

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA: FOTONICA

CÓDIGO: 501439

CURSO ACADÉMICO: **2024/2025**

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico 2024-2025

Identificación y características de la asignatura			
Código	501439	Créditos ECTS	6
Denominación (español)	FOTÓNICA		
Denominación (inglés)	FUNDAMENTALS OF PHOTONICS		
Titulaciones	Grado en Ing. Telemática en Telecom./Doble grado en Ing. Telem./Ing. Informática Tec. Inf.		
Centro	CENTRO UNIVERSITARIO DE MÉRIDA		
Semestre	4	Carácter	OBLIGATORIA
Módulo	Formación Básica para Telecomunicación		
Materia	Física II		
Profesorado			
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
Enrique Abad Jarillo	22	eabad@unex.es	AVUEX
Área de conocimiento	FÍSICA APLICADA		
Departamento	FÍSICA APLICADA		
Profesor coordinador (si hay más de uno)			
Competencias			
Competencias básicas			
✓	CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio		
✓	CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio		
✓	CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética		
✓	CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado		
✓	CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía		
Competencias generales			
✓	CG3 - Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje		

	de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
✓	CG4 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación.
✓	CG9 - Capacidad de trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe y de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.

Competencias específicas

	CE3 - Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
✓	CE4 - Comprensión y dominio de los conceptos básicos de sistemas lineales y las funciones y transformadas relacionadas, teoría de circuitos eléctricos, circuitos electrónicos, principio físico de los semiconductores y familias lógicas, dispositivos electrónicos y fotónicos, tecnología de materiales y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería
✓	CE13 - Capacidad para comprender los mecanismos de propagación y transmisión de ondas electromagnéticas y acústicas, y sus correspondientes dispositivos emisores y receptores.
✓	CE16 - Capacidad de utilizar distintas fuentes de energía y en especial la solar fotovoltaica y térmica, así como los fundamentos de la electrotecnia y de la electrónica de potencia

Competencias transversales

✓	CT2. Pensamiento crítico
	CT10. Comunicación escrita
✓	CT11. Comunicación en lengua extranjera
	CT16. Trabajo en equipo

Contenidos

Breve descripción del contenido

- Principios de la óptica geométrica y electromagnética.
- Emisión y detección de ondas electromagnéticas. Ecuaciones de Maxwell y ondas electromagnéticas en el vacío y en la materia.
- Producción, detección y aplicaciones.
- Propagación de una señal en fibra óptica: teoría de modos. Fenómenos de dispersión y atenuación.
- Principios físicos de la modulación de una señal para telecomunicaciones.
- Naturaleza cuántica de la emisión y detección de radiación.
- Fundamentos y aplicaciones del láser.
- Principio de funcionamiento de los dispositivos fotónicos más comunes.
- Células fotovoltaicas.

Temario de la asignatura

Denominación del tema 1: APROXIMACION HISTORICA: DESCRIPCION DE LA LUZ COMO CORPUSCULOS, ONDAS Y RAYOS.
 Contenidos del tema 1: Introducción. Propagación rectilínea de la luz y determinación de su velocidad. La velocidad de la luz como límite fundamental de la Naturaleza. Controversia histórica sobre la naturaleza de la luz: teoría corpuscular versus teoría ondulatoria. Fenómenos de reflexión y refracción desde el punto de vista de la teoría corpuscular. Angulo límite y reflexión total. Teoría ondulatoria: principio de superposición de Huygens. Fenómenos de reflexión y refracción desde el punto de vista

