

Curso

| 2020-2021

# Guía Docente del Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas



Facultad de Ciencias Físicas  
Universidad Complutense de Madrid

---

Versión 1.0 – 21/07/2020

Aprobada por Junta de Facultad 22/07/2020

---

## Contenido

1. Presentación .....	3
2. Requisitos de acceso y criterios de admisión.....	4
3. Estructura del Plan de Estudios .....	6
1.1. Estructura general .....	6
1.2. Asignaturas del Plan de Estudios .....	10
1.3. Prácticas en Empresa.....	11
1.4. Trabajo de Fin de Máster.....	11
4. Fichas de las Asignaturas .....	13
Dispositivos Fotónicos.....	13
Medidas Electrónicas de Precisión.....	17
Programación de Nodos Sensores para Internet de las Cosas .....	21
Procesado Óptico y Digital de Señales e Imágenes.....	25
Diseño de Circuitos Integrados .....	30
Óptica Digital.....	34
Compatibilidad Electromagnética: Análisis, Diseño y Normativas .....	38
Láseres y Metrología Óptica.....	43
Robótica y Mecatrónica.....	47
Prácticas en Empresa.....	52
Trabajo Fin de Máster.....	54
5. Reconocimiento de Créditos .....	57
6. Coordinación y Control de Calidad del Máster .....	57
7. Cuadros Horarios .....	58
8. Calendario Académico .....	60
9. ANEXO. Enlaces de interés .....	62
10. Control de cambios .....	63

## 1. Presentación

La implantación de nuevas tecnologías es esencial para el progreso de las sociedades. Sin duda estamos en la actualidad en una época de cambios tecnológicos sucesivos y en progresiva aceleración que están modificando los modos de vida en las sociedades tecnológicamente avanzadas.

La mayor parte de los dispositivos, productos, máquinas, procesos y sistemas actuales requieren del uso de tecnologías tales como el uso de sensores, actuadores, controladores, microprocesadores, óptica, software, comunicaciones, etc. Esto implica que la actual tecnología de diseño de dispositivos y sistemas requiere la integración de partes ópticas, mecánicas y electrónicas. Existen infinidad de ejemplos a este respecto, desde elementos de consumo (cámaras fotográficas y de vídeo, telefonía, televisión, proyectores, lectores de código de barras, impresoras, sistemas de registro de información, etc.) y en sectores industriales y equipamiento científico (aviación y aeroespacial, máquina-herramienta, sistemas robotizados, láseres industriales, instrumentación médica, telescopios, “remote sensing”, sistemas de comunicaciones por fibra óptica, sistemas de seguridad avanzada, microscopios AFM y confocal, etc.).

Es en este ámbito donde se enmarca el Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas (MNTEF), que presenta un carácter aplicado y está dirigido a una audiencia amplia que desee mejorar sus conocimientos en el ámbito de las aplicaciones tecnológicas y/o científicas de la Electrónica y la Fotónica.

Los **objetivos fundamentales** del Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas son:

- Preparar profesionales para el trabajo en las nuevas áreas tecnológicas relacionadas con la Física, tanto en la investigación y desarrollo como en la producción, mediante la formación en competencias específicas de las áreas de la instrumentación, la óptica, la electrónica, los microsistemas y la nanotecnología, y en competencias transversales relacionadas con el trabajo profesional.
- Ofrecer a estudiantes graduados una formación altamente profesionalizante que les permita un mejor acceso al mercado de las nuevas tecnologías, con gran demanda tanto a nivel local como internacional.
- Ofrecer al mundo profesional una vía para ampliar sus conocimientos en los aspectos más relevantes de la electrónica y la fotónica.
- Sentar, en los alumnos interesados en la realización de una tesis doctoral, las bases necesarias para su integración en las líneas de trabajo de los Departamentos de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica, Óptica y Arquitectura de Computadores y Automática.
- Promover el espíritu emprendedor así como la investigación y el desarrollo tecnológico.

Para conseguir estos objetivos se propone un Máster, basado en un grupo de asignaturas obligatorias básicas, un grupo de asignaturas optativas de carácter avanzado en el que se realicen distintas prácticas que corresponden a contenidos de las asignaturas cursadas por los alumnos y unas Prácticas Externas en empresas, obligatorias, que refuerzan el **carácter profesionalizante del Máster**.

## 2. Requisitos de acceso y criterios de admisión

Para solicitar admisión a las enseñanzas de máster será necesario encontrarse en alguna de las siguientes situaciones:

- a) Estar en posesión de un título universitario oficial español (título de grado o equivalente, título de Licenciado, Ingeniero o Arquitecto, o título de Diplomado o Ingeniero Técnico).
- b) Estar en posesión de un título expedido por una institución del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y que faculte en el país de expedición para acceder a las enseñanzas de máster.
- c) Los titulados de sistemas educativos ajenos al EEES podrán solicitar admisión sin necesidad de homologación de sus títulos, previa comprobación por parte de esta Universidad de que estos estudios acreditan un nivel de formación equivalente a los títulos universitarios oficiales españoles y que facultan, en el país que expidió el título, para acceder a estudios de postgrado.

Dicho título universitario deberá contener conocimientos previos de Óptica, Electrónica, Control Automático y Programación con un nivel similar al que se adquiere en el grado en Físicas. En el caso de titulados que no cumplan este requisito, la comisión coordinadora del máster decidirá sobre la conveniencia o no de admitirlos al máster.

El idioma oficial del máster es el español, pero los alumnos deben estar preparados para recibir puntualmente charlas o seminarios en inglés. También deben ser capaces de leer con facilidad literatura en inglés.

Siguiendo las indicaciones del BOUC de 17 de mayo de 2016, los estudiantes extranjeros que deseen cursar estudios de grado o posgrado en español en la UCM deberán acreditar un nivel de competencia que les permita completar sus estudios de manera satisfactoria. El nivel B2 en español se considera el adecuado para cursar materias académicas a nivel universitario. Con el fin de alcanzar los niveles necesarios, el CCEE imparte cursos de nivelación, actúa como centro examinador de las pruebas oficiales DELE (Diploma de Español como Lengua Extranjera) y, en el futuro, lo será del SIELE (Servicio internacional de evaluación de la lengua española).

El proceso de admisión lo llevará a cabo la Comisión coordinadora del Máster. La comisión baremará a los candidatos teniendo en cuenta los conocimientos previos de Óptica, Electrónica, Control Automático y Programación con un nivel similar a los adquiridos en el Grado en Física así como el expediente académico de los candidatos. Si fuera necesario, dicha Comisión recomendará a cada alumno, a la vista de su expediente, ampliar sus conocimientos en una u otra materia. Sin perjuicio de lo dicho anteriormente, para un aprovechamiento óptimo de este Máster, se recomienda que el alumno tenga conocimientos previos de óptica, electrónica, control automático y programación con un nivel similar a los adquiridos en el Grado en Físicas. La Comisión Coordinadora del Máster, a la vista del historial académico de los candidatos, podría recomendar cursar, a alguno de los candidatos, alguna de las siguientes asignaturas:

Fotónica, Electrónica Física, Instrumentación Electrónica, Electrónica Analógica y Digital, Dispositivos de Instrumentación Óptica, Dispositivos Electrónicos y Nanoelectrónica, Sistemas Dinámicos y Realimentación, todas ellas pertenecientes al grado en Física (itinerario de Física Aplicada) de la UCM. La metodología, actividades formativas y criterios de evaluación de estas asignaturas serán las que corresponden al grado de Física.

Los criterios de valoración que serán utilizados por la Comisión del Máster en el proceso de admisión, en caso de que la demanda supere a la oferta, serán:

- Expediente académico en la titulación de acceso: hasta 60 puntos.

- Curriculum vitae: hasta 20 puntos.
- Adecuación del perfil del candidato a los objetivos y contenidos del programa: hasta 20 puntos.

### 3. Estructura del Plan de Estudios

#### 1.1. Estructura general

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

El Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas se organiza en un curso académico, desglosado en 2 semestres. Cada semestre tiene 30 créditos ECTS para el estudiante (se ha supuesto que 1 ECTS equivale a 25 horas de trabajo del estudiante).

Las enseñanzas se estructuran en 4 módulos: un primer módulo de carácter obligatorio de formación básica que se cursa en el primer semestre, un módulo de carácter optativo con asignaturas de electrónica y fotónica que constituye el núcleo de la titulación, un módulo de prácticas externas en empresa de carácter obligatorio y un último módulo de carácter obligatorio que es el Trabajo Fin de Máster.

En el presente curso se deberán cursar las cuatro asignaturas optativas ofertadas.

A continuación se describen brevemente los diferentes módulos:

- **Módulo de Formación Básica: Bases de las Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas** (obligatorio, 24 ECTS). Se cursa durante el primer semestre. Las asignaturas obligatorias incluidas en este módulo proporcionan los conocimientos necesarios en Electrónica, Fotónica, Sistemas y Señales para poder abordar los módulos más avanzados del siguiente semestre. Las materias y asignaturas de este módulo se muestran en la siguiente tabla:

<b>Bases de las Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas (Obligatorio)</b>			
Materia	Asignatura	ECTS	Semestre
Fotónica	Dispositivos Fotónicos	6	S1
Electrónica	Medidas Electrónicas de Precisión	6	S1
Sistemas	Programación de Nodos Sensores para Internet de las Cosas	6	S1
Señales	Procesado Óptico y Digital de Señales e Imágenes	6	S1
<b>Total:</b>		24	

- **Módulo Optativo: Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas.** El alumno tendrá que cursar 24 ECTS, por lo que necesariamente deberá cursar las 4 asignaturas ofertadas en el presente curso. Se imparte durante el primer y segundo semestre. Las asignaturas de este módulo que se ofertarán en el presente curso se muestran en la siguiente tabla:

<b>Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas (Optativo)</b>			
<b>Tecnología Electrónica (TE)</b>	ECTS	<b>Tecnología Fotónica (TF)</b>	ECTS

Diseño de Circuitos Integrados	6	Láseres y Metrología Óptica	6
Compatibilidad Electromagnética: Análisis, Diseño y Normativas	6	Óptica Digital	6
Robótica y Mecatrónica	6		

Para obtener el título el alumno deberá cursar estas cuatro asignaturas.

- **Módulo de Prácticas Externas en Empresa** (obligatorio, 6 ECTS). En este módulo el estudiante deberá adquirir experiencia en el mundo laboral y mostrar su capacidad para aplicar las habilidades y competencias adquiridas.
- **Módulo de Trabajo Fin de Máster** (obligatorio, 6 ECTS), donde el estudiante deberá mostrar su capacidad para aplicar las habilidades y competencias adquiridas durante los estudios del Máster.

La planificación temporal, esquemáticamente, sería:

Semestre 1	Fotónica (6 ECTS)	Electrónica (6 ECTS)	Sistemas (6 ECTS)	Señales (6 ECTS)	Optativa TE 1 (6 ECTS)	Optativa TF 1 (6 ECTS)
Semestre 2	Optativa TE 2 (6 ECTS)	Optativa TE 3 (6 ECTS)	Optativa TF 1 (6 ECTS)	Prácticas en Empresa (6 ECTS)	Trabajo Fin de Máster (6 ECTS)	

La optatividad de este Máster queda establecida para el curso 2020-21 según el siguiente procedimiento:

- Los alumnos elegirán en su matrícula al menos cuatro de las cinco optativas ofertadas.
- Si a fecha 1 de septiembre de 2020 hay alguna asignatura optativa con menos de cinco alumnos matriculados, sólo se impartirán cuatro asignaturas optativas.
- En el caso anterior, la comisión del Máster determinará qué asignatura optativa deja de impartirse y se comunicará al alumnado antes del inicio del periodo lectivo. Se modificará de oficio la matrícula de los alumnos previamente matriculados en dicha asignatura, matriculando a cada uno de ellos en la asignatura optativa que les reste para completar los 60 ECTS.

En la siguiente tabla se indica en qué materias se adquieren las diferentes competencias generales y específicas (disciplinares y profesionales) del Máster:

	COMPETENCIAS GENERALES					COMPETENCIAS ESPECÍFICAS																
MATERIA	CG1	CG2	CG3	CG4	CG	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TFM
<b>MÓDULO DE FORMACIÓN BÁSICA</b>																						



Las competencias transversales del máster son:

- CT1.- Desarrollar un pensamiento y un razonamiento crítico, la capacidad de análisis y de síntesis y el pensamiento científico y sistémico.
- CT2.- Trabajar de forma autónoma y saber desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
- CT3.- Gestionar el tiempo y los recursos disponibles. Trabajar de forma organizada.
- CT4.- Capacidad para prevenir y solucionar problemas, adaptándose a situaciones imprevistas y tomando decisiones propias.
- CT5.- Capacidad para trabajar en entornos complejos o inciertos y con recursos limitados.
- CT6.- Evaluar de forma crítica el trabajo realizado.
- CT7.- Capacidad para trabajar cooperativamente asumiendo y respetando el rol de los diversos miembros del equipo, así como los distintos niveles de dependencia del mismo.
- CT8.- Adaptarse a entornos multidisciplinarios e internacionales.
- CT9.- Comunicar eficientemente de forma oral y/o escrita conocimientos, resultados y habilidades, tanto en entornos profesionales como ante públicos no expertos.
- CT10.- Utilizar el inglés como idioma de comunicación y relación profesional de referencia.

Estas competencias transversales se adquieren en todas las materias del máster, exceptuando las Prácticas en Empresa y el Trabajo Fin de Máster.

Las Competencias Generales del Máster son:

- CG1.- Capacidad de análisis, de síntesis y de razonamiento crítico.
- CG2.- Capacidad de organización y planificación
- CG3.- Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio
- CG5.- Capacidad de gestión de la información y de realizar y dirigir proyectos
- CG10.- Capacidad para realizar contribuciones mediante la investigación original que amplíe las fronteras del conocimiento y que merezca la publicación referenciada a nivel nacional o internacional.
- CG11.- Capacidad de fomentar tanto en contextos académicos como profesionales el avance tecnológico, social o cultural en una sociedad basada en el conocimiento.

