Curso | 2022-2023

Guía Docente del Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas

Facultad de Ciencias Físicas
Universidad Complutense de Madrid

Versión 2.0 – 04/07/2022

APROBADA EN JUNTA DE FACULTAD EL 29 DE JUNIO DE 2022

Contenido

Contenido **2**
1 Presentación 3
1 Requisitos de acceso y criterios de admisión 4
2 Estructura del Plan de Estudios 6
2.1 Estructura general 6
2.2 Asignaturas del Plan de Estudios 10
2.3 Prácticas en Empresa 10
2.4 Trabajo de Fin de Máster 11
3 Fichas de las Asignaturas 13
Dispositivos Fotónicos 13
Medidas Electrónicas de Precisión 16
Programación de Nodos Sensores para Internet de las Cosas 20
Procesado Óptico y Digital de Señales e Imágenes 24
Diseño de Circuitos Integrados 28
Óptica Digital 32
Compatibilidad Electromagnética: Análisis, Diseño y Normativas 36
Láseres y Metrología Óptica 40
Robótica y Mecatrónica 44
Prácticas en Empresa 48
Trabajo Fin de Máster 50
4 Reconocimiento de Créditos **53**
5 Coordinación y Control de Calidad del Máster **53**
6 Cuadros Horarios **54**
7 Calendario Académico **56**
ANEXO. Enlaces de interés **58**
8 Control de cambios **59**

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**.

1 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).

a) 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.

a) 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.

2 Estructura del Plan de Estudios

2.1 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:

Bases de las Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas (Obligatorio)			
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
	Total:	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:

Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas (Optativo)

Tecnología Electrónica (TE)	ECTS	Tecnología Fotónica (TF)	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 2022-23 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 2022 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
MÓDULO DE FORMACIÓN BÁSICA																						

Electrónica	X	X	X	X	X		X	X		X	X				X				X	X	X	
Fotónica	X	X	X	X	X	X	X			X	X											
Sistemas	X	X	X	X	X							X	X									
Señales	X	X	X	X	X											X	X	X				
MÓDULO OPTATIVO																						
Tecnología Electrónica	X	X	X	X	X			X		X												
Tecnología Fotónica	X	X	X	X	X		X	X		X	X								X	X		
MÓDULO DE PRÁCTICAS EXTERNAS EN EMPRESA																						
Prácticas en Empresa	X	X	X	X	X				X					X	X							
MÓDULO DE TRABAJO DE FIN DE MÁSTER																						
Trabajo Fin de Máster	X	X	X	X	X	X		X	X	X					X							X

Las Competencias Básicas del Máster son las siguientes:

CB6.- Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

CB7.- Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB8.- Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CB9.- Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CB10.- Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Estas competencias, dado su carácter básico, se adquieren en todas las asignaturas del máster.

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 sinteticen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas.

2.2 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

2.3 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, realzando las capacidades adquiridas a la vez que el estudiante se acerca al mundo laboral.

2.4 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.

3 Fichas de las Asignaturas

Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas **curso 2022-2023**	

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

	Total	**Teóricas**	**Prácticas**	**Laboratorio**
Horas presenciales	45	28	7	10

Profesor/a Coordinador/a:	Julio Serna Galán		**Dpto:**	Óptica
	Despacho:	O1-D12	**e-mail**	azul@ucm.es

Grupo	**Profesor**	T/P/L[1]	**Dpto.**	**e-mail**
único	Julio Serna Galán Mª Cruz Navarrete Fernández	T/P/L T/P/L	Óptica Óptica	azul@ucm.es mcnavarr@ucm.es

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

Teoría / práctica - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	**Día**	**Horario**	**Profesor**	**Periodo/ Fechas**	**Horas**	**Dpto.**
13	X J	9:00-10:00 12:30-14:00	Julio Serna Galán	07/09 – 22/09 13/10 – 15/12	30	Óptica
			Mª Cruz Navarrete Fernández	28/09 – 6/10	5	

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	**Lugar**	**Sesiones**	**Profesor**	**Horas**	**Dpto.**
A1	Lab. de Óptica 2ª planta, módulo central norte	2 sesiones 15:00-20:00 Martes 18 oct, 8 nov.	Mª Cruz Navarrete Fernández	10	Óptica
A2		2 sesiones 15:00-20:00 Martes 25 oct, 15 nov.		10	

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	M: 9.30-12.30 X: 10.30-13.30	mcnavarr@ucm.es	O1-D08, planta 1ª

Resultados del Aprendizaje (según documento de verificación)

- Comprender y conocer distintos sistemas de emisión y detección de luz, en particular los basados en semiconductores.
- Entender las características y propagación en guías de onda, fibras ópticas y cristales fotónicos.
- Comprender el significado de la modulación de una señal y estudiar los distintos fenómenos en los que se basan los moduladores.
- Conocer los distintos tipos de sensores fotónicos.
- Introducir la óptica no lineal.

