

## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

<b>Datos de la asignatura</b>	
Nombre	<b>Regulación Automática</b>
Código	<b>DEA-IND-313</b>
Titulación	<b>Grado en Ingeniería Electromecánica</b>
Curso	<b>3º</b>
Cuatrimestre	<b>1º</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, Ramón Rodríguez Pecharromán, 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>Ramón Rodríguez Pecharromán</b>
Departamento	<b>Electrónica, Automática y Comunicaciones</b>
Área	
Despacho	<b>D-221</b>
e-mail	<a href="mailto:ramon@comillas.edu">ramon@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	Juan Luis Zamora Macho
Departamento	Electrónica, Automática y Comunicaciones
Área	
Despacho	D-212
e-mail	zamora@iit.comillas.edu
Horario de Tutorías	
<b>Profesores de laboratorio</b>	
Nombre	Alberto Abanades Sánchez
Nombre	Adán Simón Muela
Nombre	Miguel Ochoa Giménez
Nombre	Francisco Javier Amorós Espí
Nombre	Alberto Azañón Montero
Nombre	Julita Bermejo Alonso
Nombre	Jose María Cogollor Delgado
Nombre	Manuel Luis Zafra Palacios

## **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 Electromecánica, 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 Genéricas del título-curso

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.

CG5. Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

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

### Competencias comunes de la rama industrial

CRI6. Conocimientos sobre los fundamentos de automatismos y métodos de control.

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

#### **Entender la estructura y componentes fundamentales de un sistema de control.**

- RA1. Entender las ventajas del control en lazo cerrado frente a las de lazo abierto.
- RA2. Entender el papel de cada componente de un sistema de control en lazo cerrado: planta, regulador, actuador y sensor.
- RA3. Entender las señales involucradas en los sistemas de control.
- RA4. Entender los objetivos de un sistema de control.

#### **Analizar las características principales de un sistema de control.**

- RA5. Entender la importancia de la estabilidad de un sistema de control y saber analizarla utilizando varios métodos.
- RA6. Saber analizar la precisión en régimen permanente de los sistemas de control ante diversos tipos de entradas.
- RA7. Saber analizar el transitorio de un sistema de control ante cambios en las entradas: amortiguamiento y rapidez.
- RA8. Entender las especificaciones de un sistema de control y los compromisos entre unas y otras.

<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

**Diseñar reguladores basados en la respuesta temporal del sistema.**

- RA9. Diseñar controles de tipo PID basados en la respuesta temporal del sistema.
- RA10. Entender la aportación de cada acción en el control: proporcional, integral, diferencial.
- RA11. Entender el efecto de polos y ceros adicionales a sistemas de segundo orden estándar.

**Diseñar reguladores mediante técnicas de diseño por respuesta en frecuencia dadas unas especificaciones de precisión, amortiguamiento y rapidez.**

- RA12. Entender las correlaciones entre respuesta temporal y en frecuencia.
- RA13. Diseñar controles de tipo PID por respuesta en frecuencia.

**Implementar un sistema automático de control.**

- RA14. Entender la importancia de la selección del periodo de muestreo.
- RA15. Entender ejemplos de algoritmos de control que permiten implementar controles de tipo PID.
- RA16. Entender los fundamentos de los automatismos.

**Saber utilizar adecuadamente el entorno de trabajo de Matlab y Simulink.**

- RA17. Saber usar Matlab-Simulink para analizar sistemas de control.

## 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.

## 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. **Lección expositiva:** 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 en clase de problemas propuestos:** 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.
3. **Prácticas de laboratorio:** 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.

### Metodología No presencial: Actividades

1. Estudio individual y personal por parte del alumno de los conceptos expuestos en las lecciones expositivas.
2. Resolución de problemas prácticos que se corregirán en clase.
3. Resolución grupal de problemas y esquemas de los conceptos teóricos, así como de trabajos relacionados con el 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			
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	Realización de trabajos colaborativos	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	Se avisará
<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>	Diciembre	
<ul style="list-style-type: none"><li>Desarrollo de los proyectos de laboratorios</li></ul>	Todo el curso	
<ul style="list-style-type: none"><li>Presentaciones sobre el proyecto de laboratorio</li></ul>		Fin de cada proyecto de laboratorio

