



# SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE CONTROL

## Guía de Aprendizaje - Información al estudiante

### 1. Datos Descriptivos

<b>Asignatura</b>	Sistemas Electrónicos de Control
<b>Materia</b>	M11. Tecnología Específica de Sistemas Electrónicos
<b>Departamento responsable</b>	Tecnologías Especiales Aplicadas a la Telecomunicación
<b>Créditos ECTS</b>	4,5
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Titulación</b>	Graduado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
<b>Curso</b>	Cuarto
<b>Especialidad</b>	Itinerario de Tecnología Específica de Sistemas Electrónicos

<b>Curso académico</b>	2013-2014
<b>Semestre en que se imparte</b>	Segundo
<b>Idioma en que se imparte</b>	Castellano
<b>Página Web</b>	<a href="http://robolabo.etsit.upm.es">http://robolabo.etsit.upm.es</a>



## 2. Profesorado

NOMBRE Y APELLIDO	DESPACHO	Correo electrónico
Félix Monasterio-Huelin Maciá (C)	B317	<a href="mailto:felix.monasteriohuelin@upm.es">felix.monasteriohuelin@upm.es</a>
Álvaro Gutiérrez Martín	B317	<a href="mailto:aguti@etsit.upm.es">aguti@etsit.upm.es</a>
Manuel Castillo Cagigal	B301	<a href="mailto:manuel.castillo@upm.es">manuel.castillo@upm.es</a>
Eduardo Matallanas de Ávila	B301	<a href="mailto:eduardo.matallanas@upm.es">eduardo.matallanas@upm.es</a>

## 3. Conocimientos previos requeridos para poder seguir con normalidad la asignatura

<b>Asignaturas superadas</b>	N/A
<b>Otros resultados de aprendizaje necesarios</b>	N/A

## 4. Objetivos de Aprendizaje

COMPETENCIAS ASIGNADAS A LA ASIGNATURA Y SU NIVEL DE ADQUISICIÓN		
Código	Competencia	Nivel
CG2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio	3
CG5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía	3
CG8	Comunicación oral y escrita	1
CG9	Uso de tecnologías de la Información y Comunicaciones	2
CG10	Creatividad	1
CEB1	Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización	2
CEB4	Comprensión y dominio de los conceptos básicos de sistemas lineales y las funciones y transformadas relacionadas, teoría de circuitos eléctricos, circuitos electrónicos, principio físico de los semiconductores y familias lógicas, dispositivos electrónicos y fotónicos, tecnología de materiales y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería	2
CE-SE3	Capacidad de realizar la especificación, implementación, documentación y puesta a punto de equipos y sistemas, electrónicos, de instrumentación y de control, considerando tanto los aspectos técnicos como las normativas reguladoras correspondientes	2



CE-SE4	Capacidad para aplicar la electrónica como tecnología de soporte en otros campos y actividades, y no sólo en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones	2
CE-SE6	Capacidad para comprender y utilizar la teoría de la realimentación y los sistemas electrónicos de control	3
CE-SE8	Capacidad para especificar y utilizar instrumentación electrónica y sistemas de medida	1

LEYENDA:

Nivel de adquisición 1: Básico

Nivel de adquisición 2: Medio

Nivel de adquisición 3: Avanzado

RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA			
Código	Resultado de aprendizaje	Competen- -cias asociadas	Nivel de adquisi- ción
RA1	Conocimientos cualitativos y cuantitativos del comportamiento de los sistemas lineales continuos y discretos, necesarios para el análisis y diseño de los sistemas de control.	CG2, CEB1, CE-SE3, CE-SE6, CE-SE6	1
RA2	Comprensión de los fundamentos teóricos de la realimentación, conocimiento de los sistemas de primer y segundo orden y capacidad de analizar el comportamiento de los sistemas de orden superior. Utilizar adecuadamente la terminología y los conceptos del área de la Ingeniería de Sistemas y Automática.	CG2, CEB1, CE-SE6	2
RA3	Capacidad de obtener ecuaciones diferenciales y su discretización de sistemas electrónicos. Obtención de la función de transferencia. Transformada de <i>Laplace</i> y <i>Z</i> .	CEB1, CEB4, CE-SE6	1
RA4	Aplicar correctamente el criterio de Routh-Hurwitz y la transformación <i>w</i> para analizar la estabilidad de sistemas continuos y discretos respectivamente.	CEB1, CE-SE6	3
RA5	Analizar adecuadamente el comportamiento de sistemas de control realimentados, analógicos y digitales, tanto en el dominio del tiempo, dominio complejo y dominio de la frecuencia.	CEB1, CEB4, CE-SE6	3
RA6	Capacidad de interpretar adecuadamente técnicas gráficas para el análisis y diseño de controladores analógicos y digitales.	CEB4, CE-SE6	3

RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA			
Código	Resultado de aprendizaje	Competen- -cias asociadas	Nivel de adquisi- ción
RA7	Capacidad de diseñar correctamente compensadores y controladores PID, analógicos y digitales, para que la dinámica del sistema del control realimentado satisfaga especificaciones de diseño prefijadas.	CG2, CG5, CG10, CE-SE4, CE-SE6	3
RA8	Dominio de programas de simulación y control tanto para realizar simulaciones del comportamiento dinámico de un sistema como para diseñar los controladores, analógicos y digitales.	CG5, CG9, CG10, CE-SE6	2
RA9	Capacidad de implementar controladores digitales de un sistema real.	CG5, CG9, CG10, CE-SE3, CE-SE4, CE-SE6, CE-SE8	3
RA10	Conocer y aprender a exponer los resultados experimentales de manera científica	CG8, CG9, CG10, CE-SE6	1

LEYENDA:

Nivel de adquisición 1: Conocimiento

Nivel de adquisición 2: Comprensión y aplicación

Nivel de adquisición 3: Análisis y síntesis

## 5. Sistema de evaluación de la asignatura

INDICADORES DE LOGRO		
Ref	Indicador	Relacionado con RA
I1	Interpretar esquemas de bloques	RA2
I2	Comprender la diferencia entre un sistema de control realimentado o lazo cerrado y uno en lazo abierto	RA1, RA2
I3	Familiarización con los conceptos de régimen permanente y régimen transitorio de sistemas con respuesta sobreamortiguada y subamortiguada	RA1, RA2, RA5
I4	Obtener las funciones de transferencia, continuas y discretas, del modelo matemático	RA1, RA2, RA3
I5	Obtener la ecuación de estados de sistemas de segundo orden	RA1, RA2, RA3
I6	Comprender el significado físico de los conceptos de polo, cero y autovalor	RA3
I7	Obtener el modelo matemático de un motor DC con las hojas de características del fabricante	RA3
I8	Obtener el modelo matemático aproximado de un motor DC experimentalmente	RA3
I9	Obtener las funciones de transferencia de diferentes estructuras de control: prealimentado, directo, paralelo y realimentado	RA2, RA3
I10	Resolución de casos de estabilidad de sistemas de cualquier orden con las técnicas de Routh-Hurwitz y transformación $w$	RA1, RA4
I11	Capacidad de analizar el comportamiento de sistemas de control realimentado en el dominio del tiempo	RA1, RA5
I12	Capacidad de analizar el comportamiento de sistemas de control realimentado en el dominio complejo	RA1, RA5

INDICADORES DE LOGRO		
Ref	Indicador	Relacionado con RA
I13	Capacidad de analizar el comportamiento de sistemas de control realimentado en el dominio de la frecuencia	RA1, RA5
I14	Capacidad de interpretar adecuadamente el Lugar de Raíces para un sistema de control	RA4, RA6, RA8
I15	Capacidad de interpretar adecuadamente el diagrama de Bode para un sistema de control	RA4, RA6, RA8
I16	Capacidad de interpretar adecuadamente el diagrama de Nyquist para un sistema de control	RA4, RA6, RA8
I17	Capacidad de interpretar adecuadamente el plano de fase para un sistema de control	RA4, RA6, RA8
I18	Rediseño digital de un controlador analógico	RA2, RA7
I19	Selección del periodo de muestreo	RA2, RA7
I20	Capacidad de diseñar un controlador para el problema de seguimiento de una señal de referencia	RA2, RA4, RA7, RA8, RA9
I21	Saber diseñar y sintonizar los parámetros de un controlador de velocidad de un motor DC para el seguimiento de un perfil trapezoidal	RA2, RA4, RA7, RA8, RA9
I22	Capacidad de diseñar un controlador para los problemas de seguimiento de una señal de referencia y supresión de una señal de perturbación (sistema de control de dos grados de libertad)	RA2, RA4, RA7, RA8, RA9
I23	Capacidad para exponer y escribir un documento de forma científica con los resultados experimentales	RA10



