Curso | 2026-2027

Guía Docente del Grado en

Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Facultad de Ciencias Físicas
Universidad Complutense de Madrid

Versión 1.3 – 22/10/2026
Aprobada en Junta de Facultad el 30 de junio de 2026
Ver control de cambios

Esta Guía Docente del **Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones** se actualizará a lo largo del curso.
Ver **control de cambios**

Las correcciones de erratas y novedades se publicarán previamente en las fichas individuales de cada asignatura y en otros documentos que se podrán consultar en la siguiente página:
https://fisicas.ucm.es/grado-ingenieria-electronica-comunicaciones

El calendario de exámenes del curso se publica en
https://fisicas.ucm.es/examenes

Tabla de contenido

Control de cambios iv
1. Estructura del Plan de Estudios 1
Estructura general Plan 2012 1
Estructura general Plan 2020 4
Competencias generales y específicas 8
Asignaturas del Plan de Estudios 2012: Distribución por Cursos y Semestres 13
Asignaturas del Plan de Estudios 2020: Distribución por Cursos y Semestres 14
Tabla de adaptación del Plan 2012 al Plan 2020 16
Calendario de extinción del Plan 2012 17
Coordinadores 18
2. Fichas docentes de las asignaturas de 1er Curso 19
Física I 20
Cálculo 24
Informática 28
Circuitos Digitales 32
Tratamiento y Análisis de Datos 36
Física II 41
Álgebra 45
Redes y Servicios de Telecomunicación 48
Análisis de Circuitos 51
3. Fichas docentes de las asignaturas de 2º Curso 55
Estructura de Computadores 56
Sistemas Lineales 59
Electromagnetismo I 63
Ampliación de Matemáticas 66
Electrónica Física 69
Sistemas Operativos y de Tiempo Real 72
Empresa y Gestión de Proyectos 76
Procesamiento de Señales 82
Electromagnetismo II 87
4. Fichas docentes de las asignaturas de 3er Curso 91
Teoría de la Comunicación 92
Física de Dispositivos Electrónicos 96
Fundamentos de Redes de Computadores 99
Circuitos de Alta Frecuencia 103
Fundamentos de Compatibilidad Electromagnética 108
Electrónica Analógica 113
Comunicaciones Inalámbricas 117
Control de Sistemas 123
5. Fichas docentes de las asignaturas de 4º Curso 127
Instrumentación Electrónica 128
Diseño de Sistemas Digitales 133
Electrónica de Potencia 136
Redes de Computadores 140
Antenas 144
Arquitectura de Sistemas Integrados 148
Trabajo Fin de Grado 151

6. Fichas docentes de las asignaturas optativas 153
Prácticas en Empresa 154
Optimización de Sistemas 157
Bioingeniería 160
Robótica 164
Tecnologías Fotónicas para Comunicaciones 168
7. Asignaturas optativas no ofertadas 172
Programación Avanzada 173
Energía y Dispositivos Fotovoltaicos 175
Ampliación de Física 177
Óptica Integrada y Comunicaciones Ópticas 179
Fotónica 181
Tecnología Microelectrónica 183
8. Horarios de Clases 185
9. Calendarios de Exámenes 191
10. Calendario Académico y Festividades 192
11. ANEXO. Enlaces de interés 194

Este Grado en ingeniería **Electrónica de Comunicaciones** ha sido aprobado por la ANECA atendiendo a la Orden CIN/352/2009, por la que se establecen los requisitos para la Verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de **"Ingeniero Técnico de Telecomunicación"** particularmente en lo referente a la tecnología específica **"Sistemas Electrónicos"**.
(BOE del viernes 20 de febrero de 2009, Núm. 44 Sec. I Pág. 18150-18156)

La Fundación para el conocimiento MADRID+D, el 17 de abril de 2020, una vez examinadas las alegaciones presentadas, elaboró una Propuesta de INFORME FAVORABLE sobre la petición de modificación de plan de estudios. Este plan de estudios se conoce como Plan 2020 y comienza con la oferta del primer año en el curso 2020-2021, a la vez que se cierra el primer curso del plan existente denominado Plan 2012. En el curso 2026-2027 el plan 2012 desaparece y no se oferta en la actualidad. Se recomienda ver el cuadro de extinciones en páginas posteriores para tener más información al respecto.

Control de cambios

Versión	Fecha modificación	Cambio efectuado	Secciones afectadas	Páginas afectadas
0.0	23/06/2026	Primera versión.		
0.1	24/06/2026	Versión aprobada por la Comisión de Calidad del GIEC. Pendiente de aprobar en Junta de Facultad		
1.0	30/06/2026	Aprobación en Junta de Facultad.		
1.1	14/07/2026	• Actualización de miembros de Comisión de Calidad • Corrección de profesorado de “Electrónica Física”. • Corrección de erratas en “Instrumentación electrónica”		18, 69. 129, 131
1.2	22/09/2026	• Cambio de aula en Electrónica de potencia. • Nuevo profesor en Física I. • 2 nuevos profesores en Bioingeniería. • Actualización cuadros horarios curso 26-27		20, 136, 160, 185
1.3	22/10/2026	• Nuevo profesor en Física I. • Actualización cuadros horarios 4º curso 26-27		20, 189

1. Estructura del Plan de Estudios

El Plan de Estudios, Plan 2012 y Plan 2020, está estructurado en módulos (unidades organizativas que incluyen una o varias materias), materias (unidades disciplinares que incluyen una o varias asignaturas) y asignaturas.

El Grado en Ingeniería de Electrónica de Comunicaciones se organiza en cuatro cursos académicos, desglosados en 8 semestres. Cada semestre tiene entre 28,5 y 31,5 créditos ECTS para el estudiante (1 ECTS equivale a 25 horas de trabajo del estudiante), siendo un total de 60 ECTS por año. El idioma en el que se imparten todas las asignaturas es el español.

Las enseñanzas se estructuran en 7 módulos: un primer módulo obligatorio de formación básica que se cursa, en los dos primeros años; cuatro módulos obligatorios (Fundamental, Electrónica y Electromagnetismo, Sistemas y Redes, Comunicaciones) que constituyen el núcleo de la titulación, un módulo avanzado que incluye una materia con créditos optativos y un último módulo obligatorio de Trabajo Fin de Grado.

A continuación, se mostrará la estructura del Plan 2012, que se ofreció hasta el curso 2025-2026, y la estructura del nuevo Plan de Estudios, Plan 2020, vigente en la actualidad.

Estructura general Plan 2012

A continuación, se describen brevemente los diferentes módulos del Plan 2012 en el que comienza su extinción en el curso 2020-2021:

- **MB: Módulo de Formación Básica** (obligatorio, 60 ECTS). Se cursa durante el primer año. Las asignaturas obligatorias incluidas en este módulo proporcionan los conocimientos básicos en Física, Matemáticas e Informática, que son necesarios para poder abordar los módulos más avanzados de los cursos siguientes. Las asignaturas del módulo y su vinculación con las materias básicas y ramas de conocimiento establecidas en el Real Decreto 1993/2007 se muestran en la siguiente tabla:

Módulo de Formación Básica (Plan 2012)			
Asignatura	**ECTS**	**Materia Vinculada**	**Rama**
Física I	9	Física	Ciencias
Física II	9		
Análisis de Circuitos	6		
Informática	6	Informática	Ingeniería y Arquitectura
Circuitos Digitales	6		
Cálculo	9	Matemáticas	
Algebra	9		
Ampliación de Matemática	6		
TOTAL :	**60**		

- **MF: Módulo Fundamental** (obligatorio, 39 ECTS). Se imparte durante el tercer, cuarto, quinto y sexto semestres. Consta de las siguientes materias:
  - Fundamentos Físicos de la Electrónica (6 ECTS), que proporciona una introducción a los fenómenos físicos relevantes en electrónica.
  - Sistemas lineales y control (13.5 ECTS), que suministra los conocimientos teóricos y técnicos sobre los sistemas lineales y control.
  - Electromagnetismo (13.5 ECTS). Conocimientos de Electromagnetismo.
  - Empresa (6 ECTS). Conocimientos de Empresa y Gestión de Proyectos.

- **ME: Módulo de Electrónica y Electromagnetismo** (obligatorio, 42 ECTS). Se imparte durante los semestres 5, 6 y 7 y consta de dos materias obligatorias:
  - Radiofrecuencia (13.5 ECTS), que proporciona conocimientos sobre Radiofrecuencia y Compatibilidad Electromagnética.
  - Electrónica (28.5 ECTS), que proporciona conocimientos necesarios sobre Física de Dispositivos Electrónicos, Electrónica Analógica, Electrónica de Potencia e Instrumentación Electrónica.

- **MS: Módulo de Sistemas y Redes** (obligatorio, 46.5 ECTS). Se imparten desde el tercero al octavo semestre, excepto el sexto, y consta de dos materias obligatorias:
  - Sistemas (27 ECTS), que proporciona los conocimientos necesarios de Estructura de Computadores, Arquitectura de Sistemas Integrados, Diseño de Sistemas Digitales y Sistemas Operativos de Tiempo Real.
  - Redes (19.5 ECTS), que proporciona los conocimientos necesarios para entender y trabajar con redes, sistemas y servicios.

- **MC: Módulo de Comunicaciones** (obligatorio 22.5 ECTS). Se imparte durante los semestres 4º y 6º, y está formado por una única materia de 22.5 ECTS denominada Sistemas de Comunicación que proporcionará conocimiento práctico en Señales y procesamiento de señales. Análisis en frecuencia de señales y sistemas. Señales aperiódicas discretas en el tiempo. Muestreo y reconstrucción de señales. Diseño de filtros. Tratamiento digital de señales de tasa múltiple. Señales aleatorias. Aplicaciones del procesamiento de señales digitales. Introducción a los sistemas de comunicaciones. Señales, ruido y distorsión. El canal de comunicaciones. Transmisión analógica. Introducción a las comunicaciones digitales. Transmisión digital en banda base. Transmisión digital modulada. Codificación. Fundamentos del receptor de comunicaciones. Osciladores. Lazos enganchados en fase (PLL). Sintetizadores de frecuencia. Mezcladores. Moduladores y demoduladores lineales (AM, DBL, BLU, QAM y ASK). Moduladores y demoduladores angulares (PM, FM y PSK). Recuperadores de portadora. Estandarización en comunicaciones inalámbricas. WLAN, WMAN y WPAN.

- **MA: Módulo Avanzado (**optativo 18 ECTS). En el quinto y octavo semestres, el alumno deberá cursar 18 créditos optativos en tres asignaturas de 6 créditos de entre una oferta que proporciona, entre otros, conocimientos de Robótica, Sistemas Radiantes, Programación Avanzada, Optimización de Sistemas,

Energía y Dispositivos Fotovoltaicos, Fundamentos de Tecnología Microelectrónica, Fundamentos de Bioingeniería, Óptica Integrada y Comunicaciones Ópticas, Ampliación de Física, Fotónica, etc. Dentro de este módulo el estudiante podrá optar por realizar Prácticas en Empresas.

- **MT: Módulo de Trabajo Fin de Grado** (obligatorio, 12 ECTS), donde el estudiante deberá mostrar su capacidad para aplicar las habilidades y competencias adquiridas durante los estudios del Grado.

La estructuración en materias de los diferentes módulos, junto con su carácter y créditos ECTS, se presenta en la siguiente tabla:

Estructura de módulos y materias (Plan 2012)

Módulo	Materias	ECTS	Carácter	ECTS cursados	Semestres
MB: Formación Básica	Física	24	Formación Básica	60	1, 2
	Informática	12			1
	Matemáticas	24			1, 2
MF: Fundamental	Fundamentos Físicos de la Electrónica	6	Obligatorio	39	3
	Electromagnetismo	13.5			3, 4
	Sistemas Lineales y control	13.5			3, 6
	Empresa	6			5
ME: Electrónica y Electromagnetismo	Radiofrecuencia	13.5	Obligatorio	42	5, 6
	Electrónica	28.5			5, 6, 7
MS: Sistemas y Redes	Sistemas	27	Obligatorio	46.5	3, 4, 7,8
	Redes	19.5			3,5,7
MC: Comunicaciones	Sistemas de Comunicación	22.5	Obligatorio	22.5	4, 6
MA: Avanzado	Créditos optativos	18	Optativo	18	5, 8
MT: Trabajo Fin de Grado		12	Trabajo Fin de Título	12	8
			TOTAL	**240**	

La siguiente tabla muestra un cronograma de la distribución temporal de los módulos a lo largo de los 8 semestres:

Distribución temporal de los módulos (Plan 2012)

1º		2º		3º		4º	
S1	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**	**S6**	**S7**	**S8**
MB		MF					
			MC	ME			
		MS			MC	MS	
				MA			MA
							MT

Estructura general Plan 2020

A continuación, se describen brevemente los diferentes módulos del Plan 2020, que comienza con la oferta del primer año en el curso 2020-2021:

- **MB: Módulo de Formación Básica** (obligatorio, 61 ECTS). Se cursa durante los dos primeros años. Todas las asignaturas de formación básica se cursan en los dos primeros semestres a excepción de las asignaturas Ampliación de Matemáticas (tercer semestre) y Empresa y Gestión de Proyectos (cuarto semestre). Las asignaturas obligatorias incluidas en este módulo proporcionan los conocimientos básicos en Física, Matemáticas, Informática y de Empresa y Gestión de Proyectos, que son necesarios para poder abordar los módulos más avanzados de los cursos siguientes. Las asignaturas del módulo y su vinculación con las materias básicas y ramas de conocimiento establecidas en el Real Decreto 1993/2007 se muestran en la siguiente tabla:

Módulo de Formación Básica (Plan 2020)			
Asignatura	**ECTS**	**Materia Vinculada**	**Rama**
Física I	6	Física	Ciencias
Física II	7.5		
Análisis de Circuitos	6		
Informática	7.5	Informática	Ingeniería y Arquitectura
Circuitos Digitales	7.5		
Cálculo	9	Matemáticas	
Algebra	6		
Ampliación de Matemática	6		
Empresa y Gestión de Proyectos	6	Empresa	
TOTAL :	**61.5**		

- **MF: Módulo Fundamental** (obligatorio, 37.5 ECTS). Se imparte durante el primer, tercer, cuarto y sexto semestres. Consta de las siguientes materias:
  - Fundamentos de la Electrónica (10.5 ECTS), que proporciona una introducción a los fenómenos físicos relevantes en Electrónica y a las técnicas básicas de tratamiento y análisis de datos necesarias para un Ingeniero Electrónico.
  - Sistemas lineales y control (13.5 ECTS), que suministra los conocimientos teóricos y técnicos sobre los sistemas lineales y control.
  - Electromagnetismo (13.5 ECTS). Conocimientos de Electromagnetismo.

- **ME: Módulo de Electrónica y Electromagnetismo** (obligatorio, 43.5 ECTS). Se imparte durante los semestres 5, 6 y 7 y consta de dos materias obligatorias:
  - Radiofrecuencia (18 ECTS), que proporciona conocimientos sobre Radiofrecuencia, Compatibilidad Electromagnética y diseño de antenas.
  - Electrónica (25 ECTS), que proporciona conocimientos necesarios sobre Física de Dispositivos Electrónicos, Electrónica Analógica, Electrónica de Potencia e Instrumentación Electrónica.

- **MS: Módulo de Sistemas y Redes** (obligatorio, 45 ECTS). Se imparten desde el segundo al octavo semestre, excepto el sexto, y consta de dos materias obligatorias:
  - Sistemas (25.5 ECTS), que proporciona los conocimientos necesarios de Estructura de Computadores, Arquitectura de Sistemas Integrados, Diseño de Sistemas Digitales y Sistemas Operativos de Tiempo Real.
  - Redes (19.5 ECTS), que proporciona los conocimientos necesarios para entender y trabajar con redes, sistemas y servicios.

- **MC: Módulo de Comunicaciones** (obligatorio 22.5 ECTS). Se imparte durante los semestres 4º, 5º y 6º, y está formado por una única materia de 22.5 ECTS denominada Sistemas de Comunicación que proporcionará conocimiento práctico en Señales y procesamiento de señales, Análisis en frecuencia de señales y sistemas, Señales aperiódicas discretas en el tiempo, Muestreo y reconstrucción de señales, Diseño de filtros, Tratamiento digital de señales de tasa múltiple, Señales aleatorias, Aplicaciones del procesamiento de señales digitales, Introducción a los sistemas de comunicaciones, Señales, ruido y distorsión, El canal de comunicaciones, Transmisión analógica, Introducción a las comunicaciones digitales, Transmisión digital en banda base, Transmisión digital modulada, Codificación, Fundamentos del receptor de comunicaciones, Osciladores, Lazos enganchados en fase (PLL), Sintetizadores de frecuencia, Mezcladores, Moduladores y demoduladores lineales (AM, DBL, BLU, QAM y ASK), Moduladores y demoduladores angulares (PM, FM y PSK), Recuperadores de portadora, Estandarización en comunicaciones inalámbricas, WLAN, WMAN y WPAN.

- **MA: Módulo Avanzado** (optativo, 18 ECTS). En el quinto y octavo semestres, el alumno deberá cursar 18 créditos optativos en tres asignaturas de 6 créditos de entre una oferta distribuida en dos materias:

- Avanzada, que proporciona, entre otros, conocimientos de Robótica, Programación Avanzada, Optimización de Sistemas, Energía y Dispositivos Fotovoltaicos, Fundamentos de Tecnología Microelectrónica, Fundamentos de Bioingeniería, Óptica Integrada y Comunicaciones Ópticas, Ampliación de Física, Fotónica, etc.

- Practicas Externas: Dentro de esta materia el estudiante podrá optar por realizar Prácticas en Empresas (6 ECTS, 150 horas. La Universidad permite que los alumnos tengan la opción de continuar su formación extracurricularmente hasta 900 horas). Los estudiantes interesados en realizar la asignatura Prácticas en Empresa deben darse de alta en la aplicación dispuesta por la Universidad Complutense para la gestión de prácticas externas (curriculares) denominada GIPE (https://gipe.ucm.es) utilizando su clave de correo institucional.

- **MT: Módulo de Trabajo Fin de Grado** (obligatorio, 12 ECTS), donde el estudiante deberá mostrar su capacidad para aplicar las habilidades y competencias adquiridas durante los estudios del Grado.

La estructuración en materias de los diferentes módulos, junto con su carácter y créditos ECTS, se presenta en la siguiente tabla:

Estructura de módulos y materias (Plan 2020)

Módulo	Materias	ECTS	Carácter	ECTS cursados	Semestres
MB: Formación Básica	Física	19.5	Formación Básica	61.5	1, 2
	Informática	15			1
	Matemáticas	21			1, 2, 3
	Empresa	6			4
MF: Fundamental	Fundamentos de la Electrónica	10.5	Obligatorio	37.5	3
	Electromagnetismo	13.5			3, 4
	Sistemas Lineales y control	13.5			3, 6
ME: Electrónica y Electromagnetismo	Radiofrecuencia	18	Obligatorio	43.5	5, 6, 7
	Electrónica	25.5			5, 6, 7
MS: Sistemas y Redes	Sistemas	25.5	Obligatorio	45	3, 4, 7,8
	Redes	19.5			2,5,7
MC: Comunicaciones	Sistemas de Comunicación	22.5	Obligatorio	22.5	4, 5, 6
MA: Avanzado	Avanzada	18	Optativo	18	5, 8
	Prácticas Externas	6			8
MT: Trabajo Fin de Grado		12	Trabajo Fin de Título	12	8
			TOTAL	**240**	

La siguiente tabla muestra un cronograma de la distribución temporal de los módulos a lo largo de los 8 semestres:

<table>
<tr><th colspan="8">Distribución temporal de los módulos (Plan 2020)</th></tr>
<tr><td colspan="2">1º</td><td colspan="2">2º</td><td colspan="2">3º</td><td colspan="2">4º</td></tr>
<tr><td>S1</td><td>S2</td><td>S3</td><td>S4</td><td>S5</td><td>S6</td><td>S7</td><td>S8</td></tr>
<tr><td colspan="4">MB</td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>MF</td><td></td><td colspan="2">MF</td><td></td><td>MF</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="3">MC</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td></td><td colspan="3">ME</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">MS</td><td></td><td colspan="2">MS</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td><td>MA</td><td colspan="2"></td><td>MA</td></tr>
<tr><td colspan="7"></td><td>MT</td></tr>
</table>

Competencias generales y específicas

En la siguiente tabla se indica en qué módulos y materias obligatorias se adquieren las diferentes competencias generales y específicas (disciplinares y profesionales) de la Titulación. Todas las competencias pueden obtenerse en las materias obligatorias.

Plan 2012

	COMPETENCIAS GENERALES																			COMPETENCIAS ESPECÍFICAS									
MATERIA OBLIGATORIAS	CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8	CG9	CG10	CG11	CG12	CG13	CG14	CG15	CG16	CG17	CG18	CG19	CG20	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9	TFG
MÓDULO DE FORMACIÓN BÁSICA																														
Física		X	X	X																										
Matemáticas	X																													
Informática		X						X						X																
MÓDULO FUNDAMENTAL																														
Empresa					X		X																	X						
Sistemas lineales y control				X																						X				
Electromagnetismo			X										X																	
Fundamentos Físicos de la Electrónica			X	X									X																	
MÓDULO SISTEMAS Y REDES																														
Sistemas		X		X										X	X						X		X		X		X			
Redes											X	X					X	X	X	X		X								
MÓDULO COMUNICACIONES																														
Sistemas de Comunicación						X			X	X												X					X			
MÓDULO DE ELECTRÓNICA Y ELECTROMAGNETISMO																														
Electrónica				X						X				X		X						X	X	X	X			X		
Radiofrecuencia			X			X				X			X							X		X	X		X				X	
MÓDULO DE TRABAJO FIN DE GRADO																														
Trabajo fin de grado						X	X	X	X											X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Plan 2020

	COMPETENCIAS GENERALES																			COMPETENCIAS ESPECÍFICAS									
MATERIA OBLIGATORIAS	CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8	CG9	CG10	CG11	CG12	CG13	CG14	CG15	CG16	CG17	CG18	CG19	CG20	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9	TFG
MÓDULO DE FORMACIÓN BÁSICA																														
Física		X	X	X																										
Matemáticas	X																													
Informática		X						X						X																
Empresa					X		X																							
MÓDULO FUNDAMENTAL																														
Fundamentos de la Electrónica	X		X	X						X			X											X						
Sistemas lineales y control				X																						X				
Electromagnetismo			X										X																	
MÓDULO SISTEMAS Y REDES																														
Sistemas		X		X										X	X						X		X		X		X			
Redes											X	X					X	X	X	X		X								
MÓDULO COMUNICACIONES																														
Sistemas de Comunicación						X			X	X												X					X			
MÓDULO DE ELECTRÓNICA Y ELECTROMAGNETISMO																														
Electrónica				X						X				X		X						X	X	X	X			X		
Radiofrecuencia			X			X				X			X							X		X	X		X				X	
MÓDULO DE TRABAJO FIN DE GRADO																														
Trabajo fin de grado						X	X	X	X											X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Por último, se incluye una tabla donde se especifican las competencias generales y específicas (disciplinares y profesionales) que se adquieren en cada una de las asignaturas obligatorias de la Titulación.

Plan 2012

Asignatura	COMPETENCIAS GENERALES																			COMPETENCIAS ESPECÍFICAS									
	CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8	CG9	CG10	CG11	CG12	CG13	CG14	CG15	CG16	CG17	CG18	CG19	CG20	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9	TFG
Física I			X																											
Física II			X																											
Análisis de circuitos		X		X																										
Cálculo	X																													
Álgebra	X																													
Ampliación de matemáticas	X																													
Informática		X						X																						
Circuitos digitales														X																
Empresa y Gestión de proyectos					X		X																							
Sistemas lineales				X																						X				
Control de sistemas				X																						X				
Electromagnetismo I			X										X																	
Electromagnetismo II			X										X																	
Electrónica Física			X	X									X											X						
Redes y Servicios de Telecomunicación I											X						X	X				X								
Redes y Servicios de Telecomunicación II											X						X	X	X	X		X								
Redes de Computadores											X	X																		
Estructura de computadores		X																												
Sistemas operativos y de tiempo real		X																					X							
Diseño de sistemas digitales				X										X	X										X		X			
Arquitectura de sistemas integrados		X												X							X		X							
Procesamiento de señales										X																				
Teoría de la comunicación									X	X																				
Comunicaciones inalámbricas						X			X	X												X					X			
Física de dispositivos electrónicos				X																		X								
Electrónica Analógica				X						X				X								X		X						
Electrónica de Potencia				X						X						X								X	X					
Instrumentación electrónica				X						X				X									X					X		
Compatibilidad electromagnética			X			X				X										X			X						X	
Radiofrecuencia			X			X				X			X									X			X					
Trabajo fin de grado						X	X	X	X											X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Plan 2020

Asignatura	Carácter Ob/Opt	COMPETENCIAS GENERALES																				COMPETENCIAS ESPECÍFICAS									
		CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8	CG9	CG10	CG11	CG12	CG13	CG14	CG15	CG16	CG17	CG18	CG19	CG20	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9	TFG
Física I	O			x																											
Física II	O			x																											
Análisis de circuitos	O				x																										
Cálculo	O	x																													
Álgebra	O	x																													
Ampliación de matemáticas	O	x																													
Informática	O		x							x																					
Circuitos digitales	O														x																
Empresa y Gestión de proyectos	O					x		x																							
Sistemas lineales	O				x																						x				
Control de sistemas	O				x																						x				
Electromagnetismo I	O			x											x																
Electromagnetismo II	O			x											x																
Tratamiento y Análisis de datos	O	x									x														x						
Electrónica Física	O			x	x										x										x						
Redes y Servicios de Telecomunicación	O											x						x	x				x								
Fundamentos de Redes de Computador	O											x						x	x	x	x		x								
Redes de Computadores	O											x	x																		
Estructura de computadores	O		x																												
Sistemas operativos y de tiempo real	O		x																					x							
Diseño de sistemas digitales	O				x										x	x										x		x			
Arquitectura de sistemas integrados	O		x												x							x		x						
Procesamiento de señales	O										x																				
Teoría de la comunicación	O									x	x																				
Comunicaciones inalámbricas	O						x			x	x												x					x			
Física de dispositivos electrónicos	O				x																		x								
Electrónica Analógica	O				x						x				x								x		x						
Electrónica de Potencia	O				x						x						x								x	x					
Instrumentación electrónica	O				x						x				x									x		x			x		
Circuitos de alta frecuencia	O			x			x				x										x			x						x	
Fun. de Compatibilidad Electromagnétic	O			x			x				x			x									x			x				
Antenas	O						x				x			x												x				x	
Trabajo fin de grado	O						x	x	x	x											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

La ley orgánica 5/2002 de 19 de junio de las cualificaciones y de la Formación Profesional. Competencia profesional: “conjunto de conocimientos y capacidades que permitan el ejercicio de la actividad profesional conforme a las exigencias de la producción y el empleo”.

Competencias Generales. *Comunes a todos los títulos de una Universidad, pero adaptadas al contexto específico de cada uno de los títulos*

CG1: 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; algorítmicos numéricos; estadísticos y optimización.

CG2: Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería.

CG3: Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

CG4: Comprensión y dominio de los conceptos básicos de sistemas lineales y las funciones y transformadas relacionadas, teoría de circuitos eléctricos, circuitos electrónicos, principios físicos 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.

CG5: Conocimiento adecuado del concepto de empresa, marco institucional y jurídico de la empresa. Organización y gestión de empresas.

CG6: Capacidad para aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.

CG7: Capacidad de utilizar aplicaciones de comunicación e informáticas (ofimáticas, bases de datos, cálculo avanzado, gestión de proyectos, visualización, etc.) para apoyar el desarrollo y explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación y electrónica.

CG8: Capacidad para utilizar herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos o de información relacionada con las telecomunicaciones y la electrónica.

CG9: Capacidad de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones.

CG10: Capacidad para evaluar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones, desde el punto de vista del espacio de la señal, las perturbaciones y el ruido y los sistemas de modulación analógica y digital.

CG11: Capacidad de concebir, desplegar, organizar y gestionar redes, sistemas, servicios e infraestructuras de telecomunicación en contextos residenciales (hogar, ciudad y comunidades digitales), empresariales o institucionales responsabilizándose de su puesta en marcha y mejora continua, así como conocer su impacto económico y social.

CG12: Conocimiento y utilización de los fundamentos de la programación en redes, sistemas y servicios de telecomunicación.

CG13: Capacidad para comprender los mecanismos de propagación y transmisión de ondas electromagnéticas y acústicas, y sus correspondientes dispositivos emisores y receptores.

CG14: Capacidad de análisis y diseño de circuitos combinacionales y secuenciales, síncronos y asíncronos, y de utilización de microprocesadores y circuitos integrados.

CG15: Conocimiento y aplicación de los fundamentos de lenguajes de descripción de dispositivos de hardware.

CG16: Capacidad de utilizar distintas fuentes de energía y en especial la solar fotovoltaica y térmica, así como los fundamentos de la electrotecnia y de la electrónica de potencia.

CG17: Conocimiento y utilización de los conceptos de arquitectura de red, protocolos e interfaces de comunicaciones.

CG18: Capacidad de diferenciar los conceptos de redes de acceso y transporte, redes de conmutación de circuitos y de paquetes, redes fijas y móviles, así como los sistemas y aplicaciones de red distribuidos, servicios de voz, datos, audio, vídeo y servicios interactivos y multimedia.

CG19: Conocimiento de los métodos de interconexión de redes y encaminamiento, así como los fundamentos de la planificación, dimensionado de redes en función de parámetros de tráfico.

CG20: Conocimiento de la normativa y la regulación de las telecomunicaciones en los ámbitos nacional, europeo e internacional

Competencias Específicas: *Son las competencias relacionadas directamente con la ocupación y requeridas para la habilitación del ejercicio de profesiones reguladas.*

CE1: Capacidad de construir, explotar y gestionar sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas electrónicos.

CE2: Capacidad para seleccionar circuitos y dispositivos electrónicos especializados para la transmisión, el encaminamiento o enrutamiento y los terminales, tanto en entornos fijos como móviles.

CE3: 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.

CE4: 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.

CE5: Capacidad de diseñar circuitos de electrónica analógica y digital, de conversión analógico-digital y digital-analógica, de radiofrecuencia, de alimentación y conversión de energía eléctrica para aplicaciones de telecomunicación y computación.

CE6: Capacidad para comprender y utilizar la teoría de la realimentación y los sistemas electrónicos de control.

CE7: Capacidad para diseñar dispositivos de interfaz, captura de datos y almacenamiento, y terminales para servicios y sistemas de telecomunicación.

CE8: Capacidad para especificar y utilizar instrumentación electrónica y sistemas de medida.

CE9: Capacidad de analizar y solucionar los problemas de interferencias y compatibilidad electromagnética.

TFG: Capacidad para desarrollar un ejercicio original, a realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería de Electrónica de Comunicaciones de naturaleza profesional en el que se sinteticen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas.

Asignaturas del Plan de Estudios 2012: Distribución por Cursos y Semestres

Primer Curso	Física I 9 ECTS	Cálculo 9 ECTS	Informática 6 ECTS	Circuitos Digitales 6 ECTS	
	Física II 9 ECTS	Algebra 9 ECTS	Ampliación de Matemáticas 6 ECTS	Análisis de Circuitos 6 ECTS	
Segundo Curso	Estructura de Computadores 6 ECTS	Sistemas Lineales 6 ECTS	Electromagnetismo I 6 ECTS	Redes y Servicios Telecom. I 6 ECTS	Electrónica Física 6 ECTS
	Sistemas Operativos y de Tiempo Real 7,5 ECTS	Teoría de la Comunicación 7,5 ECTS	Procesamiento de Señales 7,5 ECTS	Electromagnetismo II 7,5 ECTS	
Tercero Curso	Empresa y Gestión de Proyectos 6 ECTS	Física de Dispositivos 6 ECTS	Redes y Servicios Telecom. II 6 ECTS	Compatibilidad Electromagnética 6 ECTS	OPTATIVA 6 ECTS
	Radiofrecuencia 7,5 ECTS	Electrónica Analógica 7,5 ECTS	Comunicaciones Inalámbricas 7,5 ECTS	Control de Sistemas 7,5 ECTS	
Cuarto Curso	Instrumentación Electrónica 7,5 ECTS	Diseño de Sistemas Digitales 7,5 ECTS	Electrónica de Potencia 7,5 ECTS	Redes de Computadores 7,5 ECTS	
	Arquitectura Sistemas Integ. 6 ECTS	OPTATIVA 6 ECTS	OPTATIVA 6 ECTS	TRABAJO FIN DE GRADO 12 ECTS	

Módulos	Formación Básica	Comunicaciones	Sistemas y Redes
	Fundamental	Electrónica y Electromagnetismo	Avanzado

Los créditos optativos (3 asignaturas) podrán ser elegidos dentro del Módulo Avanzado que incluye, además de las **"Prácticas en Empresas"**, las asignaturas de la tabla siguiente:

Asignaturas Optativas	Optimización de sistemas 6 ECTS	Programación avanzada 6 ECTS	Robótica 6 ECTS	Ampliación de Física 6 ECTS	Energía y dispositivos 6 ECTS
	Optica integrada y comunicaciones 6 ECTS	Fotónica 6 ECTS	Bioingeniería 6 ECTS	Sistemas radiantes 6 ECTS	Tecnología microelectrónica 6 ECTS
			Prácticas en empresas 6 ECTS		

Asignaturas del Plan de Estudios 2020: Distribución por Cursos y Semestres

Primer Curso	Física I 6 ECTS	Cálculo 9 ECTS	Tratamiento y Analisis de Datos 4,5 ECTS	Informática 7,5 ECTS	Circuitos Digitales 7,5 ECTS	
	Física II 7,5 ECTS		Algebra 6 ECTS	Redes y Servicios Telecom. I 6 ECTS	Análisis de Circuitos 6 ECTS	
Segundo Curso	Estructura de Computadores 6 ECTS	Sistemas Lineales 7,5 ECTS	Electromagnetismo I 6 ECTS	Ampliación de Matemáticas 6 ECTS	Electrónica Física 6 ECTS	
	Sistema Operativos 7,5 ECTS	Empresa y G. de Proyectos 6 ECTS	Procesamiento de Señales 7,5 ECTS	Electromagnetismo II 7,5 ECTS		
Tercero Curso	Teoría de la Comunicación 7,5 ECTS	Física de Dispositivos 6 ECTS	Fund. de Redes de Computadores 6 ECTS	Circuitos de Alta Frecuencia 6 ECTS	OPTATIVA 6 ECTS	
	Fund. de Compatibilidad Electromagnética 7,5 ECTS	Electrónica Analógica 7,5 ECTS	Comunicaciones Inalámbricas 7,5 ECTS	Control de Sistemas 6 ECTS		
Cuarto Curso	Instrumentación Electrónica 6 ECTS	Diseño de Sistemas Digitales 6 ECTS	Antenas 4,5 ECTS	Electrónica de Potencia 6 ECTS	Redes de Computadores 7,5 ECTS	
	Arquitectura Sistemas Integ. 6 ECTS	OPTATIVA 6 ECTS	OPTATIVA 6 ECTS	TRABAJO FIN DE GRADO 12 ECTS		

Módulos	Formación Básica	Comunicaciones	Sistemas y Redes
	Fundamental	Electrónica y Electromagnetismo	Avanzado

Los créditos optativos (3 asignaturas) podrán ser elegidos dentro del Módulo Avanzado que incluye, además de las **"Prácticas en Empresas"**, las asignaturas de la tabla siguiente:

Asignaturas Optativas	Optimización de sistemas 6 ECTS	Programación avanzada 6 ECTS	Robótica 6 ECTS	Ampliación de Física 6 ECTS	Energía y dispositivos fotovoltaicos 6 ECTS
	Optica integrada y comunicaciones 6 ECTS	Fotónica 6 ECTS	Bioingeniería 6 ECTS	Tecnologías fotónicas para comunicaciones 6 ECTS	Tecnología microelectrónica 6 ECTS
			Prácticas en empresas 6 ECTS		

La siguiente tabla muestra los conocimientos que son requeridos en cada asignatura (para el plan 2020), de modo que ayude a los alumnos a identificar qué asignaturas se recomienda haber cursado para que lo tengan en cuenta antes de realizar su matrícula.

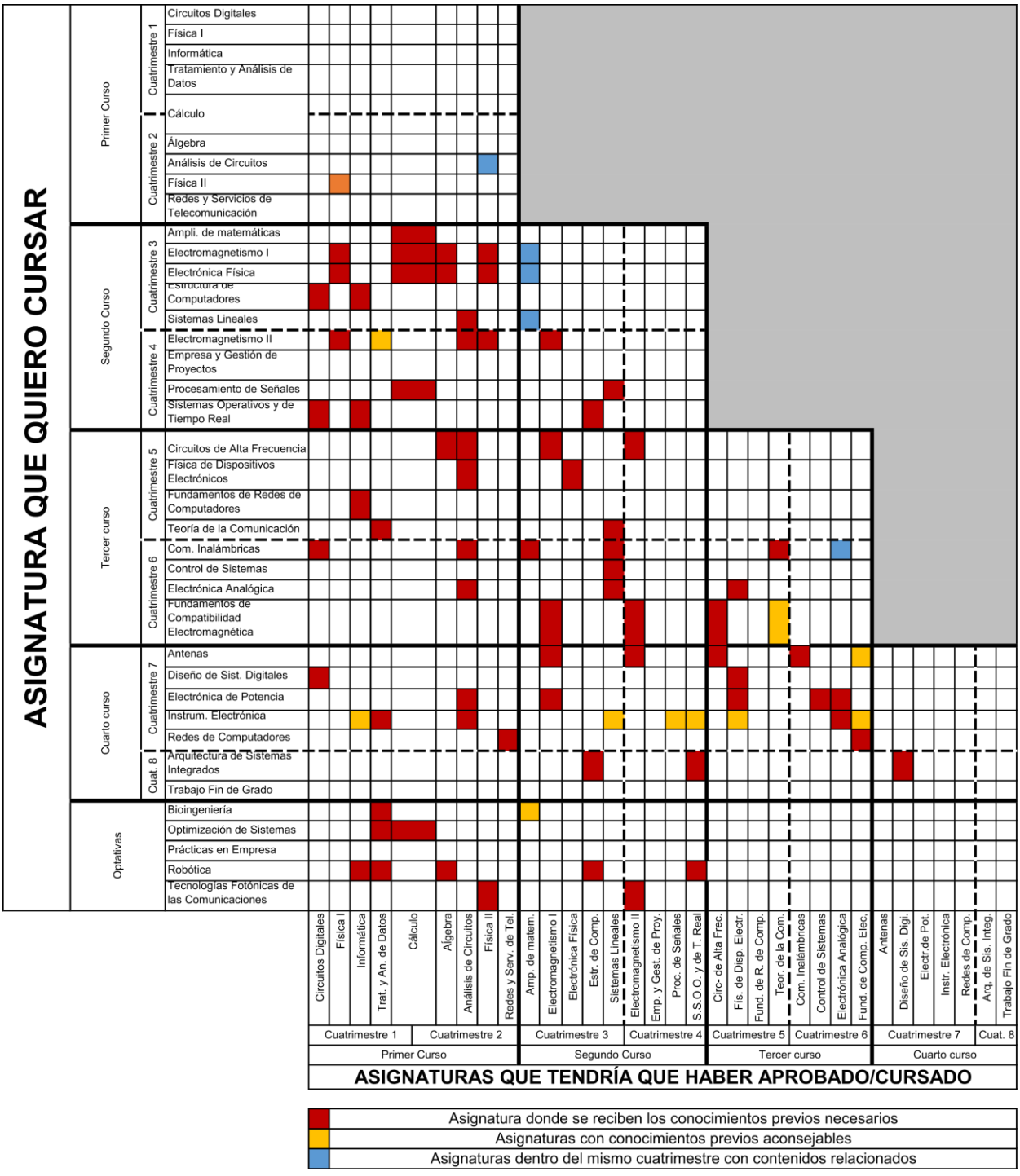


Tabla de adaptación del Plan 2012 al Plan 2020

Asignaturas del Plan 2020	Semestre	Asignaturas del Plan 2012	Semestre
Fundamentos de Redes de computadores	5	Redes y Servicios de Telecomunicación I	3
Redes y Servicios de Telecomunicación	2	Redes y Servicios de Telecomunicación II	5
Fundamentos de Compatibilidad Electromagnética	6	Radiofrecuencia	6
Circuitos de Alta Frecuencia	5	Compatibilidad Electromagnética	5
Antenas	7	Sistemas Radiantes	8
Física I	1	Física I	1
Cálculo	1-2	Cálculo	1
Informática	1	Informática	1
Circuitos Digitales	1	Circuitos Digitales	1
Física II	2	Física II	2
Álgebra	2	Álgebra	2
Análisis de Circuitos	2	Análisis de Circuitos	2
Ampliación de Matemáticas	3	Ampliación de Matemáticas	2
Sistemas Lineales	3	Sistemas Lineales	3
Electromagnetismo I	3	Electromagnetismo I	3
Electrónica Física	3	Electrónica Física	3
Estructura de Computadores	3	Estructura de Computadores	3
Electromagnetismo II	4	Electromagnetismo II	4
Empresa y Gestión de Proyectos	4	Empresa y Gestión de Proyectos	5
Sistemas Operativos y de Tiempo Real	4	Sistemas Operativos y de Tiempo Real	4
Procesamiento de Señales	4	Procesamiento de Señales	4
Teoría de la Comunicación	5	Teoría de la Comunicación	4
Física de Dispositivos Electrónicos	5	Física de Dispositivos Electrónicos	5
Control de Sistemas	6	Control de Sistemas	6
Electrónica Analógica	6	Electrónica Analógica	6
Comunicaciones inalámbricas	6	Comunicaciones Inalámbricas	6
Antenas	7	Sistemas Radiantes	5 u 8
Electrónica de Potencia	7	Electrónica de Potencia	7
Instrumentación Electrónica	7	Instrumentación Electrónica	7
Diseño de Sistemas Digitales	7	Diseño de Sistemas Digitales	7
Redes de Computadores	7	Redes de Computadores	7
Arquitectura de Sistemas Integrados	8	Arquitectura de Sistemas Integrados	8
Optimización de Sistemas	5 u 8	Optimización de Sistemas	5 u 8
Programación Avanzada	5 u 8	Programación Avanzada	5 u 8
Robótica	5 u 8	Robótica	5 u 8
Ampliación de Física	5 u 8	Ampliación de Física	5 u 8
Energía y dispositivos Fotovoltaicos	5 u 8	Energía y dispositivos Fotovoltaicos	5 u 8
Tecnología Microelectrónica	5 u 8	Tecnología Microelectrónica	5 u 8
Óptica Integrada y Comunicaciones	5 u 8	Óptica Integrada y Comunicaciones	5 u 8
Fotónica	5 u 8	Fotónica	5 u 8
Bioingeniería	5 u 8	Bioingeniería	5 u 8
Prácticas en Empresas	8	Prácticas en Empresas	8

Calendario de extinción del Plan 2012

Por regla general, las asignaturas del plan 2012 se mantendrán abiertas 3 años a partir de que se cierre su curso correspondiente.

La forma en la que permanecerán abiertas es:

- **Primer año:** abierta con docencia. La docencia se imparte conjuntamente con la asignatura equivalente del plan 2020, en el horario y cuatrimestre de esta última asignatura.
- **Segundo año**: abierta con docencia. La docencia se imparte conjuntamente con la asignatura equivalente del plan 2020, en el horario y cuatrimestre de esta última asignatura.
- **Tercer año:** abierta sólo para evaluación. El alumno deberá consultar con el profesor/a de la asignatura equivalente en el plan 2020 cómo proceder en el caso de que se hubiese contemplado evaluación continua y laboratorios

Después del tercer año, queda extinto el curso correspondiente del plan 2012.

NOTA: Para ver las asignaturas equivalentes, consultar en la guía docente la Tabla de adaptación del Plan 2012 al Plan 2020.

La tabla siguiente asocia años académicos con existencia de docencia propia, conjunta con el plan 2020, con derecho a examen o extinta. Téngase en cuenta que el curso (1º, 2º, 3º, 4º) se refiere al plan 2012 y no a la asignatura equivalente del plan 2020.