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

1. Introducción. Nociones básicas de Óptica
2. Guías de onda y fibras ópticas
3. Óptica no lineal y moduladores de luz
4. Emisores y detectores
5. Cristales fotónicos. Pinzas ópticas. Metamateriales

Prácticas

- Familiarización y manejo de fibras ópticas.
- Medida de la apertura numérica de una fibra óptica.
- Pérdidas en una fibra óptica.
- Medida de la atenuación espectral en una fibra óptica.
- Observación de modos de propagación en una fibra óptica.
- Medida de la longitud de onda de corte de una fibra óptica.
- Sensores de fibra óptica.
- Sensor de temperatura basado en una fibra óptica estrechada.
- Detectores PSD/CCD.

Bibliografía
• Optoelectronics, an introduction. J. Wilson, J. Hawkes. Prentice Hall 1998. • Photonic Devices. Jia-Ming Liu. Cambridge University Press 2005. • Fundamentals of Photonics, 2nd edition. B.E.A. Saleh, M. C. Teich. Wiley 2007.
Recursos en internet
Se utilizará el Campus virtual

Metodología
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.

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 $N_{Final} = 0.55\ N_{Examen} + 0.45\ N_{OtrasActiv}$, donde N_{Examen} 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.

Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas

curso 2022-2023

Ficha de la asignatura:	**Medidas Electrónicas de Precisión**			**Código**	609230
Materia:	Electrónica	**Módulo:**	Bases de las Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas		
Carácter:	Formación Básica	**Curso:**	1º	**Semestre**	1º

	Total	**Teóricas**	**Prácticas**	**Laboratorio**
Horas presenciales	45	28	7	10

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

Teoría / práctica- Detalle de horarios y profesorado

Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	X J	12:30 – 14:00 09:00 – 10:00	Francisco Javier Franco Peláez	1er semestre	35	EMFTEL

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado

Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Laboratorio 109.0 (Sótano)	15:00-17:30: 21/IX, 28/IX, 26/X, 23/XI	Daniel Caudevilla Gutiérrez	10	EMFTEL
A2	Laboratorio 109.0 (Sótano)	17:30-20:00: 21/IX, 28/IX, 26/X, 23/XI		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)
Daniel Caudevilla Gutiérrez	M, J: 11:30-13:00	danicaud@ucm.es	Despacho 114.0 Biblioteca (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 interconexionado. 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: 2 Introducción a la instrumentación • Conexionado • Aparatos para la instrumentación y control por ordenador. 1. 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: • Aparatos para la instrumentación • El amplificador de instrumentación y sensores resistivos. • Conversión D/A y reguladores lineales • Sensores generadores y conversión A/D

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

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.

Evaluación

Realización de exámenes	**Peso:**	60 %
Se realizará un examen teórico en las convocatorias de febrero y julio.		
Otras actividades de evaluación	**Peso:**	40 %

Este apartado se desglosará de la siguiente manera:

1. Evaluación de prácticas de laboratorio e informes correspondientes (15 %)
2. Presentación en clase sobre tema propuesto por el profesor (10 %)
3. Tareas propuestas por el profesor (15 %)

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

Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas curso 2022-2023	

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

	Total	**Teóricas**	**Prácticas**	**Laboratorio**
Horas presenciales	45	28	7	10

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

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

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	**Lugar**	**Sesiones**	**Profesor**	**Horas**	**Dpto.**
A1	Laboratorio Circuitos Digitales	X (15:00 – 17:00) 5 oct / 19 oct / 2 nov / 16 nov / 30 nov	Carlos García Sánchez	10	DACyA

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	**horarios**	**e-mail**	**Lugar**
Carlos García Sánchez	Miércoles 11-13 h	garsanca@ucm.es	Despacho 235 (2ª planta)

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

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

- Conocimiento de los sistemas empotrados y sus diferentes aplicaciones en tiempo real.
- Comprensión de la organización interna de un sistema empotrado y de los subsistemas que lo constituyen, así como las principales alternativas de integración.
- Capacidad de utilización de microprocesadores y microcontroladores.
- Comprensión de las principales técnicas orientadas a la optimización de prestaciones,

consumo y fiabilidad de sistemas empotrados.