Estas competencias generales se adquieren en todas las materias del máster,

Las Competencias Específicas del Máster son:

- CE1.- Capacidad para comprensión sistemática de las distintas disciplinas involucradas en la fotónica y de los distintos métodos de investigación y habilidades relacionados con dicho campo.
- CE2.- Entender el proceso de diseño de dispositivos electrónicos y fotónicos atendiendo a sus respectivas propiedades electrónicas y ópticas.
- CE3.- Diseñar experimentos científicos en el ámbito de la electrónica, optoelectrónica y fotónica.
- CE4.- Elaborar y defender en público trabajos científicos en el ámbito de la electrónica de la óptica aplicada y de la fotónica.
- CE5.- Capacidad para identificar, formular y resolver problemas en los ámbitos de las tecnologías electrónicas y fotónicas.

- CE6.- Capacidad para adaptarse a la rápida evolución de las tecnologías electrónicas, ópticas y a sus aplicaciones.
- CE7.- Conocer los sistemas empotrados, sus aplicaciones en tiempo real y su optimización de prestaciones.
- CE8.- Capacidad de utilizar los microprocesadores y microcontroladores.
- CE9.- Aplicar los conocimientos adquiridos en aplicaciones nuevas, siendo capaces de integrar conocimientos.
- CE10.- Capacidad para resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares.
- CE11.- Capacidad para analizar, evaluar y sintetizar algoritmos de tratamiento de señales.
- CE12.- Conocer las técnicas de filtrado y análisis de señales multidimensionales.
- CE13.- Conocer las técnicas de visión por computador
- CE14.- Competencias para elegir el sensor o transductor más adecuado a un problema en función de especificaciones de linealidad sensibilidad y precisión.
- CE15.- Competencia para diseñar un sistema específico y a medida de adquisición y registro de datos escogiendo el conversor analógico digital adecuado en función de criterios como velocidad de conversión, precisión de la medida etc.
- CE16.- Competencia para resolver problemas de alimentación de circuitos electrónicos diseñando fuentes de alimentación lineales o conmutadas teniendo en cuenta criterios como son eficiencia del proceso, estabilidad y ruido de la tensión, tamaño del conversor y temperaturas de trabajo
- TFM.- 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 Electrónica y Fotónica de naturaleza profesional en el que se sintetizan e integran las competencias adquiridas en las enseñanzas.

## 1.2. Asignaturas del Plan de Estudios

Código	Primer semestre	Materia	Módulo	Tipo	ECTS
609232	Dispositivos Fotónicos	Fotónica	Bases de las Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas	OB	6
609230	Medidas Electrónicas de Precisión	Electrónica		OB	6
609229	Programación de Nodos Sensores para Internet de las Cosas	Sistemas		OB	6
609231	Procesado Óptico y Digital de Señales e Imágenes	Señales		OB	6
609233	Diseño de Circuitos Integrados	Tecnología Electrónica	Tecnologías Electrónicas y Fotónicas	OP	6
609578	Óptica Digital	Tecnología Fotónica		OP	6
Código	Segundo semestre	Materia	Módulo	Tipo	ECTS

609234	Compatibilidad Electromagnética: Análisis, Diseño y Normativas	Tecnología Electrónica	Tecnologías Electrónicas y Fotónicas	OP	6
609236	Láseres y Metrología Óptica	Tecnología Fotónica		OP	6
609235	Robótica y Mecatrónica	Tecnología Electrónica		OP	6
609237	Prácticas en Empresa	Prácticas en Empresa	Prácticas Externas	OB	6
609240	Trabajo Fin de Máster	Trabajo Fin de Máster	Trabajo Fin de Máster	OB	6

OB = Asignatura obligatoria, OP = Asignatura optativa

### 1.3. Prácticas en Empresa

Durante el segundo semestre el estudiante debe realizar obligatoriamente unas Prácticas Externas de 6 ECTS. Dichas prácticas versarán sobre un tema bien definido de interés para el estudiante dentro del ámbito de las tecnologías Electrónicas y/o Fotónicas y a un nivel que pueda ser abordado con los conocimientos y competencias del Máster. El objetivo formativo de las Prácticas en Empresa es familiarizarse con el entorno profesional, realizando las capacidades adquiridas a la vez que el estudiante se acerca al mundo laboral.

### 1.4. Trabajo de Fin de Máster

Durante el segundo semestre el estudiante debe realizar obligatoriamente un Trabajo de Fin de Máster de 6 ECTS. Dicho trabajo consistirá en la realización de un trabajo individual y original de iniciación a la investigación bajo la dirección de alguno de los profesores del Máster. Se podrá desarrollar dicho Trabajo en otros centros o empresas, siempre y cuando el alumno lo solicite previamente a la Comisión Coordinadora del Máster y ésta dé su conformidad. Los temas de investigación generales en que se realizarán los Trabajos serán los siguientes:

- Diseño de circuitos integrados.
- Sistemas empotrados.
- Sistemas-en-Chip (SOC).
- Computación reconfigurable.
- Arquitectura de procesadores.
- Redes de sensores.
- Modelado y control.
- Robots autónomos.
- Visión por computador.
- Control inteligente.
- Implantación iónica.
- Pulverización catódica.
- Células solares de banda intermedia.
- Dieléctricos de alta permitividad.
- Determinación de campos electromagnéticos en medios biológicos.
- Efectos acumulados de la radiación en circuitos electrónicos (Daño por desplazamiento y por dosis ionizante).

- Fiabilidad de circuitos digitales frente a la radiactividad natural.
- Inducción de sucesos aislados en circuitos electrónicos por láser pulsado.
- Estudio de sensores de estado sólido para gases.
- Fotodetectores de alta velocidad y bajo ruido.
- Electrónica de alta frecuencia y alta fiabilidad.
- Láser y tecnología Láser.
- Formación y procesado de imágenes.
- Metrología óptica.
- Generación y caracterización de haces luminosos.
- Dispositivos y materiales fotónicos.
- Microóptica y nanoóptica.
- Óptica difractiva.
- Óptica no lineal y ultrarrápida.
- Fotomateriales holográficos.
- Biofotónica.
- Óptica cuántica.

Independientemente de la lista de temas anteriores, cualquier profesor del Máster podrá dirigir Trabajos de Fin de Máster. Se podrán además establecer contactos con investigadores de otros centros para la dirección de Trabajos.

#### 4. Fichas de las Asignaturas

<b>Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas</b>	<b>curso 2020-2021</b>	
--	------------------------	---

<b>Ficha de la asignatura:</b>	<b>Dispositivos Fotónicos</b>			<b>Código</b>	609232
<b>Materia:</b>	Fotónica	<b>Módulo:</b>	Bases de las Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas		
<b>Carácter:</b>	Formación Básica	<b>Curso:</b>	1º	<b>Semestre:</b>	1º

	Total	Teóricas	Prácticas	Laboratorio
<b>Horas presenciales</b>	45	28	7	10

<b>Profesor/a Coordinador/a:</b>	Mª Cruz Navarrete Fernández	<b>Dpto:</b>	Óptica
	<b>Despacho:</b> O1-D08	<b>e-mail</b>	mnavarr@ucm.es

Grupo	Profesor	T/P/L <sup>1</sup>	Dpto.	e-mail
único	Julio Serna Galán	T/P/L	Óptica	azul@ucm.es
	Mª Cruz Navarrete Fernández	T/P/L	Óptica	mnavarr@ucm.es

<sup>1</sup>: T: teoría, P: prácticas o problemas, L: Laboratorios

Teoría / práctica - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
S3.1	X	9:00-10:00	Julio Serna Galán	28/09-22/10	30	Óptica
	J	12:30-14:00	Mª Cruz Navarrete Fernández	11/11-22/01		
				28/10-05/11	5	

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
<b>A1</b>	Lab. de Óptica	M 15:00 a 17:30 4 sesiones fechas a concretar según progreso del curso	Mª Cruz Navarrete Fernández	10	Óptica

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado					
--	--	--	--	--	--

Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Julio Serna Galán	L, X, J: 16:00-18:00	azul@ucm.es	O1-D12, planta 1ª
María Cruz Navarrete	X: 10.30-13.30 V: 9.30-12.30	mnavarr@ucm.es	O1-D08, planta 1ª

Resultados del Aprendizaje (según documento de verificación)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender y conocer distintos sistemas de emisión y detección de luz, en particular los basados en semiconductores.</li> <li>• Entender las características y propagación en guías de onda, fibras ópticas y cristales fotónicos.</li> <li>• Comprender el significado de la modulación de una señal y estudiar los distintos fenómenos en los que se basan los moduladores.</li> <li>• Conocer los distintos tipos de sensores fotónicos.</li> <li>• Introducir la óptica no lineal.</li> </ul>

Competencias
CG1, CG2, CG3, CG5, CG10, CG11, CB6-10, CT1-10, CE1, CE2, CE5, CE6

Resumen
Nociones básicas de Óptica electromagnética. Óptica guiada y fibras ópticas. Estudio de sistemas de emisión y detección. Introducción a la Óptica no lineal. Moduladores y amplificadores. Sensores. Cristales fotónicos.

Conocimientos previos necesarios
Es aconsejable haber cursado asignaturas de Óptica.

Programa de la asignatura
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducción. Nociones básicas de Óptica</li> <li>2. Guías de onda y fibras ópticas</li> <li>3. Óptica no lineal y moduladores de luz</li> <li>4. Emisores y detectores</li> <li>5. Cristales fotónicos. Pinzas ópticas. Metamateriales</li> </ol> <p><b>Prácticas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarización y manejo de fibras ópticas.</li> <li>• Medida de la apertura numérica de una fibra óptica.</li> <li>• Pérdidas en una fibra óptica.</li> <li>• Medida de la atenuación espectral en una fibra óptica.</li> <li>• Observación de modos de propagación en una fibra óptica.</li> <li>• Medida de la longitud de onda de corte de una fibra óptica.</li> <li>• Sensores de fibra óptica.</li> <li>• Sensor de temperatura basado en una fibra óptica estrechada.</li> <li>• Detectores PSD/CCD.</li> </ul>
Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optoelectronics, an introduction. J. Wilson, J. Hawkes. Prentice Hall 1998.</li> <li>• Photonic Devices. Jia-Ming Liu. Cambridge University Press 2005.</li> </ul>

- Fundamentals of Photonics, 2nd edition. B.E.A. Saleh, M. C. Teich. Wiley 2007.

#### Recursos en internet

Se utilizará el Campus virtual

#### Metodología

##### Docencia presencial 100% (Escenario 0)

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

1. Clases de teoría
2. Clases prácticas, en las que se harán y resolverán problemas y se podrán realizar también experiencias de cátedra, discusiones dirigidas, exposiciones de trabajos, etc.
3. Tutorías, en las que se discutirán y resolverán dudas de forma personalizada o en pequeños grupos.
4. Prácticas de laboratorio.

En las clases se utilizarán, a discreción del profesor, la pizarra, proyecciones con ordenador o transparencias, simulaciones por ordenador, etc.

##### Docencia semi-presencial (Escenario 1)

El profesor o profesora impartirá las clases en el régimen habitual, asistiendo presencialmente sólo uno de los subgrupos de estudiantes. El resto de estudiantes seguirá la clase a distancia, rotando semanalmente cada subgrupo de forma presencial. Para el seguimiento de la clase a distancia se deberá utilizar la herramienta Collaborate de Moodle, Google Meet o similar, que permita la participación de los estudiantes a distancia, junto con uno o varios de los siguientes métodos: presentación de diapositivas, pizarra electrónica o similar, o clase de pizarra tradicional retransmitida con cámara.

##### Docencia en línea (Escenario 2)

Consistirá en la combinación de dos tipos de actividades: a) material de apoyo a disposición del alumnado a través de Campus Virtual, incluidas clases explicativas grabadas con antelación y b) sesiones con telepresencia de los estudiantes.

#### Evaluación

##### Realización de exámenes

Peso:

55%

Se realizará un examen final sobre los contenidos de teoría.

##### Otras actividades

Peso:

45%

Ejercicios entregables (10%), prácticas de laboratorio (25%) y presentaciones (10%).

#### Calificación final

La calificación final será  $N_{Final} = 0.55 N_{Exámen} + 0.45 N_{OtrasActiv}$ , donde  $N_{Exámen}$  y  $N_{OtrasActiv}$  son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores. Este criterio es válido para las dos convocatorias.

<b>Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas</b> curso 2020-2021	
---	---

<b>Ficha de la asignatura:</b>	<b>Medidas Electrónicas de Precisión</b>			<b>Código</b>	609230
<b>Materia:</b>	Electrónica	<b>Módulo:</b>	Bases de las Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas		
<b>Carácter:</b>	Formación Básica	<b>Curso:</b>	1º	<b>Semestr e</b>	1º

	Total	Teóricas	Prácticas	Laboratorio
<b>Horas presenciales</b>	45	28	7	10

<b>Profesor/a Coordinador/a:</b>	Francisco Javier Franco Peláez			<b>Dpto:</b>	EMFTEL
	<b>Despacho:</b>	206. 0 (3ª Planta)	<b>e-mail</b>	fjfranco@fis.ucm.es	

Teoría / práctica- Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
S3.1	X J	12:30 – 14:00 09:00 – 10:00	Francisco Javier Franco Peláez	1 <sup>er</sup> semestre	35	EMFTE L

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
Único	Laboratorio de Electrónica (109.0, Planta Sótano)	X 15:00 a 17:30 4 sesiones	Francisco Javier Franco Peláez	10	EMFTEL

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Francisco Javier Franco Peláez	L: 11:30-13:00 M: 10:00-11:30 (*)	fjfranco@fis.ucm.es	Despacho 206.0 (3ª Planta)

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

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

El alumno sabrá enfrentarse a problemas de instrumentación electrónica en el futuro desarrollo de su profesión, tanto si es industrial como si se realiza en un laboratorio de investigación. Sabrá desarrollar pequeños circuitos de alimentación y en general circuitos de pequeña potencia teniendo en cuenta los condicionantes reales como temperatura y otros efectos. El alumno comprenderá las interfaces de medida entre los diversos instrumentos que forman un experimento complejo y comprenderá los protocolos habituales de comunicación. El alumno comprenderá los problemas de conexión entre un sensor y un amplificador, en particular las implicaciones de las impedancias y del ruido.