		Año académico						
		2020-21	**2021-22**	**2022-23**	**2023-24**	**2024-25**	**2025-26**	**2026-27**
Plan 2020		Apertura Curso 1º	Apertura Curso 2º	Apertura Curso 3º	Apertura Curso 4º			
Plan 2012	1º	Extinción con docencia conjunta	Extinción con docencia conjunta	Derecho a Evaluación	Desaparición definitiva	Desaparición definitiva	Desaparición definitiva	Desaparición definitiva
	2º	Docencia normal	Extinción con docencia conjunta	Extinción con docencia conjunta	Derecho a Evaluación	Desaparición definitiva	Desaparición definitiva	Desaparición definitiva
	3º	Docencia normal	Docencia normal	Extinción con docencia conjunta	Extinción con docencia conjunta	Derecho a Evaluación	Desaparición definitiva	Desaparición definitiva
	4º	Docencia normal	Docencia normal	Docencia normal	Extinción con docencia conjunta	Extinción con docencia conjunta	Derecho a Evaluación	Desaparición definitiva

Coordinadores

- **Coordinador del Grado**: Daniel Ángel Chaver Martínez.
  Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática (DACyA).
  Despacho 02.236, 2ª planta, módulo central.
  dani02@ucm.es

- **Coordinador de 1er curso**: José Antonio López Orozco.
  Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática (DACyA)
  Despacho 02.234.0, 2ª planta, módulo central.
  jalo@dacya.ucm.es

- **Coordinador de 2º curso**: María José Gómez Silva.
  Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática (DACyA)
  Despacho 02.225.0, 2ª planta, módulo central.
  mgomez77@ucm.es
- **Coordinador de 3er curso**: Javier Olea Ariza.
  Departamento de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica (EMFTEL)
  Despacho 03.207.A, 3ª planta, módulo central.
  oleaariz@ucm.es
- **Coordinador de 4º curso**: Pedro Antoranz Canales.
  Departamento de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica (EMFTEL)
  Despacho 03.106.0, 3ª planta, módulo este.
  antoranz@ucm.es

Ante cualquier problema relacionado con la Titulación pueden dirigirse al Coordinador del Grado o al Coordinador del curso correspondiente. Asimismo, a disposición de profesores, estudiantes y PAS, existe en el Centro de un buzón de sugerencias para recoger todas sus propuestas. Los impresos para la presentación de reclamaciones y sugerencias están disponibles no sólo en papel sino también en la página web del grado (http://fisicas.ucm.es/calidad), donde también se ha habilitado un formulario on-line.

2. Fichas docentes de las asignaturas de 1er Curso

Las asignaturas previstas para el primer curso de la titulación son las siguientes:

- **Primer Cuatrimestre**
    - Física I
    - Cálculo (Primera parte)
    - Informática
    - Circuitos digitales
    - Tratamiento y Análisis de Datos
- **Segundo Cuatrimestre**
    - Física II
    - Cálculo (Segunda parte)
    - Álgebra
    - Redes y Servicios de Telecomunicación
    - Análisis de Circuitos

Todas las asignaturas son cuatrimestrales, excepto “Cálculo”, que es anual. En las fichas docentes se puede encontrar información sobre el profesorado que imparte la asignatura, horarios, lugar, tutorías, contenidos y métodos de evaluación.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Física I**					**Código**	805960
Materia:	Física			**Módulo:**	Formación Básica		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	1º	**Semestre:**	1º
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**	4	**Problemas**	2	**Laboratorio**	-
Presencial	-		32 %		32 %		-
Horas Totales			35		18		-

Profesor Coordinador:	Rafael Hernández Redondo			**Dpto:**	FT
	Despacho:	03.308.0	**e-mail**	rafael.hernandez@fis.ucm.es	

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
Único	Rafael Hernández Redondo (38 h)	T P	Física Teórica	rafael.hernandez@fis.ucm.es almguill@ucm.es
	Almudena Guillén Sánchez (15)			

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
Único	L X V	11:30 – 13:00 12:30 – 14:00 12:30 – 13:30	2	**Rafael Hernández**: Despacho 03.308.0. M y X, de 9:00 a 12:00 **Almudena Guillén**: Jueves, de 14:00 a 16:00

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Manejar los esquemas conceptuales básicos de la Física: partícula, onda, campo eléctrico y magnético, sistema de referencia, energía, momento y leyes de conservación.
- Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
- Iniciarse en la formulación y resolución de problemas físicos sencillos, identificando los principios físicos relevantes y usando estimaciones de órdenes de magnitud.
- Consolidar la comprensión de las áreas básicas de la Física a partir de la observación, caracterización e interpretación de fenómenos y de la realización de determinaciones cuantitativas en experimentos prediseñados.

Breve descripción de contenidos

Mecánica newtoniana, trabajo y energía, campo eléctrico y magnético

Conocimientos previos necesarios
Los adquiridos de Matemáticas y Física en el Bachillerato.

Programa de la asignatura

1. **Campos escalares y vectoriales.**
   Magnitudes y unidades de medida. Magnitudes escalares y vectoriales. Introducción al cálculo vectorial. Gradiente, divergencia y rotacional.
2. **Cinemática.**
   Vectores velocidad y aceleración. Componentes de la aceleración. Movimiento de translación relativo: transformaciones de Galileo.
3. **Dinámica.**
   Leyes de Newton: Masa inercial. Momento lineal. Principio de Conservación del Momento lineal. Principio clásico de relatividad. Fuerzas de inercia. Momento de una fuerza y Momento Angular: Movimiento curvilíneo. Momento de una fuerza respecto de un punto. Momento angular. Fuerzas centrales.
4. **Trabajo y energía.**
   Energía cinética. Energía potencial. Concepto de gradiente. Fuerzas conservativas. Discusión de curvas de energía potencial. Fuerzas no conservativas y disipación de energía.
5. **Oscilaciones. Cinemática del oscilador armónico.**
   Cinemática de movimiento oscilatorio armónico. Fuerza y Energía. El péndulo simple. Composición de movimientos armónicos. Oscilaciones amortiguadas.
6. **El campo eléctrico.**
   La carga eléctrica: ley de Coulomb. Campo eléctrico y líneas de campo: teorema de Gauss. Potencial eléctrico: energía potencial eléctrica. El dipolo eléctrico. Conductores y dieléctricos: polarización eléctrica. Vector desplazamiento. Energía electrostática. Capacidad de un condensador. Conducción eléctrica: ley de Ohm.
7. **El campo magnético.**
   El experimento de Oersted: ley de Ampère. Inducción magnética. Fuerza de Lorentz. Dinámica de partículas cargadas en el seno de campos electromagnéticos. El dipolo magnético: par sobre una espira. Materiales magnéticos: imanación. Vector H.

Bibliografía ordenada alfabéticamente

Básica

- M. Alonso y E. J. Finn, "*Física".* 1995 Addison-Wesley Iberoamericana.
- F. W. Sears, M. W. Zemansky, H. D. Young, R. A. Freedman and A. Lewis Ford, "*Física universitaria"* (11ª Ed.) (Pearson Educación, Madrid 2004).
- R. A. Serway, "*Física"***,** 1er vol., 4ª Ed. (McGraw-Hill, Madrid, 2001).
- P. A. Tipler y G. Mosca, "*Física"***,** 1er vol., 6ª Ed. (Reverté, Barcelona, 2010).

Complementaria

- A. Fernández Rañada, "*Física Básica"*, (Alianza, Madrid, 2004).
- R. P. Feynman R.P., Leighton R.B. y Sands M., "*Física",* 1987, Ed. Addison Wesley
- S. M. Lea y J. R. Burke, "*La Naturaleza de las cosas",* (Paraninfo, 2001).
- C. Sánchez del Río, "*Los principios de la física en su evolución histórica"*, (Ed. Instituto de España, Madrid, 2004).

Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: http://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones (3 horas por semana).
- Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas (1,5 horas por semana).

En las lecciones de teoría se utilizará la pizarra y proyecciones con ordenador y transparencias. Ocasionalmente, estas lecciones se verán complementadas por experiencias en el aula o con simulaciones por ordenador y prácticas virtuales, que serán proyectadas en el aula.

Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el campus virtual.

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y trabajos específicos.

Evaluación

Realización de exámenes (N_f)	**Peso:**	70 %
Se realizará un examen final, en la fecha convocada para tal efecto. Este examen tendrá carácter obligatorio y podrá constar de una serie conceptos teóricos y/o problemas a resolver.		
Otras actividades (N_c)		30 %
Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que realizar unos ejercicios, como por ejemplo test o problemas, a lo largo del curso. Los ejercicios se realizarán de forma individual y serán convocados con suficiente antelación.		

Calificación final
La calificación final, *N*, se obtendrá de la mejor de las opciones: $$N = 0{,}3 \cdot N_c + 0{,}7 \cdot N_f$$ $$N = N_f$$ donde N_c es la nota obtenida en los controles-tests y N_f es la calificación obtenida en el examen final, ambas sobre 10. La calificación de la convocatoria extraordinaria se obtendrá de la misma manera.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Cálculo**				**Código**	805961	
Materia:	Matemáticas			**Módulo:**	Formación Básica		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	1º	**Semestre:**	Anual
Créditos (ECTS)	9	**Teóricos**	6	**Problemas**	3	**Laboratorio**	-
Presencial	-		32 %		32 %		-
Horas Totales			51		27		-

Profesor/a Coordinador/a:	Francesco Aprile		**Dpto:**	FT
	Despacho:	03.311.0	**e-mail**	faprile@ucm.es

Grupo	Profesor	T/P*	Dpto.	e-mail
A	1º Semestre: Francesco Aprile (36 h) Diego Voces Porteiro (6 h)	T y P P	FT	faprile@ucm.es divoces@ucm.es
	2º Semestre: Francesco Aprile (30 h) Diego Voces Porteiro (6 h)	T y P P	FT	

*: T: teoría, P: prácticas

Grupo	Horarios de clases				Tutorías (lugar y horarios)
	Semestre	Día	Horas	Aula	
A	1	M	9:00-10:30	2	**Francesco Aprile:** Despacho 03.311.0 M: 12:00 - 13:00, X: 10:00 - 13:00 **Diego Voces Porteiro**: Despacho 03.321.0 M: 15:00-17:00
		J	10:30-12:00		
	2	M	10:30-11:30	M3	**Francesco Aprile**: Despacho 03.311.0 M: 12:00 - 13:00, X: 13:00 - 16:00 **Diego Voces Porteiro**: Despacho 03.321.0 M: 15:00-17:00
		X	11:00-12:30		

(2h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación

- Consolidar los conocimientos previos de cálculo
- Desarrollar la capacidad de calcular y manejar límites y derivadas.
- Saber analizar funciones de una y varias variables y aprender a caracterizar sus extremos.
- Saber calcular integrales definidas e indefinidas de funciones de una y varias variables.
- Operadores vectoriales.

- Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería.
- Aptitud para aplicar los conocimientos sobre cálculo diferencial e integral en varias variables.

Breve descripción de contenidos

Límites de sucesiones y series. Breve repaso de continuidad de funciones y derivabilidad con aplicación a varias variables. Cálculo diferencial e integral en una y varias variables. Los principales teoremas del Cálculo Vectorial.

Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos en Matemáticas en el Bachillerato Científico y Tecnológico.

Programa de la asignatura

Primer Semestre:

1.- Introducción a los números
Números enteros, racionales y reales. Los números $\sqrt{2}$ y π. El supremo y el ínfimo de un conjunto. Aproximación decimal de números reales.

2.- Sucesiones y series numéricas
Límite de una sucesión. Series convergentes y divergentes. Series geométricas y telescópicas. Series de términos positivos: criterio de comparación, de la raíz, y del cociente. Series de términos con signo cualquiera. Convergencia absoluta. Series alternadas. La serie exponencial.

3.- Funciones de una variable
La parábola $f(x) = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$. Las funciones trigonométricas. Las funciones inversas: logaritmo y arctan. Definición de continuidad y de límite de una función en un punto. Existencia de ceros y de los valores intermedios para funciones continuas. Limites notables. Concepto de derivada. Regla de la cadena. Desarrollo de una función en series de Taylor. Cálculo de límites indeterminados mediante la regla de L'Hôpital y series de Taylor.

4.- Integral de una función
Concepto como área encerrada por una curva. Cálculo de primitivas. Integrales impropias. Integrales de funciones elementales. Resolución de integrales por medio de cambio de variables, integración por partes. Integración de funciones racionales, integración de funciones trigonométricas.

5.- Números complejos
Origen y concepto. Forma cartesiana, trigonométrica y exponencial. Fasores. Fórmula de De Moivre y prueba con series de potencias. Operaciones algebraicas: suma, resta, multiplicación y cociente. Raíces de números complejos. Polinomios. Polinomios de coeficientes reales. Exponenciación y logaritmos de números complejos. Funciones trigonométricas e hiperbólicas.

Segundo Semestre

6.- Resolución numérica de ecuaciones no lineales
Método de Newton-Raphson. Introducción a las aplicaciones contractivas: método de la función contractiva.

7.- Funciones de varias variables
Funciones escalares. Límites y continuidad. Curvas de nivel. La derivada direccional. Derivadas parciales. El gradiente. La matriz Hessiana. Series de potencias en dos variables. Diferenciales totales. Regla de la cadena. Estudio de puntos críticos en dos y tres variables. Punto crítico de silla. Máximos y mínimos en problemas con ligaduras. Multiplicadores de Lagrange.

8.- Integrales Múltiples
Introducción a las integrales dobles y triples. Distintos sistemas de coordenadas: cartesianas, polares, esféricas y cilíndricas. Cambios de variable: el Jacobiano. Integrales en coordenadas polares, cilíndricas y esféricas. Aplicaciones: volúmenes de revolución.

9.- Calculo Vectorial
Funciones escalares y vectoriales. Diferenciación de vectores. El gradiente. Cálculo en diferentes coordenadas. La derivada direccional. Integrales de línea. Campos conservativos.

10.- Teoremas del Cálculo Vectorial
La divergencia y el rotacional. Teorema de Green y de Gauss. Teorema de Stokes.

Bibliografía ordenada alfabéticamente

Básica

- R. Larson and B. H. Edwards, "*Cálculo*" (9ªedición) Ed. McGraw-Hill, 2010.
- J. Stewart, "*Cálculo diferencial e integral*", International Thomson Ed., 1999, ISBN: 968-7529-91-1
- J. Stewart, "*Cálculo Multivariable*", Ed. International Thomson, 2003, ISBN: 968-7529-52-0
- J. E. Marsden, A. J. Tromba, "*Cálculo Vectorial*". (5ª ed.), Ed. Prentice Hall Mary
- L. Boas, "*Mathematical Methods in the Physical Sciences*". Ed John Wiley and Sons. ISBN-13: 978-0471198260. También descargable en pdf en internet.

Complementaria

- M. Spivak, *"Cálculo Infinitesimal"*, Ed. Reverté, 1994, ISBN: 84-291-5136-2.

Recursos en internet

Se notificará en clase a los estudiantes el uso de Campus Virtual o/y páginas web editadas por el profesor.

Metodología

Clases de teoría en la pizarra donde se explicará la materia, incluyendo ejemplos y aplicaciones.

Clases de problemas (2 horas por semana).

Se utilizará exclusivamente la pizarra, excepto cuando el profesor quiera mostrar a los alumnos un programa de cálculo numérico o manipulación algebraica en las pantallas.

Los enunciados de los problemas se comunicarán a los alumnos con antelación a su resolución en clase.

Evaluación		
Realización de exámenes (*E*)	**Peso:**	80 %

Se hará un examen parcial aproximadamente a mitad del temario y un examen al final. Los contenidos del examen parcial se podrán preguntar también en el examen final, independientemente de la calificación que el alumno haya obtenido en el parcial. Si *P* es la calificación obtenida en el examen parcial y *F* la obtenida en el examen final, ambas en una escala de 0-10, la nota de exámenes E se obtendrá con la formula

$$E = 0{,}4 \cdot P + 0{,}4 \cdot F$$

Nótese que no dice **máximo de** en ningún lugar.

Otras actividades (*A*)	**Peso:**	20 %

El profesor tendrá en cuenta las siguientes actividades:

− Problemas entregados a lo largo del curso de forma individual o pequeños controles hechos en clase (a elección del profesor: una cosa, otra o ambas) y/o

− Participación en clase, ejercicios hechos en la pizarra por los alumnos.

Calificación final

La calificación final se obtendrá como $E + A$, donde *A* va de 0 a 2 y corresponde a la evaluación continua o de otras actividades. Hará falta obtener un 5 en $E + A$ para tener aprobada la asignatura. La nota de *A* se guardará para el examen extraordinario.

La calificación de la convocatoria extraordinaria se obtendrá siguiendo el mismo procedimiento de evaluación

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Informática**					**Código**	805962
Materia:	Informática			**Módulo:**	Formación Básica		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	1º	**Semestre:**	1º
Créditos (ECTS)	7.5	**Teóricos**	4	**Problemas**	1.5	**Laboratorio**	2
Presencial	-		32 %		32 %		70 %
Horas Totales			32		12		35

Profesor/a Coordinador/a:	Ana María González de Miguel		**Dpto:**	DSIA
	Despacho:	420 Bis Fac. Inf.	**e-mail**	ana.gonzalez@fdi.ucm.es

Grupo	**Profesor**	T/P	**Dpto.**	**e-mail**
Único	Ana María González de Miguel	T/P	DSIA	ana.gonzalez@fdi.ucm.es

*: T: teoría, P: prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
Único	M X	11:30-13:00 11:00-12:30	2	**Lugar**: Despacho 420 Bis de la Facultad de Informática. Semestre 1: L, 12:00 - 15:00 Semestre 2: X, 12:30 - 15:30 **Forma**: En cualquier otro horario avisando con antelación al mail ana.gonzalez@fdi.ucm.es, indicando el día y hora que se quiere tener las tutorías.

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	**Horarios de Laboratorio**			**Profesores**
	Días	**Horas**	**Lugar**	
L1	L	9.00 - 11.30	Aula de Informática (A15)	Ana María González de Miguel
L2	L	16:00 - 18:30		Ana María González de Miguel

* Las sesiones de laboratorio comenzarán la segunda semana de clase.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Capacidad de análisis de problemas y de aplicación de técnicas de resolución de problemas.
- Comprensión de la estructura de los sistemas informáticos.

- Comprensión de los distintos elementos que componen un programa informático y su importancia en la implementación de algoritmos.
- Saber utilizar las estructuras de control y los tipos de datos simples y estructurados en el desarrollo de programas.
- Saber diseñar un programa estructurando el código adecuadamente mediante el uso de subprogramas.
- Comprensión y manejo de un lenguaje de programación concreto.
- Manejo de un entorno de programación y sus herramientas para la edición, prueba y depuración de programas.
- Conocer las principales características y funcionalidades de los sistemas de almacenamiento.
- Conocer los conceptos básicos de los sistemas operativos.

Breve descripción de contenidos

Componentes de los sistemas informáticos. Resolución de problemas. Construcciones básicas de la programación estructurada. Tipos de datos estructurados. Programación modular. Memoria dinámica y punteros. Uso de entornos de programación y desarrollo. Documentación, prueba y depuración de programas. Almacenamiento persistente de datos: ficheros. Concepto de sistema operativo.

Conocimientos previos necesarios

Ninguno

Programa de la asignatura

1. **Introducción a las computadoras: hardware y software** (incluye concepto de sistema operativo).

2. **Algoritmos y resolución de problemas.**

3. **Introducción a la programación en lenguaje C**
   3.1. Tipos básicos de datos, variables y constantes.
   3.2. Rudimentos de entrada/salida.
   3.3. Sentencias de control.
   3.4. La abstracción procedimental.
      3.4.1. Procedimientos y funciones.
      3.4.2. Paso de parámetros.
   3.5. Arrays y cadenas de caracteres.
   3.6. Punteros y memoria dinámica.
   3.7. Programación modular.
   3.8. Tipos de datos estructurados.
   3.9. Archivos.
   3.10. Conceptos avanzados.
      3.10.1. Directivas.
      3.10.2. Macros.

Bibliografía ordenada alfabéticamente

- Brian W.Kernighan and Dennis M. Ritchie. "*C Programming Language. Second Edition*". Prentice Hall. 1988. https://www.cs.princeton.edu/~bwk/cbook.html

- Jens Gustedt. "*Modern C*". 2019. https://modernc.gforge.inria.fr
- Mark Burgess, Ron Hale-Evans. "*The GNU C Programming Tutorial*". Free Software Foundation. 2002. http://markburgess.org/CTutorial/GNU-ctut.pdf

Recursos en internet
Repositorio de problemas de programación *¡Acepta el reto!* (https://www.aceptaelreto.com) Campus Virtual de la UCM: https://www.ucm.es/campusvirtual/ Essential C: http://cslibrary.stanford.edu/101/ Pointers and Memory: http://cslibrary.stanford.edu/102/ Linked List Problems: http://cslibrary.stanford.edu/105/

Metodología
Durante este curso se impartirán algunas clases teórico/prácticas con el fin de que los alumnos adquieran unos conocimientos de programación aplicados a la resolución de problemas de acuerdo con una metodología docente que promueva la participación activa de los alumnos. Para ello, se realizarán distintas actividades de clase, apoyadas por el repositorio de problemas *¡Acepta el reto!* Y el campus virtual, tales como: respuesta a través de los foros a preguntas propuestas en clase, resúmenes e investigación de temas propuestos, realización de prácticas evaluadas al terminar algunos temas, y realización de cuestionarios o preguntas (individuales o en grupo).

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{Examen})	**Peso:**	60 %
Examen ordinario realizado en aula.		
Otras actividades (A_1)	**Peso:**	10 %
Problemas planteados en clase y en laboratorio (evaluación continua): • Participación y resolución de los problemas planteados en clase y en el laboratorio.		
Otras Actividades (A_2)	**Peso:**	30 %
Entrega de una o más prácticas obligatorias propuestas por el profesor: las prácticas se resolverán en grupos de dos personas y consistirá en un programa que ponga a prueba los conocimientos aprendidos. Se valorará la asistencia, actitud y habilidades demostradas en las sesiones de laboratorio (15 %). También se valorará la calidad de los informes presentados con cada práctica de laboratorio (15 %).		

Calificación final
La calificación final será: $$C_{final} = 0{,}1 \cdot A_1 + 0{,}3 \cdot A_2 + 0{,}6 \cdot N_{Examen}$$ En la convocatoria ordinaria, una calificación inferior a 5 en las actividades A_1 y A_2 implicará que estos bloques puntuarán como 0 en la nota final. Además, será necesario obtener una nota igual o superior a 5 en el examen para poder aprobar la asignatura. En caso de no hacerlo, la formula anterior saturará en 4,5.

Para la convocatoria extraordinaria, se abrirá un nuevo plazo de entrega de las prácticas. Las actividades realizadas dentro del proceso de evaluación continua (A1) no serán recuperables salvo casos excepcionales debidamente justificados. Como en la convocatoria ordinaria, será necesario obtener una nota igual o superior a 5 en el examen para poder aprobar la asignatura, saturándose la nota final en 4,5 en caso contrario.

Cualquier práctica, examen o ejercicio de evaluación continua que se considere *copia* supondrá el suspenso inmediato de la asignatura junto con las medidas disciplinarias correspondientes.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Circuitos Digitales**					**Código**	805963
Materia:	Informática			**Módulo:**	Formación Básica		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	1º	**Semestre:**	1º
Créditos (ECTS)	7.5	**Teóricos**	4.5	**Problemas**	2	**Laboratorio**	1
Presencial	-		32 %		32 %		70 %
Horas Totales			36		16		18

Profesor/a Coordinador/a:	José Luis Imaña Pascual			**Dpto:**	DACyA
	Despacho:	02.226.0	**e-mail**	jluimana@ucm.es	

Grupo	**Profesor**	T/P[1]	**Dpto.**	**e-mail**
Único	José Luis Imaña Pascual	T/P	DACyA	jluimana@ucm.es

[1]: T: teoría, P: prácticas o problemas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
Único	M J V	13:00 – 14:00 09:00 – 10:30 11:00 – 12:30	2	**J. L. Imaña**: Despacho 02.226.0 Semestre 1: M, 9:30 – 10:30 y 11:30 – 12:30; X,10:00 -11:00 Semestre 2: L, X, V, 9:00 – 10:00 **M. A. Sacristán** (msacri02@ucm.es): Desp. 02.223.0 M, 14:00 – 17:00 **C. González** (carlosgonzalez@fdi.ucm.es): Desp. 311 Fac. de Informática, M, 10:00 – 11:00; J, 10:00 – 12:00 **S. Esteban** (sesteban@ucm.es)**:** Desp. 02.240.0 L, M y J, 10:00 - 12:00

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	**Horarios de Laboratorio**			**Profesores**
	Días	Horas	Lugar	
L1	X	09:00 – 11:00	Laboratorio de Sistemas Digitales (02.241.B)	Miguel Ángel Sacristán Martínez
L2	J	14:30 – 16:30		Carlos González Calvo
L3	V	09:00 – 11:00		Carlos González Calvo
L4	M	14:30 – 16:30		Segundo Esteban San Román

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Conocer y manejar los distintos tipos de representación de la información en un computador.
- Conocer y manejar los distintos módulos combinacionales y secuenciales básicos, así como ser capaz de analizar, especificar e implementar sistemas combinacionales y secuenciales utilizando dichos módulos.
- Conocer el diseño electrónico automatizado.

Breve descripción de contenidos

Representación de la información, especificación e implementación de sistemas combinacionales y secuenciales, introducción a las herramientas de diseño electrónico automatizado.

Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos en el Bachillerato.

Programa de la asignatura

Representación de la información.
Sistemas analógicos y digitales. Sistemas de numeración. Aritmética binaria. Sistemas octal y hexadecimal. Conversión de bases. Complemento a 1, complemento a 2 y Magnitud y signo. Aritmética en Complemento a 2. BCD, Exceso-3, Gray y ASCII. Aritmética en punto flotante.

Especificación de sistemas combinacionales.
Especificación mediante funciones de conmutación. Tablas de verdad. Especificación mediante expresiones de conmutación. Álgebra de Boole. Manipulación algebraica de expresiones de conmutación. Formas canónicas. Mapas de Karnaugh. Simplificación de expresiones de conmutación.

Implementación de sistemas combinacionales.
Puertas lógicas. Conjuntos universales de módulos. Síntesis y análisis de redes de puertas. Diseño con distintos tipos de puertas. Ejemplos de síntesis y análisis.

Módulos combinacionales básicos.
Decodificador. Codificador. Multiplexor. ROM. PAL/PLA. Aplicaciones al diseño. Sumador/restador. Unidad Aritmético-Lógica (ALU).

Especificación de sistemas secuenciales síncronos.
Concepto de estado. Diagramas de estados. Cronogramas. Máquinas de Mealy y Moore. Reducción de estados.

Implementación de sistemas secuenciales síncronos.
Biestables SR por nivel y flanco. Biestable D. Biestable J-K. Biestable T. Implementación con biestables. Diseño de reconocedores, generadores y contadores.

Módulos secuenciales básicos.
Registros. Registros de desplazamiento. Contadores. Diseño con registros y contadores.

Bibliografía

Básica

- T.L. Floyd, "*Fundamentos de Sistemas Digitales"*. Prentice Hall, 2000.
- C.H. Roth, Jr., "*Fundamentos de Diseño Lógico"*. Thomson, 2004.
- D.D. Gajski, "*Principios de Diseño Digital"*. Prentice Hall, 1997.

- R. Hermida, F. Sánchez, E. Pastor, A. M. del Corral, "*Fundamentos de Computadores"*. Síntesis, 1998.
- R.J. Tocci, N.S. Widmer, "*Sistemas Digitales. Principios y aplicaciones"*. Prentice Hall, 2003.

Complementaria

- C. Baena, M.J. Bellido, A.J. Molina, M.P. Parra, M. Valencia, "*Problemas de Circuitos y Sistemas Digitales"*. McGraw-Hill, 1997.
- A. Cuesta, J.I. Hidalgo, J. Lanchares, J.L. Risco, "*Problemas de fundamentos y estructura de computadores"*. Prentice Hall, 2009.

Recursos en internet
En Campus Virtual de la UCM: http://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones.
- Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas.
- Sesiones de laboratorio (durante las últimas 9 semanas).

En las lecciones de teoría se utilizarán proyecciones con ordenador y en las clases de problemas se utilizará la pizarra.

Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el Campus Virtual.

En el laboratorio, el alumno realizará prácticas relacionadas con los contenidos de la asignatura, cuyos enunciados se suministrarán con antelación. Se utilizará un software de diseño electrónico automatizado y se realizarán implementaciones con circuitos integrados. El alumno deberá traer preparada la práctica a realizar en el laboratorio. Al final de cada sesión, el alumno deberá presentar al profesor la práctica realizada para comprobar su funcionamiento. En una de las sesiones de laboratorio se realizará una prueba evaluable según se especifica en el apartado de "Evaluación".

Entre las prácticas a realizar se encuentra el diseño y simulación (utilizando Xilinx ISE) y el montaje (utilizando entrenador) de:

- Circuitos combinacionales usando puertas lógicas
- Sistema combinacional utilizando multiplexores
- Circuito secuencial reconocedor de secuencias

Como parte de la evaluación continua, se podrán proponer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos. También se podrá proponer la entrega de las memorias correspondientes a las prácticas realizadas en el laboratorio.

Evaluación

Realización de exámenes (N_{ex})	**Peso:**	70 %

Se realizará un examen final. El examen tendrá una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase).

Para la realización de la parte del examen correspondiente a cuestiones teórico-prácticas, no se podrán utilizar apuntes ni libros.

Para la realización de la parte del examen correspondiente a problemas, se podrán utilizar los apuntes de clase disponibles en el Campus Virtual.

Otras actividades (N_{ec})	**Peso:**	10 %

Como parte de la evaluación continua, se podrán proponer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos. También se podrá proponer la entrega de las memorias correspondientes a las prácticas realizadas en el laboratorio.

Otras actividades (N_{lab})	**Peso:**	20 %

Realización de prácticas en el laboratorio, cuya asistencia será obligatoria. Se valorarán la preparación y el correcto funcionamiento de la práctica realizada en cada sesión. También se tendrán en cuenta la actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones.

En una de las sesiones de laboratorio se realizará una prueba (en la que no se podrán utilizar libros ni apuntes) consistente en el diseño e implementación de un circuito correspondiente a un enunciado propuesto. La calificación de dicha prueba corresponderá a 1/2 de la calificación total de las prácticas de laboratorio.

Calificación final

La calificación final se obtendrá de la siguiente forma:

$$C_{Final} = 0.7 \cdot N_{ex} + 0.2 \cdot N_{lab} + 0.1 \cdot N_{ec}$$

donde N_{ex} es la calificación correspondiente al examen final, N_{ec} es la calificación correspondiente a la evaluación continua y N_{lab} es la calificación de las prácticas de laboratorio. Para aprobar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al examen final, N_{ex}. En caso de no obtenerse esta calificación mínima, se calificará esta parte con $N_{ex} = 0$ puntos.

Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Tratamiento y Análisis de Datos**					**Código**	805964
Materia:	Fundamentos de la Electrónica			**Módulo:**	Fundamental		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	1º	**Semestre:**	1º
Créditos (ECTS)	4.5	**Teóricos**	2.5	**Problemas**	1	**Laboratorio**	1
Presencial	-		32 %		32 %		70 %
Horas Totales			20		8		18

Profesor/a Coordinador/a:	Teresa Losada Doval		**Dpto:**	FTA
	Despacho:	04.107.0	**e-mail**	tlosadad@ucm.es

Grupo	**Profesor**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	Teresa Losada Doval	T/P	FTA	tlosadad@ucm.es

*: T: teoría, P: prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	M	10:30-11:30	2	**Teresa Losada:** Despacho 04.107. 0 Semestre 1 y 2: M, 11:30-14:30 **Carlos Ordoñez** (calordo@ucm.es): Despacho 00.320.0, Semestre 1: J:10:30 – 11:30 y 14:00-16:00 **F. Javier Pavón** (fjpavon@ucm.es)**:** Despacho 04.106.0, Semestre 1: L y X de 10.30 a 12.00
	J	12:00-13:00		

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	**Horario de Laboratorio**			**Profesores**
	Días	**Horas**	**Lugar**	
L1	L	14:00 – 16:00	Aula de Informática (15)	Carlos Ordóñez García
L2	V	14:30 – 16:30	Aula de Informática (3)	Teresa Losada Doval
L3	V	14:30 – 16:30	Aula de Informática (2)	F. Javier Pavón Carrasco

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
• Comprender y dominar los conceptos básicos del análisis de datos en Electrónica Comunicaciones: variables aleatorias y distribuciones de probabilidad. • Entender el procesamiento de datos de instrumentos electrónicos de medida: cálculo de errores, tolerancia, representación y ajuste de datos medidos, etc. • Entender el significado y utilidad de conceptos básicos del tratamiento de datos como media, varianza, correlación, etc. • Saber generar muestras de diferentes tipos de variables y conjuntos de variables aleatorias. • Entender la noción de ruido y tolerancia, su uso y los tipos más habituales.

Breve descripción de contenidos
Variables aleatorias. Funciones de probabilidad. Tipo de ruido y errores. Procesamiento de datos.

Conocimientos previos necesarios
Los adquiridos en Matemáticas en el Bachillerato Científico y Tecnológico.

Programa de la asignatura
1. Estadística descriptiva: Fundamentos de estadística descriptiva. Variables estadísticas. Distribuciones de frecuencias. Representaciones gráficas. Medidas estadísticas. **2. Caracterización de datos experimentales:** Error absoluto y relativo. Precisión y exactitud. Ruido, error e incertidumbre. **3. Ajuste de datos experimentales.** Regresión lineal simple. Ajuste de una recta de regresión. Covarianza y coeficientes de regresión. Correlación lineal. Coeficiente de correlación lineal y varianza residual. Ajuste de datos experimentales a curvas. Introducción a filtros. Cálculo de errores de medida y cifras significativas. **4. Distribuciones de probabilidad:** Leyes de probabilidad. Descripción de las variables aleatorias. Medidas características de una variable aleatoria. Distribuciones discretas y continuas de probabilidad. Tipos de distribuciones. **5. Muestreo de variables aleatorias:** Métodos de muestreo de variables aleatorias. Contraste de hipótesis. Método de Montecarlo. Inferencia sobre la regresión y la correlación. Cuantificación de la incertidumbre aleatoria de las medidas experimentales. **Programa práctico** • Introducción al lenguaje de programación MATLAB • Estadística descriptiva • Medidas características • Regresión y correlación lineal • Cálculo de errores y ajustes de curvas

- Distribuciones de probabilidad
- Muestreo de variables aleatorias

Bibliografía

Básica

- Gorgas, Cardiel y Zamorano, "*Estadística Básica para Estudiantes de Ciencias".* 2009
- Peyton Z. Peebles, Jr. "*Principios de Probabilidad, Variables Aleatorias y Señales Aleatorias"*, 4ª ed. Mc Graw-Hill, 2006.
- A. Papoulis y S. U. Pillai. *"Probability, Random Variables, and Stochastic Processes,"* 4ª ed. McGraw-Hill, 2002.
- Scott L. Miller, Donald Childers. *"Probability and random processes: with applications to signal processing and communications",* Elsevier Academic Press, cop. 2012.
- *"Probabilidad y Estadística,"* Walpole & Myers, McGraw-Hill 1992
- *"Probabilidad y Estadística,"* Spiegel, McGraw-Hill 1991

Recursos en internet

Campus Virtual de la UCM: https://www.ucm.es/campusvirtual

Enlaces interesantes:

- http://onlinestatbook.com/rvls.html
- http://www.math.uah.edu/stat/
- MATLAB con licencia para estudiantes de la UCM: https://ssii.ucm.es/matlab-1

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones.
- En algunos casos, se podrá apoyar la teoría con vídeos explicativos
- Clases prácticas de problemas en el aula.
- Clases prácticas dirigidas en el aula de informática.

Todo el material de teoría y prácticas proyectado en clase estará disponible en el campus virtual. Los estudiantes dispondrán de los enunciados de los problemas y prácticas con anterioridad a su resolución en clase. Las dudas sobre teoría y problemas de la asignatura podrán ser consultadas en el despacho de los profesores en horario de tutorías.

Evaluación		
Realización de exámenes (*E*)	**Peso:**	60 %

El examen final consistirá en una prueba con preguntas teórico-prácticas y problemas, con la posibilidad de que alguno de los problemas se resuelva con un ordenador, utilizando MATLAB.

Otras actividades (*OA*)	**Peso:**	40 %

Se calificarán los resultados obtenidos en la realización de las prácticas de laboratorio mediante la entrega de ejercicios en horario de clase, utilizando MATLAB así como la realización de un examen de prácticas durante la última sesión del curso. Cada uno de estos ítems se calificará de 0 a 10.

Como parte de la evaluación continua, se propondrán ejercicios en la clase de teoría que los alumnos entregarán durante la propia sesión y se calificarán de 0 a 10.

Si EC es la puntuación de los ejercicios de evaluación continua entregados en clase, P es la puntuación de los ejercicios entregados en las prácticas de laboratorio y E_p la puntuación del examen de prácticas, la puntuación de otras actividades (OA) vendrá dada por la fórmula:

$$OA = 0{,}125 \cdot EC + 0{,}4375 \cdot P + 0{,}4375 \cdot E_p$$

Como el peso de OA es del 40% de la nota final de la asignatura, EC contribuirá a esa nota final con 0.5 puntos, mientras que P y E_p contribuirán con 1.75 cada una.

Calificación final

Convocatoria ordinaria:

Si *E* es la nota del examen y *OA* la puntuación obtenida de otras actividades, la calificación final *CF* vendrá dada por la fórmula:

$$CF = 0{,}4 \cdot OA + 0{,}6 \cdot E$$

Será necesario obtener un 4 sobre 10 en el examen para poder aprobar la asignatura. En caso de no alcanzarla, la calificación final será la nota del examen, *E*.

Convocatoria extraordinaria:

Se realizará un examen similar al de la convocatoria ordinaria (E_{ext}) que contará el 60% de la nota.

Aquellos estudiantes que tengan menos de un 5 sobre 10 en la parte de otras actividades (*OA*) en la convocatoria ordinaria podrán realizar una prueba con MATLAB (*M*) el día del examen de la convocatoria extraordinaria.

En esta convocatoria el estudiante obtendrá como calificación final el valor más alto calculado a partir de las siguientes dos posibilidades:

$$CF_{ext1} = 0{,}4 \cdot OA + 0{,}6 \cdot E_{ext}$$

$$CF_{ext2} = 0{,}4 \cdot M + 0{,}6 \cdot E_{ext}$$

Será necesario obtener un 4 sobre 10 en el examen para poder aprobar la asignatura. En caso contrario, la calificación final será la nota del examen, E_{ext}.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Física II**				**Código**	805965	
Materia:	Física			**Módulo:**	Formación Básica		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	1º	**Semestre:**	2º
Créditos (ECTS)	7.5	**Teóricos**	5	**Problemas**	2.5	**Laboratorio**	-
Presencial	-		32 %		32 %		-
Horas Totales			43		23		-

Profesor Coordinador:	Por determinar		**Dpto:**	FT
	Despacho:		**e-mail**	

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
Único	Por determinar	T/P	FT	

*: T: teoría, P: prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
Único	L J V	09:00 – 11:00 09:00 – 10:30 10:00 – 11:30	M3	Por determinar

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas, y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
- Iniciarse en la formulación y resolución de problemas físicos sencillos, identificando los principios físicos relevantes y usando estimaciones de órdenes de magnitud.
- Consolidar la comprensión de las áreas básicas de la Física a partir de la observación, caracterización e interpretación de fenómenos y de la realización de determinaciones cuantitativas en experimentos prediseñados.

Breve descripción de contenidos

Electromagnetismo, Ondas, conceptos de Óptica Física, Termodinámica e introducción a la Física Cuántica.

Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos de Matemáticas y Física en los cursos Bachillerato. Física I

Programa de la asignatura

1. **Inducción electromagnética.**
   Inducción electromagnética: ley de Faraday. Autoinducción e inducción mutua. Transformadores. Energía magnética. Circuitos de corriente continua. Circuitos de corriente alterna: conceptos básicos. Corriente de desplazamiento: ecuaciones de Maxwell.
2. **Movimiento ondulatorio.**
   Tipos de ondas. Magnitudes características. Ecuación de ondas. Energía y potencia de una onda. Velocidad de fase y velocidad de grupo. Interferencia de ondas.
3. **Ondas electromagnéticas.**
   Ondas planas en el vacío. Energía y momento. Ondas electromagnéticas en la materia. El espectro electromagnético. Radiación de una carga oscilante.
4. **Conceptos básicos de óptica física**.
   Reflexión y refracción. Dispersión. Polarización. Difracción.
5. **Introducción a la física cuántica.**
   Cuantos de energía. Efecto fotoeléctrico. Efecto Compton. Dualidad onda-partícula. Principio de incertidumbre. Ecuación de ondas de Schrödinger. El electrón en el espacio libre. El pozo de potencial de paredes infinitas. El átomo: niveles de energía atómicos. Emisión y absorción de radiación por la materia.
6. **Termodinámica.**
   Calor y temperatura: Temperatura y equilibrio térmico. Ley de los gases ideales. Teoría cinética de los gases. Concepto de calor. Calor específico. Mecanismos de transferencia de calor. Primer principio y Segundo Principio de la Termodinámica.

Bibliografía ordenada alfabéticamente

Básica

- M. Alonso y E. J. Finn, "*Física".* 1995 Addison-Wesley Iberoamericana.
- R. A. Serway, "*Física"***,** 1er vol., 4ª Ed. (McGraw-Hill, Madrid, 2001).
- P. A. Tipler y G. Mosca, "*Física"***,** 1er vol., 6ª Ed. (Reverté, Barcelona, 2010).
- F. W. Sears, M. H. Zemansky, H. D. Young y R. A. Freedman and A. Lewis Ford, "*Física universitaria"* (11ª Ed.) (Pearson Educación, Madrid 2004).

Complementaria

- R. P. Feynman R.P., Leighton R.B. y Sands M., "*Física",* 1987, Ed. Addison Wesley
- A. Fernández Rañada, "*Física Básica"*, (Alianza, Madrid, 2004).
- S. M. Lea y J. R. Burke, "*La Naturaleza de las cosas"***,** (Paraninfo, 2001).
- C. Sánchez del Río, "*Los principios de la física en su evolución histórica"*, (Ed. Instituto de España, Madrid, 2004).

Recursos de Internet
En Campus Virtual de la UCM: http://www.ucm.es/campusvirtual Samuel J. Ling, William Moebs y Jeff Sanny, University physics. Volume 2 and 3, Rice University, Houston, Texas, 2010. Acceso online: https://openstax.org/details/books/university-physics

Metodología
Se desarrollarán las siguientes actividades formativas: • Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones (3 horas por semana). • Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas (1,5 horas por semana). En las lecciones de teoría se utilizará la pizarra y proyecciones con ordenador. Ocasionalmente, estas lecciones podrán verse complementadas con vídeos o prácticas virtuales, que serán proyectadas en el aula. Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el campus virtual. Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que realizar cuestionarios de ejercicios y se fomentará su participación activa en el aula, especialmente en las clases de problemas.

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{Final})	**Peso:**	70 %
Se realizará un examen parcial (aproximadamente a mediados del semestre) y un examen final. El examen parcial tendrá una estructura similar al examen final. La calificación final, relativa a exámenes, N_{Final}, se obtendrá de la mejor de las opciones: $$N_{Final} = 0{,}3 \cdot N_{Ex_Parc} + 0{,}7 \cdot N_{Ex_Final}$$ $$N_{Final} = N_{Ex_Final}$$ donde N_{Ex_Parc} es la nota obtenida en el examen parcial y N_{Ex_Final} es la calificación obtenida en el examen final, ambas sobre 10. Para la realización de los exámenes, se podrá consultar una hoja resumen elaborada por cada persona.		
Otras actividades (A)	**Peso:**	30 %
Cuestionarios de ejercicios entregados a lo largo del curso realizados de forma individual. Participación en clases.		