## 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.

Semana	Sesión	Contenido	Tema	Comp.	Actividades Formativas Presenciales	Actividades Formativas no Presenciales	Presenc.	No pres.				
1	1	Presentación de la asignatura. Introducción a los sistemas de control. Ejemplo de aplicación 1: tolva	1	CG3,4,5,10 - CCRI6 - CE1	Lección expositiva, resolución en clase de problemas, tutorías	Estudio Individual, resolución de problemas, profundización de temas	1	1.5				
	2	Ejemplo de aplicación 1: tolva	1				1	1.5				
	3	Ejemplo de aplicación 1: tolva	1				1	1.5				
	4	Sistemas de control basados en Respuesta Temporal de sistemas de 2º orden	2				1	1.5				
2	5	Ejemplo de aplicación 2: servomecanismo de posición	2	CG3,4,5,10 - CCRI6 - CE1-3,6	Lección expositiva, resolución en clase de problemas, tutorías	Estudio Individual, resolución de problemas, profundización de temas	1	1.5				
	6	Ejemplo de aplicación 2: servomecanismo de posición	2				1	1.5				
	7	Ejemplo de aplicación 2: servomecanismo de posición	2				1	1.5				
	8	Resolución de problemas temas 1 y 2	2				1	1.5				
3	9	Proyecto de laboratorio. Trazador de dos dimensiones			Práctica de laboratorio	Preparación de las prácticas, trabajo previo, análisis de los resultados, preparación de informes y presentaciones.	2	4				
	10											
3	11	Prueba 1. Con calculadora y ordenador			Prueba individual tipo resolución de problemas con calculadora + ordenador	Preparación de la prueba	1	4				
	12	Precisión en régimen permanente. Formulación general	3	CG3,4,5,10 - CCRI6 - CE1-3,6	Lección expositiva, resolución en clase de problemas, tutorías	Estudio Individual, resolución de problemas, profundización de temas.	1	1.5				
4	13	Proyecto de laboratorio. Trazador de dos dimensiones			Práctica de laboratorio	Preparación de las prácticas, trabajo previo, análisis de los resultados, preparación de informes y presentaciones.	2	4				
	14											
	15	Precisión en régimen permanente. A partir del lazo abierto	3	CG3,4,5,10 - CCRI6 - CE1-3,6					Lección expositiva, resolución en clase de problemas, tutorías	Estudio Individual, resolución de problemas, profundización de temas.	1	1.5
	16	Precisión en régimen permanente. Ejemplo. Prealimentación	3								1	1.5
5	17	Proyecto de laboratorio. Trazador de dos dimensiones			Lección expositiva, resolución en clase de problemas, tutorías	Preparación de las prácticas, trabajo previo, análisis de los resultados, preparación de informes y presentaciones.	2	4				
	18											
	19	Respuesta en frecuencia. Nyquist.	4	CG3,4,5,10 - CCRI6 - CE1-3,6					Lección expositiva, resolución en clase de problemas, tutorías	Estudio Individual, resolución de problemas, profundización de temas.	1	1.5
	20	Estabilidad. Criterio de las raíces y Routh-Hurwitz	4								1	1.5
6	21	Proyecto de laboratorio. Trazador de dos dimensiones			Práctica de laboratorio	Preparación de las prácticas, trabajo previo, análisis de los resultados, preparación de informes y presentaciones.	2	4				
	22											
	23	Estabilidad. Criterio de Nyquist y del reverso	4	CG3,4,5,10 - CCRI6 - CE4,6					Lección expositiva, resolución en clase de problemas, tutorías	Estudio Individual, resolución de problemas, profundización de temas.	1	1.5
	24	Estabilidad. Ejemplos	4								1	1.5
7	25				Prueba individual tipo resolución de problemas con calculadora	Preparación del examen	1.5	6				
	26	Examen intersemestral										
	27											
	28											
8	29	Resolución de problemas	4	CG3,4,5,10 - CCRI6 - CE4,6	Lección expositiva, resolución en clase de problemas, tutorías	Estudio Individual, resolución de problemas, profundización de temas.	1	1.5				
	30	Diseño por respuesta en frecuencia. Márgenes de estabilidad	5				1	1.5				
	31	Diseño por RF. Pico de resonancia. Máxima sensibilidad.	5				1	1.5				
	32	Diseño por RF. Correlación RT -RF	5				1	1.5				
	33	Proyecto de laboratorio. Trazador de dos dimensiones						Práctica de laboratorio	Preparación de las prácticas, trabajo previo, análisis de los resultados, preparación de informes y presentaciones.	2	4	
9	34				Lección expositiva, resolución en clase de problemas, tutorías	Estudio Individual, resolución de problemas, profundización de temas.	1	1.5				
	35	Diseño por RF. Ajuste de un control P	5	CG3,4,5,10 - CCRI6 - CE4,6								
	36	Día de fiesta										
10	37	Proyecto de laboratorio. Control de velocidad de un coche			Práctica de laboratorio	Preparación de las prácticas, trabajo previo, análisis de los resultados, preparación de informes y presentaciones.	2	4				
	38				Lección expositiva, resolución en clase de problemas, tutorías	Estudio Individual, resolución de problemas, profundización de temas.	1	1.5				
	39	Diseño por RF.	5	CG3,4,5,10 - CCRI6 - CE4,6								
	40	Diseño por RF.	5		1	1.5						
11	41	Proyecto de laboratorio. Control de velocidad de un coche			Práctica de laboratorio	Preparación de las prácticas, trabajo previo, análisis de los resultados, preparación de informes y presentaciones.	1	1.5				
	42				Lección expositiva, resolución en clase de problemas, tutorías		1	1.5				
	43	Diseño por RF.	5	CG3,4,5,10 - CCRI6 - CE4,6								
	44	Prueba 2. Con calculadora y ordenador				Prueba individual tipo resolución de problemas con calculadora + ordenador	Preparación de la prueba	1	4			
12	45	Proyecto de laboratorio. Control de velocidad de un coche			Práctica de laboratorio	Preparación de las prácticas, trabajo previo, análisis de los resultados, preparación de informes y presentaciones.	2	4				
	46				Lección expositiva, resolución en clase de problemas, tutorías	Estudio Individual, resolución de problemas, profundización de temas.	1	1.5				
	47	Diseño por RF.	5	CG3,4,5,10 - CCRI6 - CE4,6								
	48	Diseño por RF.	5		1	1.5						
13	49	Proyecto de laboratorio. Control de velocidad de un coche			Práctica de laboratorio	Preparación de las prácticas, trabajo previo, análisis de los resultados, preparación de informes y presentaciones.	2	4				
	50				Lección expositiva, resolución en clase de problemas, tutorías	Estudio Individual, resolución de problemas, profundización de temas.	1	1.5				
	51	Implantación digital de reguladores PID	6	CG3,4,5,10 - CCRI6 - CE4,6								
	52	Temas complementarios	7		1	1.5						
14	53	Proyecto de laboratorio. Control de velocidad de un coche			Práctica de laboratorio	Preparación de las prácticas, trabajo previo, análisis de los resultados, preparación de informes y presentaciones.	2	4				
	54					Estudio Individual, resolución de problemas, profundización de temas.	1	1.5				
	55	Dudas y problemas	Todos									
	56	Día de fiesta										
		Examen final			Prueba individual tipo resolución de problemas con calculadora	Preparación del Examen Final.	3	15				
		Presentación Proyecto de Laboratorio (Enero 2013)					1.5	4				