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

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

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{ex})	**Peso:**	50 %
Se realizará un examen final (oral de defensa de un proyecto final o escrito).		
Otras actividades (N_{lab})	**Peso:**	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.		
Calificación final		
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.

Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas curso 2022-2023	

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

	Total	**Teóricas**	**Prácticas**	**Laboratorio**
Horas presenciales	45	28	7	10

Profesor/a Coordinador/a:	María José Gómez Silva		**Dpto:**	DACyA
	Despacho: 225.0	**e-mail**	mgomez77@ucm.es	

Teoría / práctica - Detalle de horarios y profesorado

Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	M J	9:00-10:30 10:00-11:00	Tatiana Alieva María José Gómez Silva	06 sept – 18 oct 20 oct –15 dic	17,5 17,5	Óptica DACyA

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado

Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Laboratorio de Óptica (planta 2)	15:00-17:30: 4 oct, 18 oct	Tatiana Alieva	5	Óptica
A2		15:00-17:30:11 oct, 25 oct		5	
A1,A2	Laboratorio 108 (planta sótano).	15:00-17:30: 8 nov, 29 nov	María José Gómez Silva	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
María José Gómez Silva	X de 16:00 a 19:00 J de 16:00 a 19:00	mgomez77@ucm.es	Despacho 225

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

- J. F. James *A Student`s Guide to Fourier Transforms,* Cambridge University Press, (2002).
- S. W. Smith, *Digital Signal Processing: a Practical Guide for Engineers and Scientists*, Elsevier Science & Technology (2002)
- J. W. Goodman, *Introduction to Fourier Optics*, Third Edition, Roberts & Company, Englewood, (2005).
- J. M. Girón-Sierra, *Digital Signal Processing with Matlab Examples,* Springer, (2017).
- J. W. Hoboken, *Digital signal processing using MATLAB for students and researchers,* NJ, Wiley, (2011)
- J.G. Proakis, D.G. Manolakis, *Digital Signal Processing,* Prentice Hall, (2006).
- S. Mitra, *Digital Signal Processing*, McGraw-Hill (2005).
- S. Qian, *Introduction to Time-Frequency and Wavelet Transform*, Prentice Hall, (2001).

Complementaria

- O. K. Ersoy, *Diffraction, Fourier Optics, and Imaging*, Wiley Interscience, NJ, USA, (2007).
- D. Voelz, *Computational Fourier Optics: a MATLAB tutorial*, SPIE Press, Washington USA, 2011.
- A.V. Oppenheim, A.S. Willsky, *Signals and Systems*, Prentice Hall, (1996)
- 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.

Metodología
Se desarrollarán las siguientes actividades formativas: - Clases de teoría - Clases prácticas (problemas y laboratorios). - Tutorías, en las que se discutirán y resolverán dudas de forma personalizada o en pequeños grupos o en línea. En las clases se utilizarán, a discreción del profesor, la pizarra, proyecciones con ordenador, videos, simulaciones por ordenador, etc.

Evaluación		
Realización de exámenes	**Peso:**	50 %
Examen		
Otras actividades de evaluación	**Peso:**	50 %
Ejercicios entregables: 15%. Informes de los experimentos en el laboratorio (en grupo): 20% Escritura de un artículo basado en los contenidos del laboratorio y la literatura científica: 15%		
Calificación final		
La calificación final será: N_{Final} =0.5 x $N_{Exámen}$+0.5 x $N_{OtrasActiv}$ Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.		

Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas curso 2022-2023	

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

	Total	**Teóricas**	**Prácticas**	**Laboratorio**
Horas presenciales	45	28	7	10

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

Teoría / práctica - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	**Día**	**Horario**	**Profesor**	**Periodo/ Fechas**	**Horas**	**Dpto.**
13	M X	10:30 – 11:30 11:00 – 12:30	José Luis Imaña Pascual Enrique San Andrés	21/09 – 14/12 06/09 – 20/09	29 6	DACyA EMFTEL

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	**Lugar**	**Sesiones**	**Profesor**	**Horas**	**Dpto.**
A1	Laboratorio 108 (Planta Sótano)	J (15:00 – 17:30) 4 sesiones a concretar según progreso del curso	José Luis Imaña Pascual	10	DACyA
A2		J (15:00 – 17:30) 4 sesiones a concretar según progreso del curso		10	

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	**horarios**	**e-mail**	**Lugar**
José Luis Imaña Pascual	M: 11:30-12:30 y 14:00-15:00 J: 10:30-11:30 (*)	jluimana@ucm.es	Despacho 226.0
Enrique San Andrés	J de 9:30 a 11:30 y de 14:00 a 15:00. X de 9:30 a 11:00 y de 12:30 a 14:00 (*)	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 combinacionales 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 combinacionales 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 combinacionales 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 full-custom de circuitos combinacionales y 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
Se desarrollarán las siguientes actividades formativas: • Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones. • Prácticas de laboratorio distribuidas durante el curso.