<p>ondulatorio. Evidencia experimental de la naturaleza ondulatoria de la luz: experimento de Young. La luz como onda electromagnética. Resurrección de la teoría corpuscular en el S. XX. Dualidad onda-corpúsculo.</p>
<p>Denominación del tema 2: OPTICA GEOMETRICA Contenidos del tema 2: Introducción. Aproximación del rayo. Optica por reflexión: espejos planos y esféricos. Aberración esférica y aproximación paraxial. Fórmula de los espejos. Diagramas de rayos y aumento de la imagen por reflexión. Optica por refracción: formación de imágenes por refracción en interfases esféricas. Aumento de la imagen por refracción. Sistemas de lentes delgadas. El ojo humano. Instrumentos ópticos más comunes.</p>
<p>Denominación del tema 3: LA LUZ COMO ONDA ELECTROMAGNETICA Contenidos del tema 3: Introducción. Definición de interferencia y de difracción. Experimento de Young (doble rendija). Difracción de Fraunhofer. Producción y detección de ondas electromagnéticas. Ecuaciones de Maxwell. Deducción de la ecuación de ondas. El espectro electromagnético. Dispersión de la luz: prismas. Polarización: fundamentos y aplicaciones Métodos para obtener luz polarizada: absorción selectiva, reflexión, esparcimiento y birrefringencia.</p>
<p>Denominación del tema 4: TRANSMISIÓN DE SEÑALES EN FIBRA OPTICA Contenidos del tema 4: Introducción. Definición de fibra óptica. Propagación de una señal en fibra óptica: enfoque de la óptica geométrica. Propagación de una señal: enfoque de la óptica electromagnética. Modos de propagación en guías de ondas. Fuentes de dispersión de la señal. Compensación de dispersión. Fibras de salto de índice y fibras de gradiente de índice. Fibras monomodo y fibras multimodo. Técnicas de modulación de la señal.</p>
<p>Denominación del tema 5: INTERACCION DE LUZ Y MATERIA: FOTONES Contenidos del tema 5: Introducción. Primeros indicios de la naturaleza cuántica de la luz: el espectro de radiación del cuerpo negro y la catástrofe ultravioleta. El efecto fotoeléctrico: explicación mediante la teoría corpuscular de Einstein (fotones). Aplicaciones del efecto fotoeléctrico externo. Primeros modelos de la estructura de la materia: el modelo de Thomson y el de Rutherford. Cuantización de la energía: modelo de Bohr para el átomo de hidrógeno. Ondas materiales: hipótesis de De Broglie. Formulación probabilística: principio de indeterminación de Heisenberg y ecuación de Schrödinger. Efecto túnel. Caracterización de los estados electrónicos con números cuánticos: espín del electrón. Espectros atómicos de emisión y absorción. Reglas de selección para transiciones radiativas.</p>
<p>Denominación del tema 6: FUNDAMENTOS Y APLICACIONES DEL LASER Contenidos del tema 6: Introducción. Transiciones radiativas espontáneas y estimuladas. Luz coherente. Inversión de población en un medio activo por bombeo óptico. Amplificación de una señal luminosa en un resonador óptico: el láser. Tipos de láser. Aplicaciones más comunes. Emisión estimulada en el rango de microondas: el máser.</p>
<p>Denominación del tema 7: DISPOSITIVOS FOTOEMISORES Y FOTODETECTORES Contenidos del tema 7: Introducción. Teoría de bandas de energía. Conductores, aislantes, y semiconductores. Ocupación de los estados electrónicos: nivel de Fermi. Dependencia térmica de la conductividad de un semiconductor. Semiconductores intrínsecos y extrínsecos. Propiedades de la unión p-n. Característica corriente-voltaje de un diodo ideal. Diodos no ideales. LEDs y diodos láser. Fotodiodos. Dispositivos acoplados con carga (CCD). Células fotovoltaicas. Sistemas biológicos fotosensibles. Retos de las ciencias fotónicas en el futuro.</p>
<p>PRÁCTICAS Las prácticas guardarán relación con los temas arriba expuestos y vendrán</p>

condicionadas por el tipo de material físico y/o virtual disponible. Está previsto estudiar aspectos relacionados con las leyes de la óptica geométrica, y las propiedades ondulatorias de la luz, así como fenómenos de interacción luz-materia tales como el efecto fotoeléctrico, entre otros, si bien el profesor se reserva la posibilidad de modificar los contenidos comunicándolo con la antelación suficiente a los alumnos.

