos básicos y acciones de control PID"



# COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

**GUÍA DOCENTE**  
**2024 - 2025**

- N. S. Nise. Control Systems Engineering, 8th Edition. Wiley. 2019.

## Bibliografía Complementaria

- K. Ogata. System Dynamics, Fourth Edition. Prentice Hall. 2004.
- L. Pagola. Regulación Automática. Universidad Pontificia Comillas. 2006.

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>



## PLANIFICACIÓN

1	1	05-sep	M	Ch1	
	2	06-sep	X	Ch2	Cap 0 (presentación). Fin Ch1 y comienzo Ch2.
	3	06-sep	X	Ch2 hasta 2.5 caso 1.	Mando Complejos y P2.1
	4	07-sep	J	Ch2 hasta 2.7 a medias	
2	5	12-sep	M	Termino 2.7. Ch3 3.1 y 3.2 excepto cálculo de C(s).	Mando P2.2 a P2.5
	6	13-sep	X	Ch3	Cálculo de C(s). 2.8. P2.4
	7	13-sep	X	P2.3 y P2.6.	Casualidades
	8	14-sep	J	2.6 incluyendo SQ. Quiz Laplace del escalón.	Mando P2.7 (y P2.8)
3	9	19-sep	M	Ch3 3.3 y 3.4.	Hago P3.4
	10	20-sep	X	3.5 con su ejemplo.	Mando P3.1 a P3.5
	11	20-sep	X	Q1 2020 y P2.7	
	12	21-sep	J	3.6 hasta 4 y 2 de Nise	
4	13	26-sep	M	Q1	
	14	27-sep	X	Lab P1	RF con Matlab
	15	27-sep	X		
	16	28-sep	J	Ch4 ele y electrónicos	
5	17	03-oct	M	Ch4 mec traslación y rotación	
	18	04-oct	X	Lab P2	RL con Simulink
	19	04-oct	X		
	20	05-oct	J	Ch5 RT. Comento un poco P5.2 y P5.3	Mando todos menos P5.5
6	21	09-oct	L/J	Hago P5.2 y P5.3 (digo que P5.4 es igual).	Algo de P5.6 y P5.1
	22	10-oct	M	Ch6 RT. Transpas 1-3, SQ RT	
	23	11-oct	X	Ch6 RT. Transpas 4-12	
	24	11-oct	X	Problemas y dudas	
7					EXAMEN INTERSEMESTRAL

8	25	24-oct	M	Intro RA
	26	25-oct	X	Lab P3
	27	25-oct	X	
	28	26-oct	J	Tolva
9	29	31-oct	M/X	Lab P4
	30	31-oct	M/X	
	X	01-nov	FIESTA	
	31	02-nov	J	Tolva
10	32	07-nov	M	Tolva
	33	08-nov	X	Lab P5
	34	08-nov	X	
	X	09-nov	FIESTA	
11	35	14-nov	M	Tolva
	36	15-nov	X	Lab P6
	37	15-nov	X	
	38	16-nov	J	Servo
12	39	21-nov	M	Servo
	40	22-nov	X	Lab P7
	41	22-nov	X	
	42	23-nov	J	Servo P
13	43	28-nov	M	Servo PD
	44	29-nov	X	Lab P8
	45	29-nov	X	
	46	30-nov	J	Servo PI
14	47	05-dic	M	Polo/cero adicional
	X	06-dic	FIESTA	
	X	06-dic	FIESTA	
	48	07-dic	J	