### Competencias

CB6-10, CT1-10, CG1, CG2, CG3, CG5, CG10, CG11, CE2, CE3, CE5, CE6, CE10, CE14, CE15, CE16

### Resumen

Señales y ruido. Transductores: sensores y actuadores. Temperatura, luz, campo magnético, presión etc. Acondicionamiento de la señal (DC y AC). Circuitos de muestreo y retención. Conversores digital analógico y analógico digital. Elementos de interconexión. Sistemas multicanal. Sistemas de adquisición de datos con ordenador. Buses de comunicación entre equipos (IEE 488, etc.). Dispositivos de potencia (BJT, MOS y SCR). Reguladores lineales. Control del calentamiento de los dispositivos.

### Conocimientos previos necesarios

Técnicas de Cálculo y fundamentos de teoría de circuitos, electrónica analógica y digital, conocimiento de física de estado sólido y de semiconductores.

### Programa de la asignatura

#### TEORÍA

La asignatura se organizará en los siguientes temas:

- Introducción a la instrumentación
- Conexión
- Aparatos para la instrumentación y control por ordenador.
- Acondicionamiento de la señal.
- Sensores y transductores
- Conversión digital/analógica y analógico/digital
- Introducción a la electrónica de potencia.

#### LABORATORIO

En las sesiones de laboratorio el alumno realizará prácticas destinadas a afianzar los conocimientos teóricos expuestos en el aula. Se realizarán cuatro sesiones de laboratorio con las siguientes prácticas:

- El amplificador operacional
- Aparatos para la instrumentación
- Sensores resistivos y generadores de señal
- Regulador lineal de tensión controlado digitalmente

La fecha de las prácticas se decidirá según se desarrolle el programa de la asignatura. Se anunciará con suficiente antelación en el espacio virtual de la asignatura.

## SEMINARIOS

Adicionalmente, se ofrecerá a los alumnos seminarios introductorios a determinadas herramientas informáticas de interés (Simulación en SPICE, diseño PCB, etc.). Estos seminarios se realizarán fuera del horario de clase y serán voluntarios.

## Bibliografía

- M. A. Pérez García. **Instrumentación Electrónica**. Editorial Paraninfo, 2014). Este texto será de referencia en la asignatura.
- J. Peyton y V. Walsh. **Analog Electronics with Op Amps. A source book of practical circuits**. Cambridge University Press. 1993.
- James Blackburn. **Modern instrumentation for scientists and engineers**. New York: Springer, cop. 2001
- Nihal Kularatna. **Digital and analogue instrumentation: testing and measurement**. London : Institution of Electrical Engineers, cop. 2003 (imp. 2008)

## Recursos en internet

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

## Metodología

### Docencia presencial 100% (Escenario 0)

La asignatura posee dos aspectos claramente diferenciados: Teórico y Práctico. Las clases teóricas se organizan como clases magistrales donde el alumno recibirá información pormenorizada acerca de los temas incluidos en el programa. Dado que, por otro lado, se considera que el alumno ya ha alcanzado un grado de madurez significativo, se fomentará la interacción profesor-alumno, alumno-alumno con el objeto de dinamizar las clases y favorecer el aprendizaje.

Con el objeto de fomentar el aprendizaje autónomo, se ofrece al alumno la posibilidad de realizar exposiciones orales en clase sobre temas de actualidad que formarán parte de la evaluación.

Las clases teóricas se completarán en el laboratorio de alumnos con la realización de prácticas de laboratorio en las que se aplicarán los conocimientos adquiridos en clase.

### Docencia semi-presencial (Escenario 1)

En este caso, la docencia se impartirá adoptando la estrategia del "aprendizaje invertido".

Las clases teóricas se grabarán con antelación y se ofrecerá al alumno la posibilidad de verlas cuándo y cuantas veces quiera.

Los ejercicios se realizarán en clase, dividiendo los grupos en subgrupos según el turno de asistencia. Los alumnos tendrán que ver los vídeos con antelación para poder comprender los ejercicios que se realicen. Por otro lado, se repetirá para cada turno los ejercicios que se resuelvan en clase.

Las sesiones de laboratorio se mantendrán como en la modalidad presencial, realizándose

<p>de manera individual para respetar la normativa vigente.</p> <p>Las exposiciones orales se realizarán en línea utilizando las herramientas informáticas disponibles.</p>
<b>Docencia en línea (Escenario 2)</b>
<p>En este caso extremo, se mantiene la estrategia del "aprendizaje invertido" con la salvedad de que las clases de ejercicios se realizarán online de manera síncrona.</p> <p>El profesor llevará a cabo las prácticas de laboratorio, las grabará y las ofrecerá a los alumnos así como una tabla con los datos prácticos para que los alumnos puedan elaborar sus informes de prácticas.</p> <p>Las exposiciones orales se realizarán en línea utilizando las herramientas informáticas disponibles.</p>

<b>Evaluación</b>		
<b>Realización de exámenes</b>	<b>Peso:</b>	60%
Se realizará un examen teórico en las convocatorias de febrero y julio.		
<b>Otras actividades de evaluación</b>	<b>Peso:</b>	40%
<p>Este apartado se desglosará de la siguiente manera:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluación de prácticas de laboratorio e informes correspondientes (15%)</li> <li>2. Presentación en clase sobre tema propuesto por el profesor (10%)</li> <li>3. Tareas propuestas por el profesor (15%)</li> </ol> <p>Es obligatorio realizar las prácticas de laboratorio así como la entrega de informes. Los otros dos apartados (Presentación, tarea) son opcionales con lo que el estudiante puede aprobar la asignatura sin presentarlos aunque contarán como cero a la hora de calcular la nota final.</p>		
<b>Calificación final</b>		
<p>Se obtendrá la nota final siguiendo el criterio mostrado en el apartado anterior. Debe tenerse en cuenta, por otro lado, que se exige un mínimo de 4 puntos en el examen teórico para poder aprobar la asignatura.</p> <p>Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico</p>		

<b>Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas</b> curso 2020-2021	
---	---

<b>Ficha de la asignatura:</b>	<b>Programación de Nodos Sensores para Internet de las Cosas</b>			<b>Código</b>	609229
<b>Materia:</b>	Sistemas	<b>Módulo:</b>	Bases de las Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas		
<b>Carácter:</b>	Formación Básica	<b>Curso:</b>	1º	<b>Semestre</b>	1º

	Total	Teóricas	Prácticas	Laboratorio
<b>Horas presenciales</b>	45	28	7	10

<b>Profesor/a Coordinador/a:</b>	Carlos García Sánchez			<b>Dpto:</b>	DACyA
	<b>Despacho:</b>	225.0	<b>e-mail</b>	garsanca@ucm.es	

Teoría / práctica - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
S3.1	M X	11:30 – 13:00 10:00 – 11:00	Carlos García Sánchez	1 <sup>er</sup> semestre	35	DACyA

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
único	Laboratorio Circuitos Digitales	X (15:00 – 17:30) 4 sesiones	Carlos García Sánchez	10	DACyA

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Carlos García Sánchez	X: 11:00 a 14:00 (+3h no pres.)	garsanca@ucm.es	Despacho 225

(X no pr.): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual,...

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento de los sistemas empotrados y sus diferentes aplicaciones en tiempo real.</li> <li>• Comprensión de la organización interna de un sistema empotrado y de los subsistemas que lo constituyen, así como las principales alternativas de integración.</li> </ul>

- Capacidad de utilización de microprocesadores y microcontroladores.
- Comprensión de las principales técnicas orientadas a la optimización de prestaciones, consumo y fiabilidad de sistemas empuotrados.

### Competencias

CB6-10, CT1-10, CG1, CG2, CG3, CG5, CG10, CG11, CE7, CE8

### Resumen

Sistemas empuotrados. Ámbitos de aplicación y flujo de diseño. Microprocesadores, microcontroladores y procesadores de señal digital. Subsistema de memoria en sistemas empuotrados. Buses industriales. Periféricos: sensores y actuadores. Optimización e integración. Introducción a los sistemas de tiempo real. Casos prácticos. Introducción al diseño basado en microcontroladores.

### Programa de la asignatura

1. Arquitectura HW de nodos sensores
  1. Introducción a sistemas digitales
  2. Repertorio de instrucciones
  3. Microprocesadores y SoC
  4. Tecnologías de memoria
2. Programación C para nodos sensores
  1. Estructuras de control y tipos de datos
  2. Manipulación a nivel de bit
  3. Gestión de memoria dinámica
  4. Manejo de ficheros
  5. Herramientas de desarrollo
3. Programación de Entrada/Salida
  1. Interfaz controlador de dispositivo
  2. Uso de sensores y actuadores
  3. Gestión de interrupciones
  4. Programación bare-metal
  5. Buses estándar: UART, I2C, SPI.
4. Arquitectura SW de nodos sensores
  1. Estructura básica de aplicaciones: super-loop architecture
  2. Modela de aplicaciones mediante FSMs
  3. Programación multi-hilo
  4. Sistemas operativos para nodos sensores
5. Comunicaciones en redes de sensores y sistemas IoT
  1. Arquitecturas de redes de sensores

2. Protocolo MQTT
3. Redes LPWAN: LoRa / Sigfox

### Laboratorios

Se realizarán prácticas en entornos de desarrollo habituales de sistemas empotrados utilizando una placa Raspberry Pi. Los alumnos integrarán diversos sensores (infrarrojos, giróscopos, ultrasonidos...) y actuadores (tales como servo-motores) para realizar pequeños proyectos.

## Bibliografía

### Básica

- Patterson, D. A. and Hennessy, J. L., "Computer Organization and Design The Hardware/Software Interface", Morgan Kaufmann, 2013.
- Tammy Noergaard. "Embedded Systems Architecture. A Comprehensive Guide for Engineers and Programmers". Elsevier. 2005.
- Barry, P. and Crowley, P., "Modern Embedded Computing: Designing Connected, Pervasive, Media-Rich Systems", Elsevier Science, 2012.

### Complementaria

- W. Wolf. "Computers as components: principles of embedded computing system design". San Francisco, CA. Morgan Kaufmann Publishers, 2001.
- J. Ganssle, T. Noergaard, F. Eady, L. Edwards, D.J. Katz. "Embedded hardware, know it all". Amsterdam, Elsevier/Newnes, cop. 2008.
- J.K. Peckol. "Embedded Systems: A Contemporary Design Tool". Wiley, 2008.
- J.W. Valvano. "Embedded Microcomputer Systems: Real Time Interfacing". CL Engineering, 3rd. edition, 2000.
- S. Siewert. "Real-Time Embedded Components and Systems". Charles River Media, 2006.

## Recursos en internet

Asignatura en el Campus Virtual de la UCM.

## Metodología

### Docencia presencial 100% (Escenario 0)

#### Actividades presenciales:

Estas actividades podrán incluir:

- Clases teóricas magistrales.
- Clases de problemas.

#### Laboratorios.

- Trabajo personal: Trabajo personal no dirigido (estudio, preparación de exámenes, realización de ejercicios y prácticas en turno libre)

### Docencia semi-presencial (Escenario 1)

#### Teoría:

Para las clases magistrales se combina las dos modalidades A y B:

<ul style="list-style-type: none"> <li>Las clases teóricas se impartirán alternativamente a cada uno de los grupos. Ambos grupos dispondrán de las clases grabadas con anterioridad y se trabajará en el aula conceptos clave con el grupo presencial por medio de ejercicios prácticos y explicaciones más detalladas.</li> <li>Las clases grabadas, así como las presentaciones (que sean empleadas en clase) se pondrán a disposición de los estudiantes en el Campus Virtual.</li> </ul> <p><b>Laboratorios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Los alumnos realizan las prácticas en su casa siguiendo el guion suministrado</li> <li>Asistirán a sesiones de laboratorio en grupo reducido donde el profesor atenderá sus dudas y supervisará el desarrollo de la práctica.</li> </ul> <p>El número de sesiones por alumno/asignatura será el máximo que sea posible en función de las circunstancias (ocupación de los laboratorios, desarrollo de la asignatura, etc.) y nunca será inferior al 50% del previsto en la ficha docente original.</p>
<b>Docencia en línea (Escenario 2)</b>
<p><b>Teoría:</b> Las clases se podrán desarrollar con los apuntes, clases grabadas, presentaciones (que sean empleadas en clase), ó mediante vídeo-conferencias, en el mismo horario que la docencia presencial.</p> <p><b>Laboratorios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se grabará previamente el montaje experimental de las prácticas</li> <li>Los alumnos realizan las prácticas en su casa siguiendo el guión suministrado</li> </ul> <p>Durante las sesiones del laboratorio habrá sesiones de tutorización mediante las herramientas informáticas disponibles.</p>

<b>Evaluación</b>		
<b>Realización de exámenes (<math>N_{ex}</math>)</b>	<b>Peso:</b>	50%
Se realizará un examen final (oral de defensa de un proyecto final o escrito).		
<b>Otras actividades (<math>N_{lab}</math>)</b>	<b>Peso:</b>	50%
Realización de prácticas en el laboratorio. Se valorará el correcto funcionamiento del trabajo solicitado en cada sesión. También se tendrán en cuenta la actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones. En este apartado también se podrá valorar la entrega de problemas, ejercicios y trabajos, individuales o en grupo, así como la exposición de temas monográficos por parte del alumno.		
<b>Calificación final</b>		
La calificación final será la siguiente: $C_{Final} = 0.5 \cdot N_{ex} + 0.5 \cdot N_{lab}$ donde $N_{ex}$ es la calificación correspondiente al examen oral, a modo de defensa de los resultados de un proyecto final, en el que responderá a preguntas por parte del profesor. Existirá también, como alternativa, un examen final escrito para quienes lo prefieran al examen de defensa antes citado. $N_{lab}$ es la calificación de las prácticas de laboratorio y otras actividades que pueda establecer el profesor. Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.		