Calificación final
La calificación final será la mejor de las opciones $$C_{Final} = 0{,}7 \cdot N_{Final} + 0{,}3 \cdot A$$ $$C_{Final} = N_{Final}$$ donde A corresponde a las calificaciones de las actividades de evaluación continua y N_{Final} es la correspondiente a la realización de exámenes. Para superar la asignatura C_{Final} debe ser mayor o igual que 5 y N_{Final} mayor o igual que 4. Si no se alcanzase un 4 en N_{Final}, $C_{Final} = N_{Final}$.

La calificación de la convocatoria extraordinaria se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Álgebra**					**Código**	805966
Materia:	Matemáticas			**Módulo:**	Formación Básica		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	1º	**Semestre:**	2º
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**	4	**Problemas**	2	**Laboratorio**	-
Presencial	-		32%		32%		-
Horas Totales			35		18		-

Profesor/a Coordinador/a:	M. Ángeles Gómez Flechoso		**Dpto:**	FTA
	Despacho:	00.324.0	**e-mail**	magflechoso@ucm.es

Grupo	**Profesor**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	M. Ángeles Gómez Flechoso	T/P	FTA	magflechoso@ucm.es

*: T: teoría, P: prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	L	11:00-12:30	M3	Despacho 00.324.0 Semestre 1 y 2: M, J: 12:30 – 14:00
	M	11:30-12:30		
	J	10:30-12:00		

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Consolidar conocimientos previos de álgebra.
- Entender los conceptos de espacio vectorial y espacio euclidiano.
- Entender la noción de aplicación lineal y su uso en transformaciones geométricas y en la resolución de sistemas lineales.
- Diagonalizar matrices mediante el cálculo de los correspondientes valores y vectores propios.
- Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre álgebra lineal.

Breve descripción de contenidos
Espacios Vectoriales. Transformaciones lineales. Formulación Matricial. Diagonalización de matrices

Conocimientos previos necesarios
Los adquiridos en Matemáticas en el Bachillerato Científico y Tecnológico.

Programa de la asignatura

1. **Introducción.**

   Nociones de matrices y determinantes. Sistemas de ecuaciones lineales y métodos matriciales de resolución.

2. **Espacios Vectoriales.**

   Definición. Operaciones y propiedades. Dependencia e independencia lineal. Sistemas generadores y bases. Dimensión. Cambio de base. Subespacios vectoriales. Operaciones con subespacios vectoriales.

3. **Aplicaciones lineales.**

   Definición y propiedades. Representaciones matriciales de una aplicación lineal. Cambio de base. Núcleo e imagen. Operaciones con aplicaciones.

4. **Diagonalización de endomorfismos.**

   Polinomio característico. Valores y vectores propios. Diagonalización y subespacios invariantes.

5. **Espacios euclídeos.**

   Espacios euclídeos. Ortogonalidad entre vectores y subespacios. Bases ortogonales y ortonormales. Concepto de proyección ortogonal.

Bibliografía ordenada alfabéticamente

Básica

- R. Larson, B. H. Edwards, D. C. Falvo, "*Álgebra Lineal"*, Pirámide, 2004.
- D. C. Lay, "*Álgebra Lineal y sus Aplicaciones"*, Thomson, 2007.
- https://apuntesuniversidad.jimdofree.com/presentación/apuntes-de-álgebra-lineal-giec/

Complementaria

- J. de Burgos Román, "*Álgebra Lineal: Definiciones, Teoremas y Resultados"*, García Maroto Ed., 2007
- S. Lipschutz, "*Álgebra Lineal"*, 2ª Edición, Schaum, Mc Graw Hill, 1992
- G. Strang, "*Linear Algebra and its Applications"*, Brooks Cole, International Edition, 2004.
- https://apuntesuniversidad.jimdofree.com/presentación/álgebra-lineal/

Recursos en internet
Campus Virtual de la UCM: https://www.ucm.es/campusvirtual Calculadora de matrices y sistemas de ecuaciones: https://matrixcalc.org/es/ Calculadora de matrices: https://www.desmos.com/matrix GeoGebra: https://www.geogebra.org/

Metodología
Se desarrollarán las siguientes actividades formativas: • Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones. • Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas. En las lecciones de teoría se utilizará la pizarra que se completará con proyecciones con ordenador. Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el campus virtual.

Evaluación		
Realización de exámenes ($N_{Final,Ex.}$)	**Peso:**	75 %

Se realizarán un examen parcial sobre los contenidos explicados hasta esa fecha, y un examen final. El examen parcial tendrá una estructura similar a la del examen final. El examen final consistirá en una serie de cuestiones y problemas sobre los contenidos explicados durante el curso. La calificación final, relativa a exámenes, $N_{Final,Ex.}$, se obtendrá como:

$$N_{Final,Ex.} = 0{,}6 \cdot N_1 + 0{,}4 \cdot N_{F2} \qquad \text{con} \qquad N_1 = max(N_P, N_{F1})$$

donde N_P es la nota obtenida en el examen parcial, N_{F1} es la calificación obtenida en el examen final relacionada con la materia que se examinó en el parcial, y N_{F2} la calificación en el examen final correspondiente a la materia que no se examinó en el parcial. Todos los exámenes se evaluarán sobre 10.

Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.

Otras actividades (OA)	Peso:	25 %

Se realizarán, entre otras, las siguientes actividades de evaluación continua:

- Realización de Test en el Campus Virtual, cuestiones breves y/o presentación de ejercicios propuestos por el profesor (75 %).
- Participación activa en clase y/u otras actividades (25 %).

Calificación final

La calificación final será la suma ponderada de los dos apartados anteriores, esto es:

$$C_F = 0{,}75 \cdot N_{Final,Ex.} + 0{,}25 \cdot OA$$

donde OA corresponde a la calificación de Otras Actividades y $N_{Final,Ex.}$ es la correspondiente a la realización de exámenes.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Redes y Servicios de Telecomunicación**					**Código**	805968
Materia:	Redes			**Módulo:**	Redes y Sistemas		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	1º	**Semestre:**	2º
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**	4	**Problemas**	2	**Laboratorio**	
Presencial	-		32 %		32 %		
Horas Totales			35		18		

Profesor/a Coordinador/a:	Miguel Ángel Sacristán Martínez		**Dpto:**	DACyA
	Despacho:	02.223.0	**e-mail**	msacri02@ucm.es

Grupo	**Profesor**	T/P[1]	**Dpto.**	**e-mail**
único	Miguel Ángel Sacristán Martínez	T/P	DACyA	msacri02@ucm.es

[1]: T: teoría, P: prácticas o problemas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	M X J	12:30-14:00 12:30-14:00 12:00-13:00	M3	Semestres 1 y 2: M: 9:00-12:00 y 14:00-17:00

(1h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, …

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Describir los niveles de una arquitectura de comunicación estratificada.
- Describir las arquitecturas básicas de un centro de conmutación.
- Conocer los principales dispositivos de implementación e interconexión de redes.
- Describir la funcionalidad de las redes de señalización.
- Conocimiento de los fundamentos de la planificación, dimensionado de redes en función de parámetros de tráfico.
- Definir los principios y modelos básicos aplicados en ingeniería de tráfico.
- Comprensión de los aspectos fundamentales de la seguridad en redes.
- Conocimiento de la normativa y regulación aplicable a Redes.
- Capacidad de concebir, desplegar, organizar y gestionar redes, sistemas e infraestructuras de telecomunicación.

Breve descripción de contenidos
Introducción a las redes de telecomunicación. Arquitecturas de comunicación estratificadas en niveles. Capa física. Arquitectura de los centros de conmutación. Señalización en redes de telecomunicación. Principios de ingeniería de tráfico. Tráfico y control de red. Normalización. Introducción a los servicios y a la Calidad de Servicio (QoS).
Conocimientos previos necesarios
Los adquiridos en Matemáticas en el Bachillerato Científico y Tecnológico.

Programa de la asignatura
Tema 1. Introducción a las redes y servicios de Telecomunicación: Modelo de capas.
Tema 2. Modelos de conmutación: circuitos, paquetes, etc.
Tema 3. Medios de transmisión e interconexión de redes.
Tema 4. Protocolos de señalización.
Tema 5. Planificación y dimensionado de redes: introducción a modelado e ingeniería de tráfico.
Tema 6. Introducción a la seguridad en infraestructura: seguridad física.
Tema 7. Normativa europea y española para el despliegue y la gestión de redes.

Bibliografía ordenada alfabéticamente
Bibliografía Básica ● L. L. Peterson, B. S. Davie. *"Computer Networks: A Systems Approach",* 5th edition. Morgan Kaufmann 2011. ● A. S. Tanenbaum. D.J. Wetherall. "*Computer Networks***"**. 5th Edition. Pearson 2011. ● Nevio Benvenuto, Michele Zorzi. "*Principles of Communications Networks and Systems*". John Wiley & Sons. 2011 **Bibliografía Complementaria** ● ETSI ITU IETF Forums. *"Normas Internacionales"* ● ETSI. *"Quality of Service (QoS) Framework and Requirements".* 2005. http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/185000_185099/185001/01.01.01_60/ts_185001v010101p.pdf ● V. B. Iversen. "*Teletraffic Engineering And Network Planning***"**. DTU Course. Technical University of Denmark 2010. ftp://ftp.dei.polimi.it/users/Flaminio.Borgonovo/Teoria/teletraffic_Iversen.pdf

Recursos en internet
En Campus Virtual de la UCM: https://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología
Se desarrollarán las siguientes actividades formativas: ● Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones. ● Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas. En las lecciones de teoría se utilizarán proyecciones con ordenador y en las clases de problemas se utilizará la pizarra. Se suministrarán a los estudiantes series de

enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el Campus Virtual.

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos.

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{Final})	**Peso:**	70 %

Se realizará un examen final. El examen constará de una serie de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase).

Para la realización de la parte del examen no se podrán utilizar apuntes ni libros.

Otras actividades (A_1)	**Peso:**	30 %

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos de carácter individual o colectivo.

Calificación final

La calificación final será la mejor de las opciones

$$C_{Final} = 0{,}7 \cdot N_{Final} + 0{,}3 \cdot A_1$$

$$C_{Final} = N_{Final}$$

donde A_1 corresponde a las calificaciones de las actividades de evaluación continua y N_{Final} es la correspondiente a la realización de exámenes.

En cualquiera de los casos, para aprobar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al examen final. En caso contrario, la calificación final sería la nota del examen.

La calificación de la convocatoria extraordinaria se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Análisis de Circuitos**					**Código**	805967
Materia:	Física			**Módulo:**	Formación Básica		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	1º	**Semestre:**	2º
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**	4	**Problemas**	1	**Laboratorio**	1
Presencial	-		32 %		56 %		70 %
Horas Totales			32		14		18

Profesor/a Coordinador/a:	Enrique San Andrés Serrano		**Dpto:**	EMFTEL
	Despacho:	03.111.0	**e-mail**	esas@ucm.es

Grupo	**Profesor**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
A	Enrique San Andrés Serrano	T/P	EMFTEL	esas@ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
A	M X V	9:00 - 10:30 14:00 - 15:00 9:00 - 10:00	M3	**E. San Andrés:** Despacho 03.111.0 Semestres 1 y 2: L, 12:00-14:00; V, 11:30-12:30 Tutorías en línea a través del Campus Virtual: L, 9:00-12:00, V, 12:30-13:30 **I. Mártil** (imartil@ucm.es): Despacho 03.109.0, V: 10:00-13:00 **F. J. Franco** (fjfranco@fis.ucm.es): Despacho 03.206.0, M:14:30 – 17:30. **R. Benítez** (rafaeben@ucm.es)**:** Despacho 03.114.0, X: 11:30-13:00

Grupo	**Horarios de Laboratorio**			**Profesores**
	Días	**Horas**	**Lugar**	
L1	L	12:30-14:30	Laboratorio de Electrónica (S1.109.0)	Benítez Fernández, Rafael
L2	X	9:00-11:00		Mártil de la Plaza, Ignacio
L3	J	13:00-15:00		Franco Peláez, Francisco J.
L4	V	11:30-13:30		Benítez Fernández, Rafael

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Capacidad de analizar y resolver circuitos de corriente continua y alterna.
- Capacidad para analizar y resolver circuitos en el dominio del tiempo y frecuencia.

- Capacidad para simular y analizar circuitos.

Breve descripción de contenidos

Técnicas de análisis de circuitos en el dominio del tiempo y la frecuencia

Programa de la asignatura

1. **Elementos de un circuito y métodos de análisis en corriente continua:** Resistencias, fuentes de voltaje y de corriente, fuentes dependientes. Leyes de Kirchhoff. Técnicas de análisis: combinación de elementos, análisis por nodos, análisis por mallas, principio de superposición, teoremas de Thévenin y Norton. El amplificador operacional ideal. Circuitos simples con amplificadores operacionales. Análisis de circuitos asistido por ordenador.
2. **Análisis en el dominio del tiempo:** Respuesta transitoria de circuitos con condensadores e inductancias. Circuitos de primer orden. Introducción a los circuitos de segundo orden.
3. **Análisis en el dominio de la frecuencia:** Excitación sinusoidal. Fasores. Impedancia. Potencia compleja. Resonancia. Introducción al filtrado de señales.
4. **Redes bipuerto:** parámetros generales y transformaciones. Inductancias acopladas magnéticamente. Transformador lineal. Transformador ideal.
5. **Introducción a los circuitos no lineales**.

Bibliografía

Básica

1. W.H. Hayt, J.E. Kemmerly, S.M. Durban. "*Análisis de Circuitos en Ingeniería"*. 8ª ed. Mc Graw Hill 2012.
2. C.K. Alexander, M.N.O. Sadiku, "*Fundamentos de circuitos eléctricos*". 5ª ed. Mc Graw Hill 2013.
3. A. Agarwal, J. H. Lang. "*Foundations of analog and digital electronic circuits."* Morgan Kaufmann, Elsevier, 2005.

Complementaria

4. T.L. Floyd, "*Electronics Fundamentals: Circuits, devices and Applications*", Prentice Hall 2004
5. M. Nahvi, J.A. Edminister. "*Circuitos Eléctricos"*. Schaum Mc Graw Hill. 2005.

Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: http://www.ucm.es/campusvirtual

A través del campus virtual se suministrarán a los estudiantes tanto material de estudio como relaciones de problemas (propuestos y resueltos) para su trabajo autónomo. Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que realizar tareas tales como problemas, cuestionarios y/o trabajos específicos de simulación que podrán desarrollar o bien en el aula de Informática de la Facultad o bien en ordenadores particulares.

Para potenciar el autoaprendizaje de la simulación de circuitos electrónicos se pondrán a disposición de los alumnos vídeos online en la plataforma YouTube donde se explique el funcionamiento de la versión de estudiante del simulador *Orcad Capture* (https://www.orcad.com/orcad-capture-cis) aplicado a la asignatura

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones.
- Clases prácticas de problemas y/o actividades dirigidas.
- Clases de laboratorio, incluyendo el montaje y caracterización de circuitos y su simulación con *Orcad Capture in situ*.

En las lecciones de teoría y prácticas se utilizará la pizarra y proyecciones con ordenador.

A través del campus virtual se suministrarán a los estudiantes relaciones de problemas para su trabajo autónomo. Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que realizar tareas tales como problemas, cuestionarios y/o trabajos específicos de simulación que podrán desarrollar o bien en las aulas de Informática de la Facultad o bien en ordenadores particulares, así como pruebas online a través del campus virtual.

El laboratorio se desarrollará en el Laboratorio de Electrónica, donde los alumnos dispondrán del material de laboratorio necesario (resistencias bobinas, fuentes, multímetros, etc.) así como de ordenadores con el software de simulación *Orcad Capture* instalado.

Para potenciar el autoaprendizaje del simulador de circuitos *Orcad Capture* se pondrán a disposición de los estudiantes vídeos online donde se describe el funcionamiento del simulador aplicado a la asignatura.

Evaluación		
Realización de exámenes	**Peso:**	60 %

Se realizará un examen final al acabar el curso.

Adicionalmente y con carácter voluntario, se realizará un examen parcial fuera del horario oficial de clase. Este examen se realizará el 9 de abril, viernes, de 11:30 a 14:00, y no liberará materia en el examen final. El examen parcial tendrá una estructura similar al examen final.

Se considerará que se han adquirido las competencias teóricas de la asignatura si se obtienen al menos 4.5 puntos en el examen final. En caso de no obtenerse esta calificación mínima, se calificará esta parte con N_{Ex} = 0.0 puntos.

Si se han obtenido más de 4.5 puntos en el examen final, la calificación relativa a exámenes, N_{Ex}, se obtendrá de la mejor de las opciones:

$$N_{Final} = 0{,}3 \cdot N_{ExParc} + 0{,}7 \cdot N_{ExFinal}$$

$$N_{Final} = N_{ExFinal}$$

donde N_{ExParc} es la nota obtenida en el examen parcial y $N_{ExFinal}$ es la calificación obtenida en el examen final, ambas sobre 10.

Otras actividades (N_{LAB})	**Peso:**	25 %

Se valorarán los siguientes aspectos relacionados con las prácticas de laboratorio:

- Asistencia, actitud y habilidades demostradas en las sesiones de laboratorio (puntualidad, interés, realización del trabajo previo a la sesión, etc.)
- Prueba final de laboratorio: en la última sesión de laboratorio se realizará individualmente una prueba consistente en una práctica similar a las realizadas a lo largo del curso. En dicha práctica se deberá elaborar una memoria *in situ,* donde

se evaluará la competencia del alumno en las tareas de laboratorio, incluyendo la simulación de los circuitos con *Orcad Capture*. Dada la limitada capacidad del laboratorio, el alumno deberá elegir a través del campus virtual la fecha de realización de la prueba entre las fechas ofertadas.

Tras la prueba de laboratorio, se publicará una evaluación global del trabajo del laboratorio, donde se tendrá en cuenta la competencia demostrada en las prácticas de laboratorio (con un peso del 10 %) y la calidad de la memoria presentada (con un peso del 15 %). Para demostrar la adquisición de las competencias de laboratorio será condición necesaria obtener una nota mínima de 5,0 puntos en esta evaluación global del laboratorio. En caso de no cumplir estas condiciones necesarias, se calificará la parte de laboratorio con N_{LAB} = 0,0 puntos.

Como norma general, no se conservará la calificación del laboratorio de un curso para otro.

Otras actividades (N_{EJ})	**Peso:**	15 %

Se realizarán, las siguientes actividades de evaluación continua:

- Cuestionarios online, problemas, simulaciones, etc. realizadas a lo largo del curso de forma individual o en grupo, y/o pruebas individuales realizadas durante las clases o a través del Campus Virtual).

Calificación final

La calificación final será:

$$C_{Final} = 0{,}6 \cdot N_{Ex} + 0{,}25 \cdot N_{LAB} + 0{,}15 \cdot N_{EJ}$$

donde N_{Ex} es la calificación obtenida de la realización de exámenes, N_{LAB} es la calificación correspondiente al laboratorio, y N_{EJ} la de otras actividades de evaluación continua.

La calificación de la convocatoria extraordinaria se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.

3. Fichas docentes de las asignaturas de 2º Curso

Las asignaturas previstas para el primer curso de la titulación son las siguientes:

- **Primer Cuatrimestre**
    - Estructura de Computadores
    - Sistemas Lineales
    - Electromagnetismo I
    - Ampliación de Matemáticas
    - Electrónica Física
- **Segundo Cuatrimestre**
    - Sistemas Operativos y de Tiempo Real
    - Empresa y Gestión de Proyectos
    - Procesamiento de Señales
    - Electromagnetismo II

Todas las asignaturas son cuatrimestrales. En las fichas docentes se puede encontrar información sobre el profesorado que imparte la asignatura, horarios, lugar, tutorías, contenidos y métodos de evaluación.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Estructura de Computadores**					**Código**	805973
Materia:	Sistemas			**Módulo:**	Sistemas y redes		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	2º	**Semestre:**	1º
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**	3.5	**Problemas**	1.5	**Laboratorio**	1
Presencial			32%		32%		70%
Horas Totales			28		12		18

Profesor/a Coordinador/a:	Óscar Ruano Ramos		**Dpto:**	DACyA
	Despacho:	318, Fac. Informática	**e-mail**	oruano@ucm.es

Grupo	**Profesor**	T/P[1]	**Dpto.**	**e-mail**
único	Óscar Ruano Ramos	T/P	DACyA	oruano@ucm.es

[1]: T: teoría, P: prácticas o problemas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	L	17:30-19:00	2	**Óscar Ruano**: 318, Fac. Informática. Semestres 1 y 2: L, M, 11:00-13:00 **M. Guadalupe Miñana** (guamiro@fdi.ucm.es): 347, Fac. Informática. Semestre 1: L 9:00-13:00, J 13:00-15:00 **Daniel Parra** (dparra02@ucm.es): 347 Fac. Informática. Semestre 1: V 10:00-14:00
	M	17:30-19:00		

(2h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	**Horarios de Laboratorio[2]**			**Profesores**
	Días	**Horas**	**Lugar**	
L1	M	9:00-11:00	Laboratorio de Sistemas Digitales (02.241.B)	M. Guadalupe Miñana (18 h) Daniel Parra (9 h)
L2	J	11:30-13:30		Óscar Ruano Ramos (18 h) Daniel Parra (9 h)

[2]: *Se realizarán nueve sesiones de laboratorio a lo largo del semestre.*

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Comprensión de la estructura, funcionamiento e interconexión de los principales elementos que constituyen un computador.
- Comprensión del interfaz hardware/software y capacidad para programarlo.

- Consolidación de los conocimientos sobre jerarquía de memoria y dispositivos de entrada/salida. Comprensión de los mecanismos y políticas a nivel de sistema operativo para la gestión de la memoria virtual, dispositivos y sistemas de ficheros.

Breve descripción de contenidos

Modelo Von-Neumann, repertorio de instrucciones, lenguaje ensamblador, diseño del procesador, segmentación, jerarquía de memoria, memoria cache y virtual, buses, sistema de entrada/salida.

Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos en las asignaturas de "Circuitos Digitales" e "Informática".

Programa de la asignatura

1. Introducción.
Tipos de computadores. Modelo Von Neumann. Perspectiva histórica. Medidas de rendimiento.
2. Arquitectura del repertorio de instrucciones.
Repertorio de instrucciones y lenguaje ensamblador.
3. Subsistema de entrada/salida.
Organización del sistema de entrada/salida. Interfaces de E/S. Periféricos. Gestión de la E/S programada y por interrupciones.
4. Diseño del procesador.
Ruta de datos y controlador básicos.
5. Jerarquía de memoria.
Tipos/tecnologías de memoria. Jerarquía de memoria. Memoria Virtual.

Prácticas:
P1: Introducción a la programación en ensamblador
P2: Subrutinas
P3. Entrada/Salida programada
P4. Entrada/Salida por interrupciones

Bibliografía

Básica:

- David A. Patterson, John L. Hennessy, "*Computer Organization and Design: the Hardware/Software Interface*". Third Edition. Morgan Kaufmann, 2007.
- Christian Tenllado y Luis Piñuel, "*Estructura de Computadores: Manual de Laboratorio*", https://docta.ucm.es/entities/publication/bbc36c80-4249-4783-9a83-73ff8d1cda6c
- Sarah L. Harris and David Harris, "*Digital Design and Computer Architecture*". Second Edition. Morgan Kaufman, 2013.

Complementaria:

- David A. Patterson, John L. Hennessy. "*Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface*". 6th Edition. 2020.
- Alan Clements. "*Computer Organization and Architecture. Theme and Variations*". Ed. Cengage Learning, 2014.
- W. Stallings, "*Computer Organization and Architecture*". Ed. Prentice Hall, 2015.

Recursos en internet
En Campus Virtual de la UCM: http://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones.
- Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas.
- Sesiones de laboratorio (9 en total).

En las lecciones de teoría se utilizarán proyecciones con ordenador y en las clases de problemas se utilizará la pizarra.

Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el Campus Virtual.

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos.

En el laboratorio el alumnado realizará prácticas relacionadas con los contenidos de la asignatura, utilizando un entorno de desarrollo cruzado y una placa Raspberry Pi con procesador ARM, así como un simulador de arquitectura RISC-V.

Evaluación

Realización de exámenes (N_{ex})	**Peso:**	60 %

Se realizará un examen final con cuestiones teórico-prácticas y problemas (de nivel similar a los resueltos en clase.

Otras actividades (N_{ec})	**Peso:**	10 %

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios como problemas resueltos y/o trabajos específicos de carácter individual.

Otras actividades (N_{lab})	**Peso:**	30 %

Realización de prácticas en el laboratorio, cuya asistencia será obligatoria. Se valorará el correcto funcionamiento de la práctica realizada en cada sesión así como las respuestas a las preguntas formuladas. También se tendrán en cuenta la actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones.

Calificación final

La calificación final será la mayor de las dos puntuaciones siguientes:

$$C_{Final} = 0{,}6 \cdot N_{ex} + 0{,}3 \cdot N_{lab} + 0{,}1 \cdot N_{ec}$$

$$C_{Final} = 0{,}7 \cdot N_{ex} + 0{,}3 \cdot N_{lab}$$

donde N_{ex} es la calificación correspondiente al examen final, N_{ec} es la calificación correspondiente a la evaluación continua y N_{lab} es la calificación de las prácticas de laboratorio. En cualquiera de los casos, para aprobar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al examen final. En caso de no alcanzar esta puntuación, la calificación final será la nota obtenida en el examen.

Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Sistemas Lineales**				**Código**	805970
Materia:	Sistemas Lineales y Control		**Módulo:**	Fundamental		
Carácter:	Obligatorio		**Curso:**	2º	**Semestre:**	1º
Créditos (ECTS)	7.5	**Teóricos** 4	**Problemas**	2	**Laboratorio**	1.5
Presencial	-	**Teóricos** 32 %	**Problemas**	32 %	**Laboratorio**	70 %
Horas Totales		**Teóricos** 32	**Problemas**	16	**Laboratorio**	26

Profesor/a Coordinador/a:	María José Gómez Silva		**Dpto:**	DACyA
	Despacho:	02.225.0	**e-mail**	mgomez77@ucm.es

Grupo	**Profesor**	T/P[1]	**Dpto.**	**e-mail**
único	María José Gómez Silva	T/P	DACyA	mgomez77@ucm.es

[1] T: teoría, P: prácticas o problemas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	M J	14:30-16:30 14:30-16:00	2	**María José Gómez Silva**: Despacho 02.225.0 Semestre 1 y 2: X, 9:00 - 13:30; J, 11:00 - 12:30 **A. González** (alfredgo@ucm.es): Despacho 02.237.0, Sem. 1: L, X: 14:00 – 15:00

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	**Horarios de Laboratorio**			**Profesores**
	Días	**Horas**	**Lugar**	
L1	L	9:00-11:30	Laboratorio de Sistemas Digitales (02.241.B)	María José Gómez Silva (26h) Alfredo González Calvin (13h)
L2	M	11:00-13:30		María José Gómez Silva (26h) Alfredo González Calvin (13h)

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Comprensión y dominio de los conceptos básicos de sistemas lineales.
- Comprensión y dominio de los conceptos básicos de las funciones y transformadas relacionadas.
- Saber modelar matemáticamente un sistema y linealizarlo.
- Saber discretizar un sistema por aplicación de la Transformada Z.

- Comprensión de las características de la respuesta temporal y en el dominio de la respuesta en frecuencia.

Breve descripción de contenidos

Modelado de sistemas lineales continuos y discretos. Transformadas de Laplace y Z. Función de transferencia. Conceptos de estabilidad. Modelos de sistemas en variables de estado para sistemas SISO y MIMO. Análisis de la respuesta temporal. Respuesta transitoria y permanente. Análisis de la respuesta en frecuencia. Series y Transformadas de Fourier. Diagramas de Bode.

Conocimientos previos necesarios

Ampliación de matemáticas, Análisis de circuitos

Programa de la asignatura

- **TEMA 1: Introducción**
  Señales: Tipos. Señales habituales. Operaciones con señales. Convolución.
  Sistemas: Tipos. Sistemas Lineales Temporalmente Invariantes (LTI). Variables y elementos básicos.
  Modelos, experimentos, simulaciones, análisis. Tipos de modelos. Equivalencia entre sistemas. Relación entre Señales y Sistemas.

- **TEMA 2: Modelado y Simulación de Sistema Continuos**
  Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. Transformada de Laplace y sus propiedades. Función de Transferencia. Convolución, respuesta al impulso y función ponderatriz del sistema.

- **TEMA 3: Modelado y Simulación de Sistema Discretos**
  Ecuaciones en Diferencias. Transformada Z y sus propiedades. Función de Transferencia. Convolución, respuesta al impulso y función ponderatriz del sistema.

- **TEMA 4: Estabilidad de Sistemas Continuos y Discretos**
  Concepto de estabilidad. Caracterización de la estabilidad de los sistemas en función de los polos de la función de transferencia.

- **TEMA 5: Análisis de la Respuesta de los Sistemas en el Dominio Temporal**
  Caracterización de la respuesta transitoria y permanente de sistemas continuos y discretos. Sistema de primer orden. Sistemas de segundo orden. Relación del transitorio con la disposición de los polos del sistema. Discretización de sistemas continuos

- **TEMA 6: Análisis en frecuencia: Series y Transformada de Fourier**
  Domino continuo: Series de Fourier de señales periódicas continuas. Transformada de Fourier de señales aperiódicas continuas. Respuesta en frecuencia de sistemas continuos LTI. Diagrama de Bode Continuo.
  Domino discreto: Series de Fourier de señales periódicas discretas. Transformada de Fourier de señales aperiódicas discretas. Respuesta en frecuencia de sistemas discretas LTI. Diagrama de Bode Discreto.

- **TEMA 7: Variables de estado**
  Modelado en el espacio de estados de sistemas continuos y discretos. Transformaciones entre diferentes tipos de modelos. Respuesta teórica general de

los modelos en el espacio de estado. Estabilidad y simulación de los modelos en el espacio de estados. Discretización de sistemas continuos

Bibliografía

Básica

- B.P. Lathi, "*Linear Systems and Signals"*. Oxford University Press, USA; 2 edition 2004.
- S.S. Soliman, M.D. Srinath, "*Señales y Sistemas Continuos y Discretos"*. Prentice Hall, 2ª Edición, 1999.
- V. Oppenheim, A.S. Willsky. "*Signals and Systems"*. Englewoodk Cliffs, NJ: Prentice Hall; 2 edition edition, 1996.
- Cuadros Sinópticos para el Análisis Temporal y Frecuencial de Señales y Sistemas Continuos y Discretos. Autor: María José Gómez Silva. Docta Complutense.
  URI: https://hdl.handle.net/20.500.14352/136781

Complementaria

- http://ocw.mit.edu/resources/res-6-007-signals-and-systems-spring-2011/readings/

Recursos en internet

Curso*: Signals and Systems del MIT Open Courseware*: http://ocw.mit.edu/resources/res-6-007-signals-and-systems-spring-2011/readings/

Asignatura en el Campus Virtual de la UCM.

Metodología

En las lecciones de teoría y problemas se utilizarán la pizarra y proyecciones con ordenador.

Se proporcionarán hojas de problemas/ejercicios similares/complementarios a los resueltos en clase durante las sesiones de teoría y problemas.

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de una selección de los problemas/ejercicios propuestos, y/o trabajos específicos.

En el laboratorio, el alumno realizará prácticas relacionadas con los contenidos de la asignatura. En cada sesión, el alumno deberá presentar al profesor un informe de la práctica realizada.

El alumno utilizará el lenguaje MATLAB-Simulink como herramienta de apoyo para la resolución de ejercicios, problemas y prácticas.

Evaluación

Realización de exámenes (N_{ex})	**Peso:**	60 %

Como parte de la evaluación continua se realizará un examen teórico-práctico (N_{exp}) parcial liberatorio en horario de clase a lo largo del curso. Para tener derecho a eliminar la materia evaluada en el parcial la calificación debe ser mayor que 3,5 ($N_{exp} \geq 3{,}5$).

También se realizará un examen final (en convocatoria ordinaria o extraordinaria) (N_{exf}) en el que se evaluarán los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos a lo largo del curso. Este examen se compone de dos partes (N_{exfa} y N_{exfb}) que hacen media. Es necesario obtener más de 3,5 en cada parte para aprobar la asignatura ($N_{exfa} \geq 3{,}5$ y $N_{exfb} \geq 3{,}5$).

$$N_{exf} = \frac{N_{exfa} + N_{exfb}}{2}$$

Si el alumno ha superado el 3,5 en el examen parcial ($N_{exp} \geq 3{,}5$), podrá realizar únicamente la parte *b* del examen final (N_{exfb}) y la nota correspondiente a la realización de exámenes será:

$$N_{ex} = \frac{N_{exp} + N_{exfb}}{2}$$

Esta opción sólo es aplicable en la convocatoria ordinaria y es necesario haber obtenido más de 3,5 en la parte *b*, $N_{exfb} \geq 3{,}5$.

En los casos en que el estudiante no supere el 3,5 en el examen parcial, $N_{exp} < 3{,}5$, o habiéndolo superado decide presentarse a las dos partes del examen final, o si el alumno se examina en la convocatoria extraordinaria, la nota correspondiente a la realización de exámenes será $N_{ex} = N_{exf}$

Otras actividades (N_{ec})	**Peso:**	10 %

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes podrán hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos o trabajos específicos de carácter individual o en grupo. Se valorará también la asistencia y participación en clases y seminarios.

Otras actividades (N_{lab})	**Peso:**	30 %

Realización de prácticas en el laboratorio: se valorará la asistencia, actitud y habilidades demostradas en las sesiones de laboratorio, así como la calidad de los informes presentados de cada práctica de laboratorio.

Calificación final

La calificación final será:

$$N_{final} = 0{,}6 \cdot N_{ex} + 0{,}1 \cdot N_{ec} + 0{,}3 \cdot N_{lab}$$

donde N_{ex} es la calificación correspondiente a los exámenes, N_{ec} es la calificación correspondiente a la evaluación continua y N_{lab} es la calificación de las prácticas de laboratorio.

Para aprobar la asignatura, será necesario obtener un mínimo de 3,5 en cada una de las dos partes de la asignatura, un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al examen, y un mínimo de 5 en la nota final N_{final}.

Si no se supera el 3,5 en cada una de las dos partes de la asignatura, o no se supera el 4 en la calificación correspondiente al examen, la calificación final satura en 4.

Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Electromagnetismo I**				**Código**	805971
Materia:	Electromagnetismo			**Módulo:**	Fundamental	
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	2º	**Semestre:** 1º
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**	4	**Problemas**	2	**Laboratorio** -
Presencial	-		32%		32%	-
Horas Totales			35		18	-

Profesor/a Coordinador/a:	Pedro Antoranz Canales		**Dpto:**	EMFTEL
	Despacho:	03.106.0	**e-mail**	antoranz@ucm.es

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	Pedro Antoranz Canales	T/P	EMFTEL	antoranz@ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	L X J	14:30 – 16:00 14:30 – 16:00 17:00 – 18:00	2	Despacho 03.106.0 Semestre 1: L y X, 11:30-13:00 Semestre 2: M y J, 12:30-14:00

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Comprensión y dominio del comportamiento de los campos electrostáticos y magnetostáticos tanto en el vacío como en medios materiales.
- Comprensión de las leyes experimentales fundamentales de los campos eléctrico y magnético.
- Análisis de los fenómenos variables con el tiempo. Inducción y corriente de desplazamiento.
- Destreza en la resolución de problemas prácticos con campos electromagnéticos estáticos y de variación lenta.

Breve descripción de contenidos

Propiedades de los campos eléctrico y magnético y técnicas de cálculo. Corrientes eléctricas en conductores. Máquinas eléctricas

Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos en Física I y II. Cálculo. Álgebra.

Programa de la asignatura

1.- Fundamentos

Revisión de fundamentos matemáticos. Los campos y sus fuentes. Relaciones constitutivas básicas. Formulación integral, diferencial y fasorial de las ecuaciones de Maxwell. Corriente de desplazamiento. Condiciones de contorno.

2.- Técnicas de cálculo

Cálculo de potenciales escalares. Desarrollos multipolares. Método de imágenes. Teorema de reciprocidad. Análisis de múltiples conductores cargados. Técnicas numéricas básicas.

3.- Campos en medios materiales

Vector y cargas de polarización. Vector y corrientes de imanación. Polos magnéticos. Relajación dieléctrica. Dispositivos piezoeléctricos. Medios no lineales.

4.- Corrientes eléctricas

Naturaleza y tipos de corriente eléctrica. Ecuación de continuidad y ley de Kirchhoff para la corriente. Campos generados por corrientes. Resistencia eléctrica. Resistencia térmica y disipación de calor. Corrientes inducidas.

5.- Máquinas eléctricas

Revisión de corrientes polifásicas y transformadores. Motores eléctricos. Generadores de electricidad. Sistemas de almacenamiento de energía eléctrica.

Bibliografía ordenada alfabéticamente

Teoría

- Griffiths, D. J., "*Introduction to Electrodynamics (4th ed.)*", Cambridge University Press (2017).
- D. K. Cheng, "*Fundamentos de Electromagnetismo para Ingeniería."* Pearson Educación, Addison-Wesley Iberoamericana, 1998.
- M. H. Nayfeh y M. K. Brussel, *"Electricity and Magnetism"*, J Wiley and Sons, 1985.
- J.R. Reitz, F.J. Milford y R.W. Christy, "*Fundamentos de la Teoría Electromagnética."* Addison-Wesley Iberoamericana, 2004.
- M. Sadiku. "*Elementos de Electromagnetismo"*. Oxford University Press, 2004.
- F. Sánchez-Quesada, L. L. Sánchez Soto, M. Sancho y J. Santamaria, *"Fundamentos de Electricidad y Magnetismo"*, Síntesis, 2000.

Problemas

- A.G. Fernández, *"Problemas de campos electromagnéticos "*, McGraw-Hill (Serie Schaum), España, 2005
- J.L. Fernández, M.J. Pérez Amor. "*Electromagnetismo. Problemas resueltos*". Editorial Reverté, 2012.
- E. López, F. Núñez: "*100 problemas de electromagnetismo*". Alianza Editorial, 1997.
- V. López, "*Problemas resueltos de electromagnetismo*", Ramón Areces, 2003.

Recursos en internet

Se detallan en el espacio virtual de la asignatura.

Metodología
Se impartirán clases de teoría con ejemplos y aplicaciones, y clases de problemas. Se ofrecerán actividades adicionales para complementar la formación y valorar tanto las iniciativas personales como el trabajo grupal.

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{Final})	**Peso:**	70 %

Se realizará un examen parcial voluntario, no liberatorio (a mediados del semestre) en horario de clase y un examen final. El examen parcial tendrá una estructura similar al examen final. La calificación final, relativa a exámenes, N_{Final}, se obtendrá de la mejor de las opciones:

$$N_{Final} = 0{,}3 \cdot N_{Ex_Parc} + 0{,}7 \cdot N_{Ex_Final}$$

$$N_{Final} = N_{Ex_Final}$$

donde N_{Ex_Parc} es la nota obtenida en el examen parcial y N_{Ex_Final} es la calificación obtenida en el examen final, ambas sobre 10.

Los exámenes tendrán una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas.

Otras actividades (A)	**Peso:**	30 %

Se realizarán, entre otras, las siguientes actividades de evaluación continua:

- Problemas y ejercicios entregados a lo largo del curso de forma individual o en grupo
- Cuestionarios en el Campus Virtual al finalizar cada tema.

Calificación final

La calificación final será la mejor de las opciones

$$C_{Final} = 0{,}7 \cdot N_{Final} + 0{,}3 \cdot A$$

$$C_{Final} = N_{Final}$$

Solo se contemplará la segunda posibilidad, $C_{Final} = N_{Final}$, si esta nota es mayor o igual que 5. Asimismo, no será posible superar la asignatura si N_{Final} es menor que 4. En ese caso, esta será el valor de C_{Final} que constará en actas.

La calificación de la convocatoria extraordinaria se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Ampliación de Matemáticas**				**Código**	805969
Materia:	Matemáticas		**Módulo:**	Formación Básica		
Carácter:	Obligatorio		**Curso:**	2º	**Semestre:**	1º
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos** 4	**Problemas**	2	**Laboratorio**	-
Presencial	-	**Teóricos** 32 %	**Problemas**	32 %	**Laboratorio**	-
Horas Totales		**Teóricos** 35	**Problemas**	18	**Laboratorio**	-

Profesor/a Coordinador/a:	Belén Rodríguez de Fonseca		**Dpto:**	FTA
	Despacho:	04.112.0	**e-mail**	brfonsec@ucm.es

Grupo	**Profesor**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	Belén Rodríguez de Fonseca	T/P	FTA	brfonsec@ucm.es

*: T: teoría, P: prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
Único	M	16:30-17:30	2	Despacho 04.112.0 Semestres 1 y 2: X, 10:00 - 13:00
	X	16:00-17:30		
	J	18:00-19:30		

(* 3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Iniciarse en el estudio de las ecuaciones diferenciales lineales con coeficientes constantes.
- Aptitud para aplicar los conocimientos sobre cálculo diferencial e integral.
- Analizar y resolver ecuaciones diferenciales ordinarias y sistemas de ecuaciones diferenciales lineales.
- Estudiar las ecuaciones en derivadas parciales básicas, conocer su ámbito de aplicación y dominar las técnicas fundamentales de obtención de soluciones.
- Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales.

Breve descripción de contenidos

Ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales. Trasformada de Fourier y Laplace y sus aplicaciones.

Conocimientos previos necesarios

Haber cursado la asignatura de Cálculo

Programa de la asignatura

1. **Transformada de Laplace**

   Transformadas integrales. Transformada de Laplace. Propiedades de la transformada de Laplace. Transformada inversa de Laplace y sus propiedades. Aplicaciones de la transformada de Laplace.

2. **Series y Transformadas de Fourier**

   Series de Fourier. Definiciones. Coeficientes de Fourier. Descomposición en series de Fourier. Convergencia de las series de Fourier. Transformada de Fourier y sus propiedades. Transformada de Fourier inversa.

3. **Ecuaciones diferenciales ordinarias**

   Ecuaciones diferenciales ordinarias. Teorema de existencia y unicidad de soluciones. Métodos de resolución y estabilidad de las soluciones. Ecuaciones diferenciales de primer orden.

4. **Ecuaciones lineales de segundo orden y sistemas de ecuaciones diferenciales**

   Principio de superposición y wronskiano. Raíces de la ecuación característica. Ecuaciones no homogéneas. Sistema de ecuaciones lineales de primer orden. Matrices fundamentales y sistemas no homogéneos.

5. **Elementos de la teoría de las ecuaciones en derivadas parciales**

   Definiciones y conceptos básicos. Ecuación del calor. Ecuación de ondas. Otros ejemplos de ecuaciones en derivadas parciales.

Bibliografía ordenada alfabéticamente

- Boyce, W. E. y R. C. Di Prima. "*Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera*". Limusa-Wiley
- Churchill, R. V. "*Variable compleja y aplicaciones*", McGraw-Hill, 1992
- Haberman, R. "*Ecuaciones en derivadas parciales con series de Fourier y problemas de contorno*", Pearson-Prentice Hill, 2003
- San Martín Moreno, J., et al, "*Métodos Matemáticos: Ampliación de matemáticas para Ciencias e Ingeniería*", Ed. Thomson, 2005
- Simmons, G.F. "*Ecuaciones diferenciales con aplicaciones y notas históricas*", McGraw-Hill, 1993

Recursos en internet

Campus Virtual de la UCM: https://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones.
- Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas.

En las lecciones de teoría se utilizará la pizarra que se podrán completar con proyecciones con ordenador. Se aplicarán dinámicas de trabajo colaborativo en el aula para trabajar conceptos y resolver ejercicios. Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el campus virtual.

Evaluación		
Realización de exámenes ($N_{Final,Ex.}$)	**Peso:**	75 %

Se realizarán un examen parcial sobre los contenidos explicados hasta esa fecha, y un examen final. El examen parcial tendrá una estructura similar a la del examen final. El examen final consistirá en una serie de cuestiones y problemas sobre los contenidos explicados durante el curso. La calificación final, relativa a exámenes, $N_{Final,Ex.}$, se obtendrá como:

$$N_{Final,Ex.} = N_1 + N_{F2} \quad \text{con} \quad N_1 = max(N_P, N_{F1})$$

donde N_P es la nota obtenida en el examen parcial, N_{F1} es la calificación obtenida en el examen final relacionada con la materia que se examinó en el parcial, y N_{F2} la calificación en el examen final correspondiente a la materia que no se examinó en el parcial.

Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.

Otras actividades (*OA*)	**Peso:**	25 %

Realización de Test en el Campus Virtual, cuestiones breves y/o presentación de ejercicios propuestos por el profesor (75 %).

Calificación final

La calificación final será la suma ponderada de los dos apartados anteriores, esto es:

$$C_F = 0{,}75 \cdot N_{Final,Ex.} + 0{,}25 \cdot OA$$

donde OA corresponde a la calificación de Otras Actividades y $N_{Final,Ex.}$ es la correspondiente a la realización de exámenes.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Electrónica Física**					**Código**	805972
Materia:	Fundamentos Físicos de la Electrónica			**Módulo:**	Fundamental		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	2º	**Semestre:**	1º
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**	4	**Problemas**	2	**Laboratorio**	-
Presencial	-		32 %		32 %		-
Horas Totales			35		18		-

Profesor/a Coordinador/a:	María Luisa Lucía Mulas			**Dpto:**	EMFTEL
	Despacho:	03.110.0	**e-mail**	mllucia@fis.ucm.es	

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	María Luisa Lucía Mulas	T/P	EMFTEL	mllucia@fis.ucm.es

*: T: teoría, P: prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	L X J	16:00 - 17:30 17:30 - 19:00 16:00 - 17:00	2	Semestres 1 y 2: L y X, 10:30-12:00

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- El sólido cristalino. Estructura cristalina. Red recíproca.
- Ecuación de Schrödinger para un cristal. Teorema de Bloch. Condiciones de contorno y cuantización del vector **k**. Modelo de electrones fuertemente ligados.
- Diagramas de bandas de semiconductores reales. Representación mediante superficies isoenergéticas.
- Comprensión y dominio de los principios físicos de los semiconductores y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería
- Comprensión de los mecanismos de conducción en los materiales y particularmente en los semiconductores.
- Comprensión profunda del funcionamiento ideal y real de una unión P-N como elemento básico de la electrónica de estado sólido tanto desde un punto de vista funcional como de diseño de dispositivos más complejos.

Breve descripción de contenidos

Semiconductores: estados electrónicos y estructuras de bandas; estadística de portadores; recombinación; transporte de portadores, efecto Hall, transporte ambipolar; unión PN.

Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos de Matemáticas y Física en el curso anterior.

Programa de la asignatura

TEMA 1. La estructura cristalina de los sólidos

Principios básicos de la mecánica cuántica.

Enlace atómico.

La estructura cristalina.

TEMA 2. Bandas de energía en sólidos

Electrones en un potencial periódico.

Relación de dispersión. Bandas de energía

Masa efectiva.

Electrones y huecos en semiconductores.

TEMA 3. Estadística de portadores en equilibrio

Densidad de estados. Funciones de distribución de Maxwell-Boltzmann y de Fermi-Dirac.

Semiconductores intrínsecos.

Dopado de semiconductores: semiconductores extrínsecos.

TEMA 4. Transporte de portadores con concentración de equilibrio

Corrientes de arrastre. Conductividad. Movilidad.

Efecto Hall.

Corrientes de difusión.

Ecuación de continuidad.

TEMA 5. Estadística de portadores fuera del equilibrio

Procesos de generación y recombinación de portadores.

Ecuaciones de continuidad.

Pseudoniveles de Fermi.

TEMA 6. Unión PN ideal

Unión PN en equilibrio. Aproximación de unión abrupta.

Unión PN en polarización. Zona de carga espacial.

Característica corriente-voltaje de la unión PN. Capacidades de transición y de difusión.

Bibliografía ordenada alfabéticamente

1. Bhattacharya P., "*Semiconductor Optoelectronic Devices*", Prentice Hall, 1998
2. Bube R.H., "*Electronic Properties of Crystalline Solids. An Introduction to Fundamentals*", Academic Press, 1992

3. Neamen, D. A. "*Semiconductor physics and devices. Basic principles*". McGraw-Hill, 4ª edición, 2012.
4. Tyagi, M. S. "*Introduction to semiconductor materials and devices*". John Wiley and Sons, 1991.

Recursos en internet
Los ofrecidos en el campus virtual de la asignatura http://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología
Se desarrollarán las siguientes actividades formativas: - Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones. - Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas. En las lecciones de teoría se utilizará la pizarra y proyecciones con ordenador. Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase. - Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios, que se anunciarán a lo largo del curso.

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{Final})	**Peso:**	70 %
Examen Final. La nota mínima requerida en esta parte es de 4/10.		
Otras actividades (*A*)	**Peso:**	30 %
Para la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de problemas.		

Calificación final

Se realizará un examen final. El examen consistirá en problemas de grado de dificultad variable. Durante el curso, se entregarán, de forma voluntaria, problemas al final de cada Tema del programa. La calificación de estos tendrá un peso en la calificación final del 30% del total.

Si N_{Final} es mayor o igual que 4, la calificación final será la mejor de las opciones siguientes:

$$C_{final} = 0{,}7 \cdot N_{Final} + 0{,}3 \cdot N_{OtrasActiv}$$

$$C_{final} = N_{Final}$$

donde $N_{OtrasActiv}$ es la calificación correspondiente a *Otras actividades* (que incluirán los problemas entregados) y N_{Final} la obtenida en el examen de la asignatura.

Si N_{Final} es inferior a 4, $C_{final} = N_{Final}$.

La calificación de la convocatoria extraordinaria se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Sistemas Operativos y de Tiempo Real**					**Código**	805976
Materia:	Sistemas			**Módulo:**	Sistemas y Redes		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	2º	**Semestre:**	2º
Créditos (ECTS)	7.5	**Teóricos**	4	**Problemas**	2	**Laboratorio**	1.5
Presencial	-		32 %		32 %		70 %
Horas Totales			32		16		26

Profesor/a Coordinador/a:	Francisco Miguel García Herrero		**Dpto:**	DACyA
	Despacho:	318, Fac. Inf.	**e-mail**	francg18@ucm.es

Grupo	**Profesor**	T/P[1]	**Dpto.**	**e-mail**
único	Francisco Miguel García Herrero	T/P	DACyA	francg18@ucm.es

[1]: T: teoría, P: prácticas o problemas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	L	15:00-16:00	M3	**Francisco García**: Despacho 318, Facultad de Informática, Semestres 1 y 2: LJ, 16:00 - 17:30. **Francisco Igual:** (figual@ucm.es): Despacho 02.223.0 MXJ:12-13
	M	15:00-16:30		
	J	15:00-16:00		

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	**Horarios de Laboratorio[2]**			**Profesores**
	Día	**Horas**	**Lugar**	
L1	L	11:30-14:00	Laboratorio de Sistemas Digitales (02.241.B) y Laboratorio de Ingeniería de Sistemas y Automática (S01.108.0)	Francisco M. García Herrero
L2	M	11:30-14:00		Francisco Igual Peña
L3	M	11:30-14:00		Francisco M. García Herrero

[2]: *Se realizarán 10 sesiones de laboratorio a lo largo del cuatrimestre (de 2.5 horas cada una).*

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la* Titulación)
• Comprensión de la funcionalidad de un sistema operativo, las estructuras fundamentales que se utilizan para su diseño y los servicios (llamadas al sistema) que proporcionan. • Comprensión de los mecanismos esenciales de gestión del procesador, concepto de proceso e hilo y algoritmos de planificación de propósito general. • Comprensión de los problemas derivados de la compartición de recursos e iniciación a la programación concurrente. Dominio de los mecanismos fundamentales para soportar exclusión mutua y las herramientas de comunicación y sincronización. • Características y formas en que se construyen los sistemas de tiempo real y características de los sistemas operativos de tiempo real. Planificación en sistemas de tiempo real. Protocolos de sincronización propios de los sistemas de tiempo real y a la gestión y reserva de recursos. • Comprensión de los mecanismos y políticas a nivel de sistema operativo para la gestión de memoria, dispositivos y sistemas de ficheros, con referencias concretas a los sistemas de tiempo real.

Breve descripción de contenidos
Funcionalidad, estructura y servicios de un sistema operativo. Concurrencia y gestión de procesos e hilos. Gestión de memoria, dispositivos y ficheros. Análisis, planificación y sincronización en sistemas de tiempo real.

Conocimientos previos necesarios
Los adquiridos en las asignaturas de “Informática”, “Circuitos Digitales” y “Estructura de Computadores”.

Programa de la asignatura

1. Introducción

Concepto de sistema operativo. Estructura y servicios de los sistemas operativos. Llamadas al sistema. Proceso de arranque del SO. intérpretes de comandos (*shell*). Revisión de programación en C.

2. Gestión de ficheros

Introducción. Estructura ficheros y directorios. Sistemas de ficheros y particiones. Ejemplos de sistemas de ficheros actuales.

3. Gestión de procesos

Concepto de proceso e hilo. Conmutación de tareas. Estados de los procesos e hilos. Planificación. Compartición de recursos: exclusión mutua. Recursos de comunicación y sincronización.

4. Gestión de la E/S

Componentes hardware y software. Estructura del software de E/S. Tiempo y relojes.

5. Gestión de memoria

Introducción. Regiones de memoria de un proceso. Gestión de memoria virtual. Gestión de memoria dinámica.

6. Sistemas de tiempo real

Introducción. Planificación de tiempo real. Inversión y Herencia de Prioridad. Ejemplos de sistemas operativos de tiempo real.

Prácticas

Los contenidos de las sesiones prácticas cubren los siguientes aspectos:

- Introducción al entorno de prácticas.
- Revisión del lenguaje C y a la biblioteca estándar de C.
- Sistema de ficheros.
- Procesos/hilos, concurrencia, sincronización y comunicación, planificación.

Bibliografía

Básica

- Remzi H. Arpaci-Dusseau and Andrea C. Arpaci-Dusseau. *Operating Systems: Three Easy Pieces*. Arpaci-Dusseau Books. http://pages.cs.wisc.edu/~remzi/OSTEP
- Jesús Carretero. *Sistemas Operativos: una visión aplicada (2nd ed)*. McGraw-Hill, 2007.
- Eliasz, Andrew. *Zephyr RTOS Embedded C Programming: Using Embedded RTOS POSIX API*. Apress, 2024.

Complementaria

- *The Linux Programming Interface. No Starch Press*, ISBN 978-1-59327-220-3
- A. Silberschatz, G. Gagne, P. B. Galvin. *Operating System Concepts (9th ed)*. Wiley, 2012.
- A. S. Tanenbaum, H. Bos. *Modern Operating Systems (4th ed)*. Pearson, 2015.
- G. Butazzo. *Hard Real-Time Computing Systems*. Springer, 2011.
- Alan Burns, Andy Wellings. *Real-Time Systems and Programming Languages (4th ed)*. Addison-Wesley, 2009.
- Mark Mitchell et al. *Advanced Linux Programming.* New Riders Publishing. http://richard.esplins.org/static/downloads/linux_book.pdf. 2001.
- Machtelt Garrels. *Bash Guide for Beginners*. http://www.tldp.org/LDP/Bash-Beginners-Guide/Bash-Beginners-Guide.pdf . 2008

Recursos en internet

Asignatura en el Campus Virtual de la UCM. https://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones.
- Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas.
- Sesiones de laboratorio.

Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el Campus Virtual.

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de

ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos.

En el laboratorio, el alumno realizará prácticas relacionadas con el contenido de la asignatura

Evaluación

Realización de exámenes (N_{ex})	**Peso:**	60 %

Se realizará un examen final. El examen tendrá una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase).

Otras actividades (N_{ec})	**Peso:**	10 %

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos de carácter individual.

Otras actividades (N_{lab})	**Peso:**	30 %

Realización y defensa de las prácticas en el laboratorio, cuya asistencia será obligatoria.

Calificación final

La calificación final será la mayor de las dos puntuaciones siguientes:

$$C_{Final} = 0{,}6 \cdot N_{ex} + 0{,}3 \cdot N_{lab} + 0{,}1 \cdot N_{ec}$$

$$C_{Final} = 0{,}7 \cdot N_{ex} + 0{,}3 \cdot N_{lab}$$

donde N_{ex} es la calificación correspondiente al examen final, N_{ec} es la calificación correspondiente a la evaluación continua y N_{lab} es la calificación de las prácticas de laboratorio. En cualquiera de los casos, para aprobar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al examen final. De no hacerse, la calificación final será la del examen.

Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Empresa y Gestión de Proyectos**				**Código**	805975	
Materia:	Empresa			**Módulo:**	Formación básica		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	2º	**Semestre:**	2º
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**	4	**Problemas**	2	**Laboratorio**	-
Presencial	-		32 %		32 %		-
Horas Totales			35		18		-

Profesor/a Coordinador/a:	Antonio Jesús Guillén López		**Dpto:**	Organización de Empresas
	Despacho:	Pabellón 3º, Facultad de Económicas y Empresariales	**e-mail**	ajguillen@ucm.es

Grupo	Profesor	T/P*	Dpto.	e-mail
único	Antonio Jesús Guillén López Por determinar	T/P	Organización de Empresas	ajguillen@ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
	Día	Horas	Aula	
único	L J	17:30 – 19:30 17:00 – 19:00	M3	Semestre 1: Pabellón 3º, Facultad de C.C. Económicas y Empresariales, despacho 215: L y V, 10:30 - 13:30 Semestre 2: Pabellón 3º, Facultad de C.C. Económicas y Empresariales, despacho 215: L y V, 11:30 - 13:30 Sala de profesores, Fac. CC. Físicas: M,16:30-17:30; J, 16:00-17:00

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Conocimiento adecuado del concepto de empresa, marco institucional y jurídico de la empresa. Organización y gestión de empresas
- Identificar el comportamiento de los agentes económicos. Explicar los efectos de la información en los comportamientos de los agentes económicos.
- Conocimiento adecuado del concepto de empresa y su entorno, del marco institucional y jurídico de la empresa y de su estructura financiera.
- Conocimientos básicos sobre organización y gestión de empresas, los factores económicos que intervienen en la gestión, decisión de inversiones, estimación de costes y rentabilidad.

- Capacidad de diferenciar entre las diversas estructuras organizativas empresariales y de analizar los documentos financieros que se utilizan en la empresa.
- Conocer los tipos de proyectos de ingeniería, sus ciclos de vida y fases.
- Conocimiento de la organización, planificación, control y documentación precisas para la realización de proyectos, y para la evaluación de la calidad de los mismos.
- Capacidad de realización de estudios económicos
- os y presupuestos y de evaluar la viabilidad de un proyecto de ingeniería desde el punto de vista técnico, medioambiental, económico y financiero.
- Comparar los diferentes tipos de estructura orgánica de una empresa orientada a la realización de proyectos.
- Capacidad de planificar el desarrollo de un proyecto de ingeniería con el apoyo de herramientas informáticas.

Breve descripción de contenidos

Empresa y empresario. Concepto y relación con su marco económico, institucional y jurídico. La dirección estratégica. Funciones y tareas en la empresa (producción, comercial y financiación). Organización y gestión de empresas. Los recursos humanos. Concepto y tipos de procesos productivos. Programación y control de proyectos. Inversión y financiación de proyectos.

Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos en bachillerato

Programa de la asignatura

TEMA 1. LA EMPRESA y EL EMPRESARIO

La naturaleza y tipos de empresa

Los objetivos de la empresa

El entorno de la empresa

La propiedad, el empresario y la creación de empresas

El conocimiento y las tecnologías de la información en la dirección de la empresa

TEMA 2. LA ESTRATEGIA DE LA EMPRESA

La estrategia empresarial

Posicionamiento competitivo

Ámbito de la empresa

Formas de crecimiento empresarial

TEMA 3. LA ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

La estructura organizativa

Parámetros de diseño organizativo

Factores contingentes del diseño organizativo

Modelos de estructura organizativa

TEMA 4. LA DIRECCIÓN DE PERSONAS

Reclutamiento y selección

Formación y desarrollo del personal

Sistemas de evaluación y retribución

TEMA 5. LA DIRECCIÓN COMERCIAL

La función comercial

Investigación de mercados y segmentación del consumidor

Decisiones de producto y precio

Decisiones de distribución y comunicación comercial

TEMA 6. LA DIRECCIÓN FINANCIERA

La función financiera

El entorno financiero

Las decisiones de inversión

Las decisiones de financiación

TEMA 7. LA DIRECCIÓN DE LAS OPERACIONES

La función de operaciones

Diseño de las operaciones: decisiones de producto y proceso productivo

Diseño de las operaciones: decisiones de capacidad, localización de la producción y distribución en planta

Planificación y control de las operaciones

TEMA 8. GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS

Proyectos y dirección de proyectos

Componentes fundamentales de la gestión de proyectos

- Captación del proyecto
- Gestión de interesados
- Recursos Humanos
- Comunicaciones y adquisiciones
- Cierre de proyectos

Metodologías de gestión de proyectos

- Project Management Institute (PMI)
- ISO 21500 Gestión de proyectos
- Metodologías Agile

TEMA 9. PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS

Diagrama de estructura del proyecto (WBS)

La Programación del Proyecto: El diagrama de Gantt.

Metodología PERT/CPM

Método del Valor Ganado

Gestión de Riesgos

Bibliografía ordenada alfabéticamente

Arias Aranda, D; Minguela Rata, M (Coordinadores), "*Dirección de la producción y de las operaciones. Decisiones estratégicas*", Pirámide, Madrid, 2018.

European Commission. (2024*). "PM² Project Management Guide 3.1"*. Publications Office of the European Union

Montoro Sánchez, M.A.; Díez Vial, I.; Martín De Castro, G., "*Fundamentos de administración de empresas*", 4ª Edición., Thomson -Cívitas, Madrid, 2020

Recursos en internet
En Campus Virtual de la UCM: https://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología

La metodología docente que se seguirá en la asignatura de Empresa y Gestión de Proyectos se divide en:

1. ACTIVIDADES PRESENCIAL EN CLASE

Todas las actividades que se realizan en clase están previstas para desarrollarse de manera preferentemente individual, con el fin de poder realizar una valoración continua al alumno de forma más precisa.

- **Exposición de la teoría de forma participativa**. El objetivo de estas clases es explicar y discutir los conceptos fundamentales de cada tema. Para asistir a estas clases se dispone previamente de la bibliografía donde se desarrollan algunas de las explicaciones de los conceptos, así como de las trasparencias que se utilizarán en clase.
- **Aplicaciones**. Como complemento a la teoría y para de afianzar los conceptos explicados, se intercalarán en la explicación teórica aplicaciones de la realidad empresarial. Son ejemplos concretos de empresas, sectores, acontecimientos, etc., acompañados de algunas preguntas que los alumnos deberán responder y discutir en clase.

2. ACTIVIDADES PRESENCIAL EN EL SEMINARIO (Casos de empresas y ejercicios)

La hora de seminario está orientada a profundizar en los conceptos estudiados en la clase desde un enfoque práctico. Se trata de aplicar lo aprendido en la teoría a una empresa, sector o decisión empresarial concreta. Asimismo, se pretende potenciar la capacidad de trabajo en grupo, por lo que todas las actividades del seminario están previstas para realizarse en grupo. Los seminarios se dividen en dos actividades: discusión de casos y actividades de reflexión y el debate. Se sugiere que se dedique la primera mitad del seminario a la discusión de casos y la otra mitad a las actividades de reflexión y el debate.

Los seminarios, en función del número de alumnos matriculados, se impartirán con la mitad de los alumnos, para que los grupos estén formados por 4-6 personas.

- **Discusión de casos de empresas y ejercicios.** Un grupo responsable tendrá que preparar y presentar un caso asignado por el profesor en 5 a 10 minutos. Posteriormente, todos los grupos tienen que participar activamente en la discusión del caso, siendo obligación de éstos intervenir, buscar otra información o cuestionar lo propuesto por el grupo responsable. Se propone que el profesor elija aleatoriamente un grupo para que realice la réplica en otros 5-10 minutos.
- **Actividades de reflexión y debate**. Con el objetivo de fomentar la discusión y el análisis crítico de los contenidos discutidos en el tema, hay diferentes actividades para discutir en el seminario, primero dentro de cada grupo, y luego de manera colectiva entre los diferentes grupos.

3. ACTIVIDADES NO PRESENCIALES

- **Individuales**. El alumno deberá realizar una preparación del tema con anterioridad a su exposición en clase por parte del profesor. De igual modo, deberán dedicar tiempo al estudio del temario de cara a la evaluación final, así como a preparar las diferentes aplicaciones, realizando exposiciones y preparando la discusión en clase.

- **En grupo**. Cada grupo deberá trabajar de manera conjunta los contenidos del seminario, para preparar la presentación de los casos y ejercicios asignados así como las respuestas que darían a los otros. Igualmente, y si el profesor lo considera adecuado, las actividades de reflexión y debate pueden haberse discutido previamente fuera del aula.

Evaluación		
Realización de examen final (N_{Examen})	**Peso:**	60 %
El examen final constará de dos partes: una parte teórica (preguntas tipo test) y parte práctica (resolución de problemas y/o casos de empresas). Cada una de las partes se evaluará de 0 a 10 puntos. Para superar el examen será necesario obtener un mínimo de 3 puntos en cada una de las partes. La nota global del examen se obtendrá a partirde la ponderación de ambas partes según los criterios establecidos por el profesorado. Cuando alguna de las partes obtenga una calificación inferior a 3 puntos sobre 10, la nota del examen no podrá ser superior a 3 puntos. En estos casos, si la nota ponderada del examen fuese igual o superior a 5 puntos, la calificación final del examen será de 3 puntos. Si la nota ponderada fuese inferior a 5 puntos, la calificación final del examen será la menor de las calificaciones obtenidas en las partes que lo componen. Se establece un mínimo de 4 puntos sobre 10 en la nota global del examen para poder superar la asignatura según el método de evaluación que considera la nota del examen junto con las notas del resto de actividades de la evaluación continua. Las fechas y horas de los exámenes en cada convocatoria (ordinaria y extraordinaria) son las que determina la Facultad conforme al calendario oficial de exámenes		
Otras actividades ($A_{casosyejercicios}$)	**Peso:**	30 %
Realización individual de aplicaciones y tareas requeridas por el profesor en clase. Realización, exposición y discusión de casos prácticos y casos de empresas. Además, se incluye en este apartado la realización de trabajos en grupo que incluirán la realización del trabajo, la exposición de los resultados y la participación en las sesiones de exposición y discusión de todos los grupos de la clase.		
Otras actividades ($A_{participación}$)	**Peso:**	10 %
Asistencia y participación en clase, en el campus virtual y otras aplicaciones y plataformas.		
Calificación final		
La calificación final será la mejor de las opciones $$C_{Final} = 0{,}6 \cdot N_{Examen} + 0{,}3 \cdot A_{casosyejercicios} + 0{,}1 \cdot A_{participación}$$ $$C_{Final} = N_{Examen}$$ donde $A_{casosyejercicios}$ y $A_{participación}$ corresponde a las calificaciones de las actividades de evaluación continua y N_{Examen} es la correspondiente a la realización del examen final. Para aprobar la asignatura el alumno deberá superar el examen final. N_{Examen} tendrá que ser mayor de 4 puntos para poder superar la asignatura según la opción de calificación que considera la nota del examen junto con las notas de actividades de la evaluación continua. Para poder acogerse al sistema de evaluación continua el/la estudiante deberá comunicar expresamente su intención de participar en dicha modalidad antes de la finalización del segundo mes de impartición de la asignatura.		

Asimismo, el/la estudiante deberá acreditar una asistencia mínima del 70% de las sesiones presenciales programadas para obtener una calificación $A_{participación} > 0$, y asistir obligatoriamente a aquellas actividades o sesiones mencionadas en el apartado de "*casos y ejercicios*" para obtener una calificación $A_{CasosyEjercicios} > 0$. Estas sesiones serán comunicadas con la suficiente antelación a través de los canales oficiales de la asignatura.

La calificación de la convocatoria extraordinaria se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación. Se respetarán las notas de la evaluación continua y se tendrán en cuenta las calificaciones obtenidas durante el curso.

El alumnado que no participe en el sistema de evaluación continua será evaluado mediante la prueba final correspondiente a la convocatoria ordinaria, de acuerdo con los criterios generales de evaluación de la asignatura.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Procesamiento de Señales**					**Código**	805977
Materia:	Sistemas de Comunicación			**Módulo:**	Comunicaciones		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	2º	**Semestre:**	2º
Créditos (ECTS)	7.5	**Teóricos**	4	**Problemas**	2	**Laboratorio**	1.5
Presencial	-		32 %		32 %		70 %
Horas Totales			32		16		26

Profesor/a Coordinador/a:	Jesús Chacón Sombría		**Dpto:**	DACyA
	Despacho:	02.225.0	**e-mail**	jeschaco@ucm.es

Grupo	**Profesor**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	Jesús Chacón Sombría (24 h)	T/P	DACyA	jeschaco@ucm.es
	María Tomás Rodríguez (24 h)			maria.t.r@ucm.es

*: T: teoría, P: prácticas o problemas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	L M X	16:00-17:30 17:30-18:30 15:00-16:00	M3	**J. Chacón**, Despacho 02.222.0, Semestres 1 y 2, M y J:10:00-13:00 **M. Tomás**: Despacho 02.228.0, Semestre 1: M, 13.00 -17:00 (Presencial), X, 9:00-11:00 (online o presencial, consultar a la profesora) Semestre 2: L, 11:00- 15:00 presencial M: 13:00: 15:00 (online o presencial, consultar a la profesora

Grupo	**Horarios de Laboratorio***			**Profesores**
	Días	**Horas**	**Lugar**	
L1	X	11:30-14:00	Laboratorio de Sistemas Digitales (02.241.B)	Jesús Chacón Sombría (26h) Por determinar (13h)
L2	J	11:30-14:00		María Tomás Rodríguez (26h) Por determinar (13h)

*: *Se distribuirán los alumnos en grupos diferentes y cada uno de ellos realizará, dentro del horario de laboratorio correspondiente, las sesiones necesarias para cubrir las 26 horas de laboratorio.*

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
○ Relacionar señales y sistemas de tiempo continuo con señales y sistemas de tiempo discreto en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia. ○ Definir correctamente la DFT y relacionarla con otras transformadas. ○ Emplear la DFT para el análisis espectral de secuencias. Describir las características y propiedades de la DFT en la estimación espectral de secuencias con el espectro de la señal de tiempo continuo de la que provienen. ○ Definir correctamente un filtro digital, sus aplicaciones fundamentales y diferenciar los tipos de filtro digitales en función de las características de su respuesta al impulso: filtros FIR y filtros IIR. ○ Caracterizar y describir matemáticamente filtros FIR, describir los métodos básicos para el diseño de filtros FIR y diseñar filtros FIR mediante el método de la ventana. ○ Describir los principios del método de muestreo en frecuencia de diseño de filtros FIR y relacionarlo con la DFT. ○ Describir las diferencias, ventajas, inconvenientes y criterios de selección del método para el diseño de un filtro digital. ○ Manejar herramientas matemáticas de análisis y diseño de sistemas de tiempo discreto.

Breve descripción de contenidos
Señales y su representación. Análisis en frecuencia de señales y sistemas. Señales aperiódicas discretas en el tiempo. Muestreo y reconstrucción de señales. Diseño de filtros. Señales aleatorias. Aplicaciones del procesamiento de señales digitales.

Conocimientos previos necesarios
Cálculo, Sistemas lineales.

Programa de la asignatura
• **Tema 1. Introducción.** Relación entre Señales y Sistemas. Señales: Tipos de señales, Operaciones con Señales. Señales básicas. Sistemas: Tipos de sistemas, Sistemas Lineales Temporalmente Invariantes (LTI). Transformada de Laplace, Transformada Z. Series y Transformadas de Fourier. • **Tema 2. Muestreo y reconstrucción de señales en el dominio del tiempo.** Conversión analógica-digital y digital analógica. Muestreo de señales continuas. Teorema de muestreo. Reconstrucción continua de señales muestreadas. Cuantificación y codificación. Muestreo y reconstrucción de señales discretas. • **Tema 3. La Transformada de Fourier Discreta (DFT)** Muestreo en el dominio de la frecuencia. Definición y propiedades de la DFT. Relación con las otras transformadas. Sistemas LTI discretos. Algoritmos para el cálculo eficiente de la DFT: la transformada rápida de Fourier (FFT). • **Tema 4. Diseño de Filtros** Filtros Continuos: Filtros de Butterworth, Filtros de Chebyshev y Filtros elípticos. Filtros Discretos: Filtros IIR y Filtros FIR. Filtros paso-todas, de fase 0, de fase lineal,

de fase mínima y máxima.

- **Tema 5. Aplicaciones del procesamiento de señales digitales**
  Técnicas adicionales aplicadas a señales reales: por ejemplo, la transformada de Fourier de corta duración, *wavelets*, procesamiento de imágenes, etc.

- **Tema 6. Señales Aleatorias**
  Variables aleatorias: definición y propiedades estadísticas. Muestreo y análisis. Señales aleatorias: definición y propiedades estadísticas. Tipos de señales aleatorias. Análisis en el dominio del tiempo: autocorrelación y correlación cruzada. Análisis espectral de señales aleatorias: espectro de potencia y densidad espectral cruzada. Caracterización de sistemas LTI a través de la respuesta a una señal aleatoria.

Bibliografía

Básica

- Fawwaz Ulaby, Andrew E. Yagle. Signals and Systems. Theory and Applications. 2nd Edition. Michigan Publishing Services (2024). https://services.publishing.umich.edu/Books/S/Signals-and-Systems
- V. Oppenheim, A.S. Willsky. "*Signals and Systems*". Englewoodk Cliffs, NJ: Prentice Hall; 2 edition edition (1996).
- J. G. Proakis y D. K Manolakis. "*Tratamiento digital de señales*" (4º Edición). Pearson Prentice Hall. 2007.

Complementaria

- V.K. Ingle, J.G. Proakis, *"Digital signal processing using MATLAB*". CENAGE Learning, 3th edition, 2012.
- S. K. Mitra. "*Digital signal processing, a computer based approach*". McGraw Hill. 3th edition. 2015.
- A. Gelb. "*Applied Optimal Estimation*". The MIT Press. 1974.

Complementario

Curso: "*Signals and Systems del MIT Open Courseware*":
http://ocw.mit.edu/resources/res-6-007-signals-and-systems-spring-2011/readings/

Recursos en internet

http://ocw.mit.edu/resources/res-6-007-signals-and-systems-spring-2011/readings/
En Campus Virtual de la UCM: http://www.ucm.es/campusvirtual.

Metodología

En las lecciones de teoría y problemas se utilizarán la pizarra y proyecciones con ordenador.

En cada tema se proporcionará una hoja de problemas/ejercicios similares/complementarios a los resueltos en clase durante las sesiones de teoría y problemas.

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de una selección de los problemas/ejercicios propuestos, y/o trabajos específicos.

En el laboratorio, el alumno realizará prácticas relacionadas con los contenidos de la asignatura. Después de cada sesión, el alumno deberá presentar al profesor un informe de la práctica realizada.

El alumno utilizará MATLAB para la resolución de ejercicios, problemas y prácticas.

Además, hará uso de diferentes circuitos y elementos electrónicos en algunas de las prácticas del laboratorio.

Evaluación		
Realización de exámenes ($N_{ex\#}$)	**Peso:**	60 %

Como parte de la evaluación continua se realizará un examen teórico-práctico (N_{exp}) parcial liberatorio en horario de clase a lo largo del curso. Para tener derecho a eliminar la materia evaluada en el parcial la calificación debe ser mayor que 3,5 ($N_{exp} \geq 3{,}5$).

También se realizará un examen final (en convocatoria ordinaria o extraordinaria) (N_{exf}) en el que se evaluarán los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos a lo largo del curso. Este examen se compone de dos partes (N_{exfa} y N_{exfb}) que hacen media. Es necesario obtener más de 3,5 en cada parte para aprobar la asignatura ($N_{exfa} \geq 3{,}5$ y $N_{exfb} \geq 3{,}5$).

$$N_{exf} = \frac{N_{exfa} + N_{exfb}}{2}$$

Si el alumno ha superado el 3,5 en el examen parcial ($N_{exp} \geq 3{,}5$), podrá realizar únicamente la parte *b* del examen final (N_{exfb}) y la nota correspondiente a la realización de exámenes será:

$$N_{ex} = \frac{N_{exp} + N_{exfb}}{2}$$

Esta opción sólo es aplicable en la convocatoria ordinaria y es necesario haber obtenido más de 3,5 en la parte *b*, $N_{exfb} \geq 3{,}5$.

En los casos en que el estudiante no supere el 3,5 en el examen parcial, $N_{exp} < 3{,}5$, o habiéndolo superado decide presentarse a las dos partes del examen final, o si el alumno se examina en la convocatoria extraordinaria, la nota correspondiente a la realización de exámenes será $N_{ex} = N_{exf}$

Otras actividades (N_{ec})	**Peso:**	10 %

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes podrán hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos o trabajos específicos de carácter individual o en grupo. Se valorará también la asistencia y participación en clases y seminarios.

Otras actividades (N_{lab})	**Peso:**	30 %

Realización de prácticas en el laboratorio: se valorará la asistencia, actitud y habilidades demostradas en las sesiones de laboratorio, así como la calidad de los informes presentados de cada práctica de laboratorio.

Calificación final

La calificación final será:

$$N_{final} = 0{,}6 \cdot N_{ex} + 0{,}1 \cdot N_{ec} + 0{,}3 \cdot N_{lab}$$

donde N_{ex} es la calificación correspondiente a los exámenes, N_{ec} es la calificación correspondiente a la evaluación continua y N_{lab} es la calificación de las prácticas de laboratorio.

Para aprobar la asignatura, será necesario obtener un mínimo de 3,5 en cada una de las dos partes de la asignatura, un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al examen, y un mínimo de 5 en la nota final N_{final}.

Si no se supera el 3,5 en cada una de las dos partes de la asignatura, o no se supera el 4 en la calificación correspondiente al examen, la nota media satura en 4.

Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Electromagnetismo II**					**Código**	805974
Materia:	Electromagnetismo			**Módulo:**	Fundamental		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	2º	**Semestre:**	2º
Créditos (ECTS)	7.5	**Teóricos**	4	**Problemas**	2	**Laboratorio**	1.5
Presencial	-		32 %		32 %		70 %
Horas Totales			32		16		26

Profesor/a Coordinador/a:	Sagrario Muñoz San Martín		**Dpto:**	EMFTEL
	Despacho:	03.112.0	**e-mail**	smsm@fis.ucm.es

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	Sagrario Muñoz San Martín	T/P	EMFTEL	smsm@ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	M X J	16:30 – 17:30 16:00 – 17:30 16:00 – 17:00	M3	**Sagrario Muñoz:** Despacho 03.112.0 Semestre 1: M y X, 12:00-13:30. Semestre 2: M y X, 10:30-12:00

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	**Horarios de Laboratorio**			**Profesores**
	Días	**Horas**	**Lugar**	
L1	L	11:30 – 14:00	Laboratorio de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones (03.210.0)	Sagrario Muñoz San Martín
L2	M	11:30 – 14:00		Sagrario Muñoz San Martín
L3	V	09:00 – 11:30		Sagrario Muñoz San Martín
L4	J	09:00 – 11:30		Sagrario Muñoz San Martín

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Comprensión de las fuerzas y energías asociadas a campos electromagnéticos y los correspondientes teoremas de conservación.
- Capacidad para comprender los mecanismos de propagación y transmisión de ondas electromagnéticas.
- Destreza en la resolución de problemas prácticos con campos electromagnéticos.

Breve descripción de contenidos

Energía y fuerza electromagnética. Ondas electromagnéticas. Ondas guiadas. Radiación

Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos en Fundamentos de Física I y II, Análisis de Circuitos en el primer curso y Electromagnetismo I. Conocimientos de PSpice y MATLAB.

Programa de la asignatura

1.- Energía y fuerzas en campos electrostáticos y magnetostáticos. Energía electromagnética
Energía electrostática de una distribución de carga. Densidad de energía en el campo electrostático. Energía de un sistema de conductores. Fuerzas en sistemas electrostáticos. Energía magnetostática de un sistema de corrientes. Densidad de energía en el campo magnetostático. Fuerzas en sistemas magnetostáticos. Energía electromagnética. Teorema de Poynting.

2.- Ondas electromagnéticas
Ecuación de ondas. Potenciales electromagnéticos. Campos armónicos. Representación fasorial. Ondas planas uniformes monocromáticas. Propagación en dieléctricos y conductores. Densidad y flujo de energía electromagnética.

3.- Ondas guiadas.
Modos de propagación: TEM, TE y TM. Análisis circuital y modelo equivalente de líneas de transmisión. Ecuaciones del telegrafista. Impedancia característica. Velocidad de fase y grupo. Línea coaxial. Guías de onda rectangular y circular.

4.- Radiación
Potenciales retardados. Potenciales de Liénard-Wiechert. Campos de radiación y aceleración. Radiación dipolar: dipolo eléctrico y dipolo magnético.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

P1. Ley de Biot y Savart.
P2. Ley de Faraday.
P3. Velocidad de grupo y caracterización de la impedancia característica de un cable coaxial.
P4. Relación de dispersión de una guía de ondas.
P5. Caracterización de un transformador (I).
P6. Caracterización de un transformador (II).
P7. Propagación de ondas en medios. Reflexión y transmisión.
P8. Medida de la componente horizontal del campo magnético terrestre.

Bibliografía

Básica

- D. K. Cheng. "*Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería*" Addison Wesley Longman (1998).
- D. K. Cheng. "*Fields and waves electromagnetics*" Addison Wesley Longman (2000).
- Griffiths, D.J., "*Introduction to Electrodynamics*" (4th. Edition). Prentice Hall International (2017).

- Reitz, J. R.; Milford, F. J. y Christy, R. W. "*Fundamentos de la Teoría Electromagnética*". 4ª Ed. Addison-Wesley (1996).
- M. Sadiku. "*Elementos de Electromagnetismo*". Oxford University Press 2004.
- Zahn, M: "*Teoría electromagnética*". McGraw-Hill, México 1991.

Complementaria

- E. López, F. Núñez: "*100 problemas de electromagnetismo*". Alianza Editorial, Madrid 1997.
- A.G. Fernandez, "*Problemas de campos electromagnéticos* "McGraw-Hill (Serie Schaum), España, 2005
- J. A. Edminister: "*Electromagnetismo*". McGraw-Hill (Serie Schaum), México 1992.
- J. M. Miranda, J. L. Sebastián, M. Sierra, J. Margineda. "*Ingeniería de Microondas*". Prentice-Hall 2001.
- D. M. Pozar, "*Microwave Engineering*". John Wiley, 1998.

Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: https://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones (3 horas por semana).
- Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas (1.5 horas por semana).
- Clases de laboratorio (26 horas).

En las lecciones de teoría se utilizará la pizarra y proyecciones con ordenador y transparencias. Ocasionalmente, estas lecciones se verán complementadas con simulaciones por ordenador y prácticas virtuales, que serán proyectadas en el aula.

Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el campus virtual.

Como parte de la evaluación continua, se valorará la respuesta a las preguntas planteadas durante las clases de teoría.

En el laboratorio, el alumno realizará de forma individual prácticas relacionadas con el contenido de la asignatura. La asistencia a todas las sesiones de laboratorio es obligatoria y al final de cada sesión es obligatorio la entrega de la hoja de datos y responder a las cuestiones que se plantean en cada práctica.

Evaluación

Realización de exámenes (N_{Final})	**Peso:**	70 %

Se realizará un examen parcial no liberatorio (a mediados del semestre) en horario de clase y un examen final. El examen parcial tendrá una estructura similar al examen final. La calificación final, relativa a exámenes, N_{Final}, se obtendrá de la mejor de las opciones:

$$N_{Final} = 0{,}3 \cdot N_{Ex_Parc} + 0{,}7 \cdot N_{Ex_Final}$$

$$N_{Final} = N_{Ex_Final}$$

donde N_{Ex_Parc} es la nota obtenida en el examen parcial y N_{Ex_Final} es la calificación obtenida en el examen final, ambas sobre 10.

Los exámenes tendrán una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas de la teoría y del laboratorio.		
Otras actividades (A_1)	**Peso:**	10 %
Se valorará la asistencia y participación en las cuestiones que se plantean diariamente en clase.		
Otras actividades (A_2)	**Peso:**	20 %
Asistencia, actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones de laboratorio y la calificación de las cuestiones planteadas en el laboratorio.		
Calificación final		

La calificación final será la mejor de las opciones

$$C_{Final} = 0{,}7 \cdot N_{Final} + 0{,}1 \cdot A_1 + 0{,}2 \cdot A_2$$

$$C_{Final} = 0{,}8 \cdot N_{Final} + 0{,}2 \cdot A_2$$

donde A_1, A_2 corresponden a las calificaciones de las actividades respectivas y N_{Final} es la correspondiente a la realización de exámenes.

La calificación de la convocatoria extraordinaria se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.

Como norma general, no se conservará la calificación del laboratorio de un curso para otro.

4. Fichas docentes de las asignaturas de 3er Curso

Las asignaturas previstas para el tercer curso de la titulación son las siguientes:

- **Primer Cuatrimestre**
    - Teoría de la Comunicación
    - Física de Dispositivos Electrónicos
    - Fundamentos de Redes de Computadores
    - Circuitos de Alta Frecuencia
- **Segundo Cuatrimestre**
    - Fundamentos de Compatibilidad Electromagnética
    - Electrónica Analógica
    - Comunicaciones Inalámbricas
    - Control de Sistemas

Todas las asignaturas son cuatrimestrales. En las fichas docentes se puede encontrar información sobre el profesorado que imparte la asignatura, horarios, lugar, tutorías, contenidos y métodos de evaluación.

Asimismo, es posible cursar este año cualquiera de las tres optativas necesarias para completar los objetivos del plan de estudio. Estas asignaturas son:

- **Primer Cuatrimestre**
    - Bioingeniería
    - Optimización de Sistemas
- **Segundo Cuatrimestre**
    - Robótica
    - Tecnologías Fotónicas de las Comunicaciones

No se incluye la asignatura “Prácticas de Empresa” al ser necesario haber completado 150 ECTS antes de la matrícula.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Teoría de la Comunicación**			**Código**	805978
Materia:	Sistemas de Comunicación		**Módulo:**	Comunicaciones	
Carácter:	Obligatorio		**Curso:**	3º	**Semestre:** 1º
Créditos (ECTS)	7.5	**Teóricos** 4	**Problemas**	2	**Laboratorio** 1.5
Presencial	-	**Teóricos** 32 %	**Problemas**	32 %	**Laboratorio** 70 %
Horas Totales		**Teóricos** 32	**Problemas**	16	**Laboratorio** 26

Profesor/a Coordinador/a:	José Luis Ayala Rodrigo		**Dpto:**	DACyA
	Despacho:	312, Fac. Informática	**e-mail**	jlayalar@ucm.es

-

Grupo	**Profesor**	T/P[1]	**Dpto.**	**e-mail**
único	José Luis Ayala Rodrigo (Teo., 32 h)	T/P	DACyA	jlayalar@ucm.es
	Daniel Parra Rodríguez (Probl., 16h)			dparra02@ucm.es

[1]: T: teoría, P: prácticas o problemas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	L M X	11:30-13:00 10:30-11:30 11:00-12:00	5	**J. L. Ayala:** Despacho INF-312 (Fac. de Informática) Semestre 1 y 2: M y X, 14:00 - 15:30 **M. J. Belda**: Desp. 02.223.0, X: 15:00-17:00 **D. Parra**: Desp. 347 (Fac. de Informática), V: 10:00-14:00

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	**Horarios de Laboratorio[2]**			**Profesores**
	Días	**Horas**	**Lugar**	
L1	X	17:00-19:30	Laboratorio de Sistemas Digitales (02.241.B)	M.ª José Belda Beneyto
L2	J	17:00-19:30		M.ª José Belda Beneyto

[2]*: Se distribuirán los alumnos en dos grupos diferentes y cada uno de ellos realizará, dentro del horario de laboratorio correspondiente, las sesiones necesarias para cubrir las 26 horas de laboratorio.*

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
• Analizar la estructura, funcionamiento y aplicaciones de los Sistemas de Telecomunicación. • Analizar los procesos de modulación y demodulación, analógica y digital. • Interpretar y caracterizar los parámetros de la señal en términos de potencia y anchos de banda. • Interpretar y caracterizar la calidad de los Sistemas de Telecomunicación (relaciones señal a ruido y/o interferencia, distorsión y probabilidades de error).