Evaluación		
Realización de exámenes (N_{ex})	**Peso:**	50 %
Se realizará una prueba online del primer tema de la asignatura (cuyo peso será un 20% de la nota del examen Nex). Se realizará un examen final de las partes restantes de la asignatura correspondientes al diseño full-custom y semi-custom (cuyo peso será un 80% de la nota del examen Nex).		
Otras actividades (N_{lab})	**Peso:**	50 %
Realización de prácticas en el laboratorio, cuya asistencia será obligatoria. Se valorarán la calidad de la memoria presentada y el correcto funcionamiento de la práctica realizada en cada sesión. También se tendrán en cuenta la actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones. En 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.		
Calificación final		
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 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.

Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas
curso 2022-2023

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

	Total	Teóricas	Prácticas	Laboratorio
Horas presenciales	45	28	7	10

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

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

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

Teoría / práctica - Detalle de horarios y profesorado

Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	M J	13:00 – 14:00 11:00 – 12:30	Luis Miguel Sánchez Brea	6 sept – 2 nov	20	Óptica
			Jesús del Hoyo Muñoz	3 nov - 16 dic	15	Óptica

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado

Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Laboratorio de Óptica (planta 2)	J (15:00 – 20:00) 4 sesiones	Luis Miguel Sánchez Brea / Jesús del Hoyo Muñoz	10	Óptica
A2		J (15:00 – 20:00) 4 sesiones		10	

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado

Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Luis Miguel Sánchez Brea	L – 11:00 – 14:00 (*)	optbrea@ ucm.es	O1-D09
Jesús del Hoyo Muñoz	L – 10:30 – 13:30 (*) X – 14:30 – 17:30	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 Generación dinámica de elementos ópticos difractivos Generadores y conformadores de haces, óptica adaptativa Holografía digital y pinzas ópticas
Prácticas - Funcionamiento de un SLM - Elementos ópticos difractivos en un SLM - Calibración de un SLM - Fabricación de DOEs por irradiación láser - Calibración de un cristal líquido

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 (2007). - F. M. Dickey, Laser beam shaping: theory and techniques. CRC press, 2018. - Diffractio: https://diffractio.readthedocs.io/en/latest/ - Py-pol: https://py-pol.readthedocs.io/en/master/
Recursos en internet
Asignatura en el Campus Virtual de la UCM: https://www.ucm.es/campusvirtual/CVUCM/index1.php

Metodología
Se desarrollarán las siguientes actividades formativas: - Clases de teoría, donde se presentarán y comentarán los contenidos, ilustrados con ejemplos y aplicaciones. En las clases se utilizarán, a discreción del profesor, la pizarra, proyecciones con ordenador o transparencias, simulaciones por ordenador, etc. - Clases prácticas. Se resolverán problemas, se comentarán trabajos recientes y se realizarán exposiciones monográficas por parte de los alumnos. También se desarrollarán ejercicios prácticos mediante técnicas de cálculo numérico. - 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.

Evaluación		
Realización de exámenes	**Peso:**	50 %
Se realizará dos exámenes escritos sobre los contenidos de la teoría que supondrá el 50% de la nota final.		
Sesiones de laboratorio	**Peso:**	25 %
Las actividades relacionadas con el laboratorio supondrán el 25% de la nota final. Se realizará una presentación oral del trabajo realizado en el laboratorio.		
Problemas y ejercicios entregables	**Peso:**	25 %
Los problemas y ejercicios entregables a lo largo del curso tendrán un 25% de la nota final.		

Calificación final
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.

Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas curso 2022-2023	

Ficha de la asignatura:	**Compatibilidad Electromagnética: Análisis, Diseño y Normativas**	**Código**	609234

Materia:	Tecnología electrónica	**Módulo:**	Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas		
Carácter:	Optativa	**Curso:**	1º	**Semestre**	2º

	Total	**Teóricas**	**Prácticas**	**Laboratorio**
Horas presenciales	45	28	7	10

Profesor/a Coordinador/a:	Gianluca Susi		**Dpto:**	EMFTEL
	Despacho:	3ª planta- local 105.0- módulo este	**e-mail**	gsusi@ucm.es

Teoría / práctica - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	**Día**	**Horario**	**Profesor**	**Periodo/ Fechas**	**Horas**	**Dpto.**
5B	L X	9:30 - 10:30 9:30 - 11:00	Gianluca Susi	2º semestre	35	EMFTEL

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	**Lugar**	**Sesiones**	**Profesor**	**Horas**	**Dpto.**
A1	210	X 14:30 – 17:00 - fechas a concretar según progreso del curso	Gianluca Susi	10	EMFTEL
A2		L 14:30 – 17:00 - fechas a concretar según progreso del curso		10	

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	**horarios**	**e-mail**	**Lugar**
Gianluca Susi	L: 10:30-12:00 J: 11:30-13:00	gsusi@ucm.es	3ª planta, local 105.0 módulo este

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

- Que el alumno conozca los distintos problemas que surgen por la interferencia mutua de equipos electrónicos.
- Que sea capaz de clasificar dichos problemas y de solucionarlos con las técnicas más apropiadas.
- 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 compatibilidad electromagnética (CEM). Límites de emisión, susceptibilidad y compatibilidad. Fuentes y tipos de interferencias. Características. Normativas y reglamentos. Organismos de normalización.
2. **Conceptos básicos:** Repaso de ecuaciones de Maxwell. Materiales. Condiciones de contorno. Ondas planas. Densidad de flujo de potencia media. Líneas de transmisión. Parámetros de dispersión.
3. **Campos de Radiación**: Potenciales retardados. Ecuaciones de onda. Campos radiados por un elemento de corriente y por una antena. Campo lejano. Polarización.
4. **Parámetros Básicos de Radiación**: La antena como elemento circuital. Diagrama de radiación. Intensidad de radiación. Directividad y ganancia. Potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE). Área Equivalente de antena. Fórmula de Friis. Ruido captado por una antena.
5. **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.
6. **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.
7. **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. Red de estabilización de impedancia de línea (LISN). Transitorios en líneas de transmisión. Tecnología PLC.
8. **Descargas Electrostáticas y Rayos**: Electricidad estática. Modelo de cuerpo humano. Descarga electrostática (ESD). Test de sensibilidad y 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.

9. **Ruido e Interferencias en Sistemas de Comunicaciones**: Relación señal a ruido en comunicaciones analógicas y digitales. Ruido en dipolos, cuadripolos y cadenas receptoras. Protección electrónica. Expansión espectral por secuencia directa (DSSS) y por salto de frecuencia (FHSS). Bloqueadores: tipos. Bloqueo con seguimiento. Efecto de los códigos de corrección de errores. Efecto de las antenas directivas.
10. **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. Simulación de una antena de bocina.
2. Simulación de apantallamientos.
3. Medida y caracterización de interferencias radiadas.
4. Medidas de diagrama de radiación y coeficientes de reflexión de diversos materiales.
5. Transitorios en líneas de transmisión.
6. Diseño, fabricación y caracterización de líneas microstrip. Medidas de diafonía.
7. Medida de interferencias conducidas mediante LISN.

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
La asignatura posee aspectos teóricos y prácticos. 1. En las clases de teoría el alumno recibirá información detallada acerca de los temas incluidos en el programa. Con el objetivo de favorecer el aprendizaje, se fomentará la interacción entre los alumnos, y entre los alumnos y el profesor. 2. En las clases prácticas se aplicarán los conocimientos adquiridos en clase. Estas se desarrollarán de manera presencial en el aula de informática y en laboratorio.

Evaluación		
Realización de exámenes	**Peso:**	60 %
El alumno realizará un examen final puntuable de 0 a 10 puntos.		
Otras actividades de evaluación	**Peso:**	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.		

Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas
curso 2022-2023

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

	Total	Teóricas	Prácticas	Laboratorio
Horas presenciales	45	28	7	10

Profesor/a Coordinador/a:	Juan Antonio Quiroga Mellado		Dpto:	Óptica
	Despacho:	O1-D07	e-mail	aq@fis.ucm.es

Teoría / práctica - Detalle de horarios y profesorado

Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	L, X	12:00 - 13:30	Juan Antonio Quiroga	23 enero-22 feb	17	Óptica
			Javier Hernández Rueda	27 feb- 12 abril	18	Óptica