<b>Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas</b> curso 2020-2021	
---	---

<b>Ficha de la asignatura:</b>	<b>Procesado Óptico y Digital de Señales e Imágenes</b>			<b>Código</b>	609231
<b>Materia:</b>	Señales	<b>Módulo:</b>	Bases de las Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas		
<b>Carácter:</b>	Formación Básica	<b>Curso:</b>	1º	<b>Semestre:</b>	1º

	Total	Teóricas	Prácticas	Laboratorio
<b>Horas presenciales</b>	45	28	7	10

<b>Profesor/a Coordinador/a:</b>	José María Girón Sierra			<b>Dpto:</b>	DACyA
	<b>Despacho:</b>	228.0	<b>e-mail</b>	gironsi@dacya.ucm.es	

Teoría / práctica - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
S3.1	M	9:00-10:30	Tatiana Alieva	29 sept – 12 nov	17,5	Óptica DACyA
	J	10:00-11:00	José María Girón Sierra	17 nov – 21 ene	17,5	

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Laboratorio de Óptica (planta 2)	15:00-17:30: 3 nov, 10 nov	Tatiana Alieva	5	Óptica
	Laboratorio 108 (planta sótano).	15:00-16:30: 24 nov, 1 dic 15:00-17:00: 15 dic	José María Girón Sierra	5	DACyA

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Tatiana Alieva	X de 11:00 a 14:00 on-line J de 16:30 a 19:30.	talieva@ucm.es	Despacho O1-D10
José María Girón Sierra	X de 10:00 a 12:00 on-line, V de 10:00 a 14:00	gironsi@dacya.ucm.es	Despacho 228.0

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

- Capacidad para analizar, evaluar y sintetizar algoritmos de tratamiento de señales.
- Conocimiento de técnicas de filtrado y análisis de señales multidimensionales.
- Conocimiento de técnicas de tratamiento de imagen.
- Conocimiento de aspectos fundamentales de las señales y de los sistemas de tratamiento de señales.
- Capacidad de caracterización de dispositivos y sistemas que intervienen en el procesamiento de señales.

### Competencias

CB6-10, CT1-10, CG1, CG2, CG3, CG5, CG10, CG11, CE11, CE12, CE13

### Resumen

- Transformada de Fourier de señales continuas y sus propiedades: señales periódicas; teoremas de escala y de desplazamiento; principio de incertidumbre; espectro de potencia y teorema de Parseval. Convolución y correlación. Esquemas ópticos y electrónicos para realización de la transformada de Fourier.
- Sistemas lineales y su caracterización. Respuesta impulsional del sistema. Sistemas invariantes con respecto de desplazamiento. Función de transferencia de un sistema. Función de transferencia de modulación.
- Procesado óptico de la información: espectro angular; formación de imágenes; filtrado; reconocimiento de patrones; encriptación.
- Proyecciones. Transformada de Radon. Principios de tomografía.
- Transformada de Fourier discreta. Teorema de muestreo. Frecuencia de Nyquist. Aliasing. Procesado digital de imágenes.
- Análisis de señales no estacionarias. Transformada de Fourier con ventana. Espectrogramas. Transformada de wavelet. Escalogramas. Representación en el espacio de fases.
- Procesos aleatorios. Diversos tipos de ruido y sus características estadísticas. Procesos de Markov.
- Filtros óptimos: Wiener, Kalman, Bayes.

### Conocimientos previos necesarios

Es aconsejable tener conocimientos de Óptica, Estadística, Programación.

### Programa de la asignatura

- Tipos de señales/imágenes y su descripción.
- Transformada de Fourier de señales continuas y sus propiedades: señales periódicas; teoremas de escala y de desplazamiento; principio de incertidumbre; teorema de Parseval. Esquemas ópticos y electrónicos para realización de la transformada de Fourier.
- Convolución y correlación.
- Sistemas lineales y su caracterización. Respuesta impulsional del sistema. Sistemas invariantes con respecto de desplazamiento. Función de transferencia de un sistema. Función de transferencia de modulación.

- Procesado óptico de la información: formación de imágenes; coherencia; filtrado óptico; reconocimiento de patrones, encriptación.
- Transformaciones relacionadas con la transformada de Fourier.
- Principios de tomografía. Transformada de Radon.
- Transformada de Fourier discreta. Teorema de muestreo. Frecuencia de Nyquist. Aliasing.
- Procesos aleatorios. Diversos tipos de ruido y sus características estadísticas.
- Procesado digital de señales e imágenes. Filtros digitales.
- Análisis de señales no estacionarias. Transformada de Fourier con ventana. Espectrogramas. Transformada de wavelet. Escalogramas.
- Análisis basado en componentes.

**Laboratorios:**

1. Laboratorio de caracterización de un sistema de formación de imagen.
2. Laboratorio de procesado óptico de la información: Sistemas ópticos para análisis de Fourier; Filtrado óptico de frecuencias espaciales.
3. Laboratorios de procesado digital de señales basado en ordenadores y MATLAB:
  - Análisis básico de señales. Tratamiento de imagen.
  - Filtrado digital. Análisis de señales no estacionarias.
  - Ejemplos de Análisis de Componentes Principales (PCA) e Análisis de Componentes Independientes (ICA)

**Bibliografía**

**Básica**

1. J. F. James *A Student's Guide to Fourier Transforms*, Cambridge University Press, (2002).
2. J. W. Goodman, *Introduction to Fourier Optics*, Third Edition, Roberts & Company, Englewood, (2005).
3. J. M. Girón-Sierra, *Digital Signal Processing with Matlab Examples*, Springer, (2017).
4. J. W. Hoboken, *Digital signal processing using MATLAB for students and researchers*, NJ, Wiley, (2011)
5. J.G. Proakis, D.G. Manolakis, *Digital Signal Processing*, Prentice Hall, (2006).
6. S. Mitra, *Digital Signal Processing*, McGraw-Hill (2005).
7. S. Qian, *Introduction to Time-Frequency and Wavelet Transform*, Prentice Hall, (2001).

**Complementaria**

8. O. K. Ersoy, *Diffraction, Fourier Optics, and Imaging*, Wiley Interscience, NJ, USA, (2007).
9. A.V. Oppenheim, A.S. Willsky, *Signals and Systems*, Prentice Hall, (1996)
10. H. H. Barrett, K. J. Myers, *Foundations of Image Science*, Wiley-Interscience, USA (2004).

**Recursos en internet**

Asignatura en el Campus Virtual de la UCM.

Enlaces a portales universitarios de procesamiento de señales e imágenes.

<b>Metodología</b>
<b>Docencia presencial 100% (Escenario 0)</b>
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clases de teoría</li> <li>- Clases prácticas (problemas y laboratorios).</li> <li>- Tutorías, en las que se discutirán y resolverán dudas de forma personalizada o en pequeños grupos o en línea.</li> </ul> <p>En las clases se utilizarán, a discreción del profesor, la pizarra, proyecciones con ordenador, videos, simulaciones por ordenador, etc.</p>
<b>Docencia semi-presencial (Escenario 1)</b>
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clases de teoría. Para las clases magistrales se combina las dos modalidades A y B. Parte de las clases teóricas se impartirán alternativamente a cada grupo (en el caso que no sea posible mantener la distancia de seguridad) usando video conferencia o grabaciones previas para el grupo que no asista a clase. Para la explicación de ejercicios prácticos y clases que requieran explicaciones más detalladas se usará la modalidad B. Las clases grabadas, así como las presentaciones (que sean empleadas en clase) se pondrán a disposición de los estudiantes en el Campus Virtual.</li> <li>-Clases de laboratorio. Las clases prácticas se realizarán en grupos reducidos de siguiente manera. En el laboratorio de Óptica Estadística, el profesor enseñará a un grupo reducido de alumnos la instrumentación de las prácticas 1 y 2. Proporcionará las medidas de la práctica 1 que los alumnos tienen que procesar y analizar posteriormente en grupo. De acuerdo con el guion de la práctica 2 los alumnos propondrán el diseño experimental que el profesor realizará en su presencia. Los alumnos observarán, discutirán y propondrán ajustes si sea necesario. Posteriormente los alumnos procesarán y analizarán los datos obtenidos. Las prácticas del laboratorio de procesado digital de señales basado en ordenadores y MATLAB se realizarán en el aula informática manteniendo las restricciones de distanciamiento (un alumno por puesto)..</li> <li>-Tutorías. Se podrán desarrollar mediante video-conferencia, a través de campus virtual de la asignatura, por correo electrónico o mediante cualquier otro procedimiento, previa comunicación al profesor.</li> </ul>
<b>Docencia en línea (Escenario 2)</b>
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clases de teoría. Las clases se podrán desarrollar subiendo material (apuntes, clases grabadas, presentaciones (que sean empleadas en clase), enlaces, etc.) al Campus Virtual ó mediante vídeo-conferencias ó chats, en el mismo horario que la docencia presencial.</li> <li>-Clases de laboratorio: Se grabará previamente el montaje experimental de las prácticas 1 y 2. El profesor proporcionará las medidas, imágenes, vídeos de las prácticas 1 y 2 que los alumnos tienen que procesar y analizar posteriormente. Se indicarán los sitios en el internet con la instrumentación análoga para su comparación con los montajes de las practicas.</li> </ul> <p>Las prácticas del laboratorio de procesado digital de señales basado en ordenadores y MATLAB se realizarán en on-line.</p>

<b>Evaluación</b>		
<b>Realización de exámenes</b>	<b>Peso:</b>	50%
Examen		
<b>Otras actividades de evaluación</b>	<b>Peso:</b>	50%
Ejercicios entregables: 10%. Informes de los experimentos en los laboratorios 1-2 (en grupo): 5%. Escritura de artículo basado en los contenidos del laboratorio 1 o 2: 10% Trabajos prácticos individuales basados en los resultados obtenidos en el laboratorio procesado digital de señales basado en ordenadores y MATLAB: 25%.		
<b>Calificación final</b>		
La calificación final será: $N_{Final} = 0.5 \times N_{Exámen} + 0.5 \times N_{OtrasActiv}$ Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.		

<b>Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas</b> curso 2020-2021	
---	---

<b>Ficha de la asignatura:</b>	<b>Diseño de Circuitos Integrados</b>			<b>Código</b>	609233
<b>Materia:</b>	Tecnología electrónica	<b>Módulo:</b>	Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas		
<b>Carácter:</b>	Optativa	<b>Curso:</b>	1º	<b>Semestre:</b>	1º

	Total	Teóricas	Prácticas	Laboratorio
<b>Horas presenciales</b>	45	28	7	10

<b>Profesor/a Coordinador/a:</b>	José Luis Imaña Pascual			<b>Dpto:</b>	DACyA
	<b>Despacho:</b>	226.0	<b>e-mail</b>	jluimana@ucm.es	

Teoría / práctica - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
S3.1	M	10:30 – 11:30	José Luis Ayala Rodrigo	14/10 – 21/01	9	DACyA
	X	11:00 – 12:30	José Luis Imaña Pascual	14/10 – 21/01	20	DACyA
			Enrique San Andrés	29/09 – 13/10	6	EMFTEL

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
único	Laboratorio 108 (Planta Sótano)	J (14:30 – 16:30) 5 sesiones	José Luis Imaña Pascual	10	DACyA

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
José Luis Ayala Rodrigo	L: 13:00-14:00 M: 13:00-15:00 (*)	jlayalar@ucm.es	Despacho INF-311 (Fac. de Informática)
José Luis Imaña Pascual	M: 11:30-12:30 y 13:30-14:30 J: 10:30-11:30 (*)	jluimana@ucm.es	Despacho 226.0
Enrique San Andrés	L: 12:00-13:00 X: 14:00-16:00 Virtual. L: 9:30- 10:30 V: 9:30-11:30	esas@ucm.es	Despacho 205.0

\*(3 no pr.): Virtuales a través de las herramientas del CV

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

Conocer los principios de la fabricación microelectrónica. Adquirir conocimientos sobre las diversas tecnologías de fabricación de dispositivos Utilizar los programas de simulación empleados en fabricación microelectrónica. Aprender las rutas de fabricación de transistores bipolares, CMOS y células solares. Aprender las técnicas de aislamiento de dispositivos. Conocer la evolución de la tecnología de interconexión, así como sus limitaciones físicas. Conocer las tecnologías de fabricación de MEMS.

Conocimiento de las familias lógicas y de los distintos procesos y estilos de diseño de circuitos integrados. Conocimiento de distintas herramientas CAD de diseño de circuitos integrados. Conocimiento de puertas lógicas a nivel CMOS y capacidad de realizar diseños full-custom de pequeños circuitos. Conocimiento de distintos dispositivos de lógica programable. Conocimiento de los lenguajes de descripción de hardware. Capacidad de diseñar circuitos combinatoriales y secuenciales utilizando VHDL

### Competencias

CB6-10, CT1-10, CG1, CG2, CG3, CG5, CG10, CG11, CE3, CE5

### Resumen

Fabricación microelectrónica. Introducción al diseño de circuitos. Estilos de diseño de circuitos. Circuitos digitales básicos. Diseño y caracterización de circuitos full-custom. Dispositivos lógicos programables. Lenguajes de descripción de hardware. Diseño de circuitos con VHDL.

### Conocimientos previos necesarios

Electrónica Analógica y Digital.