Breve descripción de contenidos
Introducción a los sistemas de comunicaciones. Señales, ruido y distorsión. El canal de comunicaciones. Transmisión analógica. Introducción a las comunicaciones digitales. Transmisión digital en banda base. Transmisión digital modulada. Codificación. Fundamentos del receptor de comunicaciones.

Conocimientos previos necesarios
Señales aleatorias, probabilidad básica. Sistemas lineales.

Programa de la asignatura
1. Sistemas de comunicaciones modernos 2. Señales y transmisión de señales 3. Canales, espectro de potencia y modulación AM 4. Moduladores, receptores, AM y SSB 5. Otras modulaciones de amplitud 6. Modulaciones no lineales 7. Modulaciones no lineales. Parte 2. 8. Muestreo y modulación de pulsos 9. PCM 10. Codificación de línea 11. Modulaciones digitales 12. Corrección de errores **Las prácticas** por desarrollar en el laboratorio se realizarán con el software GNU Radio y versarán sobre: introducción al entorno, transmisión y recepción AM, transmisión y recepción FM, pulsos PSK y diagramas de ojos en modulaciones digitales.

Bibliografía
Básica • J.G. Proakis, M. Salehi, "*Fundamentals of Communication Systems*", 2nd ed., Prentice-Hall, 2013. • S. Haykin, M. Moher, "*Communication Systems*", 5th ed., Wiley, 2021

Complementaria

- B.P. Lathi , Z. Ding. "*Modern Digital and Analog Communication*", 5th ed., The Oxford Series in Electrical and Computer Engineering, 2022.
- R.E. Ziemer, W.H.Tranter, "*Principios de Comunicaciones. Sistemas, Modulación y Ruido*". Editorial Trillas. 1981.
- B. Sklar. "*Digital Communications. Fundamentals and Applications*", 2nd ed., Editorial Prentice Hall. 2001.
- C. R. Johnson Jr y W. A. Sethares, "*Telecommunication breakdown: Concepts of communication transmitted via software-defined radio*". Pearson-Prentice Hall (2004)

Recursos en internet
En Campus Virtual de la UCM: http://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología
Se desarrollarán las siguientes actividades formativas: • Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones. • Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas. • Siete sesiones de laboratorio durante el curso. En las lecciones de teoría se utilizarán proyecciones con ordenador y en las clases de problemas se utilizará la pizarra. Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el Campus Virtual. Como parte de la evaluación continua, los estudiantes realizarán tests de contenido similar al del examen final. Las prácticas consistirán en desarrollos prácticos sobre GNU Radio para reforzar de un modo práctico lo aprendido en las sesiones de teoría y para dotar a la asignatura de una aplicación práctica. La asistencia a todas las sesiones de las prácticas es obligatoria, descontándose un 20% en la calificación del laboratorio por cada práctica sin asistencia.

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{ex})	**Peso:**	60 %
Se realizará un examen final. El examen constará de una serie de problemas y/o cuestiones teóricas (de nivel similar a los resueltos en clase). Para la realización de la parte del examen no se podrán utilizar apuntes ni libros, pero sí un formulario personal que se entregará al finalizar el examen. El examen final contará con una convocatoria ordinaria y otra extraordinaria que se anunciarán con antelación.		
Otras actividades (N_{ec})	**Peso:**	20 %
Como parte de la evaluación continua, los estudiantes realizarán tests de contenido similar al del examen final.		

Prácticas de laboratorio (N_{lab})	**Peso:**	20 %

Realización de prácticas en el laboratorio, cuya asistencia será obligatoria, descontándose un 20% en la calificación del laboratorio por cada práctica sin asistencia. Las prácticas serán evaluadas mediante un examen específico de las mismas (1 punto) y un test al inicio de cada práctica (1 punto). El examen de las prácticas de laboratorio contará con una convocatoria ordinaria y otra extraordinaria que se anunciarán con antelación.

Calificación final

La calificación final será la mayor de las dos puntuaciones siguientes:

$$C_{Final} = 0{,}6 \cdot N_{ex} + 0{,}2 \cdot N_{lab} + 0{,}2 \cdot N_{ec}$$

$$C_{Final} = 0{,}8 \cdot N_{ex} + 0{,}2 \cdot N_{lab}$$

donde N_{ex} es la calificación correspondiente al examen final, N_{ec} es la calificación correspondiente a la evaluación continua y N_{lab} es la calificación de las prácticas de laboratorio. En cualquiera de los casos, para aprobar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al examen final.

Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.

Tanto el examen final de la asignatura como el de las prácticas de laboratorio deben realizarse en la convocatoria extraordinaria si el estudiante no supera la asignatura en la convocatoria ordinaria.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Física de Dispositivos Electrónicos**					**Código**	805979
Materia:	Electrónica		**Módulo:**	Electrónica y Electromagnetismo			
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	3º	**Semestre:**	1º
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**	4	**Problemas**	2	**Laboratorio**	-
Presencial	-		32 %		32 %		-
Horas Totales			35		18		-

Profesor/a Coordinador/a:	Ignacio Mártil de la Plaza		**Dpto:**	EMFTEL
	Despacho:	03.109.0	**e-mail**	imartil@fis.ucm.es

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	Ignacio Mártil de la Plaza	T/P	EMFTEL	imartil@ucm.es

[1]: T: teoría, P: prácticas o problemas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	L	10:00–11:30	5	Despacho 03.109.0 Semestre 1 y 2: V, 10:00-13:00
	X	12:00-13:30		
	J	12:30-13:30		

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Comprensión y dominio de los dispositivos electrónicos y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
- Comprensión del funcionamiento de los dispositivos bipolares y de efecto de campo poniendo de manifiesto sus diferencias características.
- Capacidad para extraer modelos de gran señal (PSPICE) y de pequeña señal. Comprender los modelos de pequeña señal como linealizaciones del problema total.

Breve descripción de contenidos

Diodo Real. Modelo PSPICE. Transistor bipolar ideal e integrado. Modelo PSPICE. Modelos equivalentes de pequeña señal. Transistor de efecto campo de unión. Estructura MOS y transistor MOSFET. Modelo PSPICE. Polarización y ganancia de amplificadores con componentes discretos.

Conocimientos previos necesarios
Asignaturas “Análisis de Circuitos” y “Electrónica Física”.

Programa de la asignatura

0. Introducción a la Electrónica

Introducción. Breve historia de la Electrónica. Panorámica actual de la Electrónica. Perspectivas de futuro. Los dispositivos electrónicos

1. Unión PN ideal

Introducción. La unión PN en equilibrio. La unión PN en polarización d.c. Características I-V de la unión PN ideal. El diodo corto. La unión PN en polarización a.c.

2. Unión PN real

Corrientes de Gen./Rec. en la ZCE. Corrientes de alta inyección. Procesos de ruptura. Modelo PSpice del diodo. Dispositivos basados en la unión PN: Célula Solar, Diodo emisor de luz (LED)

3. Transistor bipolar

Introducción. Estructura y principio de operación. Corrientes y parámetros característicos. Tecnología microelectrónica

4. Aplicaciones del transistor bipolar

Modelos del Transistor: Ebers-Moll, PSpice. Características del transistor. Polarización del transistor. Nociones Básicas de Amplificación. Amplificadores monoetapa. Amplificadores Multietapa

5. Transistor MOSFET

Introducción. La estructura MOS. El transistor MOSFET. Amplificadores MOSFET. Dispositivos MOS: Inversor CMOS, Memorias DRAM y Flash. Tecnología MOS.

Bibliografía ordenada alfabéticamente

- Li, S. S., “*Semiconductor physical electronics*”, Springer, 2006
- Neamen, D.A., “*Semiconductor Physics and Devices*”, Irwin 1997.
- Neudeck, G.W., “*El transistor Bipolar de Unión*”, Addison-Wesley 1994.
- Pierret, R.F., “*Dispositivos de Efecto Campo*”, Addison-Wesley 1994.
- Pierret, R. F. “*Unión PN*”, Addison-Wesley 1994
- Pulfrey, D. L. “*Understanding modern transistors and diodes*”, Cambridge, 2010
- Singh, J., “*Semiconductor Devices*”, McGraw-Hill 1994.
- Sze, S.M., “*Semiconductor Devices, Physics and Technology*”, J. Wiley 2002.
- Tyagi, M.S., “*Introduction to Semiconductor Materials and Devices*”, J. Wiley 1991

Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: http://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología
Se desarrollarán las siguientes actividades formativas: a. Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones. b. Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas. En las lecciones de teoría se utilizará la pizarra y proyecciones con ordenador y transparencias. Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase. Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y trabajos específicos

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{Final})	**Peso:**	70 %
Examen Final. La nota mínima requerida en esta parte es de 4/10.		
Otras actividades ($N_{OtrasActiv}$)	**Peso:**	30 %
Para la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de problemas.		

Calificación final

Se realizará un examen final. El examen consistirá en problemas de grado de dificultad variable. Durante el curso, se entregarán, de forma voluntaria, problemas al final de cada Tema del programa. La calificación de estos tendrá un peso en la calificación final del 30 % del total

Si N_{Final} es mayor o igual que 4, la calificación final será la mejor de las opciones siguientes:

$$C_{final} = 0{,}7 \cdot N_{Final} + 0{,}3 \cdot N_{OtrasActiv}$$

$$C_{final} = N_{Final}$$

donde $N_{OtrasActiv}$ es la calificación correspondiente a *Otras actividades* (que incluirán los problemas entregados) y N_{Final} la obtenida en el examen de la asignatura.

Si N_{Final} es inferior a 4, $C_{final} = N_{Final}$.

La calificación de la convocatoria extraordinaria se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Fundamentos de Redes de Computadores**				**Código**	805981
Materia:	Redes			**Módulo:**	Sistemas y Redes	
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	3º	**Semestre:** 1º
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**	3.5	**Proble-mas**	1.5	**Laborato-rio** 1
Presencial	-		32 %		32 %	70 %
Horas Totales			28		12	18

Profesor/a Coordinador/a:	Guadalupe Miñana Ropero		**Dpto:**	DACyA
	Despacho:	347, Fac. Inf.	**e-mail**	gminanar@ucm.es

Grupo	**Profesor**	T/P[1]	**Dpto.**	**e-mail**
único	Guadalupe Miñana Ropero	T/P	DACyA	gminanar@ucm.es

[1]: T: teoría, P: prácticas o problemas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	L	13:00-14:00	5	**Guadalupe Miñana:** Des. 347, Fac. Informática, Semestre 1: L, 11:00 - 13:00; M, 13:30 - 14:30 Semestre 2: J, 11:00-13:00 y V, 10:00 – 11:00 (o en otro momento, bajo cita previa) **Luis M. Costero Valero (**lcostero@ucm.es): 02.230.0, Fac. CC Físicas. Semestres 1 y 2**:** L y M: 11.00 - 13.30; J: 15.00 - 16.00
	M	11:30-13:30		

(3 h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual,…

Grupo	**Laboratorio[2]**			**Profesores**
	Días	**Horas**	**Lugar**	
L1	L	15:30 - 17:30	Laboratorio de Sistemas Digitales (02.241.B)	Guadalupe Miñana Ropero
L2	X	15:00 – 17:00		Luis M. Costero Valero

[2]: Se realizarán nueve sesiones de laboratorio.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Capacidad de concebir, desplegar, organizar y gestionar redes, sistemas, servicios e infraestructuras de telecomunicación en contextos residenciales (hogar, ciudad y comunidades digitales), empresariales o institucionales responsabilizándose de su

puesta en marcha y mejora continua, así como conocer su impacto económico y social.

- Dominio de la arquitectura TCP/IP y los conceptos fundamentales de las redes de computadores.
- Conocimiento y utilización de los conceptos de arquitectura de red, protocolos e interfaces de comunicaciones.
- Capacidad para seleccionar circuitos y dispositivos electrónicos especializados para la transmisión, el encaminamiento o enrutamiento y los terminales, tanto en entornos fijos como móviles.
- Capacidad de diferenciar los conceptos de redes de acceso y transporte, redes de conmutación de circuitos y de paquetes, redes fijas y móviles, así como los sistemas y aplicaciones de red distribuidos, servicios de voz, datos, audio, video y servicios interactivos y multimedia.

Breve descripción de contenidos

Introducción a las redes de comunicaciones. Conceptos básicos. Modelo de referencia OSI. Enlace de datos. Redes de área local. Redes de área metropolitana. Redes de comunicación conmutadas. Dispositivos de red y de interconexión de redes. Encaminamiento. Introducción a las redes de servicios. La capa de transporte. Niveles superiores del modelo OSI.

Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos en la asignatura de “Redes y Servicios de Telecomunicaciones”.

Programa de la asignatura

1. **Introducción y repaso de conceptos básicos**. Modelo de interconexión de sistemas abiertos. Protocolos de acceso múltiple. Estándares IEEE 802. Redes Ethernet. Dispositivos de red e interconexión de redes. Redes WLAN. Redes de área metropolitana. Redes de área local virtuales (VLAN).
2. **Redes de comunicación conmutadas**. Conmutación de Circuitos. Conmutación de paquetes. Conmutación de mensajes. Redes WAN conmutadas: X.25, Frame Relay y ATM.
3. **Enlace de datos: Switches, *hubs*, repetidores, bridges, etc**. Funciones de la capa de enlace. Detección y corrección de errores. Protocolos elementales de control de flujo y errores. Protocolos de ventana deslizante. Protocolos de enlace de datos: HDLC, PPP, ARP…
4. **Diseño, direccionamiento y gestión de subredes**. Importancia del direccionamiento IP para el diseño de redes. Recomendaciones para el diseño de redes y subredes. Máscara de subred de longitud variable y direccionamiento estructurado. Direccionamiento Privado versus Público. IPv6 comparado con IPv4. Transición de IPv4 a IPv6.
5. **Encaminamiento IP: algoritmos y dispositivos**. Encaminamiento interior y exterior. Sistemas autónomos. Protocolos de encaminamiento: RIP, OSPF, EGP, BGP. Routers.
6. **Introducción a las redes de servicios**. TCP versus UDP. Correo, mensajería, telefonía, VoIP, juegos en red, *streaming* …

Bibliografía
Básica • Behrouz A. Forouzan. "*Transmisión de datos y redes de comunicaciones*". 4ª Edicion, McGraw Hill, 2007. **Complementaria** • A. Tanenbaum. "*Redes de Computadores*" 5ª ed. Pearson, 2012. • W. Stallings. "*Comunicaciones y Redes de Computadores*", 7ª ed. Pearson/Prentice-Hall, 2004.

Recursos en internet
En Campus Virtual de la UCM: http://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología
Se desarrollarán las siguientes actividades formativas: • Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones. • Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas. • Cuatro prácticas de laboratorio durante el curso. En las lecciones de teoría se utilizarán proyecciones con ordenador y en las clases de problemas se utilizará la pizarra. Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el Campus Virtual. Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos. Las prácticas consistirán en desarrollos prácticos con equipamiento de redes, simuladores y herramientas software de gestión de redes, que servirán para reforzar de un modo práctico lo aprendido en las sesiones de teoría y para dotar a la asignatura de una aplicación práctica. La asistencia a todas las sesiones de las prácticas es obligatoria. En total se realizarán 9 sesiones de laboratorio organizadas en 4 prácticas. Para cada práctica el alumno deberá presentar una memoria con los resultados obtenidos.

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{ex})	**Peso:**	70 %
Se realizará un examen final. El examen constará de una serie de problemas y/o cuestiones teóricas (de nivel similar a los resueltos en clase). Para la realización de la parte del examen no se podrán utilizar apuntes ni libros.		
Otras actividades (N_{ec})	**Peso:**	10 %
Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos de carácter individual o colectivo.		
Otras actividades (N_{lab})	**Peso:**	20 %
Realización de prácticas en el laboratorio. Las prácticas serán evaluadas mediante un examen final que tendrá lugar la última sesión del laboratorio. El/la estudiante deberá asistir de forma obligatoria a todas las sesiones de laboratorio. De no hacerlo, la		

puntuación de este apartado será $N_{LAB} = 0$.

La nota de laboratorio será válida para ambas convocatorias.

Calificación final

La calificación final será la mayor de las dos puntuaciones siguientes:

$$C_{Final} = 0{,}7 \cdot N_{ex} + 0{,}2 \cdot N_{lab} + 0{,}1 \cdot N_{ec}$$

$$C_{Final} = 0{,}8 \cdot N_{ex} + 0{,}2 \cdot N_{lab}$$

donde N_{ex} es la calificación correspondiente al examen final, N_{ec} es la calificación correspondiente a la evaluación continua y N_{lab} es la calificación del laboratorio. Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.

Es necesario obtener al menos un 4 en el examen. En caso de no conseguirlo, se hará $N_{ex} = 0$ para el cálculo de la calificación final.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Circuitos de Alta Frecuencia**					**Código**	805980
Materia:	Radiofrecuencia			**Módulo:**	Electrónica y Electromagnetismo		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	3º	**Semestre:**	1º
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**	3.5	**Problemas**	1.5	**Laboratorio**	1
Presencial	-		32 %		32 %		70 %
Horas Totales			28		12		18

Profesor/a Coordinador/a:	Luis Ángel Tejedor Álvarez		**Dpto:**	EMFTEL
	Despacho:	03.219.B	**e-mail**	luistejedor@fis.ucm.es

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	Luis Ángel Tejedor Álvarez	T/P	EMFTEL	luistejedor@fis.ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	M J	9:00-10:30 11:00-12:30	5	**Luis A. Tejedor**: Despacho 03.219.C, Sem. 1 y 2: L, 9:30-11:00; V, 11:00-12:30 **Gianluca Susi** (gsusi@ucm.es): Despacho 03.105.0, Semestre 1: M, J: 13:30-15:00

(2.5h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	**Horarios de laboratorio**			**Profesor**
	Día	**Horas**	**Lugar**	
L1	X	15:00-17:00	Aula de Informática y Laboratorio de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones (03.210.0)	Gianluca Susi
L2	J	15:00-17:00		Gianluca Susi

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Comprensión y dominio de sistemas de transmisión de señales de alta frecuencia: propagación libre, líneas de transmisión y guías de onda.
- Capacidad para aplicar la teoría clásica de análisis de circuitos a los sistemas multiconductores de transmisión de señales de alta frecuencia.
- Capacidad de analizar y diseñar redes multipuerta de radiofrecuencia.
- Destreza y habilidad para el diseño de osciladores y amplificadores de RF de bajo ruido y multietapa.

- Análisis y diseño de apantallamientos para problemas de compatibilidad electromagnética.

Breve descripción de contenidos

Líneas de transmisión, coeficientes de reflexión, pérdidas. Adaptación de impedancias. Carta de Smith. Redes de microondas y parámetros S. Componentes. Filtros. Dispositivos de control. Amplificadores. Instrumentación de RF.

Conocimientos previos necesarios

Electromagnetismo y Análisis de circuitos.

Programa de la asignatura

1. Líneas de Transmisión

Ondas de voltaje y corriente en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Parámetros característicos de una línea de transmisión. Potencia. Diagrama de onda estacionaria. Impedancia.

2. Líneas de Transmisión con Pérdidas

Teorema de Poynting. Pérdidas en dieléctricos y en conductores. Expresión de las pérdidas en los parámetros de la línea. Modelo circuital de la línea con pérdidas. Aproximación de bajas pérdidas. Potencia, impedancia y diagrama de onda estacionaria en la línea con pérdidas.

3. Adaptación de Impedancias

Concepto de adaptación de impedancias. Diagrama de Smith. Adaptación con elementos discretos. Adaptación con stubs. Transformadores de λ/4. Adaptación en banda ancha.

4. Parámetros S

Tensiones y corrientes equivalentes en guías. Ondas de potencia. Matriz S. Propiedades. Parámetros S de cuadripolos. Relaciones entre matrices de parámetros.

5. Tecnología

Líneas de transmisión: coaxial, guía, microstrip, stripline, coplanar. Fabricación de PCBs. Conectores para RF. Continuidad de la masa. Componentes y efectos parásitos. MMICs. Técnicas de montaje y soldadura. Precauciones.

6. Acopladores, divisores y otros dispositivos pasivos

Acopladores direccionales: Parámetros y matriz S. T híbrida. Acoplador de ramas. Acoplador direccional en anillo. Acoplador de líneas acopladas paralelas. Acoplador de Lange. Divisor de Wilkinson. Circuitos equivalentes con elementos concentrados. Circuladores. Aisladores.

7. Amplificadores

Amplificadores de RF comerciales y amplificadores con transistores. Transistores para microondas: FET, BJT, HBT, HEMT. Definiciones de ganancia y coeficientes de reflexión en amplificadores. Máxima Ganancia Disponible (MAG). Estabilidad: concepto, círculos de estabilidad y técnicas de estabilización. Realimentación. Diseño para MAG. Diseño para una ganancia específica. Diseño para bajo ruido. Diseño para banda ancha. Estructuras multietapa. Tubos de Microondas.

8. Conmutadores

Diodos Schottky y diodos PiN. Circuitos equivalentes. Pérdidas de inserción, aislamiento y tiempo de conmutación. Interruptores: topologías serie, paralelo y serie-paralelo. Conmutadores SPDT y SPMT. Drivers para diodos PiN. Conmutadores comerciales.

Laboratorio

1. Introducción a Microwave Office. Simulación.
2. Diseño de circuitos reales con MW Office. Optimización.
3. MW Office: Librerías, parásitos, análisis de tolerancias y medidas.
4. Introducción a la instrumentación de microondas.
5. Medidas de Impedancias y parámetros S con el analizador vectorial de redes
6. Medidas de distorsión no lineal del amplificador ADL5535
7. Caracterización de acopladores direccionales, divisores y conmutadores
8. Estructuras balanceadas

Bibliografía ordenada alfabéticamente

- M. Sierra, B. Galocha, J.L. Fernández, M. Sierra Castañer, "*Electrónica de Comunicaciones*", Pearson Educación, 2003
- R. E. Collin, "*Foundations for Microwave Engineering*", Wiley-IEEE Press, 2000.
- J.M. Miranda, "*Ingeniería de Microondas, Técnicas Experimentales*", Pearson Education, 2002
- D. M. Pozar, "*Microwave engineering*". 4th ed. John Wiley, 2012.
- G.L. Matthaei, L. Young and E.M.T. Jones, "*Microwave Filters, Impedance Matching Networks and Coupling Structures*", Artech House, 1980.

Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: https://www.ucm.es/campusvirtual

Agilent Technologies, "*S parameter Design AN-154*",
https://www.hpmemoryproject.org/an/pdf/an_154.pdf

Minicircuits, "Application Notes and Webminars on RF components"
https://www.minicircuits.com/applications/application_notes.html

Microsemi-Watertown, "The PiN diode circuit designers' handbook"
https://www.ieee.li/pdf/essay/pin_diode_handbook.pdf

Canal de Youtube UCM-ELEC Group.
https://www.youtube.com/@ucm-elecgroup230/featured

Metodología

En las lecciones de teoría y resolución de problemas se utilizará la pizarra y presentaciones de Microsoft Power Point.

Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, publicados en el campus virtual. Los alumnos saldrán a la pizarra a resolverlos.

En algunos temas se propondrán trabajos individualizados de diseño de circuitos de microondas mediante las técnicas explicadas en clase.

Las prácticas de simulación se realizarán de forma individual, mientras que las de medidas en laboratorio serán por parejas. La organización de las prácticas se ajustará al volumen de matrícula.

Evaluación		
1 examen escrito ($N_{Parcial}$)	**Peso:**	30 %
Se realizará en horario de clase, sin libros ni apuntes, y consistirá en: ▪ Un problema de líneas de transmisión ▪ Un problema de adaptación de impedancias con carta de Smith Se puntúa de 0 a 10 puntos y es liberatorio. En caso de obtener menos de 5 puntos el examen parcial, será necesario recuperarlo en los exámenes finales de la convocatoria ordinaria o extraordinaria.		
1 examen final (N_{final})	**Peso:**	25 %
Constará de 2 partes: • Un test • Problemas Se puntúa de 0 a 10 puntos.		
Entrega de diseños propuestos (D)	**Peso:**	10 %
Participación en clase (P)	**Peso:**	5 %
Prácticas (R)	**Peso:**	30 %
Cada una se puntúa de 0 a 10 puntos. Se considerará la preparación previa, la calidad de los informes, el envío de los mismos dentro del plazo fijado, las respuestas a posibles cuestionarios y el cumplimiento de los objetivos planteados. Se penalizará explícitamente la falta de puntualidad y el trato inadecuado del material. Como norma general, no se conservará la calificación del laboratorio de un curso para otro.		

Calificación final

Si la nota media de los exámenes es superior a 4, la calificación final será:

$$C_{Final} = 0{,}3 \cdot N_{parcial} + 0{,}25 \cdot N_{final} + 0{,}1 \cdot D + 0{,}05 \cdot P + 0{,}3 \cdot R$$

La nota media de los exámenes se calcula manteniendo el mismo peso que tienen en la evaluación continua, es decir:

$$C_{examenes} = 0{,}55 \cdot N_{parcial} + 0{,}45 \cdot N_{final}$$

En caso de que la nota media de los exámenes no llegue a 4, se tomará como calificación final la media de los exámenes ($C_{Final} = C_{examenes}$), dando lugar a un suspenso.

Para optar a Matrícula de Honor será imprescindible obtener una puntuación superior a 9 en C_{final}.

La calificación de la convocatoria extraordinaria se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.

Las calificaciones de los diseños, la participación en clase y las prácticas se guardan para la convocatoria extraordinaria. Excepcionalmente se habilitarán sesiones extraordinarias de recuperación de prácticas para quienes las tengan suspensas y hayan obtenido una calificación igual o superior a 4 en $C_{exámenes}$.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Fundamentos de Compatibilidad Electromagnética**					**Código**	805983
Materia:	Radiofrecuencia			**Módulo:**	Electrónica y Electromagnetismo		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	3º	**Semestre:**	2º
Créditos (ECTS)	7.5	**Teóricos**	4	**Problemas**	2	**Laboratorio**	1.5
Presencial	-		32 %		32 %		70 %
Horas Totales			32		16		26

Profesor/a Coordinador/a:	Pedro Antoranz Canales		**Dpto:**	EMFTEL
	Despacho:	03.106.0	**e-mail**	antoranz@ucm.es

Grupo	**Profesores**	T/P[1]	**Dpto.**	**e-mail**
único	Pedro Antoranz Canales	T/P	EMFTEL	antoranz@ucm.es

[1]: T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	M	11:00 – 12:30	14	**P. Antoranz**: Des. 03.106.0, Semestre 1: L y X, 11:30 - 13:00 Semestre 2: M y J: 12:30 -14:00 **L. A. Tejedor** (latejedo@ucm.es): Laboratorio 03.219.C Sem. 1 y 2, L: 9:30-11:00; V: 11:00-12:30 **P. Vizcaíno** (pabvizca@ucm.es): Laboratorio 03.105.0 Sem. 2, M: 17:30-18:30
	J	10:30 – 12:30		

(2.5 h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	**Horarios de laboratorio**			**Profesor**
	Día	**Horas**	**Lugar**	
L1	M	15:00-17:30	Aula de Informática y Lab. de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones (03.210.0)	Luis Ángel Tejedor Álvarez (26 h) Pablo Vizcaíno García (13 h)
L2	J	15:00-17:30		Luis Ángel Tejedor Álvarez (26 h) Pablo Vizcaíno García (13 h)

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Comprensión y dominio de sistemas de transmisión de señales de alta frecuencia: propagación libre, líneas de transmisión y guías de onda.

- Capacidad para analizar y diseñar antenas lineales, aberturas, y agrupaciones de antenas.
- Comprensión y dominio de la transmisión y absorción de campos electromagnéticos por estructuras multicapa.
- Comprensión de los conceptos básicos de inmunidad y susceptibilidad electromagnética.
- Análisis y diseño de apantallamientos para problemas de compatibilidad electromagnética.
- Destreza en la caracterización de campos EM, componentes y antenas específicos para compatibilidad electromagnética. Conocimiento de la normativa y directivas europeas vigentes en problemas de compatibilidad.

Breve descripción de contenidos

Terminología, Normativa y requisitos de la UE en Compatibilidad Electromagnética. Campos de radiación: Aproximaciones. Transmisión y absorción del campo electromagnético. Diseño de absorbentes. Interferencias radiadas. Interferencias conducidas y transitorios. Apantallamiento del campo electromagnético. Diseño de filtros de alta frecuencia. Medidas de compatibilidad electromagnética y figura de ruido.

Conocimientos previos necesarios

Electromagnetismo. Análisis de Circuitos. Circuitos de Alta Frecuencia.

Programa de la asignatura

1. **Repaso de conceptos clave**: Ecuaciones de Maxwell, relaciones constitutivas, ecuación de continuidad, condiciones de contorno. Ondas planas en diferentes materiales. Reflexión, transmisión y absorción en conductores y dieléctricos. Flujo de potencia. Potenciales retardados, ecuaciones de onda, campos radiados, polarización.
2. **Introducción y terminología**: Elementos de un problema de CEM. Límites de emisión, susceptibilidad y compatibilidad. Fuentes y tipos de interferencias. Características. Normativas y reglamentos. Organismos de normalización.
3. **Parámetros Básicos de Radiación. Apantallamiento y aislamiento:** La antena como elemento circuital. Diagrama de radiación. Intensidad de radiación. Directividad y ganancia. PIRE. Área Equivalente de antena. Fórmula de Friis. Ruido captado por una antena.
4. **Acoplo Inductivo y Capacitivo. Diafonía**: Acoplo inductivo y capacitivo. Inductancia y capacidad mutua. Diafonía: paradiafonía y telediafonía. Forma de onda de la diafonía. Modos par e impar. Impedancias y tiempos de propagación de los modos par e impar. Cable coaxial: Impedancia de transferencia. Diafonía en la red telefónica. ADSL. Cableado estructurado.
5. **Interferencias Conducidas**: Camino de retorno, masa y tierra. Fuentes de ruido e interferencias conducidas. Red trifásica. Norma EN 55032. Interferencias en modo común y modo diferencial. Medidas de interferencias conducidas. LISN. Transitorios en líneas de transmisión. Tecnología PLC.
6. **Filtros:** Diseño de filtros clásico. Prototipos paso bajo. Transformaciones de frecuencias. Síntesis con secciones cortas de línea. Transformación de Richards.

Identidades de Kuroda. Síntesis con resonadores e inversores de admitancias e impedancias. Filtros de líneas acopladas. Efecto de las pérdidas.

7. **Descargas Electrostáticas y Rayos**: Electricidad estática. Modelo de cuerpo humano (HBM). Test de sensibilidad contra ESD. Medidas de protección. Diseño electrónico anti-ESD. Rayos: generación y tipos. Protección frente a rayos. Estándar EN/IEC 62305. Pararrayos. Dispositivos de protección: Diodos TVS. Niveles y zonas de protección.
8. **Ruido e interferencias en Sistemas de Telecomunicaciones. Guerra electrónica:** Relación señal a ruido en comunicaciones analógicas y digitales. Efecto de los códigos de corrección de errores. Técnicas de protección electrónica: Expansión espectral por secuencia directa (DSSS) y por salto de frecuencia (FHSS). Bloqueo de señales analógicas y digitales. Bloqueo con seguimiento.
9. **Efectos Biológicos de los Campos Electromagnéticos:** Radiaciones ionizantes y radiaciones electromagnéticas. El Proyecto Internacional CEM de la OMS. Efectos biológicos y efectos sobre la salud. Efectos sobre el embarazo, cataratas, cáncer, hipersensibilidad. Interpretación de estudios epidemiológicos. Estudios con muestras. Correlación y causalidad. Límites ICNIRP.

Breve descripción de las prácticas a realizar:

1. **Simulación de una antena de bocina.** Familiarización con el simulador electromagnético 3D Ansys HFSS. Modelado paramétrico. Definición de puertos y condiciones de contorno para simular campos de radiación. Representación de diagramas de radiación.
2. **Simulación de apantallamientos.** Exportación e importación de modelos en HFSS. Definición de materiales. Representación y exportación de parámetros S. Efecto de los diferentes materiales en el apantallamiento.
3. **Medidas de ruido con medidor de figura de ruido y analizador de espectros.**
4. **Caracterización de Interferencias.** Identificación y caracterización de las principales interferencias en el espectro electromagnético. Efecto de la directividad.
5. **Medidas de coeficientes de reflexión de diversos materiales.** Caracterización de pantallas y absorbentes.
6. **Transitorios en líneas de Transmisión.** Estudio de transitorios en cables. Medida de la velocidad de propagación. Caracterización de cables con el analizador vectorial de redes.
7. **Diseño, fabricación y caracterización de líneas microstrip. Medidas de Diafonía.** Diseño y fabricación de líneas microstrip mediante fotolitografía. Caracterización de líneas microstrip con el analizador vectorial de redes. Estudio de la diafonía entre 2 líneas adyacentes en diferentes condiciones.
8. **Medida de Interferencias Conducidas.** Medida del nivel de interferencias conducidas introducidas en la red eléctrica por diferentes aparatos mediante una LISN y un analizador de espectros. Norma EN 55022.

Bibliografía ordenada alfabéticamente

- A. Cardama, L. Jofre, J.M. Rius, J. Romeu, S. Blanch, M. Ferrando, "*Antenas*", Edicions UPC, 2002.
- Robert E. Collin, "*Antenas and Radiowave Propagation*", McGraw Hill, 1985.
- R.Smolenski, "*Conducted EMI in Smart Grids*", Springer, 2012
- H.W. Ott, "*Electromagnetic Compatibility Engineering*", John Wiley & Sons, 2009.
- D.A. Weston, "*Electromagnetic Compatibility. Principles and Applications*", Marcel Dekker Inc., 2ª Ed., 2001.
- T. Williams, "*EMC for product designers*", Elsevier, 2017

- V. Prasad Kodali, "*Engineering Electromagnetic Compatibility*", IEE Press Marketing, 2ª Ed., 2001.
- José L. Sebastián, "*Fundamentos de Compatibilidad Electromagnética*", Addison Wesley, 1999.
- R. P. Clayton, "*Introduction to Electromagnetic Compatibility*", Willey Inter-Science, 2ª Ed., 2006.
- Richard Posel, "*Modern Communications Jamming Principles and Techniques*", Artech House, 2011

Recursos en internet
En Campus Virtual de la UCM: http://www.ucm.es/campusvirtual Software de simulación Amanogawa: http://www.amanogawa.com/ Proyecto CEM de la OMS: https://www.who.int/initiatives/the-international-emf-project Canal de Youtube UCM-ELEC Group: https://www.youtube.com/@ucm-elecgroup230/featured

Metodología
El trabajo desarrollado durante el curso se estructurará de la siguiente manera: a. Lecciones teóricas, en las cuales se explicará el contenido de la materia, incluyendo aplicaciones y ejemplos. Se destacarán los conceptos que los estudiantes necesitan para la ejecución de la parte práctica de la asignatura. b. Resolución de ejercicios, para mejor comprensión de los conceptos desarrollados en la parte teórica. c. Sesiones de simulación, con Ansys HFSS en las que los estudiantes aprenderán a utilizar un simulador electromagnético 3D comercial, capaz de modelar y simular los fenómenos descritos en la parte teórica. Estas sesiones se realizarán de forma individual. d. Sesiones prácticas, por parejas, en las cuales los estudiantes trabajarán con instrumentación de laboratorio bajo la supervisión del profesor. e. Si es posible, se visitarán centros en los que se realizan ensayos de Compatibilidad Electromagnética y/o medidas de antenas. f. Se emplearán los foros de Moodle para aprendizaje y discusión. g. Tutorías individualizadas para la resolución de dudas.

Evaluación		
Realización de exámenes (E_{Final})	**Peso:**	55 %
Se realizará un examen final, que consistirá en una parte de teoría (cuestiones tipo test) y una parte de problemas similares a los resueltos en clase. No se permitirá el uso de apuntes ni libros. En la parte de problemas, el profesor proporcionará aquellas fórmulas y expresiones que considere necesarias.		
Diseño de Filtros (F)	**Peso:**	10 %
Al terminar el tema 1, cada estudiante entregará 4 diseños de filtros asignados de forma personalizada: - Un filtro paso bajo con secciones cortas de línea de transmisión - Un filtro paso bajo con líneas y *stubs*		

- Un paso banda o banda eliminada con líneas y *stubs*
- Un paso banda con líneas acopladas paralelas

Otras actividades (*A*)	**Peso:**	5 %

- A: Asistencia, participación y resolución de problemas en clase.

Prácticas (*P*)	**Peso:**	30 %

- P: Asistencia, actitud y otras habilidades demostradas a lo largo del curso en las sesiones de laboratorio y calidad de los informes presentados de cada práctica. La asistencia a las sesiones de laboratorio será obligatoria.
  Como norma general, no se conservará la calificación del laboratorio de un curso para otro.

Calificación final

Si la nota del examen final es superior a 4, la calificación final será

$$C_{Final} = 0{,}55 \cdot E_{Final} + 0{,}1 \cdot F + 0{,}05 \cdot A + 0{,}3 \cdot P$$

Por el contrario, si la nota del examen final es inferior a 4, se tomará como calificación final la nota del examen, dando lugar a un suspenso.

Para optar a Matrícula de Honor será imprescindible obtener una puntuación superior a 9 en C_{final}.

La calificación de la convocatoria extraordinaria se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.

Las calificaciones del diseño de filtros, las prácticas y la participación en clase se guardan para la convocatoria extraordinaria. Excepcionalmente se habilitarán periodos extraordinarios de recuperación de prácticas y entregas de informes.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Electrónica Analógica**					**Código**	805982
Materia:	Electrónica			**Módulo:**	Electrónica y Electromagnetismo		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	3º	**Semestre:**	2º
Créditos (ECTS)	7.5	**Teóricos**	4	**Problemas**	2	**Laboratorio**	1.5
Presencial	-		32 %		32 %		70 %
Horas Totales			32		16		26

Profesor/a Coordinador/a:	Álvaro del Prado Millán		**Dpto:**	EMFTEL
	Despacho:	03.108.0	**e-mail**	alvarop@ucm.es

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	Álvaro del Prado Millán (temas 1-5) (24h)	T/P	EMFTEL	alvarop@ucm.es
	Francisco Javier Franco Peláez (temas 6-9) (24h)	T/P	EMFTEL	fjfranco@fis.ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	L	10:30 – 12:30	14	**A. del Prado:** Semes.1. Despacho 03.108.0: X: 15:00-16:30, J: 11:30-13:00. Semes.2. Despacho 03.108.0: X: 15:30-17:00. Desp. 232 (Fac. Informática): M: 14:00-15:30. **F. J. Franco:** Despacho 03.206.0 Semes. 1: L: 12:00 – 13:00, M: 12:00 – 14:00 Semes. 2: M: 14:30 – 17:30
	X	10:30 – 12:00		

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	**Horarios de laboratorio**			**Profesor**
	Día	**Horas**	**Lugar**	
L1	L	15:00-17:30	Laboratorio de Electrónica (S1.109.0)	Álvaro del Prado Millán (13 h) Francisco J. Franco (13 h)
L2	X	17:30-20:00		Álvaro del Prado Millán
L3	V	9:00-11:30		Francisco J. Franco

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
• Comprensión y dominio de los circuitos electrónicos y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería. • 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. • Capacidad de diseñar circuitos de electrónica para aplicaciones de telecomunicación y computación • Capacidad para comprender los amplificadores operacionales, la realimentación y sus posibilidades lineales y no lineales

Breve descripción de contenidos
Electrónica integrada: elementos constitutivos. Amplificadores operacionales: diseño interno y propiedades. Aplicaciones lineales y no lineales de circuitos integrados.

Conocimientos previos necesarios
Los adquiridos en las asignaturas “Análisis de Circuitos”, “Sistemas Lineales” y “Física de Dispositivos Electrónicos”.

Programa de la asignatura
TEORÍA **1.- Modelos PSpice de dispositivos.** Diodo. Transistor bipolar (BJT). Transistor JFET. Transistor MOSFET. **2.- Polarización de transistores.** Punto de operación. Circuitos de polarización para BJT, JFET y MOSFET. Análisis de sensibilidad. **3.- Modelos equivalentes de pequeña señal de los transistores.** Modelos para BJT, JFET y MOSFET. **4.- Etapas amplificadoras.** Amplificadores de una etapa con NJT, JFET y MOSFET. Amplificadores de varias etapas. Respuesta en frecuencia de los circuitos amplificadores. **5.- Estructura de los circuitos integrados.** Amplificador diferencial con BJT y con transistores de efecto campo. Fuentes de corriente. Cargas activas. Etapas de salida. El amplificador operacional. **6.- Realimentación.** Tipos de realimentación. Efectos en las características de los amplificadores. **7.- Circuitos lineales.** Amplificador inversor y no inversor. Sumador. Restador. Integrador. Diferenciador. Filtros activos. Osciladores sinusoidales. **8.- Circuitos no lineales.** Amplificadores operacionales con diodos y transistores. Multiplicadores. Circuitos con comparadores. Osciladores de relajación. **9.- Otros tipos de amplificadores operacionales.** **PRÁCTICAS**: 1. Medida de las características de transistores. 2. Aplicaciones del amplificador operacional. 3. Multiplicador analógico. 4. Circuitos amplificadores de una etapa.

5. Par diferencial. 6. Osciladores.

Bibliografía ordenada alfabéticamente
• Peyton A.J., Walsh V., "*Analog electronics with op amps*", Cambridge University Press 1993 • Gray P.R., Hurst P.J., Lewis S.H., Meyer R.G., "*Analysis and design of analog integrated circuits*", John Willey and Sons 2010 (Esencial para la primera parte de la asignatura) • Soclof S., "*Design and applications of analog integrated circuits*", Prentice Hall International 1991 • Sedra A.S., Smith K.C., "*Microelectronic circuits*", Oxford University Press 2020 • Razavi, B., "Fundamental of Microelectronics", John Wiley & Sons, 2008

Recursos en internet
En Campus Virtual de la UCM: http://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología
Clases de teoría y de problemas de carácter expositivo, en las que se explicarán conceptos y se realizarán ejemplos prácticos, ilustrándolos con resultados de simulaciones. Se facilitará material docente de apoyo para las clases de teoría y relaciones de problemas propuestos para el trabajo autónomo de los estudiantes a través del campus virtual. Se propondrán ejercicios específicos a lo largo del curso, que normalmente involucrarán simulación, cuya realización se tendrá en cuenta en la evaluación. Las prácticas de laboratorio se realizarán en grupos de dos estudiantes o, si no es posible, individualmente. Se entregará un informe de cada práctica. Se utilizará el campus virtual como medio principal para gestionar el trabajo de los estudiantes y para distribuir el material de la asignatura.

Evaluación		
Realización de exámenes (*Ex*)	**Peso:**	60 %
Examen final que incluirá una parte de cuestiones y problemas y puede incluir una parte práctica de laboratorio, dependiendo de la calificación obtenida en las prácticas de laboratorio (más detalles en el apartado de calificación final).		
Otras actividades (ejercicios) *(Ej)*	**Peso:**	15 %
Entrega de ejercicios propuestos que pueden implicar la utilización de *software* de simulación.		
Otras actividades (laboratorio) *(Lab)*	**Peso:**	25 %
Se valorará la asistencia, actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones de laboratorio, así como la calidad de los informes presentados de cada práctica. La realización de las prácticas y la entrega de los correspondientes informes es obligatoria (más detalles en el apartado de calificación final).		