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado

Grupo	Lugar	Periodo	Profesor	Horas	Dpto.
Único	Laboratorio Óptica. 2º Planta	17 abril-10 mayo	Javier Hernández Rueda	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
Javier Hernández Rueda	L 14:30 – 17:30 presencial X 14:30 – 17:30 online	fj.hernandez.rueda@ucm.es	O1-D17

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

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
• Conocer conceptos metrológicos 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 - Estudio de modos en cavidades láser

Bibliografía
1. T. Yoshizawa “Handbook of Optical Metrology: Principles and Applications “CRC Press” (2009)
1. K. J. Gasvik “Optical Metrology” 3 Ed. John Wiley & sons (2002)
1. G. Cloud “Optical methods of engineering analysis” Cambridge University press (1998)
1. M.L. Calvo (Coord.), *Óptica Avanzada*, Capitulo 8. Editorial Ariel Ciencia, Barcelona, (2002).
1. O. Svelto, *Principles of Lasers*. 5th edition. Springer (2010)
1. Apuntes del profesor.
Recursos en internet
Asignatura en el Campus Virtual de la UCM: https://www.ucm.es/campusvirtual/CVUCM/index1.php

Metodología
Se desarrollarán las siguientes actividades formativas: - Clases de teoría, donde se presentarán y comentarán los contenidos, ilustrados con ejemplos y aplicaciones. En las clases se utilizarán, a discreción del profesor, la pizarra, proyecciones con ordenador o transparencias, simulaciones por ordenador, etc. - 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.

Evaluación		
Realización de exámenes	**Peso:**	50 %
Se realizará un examen final escrito sobre los contenidos de la teoría que será evaluado hasta un máximo de 10 puntos.		
Sesiones de laboratorio	**Peso:**	40 %
Las actividades relacionadas con el laboratorio supondrán el 30% de la nota final. Se realizará una presentación oral del trabajo realizado en el laboratorio: 10% de la nota final.		
Problemas y ejercicios entregables	**Peso:**	10 %
Los problemas y ejercicios entregables a lo largo del curso tendrán un 10% de la nota final.		
Calificación final		
La calificación final será $N_{Final} = 0.5N_{Exámen} + 0.4N_{LAB}$,+0.1$N_{PROB}$ 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 semiprencial se adaptarán las proporciones de evaluación.

Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas
curso 2022-2023

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

	Total	**Teóricas**	**Prácticas**	**Laboratorio**
Horas presenciales	45	28	7	10

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

Teoría / práctica - Detalle de horarios y profesorado

Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	L X	09:30 – 11:00 11:00 – 12:00	José Antonio López Orozco	2º semestre	35	DACyA

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 Antonio López Orozco	10	DACyA
A2	Laboratorio Sistemas Digitales (2ª Planta)	L 14:30 – 17:00 fechas a concretar según progreso del curso	José Antonio 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)

- Introducir los principios de la robótica y la mecatrónica.
- Como mecatrónica se refiere a la integración de la mecánica, la electrónica, el control y la informática para el diseño de sistemas inteligentes.
- Utilizar como campo de aplicación la robótica móvil donde se pondrá de manifiesto la interrelación de todos estos aspectos.

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
A lo largo del curso se construirá un robot móvil donde poner en práctica los distintos aspectos de la mecatrónica. Para ello se estudiará: **1.- Introducción a la Mecatrónica** 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. **2.- Introducción a la Robótica** 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. **3.- Diseño y arquitectura de robots** 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, aéreos,...) y los modelos de comportamiento (individuales, colectivos, cooperantes,...). Se definirá la nomenclatura, sistemas de coordenadas, etc. 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. **4.- Actuadores** 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. **5. Sensores** 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. **6.- Control y programación de robots** 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 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
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.

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. Tendrá un peso mayor la última práctica en la que se muestra el robot final e incorpora todos los elementos desarrollados a lo largo del curso.		

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.

Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas
curso 2022-2023

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

	Total	Teóricas	Prácticas	Laboratorio
Horas presenciales	150		150	

Profesor/a Coordinador/a:	Luís Ángel Tejedor Álvarez		Dpto:	EMFTEL
	Despacho:	242.0	e-mail	latejedo@ucm.es

Resultados del aprendizaje (según el documento de verificación de la titulación)

- Permitir evaluar alguna de 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

CB6-10, CG1, CG2, CG3, CG5, CG10, CG11, CE4, CE9, CE10

Resumen

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.

Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos durante el presente curso de máster

Metodología

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.

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. U Una vez acordada la práctica y firmado el anexo, el/la coordinador/a lo entregará a la Vicedecana de Movilidad, Prácticas y Empleabilidad, quien lo remitirá a Secretaría de Alumnos para proceder a la matrícula de la asignatura de Prácticas y del TFM.

Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas
curso 2022-2023

Ficha de la asignatura:	**Trabajo Fin de Máster**			**Código**	609240
Materia:	Trabajo Fin de Máster	**Módulo:**	Trabajo Fin de Máster		
Carácter:	Obligatoria	**Curso:**	1º	**Semestre:**	2º

	Total	**Teóricas**	**Prácticas**	**Laboratorio**
Horas presenciales	150		150	

Profesor/a Coordinador/a:	Luís Ángel Tejedor Álvarez		**Dpto:**	EMFTEL
	Despacho:	242.0	**e-mail**	latejedo@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.

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.
- Ópitica 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.

4 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.

5 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 Ángel Tejedor Álvarez (Coordinador del Máster)
  Dpto. de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica.
  Despacho 242.0
  Tfno.: 91 394 45 46. Correo-e: latejedo@ucm.es
- 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.
- Luis Miguel Sánchez Brea
  Dpto. Óptica

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.

6 Cuadros Horarios

1º SEMESTRE			Seminario 3.2		
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
09:00-09:30		POyDSI	DF	MEP	
09:30-10:00					
10:00-10:30			PNSIC	POyDSI	
10:30-11:00		DCI			
11:00-11:30			DCI	OD	
11:30-12:00		PNSIC			
12:00-12:30					
12:30-13:00			MEP	DF	
13:00-13:30		OD			
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					
16:30-17:00					
17:00-17:30					
17:30-18:00					

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

2º SEMESTRE			Seminario 3.2		
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
09:00-09:30					
09:30-10:00	CE		CE		
10:00-10:30					
10:30-11:00	RyM				
11:00-11:30			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					
17:30-18:00					

Los laboratorios de cada asignatura tendrán una presencialidad total de 10 h.
La asignatura LMO tiene los laboratorios incluidos en el horario de mañana

7 Calendario Académico

Periodos de clases y exámenes	
Clases Primer Semestre:	Del 5 de septiembre al 16 de diciembre de 2022
Exámenes Primer Semestre (diciembre-enero):	Del 19 al 21 de diciembre de 2022 y del 9 al 20 de enero de 2023
Entrega de Actas	6 de febrero de 2023
Clases Segundo Semestre:	Del 23 de enero al 30 de marzo de 2023 y del 11 de abril al 10 de mayo de 2023
Exámenes Segundo Semestre (mayo):	del 11 al 31 de mayo de 2023
Entrega de Actas	16 de junio de 2023
Exámenes Convocatoria Extraordinaria (junio)	del 12 al 30 de junio de 2023
Entrega de Actas	14 de julio de 2023

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
1 de noviembre	Festividad de Todos los Santos
9 de noviembre	Madrid, festividad de La Almudena
14 de noviembre	San Alberto Magno, trasladado
6 de diciembre	Día de la Constitución Española
8 de diciembre	Inmaculada Concepción
27 de enero	Santo Tomás de Aquino
1 de mayo	Día del Trabajo
2 de mayo	Festividad Comunidad de Madrid
15 de mayo	Madrid, festividad de San Isidro
Del 22 de diciembre al 8 de enero	Vacaciones de Navidad
Del 31 de marzo al 10 de abril	Vacaciones de Semana Santa

Calendario basado en el aprobado por la comisión permanente del Consejo de Gobierno de la UCM el 30/113/21, que no incluye información del calendario laboral e incluye los festivos del 2023 (https://www.ucm.es/calendarios).

Con este calendario, la distribución de días lectivos por semestre y día de la semana resulta ser el reflejado en la tabla de la derecha.