### Programa de la asignatura

- **Tecnologías de fabricación microelectrónica.**
- **Introducción al diseño de circuitos.** Qué es un circuito integrado. Entornos de diseño. Métricas en el diseño de CI. Alternativas y tendencias actuales
- **Diseño full-custom.** Flujo de diseño y herramientas CAD. Familias lógicas. Lógica CMOS. Lógica estática. Lógica dinámica. Circuitos combinatoriales y secuenciales. Memorias. Reglas de diseño.
- **Estimación y optimización de parámetros de diseño.** Temporización y sincronización.
- **Diseño semi-custom.** Flujo de diseño y herramientas CAD. Estilos de diseño. Arquitectura de dispositivos programables y reconfigurables: FPGAs.
- **Lenguajes de descripción de hardware.** VHDL. Sintaxis. Estructuras básicas. VHDL para síntesis.
- **Diseño de circuitos multimódulo.** Diseño de circuitos combinatoriales y secuenciales complejos. Interfaces. Sincronización. Reglas y flujo de diseño.
- **Programa de prácticas:**

- El alumno realizará prácticas relacionadas con los contenidos de la asignatura. 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 desarrollar se encuentran las siguientes:
- Diseño full-custom de un sistema completo (combinacional y secuencial).
- Diseño semi-custom de circuitos secuenciales.
- Diseño semi-custom de circuitos con memorias.
- Diseño semi-custom de sistemas aritméticos.

### Bibliografía

#### Básica

- S. Wolf. "Silicon Processing for the VLSI Era" vols. 1-4. Lattice Press.
- J.M. Rabaey. "Digital Integrated Circuits: A Design Perspective", Prentice Hall, 2003.
- N. Weste, K. Eshraghian. "Principles of CMOS VLSI Design, A System Perspective", Addison-Wesley, 2004.
- J.F. Wakerly. "Diseño Digital. Principios y Prácticas", Prentice Hall, 2001.
- S. Brown, Z. Vranesic. "Fundamentos de lógica digital con diseño VHDL", McGraw-Hill, 2000.
- P. J. Ashenden. "The designer's guide to VHDL". Morgan Kaufmann, 2008.

#### Complementaria

- L. Terés, Y. Torroja, S. Locos, E. Villar. "VHDL Lenguaje estándar de diseño Electrónico". McGraw-Hill, 1997.

### Recursos en internet

Asignatura en el Campus Virtual de la UCM.

### Metodología

#### Docencia presencial 100% (Escenario 0)

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones.
- El temario de diseño full-custom se desarrollará siguiendo una metodología basada en proyecto, donde los alumnos irán adquiriendo los conocimientos de la asignatura mientras se enfrentan a una implementación de un circuito integrado modular.

Prácticas de laboratorio distribuidas durante el curso.

#### Docencia semi-presencial (Escenario 1)

En este escenario se empleará la Modalidad A: Las clases de teoría se impartirán presencialmente para la mitad de los matriculados y serán retransmitidas y grabadas en el momento para que la puedan seguir los no asistentes. Una semana asisten la mitad de los matriculados y la otra semana los otros matriculados.

Para las clases prácticas en laboratorio, en caso de no poder mantenerse la distancia mínima de separación, se habilitarán 2 grupos que se alternarán para la asistencia al laboratorio. Las prácticas utilizan un software de libre acceso, por lo que los alumnos

podrán realizarlas en casa y preguntar dudas en las tutorías.
<b>Docencia en línea (Escenario 2)</b>
Entre las metodologías a emplear en este escenario se encuentran las siguientes:  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se facilitarán vídeos con la explicación de los principales conceptos, desarrollándose sesiones síncronas a través del Campus Virtual para la revisión y afianzamiento de éstos.</li> <li>- Retransmisión en directo de las clases en el horario establecido.</li> </ul> <p>Para las prácticas de laboratorio, los alumnos las realizarán en casa utilizando un software de libre acceso. En el horario de laboratorio se realizarán conexiones en directo en las que se podrán revisar conceptos y resolver dudas.</p>

<b>Evaluación</b>		
<b>Realización de exámenes (<math>N_{ex}</math>)</b>	<b>Peso:</b>	60%
Se realizará una prueba online del primer tema de la asignatura (cuyo peso será un 20% de la nota del examen $N_{ex}$ ). Se realizará un examen final de la parte de diseño semi-custom (40% de la nota del examen $N_{ex}$ ). La parte de diseño full-custom se evaluará mediante la entrega del proyecto final (40% de la nota del examen $N_{ex}$ )		
<b>Otras actividades (<math>N_{lab}</math>)</b>	<b>Peso:</b>	40%
Realización de prácticas en el laboratorio, cuya asistencia será obligatoria. Se valorará 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 este apartado también se podrá valorar la entrega de problemas, ejercicios y trabajos, individuales o en grupo, así como la exposición de temas monográficos por parte del alumno.		
<b>Calificación final</b>		
La calificación final será la siguiente:  $C_{Final} = 0.6 \cdot N_{ex} + 0.4 \cdot N_{lab}$ donde $N_{ex}$ es la calificación correspondiente al examen final y $N_{lab}$ es la calificación de las prácticas de laboratorio y otras actividades que pueda establecer el profesor. Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.		

<b>Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas</b> curso 2020-2021	
---	---

<b>Ficha de la asignatura:</b>	<b>Óptica Digital</b>			<b>Código</b>	609578
<b>Materia:</b>	Tecnología fotónica	<b>Módulo:</b>	Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas		
<b>Carácter:</b>	Optativa	<b>Curso:</b>	1º	<b>Semestre:</b>	1º

	Total	Teóricas	Prácticas	Laboratorio
<b>Horas presenciales</b>	45	28	7	10

<b>Profesor/a Coordinador/a:</b>	Luis Miguel Sánchez Brea	<b>Dpto:</b>	Óptica
	<b>Despacho:</b> O1-D09	<b>e-mail</b>	optbrea@ucm.es

Grupo	Profesor	T/P/L <sup>1</sup>	Dpto.	e-mail
único	Luis Miguel Sánchez Brea	T/P/L	Óptica	optbrea@ucm.es
	Jesús del Hoyo Muñoz	T/P/L	Óptica	jhoyo@ucm.es

<sup>1</sup>: T: teoría, P: prácticas o problemas, L: Laboratorios

Teoría / práctica - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
S3.1	M	13:00 – 14:00	Luis Miguel Sánchez Brea	De 29 sept. a 19 de nov.	20	Óptica
	J	11:00 – 12:30	Jesús del Hoyo Muñoz	De 24 de nov. a 21 de ene.	15	Óptica

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
Único	Lab. de Óptica	J 15:00 a 17:30 2 sesiones	Luis Miguel Sánchez Brea	5	Óptica
Único	Lab. de Óptica	J 15:00 a 17:30 2 sesiones fechas a concretar según progreso del curso	Jesús del Hoyo Muñoz	5	Óptica

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar

Luis Miguel Sánchez Brea	M – 15:00 – 18:00 (*)	optbrea@ ucm.es	O1-D09
Jesús del Hoyo Muñoz	X – 15:00 – 18:00 (*)	jhoyo@ucm.es	O1-D09

\*(3 no pr.): Virtuales a través de las herramientas del CV

### Resultados del Aprendizaje (según documento de verificación)

Comprender el fundamento de la holografía analógica y digital. Comprender el funcionamiento de los elementos ópticos difractivos. Comprender el funcionamiento de los moduladores espaciales de luz y su aplicación a óptica digital. Conocimiento de instrumentación óptica en la que la holografía, los elementos ópticos difractivos y la óptica digital son elementos esenciales.

### Competencias

CB6-10, CG1, CG2, CG3, CG5, CG10, CT1-10, CE2, CE4, CE5, CE6

### Resumen

Óptica difractiva. Elementos holográficos y elementos ópticos difractivos. Óptica digital dinámica: Moduladores espaciales de luz. Técnicas de modelado de la óptica digital. Aplicaciones.

### Conocimientos previos necesarios

Es aconsejable haber cursado asignaturas de Óptica y Fotónica.

### Programa de la asignatura

1. Óptica digital: Elementos ópticos difractivos
  - Propagación de la luz: métodos
  - Naturaleza de la micróptica: óptica refractiva-óptica difractiva
  - Tipos de elementos ópticos difractivos / Métodos de fabricación
  - Elementos holográficos
2. Técnicas de modelado de la óptica digital
  - Diseño de elementos difractivos
3. Óptica digital dinámica. Moduladores espaciales de luz
  - Tipos de moduladores espaciales de luz
  - Funcionamiento
  - Calibración
4. Aplicaciones
  - Displays, proyectores y visión artificial
  - Generación dinámica de elementos ópticos difractivos
  - Generadores y conformadores de haces, óptica adaptativa
  - Holografía digital y pinzas ópticas

### Prácticas

- Simulación de propagación óptica
- Diseño de elementos ópticos difractivos
- Uso de cristales líquidos dependiente de voltaje / Funcionamiento de un SLM

- Aplicaciones de Moduladores espaciales de luz

### Bibliografía

- B.C. Kress, P. Meyrueis, Bernard C. Kress, and P. Meyruei, Applied Digital Optics, From Micro-Optics to Nanophotonics. John Wiley & Sons, 2009.
- B.C. Kress and P. Meyrueis, "Digital diffractive optics," John Wiley & Sons, 2000.
- J. Turunen and F. Wyrowski, "Diffractive optics for industrial and commercial applications," Wiley-VCH1998
- D. C. O'Shea, T. J. Suleski, A. D. Kathman, and D. W. Prather, Diffractive optics: design, fabrication, and test, vol. 62. Spie Press Bellingham, WA, 2004.
- H. P. Herzig, Micro-optics: elements, systems and applications. CRC Press, 2014.
- V. G. Chigrinov, D. A. Yakovlev, V. G. Chigrinov, and H.-S. Kwok, Modeling and optimization of LCD optical performance. John Wiley & Sons, 2015.
- O. K. Ersoy, Diffraction, Fourier Optics, and Imaging, Wiley Interscience, NJ, USA (2007).
- F. M. Dickey, Laser beam shaping: theory and techniques. CRC press, 2018.

### Recursos en internet

Asignatura en el Campus Virtual de la UCM:  
<https://www.ucm.es/campusvirtual/CVUCM/index1.php>

### Metodología

#### Docencia presencial 100% (Escenario 0)

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.
- Clases prácticas, en las que se resolverán problemas, se comentarán trabajos recientes y se realizarán exposiciones monográficas por parte de los alumnos.
- Laboratorios. Se asignarán una serie de proyectos para su realización y los alumnos harán una presentación pública con los objetivos a alcanzar en el proyecto asignado. Al finalizar el periodo de laboratorio cada grupo hará una presentación del trabajo realizado y de los resultados alcanzados.

Cualquier modificación en la metodología debida a necesidades docentes será anunciada con suficiente antelación suficiente tanto en el Campus Virtual como por correo electrónico.

#### Docencia semi-presencial (Escenario 1)

Las clases de teoría y de problema se adoptará la Modalidad B: El profesor pondrá a disposición de los estudiantes en el Campus Virtual material para seguir las clases teóricas, que deberá incluir explicaciones de cada tema grabadas con antelación Este material tendrá que ser tal que garantice la misma adquisición de competencias que las clases teóricas presenciales. Durante las clases presenciales el profesor resolverá a resolución de problemas, casos prácticos y reforzará o ampliará conceptos mostrados en

<p>el material subido al CV. El profesor repite la clase para cada subgrupo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las sesiones de laboratorio se realizarán manteniendo las restricciones de distanciamiento, usando elementos de separación y mediante grabación previa de montajes experimentales.</li> </ul>
<b>Docencia en línea (Escenario 2)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las clases de teoría y de problemas se impartirán utilizando las herramientas mediante video-conferencias (Collaborate o Google Meet). Las clases se grabarán y quedarán a disposición de los alumnos.</li> <li>- Para las sesiones de laboratorio, algunas de ellas se realizarán mediante simulaciones y en otras el profesor suministrará los datos para que sean procesados y parte de la ejecución será creando modelos numéricos que simulen el fenómeno físico. También se grabarán previamente los montajes experimentales y su funcionamiento.</li> </ul>

<b>Evaluación</b>		
<b>Realización de exámenes</b>	<b>Peso:</b>	50%
Se realizará un examen final escrito sobre los contenidos de la teoría que será evaluado hasta un máximo de 10 puntos.		
<b>Sesiones de laboratorio</b>	<b>Peso:</b>	25%
Las actividades relacionadas con el laboratorio supondrá el 25% de la nota final. Se realizará una presentación oral del trabajo realizado en el laboratorio: 10% de la nota final.		
<b>Problemas y ejercicios entregables</b>	<b>Peso:</b>	25%
Los problemas y ejercicios entregables a lo largo del curso tendrán un 25% de la nota final.		
<b>Calificación final</b>		
La calificación final será $N_{Final} = 0.5N_{Exámen} + 0.25N_{LAB} + 0.25N_{PROB}$ donde $N_{Exámen}$ , $N_{LAB}$ y $N_{PROB}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los tres apartados anteriores. La nota mínima del examen final para aprobar la asignatura será de 4. Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.		

<b>Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas</b> curso 2020-2021	
---	---

<b>Ficha de la asignatura:</b>	<b>Compatibilidad Electromagnética: Análisis, Diseño y Normativas</b>			<b>Código</b>	609234
<b>Materia:</b>	Tecnología electrónica	<b>Módulo:</b>	Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas		
<b>Carácter:</b>	Optativa	<b>Curso:</b>	1º	<b>Semestr e</b>	2º

	Total	Teóricas	Prácticas	Laboratorio
<b>Horas presenciales</b>	45	28	7	10

<b>Profesor/a Coordinador/a:</b>	Luis Ángel Tejedor Álvarez			<b>Dpto:</b>	EMFTEL
	<b>Despacho:</b>	242.0	<b>e-mail</b>	luistejedor@fis.ucm.es	

Teoría / práctica - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
S3.1	L X	11:00 - 12:00 9:30 - 11:00	Luis Ángel Tejedor Álvarez	2º semestre	35	EMFTEL

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
<b>A1</b>	210	L , X 14:30 – 17:00 - fechas a concretar según progreso del curso	Luis Ángel Tejedor Álvarez	10	EMFTEL

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Luis Ángel Tejedor Álvarez	M y J: 9:00-10:30 (*)	luistejedor@fis.ucm.es	242.0 3ª planta módulo central

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

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que el alumno conozca los distintos problemas que surgen por la interferencia mutua de equipos electrónicos.</li> <li>• Que sea capaz de clasificar dichos problemas y de solucionarlos con las técnicas más apropiadas.</li> </ul>

- Que el alumno se familiarice con los protocolos establecidos para la caracterización de las interferencias más usuales.
- Que sea capaz de diseñar un sistema de apantallamiento a partir de unas determinadas especificaciones.