Calificación final

La calificación final C_{FINAL} (en las dos convocatorias) se obtendrá, en general, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$C_{FINAL} = 0{,}6 \cdot Ex + 0{,}15 \cdot Ej + 0{,}25 \cdot Lab$$

- Ex = Calificación del examen final sobre un máximo de 10.
- *Ej* = Calificación de la actividad de entrega de ejercicios, obtenida como una media ponderada de las calificaciones de cada ejercicio puntuadas sobre un máximo de 10.
- Lab = Calificación del laboratorio, obtenida como una media ponderada de las calificaciones de cada práctica puntuadas sobre un máximo de 10.

Para aprobar la asignatura se debe obtener una calificación mínima del 50% con respecto a la calificación máxima en el conjunto del examen y la entrega de ejercicios. (Es decir, $0{,}6 \cdot Ex + 0{,}15 \cdot Ej \geq 3{,}75$). En caso de no alcanzarse este mínimo, la calificación final no podrá superar el valor $C_{FINAL,MAX}$, independientemente de la calificación del laboratorio, siendo:

$$C_{FINAL,MAX} = (0{,}6 \cdot Ex + 0{,}15 \cdot Ej)/0{,}75$$

En caso de que se haya obtenido una calificación en el laboratorio de 5 o más puntos (*Lab* ≥ 5), no se realizará la parte práctica de laboratorio del examen final y la parte de cuestiones y problemas se puntuará sobre 10.

En caso de que la calificación del examen sea superior a la de alguno de los ejercicios, la calificación de esos ejercicios se sustituirá por la del examen en el cálculo de la calificación Ej, excepto en el caso de que la calificación Ej sea 0 como consecuencia de plagio o cualquier otra vulneración de los principios éticos de la enseñanza universitaria.

En caso de no cumplirse el requisito obligatorio de realizar todas las prácticas y entregar todos los informes, la calificación del laboratorio será de 0 puntos. ($Lab = 0$).

El plagio, copia o invención de respuestas o resultados en cualquiera de las tres actividades implicará una calificación automática de 0 puntos en dicha actividad completa en la convocatoria en vigor.

Las calificaciones de las actividades de ejercicios y laboratorio obtenidas en la convocatoria ordinaria se guardarán para la convocatoria extraordinaria. No obstante, se habilitará un plazo extraordinario para la entrega de informes de laboratorio pendientes en la convocatoria extraordinaria.

Como norma general, no se conservarán las calificaciones de los ejercicios ni del laboratorio de un curso para otro.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Comunicaciones Inalámbricas**				**Código**	805985	
Materia:	Sistemas de Comunicación			**Módulo:**	Comunicaciones		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	3º	**Semestre:**	2º
Créditos (ECTS)	7.5	**Teóricos**	4	**Problemas**	2	**Laboratorio**	1.5
Presencial	-		32 %		32 %		70 %
Horas Totales			32		16		26

Profesor/a Coordinador/a:	Luis Ángel Tejedor Álvarez		**Dpto:**	EMFTEL
	Despacho:	03.219.0	**e-mail**	luistejedor@fis.ucm.es

Grupo	Profesores	T/P*	Dpto.	e-mail
único	Luis A. Tejedor Álvarez	T/P	EMFTEL	luistejedor@fis.ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
	Día	Horas	Aula	
único	M	9:00 – 11:00	14	**Luis A. Tejedor:** Despacho. 03.219.C Semestres 1 y 2: L, 9:30 - 11:00; V: 11:00 - 12:30 **M. Molina** (mmollin11@ucm.es)**:** Lab. 03.219.B Semestre 2: L, 10:00 - 11:00
	J	9:00 – 10:30		

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	Horarios de Laboratorio			Profesores
	Días	Horas	Lugar	
L1	L	17:30-20:00	Aula de Informática y Laboratorio de Electrónica (S1.109.0)	Luis Ángel Tejedor Álvarez (26h) María Molina Delicado (13h)
L2	X	15:00-17:30		Luis Ángel Tejedor Álvarez (26h) María Molina Delicado (13h)

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Analizar la estructura, funcionamiento y aplicaciones de los Sistemas de Telecomunicación.
- Interpretar y caracterizar la calidad de los Sistemas de Telecomunicación (relaciones señal a ruido y/o interferencia, distorsión y probabilidades de error).
- Conocer y comprender los módulos básicos integrantes del proceso de modulación, transmisión, recepción y demodulación de la señal.

- Conocer los organismos internacionales de estandarización en comunicaciones inalámbricas y sus medidas.
- Aplicar los procedimientos de medida de un laboratorio básico de Sistemas de Comunicaciones.
- Comprender y manejar las señales en banda base.
- Manejo de la instrumentación de un laboratorio básico de Sistemas de Comunicaciones: generador/modulador de RF, osciloscopio, analizador de espectros y software de simulación.

Breve descripción de contenidos

Osciladores. Lazos enganchados en fase (PLL). Sintetizadores de frecuencia. Mezcladores. Moduladores y demoduladores lineales (AM, DBL, BLU, QAM y ASK). Moduladores y demoduladores angulares (PM, FM y PSK). Recuperadores de portadora. Estandarización en comunicaciones inalámbricas. WLAN, WMAN y WPAN.

Conocimientos previos necesarios

- Electrónica analógica y digital básica: Dispositivos electrónicos. Circuitos amplificadores. Osciladores. Conmutadores. Puertas lógicas. Biestables.
- Sistemas Lineales: Análisis de circuitos lineales. Respuesta en el tiempo y en la frecuencia. Transformadas de Laplace y de Fourier. Función de transferencia de un sistema.
- Procesamiento de Señales: Teoría de filtros. Muestreo y reconstrucción de señales.
- Electromagnetismo II: Ondas electromagnéticas y radiación.
- Teoría de la Comunicación: Modulación y demodulación. Modulaciones lineales y angulares. Modulación con señales digitales. Ruido y distorsión en sistemas de comunicaciones.

Programa de la asignatura

Tema 1. Introducción

Tipos de sistemas de comunicaciones. Necesidad de utilizar altas frecuencias. Técnicas para explotar eficientemente el espectro: FDMA, TDMA, CDMA SDMA. Regulación del espectro radioeléctrico y estandarización en comunicaciones inalámbricas. WLAN, WMAN y WPAN. Esquemas generales de emisores y receptores.

Tema 2. Modulaciones

Modulación en doble banda lateral (DBL). Necesidad de recuperar la portadora. Modulación AM. Modulación BLU. Modulación QAM. Modulaciones angulares: PM y FM. Comunicaciones digitales. Modulación y codificación de línea. Modulaciones digitales en banda base. Transmisión digital modulada. Espacio de señal. Ruido. Propiedades de las modulaciones digitales. Modulaciones ASK, FSK, QAM y PSK.

Tema 3. Ruido y distorsión

Canal ideal y distorsión. Distorsiones lineales: de amplitud, de fase y por reflexiones múltiples. Distorsión no lineal. Saturación y armónicos. Punto de compresión de 1 dB. Intermodulación de tercer orden con 2 tonos y con N tonos. Procesos no lineales en cascada. Distorsión no lineal en señales moduladas. Transmodulación. Conversión AM-

PM. Ruido. Ruido térmico. Temperatura de antena. Factor de ruido. Temperatura equivalente de ruido. Degradación de la SNR en un cuadripolo. Ruido en una cadena de cuadripolos. Fórmula de Friis para el ruido. Medida de la figura de ruido mediante el método Y.

Tema 4. Osciladores

Principio de funcionamiento de un oscilador. Criterio de Barkhausen. Parámetros de osciladores. Ruido de fase. Modelo de Leeson. Osciladores con circuitos LC. Osciladores de cristal. Osciladores de onda cuadrada. Osciladores de frecuencia controlable.

Tema 5. Lazos Enganchados en fase (PLLs)

Esquema de un PLL ideal. Función de transferencia. Procesos de enganche. Respuesta en régimen permanente. Respuesta transitoria. PLL de orden 1. PLL de orden 2 tipo 1. PLL de orden 2 tipo 2. Filtrado de ruido de fase. Tipos de detectores de fase.

Tema 6. Sintetizadores de frecuencia

Sintetizador básico. Sintetizador con divisor programable. Sintetizador con divisor fijo y programable. Sintetizador con divisor de doble módulo. Sintetizador con mezclador. Ruido de fase en sintetizadores. Filtrado de la frecuencia de referencia. Sintetizadores no basados en PLL.

Tema 7. Mezcladores

Mezcladores y conversores de frecuencia. Conversor mediante elemento no lineal. La banda imagen. Especificaciones de un mezclador. Ruido en un mezclador. Temperatura de ruido en simple banda y en doble banda. Dispositivos utilizados como mezcladores. Mezclador simple. Mezclador equilibrado. Mezclador doblemente equilibrado. Mezclador con rechazo de banda imagen.

Tema 8. Transmisores

Transmisor genérico. Transmisores homodinos. Transmisores heterodinos. Parámetros característicos de emisores: frecuencia, tipo de modulación, emisiones no deseadas, potencia, rendimiento, fidelidad. Control automático de ganancia.

Tema 9. Receptores

Receptor genérico. Especificaciones: sensibilidad, selectividad y fidelidad. Tipos de receptores. Receptor homodino. Receptor superheterodino. Receptor de doble conversión de frecuencia. Frecuencias interferentes. Carta de mezclas espurias. La banda imagen. Elección de la frecuencia intermedia. Ruido en un receptor. Cálculos de sensibilidad. Margen dinámico. Control automático de ganancia.

Tema 10. Propagación

Ecuación de Friis de balance de potencias en radioenlaces. Correcciones a la ecuación de Friis. Propagación por guía de onda esférica. Propagación por onda de superficie: modelos de tierra plana y tierra esférica. Propagación por reflexión ionosférica. Propagación por onda de espacio. Reflexión en la superficie. Difracción. Atenuación troposférica por gases y lluvia. Refracción troposférica. Comunicaciones móviles. Métodos empíricos de predicción de propagación. Desvanecimientos. Propagación multitrayecto.

PRÁCTICAS

Se realizarán 7 sesiones prácticas en las que se caracterizarán subsistemas típicos de

cadenas emisoras y receptoras mediante generadores de RF y analizadores de espectros. También se implementarán enlaces radio completos con diferentes modulaciones analógicas y digitales, mediante el software GNU Radio, placas HackRF y módulos analógicos.

Bibliografía

Básica

- M. Sierra Pérez, *et al*, *"Electrónica de Comunicaciones*", Pearson Educación, Prentice Hall, 1ª edición, España, 2003. ISBN: 8420536741, 9788420536743.
- Louis E. Frenzel Jr., "*Principles of Electronic Communication Systems*", McGraw Hill Education, 4ª edición, New York, 2016. ISBN: 978-1-259-25502-1.
- H.L. Krauss, *et al*, "*Estado sólido en ingeniería de radiocomunicación*", Editorial Limusa, 1ª edición, México, 1993. ISBN: 968181729X, 9789681817299.
- J.R. Smith, "*Modern Communication Circuits*", McGraw-Hill, 2ª edición, 1997. ISBN:0070592837, 9780070592834.

Complementaria

- L.W. Couch, "*Digital and analog communication systems*", Prentice Hall, 5ª edición, USA, 1997. Bib. Físicas UCM: 621.391 COU.
- H. Taub, D.L. Schilling, "*Principles of communication systems*", McGraw-Hill, 2ª edición, 1986. Bib. Físicas UCM: 621.391 TAU.
- A.B. Carlson, "*Communication systems*", Prentice Hall, 3ª edición, NY, USA, 1986. Bib. Físicas UCM: F621.391 CAR.
- G.M. Miller, J.S. Beasley, "*Modern Electronic Communication*", Prentice Hall, 7ª edición, 2002.
- F.M. Gardner, "*Phaselock Techniques*", Wiley-Interscience, 3ª edición, 2005.
- J.G. Proakis, M. Salehi, "*Communication Systems Engineering*", Prentice Hall, 2002. Bib. Físicas UCM: F621.39 PRO.
- J.M. Hernando, *et al*, "*Transmisión por radio*", Editorial Universitaria Ramón Areces, 7ª edición, 2013.
- S. C. Cripps, "*RF Power Amplifiers for Wireless Communications*", Artech house, 2ª edición, 2006.
- A. Cardama, *et al*, "*Antenas*", Ediciones Universidad Politécnica de Cataluña, colección Politecnos, 2ª edición, 2002. Bib. Físicas UCM: 621.396.67 ANT.
- Richard Poisel, "*RF electronics for electronic warfare*", Artech House, Boston (MA), 2019. ISBN: 9781630817060.

Recursos en internet

Asignatura en el Campus Virtual de la UCM.

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones teóricas donde se explicarán los principales conceptos de la asignatura, incluyendo ejemplos, aplicaciones y resolución de dudas y errores frecuentes.
- Clases prácticas de análisis, diseño y problemas.

- Sesiones prácticas de laboratorio.

Todo el material docente necesario para el desarrollo del curso será puesto a disposición de los alumnos a través del Campus Virtual y con antelación suficiente a su tratamiento en clase.

Las lecciones teóricas estarán soportadas con apuntes y/o diapositivas. Para las clases prácticas de problemas se contará con colecciones de problemas propuestos y, con sus soluciones detalladas. Los alumnos dispondrán de guiones de prácticas en los que se describirán los instrumentos generales y específicos a utilizar en las prácticas y los procedimientos recomendados para su ejecución.

Las prácticas de laboratorio se centrarán en el diseño, implementación, verificación de funcionamiento y caracterización de circuitos de comunicaciones. Se propondrá la realización de medidas que permitan evaluar el funcionamiento del sistema y llevar a cabo un análisis crítico de los resultados obtenidos en comparación con las previsiones teóricas.

Se podría realizar una visita a alguna empresa o institución de interés en el campo de la comunicación por radio, si hay disponibilidad.

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{examen})	**Peso:**	55 %
Se realizará un único examen final que dará cabida a toda la materia vista en la asignatura, ya sea en las clases teóricas, las clases de problemas o las sesiones de laboratorio. El examen podrá incluir una parte teórica, que deberá resolverse sin libros, apuntes, ni formulario y un parte de problemas prácticos que se resuelvan con la ayuda de un formulario oficial de la asignatura. Para poder aprobar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación del examen final. Si se obtiene menos de un 4, la nota final de la asignatura será la del examen final.		
Actividades de evaluación continua ($N_{actividades}$)	**Peso:**	10 %
A lo largo del curso los alumnos realizarán varias actividades de evaluación continua, que podrán consistir en la realización de tests a través del Campus Virtual o la resolución de ejercicios personalizados.		
Prácticas de laboratorio ($N_{laboratorio}$)	**Peso:**	30 %
Los estudiantes realizarán varias sesiones de laboratorio individuales o por parejas, y tendrán que responder a cuestionarios sobre cada una de ellas o, excepcionalmente, presentar informes. Además, se hará un examen de laboratorio sobre un sistema de comunicaciones completo. La nota de laboratorio, $N_{laboratorio}$, se calculará ponderando la nota del examen de laboratorio N_{exlab} y la nota media de los cuestionarios realizados $N_{cuestionarios}$, con los siguientes pesos: $$N_{Laboratorio} = 0{,}75 \cdot N_{exlab} + 0{,}25 \cdot N_{cuestionarios}$$ Como norma general, no se conservará la calificación del laboratorio de un curso para otro.		
Participación ($N_{Participación}$)	**Peso:**	5 %
Se valorará la participación de los estudiantes con hasta 0,5 puntos en la nota global de la asignatura. Para obtenerlos, los estudiantes podrán demostrar su implicación asistiendo a clase, saliendo a la pizarra a resolver problemas, realizando aportaciones al		

foro del Campus Virtual, o de cualquier otra forma que contribuya al correcto desarrollo de la asignatura.

Calificación final

La calificación final de la asignatura en convocatoria ordinaria responderá a la siguiente fórmula:

$$C_{Final} = 0{,}55 \cdot N_{Examen} + 0{,}1 \cdot N_{Actividades} + 0{,}3 \cdot N_{Laboratorio} + 0{,}05 \cdot N_{Participación}$$

donde N_{Examen} corresponde a la calificación obtenida en el examen final (convocatoria ordinaria), $N_{Actividades}$ corresponde a la calificación de las actividades de evaluación continua, $N_{Participación}$ corresponde a la valoración de la participación en clase, y $N_{Laboratorio}$ corresponde a la notal media correspondiente a las prácticas de laboratorio. Si se obtiene una nota a inferior a 4 sobre 10 en la calificación del examen final (N_{Examen}), la calificación de la asignatura será la nota del examen, N_{Examen}, dando lugar a un suspenso.

En la convocatoria extraordinaria la calificación final se calculará con idéntico criterio.

$$C_{Final} = 0{,}55 \cdot N_{ExExtr} + 0{,}1 \cdot N_{Actividades} + 0{,}3 \cdot N_{Laboratorio} + 0{,}05 \cdot N_{Participación}$$

Donde N_{ExExtr} es la nota del examen extraordinario. Si esta fuese menor de 4, la calificación final sería:

$$C_{Final} = N_{ExExtr}$$

Las notas correspondientes a las actividades de evaluación continua, a la participación y a los cuestionarios sobre prácticas de laboratorio se conservarán de la convocatoria ordinaria a la extraordinaria. Se realizará una convocatoria extraordinaria de examen de laboratorio para todos los estudiantes que tuvieran una nota de examen de laboratorio N_{exlab} menor que 5.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Control de Sistemas**			**Código**	805984
Materia:	Sistemas Lineales y Control		**Módulo:**	Fundamental	
Carácter:	Obligatorio		**Curso:**	3º	**Semestre:** 2º
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos** 3.5	**Problemas**	1.5	**Laboratorio** 1
Presencial	-	32 %		32 %	70 %
Horas Totales		28		12	18

Profesor/a Coordinador/a:	María Tomás Rodríguez		**Dpto:**	DACyA
	Despacho:	02.228.0	**e-mail**	mtomas05@ucm.es

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	María Tomás Rodríguez	T/P	DACyA	mtomas05@ucm.es

* T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	L X	9:00-10:30 9:00-10:30	14	**María Tomás**: Desp. 02.228.0, Semestre 1: M, 13.00 -17:00 (Presencial), X, 9:00-11:00 (online o presencial, consultar a la profesora) Semestre 2: L, 11:00- 15:00 presencial M: 13:00: 15:00 (online o presencial, consultar a la profesora **Alfredo González** (alfredgo@ucm.es): Despacho 02.237.0, L, X, 14:00-15:00,

(2h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	**Horarios de Laboratorio***			**Profesores**
	Días	**Horas**	**Lugar**	
L1	M	15:00-17:00	Laboratorio de Sistemas Digitales (02.241.B)	Alfredo González Calvin
L2	J	15:00-17:00		María Tomás Rodríguez

** Se realizarán, dentro del horario de laboratorio correspondiente, las sesiones necesarias para cubrir las 18 horas de laboratorio.*

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Comprensión y dominio de la realimentación de sistemas, y de los efectos de dicha realimentación.
- Iniciarse en la realimentación lineal de los sistemas. Saber manejar la realimentación

de estados.
- Aplicación de la controlabilidad y observabilidad de estado en el diseño de sistemas.
- Saber y dominar los conceptos de error en los sistemas realimentados, lugar de las raíces y saber aplicar la respuesta en frecuencia para el modelado de sistemas reales.
- Dominio de la estabilidad: condiciones y criterios
- Saber manejar en sistemas reales el diseño y control de PID y Redes de adelanto y retardo de fase.

Breve descripción de contenidos

Estudio y efecto de los sistemas realimentados. Sensibilidad. Respuesta transitoria y estacionaria. Criterios de estabilidad. Modelado y control realimentado en el espacio de estados. Teoremas de la controlabilidad y observabilidad. Respuesta en frecuencia de un sistema realimentado. Reguladores PID y redes de adelanto/retraso.

Conocimientos previos necesarios

Sistemas Lineales

Programa de la asignatura

- **Tema 1. Introducción.**
  Conceptos generales. Respuesta temporal y en frecuencia de sistemas lineales. Objetivos del control. Revisión histórica.

- **Tema 2. Control y realimentación**
  Control en lazo abierto. Control en lazo cerrado. Señales del sistema de control. Funciones de transferencia entre las señales del sistema.

- **Tema 3. Estabilidad**
  Concepto de estabilidad. Lugar de las raíces. Diagrama de Nyquist. Margen de ganancia, margen de fase, margen de estabilidad. Discretización de Sistemas Continuos.

- **Tema 4. Caracterización de los errores en el estado estacionario.**
  Caracterización del error en sistemas continuos. Caracterización del error en sistemas discretos.

- **Tema 5. Control con modelos de entrada-salida**
  Diseño de PIDs: control con acción Proporcional (P), Integral (I) y Derivativa (D). Redes Adelanto y Retraso. Discretización de controladores PID y Redes. Control Óptimo.

- **Tema 6. Control en variables de estado**
  Control con realimentación de estado. Control con observador de estado. Controles con acción integral. Diseño óptimo: Regulador cuadrático lineal.

Bibliografía

Básica

- R.C. Dorf. R.H. Bishop. "*Sistemas de Control Moderno"*. Pearson- Prentice Hall.10ª Edicion. 2005.
- K. Ogata*. "Ingeniería de Control Moderna".* Prentice Hall. 7º Edición. 2007
- B.C. Kuo. "*Automatic Control Systems*". Prentince Hall. 3ª Edición. 1975.

Complementaria

- G. F. Franklin. "*Digital Control of Dynamic Systems".*Adisson-Wesley. Third Edition. 1998
- K.J. Aström & R.M. Murray. "*Feedback Systems. An Introduction for Scientists and Engineers".* Princeton University Press, 2008.
- B. Wittenmark, K. J. Åström, K. E. Årzén. "*Computer Control: An Overview"*. IFAC professional brief.

Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: https://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología

En las lecciones de teoría y problemas se utilizarán la pizarra y proyecciones con ordenador. En cada tema se proporcionarán problemas/ejercicios similares/complementarios a los resueltos en clase durante las sesiones de teoría y problemas.

En el laboratorio, el alumno realizará prácticas relacionadas con los contenidos de la asignatura. Durante la última sesión asociada a cada una de las practicas, el alumno será evaluado en el laboratorio sobre la práctica realizada.

El alumno utilizará el lenguaje MATLAB-Simulink para la resolución de ejercicios, problemas y prácticas. Además, se hará uso, de forma remota y presencial, del sistema de control en tiempo real para realizar las prácticas de control sobre dispositivos reales (circuitos, motores de continua, un cuatrirrotor)

Evaluación

Realización de exámenes ($N_{ex\#}$)	**Peso:**	60 %

Como parte de la evaluación continua se realizará un examen teórico-práctico (N_{exp}) parcial liberatorio en horario de clase a lo largo del curso. Para tener derecho a eliminar la materia evaluada en el parcial la calificación debe ser mayor que 3,5 ($N_{exp} \geq 3{,}5$).

También se realizará un examen final (en convocatoria ordinaria o extraordinaria) (N_{exf}) en el que se evaluarán los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos a lo largo del curso. Este examen se compone de dos partes (N_{exfa} y N_{exfb}) que hacen media. Es necesario obtener más de 3,5 en cada parte para aprobar la asignatura ($N_{exfa} \geq 3{,}5$ y $N_{exfb} \geq 3{,}5$).

$$N_{exf} = \frac{N_{exfa} + N_{exfb}}{2}$$

Si el alumno ha superado el 3,5 en el examen parcial ($N_{exp} \geq 3{,}5$), podrá realizar únicamente la parte *b* del examen final (N_{exfb}) y la nota correspondiente a la realización de exámenes será:

$$N_{ex} = \frac{N_{exp} + N_{exfb}}{2}$$

Esta opción sólo es aplicable en la convocatoria ordinaria y es necesario haber obtenido más de 3,5 en la parte *b*, $N_{exfb} \geq 3{,}5$.

En los casos en que el estudiante no supere el 3,5 en el examen parcial, $N_{exp} < 3{,}5$, o habiéndolo superado decide presentarse a las dos partes del examen final, o si el alumno se examina en la convocatoria extraordinaria, la nota correspondiente a la realización de exámenes será $N_{ex} = N_{exf}$

Otras actividades (N_{ec})	**Peso:**	10 %

Como parte de la evaluación continua, se tendrá en cuenta la asistencia y participación en clases y seminarios.

Otras actividades (N_{lab})	**Peso:**	30 %

Realización de prácticas en el laboratorio: se valorará la asistencia, actitud y habilidades demostradas en las sesiones de laboratorio, así como la calidad de las respuestas dadas en la evaluación de cada práctica de laboratorio.

Calificación final

La calificación final será:

$$N_{final} = 0{,}6 \cdot N_{ex} + 0{,}1 \cdot N_{ec} + 0{,}3 \cdot N_{lab}$$

donde N_{ex} es la calificación correspondiente a los exámenes, N_{ec} es la calificación correspondiente a la evaluación continua y N_{lab} es la calificación de las prácticas de laboratorio.

Para aprobar la asignatura, será necesario obtener un mínimo de 3,5 en cada una de las dos partes de la asignatura, un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al examen, y un mínimo de 5 en la nota final N_{final}.

Si no se supera el 3,5 en cada una de las dos partes de la asignatura, o no se supera el 4 en la calificación correspondiente al examen, la nota media satura en 4.

Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.

5. Fichas docentes de las asignaturas de 4º Curso

Las asignaturas previstas para el primer curso de la titulación son las siguientes:

- **Primer Cuatrimestre**
    - Instrumentación Electrónica
    - Diseño de Circuitos Electrónicos
    - Electrónica de Potencia
    - Redes de Computadores
    - Antenas
- **Segundo Cuatrimestre**
    - Arquitectura de Sistemas Integrados
    - Trabajo Fin de Grado

Todas las asignaturas son cuatrimestrales. En las fichas docentes se puede encontrar información sobre el profesorado que imparte la asignatura, horarios, lugar, tutorías, contenidos y métodos de evaluación.

El Trabajo Fin de Grado podrá realizarse a lo largo de los dos cuatrimestres, según las necesidades del estudiante.

Asimismo, es posible cursar este año cualquiera de las tres optativas necesarias para completar los objetivos del plan de estudio. Estas asignaturas son:

- **Primer Cuatrimestre**
    - Bioingeniería
    - Optimización de Sistemas
- **Segundo Cuatrimestre**
    - Robótica
    - Tecnologías Fotónicas de las Comunicaciones
    - Prácticas de Empresa

Por su carácter especial la asignatura “Prácticas de Empresa” puede cursarse en cualquier momento del año, si bien se examinará al estudiante en las convocatorias de junio y julio. Por ello se ha considerado de segundo cuatrimestre. Se recomienda leer atentamente la ficha docente de la asignatura para conocer el procedimiento de matrícula.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Instrumentación Electrónica**					**Código**	805987
Materia:	Electrónica			**Módulo:**	Electrónica y Electromagnetismo		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	4º	**Semestre:**	1º
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**	3.5	**Problemas**	1.5	**Laboratorio**	1
Presencial	-		32 %		32 %		70 %
Horas Totales			28		12		18

Profesor/a Coordinador/a:	Francisco Javier Franco Peláez		**Dpto:**	EMFTEL
	Despacho:	03.206.0	**e-mail**	fjfranco@fis.ucm.es

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	Francisco Javier Franco Peláez	T/P	EMFTEL	fjfranco@fis.ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	M	15:00 – 16:30	14	**F. J. Franco:** Despacho 03.206.0 Semes. 1: L: 12:00 – 13:00, M: 12:00 – 14:00 Semes. 2: M: 14:30 – 17:30 **Rodrigo García Hernansanz**: (rodgar01@ucm.es), Despacho 03.205.0, L: 10:00-13:00
	J	15:30 – 17:00		

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	**Horarios de laboratorio**			**Profesores**
	Día	**Horas**	**Lugar**	
L1	L	9:00 – 11:30	Laboratorio de Electrónica (S1.109.0) (6 sesiones) Aula de Informática 1 (1 sesión)	Francisco J. Franco
L2	J	11:30 – 14:00		Rodrigo García

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
• Compresión y dominio de los dispositivos electrónico y su aplicación para la resolución de problemas propios de ingeniería. • Capacidad de diseñar circuitos de electrónica para aplicaciones de telecomunicación y computación • Comprender las limitaciones de los sensores incluyendo la sensibilidad, linealidad, limitaciones por el ruido etc. Capacidad para encontrar el sensor necesario para una aplicación dada. • Capacidad de diseñar circuitos de acondicionamiento de la señal, de conversión analógico-digital y digital-analógica. • Capacidad de decidir la estructura de la instrumentación necesaria para resolver un determinado problema, realizar un estudio de viabilidad y diseñar el equipo completo. • Conocer los principios físicos, funcionamiento, características y limitaciones de los principales dispositivos de generación, modulación, transmisión y detección de la luz, con especial orientación hacia el área de las comunicaciones ópticas.

Breve descripción de contenidos
Sensores, detectores, emisores, y moduladores de luz. Fibras ópticas y aplicaciones. Circuitos y familias lógicas. Acondicionamiento de la señal. Conversores analógico digital y digital analógico. Circuitos de capacidades conmutadas. Instrumentación analógica y digital. Interconexiones. Protocolos convencionales de comunicación

Conocimientos previos necesarios
Deben haberse cursado las dos asignaturas de la materia “Electrónica” del año anterior: • Física de Dispositivos Electrónicos • Electrónica Analógica Asimismo, para programación de microcontroladores se requieren los conocimientos de: • Informática • Estructura de computadores Es recomendable cursar simultáneamente la asignatura restante de la materia, “Electrónica de Potencia” y haber cursado “Fundamentos de Compatibilidad Electromagnética”.

Programa de la asignatura
TEORÍA La asignatura se organizará en los siguientes temas: **1.** Introducción a la instrumentación electrónica. **2.** Interconexionado **3.** Protocolos de comunicación típicos en instrumentación electrónica. **4.** Elementos típicos en instrumentación electrónica **5.** Conversión D/A y A/D.

6. Sensores resistivos
7. Sensores generadores y detectores ópticos.
8. Sensores capacitivos.

LABORATORIO
En las sesiones de laboratorio, el alumno realizará prácticas destinadas a afianzar los conocimientos teóricos expuestos en el aula. En particular, habrá 7 sesiones prácticas de 2 h y 30 minutos donde se abordarán los siguientes puntos:

1. Protocolos de comunicación
2. Generación de señal con conversores D/A
3. Conversión analógica-digital
4. Creación de una fuente de corriente
5. Sensores resistivos
6. Sensores generadores
7. Diseño de placas de circuito impreso (Aula de informática)

Las prácticas de laboratorio tendrán lugar entre la cuarta y la última semana de curso. La fecha exacta de realización de las prácticas dependerá del desarrollo de la parte teórica de la asignatura pues deben ir ambas partes en armonía temporal. La práctica 7 tendrá lugar en el Aula de Informática 1 los días 19 de octubre (L1, lunes) y 22 de octubre (L2, jueves).

Bibliografía ordenada alfabéticamente

- J. Peyton and V. Walsh, "*Analog Electronics with Op Amps. A Source Book of Practical Circuits*", Cambridge University Press, 1993.
- T. C. Carusone, D. Johns, K. Martin, "*Analog Integrated Circuit Design*", John Wiley & Sons, 2010 (En Ediciones antiguas, T. C. Carusone no figuraba como autor).
- Paul R. Gray, Paul J. Hurst, Stephen H. Lewis, Robert G. Meyer, "*Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, 5th Edition*". Wiley. 2009.
- Miguel Á. Pérez García, "*Instrumentación Electrónica*", Editorial Paraninfo, 2014 *Este texto será de referencia en la asignatura*.
- Tektronix, "*Low Level Measurements Handbook. Precision DC Current, Voltage, and Resistance Measurement. 7th Ed*", Descargable de forma gratuita desde la web de los autores.
- S. O. Kasap, "*Optoelectronics and Photonics: Principles and Practices. Second Edition*", Prentice Hall: Upper Sadle River, New Jersey etc., 2013
- G. Domingo, "*Semiconductor Basics: A Qualitative, Non-Mathematical Explanation of How Semiconductors Work and How They Are Used*". Newark: John Wiley & Sons, 2020.
- J. A. Martín Pereda, "*Sistemas y Redes Ópticas De Comunicaciones*". Madrid, Pearson Prentice Hall, D.L., 2004.

Recursos en internet

Campus Virtual de la UCM: http://www.ucm.es/campusvirtual. Por otra parte, las compañías fabricantes de circuitos integrados ofrecen *"application notes", "user guides", etc.* de gran interés para el desarrollador de sistemas de instrumentación.

Metodología
En las clases de teoría, prácticas y seminarios se tenderá al uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), como los medios audiovisuales, cuando con ello mejore la claridad de la exposición en clase, y se promoverá el uso del campus virtual como medio principal para gestionar el trabajo de los estudiantes, comunicarse con ellos, distribuir material de estudio, etc. Se promoverá el uso de *software* cuando ello sea útil para resolver problemas e ilustrar conceptos. Las clases teóricas y prácticas serán de carácter expositivo con preguntas exploratorias. Las sesiones de laboratorio se realizarán por parejas de forma autónoma, con apoyo puntual del profesor. Se tiene la opción de realizar exposiciones de manera autónoma sobre temas avanzados con relación directa con la asignatura.

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{Final})	**Peso:**	60 %
Examen sobre los conocimientos teóricos y prácticos. En caso de no alcanzar una nota mínima de un 3,5 en el examen, contará como 0 en el cálculo de la nota final.		
Otras actividades (A_1)	**Peso:**	20 %
Se propondrá la programación de un microcontrolador para tomar datos de un sensor digital y de otro analógico y comunicar la lectura al usuario. Asimismo, se entregará el diseño de una placa de circuito impreso donde aparezcan los elementos anteriores. Por defecto, esta tarea se realizará por parejas. Como norma general, la calificación obtenida en esta actividad solo podrá guardarse (en caso de haberse aprobado) hasta el curso siguiente al de la realización de la presentación. Es imprescindible, por otro lado, que el alumno o alumna se hayan presentado a alguna de las dos convocatorias y que hayan obtenido al menos un 3 en el examen. Esta actividad no es obligatoria, pero no realizarla implica que se evalúe como 0.		
Otras actividades (A_2)	**Peso:**	20 %
Asistencia y realización de prácticas de laboratorio, que serán evaluadas in situ según los objetivos marcados en el guion y el tiempo requerido para completarlos. Puntualmente se solicitará la entrega de informe de prácticas de laboratorio o similar cuando sea requerido. En caso de no haberse realizado alguna de las prácticas de laboratorio sin causa justificada o de haber entregado el informe correspondiente, la puntuación total de este apartado será 0. Como norma general, no se conservará la calificación del laboratorio de un curso para otro.		

Calificación final
La calificación final será la mejor de las opciones: $$C_{Final} = 0{,}6 \cdot N_{Final} + 0{,}2 \cdot A_1 + 0{,}2 \cdot A_2$$ $$C_{Final} = N_{Final}$$ donde A_1 y A_2 corresponde a las calificaciones anteriormente mencionadas y N_{Final} es la correspondiente a la realización de exámenes. La segunda opción de cálculo solo es aplicable si $A_2 > 3{,}5$. La calificación de la convocatoria extraordinaria se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.

En caso de observarse que el/la estudiante realizara algún acto no permitido para aprobar la asignatura como plagios, copiar, etc., esta persona suspenderá automáticamente la convocatoria en vigor, independientemente de que la falta se llevara a cabo en actividades que no sean el examen final.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Diseño de Sistemas Digitales**				**Código**	805988
Materia:	Sistemas			**Módulo:**	Redes y Sistemas	
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	4º	**Semestre:** 1º
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**	3.5	**Problemas**	1.5	**Laboratorio** 1
Presencial	-		32 %		32 %	70%
Horas Totales			28		12	18

Profesor/a Coordinador/a:	José Luis Imaña Pascual		**Dpto:**	DACyA
	Despacho:	02.226.0	**e-mail**	jluimana@ucm.es

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	José Luis Imaña Pascual	T/P	ACyA	jluimana@ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	L X	14:30 – 16:00 15:30 – 17:00	14	Despacho 02.226.0 Semestre 1: M, 9:30 - 10:30 y 11:30 - 12:30; X,10:00 -11:00 Semestre 2: L, X, V, 9:00 - 10:00

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	**Horarios de Laboratorio**			**Profesores**
	Días	**Horas**	**Lugar**	
único	L	11:30 – 13:30	Laboratorio de Sistemas Digitales (02.241.B)	José Luis Imaña Pascual

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Conocer la aritmética del computador, así como ser capaz de diseñar e implementar distintos circuitos aritméticos.
- Comprender y dominar las distintas técnicas de optimización de los circuitos digitales, tanto combinacionales como secuenciales, así como dominar el diseño modular de dichos sistemas.
- Capacidad de analizar y diseñar circuitos *full-custom* combinacionales y secuenciales basados en CMOS.

- Capacidad de realizar descripciones en lenguaje VHDL sintetizable de distintos sistemas digitales.

Breve descripción de contenidos

Circuitos aritméticos. Optimización de circuitos combinacionales y secuenciales. Redes modulares. VHDL para síntesis. Diseño *full-custom*.

Conocimientos previos necesarios

Circuitos Digitales. Física de Dispositivos Electrónicos.

Programa de la asignatura

1.- Introducción.

2.- Diseño full-custom. Flujo de diseño y herramientas CAD. Familias lógicas. Lógica CMOS. Lógica estática. Lógica dinámica. Circuitos combinacionales y secuenciales. Memorias. Reglas de diseño.

3.- Lenguajes de descripción de hardware. VHDL. Sintaxis. Estructura de un modelo VHDL. Elementos básicos de VHDL. VHDL para síntesis. Test-bench de simulación.

4.- Diseño combinacional avanzado. Conocimientos previos. Módulos combinacionales. Redes combinacionales modulares. Diseño de redes iterativas unidimensionales y bidimensionales.

5.- Diseño secuencial avanzado. Asignación de estados. Particionamiento. Módulos secuenciales. Redes secuenciales modulares.

6.- Aritmética. Sumadores. Multiplicadores. Otros circuitos aritméticos.

Bibliografía ordenada alfabéticamente

- P.J. Ashenden. "*The designer's guide to VHDL*". Morgan Kaufmann, 2008.
- S. Brown, Z. Vranesic. "*Fundamentos de lógica digital con diseño VHDL*", McGraw-Hill, 2000.
- D.D. Gajski, "*Principios de Diseño Digital*". Prentice Hall, 1997.
- A.R. Omondi. "*Computer Arithmetic Systems*". Prentice Hall, 1994.
- B. Parhami. "*Computer arithmetic: algorithms and hardware designs*". Oxford University Press, 2000.
- J.M. Rabaey, A. Chandrakasan, B. Nikolic. "*Circuitos Integrados Digitales: una perspectiva de diseño*", Prentice Hall, 2004.
- L. Terés, Y. Torroja, S. Locos, E. Villar. "*VHDL Lenguaje estándar de diseño Electrónico*". McGraw-Hill, 1997.
- J.F. Wakerly. "*Diseño Digital. Principios y Prácticas*", Prentice Hall, 2001.
- N. Weste, K. Eshraghian. "*Principles of CMOS VLSI Design, A System Perspective*", Addison-Wesley, 2004.

Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: http://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones.
- Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas.
- Sesiones de laboratorio (durante las últimas 9 semanas).

En las lecciones de teoría se utilizarán proyecciones con ordenador y en las clases de problemas se utilizará la pizarra.

Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el Campus Virtual.

En el laboratorio, el alumno realizará prácticas relacionadas con los contenidos de la asignatura, cuyos enunciados se suministrarán con antelación. Se utilizará software de diseño electrónico automatizado para la realización de diseños full-custom y para la realización de diseños con el lenguaje de descripción hardware VHDL. Entre las prácticas a realizar en el laboratorio se encuentra la implementación full-custom de circuitos combinacionales y el diseño e implementación de distintos circuitos combinacionales, secuenciales y aritméticos descritos en VHDL.

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{ex})	**Peso:**	70 %

Se realizará un examen final. El examen tendrá una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase).

Para la realización de la parte del examen correspondiente a cuestiones teórico-prácticas, no se podrán utilizar apuntes ni libros.

Para la realización de la parte del examen correspondiente a problemas, se podrán utilizar los apuntes de clase disponibles en el Campus Virtual.

Otras actividades (N_{ec})	**Peso:**	10 %

Como evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entrega de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos de carácter individual.

Otras actividades (N_{lab})	**Peso:**	20 %

Realización de prácticas en el laboratorio, cuya asistencia será obligatoria. Se valorarán la calidad de la memoria entregada, la preparación y el correcto funcionamiento de la práctica realizada en cada sesión. También se tendrán en cuenta la actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones.

Calificación final

La calificación final se obtendrá de la siguiente forma:

$$C_{Final} = 0{,}7 \cdot N_{ex} + 0{,}2 \cdot N_{lab} + 0{,}1 \cdot N_{ec}$$

donde N_{ex} es la calificación correspondiente al examen final, N_{ec} es la calificación correspondiente a la evaluación continua y N_{lab} es la calificación de las prácticas de laboratorio. Para aprobar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al examen final. En caso de no obtenerse esta calificación mínima, se calificará esta parte con $N_{ex} = 0$ puntos.

Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Electrónica de Potencia**					Código	805986
Materia:	Electrónica			**Módulo:**	Electrónica y Electromagnetismo		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	4º	**Semestre:**	1º
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**	3.5	**Problemas**	1.5	**Laboratorio**	1
Presencial	-		32 %		32 %		70 %
Horas Totales			28		12		18

Profesor/a Coordinador/a:	Álvaro del Prado Millán			**Dpto:**	EMFTEL
	Despacho:	03.108.0	**e-mail**	alvarop@ucm.es	

Grupo	Profesores	T/P*	Dpto.	e-mail
único	Álvaro del Prado Millán	T/P	EMFTEL	alvarop@ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas,

Grupo	Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
	Día	Horas	Aula	
único	L	16:00-17:30	11	**A. del Prado:** Semestre 1. Despacho 03.108.0. X: 15:00-16:30; J: 11:30-13:00 Semestre 2. Desp. 03.108.0. X: 15:30-17:00. Desp. 232 (Informática) M: 14:00-15:30. **E. San Andrés:** Despacho 03.111.0. L: 12:00-14:00; V: 11:30-12:30. *Tutorías en línea a través del Campus Virtual: L, 9:00-12:00, V, 12:30-13:30.*
	X	17:00-18:30		

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, etc.

Grupo	Horarios de laboratorio			Profesores
	Día	Horas	Lugar	
L1	M	11:30 – 14:00	Laboratorio de Electrónica (S1.109.0)	Álvaro del Prado Millán
L2	J	9:00 – 11:30		Enrique San Andrés Serrano

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Comprensión y dominio de los circuitos electrónicos y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
- 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 Comunicaciones.

- Conocimiento de electrotecnia y de electrónica de potencia.
- Capacidad de diseñar circuitos de alimentación y conversión de energía eléctrica para aplicaciones de telecomunicación y computación.
- Capacidad de conectar generadores, particularmente fotovoltaicos, a la red

Breve descripción de contenidos

Dispositivos de conmutación. Conversores DC/DC. Fuentes conmutadas: *forward* y *flyback*. Inversores y sus aplicaciones. Control de potencia mediante SCR y TRIACS.

Conocimientos previos necesarios

Conocimientos de Física de Dispositivos Electrónicos.

Conocimientos de Análisis de Circuitos.

Conocimientos de Electromagnetismo I.

Conocimientos de Electrónica Analógica.

Conocimientos de Control de Sistemas.

Programa de la asignatura

Tema 0. Introducción general: Sistemas de potencia. Conceptos básicos (niveles DC, AC y valor eficaz). Elementos de los sistemas de potencia.

Tema 1. Conversores DC-DC e inversores: Conversores *buck*, *boost* y *buck-boost*. Conversores de medio puente y de puente completo y aplicación como inversores.

Tema 2. Dispositivos de conmutación: Diodos. Transistores MOSFET. Controladores (*drivers*) de interruptor. Disipación de calor.

Tema 3. Controladores de fuentes conmutadas: Control en modo de tensión. Control en modo de corriente.

Tema 4. Conversores con aislamiento galvánico: Modelo del transformador. Conversores *flyback*, *forward*, *push pull*, de medio puente (*half bridge*) y de puente completo (*full bridge*).

Tema 5. Control de potencia en AC: Rectificadores (AC-DC) básicos. Tiristores. Rectificadores controlados.