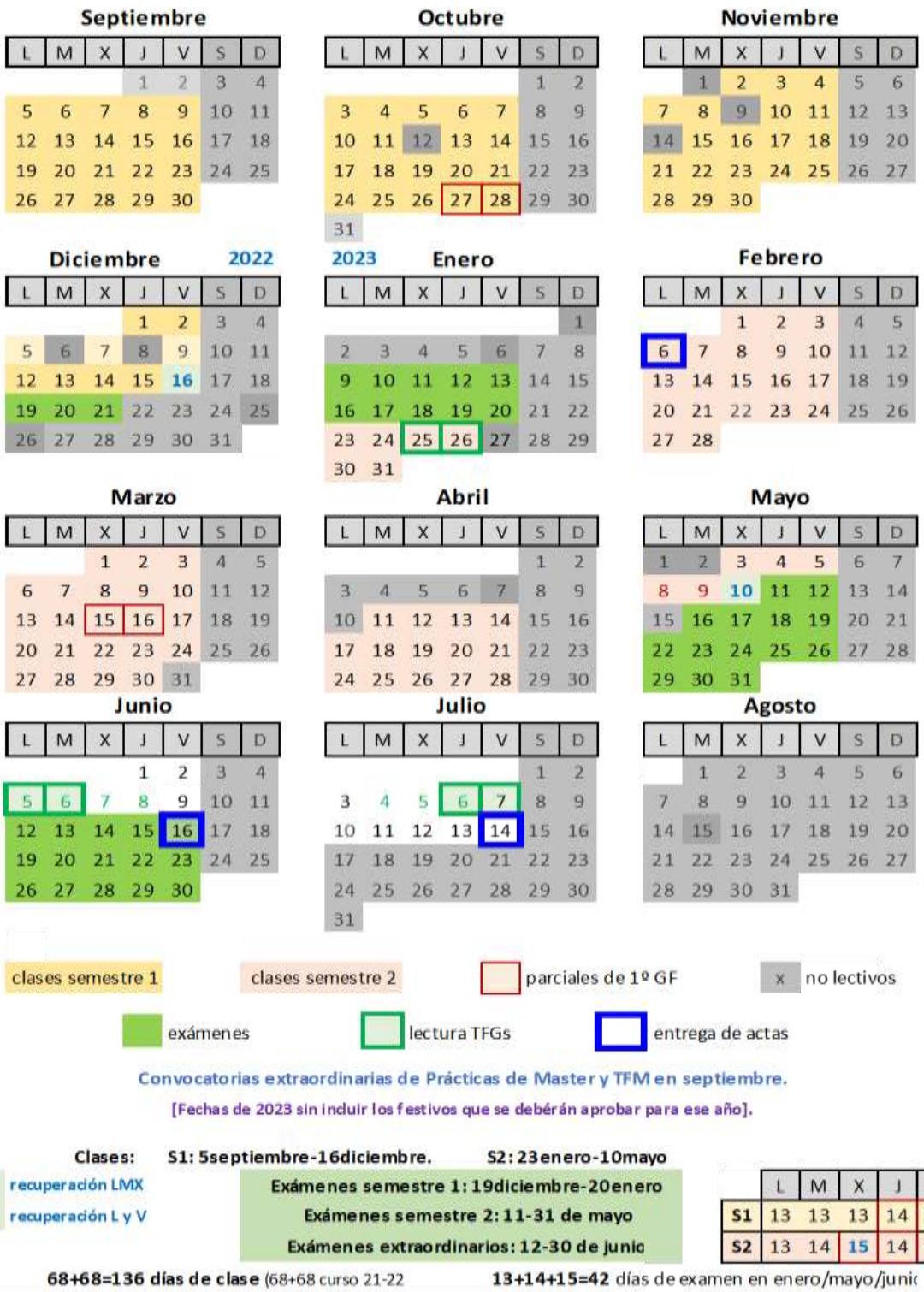
Viernes 16/12/22 y miércoles 10/5/22 serán para recuperación de clases, según procedimiento a precisar.

	L	M	X	J	V	dias
S1	13	13	13	14	15	67
S2	13	14	15	14	12	66

Facultad de Ciencias Físicas

Calendario académico del curso 2022-23

(Aprobado en Junta de Facultad del 20-12-21)



Convocatorias extraordinarias de Prácticas de Master y TFM en septiembre.

[Fechas de 2023 sin incluir los festivos que se deberán aprobar para ese año].

Clases: **S1: 5septiembre-16diciembre.** **S2: 23enero-10mayo**

16 recuperación LMX

10 recuperación L y V

Exámenes semestre 1: 19diciembre-20enero

Exámenes semestre 2: 11-31 de mayo

Exámenes extraordinarios: 12-30 de junio

	L	M	X	J	V	dias
S1	13	13	13	14	15	68
S2	13	14	15	14	12	68

68+68=136 días de clase (68+68 curso 21-22 **13+14+15=42** días de examen en enero/mayo/junio

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, 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

8 Control de cambios

Versión	Fecha modificación	Cambio efectuado	Secciones afectadas	Páginas afectadas
0.0	29/05/2022	Versión provisional. Pendiente aprobación Junta de Facultad		
1.0	20/06/2022	Versión revisada. Pendiente aprobación Junta de Facultad		
2.0	04/07/2022	Versión aprobada en Junta de Facultad el 29/06/2022		