### Competencias

CB6-10, CT1-10, CG1, CG2, CG3, CG5, CG10, CG11, CE3, CE5

### Resumen

Introducción, 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. Medidas de CEM.

### Conocimientos previos necesarios

Electromagnetismo. Lenguajes de programación (preferiblemente Matlab).

### Programa de la asignatura

1. **Introducción y terminología:** Elementos de un problema de CEM. Fuentes y tipos de interferencias. Características. Normativas y reglamentos.
2. **Campos de Radiación:** Potenciales retardados. Ecuaciones de onda. Campos radiados por un elemento de corriente y por una antena. Campo lejano. Polarización.
3. **Parámetros Básicos de Radiación:** 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. **Transmisión y Absorción del campo EM. Apantallamientos:** Reflexión, transmisión y absorción en conductores y dieléctricos. Transformación de la impedancia de onda. Ventanas dieléctricas. Estructuras multicapas. Apantallamientos. Absorbentes.
5. **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.
6. **Interferencias Conducidas:** Camino de retorno, masa y tierra. Fuentes de ruido e interferencias conducidas. Red trifásica. Norma EN 55022. Interferencias en modo común y modo diferencial. Medidas de interferencias conducidas. LISN. Transitorios en líneas de transmisión. Tecnología PLC.
7. **Descargas Electroestáticas 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. **Guerra Electrónica:** Definiciones y terminología. Detectores. Protección electrónica. Expansión espectral por secuencia directa (DSSS) y por salto de frecuencia (FHSS). Bloqueadores: tipos. Bloqueo de señales analógicas y digitales. Efecto de los códigos

de corrección de errores. 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.

**Prácticas:**

1. Medida y caracterización de interferencias radiadas.
2. Análisis de materiales para apantallamiento.
3. Medida y caracterización de crosstalk.
4. Transitorios en líneas de transmisión.
5. Análisis de interferencias conducidas mediante LISN.
6. Simulación: propagación y apantallamiento de campos EM.

### Bibliografía

**Básica**

- "Introduction to Electromagnetic Compatibility", Clayton R. Paul, Willey Inter-Science, 2ª Ed., 2006.
- "Engineering Electromagnetic Compatibility", V. Prasad Kodali, IEE Press Marketing, 2ª Ed., 2001.
- "Electromagnetic Compatibility. Principles and Applications", D. A. Weston. Marcel Dekker Inc., 2ª Ed., 2001.
- "Fundamentos de Compatibilidad Electromagnética". José L. Sebastián, Addison-Wesley, 1999.
- EMC for product designers" T. Williams, Elsevier, 2017
- "Conducted Electromagnetic Interference (EMI) in Smart Grids", Springer, 2012
- "Electromagnetic Compatibility Engineering", H.W. Ott, John Wiley & Sons, 2009

**Complementaria**

- "Microwave Engineering", D.M. Pozar, John Wiley, 4ª Ed., 2012.
- "Antenas", A. Cardama, L. Jofre, J.M. Rius, J. Romeu, S. Blanch, M. Ferrando. Edicions UPC, 2002
- "Antennas and Radiowave Propagation", R.E. Collin, Mc.Graw Hill, 1985

### Recursos en internet

Asignatura en el Campus Virtual de la UCM.

### Metodología

#### Docencia presencial 100% (Escenario 0)

La asignatura posee dos aspectos claramente diferenciados: Teórico y Práctico. Las clases teóricas se organizan como clases magistrales donde el alumno recibirá información pormenorizada acerca de los temas incluidos en el programa. Dado que, por otro lado, se considera que el alumno ya ha alcanzado un grado de madurez significativo, se fomentará

la interacción profesor-alumno, alumno-alumno con el objeto de dinamizar las clases y favorecer el aprendizaje.

Con el objeto de fomentar el aprendizaje autónomo, se ofrece al alumno la posibilidad de realizar exposiciones orales en clase sobre temas de actualidad que formarán parte de la evaluación.

Las clases teóricas se completarán en el laboratorio de alumnos con la realización de prácticas de laboratorio en las que se aplicarán los conocimientos adquiridos en clase.

Los laboratorios se realizarán de manera presencial respetando la normativa vigente.

### Docencia semi-presencial (Escenario 1)

En este caso, la docencia se impartirá adoptando la estrategia del "aprendizaje invertido".

Las clases teóricas se grabarán con antelación y se ofrecerá al alumno la posibilidad de verlas cuándo y cuantas veces quiera.

Los ejercicios se realizarán en clase, dividiendo los grupos en subgrupos según el turno de asistencia. Los alumnos tendrán que ver los vídeos con antelación para poder comprender los ejercicios que se realicen. Por otro lado, se repetirá para cada turno los ejercicios que se resuelvan en clase.

Las sesiones de laboratorio se mantendrán como en la modalidad presencial, realizándose de manera individual para respetar la normativa vigente.

Las exposiciones orales se realizarán en línea utilizando las herramientas informáticas disponibles.

### Docencia en línea (Escenario 2)

En este caso extremo, se mantiene la estrategia del "aprendizaje invertido" con la salvedad de que las clases de ejercicios se realizarán online de manera síncrona.

El profesor llevará a cabo las prácticas de laboratorio, las grabará y las ofrecerá a los alumnos así como una tabla con los datos prácticos para que los alumnos puedan elaborar sus informes de prácticas.

Las exposiciones orales se realizarán en línea utilizando las herramientas informáticas disponibles.

### Evaluación

<b>Realización de exámenes</b>	<b>Peso:</b>	60%
--------------------------------	--------------	-----

El alumno realizará un examen final puntuable de 0 a 10 puntos.

<b>Otras actividades de evaluación</b>	<b>Peso:</b>	40%
--	--------------	-----

Además de la actitud y entrega de memoria de las prácticas de laboratorio, se realizarán actividades tales como ejercicios entregables, prácticas de simulación o trabajos propuestos al alumno.

### Calificación final

La calificación final C será la obtenida aplicando los porcentajes anteriores a las diferentes partes evaluadas, es decir:

$$C = 0.6 E + 0.4 P$$

siendo E y P, respectivamente (en una escala de 0 a 10), la nota del examen y la nota de las actividades complementarias. Es necesario superar el examen final E con una nota igual o superior a 4 para poder aprobar la asignatura, (siempre que al aplicar los porcentajes

anteriores se alcance una calificación C mínima de 5).

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

<b>Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas</b>	<b>curso 2020-2021</b>	
--	------------------------	---

<b>Ficha de la asignatura:</b>	<b>Láseres y Metrología Óptica</b>		<b>Código</b>	609236
<b>Materia:</b>	Tecnología fotónica	<b>Módulo:</b>	Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas	
<b>Carácter:</b>	Optativa	<b>Curso:</b>	1º	<b>Semestre:</b> 2º

	Total	Teóricas	Prácticas	Laboratorio
<b>Horas presenciales</b>	45	28	7	10

<b>Profesor/a Coordinador/a:</b>	Rosa Weigand	<b>Dpto:</b>	Óptica
	<b>Despacho:</b> O1-D04	<b>e-mail</b>	weigand@fis.ucm.es

Teoría / práctica - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
S3.1	L X	12:00 - 13:30	Juan Antonio Quiroga	15/02/2021 a 15/03/2021	17.5	Óptica
S3.1	L X	12:00 - 13:30	Rosa Weigand Talavera	17/03/2021 a 05/05/2021	17.5	Óptica

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Periodo	Profesor	Horas	Dpto.
Único	Laboratorio Óptica. 2º Planta	En horario de clase. 5-24 mayo 2021 26 mayo presentación	Rosa Weigand Talavera	10	Óptica

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Juan Antonio Quiroga Mellado	L,X – 10:00 – 12:00 (*)	aq@fis.ucm.es	O1-D07
Rosa Weigand Talavera	X 15:00 – 18:00 presencial J 15:00 – 16:30 online V 15:00 - 16:30 online	weigand@fis.ucm.es	O1-D04

\*(2 no pr.): Virtuales a través de las herramientas del CV

<b>Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)</b>
--

- Conocer conceptos metroológicos fundamentales y su incidencia en la ciencia y la industria.
- Comprender que los fenómenos ópticos proporcionan mecanismos para medir multitud de parámetros físicos.
- Conocer instrumentación óptica habitualmente utilizada en metrología científica e industrial mediante el uso de métodos ópticos.
- Conocer los principios básicos de un láser como dispositivo amplificador de radiación.
- Estudiar las propiedades radiativas de los medios láser y las propiedades que las cavidades resonantes imprimen a la radiación amplificada.
- Entender los principios constructivos y diferentes formas de funcionamiento de los láseres.
- Conocer las principales aplicaciones científicas y tecnológicas del láser.

### Competencias

CB6-10, CT1-10, CG1, CG2, CG3, CG5, CG10, CG11, CE2, CE3, CE5, CE6, CE13, CE14

### Resumen

Metrología Moiré. Fotoelasticidad digital. Métodos speckle. Interferometría digital. Calibración de cámaras. Sistemas pasivos y activos de medida de formas 3D.

Probabilidades de transición, coeficientes de Einstein. Perfiles de línea. Secciones eficaces. Ecuaciones de balance. Láseres de tres y cuatro niveles. Resonadores ópticos, modos gaussianos. Estabilidad. Amplificación de radiación. El oscilador de ganancia regenerativo. Dinámicas temporales y espectrales. Tipos de láseres. Aplicaciones científicas y tecnológicas. Seguridad Láser.

### Conocimientos previos necesarios

Conceptos generales de Instrumentación Óptica y Óptica Física.

### Programa de la asignatura

1. Metrología moiré.
2. Fotoelasticidad digital.
3. Interferometría digital.
4. Principios y conceptos básicos del láser.
5. Aplicaciones de los láseres.
6. Láseres en metrología.

#### Prácticas

- Deflectometría moiré
- Fotoelasticidad digital
- El láser de He-Ne
- Velocimetría Doppler

### Bibliografía

1. T. Yoshizawa "Handbook of Optical Metrology: Principles and Applications "CRC Press" (2009)
2. K. J. Gasvik "Optical Metrology" 3 Ed. John Wiley & sons (2002)
3. G. Cloud "Optical methods of engineering analysis" Cambridge University press (1998)
4. M.L. Calvo (Coord.), *Óptica Avanzada*, Capitulo 8. Editorial Ariel Ciencia, Barcelona, (2002).
5. O. Svelto, *Principles of Lasers*. 5th edition. Springer (2010)
6. Apuntes del profesor.

#### Recursos en internet

Asignatura en el Campus Virtual de la UCM:  
<https://www.ucm.es/campusvirtual/CVUCM/index1.php>

### Metodología

#### Docencia presencial 100% (Escenario 0)

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.
- Clases prácticas, en las que se resolverán problemas, se comentarán trabajos recientes y se realizarán exposiciones monográficas por parte de los alumnos.
- Laboratorios. Se asignarán una serie de proyectos para su realización y los alumnos harán una presentación pública con los objetivos a alcanzar en el proyecto asignado. Al finalizar el periodo de laboratorio cada grupo hará una presentación del trabajo realizado y de los resultados alcanzados.

Cualquier modificación en la metodología debida a necesidades docentes será anunciada con suficiente antelación suficiente tanto en el Campus Virtual como por correo electrónico.

#### Docencia semi-presencial (Escenario 1)

- Las clases de teoría se impartirán presencialmente para la mitad de los matriculados y serán retransmitidas y grabadas en el momento para que la puedan seguir los no asistentes. Una semana asisten la mitad de los matriculados y la otra semana los otros matriculados.

Igual organización para las clases de problemas.

- En las clases de laboratorio solo habrá un alumno realizando el proyecto cada día, pero se rotarán en la ejecución. El alumno que esté presente en el laboratorio podrá estar en línea con los otros miembros de su grupo para que sigan la ejecución de ese día.

#### Docencia en línea (Escenario 2)

- Las clases de teoría y de problemas se impartirán utilizando las herramientas de conexión usuales del Campus Virtual.

- Para los proyectos que deben ser realizados en el laboratorio el profesor suministrará datos para que sean procesados y parte de la ejecución será creando modelos numéricos

que simulen el fenómeno físico.

Evaluación		
<b>Realización de exámenes</b>	<b>Peso:</b>	50%
Se realizará un examen final escrito sobre los contenidos de la teoría que será evaluado hasta un máximo de 10 puntos.		
<b>Sesiones de laboratorio</b>	<b>Peso:</b>	40%
Las actividades relacionadas con el laboratorio supondrá el 30% de la nota final. Se realizará una presentación oral del trabajo realizado en el laboratorio: 10% de la nota final.		
<b>Problemas y ejercicios entregables</b>	<b>Peso:</b>	10%
Los problemas y ejercicios entregables a lo largo del curso tendrán un 10% de la nota final.		
Calificación final		
La calificación final será $N_{Final} = 0.5N_{Exámen} + 0.4N_{LAB} + 0.1N_{PROB}$ donde $N_{Exámen}$ , $N_{LAB}$ y $N_{PROB}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los tres apartados anteriores. La nota mínima del examen final para aprobar la asignatura será de 4. Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico. En caso de tener que impartir docencia no presencial o semipresencial se adaptarán las proporciones de evaluación.		