<b>Name</b>	<b>Aurelio García Cerrada</b>
<b>Department</b>	<b>Electronics and Control Engineering</b>
<b>Area</b>	
<b>Room</b>	<b>D-218</b>
<b>e-mail</b>	<b>aurelio@comillas.edu</b>

## WORKING PLAN AND SCHEDULE

Off-class activities	When?	Date
• Reviewing and self study using textbooks.	After each in-class session	
• Problem-solving assignments	Weekly	
• In-class quizzes preparation	Weeks 3, 11	To be announced
• Mid-term exam	Week 7	
• Final exam preparation	December	
• Lab projects work	All along the course	
• Laboratory projects presentations		After each lab project

## Assessment and Grading.

### Grading

The final grade in the **ordinary** assessment period will be obtained as follows:

- Final exam accounts for 45%. A minimum of 5/10 points in the final exam is required to pass the course.
- Mid-term exam accounts for 15%.
- Continuous evaluation quizzes account for 5%.
- Laboratory assessment accounts for 35%. A minimum of 5/10 points are required.

### Retakes

- Retake exam grade accounts for 45%, with a required minimum of 5/10.
- Mid-term exam accounts for 15%.
- Continuous evaluation quizzes account for 5%.
- Previous Laboratory assessment accounts for 35%, with a minimum of 5/10.

## BIBLIOGRAPHY

### Basic bibliography

- Control Systems notes, in the course webpage (and University bookshop)
- F.L. Pagola. Regulación Automática. Universidad Pontificia Comillas. 2006.

### Complementary bibliography

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

## CONTENTS

<b>Contents</b>
<b>SECTION 1: Analysis and design of control systems based on the time response</b>
The first section introduces control systems by using real-world systems. It focuses on the time response.
<b>Chapter 1: INTRODUCTION TO CONTROL SYSTEMS</b>
1.1 Concept of control system. 1.2 Objectives of a control system. 1.3 Structure and components of control systems 1.4 Specifications and control methods.
<b>Chapter 2: SECOND-ORDER CONTROL SYSTEMS DESIGN</b>
2.1 Damping, speed and accuracy. 2.2 Additional poles and zeros.
<b>Chapter 3: STEADY-STATE ACCURACY</b>
3.1 Setpoint tracking. 3.2 Disturbance rejection. 3.3 Typical configurations for accuracy analysis. 3.4 Feed-forward.
<b>SECTION 2: Analysis and design of control systems based on the frequency response</b>
The second section introduces frequency-response techniques used to analyze and design control systems.
<b>Chapter 4: STABILITY</b>
4.1 Nyquist and Black diagrams. 4.2 Nyquist stability criterion. 4.3 Reverse stability criterion. 4.4 Routh-Hurwitz stability criterion.
<b>Chapter 5: CONTROL DESIGN BASED ON FREQUENCY RESPONSE</b>
5.1 Relation between time and frequency responses. 5.2 Stability margins. 5.3 P control. 5.4 PI control. 5.5 PD control. 5.6 PID control.
<b>SECTION 3: Implementation in a digital controller. Complementary issues.</b>
The third section focuses on the digital implementation of PID controllers and complementary issues.
<b>Chapter 6: INTRODUCTION TO COMPUTER-CONTROLLED SYSTEMS.</b>
6.1 Automatic systems. 6.2 Effect of the sampling time. 6.3 Control algorithms.
<b>Chapter 7: COMPLEMENTARY ISSUES</b>
7.1 Integral saturation. 7.2 Setpoint weighting. 7.3 Root locus.