<b>EVALUACION SUMATIVA</b>			
<b>Breve descripción de las actividades evaluables</b>	<b>Momento</b>	<b>Lugar</b>	<b>Peso en la calif.</b>
E1. Modelado de un motor DC con las hojas de características del fabricante y experimentalmente. <b>Trabajo individual.</b>	Primer mes	e-mail	5%
E2. Sintonización de los parámetros de un controlador proporcional de velocidad de un motor DC, para un perfil trapezoidal y sinusoidal. <b>Trabajo individual</b>	Segundo mes	e-mail	10%
E3. Sintonización de los parámetros de un controlador PID y selección del periodo de muestreo de un motor DC. <b>Trabajo en grupo</b>	Tercer mes	e-mail	25%
E4-O. Diseño e implementación de un controlador de dos grados de libertad. Exposición oral. <b>Trabajo en grupo</b>	Cuarto mes	Aula	20%
E4-M. Diseño e implementación de un controlador de dos grados de libertad. Entrega de memoria escrita. <b>Trabajo en grupo</b>	Cuarto mes	e-mail	40%
<b>Total: 100% (véase criterios de calificación)</b>			

## CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

La asignatura se aprobará cuando se obtenga una calificación mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 10, según las normas que se indican en este apartado.

La nota final se obtendrá mediante suma de las calificaciones correspondientes a las diferentes actividades de evaluación, con los siguientes pesos:

1. Modelado de un motor DC con las hojas de características del fabricante y experimentalmente (E1) (5%)
2. Sintonización de los parámetros de un controlador proporcional de velocidad de un motor DC, para un perfil trapezoidal y sinusoidal (E2) (10%)
3. Sintonización de los parámetros de un controlador PID y selección del periodo de muestreo de un motor DC (E3) (25%)
4. Diseño e implementación de un controlador de dos grados de libertad (E4) (60%)

Las dos primeras entregas (E1 y E2) deben ser fruto del trabajo individual de cada alumno. Para el diseño de los controladores finales (E3 y E4), los alumnos se organizarán en grupos de trabajo y los alumnos serán evaluados como una única unidad.

El trabajo final (E4), constará de dos partes: Una presentación oral (E4-O) correspondiente a un 20% de la nota final y una memoria escrita (E4-M) correspondiente al 40% de la nota final.

Para optar al sistema de evaluación continua es condición necesaria presentar todas las actividades evaluables. La copia, plagio o cualquier otra muestra de engaño en los trabajos entregados supondrá el suspenso de la asignatura de forma automática.

Los alumnos serán evaluados mediante evaluación continua. En cumplimiento de la Normativa de Evaluación de la Universidad Politécnica de Madrid, los alumnos que lo deseen serán evaluados mediante una única prueba final (escrita y oral) siempre y cuando lo comuniquen al Director del Departamento de Tecnologías Especiales Aplicadas a la Telecomunicación mediante solicitud presentada en el registro de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación antes del 27 de Febrero de 2014. La presentación de este escrito supondrá la renuncia automática a la evaluación continua. Deberán enviar asimismo una copia de esta solicitud al coordinador de esta asignatura.

La convocatoria extraordinaria de la asignatura consistirá en una evaluación mediante prueba final (escrita y oral).

## 6. Contenidos y Actividades de Aprendizaje

CONTENIDOS ESPECÍFICOS		
Bloque / Tema / Capítulo	Apartado	Indicadores Relacionados
<b>Tema 1: Introducción</b>	1.1 Introducción a la asignatura	
	1.2 Sistemas de control de lazo abierto y lazo cerrado	I1, I2
	1.3 Sistemas lineales de primer orden	I4
	1.4 Objetivos de control	I2, I3, I22
	1.5 Transformadas de Laplace y Z	I4
<b>Tema 2: Representación</b>	2.1 Función de Transferencia	I4, I6
	2.2 Espacio de Estados	I6
<b>Tema 3: Discretización</b>	3.1 Sistemas muestreados y digitales	I6
	3.1 Técnicas de discretización	I6, I18, I19
	3.2 Periodo de muestreo	I18, I19
<b>Tema 4: Comportamiento de Sistemas de Control</b>	4.1 Estabilidad	I10
	4.2 Sistemas lineales de segundo orden	I5, I7, I8
	4.3 Régimen permanente y transitorio	I3
<b>Tema 5: Estructuras de Control</b>	5.1 Estructuras de control	I9, I20, I21
	5.2 Perturbación	I22
	5.3 Sistemas de dos grados de libertad	I9, I20, I21, I22
<b>Tema 6: Diseño de Controladores-I</b>	6.1 Clases de controladores	I18
	6.2 Técnicas gráficas	I11, I12, I13, I14, I15, I16, I17
	6.3 Diseño de controladores en lazo directo	I14, I15, I16, I17, I18, I19, I20, I21
<b>Tema 7:</b>	7.1 Técnicas analíticas	I20, I21, I22