<b>Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas</b> curso 2020-2021	
---	---

<b>Ficha de la asignatura:</b>	<b>Robótica y Mecatrónica</b>		<b>Código</b>	609235
<b>Materia:</b>	Tecnología electrónica	<b>Módulo:</b>	Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas	
<b>Carácter:</b>	Optativa	<b>Curso:</b>	1º	<b>Semestre:</b> 2º

	Total	Teóricas	Prácticas	Laboratorio
<b>Horas presenciales</b>	45	28	7	10

<b>Profesor/a Coordinador/a:</b>	José Antonio López Orozco			<b>Dpto:</b>	DACyA
	<b>Despacho:</b>	234.0	<b>e-mail</b>	jalo@dacya.ucm.es	

Teoría / práctica - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
S3.1	L	09:30 – 11:00	José Antonio López Orozco	2º semestre	35	DACyA
	X	11:00 – 12:00				

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Laboratorio Sistemas Digitales (2ª Planta)	L 14:30 – 17:00 fechas a concretar según progreso del curso	José A. López Orozco	10	DACyA

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
José Antonio López Orozco	L de 11:00 – 12:30, X de 9:30 – 11:00(*)	jalo@dacya.ucm.es	Despacho 234.0.

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

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducir los principios de la robótica y la mecatrónica.</li> <li>• Como mecatrónica se refiere a la integración de la mecánica, la electrónica, el control y la informática para el diseño de sistemas inteligentes.</li> <li>• Utilizar como campo de aplicación la robótica móvil donde se pondrá de manifiesto la interrelación de todos estos aspectos.</li> </ul>

Competencias
CB6-10, CT1-10, CG1, CG2, CG3, CG5, CG10, CG11, CE3, CE5

Resumen
Sensores y actuadores. Microcontroladores. Robótica móvil. Computadores y programación de robots. Sistemas mecánicos y electrónicos.

Programa de la asignatura
<p>A lo largo del curso se construirá un robot móvil donde poner en práctica los distintos aspectos de la mecatrónica. Para ello se estudiará:</p> <p><b>1.- Introducción a la Mecatrónica</b></p> <p>Se especifica qué es la mecatrónica y las disciplinas que aúna: la ingeniería mecánica, ingeniería electrónica, ingeniería de control e ingeniería informática. Se destaca la importancia de la mecatrónica como innovación en el sector industrial, comercial y de servicios y ejemplos donde se aplica, destacando la importancia del diseño y del control y su apoyo en sensores y transductores, sistemas de medición, actuadores, microprocesadores, microcontroladores, etc.</p> <p><b>2.- Introducción a la Robótica</b></p> <p>Una aplicación de la mecatrónica es la robótica móvil. Así, en este tema se estudia qué es la robótica y qué se entiende por robot. Se verá la evolución de los robots hasta nuestros días y se distinguirá entre robots manipuladores y robots móviles. Se diseñará la estructura del robot móvil que se utilizará a lo largo del curso.</p> <p><b>3.- Diseño y arquitectura de robots</b></p> <p>Se revisarán los conceptos más utilizados y relacionados con robots autónomos. Así se estudiarán las diferentes arquitecturas de control (reactivas, jerárquicas e híbridas), ejemplos de tipos de robots (de ruedas independientes, de patas, aéreas,...) y los modelos de comportamiento (individuales, colectivos, cooperantes,...). Como ejemplo práctico se estudiarán diferentes microcontroladores. Se utilizará un microcontrolador para dotar al robot móvil de cierta inteligencia y procesar la información recibida por los sensores.</p> <p><b>4.- Actuadores</b></p> <p>Los actuadores son elementos fundamentales en Mecatrónica. Se revisarán los distintos tipos de actuadores más habituales entre los que se encuentran los destinados a producir movimiento (motores y cilindros), los destinados al trasiego de fluidos (bombas) y los de tipo térmico. Se realizará hincapié en motores estudiando y aprendiendo a controlar los distintos tipos de motores utilizados en robótica. Se incorporarán algunos de estos motores al robot diseñado.</p> <p><b>5. Sensores</b></p> <p>La percepción es un elemento esencial en la mecatrónica y en la robótica. 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 visión artificial. Se dotará el robot de varios sensores.</p> <p><b>6.- Control y programación de robots</b></p> <p>El control de un dispositivo electromecánico es fundamental en la mecatrónica, se mostrará cómo se controla y se dota de inteligencia a un robot. Así se estudiarán aspectos tales como la representación del entorno, la planificación de tareas y la</p>

navegación. Se realizará una introducción a la fusión e integración multisensorial para la construcción de mapas. Como ejemplo práctico se procurará realizar un modelo sencillo del entorno del robot construido para tareas complejas.

**Prácticas:**

Los aspectos que se van a tratar en las prácticas son:

- Construcción de una plataforma móvil para el robot
- Uso de motores en robótica
- Tipos de sensores y caracterización
- Movimiento y localización del robot
- Planificación de trayectorias y tareas complejas
- Construcción de mapas

**Bibliografía**

- Robótica. Control, detección, visión e inteligencia. K.S. Fu, R.C. González y C.S.G. Lee. Mc. Graw-Hill, 1988.
- Sensors for mobile robots. Theory and application. H.R. Everett. A.K. Peters. Wellesley, 1995.
- Robot motion planning. J.C. Latombe. Kluwer Academic Publishers, 1991.
- Mechatronic Systems, Sensors, and Actuators: Fundamentals and Modeling (The Mechatronics Handbook, Second Edition). Robert H. Bishop. CRC Press, 2007.
- Robotics, mechatronics, and artificial intelligence: experimental circuit blocks for designers. Newton C. Braga. Newnes, 2002.

**Recursos en internet**

Asignatura en el Campus Virtual de la UCM.

**Metodología**

**Docencia presencial 100% (Escenario 0)**

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.
- Clases prácticas, en las que se resolverán problemas, se comentarán trabajos recientes y se realizarán exposiciones monográficas por parte de los alumnos.
- Se diseñará y construirá un robot móvil donde poner en práctica los distintos aspectos estudiados en teoría.

**Docencia semi-presencial (Escenario 1)**

Si fuese necesario, debido a que la capacidad del aula no permite la presencia simultánea de alumnos y su división en dos subgrupos se aplicará la modalidad B: El profesor o profesora pondrá a disposición de los estudiantes en el Campus Virtual material para seguir las clases teóricas, donde se incluirán grabaciones con las explicaciones más importantes de cada tema grabadas con antelación, garantizando que se garantice la misma adquisición de competencias que las clases teóricas presenciales. La docencia presencial en esta modalidad se dedicará a resolución de problemas, clases prácticas, etc, para cada subgrupo.

En cuanto a la realización de las prácticas, se entregará el material necesario a los alumnos para la construcción del robot y preparación de la práctica en casa. Deberán traerlos en los turnos presenciales que les corresponda, para continuar con el desarrollo de la práctica, la resolución de dudas y problemas que se tenga y la evaluación de lo realizado.

### Docencia en línea (Escenario 2)

En el caso de que se impida la asistencia al Centro por las autoridades y mientras se mantenga la restricción, se realizarán sesiones online utilizando Collaborate (o Google Meets en su defecto) que serán grabadas, donde se expliquen los conceptos teóricos más importantes del tema correspondiente y se realizarán ejercicios y problemas.

En cuanto a las prácticas, como se dispone del material para trabajar en casa, se realizará el montaje y la práctica solicitas. La revisión del trabajo realizado y la resolución de dudas o tutorías se realizará de forma online utilizando Google Meets.

### Evaluación

#### Realización de exámenes

Peso:

50%

Se realizarán un examen final (E) que será evaluado hasta un máximo de 10 puntos. Se podrá sustituir este examen por una evaluación continua, con la que se evalúen a lo largo del curso los conocimientos adquiridos (Ec).

#### Otras actividades de evaluación

Peso:

50%

Realización de prácticas en el laboratorio. Se valorará 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 este apartado también se valorarán la entrega de problemas, ejercicios y trabajos, individuales o en grupo, que se proponen durante el curso y que podrán realizarse o ser resueltos durante las clases, así como la exposición de temas monográficos por parte del alumno.

### Calificación final

La calificación final C será la obtenida en una de estas dos opciones:

- Evaluación continua de los conocimientos teóricos Ec (en escala de 0 a 10):

$$C = 0.5 Ec + 0.5 A$$

Sólo se podrán aplicar estos porcentajes cuando se hubiera obtenido en Ec una nota igual o superior a 3.5, en caso contrario deberá realizar el examen final.

- Examen final, E (en una escala de 0 a 10):

$$C = 0.5 E + 0.5 A$$

Sólo se podrán aplicar los porcentajes anteriores cuando se hubiera superado el examen final E con una nota igual o superior a 3.5

siendo A, la nota de las actividades de evaluación (en escala de 0 a 10): prácticas de laboratorio y otras actividades propuestas durante el curso.

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

<b>Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas</b>	<b>curso 2020-2021</b>	
--	------------------------	---

<b>Ficha de la asignatura:</b>	<b>Prácticas en Empresa</b>			<b>Código</b>	609237
<b>Materia:</b>	Prácticas en Empresa	<b>Módulo:</b>	Prácticas Externas		
<b>Carácter:</b>	Obligatoria	<b>Curso:</b>	1º	<b>Semestre:</b>	2º

	Total	Teóricas	Prácticas	Laboratorio
<b>Horas presenciales</b>	150		150	

<b>Profesor/a Coordinador/a:</b>	Luis Miguel Sánchez Brea			<b>Dpto:</b>	Óptica
	<b>Despacho:</b>	O1-D09	<b>e-mail</b>	optbrea@ucm.es	

<b>Resultados del aprendizaje (según el documento de verificación de la titulación)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permitir evaluar alguna de las competencias del Máster.</li> <li>• Los relacionados con el tema del trabajo concreto que realice cada estudiante.</li> <li>• Estudiar en profundidad, analizar y desarrollar un tema concreto basándose en los contenidos y el nivel de las materias del Máster.</li> <li>• Mostrar capacidad para aplicar las habilidades y competencias adquiridas durante los estudios del Máster a situaciones concretas y nuevas.</li> <li>• 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.</li> </ul>

<b>Competencias</b>
CB6-10, CG1, CG2, CG3, CG5, CG10, CG11, CE4, CE9, CE10

<b>Resumen</b>
Las Prácticas en Empresa versarán sobre un tema bien definido de interés para el estudiante dentro del ámbito de las tecnologías Electrónicas y/o Fotónicas y a un nivel que pueda ser abordado con los conocimientos y competencias del Máster. Un profesor tutor asesorará al estudiante en su realización.

<b>Conocimientos previos necesarios</b>
Los adquiridos durante el presente curso de máster

<b>Metodología</b>
--------------------

El objetivo formativo de las Prácticas en Empresas es familiarizarse con el entorno profesional, realzando las capacidades adquiridas a la vez que el estudiante se acerca al mundo laboral. Cada alumno en prácticas tendrá un tutor en la institución externa. También se le asignará un profesor de la titulación que actuará como tutor e informará sobre la adecuación de las tareas asociadas con las prácticas a los objetivos formativos del Máster.

Las actividades formativas correspondientes a las PE se realizarán en las empresas o instituciones externas cumpliendo con las medidas de seguridad dictadas por las autoridades sanitarias y por la propia empresa o institución externa. Si la UCM lo requiere, las empresas deberán firmar el anexo de responsabilidad COVID-19 antes del inicio de las prácticas.

Si las condiciones de salud pública impidiesen la realización de actividades presenciales, las PE se adaptarán a las condiciones de trabajo que la empresa o institución externa estipule (teletrabajo, reducción de horas de las PE, ...), garantizando en todos los casos la adquisición de las competencias y resultados de aprendizaje mínimos previstos. El Anexo del estudiante deberá modificarse para recoger esta adaptación y será revisado por el coordinador de la PE.

### Evaluación

El alumno deberá elaborar una memoria que será evaluada por una Comisión. Dicha Comisión valorará la precisión, estructuración y presentación de la memoria del trabajo y su exposición y defensa oral. La Comisión de evaluación solicitará al profesor tutor un informe en el que valore el trabajo realizado por el estudiante. Asimismo, el tutor en la empresa elaborará un informe evaluando el rendimiento del alumno. Este informe debe ser aportado por el alumno ante la Comisión, en sobre cerrado y firmado.

### Prácticas ofertadas

Una vez comenzado el curso se publicará la lista de prácticas ofertadas.

### Procedimiento de matriculación

Para la asignatura Prácticas en Empresa, la matrícula nunca se realizará de forma automática sino presencial. Para ello, 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 tutor en la empresa, un tutor académico de la UCM y el propio alumno. Para la gestión del mismo será necesario ponerse en contacto con el/la coordinador/a de la titulación quien os informará sobre las ofertas y adjudicación de las prácticas. El protocolo de asignación deberá pasar por la plataforma GIPE de gestión, por lo que es altamente recomendable darse de alta al inicio de curso. Una vez acordada la práctica y firmado el anexo, el alumno deberá entregarlo a la Vicedecana de Movilidad y Prácticas quien lo remitirá a Secretaría de Alumnos para proceder a la matrícula. En ese momento se procederá a matricular también el TFM.

<b>Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas</b>	<b>curso 2020-2021</b>	
--	------------------------	---

<b>Ficha de la asignatura:</b>	<b>Trabajo Fin de Máster</b>			<b>Código</b>	60924 0
<b>Materia:</b>	Trabajo Fin de Máster	<b>Módulo:</b>	Trabajo Fin de Máster		
<b>Carácter:</b>	Obligatoria	<b>Curso:</b>	1º	<b>Semestre:</b>	2º

	Total	Teóricas	Prácticas	Laboratorio
<b>Horas presenciales</b>	150		150	

<b>Profesor/a Coordinador/a:</b>	Luis Miguel Sánchez Brea			<b>Dpto:</b>	Óptica
	<b>Despacho:</b>	O1-D09	<b>e-mail</b>	optbrea@ucm.es	

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

- Permitir evaluar las competencias del Máster.
- 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 Máster.
- Mostrar capacidad para aplicar las habilidades y competencias adquiridas durante los estudios del Máster 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.

#### Competencias

CG1-CG9, CG-11, CG6-CB10, CE1, CE3-CE5, CE11, TFM

#### Resumen

El Trabajo Fin de Máster versará sobre un tema bien definido de interés para el estudiante dentro del ámbito de las tecnologías Electrónicas y/o Fotónicas y a un nivel que pueda ser abordado con los conocimientos y competencias del Máster. Un profesor tutor deberá aprobar el tema del trabajo y asesorar al estudiante en su realización.

#### Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos durante el presente curso de máster

#### Metodología

Tutorías periódicas con el tutor para analizar el desarrollo del Trabajo Fin de Máster.

En caso de que las actividades previstas en el TFM incluyan trabajo experimental en instalaciones de la Facultad o centro externo, éstas deberán realizarse cumpliendo con las medidas de seguridad dictadas por las autoridades sanitarias. Si las condiciones de salud pública impidiesen la realización de dichas actividades presenciales, los tutores deberán adaptar la ficha o plan de trabajo para garantizar la adquisición de competencias cumpliendo con las restricciones sanitarias, informando al alumno de los cambios realizados con tiempo suficiente. Dichas modificaciones serán aprobadas por la Comisión Coordinadora del Máster.

### Evaluación

El alumno deberá elaborar una memoria que será evaluada por una Comisión. Dicha Comisión valorará la precisión, estructuración y presentación de la memoria del trabajo y su exposición y defensa oral. La Comisión de evaluación solicitará al profesor tutor un informe en el que valore el trabajo realizado por el estudiante.

### Líneas de investigación

El Trabajo de Fin de Máster consistirá en la realización de un trabajo individual y original de iniciación a la investigación bajo la dirección de alguno de los profesores del Máster. Se podrá desarrollar dicho Trabajo en otros centros o empresas, siempre y cuando el alumno lo solicite previamente a la Comisión Coordinadora del Máster y ésta dé su conformidad.

Los temas de investigación generales en que se realizarán los Trabajos serán:

- Diseño de circuitos integrados.
- Sistemas empotrados.
- Sistemas-en-Chip (SOC).
- Computación reconfigurable.
- Arquitectura de procesadores.
- Redes de sensores.
- Modelado y control.
- Robots autónomos.
- Visión por computador.
- Control inteligente.
- Implantación iónica.
- Pulverización catódica.
- Células solares de banda intermedia.
- Dieléctricos de alta permitividad.
- Determinación de campos electromagnéticos en medios biológicos.
- Efectos acumulados de la radiación en circuitos electrónicos (Daño por desplazamiento y por dosis ionizante).
- Fiabilidad de circuitos digitales frente a la radiactividad natural.
- Inducción de sucesos aislados en circuitos electrónicos por láser pulsado.
- Estudio de sensores de estado sólido para gases.

- Fotodetectores de alta velocidad y bajo ruido.
- Electrónica de alta frecuencia y alta fiabilidad.
- Láser y tecnología Láser.
- Formación y procesado de imágenes.
- Metrología óptica.
- Generación y caracterización de haces luminosos.
- Dispositivos y materiales fotónicos.
- Nanoóptica y microóptica.
- Óptica difractiva.
- Óptica no lineal y ultrarrápida.
- Fotomateriales holográficos.
- Biofotónica.
- Óptica cuántica

Independientemente de la lista de temas anteriores, cualquier profesor del Máster podrá dirigir Trabajos de Fin de Máster. Se podrán además establecer contactos con investigadores de otros centros para la dirección de Trabajos.

#### **Trabajos de Fin de Máster ofertados**

Una vez comenzado el curso se publicará la lista de Trabajos fin de Máster ofertados.

## 5. Reconocimiento de Créditos

La Universidad Complutense tiene publicado el Reglamento de Reconocimiento de Créditos en Grados y Másteres en la siguiente dirección web: <http://www.ucm.es/normativa>.

## 6. Coordinación y Control de Calidad del Máster

La Comisión Coordinadora del Máster, entre otras funciones, es la encargada de analizar y revisar tanto la planificación de las enseñanzas del título como la ordenación temporal de los diferentes módulos y materias. Esta comisión está constituida por dos profesores de cada uno de los tres Departamentos que participan en la Docencia del Máster (Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica, Arquitectura de Computadores y Automática y Óptica).

La composición de la Comisión Coordinadora es la siguiente:

- Luis Miguel Sánchez Brea (Coordinador del Máster)  
Dpto. Óptica  
Despacho O1-D09 (primera planta, ala oeste)  
Tfno.: 91 394 4403. Correo-e: [optbrea@ucm.es](mailto:optbrea@ucm.es)
- Germán González Díaz  
Dpto. de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
- José Luis Imaña Pascual  
Dpto. Arquitectura de Computadores y Automática
- José Antonio López Orozco  
Dpto. Arquitectura de Computadores y Automática
- Dña. María Cruz Navarrete Fernández  
Dpto. Óptica
- D. Enrique San Andrés Serrano  
Dpto. de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica.

El Sistema de garantía interna de calidad del Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas se puede encontrar en la siguiente dirección web: <http://fisicas.ucm.es/estudios/2017-18/master-electronicayfotonica-estudios-sgc>.

## 7. Cuadros Horarios

1º SEMESTRE		Aula S3.1					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes		
09:00-09:30		POyDSI	DF	MEP			
09:30-10:00			PNSIC	POyDSI			
10:00-10:30		DCI					
10:30-11:00		PNSIC	DCI	OD			
11:00-11:30			OD	MEP	DF		
11:30-12:00							
12:00-12:30							
12:30-13:00							
13:00-13:30							
13:30-14:00							
14:00-14:30							
14:30-15:00							
15:00-15:30		Laboratorios DF / POyDSI	Laboratorios PNSIC / MEP	Laboratorios DCI / OD			
15:30-16:00							
16:00-16:30		Laboratorios* DF / POyDSI	Laboratorios* MEP	Laboratorios* DCI / OD			
16:30-17:00							
17:00-17:30							
17:30-18:00							
18:00-18:30							
18:30-19:00							
19:00-19:30							
19:30-20:00							

\* La franja horaria de 17:30-20:00 se utilizará, en caso de necesidad por la crisis sanitaria, para desdobles de grupos, etc.,

Los laboratorios de cada asignatura tendrán una presencialidad total de 10 h.

2º SEMESTRE		Aula S3.1			
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
09:00-09:30					
09:30-10:00	RyM		CE		
10:00-10:30					
10:30-11:00					
11:00-11:30	CE		RyM		
11:30-12:00					
12:00-12:30	LMO		LMO		
12:30-13:00					
13:00-13:30					
13:30-14:00					
14:00-14:30					
14:30-15:00	Laboratorios RyM / CE		Laboratorios RyM / CE		
15:00-15:30					
15:30-16:00					
16:00-16:30					
16:30-17:00	Laboratorios* RyM / CE		Laboratorios* RyM / CE		
17:30-18:00					
18:00-18:30					
18:30-19:00					
19:00-19:30					
19:30-20:00					

\* La franja horaria de 17:30-20:00 se utilizará, en caso de necesidad por la crisis sanitaria, para desdobles de grupos, etc.,

Los laboratorios de cada asignatura tendrán una presencialidad total de 10 h.

## 8. Calendario Académico

Periodos de clases y exámenes	
Clases Primer Semestre:	del 28 de septiembre de 2020 al 22 de enero de 2021, ambos inclusive(*)
Exámenes Primer Semestre:	del 25 de enero al 12 de febrero de 2021, ambos inclusive
Entrega de Actas	26 de febrero de 2021
Clases Segundo Semestre:	del 15 de febrero al 28 de mayo del 2021, ambos inclusive
Exámenes Segundo Semestre (mayo-junio):	del 31 de mayo al 17 de junio del 2021, ambos inclusive
Entrega de Actas	25 de junio de 2021
Exámenes Segunda Convocatoria (junio-julio)	del 30 de junio al 20 de julio de 2020
Entrega de Actas	28 de julio de 2021

*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
2 de noviembre	Festividad de Todos los Santos trasladada
9 de noviembre	Madrid, festividad de La Almudena
13 de noviembre	San Alberto Magno trasladado
7 de diciembre	Día de la Constitución Española trasladada
8 de diciembre	Inmaculada Concepción
29 de enero	Santo Tomás de Aquino trasladado
1 de mayo	Día del Trabajo (sábado)
2 de mayo	Festividad Comunidad de Madrid (domingo)
15 de mayo	Madrid, festividad de San Isidro (sábado)
Del 23 de diciembre al 7 de enero	Vacaciones de Navidad
Del 3 al 13 de abril	Vacaciones de Semana Santa
Del 21 de julio al 31 de agosto	Vacaciones de Verano

*Calendario aprobado por la Comisión Permanente del Consejo de Gobierno de 11 de marzo de 2020 y Junta de Facultad de Ciencias Físicas de 26 de junio de 2020, sin perjuicio de lo que el calendario laboral establezca en relación con los días inhábiles. Los periodos no lectivos han sido establecidos en el calendario de organización docente oficial del curso académico 2019-2020, aprobado por acuerdo del Consejo de Gobierno en su sesión de 28 de enero de 2020 y modificado el 26 de mayo de 2020 (BOUC del 5 de junio del 2020).*

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.

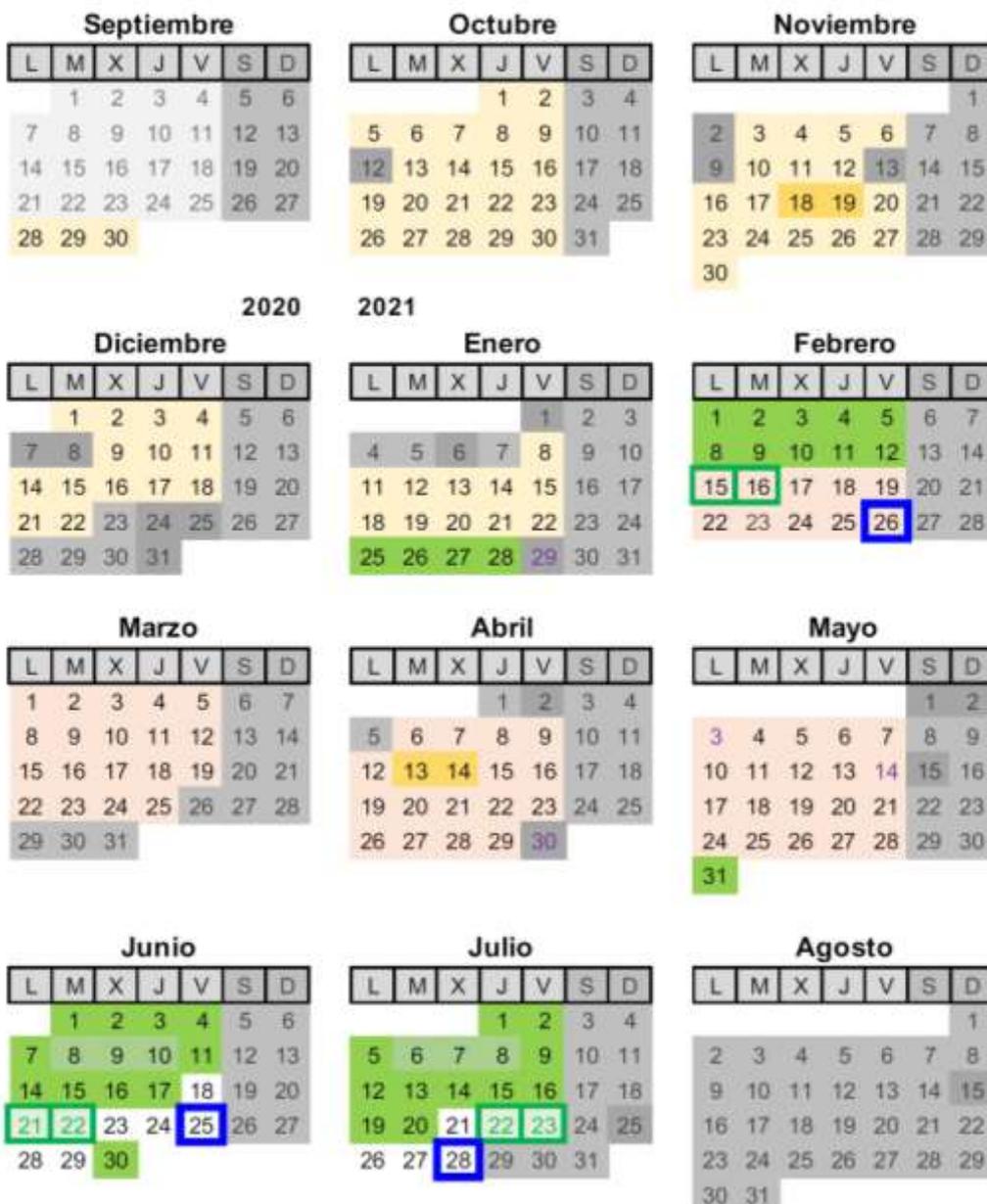
	L	M	X	J	V	días
S1	11	14	14	14	14	67
S2	13	14	14	14	12	67



## Facultad de Ciencias Físicas Calendario académico del curso 2020-21



(aprobado en la Junta de Facultad del 26-6-2020)



clases semestre 1   
  clases semestre 2   
  parciales de 1º  
 exámenes   
  lectura TFGs   
  entrega de actas   
  x no lectivos

Las actas extraordinarias de TFM y Prácticas en Empresa de Máster se entregarán el 21 de septiembre

Una vez publicadas en el BOE y en el BOCM las correspondientes normas sobre días festivos para el año 2021, de ámbito nacional, autonómico y local, se reflejarán en este calendario.

## 9. 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 [www.ucm.es/normativa](http://www.ucm.es/normativa), <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) <https://www.ucm.es/matricula-estudios-oficiales>

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:

Alumnos de nuevo acceso <https://fisicas.ucm.es/matriculanuevoingreso>

Resto de alumnos <https://fisicas.ucm.es/matricula-resto-de-alumnos>

### 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)

<http://pendientedemigracion.ucm.es/bouc/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 en Física

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>

## 10. Control de cambios

Versión	Fecha modificación	Cambio efectuado	Secciones afectadas	Páginas afectadas
1.0	16/07/2020	Primera versión.		
1.0	22/07/2020	Aprobada por la Junta de Facultad		