Prácticas:

Práctica 1. Conmutación de dispositivos y conversor *boost*.

Práctica 2. Conversores *buck* y *buck-boost*.

Práctica 3. Conversor de puente completo. Control de un motor DC.

Práctica 4. Conversor de medio puente síncrono. Control en modo de tensión.

Práctica 5. Transformadores y control de potencia con DIAC y TRIAC.

Práctica 6. Fuente *flyback*.

Práctica 7. Conversor *boost* con control en modo de corriente.

Bibliografía
1. N. Mohan, T. M. Undeland, W. P. Robbins., "*Power Electronics: Converters, Applications and Design*". John Willey and Sons, 2003. 2. N. Mohan, "*Power Electronics: A First Course*". Wiley, 2012. 3. R. W: Erickson, D. Maksimovic, "*Fundamentals of Power Electronics, second edition*". Springer (Kluwer Academic Press), 2001. 4. J. G. Kassakian, M. F. Schlecht, G. C. Verghese, "*Principles of Power Electronics*". Pearson (Addison-Wesley), 1991. 5. D. W. Hart, "*Electrónica de Potencia*". Prentice Hall, 1997. 6. L. Esquiroz, C. Álvarez, J. A. Martínez, J. C. Álvarez, "*Electrónica de Potencia: Dispositivos*", Servicio de Publicaciones, Universidad de Oviedo, 1999. 7. R. Teodorescu, M. Liserre, P. Rodríguez, "*Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems*", John Willey and Sons, 2011.
Recursos en internet
En Campus Virtual de la UCM: http://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología
Lecciones de teoría: Se explicarán los conceptos de la asignatura, ilustrándolos con ejemplos y resultados de simulaciones. Se facilitará material docente de apoyo para estas clases de teoría a través del campus virtual. Clases prácticas de problemas: Incluirán ejemplos de resolución de problemas. Por otro lado, se facilitará a los alumnos una relación de problemas propuestos y las clases de problemas también se dedicarán a resolver las dudas que hayan podido surgir a los alumnos al tratar de realizar los problemas. Se propondrán ejercicios específicos a lo largo del curso cuya realización se tendrá en cuenta en la evaluación. Prácticas de laboratorio: Se realizarán individualmente o en grupos de 2 alumnos. Se propondrán montajes prácticos para complementar las explicaciones teóricas y para analizar posibles efectos reales. Se entregará un informe de cada práctica.

Evaluación		
Realización de exámenes (*Ex*)	**Peso:**	60 %
Examen final que incluirá una parte de cuestiones y problemas y puede incluir una parte práctica de laboratorio, dependiendo de la calificación obtenida en las prácticas de laboratorio (más detalles en el apartado de calificación final).		
Otras actividades (*Ej*) **Ejercicios**	**Peso:**	15 %
Entrega de ejercicios propuestos que pueden implicar la utilización de *software* de simulación.		
Otras actividades (*Lab*) **Laboratorio**	**Peso:**	25 %
Se valorará la asistencia, actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones de laboratorio, así como la calidad de los informes presentados de cada práctica. La realización de las prácticas y la entrega de los correspondientes informes es obligatoria (más detalles en el apartado de calificación final).		

Calificación final

La calificación final C_{FINAL} (en las dos convocatorias) se obtendrá de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$C_{Final} = 0{,}6 \cdot Ex + 0{,}15 \cdot Ej + 0{,}25 \cdot Lab$$

- *Ex* = Calificación del examen final sobre un máximo de 10.
- *Ej* = Calificación de la actividad de entrega de ejercicios, obtenida como una media ponderada de las calificaciones de cada ejercicio puntuadas sobre un máximo de 10.
- *Lab* = Calificación del laboratorio, obtenida como una media ponderada de las calificaciones de cada práctica puntuadas sobre un máximo de 10.

Para aprobar la asignatura se debe obtener una calificación mínima del 50% con respecto a la calificación máxima en el conjunto del examen y la entrega de ejercicios. (Es decir, 0,6 *Ex* + 0,15 *Ej* ≥ 3,75). En caso de no alcanzarse este mínimo, la calificación final no podrá superar el valor $C_{FINAL,MAX}$, independientemente de la calificación del laboratorio, siendo:

$$C_{Final,MAX} = (0{,}6 \cdot Ex + 0{,}15 \cdot Ej)/0{,}75$$

En caso de que se haya obtenido una calificación en el laboratorio de 5 o más puntos (*Lab* ≥ 5), no se realizará la parte práctica de laboratorio del examen final y la parte de cuestiones y problemas se puntuará sobre 10.

En caso de que la calificación del examen sea superior a la de alguno de los ejercicios, la calificación de esos ejercicios se sustituirá por la del examen en el cálculo de la calificación *Ej*, excepto en el caso de que la calificación *Ej* sea un 0 como consecuencia de plagio.

En caso de no cumplirse el requisito obligatorio de realizar todas las prácticas y entregar todos los informes, la calificación del laboratorio será de 0 puntos. (*Lab* = 0).

El plagio o copia de respuestas o resultados en cualquiera de las tres actividades implicará una calificación automática de 0 puntos en dicha actividad completa en la convocatoria en vigor.

Las calificaciones de las actividades de ejercicios y laboratorio obtenidas en la convocatoria ordinaria se guardarán para la convocatoria extraordinaria. No obstante, se habilitará un plazo extraordinario para la entrega de informes de laboratorio pendientes en la convocatoria extraordinaria.

Como norma general, no se conservará la calificación del laboratorio de un curso para otro.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Redes de Computadores**				**Código**	805989
Materia:	Redes			**Módulo:**	Redes y Sistemas	
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	4º	**Semestre:** 1º
Créditos (ECTS)	7.5	**Teóricos**	4	**Problemas**	2	**Laboratorio** 1.5
Presencial	-		32 %		32 %	70 %
Horas Totales			32		16	26

Profesor/a Coordinador/a:	Carlos Núñez Gómez		**Dpto:**	DACyA
	Despacho:	Fac. Informát., Desp. 310	**e-mail**	carlos.nunez@ucm.es

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	Carlos Núñez Gómez	T/P	DACyA	carlos.nunez@ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
Único	M J	16:30-18:30 17:00-18:30	14	Facultad de Informática, Desp. 310 Semestre 1: M, 13:00 - 16:00 Semestre 2: M, 14:00 – 17:00

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	**Horarios de Laboratorio***			**Profesores**
	Día	**Horas**	**Lugar**	
Único	X	11:30-14:00	Laboratorio de Sistemas Digitales (02.241.B)	Carlos Núñez Gómez

**: Se realizarán diez sesiones de laboratorio.*

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Conocimiento de los fundamentos de la planificación, dimensionado de redes en función de parámetros de tráfico.
- Conocimiento de los principios, fundamentos y principales protocolos existentes en la pila TCP/IP.
- Conocimiento y aplicación de los algoritmos de control de tráfico y congestión.
- Conocimiento y utilización de los fundamentos de la programación en redes, sistemas y servicios de telecomunicación.
- Comprensión de los aspectos fundamentales de la seguridad en redes.

Breve descripción de contenidos

Introducción a Internet. Direccionamiento y protocolos de resolución de direcciones. Protocolo IPv4. Protocolo de mensajes de control de Internet (ICMP). Protocolo de gestión de grupos (IGMP).
Protocolos IPv6 e ICMPv6. Protocolo de datagramas de usuario (UDP). Protocolo de control de la transmisión (TCP). Encaminamiento de datagramas IP. Programación de aplicaciones de red.
Aplicaciones de Internet. Seguridad en Internet. Redes Privadas Virtuales.

Conocimientos previos necesarios

Conocimientos adquiridos en las asignaturas Redes y Servicios de Telecomunicación y Fundamentos de Redes de Computadores.

Programa de la asignatura

Tema 1. Ingeniería de tráfico: programación y simulación.

1. Introducción a la ingeniería de tráfico.
2. Métodos de programación y algoritmos de enrutamiento.
3. Herramientas de simulación de redes (GNS3).
4. Análisis de resultados de simulaciones.

Tema 2. Pila de protocolos TCP/IP: IPv6, UDP y TCP.

1. Introducción a la capa de red.
2. Direccionamiento IPv4.
3. Reparto y forwarding de paquetes IP.
4. El protocolo de Internet, versión 4 (IPv4).
5. Protocolo de Resolución de Direcciones (ARP).
6. Protocolo de Control de Mensajes de Internet (ICMPv4).
7. El protocolo IPv6. ICMPv6.
8. Protocolos de enrutamiento unicast (RIP, OSPF, BGP).
9. Protocolos de enrutamiento multicast. IGMP.

Tema 3. Programación de aplicaciones de red.

1. Fundamentos de programación de red.
2. Programación con sockets.
3. Implementación básica de servidores y clientes.
4. Seguridad en aplicaciones de red.

Tema 4. Protocolos de aplicación.

1. Introducción. El paradigma cliente/servidor.
2. Configuración del host. DHCP.
3. Sistema de nombres de dominio (DNS).
4. Gestión de red: SNMP.
5. Logins remotos: TELNET y SSH.
6. Transferencia de ficheros: FTP y TFTP.
7. El protocolo HTTP.

Tema 5. Calidad de servicio.

1. Introducción a la calidad de servicio (QoS).

2. Conceptos básicos: ancho de banda, latencia, jitter.
3. Modelos y mecanismos de QoS.
4. Implementación y monitorización de QoS en redes.

Tema 6. Seguridad en Internet.

1. Introducción a la criptografía.
2. Seguridad en capa de red. Redes privadas virtuales.
3. Seguridad en capa de transporte (SSL).
4. Seguridad en capa de aplicación.
5. Firewalls y listas de control de acceso. Conceptos y configuración.

Bibliografía ordenada alfabéticamente

Bibliografía básica:

- Behrouz A. Forouzan. "*TCP/IP Protocol Suite*", 4ª ed. McGraw-Hill, 2010.
- J. F. Kurose, K. W. Ross. "*Computer Networking. A Top-Down Approach*". 6ª ed. Pearson, 2012.

Bibliografía complementaria:

- Behrouz A. Forouzan. "*Transmisión de datos y redes de comunicaciones*". 4ª ed, McGraw Hill, 2007.
- W. Stallings. "*Comunicaciones y Redes de Computadores*", 7ª ed. Pearson/Prentice-Hall, 2004.
- A. Tanenbaum. "*Redes de Computadores*", 5ª ed. Pearson, 2012.

Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: https://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría en aula donde se desarrollarán los principales conceptos de la materia, incluyendo ejemplos y aplicaciones.
- Sesiones de problemas y otras actividades dirigidas.
- Sesiones prácticas en laboratorio.

En las lecciones teóricas y sesiones de problemas se utilizarán proyecciones con ordenador y pizarra. Se suministrará a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en clase a través de Campus Virtual. Se propondrá la solución de una selección de problemas por parte de los propios estudiantes en las sesiones dedicadas a tal fin.

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes realizarán entregas de ejercicios propuestos. Se propondrá un trabajo relacionado con algún punto de la asignatura, que deberá ser desarrollado, resuelto y defendido de forma individual por cada estudiante.

Las prácticas consistirán en desarrollos prácticos con equipamiento de redes, simuladores (GNS3 y máquinas virtuales Linux) y herramientas software de gestión de redes, y reforzarán de un modo práctico los conocimientos introducidos teóricamente. La

asistencia a las sesiones de laboratorio es obligatoria; el estudiante deberá presentar y/o defender un informe con los resultados obtenidos tras la finalización de cada sesión.

Las prácticas a desarrollar en el laboratorio serán las siguientes:

1. Introducción al entorno de laboratorio. Configuración de dispositivos de red bajo GNU/Linux y FRR. Analizadores de protocolos y comandos de depuración.
2. Conmutadores LAN. Comunicación de redes a través de conmutadores.
3. Direccionamiento IP (versiones 4 y 6). Encaminamiento estático. ICMP.
4. Encaminamiento dinámico *unicast*. RIP, OSPF, BGP.
5. Desarrollo de aplicaciones de red. Programación con *sockets*.
6. Seguridad en redes. Firewalls y ACLs.
7. Seguridad en redes. Configuración y gestión de redes privadas virtuales.

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{ex})	**Peso:**	50 %
Se realizará un examen final. El examen constará de una serie de problemas de nivel similar a los resueltos en clase.		
Otras actividades (N_{ec})	**Peso:**	20 %
Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que realizar entregas de ejercicios propuestos y/o trabajos específicos de carácter individual.		
Otras actividades (N_{lab})	**Peso:**	30 %
Realización de prácticas en el laboratorio, cuya asistencia es obligatoria. Se valorará tanto la actitud como el interés mostrado durante el desarrollo de la sesión. Al término, se solicitará un informe del desarrollo y resultados obtenidos durante la sesión.		

Calificación final

La calificación final será la mejor de las opciones

$$N_{final} = 0{,}5 \cdot N_{ex} + 0{,}2 \cdot N_{ec} + 0{,}3 \cdot N_{lab}$$

$$N_{final} = 0{,}7 \cdot N_{ex} + 0{,}3 \cdot N_{lab}$$

donde N_{ex} es la calificación correspondiente al examen final, N_{ec} es la calificación correspondiente a evaluación continua y N_{lab} es la calificación de las prácticas de laboratorio.

Para aprobar la asignatura será necesario, en todo caso, obtener una nota mínima de 5 sobre 10 en la calificación del examen final (N_{ex}). De no alcanzarla, $N_{ex} = 0$ a efectos de cálculo de la nota final.

La calificación de la convocatoria extraordinaria de junio se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Antenas**					**Código**	805990
Materia:	Radiofrecuencia			**Módulo:**	Electrónica y Electromagnetismo		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	4º	**Semestre:**	1º
Créditos (ECTS)	4.5	**Teóricos**	2.5	**Problemas**	1	**Laboratorio**	1
Presencial	-		32 %		32 %		70 %
Horas Totales			20		8		18

Profesor/a Coordinador/a:	Pedro Antoranz Canales			**Dpto:**	EMFTEL
	Despacho:	03.106.0	**e-mail**	antoranz@ucm.es	

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	Pedro Antoranz Canales	T/P	EMFTEL	antoranz@fis.ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
Único	L J	17:30-18:30 14:30-15:30	14	**P. Antoranz**: Des. 03.106.0, Semestre 1: L y X, 11:30-13:00 Semestre 2: M y J,12 :30 -14:00 **J. M. Miranda** (miranda@ucm.es)**:** Des. 03.102.0, Semestres 1 y 2: L y M, 16:00 - 20:00 **Luis A. Tejedor** (luistejedor@fis.ucm.es)**:** Despacho. 03.219.C, Semestres 1 y 2: L, 9:30 - 11:00; V: 11:00 - 12:30

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	**Horarios de laboratorio**			**Profesores**
	Día	**Horas**	**Lugar**	
L1	M	9:00-11:00	Laboratorio de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones (03.210.0)	José Miguel Miranda Pantoja Pedro Antoranz Canales
L2	X			José Miguel Miranda Pantoja Pedro Antoranz Canales
L3	V	15:00-17:00		José Miguel Miranda Pantoja Luis Ángel Tejedor Álvarez

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
• Capacidad para analizar y diseñar antenas lineales, aberturas, y agrupaciones de antenas. • Capacidad de diseñar y caracterizar antenas a través de la medida de sus parámetros fundamentales.

Breve descripción de contenidos
Geometría de antenas para bandas anchas e independientes de la frecuencia. Medidas de parámetros y diagramas de radiación.

Conocimientos previos necesarios
Se requieren conocimientos sólidos de Electromagnetismo y Radiofrecuencia

Programa de la asignatura

1. Características generales de las antenas.
Antenas en transmisión y en recepción. Ecuación fundamental de la radiopropagación. Polarización y difracción. Efectos del plano de tierra. Pérdidas. Diagrama de radiación. Caracterización circuital.
2. Análisis de antenas básicas.
Radiación de fuentes infinitesimales. Antenas elementales: el dipolo. Efecto del plano de tierra: monopolos. Seminario de técnicas numéricas.
3. Radiación por aperturas.
Radiación de fuentes infinitesimales. Radiación por aperturas. Antenas de bocina. Ranuras radiantes.
4. Diseño de antenas.
Antenas de alta direccionalidad. Antenas impresas en circuitos integrados. Miniaturización.
5. Agrupaciones de antenas
Campos radiados por agrupaciones. Agrupación lineal. Agrupación plana. Antena de Yagi-Uda. Diseños en banda ancha. Barrido electrónico.
6. Introducción al radar
Ecuación del radar. Secciones eficaces de radar. Radar de efecto Doppler. Radares de pulsos. Radares de banda ancha. Georradares. Radares de apertura sintética. Radares laser (Lidar).

Prácticas

- Elipse de polarización
- Fenómenos de difracción
- Diseño de una antena mediante MATLAB
- Medida de la ganancia de una antena
- Medida del diagrama de radiación
- Caracterización de las reflexiones en el suelo
- Impedancia de una antena
- Radar

Bibliografía ordenada alfabéticamente

1. C. A. Balanis, "*Antenna Theory, Analysis and Design*", 3ª ed, Wiley, 2005.

2. A. Cardama, Ll Jofre, JM Rius, J Romeu, S Blanch, M Ferrando, "*Antenas*", Ediciones UPC, 2ª ed (reimpresión), 2005.
3. Joseph Carr, George Hippisley, "*The practical antenna handbook*", 5ª ed, McGraw-Hill, 2011.
4. W.L. Stutzman, G.A. Thiele, "*Antenna Theory and Design*", Wiley, 3ª ed., 2013.

Recursos en internet
Se detallan en el espacio virtual de la asignatura: http://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología
Se desarrollarán las siguientes actividades formativas: • Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones. • Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas. • Prácticas de laboratorio. En las lecciones de teoría se utilizarán proyecciones con ordenador y en las clases de problemas se utilizará la pizarra. Ocasionalmente, la teoría se verá complementada con simulaciones por ordenador y prácticas virtuales, que serán proyectadas en el aula. Se suministrarán a los y las estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en clase, que podrán encontrarse en el Campus Virtual. Como parte de la evaluación continua se propondrán entregas de ejercicios tales como problemas resueltos, simulaciones o trabajos específicos. Las prácticas consistirán en medidas y simulaciones de antenas y sus características básicas, reforzando los conceptos aprendidos en las sesiones de teoría y de problemas. La asistencia a todas las sesiones de prácticas es obligatoria. Para cada práctica, los/las estudiantes tendrán que presentar un informe con los resultados y las conclusiones obtenidas de los mismos.

Evaluación		
Realización del examen (N_{Examen})	**Peso:**	60 %
Examen final de la asignatura. Se realizará sin libros, con un formulario que facilita el profesor. Puede incluir cuestiones sobre las prácticas de laboratorio. En caso de sacar una nota inferior a 4,5, se puntuará este apartado como 0 en el cómputo de la calificación final		
Prácticas de laboratorio (*Lab*)	**Peso:**	30 %
Se valorará la asistencia, actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones de laboratorio y la calidad de los informes presentados al final del mismo. Si la nota obtenida en las prácticas de laboratorio es inferior a 5, se puntuará este apartado con un 0.		
Otras actividades (*A*)	**Peso:**	10 %
Se valorarán las siguientes actividades: • Ejercicios de simulación a realizar y entregar en clase		

- Prácticas optativas

Calificación final

La calificación final se obtendrá a partir de la mejor de las siguientes opciones:

$$C_{Final} = 0{,}6 \cdot N_{Examen} + 0{,}3 \cdot Lab + 0{,}1 \cdot A$$

$$C_{Final} = 0{,}7 \cdot N_{Examen} + 0{,}3 \cdot Lab$$

En cualquiera de los casos, para aprobar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 4.5 sobre 10 en la calificación correspondiente al examen final. De no alcanzarse, la calificación final será la del examen. Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.

Las calificaciones de las prácticas y las actividades se guardan para la siguiente convocatoria. Excepcionalmente se habilitarán sesiones de recuperación de prácticas.

Como norma general, no se conservará la calificación del laboratorio de un curso para otro.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Arquitectura de Sistemas Integrados**					**Código**	805991
Materia:	Sistemas			**Módulo:**	Redes y Sistemas		
Carácter:	Obligatorio			**Curso:**	4º	**Semestre:**	2º
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**	3.5	**Problemas**	1.5	**Laboratorio**	1
Presencial	-		32 %		32 %		70 %
Horas Totales			28		12		18

Profesor/a Coordinador/a:	Daniel A. Chaver Martínez		**Dpto:**	DACyA
	Despacho:	02.236.0	**e-mail**	dani02@ucm.es

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	Daniel A. Chaver Martínez	T/P	DACyA	dani02@ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	M	15:00 – 16:30	14	Despacho 02.221.0 Semestre 1: J, 9:00-11:00 y de 12:00-13:00; Semestre 2: J, 11:00-14:00 *Se recomienda avisar con antelación*
	J	15:00 – 16:30		

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	**Horarios de Laboratorio***			**Profesores**
	Días	**Horas**	**Lugar**	
L1	M	9:00-11:00	Laboratorio de Sistemas Digitales (02.241.B)	Daniel A. Chaver Martínez
L2	J			Daniel A. Chaver Martínez

*: *Se realizarán nueve sesiones de laboratorio a lo largo del semestre.*

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Comprensión de la organización interna de un sistema empotrado y de los subsistemas que lo constituyen.
- Comprensión de la arquitectura de procesadores, microcontroladores y procesadores de señales digitales.
- Comprensión de principales técnicas de diseño arquitectónico orientadas a la optimización de prestaciones, consumo y fiabilidad.

Breve descripción de contenidos

Sistemas empotrados, microprocesadores, microcontroladores, procesadores digitales de señal (DSP). Optimización de prestaciones, consumo de energía y fiabilidad.

Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos en las asignaturas “Estructura de Computadores”, “Sistemas Operativos y de Tiempo Real” y “Diseño de Sistemas Digitales”.

Programa de la asignatura

1. **Introducción.**
   - Repaso general a la arquitectura y organización de un computador.
   - Tipos de computadores. Computadores empotrados.
   - Prestaciones, consumo y fiabilidad.

2. **Microarquitectura.**
   - Repaso de segmentación.
   - Técnicas microarquitectónicas avanzadas.

3. **Sistema de memoria, E/S y buses.**
   - Repaso de la jerarquía de memoria y memoria virtual.
   - Técnicas avanzadas de gestión de la memoria cache.
   - Repaso del subsistema de E/S.
   - Buses actuales: AXI, Wishbone...

4. **SoC y sistemas empotrados.**
   - Introducción a los sistemas empotrados.
   - Introducción a los sistemas en chip (SoC) multi-core.

Prácticas:

Se realizarán prácticas basadas en la infraestructura RVfpga, disponible de forma gratuita y abierta a través de la web (https://university.imgtec.com/teaching-download/#rvfpga). Dichas prácticas cubrirán muchos de los aspectos vistos en la parte teórica de la asignatura y detallados en el programa anterior.

Bibliografía

- David M. Harris, Sarah L. Harris. “*Digital Design and Computer Architecture, RISC-V Edition”*. Ed. Morgan Kaufmann, 2021.
- David A. Patterson, John L. Hennessy. “*Computer Organization and Design RISC-V Edition: The Hardware/Software Interface”*. Ed. Morgan Kaufmann, 2017.
- John L. Hennessy, David A. Patterson. “*Computer Architecture: A Quantitative Approach”. 6th Edition*. Ed. Morgan Kaufmann, 2019.

Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: http://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología
Se solicitará la realización de trabajos, individuales o en grupo. Este trabajo lo deberán realizar los estudiantes antes de las sesiones presenciales, y podrá consistir en: • Búsqueda de información y elaboración de presentaciones y/o páginas Wiki. • Realización de ejercicios propuestos. • … Las sesiones presenciales se dedicarán a trabajo en el aula relacionado con el material trabajado durante la semana: presentaciones por grupos, trabajo basado en fichas y resolución de nuevos ejercicios.

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{ex})	**Peso:**	60 %
Se realizará un examen final con cuestiones teórico-prácticas y problemas (de nivel similar a los resueltos en clase).		
Otras actividades (N_{ec})	**Peso:**	10 %
Como parte de la evaluación continua, la calificación se corresponderá a la evaluación de las actividades propuestas en cada sesión (ejercicios, presentaciones, ...).		
Otras actividades (N_{lab})	**Peso:**	30 %
Realización de prácticas en el laboratorio. Se valorará el correcto funcionamiento de la práctica realizada en cada sesión, así como las respuestas a las preguntas formuladas. También se tendrán en cuenta la actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones.		

Calificación final
La calificación final será la media ponderada de las tres categorías enunciadas: $$C_{Final} = 0{,}6 \cdot N_{ex} + 0{,}3 \cdot N_{lab} + 0{,}1 \cdot N_{ec}$$ donde N_{ex} es la calificación correspondiente al examen final que deberá ser mayor o igual que 5 sobre 10, N_{ec} es la calificación correspondiente a la evaluación continua y N_{lab} es la calificación de las prácticas de laboratorio. En caso de que la nota del examen final (N_{ex}) no supere el umbral, la nota reflejada en GEA será la de la fórmula anterior saturada en 4,5. La calificación de la convocatoria extraordinaria se obtendrá siguiendo el mismo procedimiento de evaluación.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Trabajo Fin de Grado**			**Código**	806003
Materia:	Trabajo Fin de Grado		**Módulo:**	Trabajo Fin de Grado	
Carácter:	Obligatorio		**Curso:**	4º	**Semestre:** 2º
Créditos (ECTS)	12	**Teóricos**		**Problemas**	**Laboratorio**
Presencial	-				
Horas Totales	300				

Profesor/a Coordinador/a:	Pedro Antoranz Canales		Dpto:	EMFTEL
	Despacho:	03.106.0	e-mail	antoranz@fis.ucm.es

Profesores	Dpto.	e-mail
Pedro Antoranz Canales	EMFTEL	antoranz@fis.ucm.es

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Permitir evaluar las competencias del Grado.
- Los relacionados con el tema del trabajo concreto que realice cada estudiante.
- Estudiar en profundidad, analizar y desarrollar un tema concreto basándose en los contenidos y el nivel de las materias del Grado.
- Mostrar capacidad para aplicar las habilidades y competencias adquiridas durante los estudios de Grado a situaciones concretas y nuevas.
- Ser capaz de presentar un Proyecto con las implicaciones normativas, económicas y de gestión que garanticen su buen desarrollo y hacer una defensa oral de éste.

Breve descripción de contenidos

El Trabajo Fin de Grado versará sobre un tema bien definido de interés para el/la estudiante dentro del ámbito de la Ingeniería Electrónica de Comunicaciones y a un nivel que pueda ser abordado con los conocimientos y competencias del Grado. Un profesor/a tutor/a deberá aprobar el tema del trabajo y asesorar al estudiante en su realización.

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas (https://fisicas.ucm.es/tfg-gradoiec):

- Realización de un trabajo.
- Elaboración y exposición pública de una memoria sobre el trabajo realizado.

La distribución en créditos ECTS para las dos actividades formativas anteriores se estima en 10 y 2 ECTS respectivamente.

A mediados del primer cuatrimestre se realizará una tutoría grupo donde se explicará a los estudiantes la normativa del Trabajo Fin de Grado, la estructura que debe tener, cómo debe ser la defensa, etc., y se resolverán las dudas que puedan tener los asistentes.

Relación de Temas y número de plazas ofrecidos para cada uno
La normativa que regula los Trabajos Fin de Grado, la relación de temas y el procedimiento y plazos para su selección y asignación puede encontrarse en la dirección: https://fisicas.ucm.es/tfg-gradoiec

Calificación final
Una Comisión Evaluadora, nombrada *ad hoc*, valorará la precisión, estructuración y presentación de la memoria del trabajo y de su exposición y defensa oral. De acuerdo con la normativa del TFG de la Facultad, la Comisión evaluadora tendrá en cuenta en la evaluación el informe presentado por el/la supervisor/a, en el que se valore y califique el trabajo realizado por el/la estudiante. La calificación final estará comprendida entre 0 y 10. Nota: Las fechas de la defensa de los TFG (en todas las convocatorias) se anunciarán en la Web de la Facultad.

Composición de la Comisión Evaluadora
Ver https://fisicas.ucm.es/tfg-gradoiec

6. Fichas docentes de las asignaturas optativas

Las optativas ofertadas se han distribuido en un horario que es compatible con los horarios de las asignaturas de tercer curso y de cuarto.

Las asignaturas ofertadas actualmente son:

- **Primer Cuatrimestre**
    - Bioingeniería
    - Optimización de Sistemas
- **Segundo Cuatrimestre**
    - Robótica
    - Tecnologías Fotónicas de las Comunicaciones
    - Prácticas de Empresa

Por su carácter especial la asignatura “Prácticas de Empresa” puede cursarse en cualquier momento del año, si bien se examinará al estudiante en las convocatorias de junio y julio. Por ello se ha considerado de segundo cuatrimestre. Se recomienda leer atentamente la ficha docente de la asignatura para conocer el procedimiento de matrícula.

Más adelante, se muestran las asignaturas optativas contempladas en el plan de estudios, pero no ofertadas actualmente.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Prácticas en Empresa**			**Código**	806002
Materia:	Avanzada		**Módulo:**	Avanzado	
Carácter:	Optativo		**Curso:**	4º	**Semestre:** 2º
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**		**Problemas**		**Laboratorio**	
Presencial	-						
Horas Totales	150						

Profesor/a Coordinador/a:	Pedro Antoranz Canales		**Dpto:**	EMFTEL
	Despacho:	03.104.0	**e-mail**	antoranz@fis.ucm.es

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	Tribunal por determinar	T/P		

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único				

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

Familiarizarse con el entorno profesional, poniendo en práctica las capacidades adquiridas y acercándose al mundo laboral.

Breve descripción de contenidos

Realización de prácticas en empresas. Todos los detalles sobre el procedimiento de matrícula, ofertas de prácticas, evaluación, etc, están fijados en el reglamento aprobado por junta de facultad el 27 de marzo de 2019 y disponible en: http://fisicas.ucm.es/practicas-externas-y-tutorias

Más información sobre entrega de las memorias y tribunal puede encontrarse en la dirección: https://fisicas.ucm.es/practicas-externas

Conocimientos previos necesarios

No requiere, si bien es necesario cumplir con los requisitos descritos en el reglamento de prácticas externas.

Programa de la asignatura

PRÁCTICAS EN EMPRESA:

La realización de esta actividad tendrá lugar en una empresa o institución externa de entre aquellas que tengan convenio establecido con la titulación. Un profesor o profesora de la Facultad, cuya asignación correrá a cargo del coordinador, se encargará de la tutorización de las prácticas.

El tutor o tutora actuará como persona de contacto con el/la estudiante y con la institución externa, supervisando que las prácticas se realicen con normalidad y que se ajustan a la temática y carga de trabajo establecidas previamente, encargándose también de verificar que la formación adquirida por el/la estudiante es adecuada para la realización del programa de prácticas programado.

El periodo de prácticas podrá realizarse durante el curso académico en el que se somete a evaluación la asignatura, o en los meses de verano del curso inmediatamente anterior.

Más información en el siguiente enlace:

http://fisicas.ucm.es/practicas-externas-y-tutorias

Procedimiento de matriculación

PRÁCTICAS EN EMPRESA:

Para la asignatura Prácticas en Empresa, la matrícula nunca se realizará de forma automática. Para formalizar la práctica y poder matricular la asignatura, será necesario haber realizado primero un anexo del estudiante en el que se recogen las condiciones académicas y profesionales de la misma. Este anexo debe ser firmado por un/una tutor/a en la empresa, un/una tutor/a académico de la UCM y el/la estudiante. Para la gestión del mismo será necesario ponerse en contacto con el/la coordinador/a de las Practicas de Empresa, quien informará sobre las ofertas y adjudicación de las prácticas y gestionará la firma del anexo por las tres partes.

El protocolo de asignación deberá pasar por la plataforma GIPE de gestión (https://gipe.ucm.es/authestu.php), por lo que es altamente recomendable darse de alta al inicio de curso en la modalidad de prácticas curriculares. Una vez acordada la práctica y firmado el anexo, el/la coordinador/a lo entregará al Vicedecanato de Movilidad, Prácticas y Empleabilidad, de donde se remitirá a Secretaría de Alumnos para proceder a la matrícula.

Aquellos/as estudiantes que finalicen la titulación, o que deseen solicitar algún tipo de beca o ayuda en la que se les requiera la matrícula de un curso completo, deberán matricular al inicio de curso una asignatura optativa adicional de segundo cuatrimestre para poder finalizar sus estudios en caso de que no sea posible la asignación de una oferta de prácticas. Una vez conformado el anexo del estudiante se estudiará la modificación de la matrícula de la asignatura optativa, intercambiándola por la de Prácticas en Empresa.

La matriculación de la asignatura de Prácticas en Empresa deberá realizarse preferentemente antes del mes de marzo.

Bibliografía ordenada alfabéticamente

Recursos en internet
En Campus Virtual de la UCM: https://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología
La metodología de trabajo será definida por la empresa o institución donde se realicen las prácticas y con el acuerdo del tutor/tutora de la UCM.

Calificación final
Se presentará un informe del trabajo realizado con el visto bueno del tutor o tutora en la empresa. - El tutor/tutora en la empresa rellenará un cuestionario de evaluación de las actividades llevadas a cabo en las prácticas. - El tribunal nombrado al efecto, a la vista de los informes anteriores, determinará la calificación de las prácticas. Informe del trabajo: 1. El responsable en la institución externa emitirá un informe valorando diferentes aspectos del trabajo realizado por el/la estudiante, como puntualidad, responsabilidad, iniciativa, actitud, interés, integración en el grupo de trabajo, orden, asimilación del uso de tecnología, interpretación y evaluación de datos. En dicho informe deberá figurar expresamente el número de horas realizadas. 2. El/la estudiante deberá presentar además un informe detallado, cuyas características establecerá el tribunal evaluador, sobre el trabajo realizado. Como parte de la evaluación, los tribunales organizarán una sesión de diez minutos en la que cada estudiante realice una breve exposición sobre el trabajo realizado. La calificación final estará comprendida entre 0 y 10. El sistema de calificaciones se atendrá a lo establecido en el Real Decreto 1125/2003. Las Matrículas de Honor permitidas por la normativa se asignarán por orden de calificación en esta asignatura, de entre aquellas calificaciones mayores o iguales que 9.0. En caso de empate, se utilizará como criterio de desempate la nota media del expediente académico.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Optimización de Sistemas**			**Código**	805992
Materia:	Avanzada		**Módulo:**	Avanzado	
Carácter:	Optativo		**Curso:**	3º/4º	**Semestre:** 1º

Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**	3.5	**Problemas**	1.5	**Laboratorio**	1
Presencial	-		32 %		32 %		70 %
Horas Totales			28		12		18

Profesor/a Coordinador/a:	Clara I. López González		**Dpto:**	DACyA
	Despacho:	02.225.0	**e-mail**	claraisl@ucm.es

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	Clara I. López González	T/P	DACyA	claraisl@ucm.es

* T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	J V	9:30-11:00 9:30-11:00	5	Despacho 02.225.0, Semestre 1: J, 11:00-12:30; V, 11:00-12:30 Semestre 2: X, 11:00-12:30; J, 11:00-12:30

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	**Horarios de Laboratorio***			**Profesores**
	Días	**Horas**	**Lugar**	
L1	V	12:30-14:30	Laboratorio de Sistemas Digitales (02.241.B)	Clara I. López González

*: Se realizarán 9 sesiones de laboratorio.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Comprensión y dominio del concepto de optimización.
- Capacidad para aplicar estos conocimientos a los problemas que puedan plantearse en la ingeniería.

Breve descripción de contenidos

Concepto de optimización. Métodos de búsqueda. Optimización mono y multi-objetivo. Optimizaciones Heurísticas. Funciones de MATLAB y Simulink.

Conocimientos previos necesarios
Los adquiridos en las asignaturas de “Cálculo” y “Tratamiento y Análisis de Datos” (Programación en MATLAB). Se recomienda no cursar asignaturas optativas sin haber completado los dos primeros cursos de la titulación.

Programa de la asignatura
1- Introducción. Ejemplos básicos de optimización 2- Optimización de problemas sin restricciones en una dimensión: métodos analíticos e iterativos 3- Optimización de problemas sin restricciones en múltiples dimensiones: métodos analíticos e iterativos 4- Optimización de problemas con restricciones: multiplicadores de Lagrange y métodos iterativos 5- Optimización de problemas lineales con restricciones lineales: método de Simplex 6- Técnicas heurísticas de optimización: temple simulado, algoritmos genéticos, optimización con enjambres de partículas

Bibliografía ordenada alfabéticamente
M. Bakr, “*Nonlinear Optimization in Electrical Engineering with Applications in MATLAB*”, Editorial IET Cánovas, Navarro, Orts, “*Optimización Matemática Aplicada*”, Editorial ECU

Recursos en internet
En Campus Virtual de la UCM: https://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología
Se resolverán, empleando MATLAB, ejercicios de optimización, correspondientes a ejemplos de interés en Ingeniería Electrónica. El estudiante documentará y analizará las soluciones obtenidas a los ejercicios planteados, para que pueda ser discutidos con el equipo docente. Además, los estudiantes propondrán sus propios problemas de optimización y los formularán de forma adecuada para poder resolverlos con las técnicas aprendidas. Expondrán en clase los problemas elegidos, la metodología utilizada para resolverlos y las soluciones obtenidas.

Evaluación		
Realización de exámenes	**Peso:**	50 %
Para la evaluación continua, se realizarán al final de cada tema y al final del curso, controles tipo teórico-práctico. En caso de no seguir o superar la asignatura mediante evaluación continua, el estudiante realizará un examen final escrito.		
Otras actividades	**Peso:**	30 %
La asistencia a las sesiones de laboratorio es necesaria, ya que durante las mismas el equipo docente irá evaluando periódicamente el trabajo realizado por los estudiantes.		

En ellas también se discutirán los problemas de optimización propuestos por los alumnos para cada tema, que deberán ser documentados brevemente y presentados ante sus compañeros de clase, para completar la evaluación.

Otras actividades	Peso:	20 %

Realización de los ejercicios y la correspondiente discusión de sus resultados.

Calificación final

La nota total del curso, en evaluación continua, será la alcanzada con la siguiente ponderación de la nota de las actividades realizadas (ejercicios propuestos por el profesor y trabajos prácticos propuestos por el alumno) y los controles periódicos.

$$N_f = 0{,}2 \times \text{mean}(\text{ejercicios}) + 0{,}3 \times \text{mean}(\text{trabajos_prácticos}) + 0{,}5 \times \text{mean}(\text{controles})$$

Para poder seguir este método de evaluación es necesario asistir a clase de teoría con regularidad. La asistencia al laboratorio es necesaria para todos los alumnos de la asignatura.

Existirá también, como alternativa, un examen final escrito para quienes no sigan o superen la evaluación continua. En tal caso, se valorará con un 70 % el examen final y con un 30 % los trabajos prácticos:

$$N_f = 0{,}3 \times \text{mean}(\text{trabajos_prácticos}) + 0{,}7 \times \text{examen_final}$$

Este segundo criterio de evaluación es válido para las dos convocatorias del curso académico.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Bioingeniería**				**Código**	806001
Materia:	Avanzada		**Módulo:**	Avanzado		
Carácter:	Optativo		**Curso:**	3º/4º	**Semestre:**	1º
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos** 3.5	**Problemas**	1.5	**Laboratorio**	1
Presencial	-	32%		32%		70%
Horas Totales		28		12		18

Profesor/a Coordinador/a:	Paula Ibáñez García			**Dpto:**	EMFTEL
	Despacho:	03.237.0	e-mail	pbibanez@ucm.es	

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	e-mail
único	Paula Ibáñez García (31 h)	T/P	EMFTEL	pbibanez@ucm.es
	Iván Colmenarejo Allavena (4h)	T/P	EMFTEL	icolmena@ucm.es
	José Manuel Udías Moinelo (5 h)	T/P	EMFTEL	jmudiasm@ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	X V	9:30-11:00 11:00-12:30	5	**P. Ibáñez**: Despacho 03.237.0, Semestres 1 y 2: X y J, 15:00-17:00 **J. M. Udías**: Despacho 03.226.0, Semestre 1: M y J, 14:00-15:30 **I. Colmenarejo**: Despacho 03.236.0, Semestre 1: M, 11:00-13:00 **V. Martínez** (vmnouvilas@ucm.es): Despacho 03.225.0, M:14:00-16:00

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	**Horarios de Laboratorio**			**Profesores**
	Días	**Horas**	**Lugar**	
L1	V	12:30 – 14:30	Laboratorio Física Atómica y Nuclear – José Campos (1 sesión) Aula Informática (3 sesiones) Laboratorio de Electrónica (S1.109.0) (5 sesiones)	Víctor Martínez Nouvilas (12h) Iván Colmenarejo (6h) Robert J. Paneque Yunta (5h)*
L2		15:00 – 17:00		Víctor Martínez Nouvilas (12h) Iván Colmenarejo (6h) Robert J. Paneque Yunta (5h)*

*** Robert J. Paneque dará apoyo a las sesiones que se realizarán en el laboratorio de electrónica**

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
• Comprensión y manejo de los fundamentos de la instrumentación biomédica, de los conceptos de señales bioeléctricas, transductores y sensores y de los sistemas médicos de monitorización. • Comprensión y manejo de los sistemas de imagen médica 2D y 3D. Conocimiento de los sistemas médicos de información.

Breve descripción de contenidos
Biopotenciales, introducción a las señales biomédicas y a la imagen médica, sistemas de resonancia magnética, ecografía, termografía, endoscopia, radiología, PET y SPECT.

Conocimientos previos necesarios
Los adquiridos en “Tratamiento y Análisis de datos” y “Ampliación de Matemáticas”. Se recomienda no cursar asignaturas optativas sin haber completado los dos primeros cursos de la titulación.

Programa de la asignatura
1. Principios de fisiología humana y fisiopatología - Introducción a la Anatomía y Fisiología - Principales sistemas del cuerpo humano - Introducción a la fisiopatología **2. Señales biomédicas. Biopotenciales** - Principios de las señales biomédicas. - Ejemplos de señales biomédicas: ECG, EEG, EMG. - Procesado de señales biomédicas **3. Bioinstrumentación y biosensores** - Sensores y electrodos para biopotenciales. - Amplificadores para biopotenciales. - Seguridad eléctrica. - Sistemas médicos de monitorización y registro. - Transductores y otros sensores biomédicos. **4. Principios de la Imagen médica.** - Imagen por Rayos X (radiografía y CT) - Ultrasonidos - Imagen por Resonancia Magnética - Imagen nuclear (SPECT, PET) - Sistemas médicos de información (Formatos de imagen, PACS) - Procesado de imagen: registro, fusión, segmentación, cuantificación. **5. Introducción a la radioterapia** - Principios de la radioterapia. - Instrumentación en radioterapia. - Modalidades de radioterapia (protonterapia, hadronterapia) Las prácticas que desarrollar en el laboratorio serán las siguientes: • Práctica 1: Práctica de Ultrasonidos (Aula de Informática)

- Práctica 2: Formato y proceso de imágenes biomédicas (Aula de Informática)
- Práctica 3: Detectores para PET y SPECT: SIPM, PMT, y electrónica de coincidencias. Procesado de datos (Lab. FAN)
- Práctica 4: Reconstrucción tomográfica de imagen biomédica (Aula de Informática)
- Práctica 5: Monitorización de señales biomédicas: ECG, pulsioxímetro, tensiómetro y estetoscopio (laboratorio de electrónica S1.109.0) (5 sesiones).

Las sesiones de laboratorio se desarrollarán en el Aula de Informática 15 los días 30 de octubre, y 6 y 20 de noviembre.