<b>CONTENIDOS ESPECÍFICOS</b>		
<b>Bloque / Tema / Capítulo</b>	<b>Apartado</b>	<b>Indicadores Relacionados</b>
<b>Diseño de Controladores-II</b>	7.2 Simulación de sistemas de control	I20, I21, I22
	7.4. Diseño de controladores de dos grados de libertad	I18, I19, I20, I21, I22

## 7. Breve descripción de las modalidades organizativas utilizadas y de los métodos de enseñanza empleados

<b>CLASES DE TEORIA</b>	Se utilizará la lección magistral para la exposición de contenidos, explicación de conocimientos, demostraciones, presentar experimentos, etc. con apoyo de recursos audiovisuales.
<b>CLASES DE PROBLEMAS</b>	Se resolverán problemas de complejidad creciente que servirán para aplicar los conocimientos adquiridos en las clases de teoría.
<b>PRÁCTICAS</b>	Se implementarán en el laboratorio o fuera de él ejercicios prácticos que satisfagan determinadas especificaciones.
<b>TRABAJOS AUTÓNOMOS</b>	El alumno o alumna realizará ejercicios para practicar y afianzar los conocimientos aprendidos.
<b>TRABAJOS EN GRUPO</b>	Algunas prácticas y actividades se realizarán en grupo para promover el aprendizaje cooperativo.
<b>TUTORÍAS</b>	El alumno podrá hacer uso de tutorías personalizadas dentro de los horarios establecidos.



## 8. Recursos didácticos

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	K. Ogata. Ingeniería de Control Moderna. Prentice Hall. A partir de la 4ª Edición.
	G. F. Franklin, J.D. Powell and A. Emami-Naeini. Control de Sistemas Dinámicos con Retroalimentación. Addison-Wesley. 1991.
	R.C. Dorf and R. H. Bishop. Modern Control Systems. Pearson. 12th Edition.
<b>RECURSOS WEB</b>	<a href="http://www.robolabo.etsit.upm.es">www.robolabo.etsit.upm.es</a>
<b>EQUIPAMIENTO</b>	Aula
	Laboratorio (B302)

## 9. Cronograma de trabajo de la asignatura

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 1 (8 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 1. (3h)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio Tema 1(5h)</li> </ul>	NO		
Semana 2 (8 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 2. (2h)</li> <li>Tema 3. (1h)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio Tema 2 (5h)</li> </ul>	NO		
Semana 3 (8 horas)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Introducción al Laboratorio de Telecontrol (3h)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Familiarización con el entorno del Laboratorio de Telecontrol y realización de E1 (5h)</li> </ul>	NO		
Semana 4 (8 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 3. (3h)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio Tema 3 y realización de E1 (5h)</li> </ul>	NO		
Semana 5 (8 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 4. (3h)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio Tema 4 (5h)</li> </ul>	NO	Entrega E1	
Semana 6 (8 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 4. (3h)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio Tema 4 y realización de E2 (5h)</li> </ul>	NO		
Semana 7 (8 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 5. (3h)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio Tema 5 y realización de E2 (5h)</li> </ul>	NO		

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 8 (8 horas)		• Tema 5. (3h)	• Estudio Tema 5 (5h)	NO	Entrega E2	
Semana 9 (8 horas)	• Tema 6 (3h)		• Estudio Tema 6 (5h)	NO		
Semana 10 (8 horas)	• Tema 6 (3h)		• Estudio Tema 6 (2h)	• Realización de E3 (3h)		
Semana 11 (8 horas)		• Tema 6 (3h)	• Estudio Tema 6 (2h)	• Realización de E3 (3h)		
Semana 12 (8 horas)	• Tema 7 (3h)		• Estudio Tema 7 (2h)	• Realización de E4 (3h)	Entrega E3	
Semana 13 (8 horas)		• Tema 7 (3h)	• Estudio Tema 7 (2h)	• Realización de E4 (3h)		
Semana 14 (8 horas)		• Orientación Final de trabajos	NO	• Realización de E4 (5h)		
Semana 15 (8 horas)	• Presentación oral (E4- O)		NO	SI	Entrega E4	

Nota: Para cada actividad se especifica la dedicación en horas que implica para el alumno.