Bibliografía ordenada alfabéticamente

1. Allisy-Roberts, P. J. & Williams, J. (2007) "*Farr's Physics for Medical Imaging*". 2nd Ed. Saunders Ltd.
2. Blinowska, K. J. & Żygierewicz, J. (2021) "*Practical Biomedical Signal Analysis: Using MATLAB*", CRC press.
3. Bushberg, J. T., & Boone, J. M. (2011) "*The Essential Physics of Medical Imaging*", Third Ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA, USA.
4. Diaz Lantada, A. (2013) "*Handbook on Advanced Design and Manufacturing Technologies for Biomedical Devices*", Springer.
5. Enderle, J. & Bronzino, J. (Eds.) (2012) "*Introduction to Biomedical Engineering*", Elsevier.
6. Pianykh, O. S. (2012) "*Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM): A Practical Introduction and Survival Guide*", 2nd Ed Springer.
7. Rangayyan, R. M. (2015) "*Biomedical Signal Analysis*", 2nd Ed. IEEE Press/Wiley.
8. Tortora, G.H. & Evans, R.L. (2006) "*Principles of human physiology*". Harper and Row. New York. 11Ed.
9. Yoon, J. Y. (2016) "*Introduction to Biosensors*", Springer.

Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: https://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones.
- Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas.
- 9 sesiones de laboratorio durante el curso para realizar 7 actividades

En las lecciones de teoría se utilizarán proyecciones con ordenador y en las clases de problemas se utilizará la pizarra. Se suministrarán a los estudiantes enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el Campus Virtual.

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos.

Algunas prácticas se realizarán haciendo adquisiciones con equipos disponibles en la UCM y otras se harán en el aula de informática usando diversos códigos en MATLAB para reforzar de un modo práctico lo aprendido en las sesiones de teoría y para dotar a la asignatura de una aplicación práctica. La asistencia a todas las sesiones de las prácticas es obligatoria. El alumno deberá presentar un cuestionario relleno con los resultados de las prácticas. Al turno de laboratorio los viernes de 16:30 a 18:30 le corresponden 1.0 ECTS.

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{Final})	**Peso:**	60 %
Se realizará un examen final. El examen constará de una serie de problemas y/o cuestiones teóricas (de nivel similar a los resueltos en clase). Para la realización de la parte del examen no se podrán utilizar apuntes ni libros.		
Otras actividades (N_{lab})	**Peso:**	20 %
Asistencia, actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones de laboratorio y calidad de los informes presentados de cada práctica. La realización de las prácticas de laboratorio y la correspondiente presentación de los informes.		
Otras actividades (N_{ec})	**Peso:**	20 %
Los profesores podrán tener en cuenta las siguientes actividades: − Problemas entregados a lo largo del curso de forma individual o en grupos. − Participación en clase, ejercicios hechos en la pizarra por los alumnos. − Presentación, oral o por escrito, de trabajos. − Trabajos voluntarios. El promedio de la nota de todas estas actividades anteriores se empleará para el cálculo de N_{ec}, calificación correspondiente a la evaluación continua, que puede contar hasta un 20% para el cálculo de la nota final (ver la siguiente sección).		
Calificación final		
La calificación final será la mayor de las dos puntuaciones siguientes: $$C_{Final} = 0{,}6 \cdot N_{ex} + 0{,}2 \cdot N_{lab} + 0{,}2 \cdot N_{ec}$$ $$C_{Final} = 0{,}8 \cdot N_{ex} + 0{,}2 \cdot N_{lab}$$ donde N_{ex} es la calificación correspondiente al examen final, N_{ec} es la calificación correspondiente a la evaluación continua y N_{lab} es la calificación de las prácticas de laboratorio. En cualquiera de los casos, para aprobar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al examen final. En caso de no hacerlo, se tomará $N_{ex} = 0$ para calcular C_{Final}. Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.		

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Robótica**			**Código**	805994
Materia:	Avanzada		**Módulo:**	Avanzado	
Carácter:	Optativo		**Curso:**	3º/4º	**Semestre:** 2º
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos** 3.5	**Problemas**	1.5	**Laboratorio** 1
Presencial	-	32 %		32 %	70 %
Horas Totales		28		12	18

Profesor/a Coordinador/a:	José Antonio López Orozco		**Dpto:**	DACYA
	Despacho:	02.234.0	**e-mail**	jalo@dacya.ucm.es

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	José Antonio López Orozco	T/P	DACYA	jalo@dacya.ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único	M X	12:30 – 14:00 12:30 – 14:00	14	Despacho 02.234.0 Semestre 1: X, J, 11:00 – 12:30 Semestre 2: L, 12:00 – 13:30; X, 9:30 – 11:00

(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	**Horarios de Laboratorio[2]**			**Profesores**
	Días	**Horas**	**Lugar**	
L1	X	14:30-16:30	Laboratorio de Sistemas Digitales (02.241.B)	José Antonio López Orozco

[2]: Se realizarán nueve sesiones de laboratorio a lo largo del semestre.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Conocer los principios básicos de los robots, las aplicaciones de la robótica y ser capaz de plantear proyectos y soluciones a problemas con robots.
- Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre la cinemática de los manipuladores.
- Conocer los distintos tipos de sensores utilizados en robótica: de proximidad, contacto, detección de obstáculos y de posicionamiento.

Breve descripción de contenidos
Robótica industrial. Cinemática y dinámica de manipuladores, programación y control de robots, sensores, percepción y planificación, motores y efectores finales, robots móviles autónomos.

Conocimientos previos necesarios
Se requieren conocimientos básicos de álgebra y de programación (“Informática”, “Álgebra”, “Tratamiento y Análisis de Datos”, “Estructura de Computadores” y “Sistemas Operativos en Tiempo Real”). Se programará en MATLAB para la realización de ejercicios y trabajos, y en C para la programación del microprocesador del robot (RaspBerry Pi). Se recomienda no cursar asignaturas optativas sin haber completado los dos primeros cursos de la titulación.

Programa de la asignatura
Tema 1.- Introducción Qué es robótica y qué se entiende por robot. Desarrollo histórico de los robots. Análisis de diferentes aplicaciones de robots manipuladores y móviles autónomos y qué tareas pueden observarse en robótica. Por último, se estudiará cómo se aplica la inteligencia artificial en robótica. **Tema 2.- Robótica industrial** Introducción a la robótica industrial y su problemática. Se aprenderá a utilizar las coordenadas homogéneas, que tipos de manipuladores existen y cómo obtener los parámetros necesarios para su modelado (algoritmo de Denavit-Hatenberg). Se trabajará con manipuladores desde el punto de vista cinemático, ya sea directo o inverso. Lenguajes de programación de manipuladores. **Tema 3.- Detección y percepción** Se estudiarán los diferentes sensores necesarios para navegación de robots tanto de obtención de la posición (internos y externos) como detectores de obstáculos. Se hará mención especial al uso de la visión artificial en robótica. **Tema 4.- Planificación de trayectorias** Se realizarán consideraciones generales sobre planificación de trayectorias y se mostrará cómo planificar trayectorias en un manipulador para llevar a cabo el movimiento deseado. Así mismo se realizara la planificación de trayectorias en robots móviles autónomos. **Tema 5.- Robots autónomos y navegación** Revisión de los conceptos más utilizados y relacionados con robots autónomos. Así se estudiarán las diferentes arquitecturas de control y sus modelos cinemáticos (de ruedas independientes, de patas, aéreos, ...). Se estudiarán las particularidades de cada uno de ellos y cómo programarlos para realización de tareas de percepción y navegación. **Sesiones de laboratorio** Se realizarán las siguientes prácticas (serán realizadas en una o varias sesiones de laboratorio):

P1: Programación y uso de un manipulador industrial

P2: Uso de motores en robótica: motores de continua, servomotores y motores paso a paso.

P3: Construcción de una plataforma para un robot móvil.

P4: Uso de sensores en robótica: sensores de ultrasonidos, infrarrojos, LDR, acelerómetros, inclinómetros, …

P5: Programación básica de un robot: movimiento y percepción. Programación de tareas sencillas.

Bibliografía ordenada alfabéticamente

Bibliografía básica:

- P.J. McKerrow. "*Introduction to Robotics"*. Addison-Wesley, 1991.
- Fu, K.S., González, R.C. y Lee, C,S,G. "*Robótica, Control, Detección, Visión e Inteligencia",* Mc Graw-Hill, 1988.
- Ollero, A. "*Robótica, Manipuladores y Robots Móviles"*. Marcombo, 2002.
- H.R. Everett. A.K. Peters. "*Sensors for mobile robots. Theory and application"*. Wellesley, 1995.

Bibliografía complementaria:

- G. Pajares y J. M. de la Cruz. "*Ejercicios resueltos de visión por computador".* RA-MA, 2007.
- A. Barrientos, L.F. Peñin, C. Balaguer, R. Aracil. "*Fundamentos de Robótica"* Mc. Graw-Hill, 1997.
- J.M. Angulo Usategui, S. Romero, I. A. Martínez. "*Introducción a la robótica. Principios teóricos, construcción y programación de un robot educativo"*. Ed. Thomson, 2005.
- A. Low. "*Introductory Computer Vision and Image Processing".* Mc. Graw-Hill, 1991.
- J.C. Latombe. "*Robot motion planning"*. Kluwer Academic Plublishers, 1991.
- Fernando Torres, Jorge Pomares y otros. "*Robots y Sistemas sensoriales".* Prentice Hall, 2002.
- G. Pajares y J. M. de la Cruz. "*Visión por computador: imágenes digitales y aplicaciones".* 2ª edición. RA-MA, 2008.

Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: http://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología

Se utilizará la evaluación continua. La nota total se irá obteniendo a lo largo del curso donde se evaluarán los conocimientos teóricos y prácticos.

Se realizarán distintos trabajos para profundizar en los temas propuestos.

La asistencia a las prácticas es obligatoria para la obtención de la nota correspondiente a las prácticas.

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{CO})	**Peso:**	50 %

Se realizarán controles de conocimientos teóricos y prácticos (en horario de clase), mediante la resolución de test y ejercicios de problemas, a lo largo del curso.

Si no se obtiene una puntuación media equivalente a un 4 sobre 10 se deberá realizar un examen final (N_{Final}).

Otras actividades (A_1)	**Peso:**	20 %

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas propuestos y/o trabajos de profundización. Estas entregas serán de carácter individual.

También se tendrá en cuenta la participación en clase y en el Campus Virtual.

Otras actividades (A_2)	**Peso:**	30 %

Realización de prácticas en el laboratorio, cuya asistencia será obligatoria.

Se valorará el correcto funcionamiento de la práctica realizada en cada sesión, así como las respuestas a las preguntas formuladas, la asistencia, actitud y otras habilidades demostradas durante las sesiones de laboratorio y calidad de los informes presentados de cada práctica.

La realización de las prácticas de laboratorio y la correspondiente presentación de los informes es obligatoria.

Calificación final

La calificación final será la mejor de las opciones:

$$C_{Final} = 0{,}5 \cdot N_{CO} + 0{,}2 \cdot A_1 + 0{,}3 \cdot A_2 \quad (1)$$

$$C_{Final} = 0{,}7 \cdot N_{Final} + 0{,}3 \cdot A_2 \quad (2)$$

donde A_1 y A_2 corresponde a las calificaciones anteriormente mencionadas, N_{CO} a la nota teórica obtenida en la evaluación continua y N_{Final} es la correspondiente a la realización del examen final teórico.

Sólo se podrá aplicar la ecuación (1) cuando la nota obtenida en N_{CO} es igual o superior a 4 sobre 10. En caso contrario, se deberá realizar el examen final teórico (N_{Final}) y se aplicará la ecuación (2), y en este caso, para hacer media N_{final} deberá ser 4 o superior.

La calificación de la convocatoria extraordinaria se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación de la ecuación (2).

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Tecnologías Fotónicas para Comunicaciones**				**Código**	806000	
Materia:	Avanzada			**Módulo:**	Avanzado		
Carácter:	Optativo			**Curso:**	3º/4º	**Semestre:**	2º
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**	3.5	**Problemas**	1.5	**Laboratorio**	1
Presencial	-		32 %		32 %		70 %
Horas Totales			28		12		18

Profesor/a Coordinador/a:	Mª Cruz Navarrete Fernández		**Dpto:**	Óptica
	Despacho:	01.309.0	**e-mail**	mcnavarr@ucm.es

Grupo	Profesores	T/P*	Dpto.	e-mail
Único	Mª Cruz Navarrete Fernández (6 h)	T/P	Óptica	mcnavarr@ucm.es

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
	Día	Horas	Aula	
único	L, J	12.30-14.00	14	**Mª Cruz Navarrete***: Despacho 01.309.0, M, X, 11:00-14:00

*:(3h no pres.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, ...

Grupo	Horarios de Laboratorio			Profesores
	Días	Horas	Lugar	
L1	V	09:00 – 12:00	Lab. Óptica S1.205.A (26 de febrero, 5 y 12 de marzo, 2, 9 y 16 de abril)	Mª Cruz Navarrete (18 h)
L2	V	12:00 – 15:00	Lab. Óptica S1.205.A (26 de febrero, 5 y 12 de marzo, 2, 9 y 16 de abril)	Mª Cruz Navarrete (18 h)

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Comprensión y dominio de las propiedades y modos de funcionamiento de los dispositivos fotónicos para la generación, modulación y detección de luz (LEDs, láseres, amplificadores ópticos, detectores, ruido en señales ópticas), y los principios de los circuitos fotónicos.
- Conocer los parámetros básicos de la transmisión de señales ópticas e imágenes.
- Conocer los principios físicos, funcionamiento, características de las fibras ópticas comúnmente utilizadas en aplicaciones de ingeniería.

- Conocer las tecnologías ópticas cuánticas aplicadas a las comunicaciones y a la transmisión de señales (criptografía cuántica y entrelazado cuántico.

Breve descripción de contenidos
Fundamentos de óptica, guiado óptico, dispositivos fotónicos pasivos y activos, moduladores espaciales de luz.

Conocimientos previos necesarios
Conceptos generales de Electromagnetismo y Óptica ("Física II" y "Electromagnetismo II"). Se recomienda no cursar asignaturas optativas sin haber completado los dos primeros cursos de la titulación.

Programa de la asignatura

- **Fundamentos ópticos**. Fundamentos de óptica geométrica. Tipos de ondas. Polarización. Propagación de luz en el vacío. Medios materiales homogéneos e isótropos. Medios no isótropos.
- **Guiado de luz.** Guía de onda plana. Fibra óptica. Atenuación, dispersión, conexión y acoplamiento.
- **Dispositivos pasivos.** Inserción de modos. Adaptadores de modo. Multiplexores. Acoplamiento de modos. Acopladores direccionales. Interferómetro de Mach-Zehnder. Resonadores. Redes de Bragg.
- **Medios activos.** Fenómenos físicos: bandas de energía, absorción y emisión óptica. Amplificadores de 2 y 3 niveles. Láseres: cavidad láser, funcionamiento de un láser. Otros dispositivos: LED, LED láser, detectores de luz, dispositivos electro-ópticos, circuitos ópticos integrados.
- **Moduladores espaciales de luz**. Cristales líquidos. Moduladores espaciales de luz. Modulación de amplitud y fase. Pantallas LCD y LED. Holografía digital.
- **Introducción a las comunicaciones cuánticas**. Introducción a la distribución cuántica de claves.

Las prácticas que desarrollar en el laboratorio serán las siguientes (únicamente se realizarán 3 de Laboratorio de óptica general y 3 de Laboratorio de fibras):

Práctica 1: Lentes y sistemas de lentes (Laboratorio de óptica general).
Práctica 2: Dispositivos ópticos (Laboratorio de óptica general).
Práctica 3: Luz polarizada (Laboratorio de óptica general).
Práctica 4: Espectroscopía (Laboratorio de óptica general).
Práctica 5: Medida de la apertura numérica de fibras ópticas (Laboratorio de fibras).
Práctica 6: Atenuación espectral en fibras ópticas (Laboratorio de fibras).
Práctica 7: Pérdidas en fibras ópticas (Laboratorio de fibras).
Práctica 8: Medida de la frecuencia de corte de fibras ópticas (Laboratorio de fibras).
Práctica 9: Visualización de los modos de guiados (Laboratorio de fibras).
Práctica 10: Caracterización de elementos ópticos pasivos de fibra óptica. (Laboratorio de fibras)

Bibliografía ordenada alfabéticamente

- J. Capmany, F. J. Fraile-Peláez y J. Martí, "*Fundamentos de Comunicaciones Ópticas",* Síntesis 1999
- J. G. Cariolaro, "*Quantum Communications*", Springer 2015
- D. M. Hull, "*Integrated Photonics"*, OP-TEC 2016
- S. O. Kasap, "*Optoelectronics and photonics",* Prentice Hall 2001
- G. Keiser, "*Optical Fiber Communications"*, 4ª Edición, McGraw-Hill, 2010.
- G. Keiser, "*Optical Communications Essentials"*, McGraw-Hill, 2003.
- G. Lifante, "*Integrated Photonics Fundamentals"*, Wiley 2003
- J. A. Martín-Pereda*, "Sistemas y redes ópticas de comunicaciones",* Pearson 2005
- M. A. Nielsen y I. L. Chuang*, "Quantum Computation and Quantum Information",* Cambridge 2010
- *B. E. A. Saleh y M. C. Teich, "Fundamentals of Photonics",* John Wiley & Sons 2007
- J. Wilson y J. Hawkes, "*Optoelectronics",* Prentice Hall 1998

Otros textos

- G. D. Boreman, "*Fundamentos de Electro-Óptica para Ingenieros",* SPIE 1999
- J. M. Cabrera, F. Agulló y F. J. López, "*Óptica electromagnética Vol. II: Materiales y Aplicaciones",* Addison Wesley/Universidad Autónoma de Madrid 2000
- E. Collett, *"Polarized Light in Fiber Optics"*, SPIE 2003.

Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: https://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Clases de teoría, donde se presentarán y comentarán los contenidos, ilustrados con ejemplos y aplicaciones. En las clases se utilizarán, a discreción del profesor, la pizarra, proyecciones con ordenador o transparencias, simulaciones por ordenador, etc. Se podrán desarrollar seminarios que profundicen en algunos de los contenidos de la asignatura.
- Clases prácticas. Se resolverán problemas y se comentarán trabajos recientes. También se desarrollarán ejercicios prácticos mediante técnicas de cálculo numérico. Los alumnos deberán entregar un ejercicio al final de cada tema de teoría.
- Laboratorios. Se realizarán prácticas de laboratorio de las que los alumnos deberán entregar informes.

Cualquier modificación en la metodología debida a necesidades docentes será anunciada con suficiente antelación suficiente tanto en el Campus Virtual como por correo electrónico.

Evaluación

Realización de exámenes ($N_{Parcial}$, N_{Final})	**Peso:**	60 %

Se realizará un examen parcial eliminatorio opcional en horario de clase ($N_{Parcial}$). El examen final estará dividido en dos partes (N_1 y N_2), correspondiendo la primera al

mismo contenido que el parcial. La nota del examen (N_{Examen}) se calculará como la mejor nota entre dos opciones:

$$N_{Examen} = N_{Parcial} + N_2$$
$$N_{Examen} = N_1 + N_2$$

Si no se obtiene un 4 en N_{Examen}, esta será tomada como 0.

Laboratorio (N_{Lab})	**Peso:**	30 %

Realización de prácticas en el laboratorio y entrega de los informes.

Otras actividades (N_{Prob})	**Peso:**	10 %

Entrega de ejercicios durante el curso.

Calificación final

La calificación final será:

$$C_{Final} = 0{,}6 \cdot N_{Final} + 0{,}3 \cdot N_{Lab} + 0{,}1 \cdot N_{Prob}$$

La calificación de la convocatoria extraordinaria se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.

7. Asignaturas optativas no ofertadas

A continuación, se muestran de modo resumido las asignaturas optativas que podrían ser ofertadas según lo recogido en el Documento de Modificación del Título, pero que actualmente no lo están por motivos organizativos.

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Programación Avanzada**			**Código**	805993
Materia:	Avanzada		**Módulo:**	Avanzado	
Carácter:	Optativo		**Curso:**	3º/4º	**Semestre:**	
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos** 3.5	**Problemas** 1.5	**Laboratorio** 1
Presencial	-	**Teóricos** 32 %	**Problemas** 32 %	**Laboratorio** 70 %
Horas Totales		**Teóricos** 28	**Problemas** 12	**Laboratorio** 18

Profesor/a Coordinador/a:		**Dpto:**	
	Despacho:		**e-mail**

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	**NO OFERTADA**	T/P		

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único				

Grupo	**Laboratorio[2]**			**Profesores**
	Días	**Horas**	**Lugar**	
único				

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Comprensión de las técnicas avanzadas de programación.
- Comprensión de la abstracción de datos en los programas.
- Iniciación en las técnicas de desarrollo de algoritmos.
- Comprensión y manejo de un lenguaje de programación orientada a objetos.
- Manejo de un entorno de programación para el desarrollo de programas con interfaz gráfica de usuario.

Breve descripción de contenidos

Abstracción de datos. Orientación a objetos. Programación basada en eventos e interfaces gráficas de usuario.

Conocimientos previos necesarios

Programa de la asignatura

Bibliografía ordenada alfabéticamente

Recursos en internet
En Campus Virtual de la UCM: http://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{co})	**Peso:**	α_1
$0.5 \leq \alpha_1 \leq 0.7$		
Otras actividades (A_1)	**Peso:**	α_2
$0.1 \leq \alpha_2 \leq 0.2$		
Otras actividades (A_2)	**Peso:**	α_3
$0.1 \leq \alpha_3 \leq 0.2$		
Calificación final		

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Energía y Dispositivos Fotovoltaicos**			**Código**	805996		
Materia:	Avanzado			**Módulo:**	Avanzado		
Carácter:	Optativo			**Curso:**	3º/4º	**Semestre:**	
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**	3.5	**Problemas**	1.5	**Laboratorio**	1
Presencial	-		32 %		32 %		70 %
Horas Totales	-		28		12		18

Profesor/a Coordinador/a:		**Dpto:**	
	Despacho:		**e-mail**

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	**NO OFERTADA**			

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único				

Grupo	**Laboratorio**			**Profesores**
	Días	**Horas**	**Lugar**	
único				

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Comprensión y dominio de los conceptos básicos de dispositivos fotovoltaicos y su aplicación para la ingeniería.
- Capacidad de utilizar distintas fuentes de energía y en especial la solar fotovoltaica y térmica.
- Conocer las tecnologías de fabricación de células y paneles fotovoltaicos.
- Aprendizaje del funcionamiento de los elementos de un sistema fotovoltaico completo.
- Capacidad de comprender y diseñar una planta fotovoltaica de un modo básico.

Breve descripción de contenidos

Efecto fotovoltaico y células solares. Tecnología de fabricación de células solares. Elementos de un sistema fotovoltaico. Producción de energía eléctrica. Sistemas fotovoltaicos.

Conocimientos previos necesarios

Programa de la asignatura

Bibliografía

Recursos en internet
En el Campus Virtual de la UCM: http://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{co})	**Peso:**	α_1
$0.5 \leq \alpha_1 \leq 0.7$		
Otras actividades (A_1)	**Peso:**	α_2
$0.1 \leq \alpha_2 \leq 0.2$		
Otras actividades (A_2)	**Peso:**	α_3
$0.1 \leq \alpha_3 \leq 0.2$		
Calificación final		

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Ampliación de Física**			**Código**	805995
Materia:	Avanzada		**Módulo:**	Avanzado	
Carácter:	Optativo		**Curso:**	4º	**Semestre:**
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos** 3.5	**Problemas**	1.5	**Laboratorio** 1
Presencial	-	**Teóricos** 32 %	**Problemas**	32 %	**Laboratorio** 70 %
Horas Totales		**Teóricos** 28	**Problemas**	12	**Laboratorio** 18

Profesor/a Coordinador/a:		**Dpto:**	
	Despacho:		**e-mail**

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	**NO OFERTADA**	T/P		

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único				

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Conocimientos sobre mecánica cuántica, funciones de onda de los electrones, dualidad onda-corpúsculo, postulado de Broglie, función de ondas asociada a partículas, el principio de incertidumbre.
- Principio de correspondencia y la ecuación de Schrödinger.
- Paquetes de ondas.
- Estadísticas cuánticas

Breve descripción de contenidos

Mecánica clásica y mecánica cuántica. Postulados básicos. Dualidad onda-partícula. Partículas en un potencial. Oscilador armónico y fotones. Átomo de hidrógeno. Estadísticas cuánticas.

Conocimientos previos necesarios

Programa de la asignatura

Bibliografía ordenada alfabéticamente

Recursos en internet
En Campus Virtual de la UCM: http://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{co})	**Peso:**	α_1
$0.5 \leq \alpha_1 \leq 0.7$		
Otras actividades (A_1)	**Peso:**	α_2
$0.1 \leq \alpha_2 \leq 0.2$		
Otras actividades (A_2)	**Peso:**	α_3
$0.1 \leq \alpha_3 \leq 0.2$		
Calificación final		

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Óptica Integrada y Comunicaciones Ópticas**				**Código**	805998	
Materia:	Avanzada			**Módulo:**	Avanzado		
Carácter:	Optativo			**Curso:**	3º/4º	**Semestre:**	
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**	3.5	**Problemas**	1.5	**Laboratorio**	1
Presencial	-		32 %		32 %		70 %
Horas Totales			28		12		18

Profesor/a Coordinador/a:			**Dpto:**	
	Despacho:		**e-mail**	

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	**NO OFERTADA**	T/P		

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único				

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Comprensión y dominio de sistemas de transmisión de señales y guías de onda.
- Conocer los principios físicos, funcionamiento, características de las fibras ópticas comúnmente utilizadas en aplicaciones de ingeniería.

Breve descripción de contenidos

Propagación de luz en guías de onda. Fibras ópticas. Elementos pasivos y activos de las redes. Técnicas de multiplexado. Topologías de sistemas de comunicaciones ópticas. Características y parámetros de diseño.

Conocimientos previos necesarios

Programa de la asignatura

Bibliografía ordenada alfabéticamente

Recursos en internet
En Campus Virtual de la UCM: https://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{co})	**Peso:**	α_1
$0.5 \leq \alpha_1 \leq 0.7$		
Otras actividades (A_1)	**Peso:**	α_2
$0.1 \leq \alpha_2 \leq 0.2$		
Otras actividades (A_2)	**Peso:**	α_3
$0.1 \leq \alpha_3 \leq 0.2$		
Calificación final		

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Fotónica**				**Código**	805999	
Materia:	Avanzada			**Módulo:**	Avanzado		
Carácter:	Optativo			**Curso:**	3º/4º	**Semestre:**	
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**	3.5	**Problemas**	1.5	**Laboratorio**	1
Presencial	-		32 %		32 %		70 %
Horas Totales			28		12		18

Profesor/a Coordinador/a:			**Dpto:**	
	Despacho:		**e-mail**	

Grupo	Profesores	T/P*	Dpto.	e-mail
único	**NO OFERTADA**	T/P		

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
	Día	Horas	Aula	
único				

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Conocer los principios físicos, funcionamiento, características de las fibras ópticas comúnmente utilizadas en aplicaciones de ingeniería.
- Comprensión y dominio de los conceptos básicos de dispositivos fotónicos y su aplicación para en ingeniería.

Breve descripción de contenidos

Fibras ópticas, óptica integrada, fotomicrolitografía y nanolitografía, comunicaciones ópticas.

Conocimientos previos necesarios

Programa de la asignatura

Bibliografía ordenada alfabéticamente

Recursos en internet
En Campus Virtual de la UCM: https://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{co})	**Peso:**	α_1
$0.5 \leq \alpha_1 \leq 0.7$		
Otras actividades (A_1)	**Peso:**	α_2
$0.1 \leq \alpha_2 \leq 0.2$		
Otras actividades (A_2)	**Peso:**	α_3
$0.1 \leq \alpha_3 \leq 0.2$		
Calificación final		

Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	**Tecnología Microelectrónica**				**Código**	805997
Materia:	Avanzada			**Módulo:**	Avanzado	
Carácter:	Optativo			**Curso:**	3º/4º	**Semestre:**	
Créditos (ECTS)	6	**Teóricos**	3.5	**Problemas**	1.5	**Laboratorio**	1
Presencial	-		32 %		32 %		70 %
Horas Totales			28		12		18

Profesor/a Coordinador/a:		**Dpto:**	
	Despacho:		**e-mail**	

Grupo	**Profesores**	T/P*	**Dpto.**	**e-mail**
único	**NO OFERTADA**	T/P		

*: T:teoría, P:prácticas

Grupo	**Horarios de clases**			**Tutorías (lugar y horarios)**
	Día	**Horas**	**Aula**	
único				

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
Comprensión y dominio de los conceptos básicos de tecnología de materiales y microelectrónica para la resolución de problemas propios de ingeniería

Breve descripción de contenidos
Técnicas básicas de microelectrónica y técnicas de integración: LOCOS.

Conocimientos previos necesarios

Programa de la asignatura

Bibliografía ordenada alfabéticamente

Recursos en internet
En Campus Virtual de la UCM: https://www.ucm.es/campusvirtual

Metodología

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{co})	**Peso:**	α_1
$0.5 \leq \alpha_1 \leq 0.7$		
Otras actividades (A_1)	**Peso:**	α_2
$0.1 \leq \alpha_2 \leq 0.2$		
Otras actividades (A_2)	**Peso:**	α_3
$0.1 \leq \alpha_3 \leq 0.2$		
Calificación final		

8. Horarios de Clases

Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-27

1er Curso

1er Semestre — Aula 2

		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
9:00 –	8:30 - 9:30	Lab. Inf. (L1)	Cálculo	Lab. C.D. (L1)	C.D.	Lab. C.D. (L3)
10:00 –	9:30 - 10:30		TyAdD		Cálculo	
11:00 –	10:30 - 11:30			Inf.		C.D.
12:00 –	11:30 - 12:30	Física I	Inf.		TyAdD	
13:00 –	12:30 - 13:30		C.D.	Física I		Física I
14:00 –	13:30 - 14:30	Lab. TyAdD (L1)				
15:00 –	14:30 - 15:30		Lab. C.D. (L4)		Lab. C.D. (L2)	Lab. TyAdD (L2 y L3)
16:00 –	15:30 - 16:30	Lab. Inf. (L2)				
17:00 –	16:30 - 17:30					
18:00 –	17:30 - 18:30					
19:00 –	18:30 - 19:30					
20:00 –	19:30 - 20:30					

Cálculo			
C.D.	Circuitos Digitales	Lab. C.D.	Laboratorio / 18 h
Física I			
Inf.	Informática	Lab. Inf.	Laboratorio / 35 h
TyAdD	Tratamiento y Análisis de Datos	Lab. TyAdD	Laboratorio / 18 h

2º Semestre — Aula M3

		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
9:00 –	8:30 - 9:30	Física II	AdC	Lab. AdC (L2)	Física II	AdC
10:00 –	9:30 - 10:30		Cálculo		Álgebra	Física II
11:00 –	10:30 - 11:30	Álgebra	Álgebra	Cálculo		
12:00 –	11:30 - 12:30				RySdT	Lab. AdC (L4)
13:00 –	12:30 - 13:30	Lab. AdC (L1)	RySdT	RySdT		
14:00 –	13:30 - 14:30			AdC	Lab. AdC (L3)	
15:00 –	14:30 - 15:30					
16:00 –	15:30 - 16:30					
17:00 –	16:30 - 17:30					
18:00 –	17:30 - 18:30					
19:00 –	18:30 - 19:30					
20:00 –	19:30 - 20:30					

AdC	Análisis de Circuitos	Lab. AdC	Laboratorio / 18 h
Álgebra			
Cálculo			
Física II			
RySdT	Redes y servicios de telecomunicaciones		

Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-27

2º Curso

1er Semestre

Aula 2

		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
9:00 –	8:30 - 9:30	Lab. SSLL (L1)	Lab. EdC. (L1)			
10:00 –	9:30 - 10:30					
11:00 –	10:30 - 11:30		Lab. SSLL (L2)		Lab. EdC. (L2)	
12:00 –	11:30 - 12:30					
13:00 –	12:30 - 13:30					
14:00 –	13:30 - 14:30					
15:00 –	14:30 - 15:30	ELM1	SSLL	ELM1	SSLL	
16:00 –	15:30 - 16:30	EF	AM	AM	EF	
17:00 –	16:30 - 17:30				ELM1	
18:00 –	17:30 - 18:30	EdC	EdC	EF	AM	
19:00 –	18:30 - 19:30					
20:00 –	19:30 - 20:30					

AM	Ampliación de Matemáticas		
ELM1	Electromagnetismo I		
EdC	Estructura de computadores	Lab. EdC.	Laboratorio / 18 h
EF	Electrónica Fisica		
SSLL	Sistemas Lineales	Lab. SSLL	Laboratorio / 26 h

2º Semestre

Aula M3

		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
9:00 –	8:30 - 9:30				Lab. ELM2 (L4)	Lab. ELM2 (L3)
10:00 –	9:30 - 10:30					
11:00 –	10:30 - 11:30					
12:00 –	11:30 - 12:30	Lab. ELM2 (L1) / Lab. SOTR (L1)	Lab. ELM2 (L2) / Lab. SOTR (L2 y L3)	Lab. PdS (L1)	Lab. PdS (L2)	
13:00 –	12:30 - 13:30					
14:00 –	13:30 - 14:30					
15:00 –	14:30 - 15:30	SOTR	SOTR	PdS	SOTR	
16:00 –	15:30 - 16:30	PdS		ELM2	ELM2	
17:00 –	16:30 - 17:30		ELM2			
18:00 –	17:30 - 18:30	EyGdP	PdS		EyGdP	
19:00 –	18:30 - 19:30					
20:00 –	19:30 - 20:30					

ELM2	Electromagnetismo II	Lab. ELM2	Laboratorio / 26 h
EyGdP	Empresa y Gestión de Proyectos		
PdS	Procesamiento de Señales	Lab. PdS	Laboratorio / 26 h
SOTR	Sistemas Operativos y de T. R.	Lab. SOTR	Laboratorio / 26 h

Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-27

3º Curso – Obligatorias

1er Semestre

Aula 5

		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
9:00 –	8:30 - 9:30					
10:00 –	9:30 - 10:30		CAF			
11:00 –	10:30 - 11:30	FdDE	TdC	TdC	CAF	
12:00 –	11:30 - 12:30	TdC	FRC	FdDE	FdDE	
13:00 –	12:30 - 13:30	FRC				
14:00 –	13:30 - 14:30					
15:00 –	14:30 - 15:30			Lab. FRC (L2) / Lab. CAF (L1)	Lab. CAF (L2)	
16:00 –	15:30 - 16:30	Lab. FRC (L1)				
17:00 –	16:30 - 17:30			Lab. TdC (L1)	Lab. TdC (L2)	
18:00 –	17:30 - 18:30					
19:00 –	18:30 - 19:30					
20:00 –	19:30 - 20:30					

CAF	Circuitos de Alta Frecuencia	Lab. CAF	Laboratorio / 18 h
FdDE	Física de Dispositivos Electrónicos		
FRC	Fund, de Redes de Computadores	Lab. FRC	Laboratorio / 18 h
TdC	Teoría de la Comunicación	Lab. TdC	Laboratorio / 26 h

2º Semestre

Aula 14

		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
9:00 –	8:30 - 9:30					
10:00 –	9:30 - 10:30	CdS	CCII	CdS	CCII	Lab. EA (L3)
11:00 –	10:30 - 11:30	EA	FCEM	EA	FCEM	
12:00 –	11:30 - 12:30					
13:00 –	12:30 - 13:30					
14:00 –	13:30 - 14:30					
15:00 –	14:30 - 15:30	Lab. EA (L1)	Lab. CdS (L1) / Lab. FCEM (L1)	Lab. CCII (L2)	Lab. CdS (L2) / Lab. FCEM (L2)	
16:00 –	15:30 - 16:30					
17:00 –	16:30 - 17:30					
18:00 –	17:30 - 18:30	Lab. CCII (L1)		Lab. EA (L2)		
19:00 –	18:30 - 19:30					
20:00 –	19:30 - 20:30					

CCII	Comunicaciones Inalámbricas	Lab. CCII	Laboratorio / 26 h
CdS	Control de Sistemas	Lab. CdS	Laboratorio / 18 h
EA	Electrónica Analógica	Lab. EA	Laboratorio / 26 h
FCEM	F.F. de Compatibilidad Electromagn.	Lab. FECM	Laboratorio / 26 h

Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-27

4º Curso – Obligatorias

1er Semestre

Aula 14

		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
9:00 –	8:30 - 9:30					
10:00 –	9:30 - 10:30	Lab. IE (L1)	Lab. Ant. (L1)	Lab. Ant. (L2)	Lab. EdP (L2)	
11:00 –	10:30 - 11:30					
12:00 –	11:30 - 12:30	Lab. DSD	Lab. EdP (L1)	Lab.RdC	Lab. IE (L2)	
13:00 –	12:30 - 13:30					
14:00 –	13:30 - 14:30					
15:00 –	14:30 - 15:30	DSD	IE		Antenas	Lab. Ant. (L3)
16:00 –	15:30 - 16:30	EdP		DSD	IE	
17:00 –	16:30 - 17:30		RdC	EdP	RdC	
18:00 –	17:30 - 18:30	Antenas				
19:00 –	18:30 - 19:30					
20:00 –	19:30 - 20:30					

Antenas	Antenas	Lab. Ant.	Laboratorio / 18 h
DSD	Diseño de Sistemas Digitales	Lab. DSD	Laboratorio / 18 h
EdP	Electrónica de Potencia	Lab. EdP	Laboratorio / 18 h
IE	Instrumentación Electrónica	Lab. IE	Laboratorio / 18 h
RdC	Redes de Computadores	Lab.RdC	Laboratorio / 26 h

2º Semestre

Aula 14

		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
9:00 –	8:30 - 9:30					
10:00 –	9:30 - 10:30		Lab. AdSI (L1)		Lab. AdSI (L2)	
11:00 –	10:30 - 11:30					
12:00 –	11:30 - 12:30					
13:00 –	12:30 - 13:30					
14:00 –	13:30 - 14:30					
15:00 –	14:30 - 15:30		AdSI		AdSI	
16:00 –	15:30 - 16:30					
17:00 –	16:30 - 17:30					
18:00 –	17:30 - 18:30					
19:00 –	18:30 - 19:30					
20:00 –	19:30 - 20:30					

AdSI	Arquitectura de Sistemas Integrados	Lab. AdSI	Laboratorio / 18 h

Optativas

Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Curso 2026-27

3º y 4º Cursos – Optativas

1er Semestre

Aula 5

		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
9:00 –	8:30 - 9:30					
10:00 –	9:30 - 10:30			BioIng	OdS	OdS
11:00 –	10:30 - 11:30					
12:00 –	11:30 - 12:30					BioIng
13:00 –	12:30 - 13:30					Lab. BioIng (L1) / Lab. OdS
14:00 –	13:30 - 14:30					
15:00 –	14:30 - 15:30					Lab. BioIng (L2)
16:00 –	15:30 - 16:30					
17:00 –	16:30 - 17:30					
18:00 –	17:30 - 18:30					
19:00 –	18:30 - 19:30					
20:00 –	19:30 - 20:30					

BioIng	Bioingeniería	Lab. BioIng	Laboratorio / 18 h
OdS	Optimización de Sistemas	Lab.OdS	Laboratorio / 18 h

2º Semestre

Aula 14

		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
9:00 –	8:30 - 9:30					
10:00 –	9:30 - 10:30					Lab. TFC (L1)
11:00 –	10:30 - 11:30					
12:00 –	11:30 - 12:30					
13:00 –	12:30 - 13:30	TFC	ROB	ROB	TFC	Lab. TFC (L2)
14:00 –	13:30 - 14:30					
15:00 –	14:30 - 15:30			Lab. ROB		
16:00 –	15:30 - 16:30					
17:00 –	16:30 - 17:30					
18:00 –	17:30 - 18:30					
19:00 –	18:30 - 19:30					
20:00 –	19:30 - 20:30					

ROB	Robótica	Lab. ROB	Laboratorio / 18 h
TFC	Tecnologías Fotónicas de Comuni.	Lab. TFC	Laboratorio / 18 h

9. Calendarios de Exámenes

Ver en http://fisicas.ucm.es/examenes

10. Calendario Académico y Festividades

Periodos de clases y exámenes	
Clases Primer Semestre:	Del 2 de septiembre al 11 de diciembre de 2026
Exámenes Primer Semestre (diciembre-enero):	Del 14 al 18 de diciembre de 2026 y del 8 al 15 de enero de 2027
Entrega de Actas	8 de febrero de 2027
Clases Segundo Semestre:	Del 18 de enero al 18 de marzo de 2027 y del 30 de marzo al 7 de mayo de 2027
Exámenes Segundo Semestre (mayo):	del 10 al 28 de mayo de 2027
Entrega de Actas	9 de junio de 2027
Exámenes Convocatoria Extraordinaria (junio)	del 14 al 25 de junio de 2027
Entrega de Actas	9 de julio de 2026

Nótese que cada ficha indica el número de horas de que consta la asignatura, por lo que en algunas el final de las clases podría ser anterior al final del periodo lectivo.

Festividades y días no lectivos	
12 de octubre	Fiesta Nacional de España
2 de noviembre	Traslado del Día de Todos los Santos
9 de noviembre	Nuestra Señora de la Almudena
13 de noviembre	San Alberto Magno (trasladado)
7 de diciembre	Día de la Constitución Española (trasladado)
8 de diciembre	Día de la Inmaculada Concepción
29 de enero	Santo Tomás de Aquino (trasladado)
1 de mayo	Día del Trabajo
15 de mayo	Madrid, festividad de San Isidro
Del 19 de diciembre al 7 de enero	Vacaciones de Navidad
Del 19 de marzo al 29 de marzo	Vacaciones de Semana Santa
Del 15 de julio al 30 de agosto	Vacaciones de verano

Calendario basado en el aprobado por la comisión permanente del Consejo de Gobierno de la UCM el 25/03/25 (https://www.ucm.es/calendarios).

Con este calendario, la distribución de días lectivos por semestre y día de la semana resulta ser el reflejado en la tabla de la derecha.

	L	M	X	J	V	días
S1	11	14	15	15	14	69
S2	13	14	14	15	13	69

Los días 9 y 10 de diciembre de 2026, y 6 de mayo de 2027 serán para recuperación de clases, según procedimiento por precisar.

Enlace al Calendario Docente del Curso 2026-2027

11. ANEXO. Enlaces de interés

A continuación, se muestran algunos enlaces que pueden ser de utilidad para los alumnos de la titulación. La mayoría de ellos se pueden consultar en la página web de la secretaría de Físicas https://fisicas.ucm.es/secretaria-de-estudiantes.
También puede consultarse la normativa general de la UCM en los enlaces https://www.ucm.es/normativauniversidadcomplutense, https://www.ucm.es/estudiar y https://www.ucm.es/grado.

Normas de matrícula y de permanencia

Normativa general de la UCM:

Instrucciones de gestión de la Matrícula (estudios oficiales de Grado y Máster 2016-17) https://bouc.ucm.es//pdf/2430.pdf

Anulación de matrícula https://www.ucm.es/anulacion-de-matricula-1

Tribunales de Compensación https://fisicas.ucm.es/estudios-de-grado

Normas de permanencia https://www.ucm.es/permanencia-en-la-universidad

Normativa específica de la Facultad de CC Físicas:

Matrícula: https://fisicas.ucm.es/matricula-1

Reconocimiento de créditos http://fisicas.ucm.es/reconocimiento-creditos-grado

Dicho reconocimiento puede obtenerse por:

Realización de actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación de la UCM (BOUC no.18 del 8/9/2016)

https://bouc.ucm.es//pdf/2470.pdf

Asignaturas superadas en otros estudios

https://www.ucm.es/continuar-estudios-iniciados-en-el-extranjero

Adaptación de los estudios de Licenciatura, a los de Grado

Los procedimientos, normativa y tablas de equivalencia para alumnos que iniciaron sus estudios en la Licenciatura y desean continuarlos en el grado pueden consultarse en https://fisicas.ucm.es/adaptaciones

Otros enlaces

- Unidad de Igualdad UCM: https://www.ucm.es/unidaddeigualdad/
- Oficina para la Inclusión de Personas con Diversidad: https://www.ucm.es/diversidad/
- Defensoría Universitaria: https://www.ucm.es/defensoria-universitaria
- Ayudas de matrícula: https://www.ucm.es/ayudas-ucm-de-matricula-para-grado-y-master
- Becas socioeconómicas: https://www.ucm.es/socioeconomicas
- Becas de formación práctica: https://www.ucm.es/formacion-practica
- Oficina de Prácticas y Empleo. https://www.ucm.es/ope