Actividades formativas

Horas de trabajo del alumno por tema		Horas Gran grupo	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	PCH	LAB	ORD	SEM	TP	EP
1	12	5		2				5
2	19	7		2				10
3	19	7		2				10
1,2,3	6						1	5
4	12	5		2				5
5	25	9		4				12
4,5	6						1	5
6	10	3		2				5
7	17	6		1				10
6,7	6						1	5
Evaluación	18	3						15
TOTAL	150	45		15			3	87

GG: Grupo Grande (85 estudiantes).

PCH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes).

LAB: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes).

ORD: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)

SEM: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

Metodologías docentes

Se utilizará la metodología genérica descrita en la memoria del Título para la materia Física II, a la que pertenece esta asignatura. Dicha metodología viene descrita por los siguientes epígrafes:

- Enseñanza participativa: Trabajos prácticos en grupos medianos o pequeños.
- Tutorización: Actividad de seguimiento para tutela de trabajos dirigidos, consultas de dudas y asesoría en grupos pequeños o individuales.
- Aprendizaje autónomo mediante el análisis de documentos escritos, la elaboración de memorias, el estudio de la materia impartida y desarrollo de los supuestos prácticos planteados.
- Aprendizaje virtual. Uso de herramientas virtuales de comunicación entre profesor y estudiante e incluso entre los estudiantes entre sí.
- Clases expositivas de teoría y problemas: Presentación de los contenidos de la asignatura y planificación de la participación de todos los estudiantes en las distintas tareas. Discusión de aspectos teóricos. Adicionalmente se podrán programar eventos formativos a cargo de expertos.

** Indicar el número total de horas de evaluación de esta asignatura.

A continuación se da una descripción un poco más concreta de los métodos utilizados y se relacionan con competencias transversales a desarrollar:

Se utilizarán recursos didácticos tradicionales (clases expositivas con diapositivas y explicaciones en la pizarra) en combinación con otros más novedosos basados en las nuevas tecnologías (por ejemplo simulaciones interactivas de java). Cuando resulte apropiado, en el curso se aplicarán métodos en los que el alumno adquiera mayor protagonismo y aprenda a pensar autónomamente (se estimulará la lluvia de ideas en relación con los contenidos del curso, la resolución de problemas en la pizarra o la de retos en el laboratorio, la elaboración de trabajos sobre temas a elegir en pequeños grupos, de memorias de laboratorio (CT10, CT16), etc.. Por ejemplo, el profesor podrá presentar alguna falsa paradoja y se dará a los alumnos pistas para resolverla (CT2). Alguna/s actividad/es se aprovecharán para evaluar las habilidades comunicativas en inglés en relación a los contenidos de la asignatura (CT11). Los alumnos interactuarán con el profesor a través del campus virtual, y podrán hacerlo también entre sí, en foros moderados por el profesor. También podrán acudir a tutorías de libre acceso, y serán supervisados en su evolución por el profesor en las tutorías programadas. Por último, el profesor dedicará también una parte del tiempo a sesiones divulgativas sobre temas de actualidad relacionados con las ciencias fotónicas.

Cualquier actividad presencial podrá ser sustituida por una virtual de valor formativo equivalente si las circunstancias obligan a ello.

Resultados de aprendizaje

- Conocer las propiedades más importantes de las ondas mecánicas y electromagnéticas y sus implicaciones para la transmisión de información.
- Conocer las leyes de propagación de señales electromagnéticas a través de distintos medios y sistemas ópticos (guías de luz, fibras ópticas, redes de difracción).
- Saber aplicar dichas leyes para entender y analizar la transmisión y modulación de una señal, así como la problemática asociada a la misma.
- Entender los principios básicos de la interacción entre las ondas electromagnéticas y la materia (especialmente los semiconductores) desde el punto de vista de la física cuántica
- Entender las bases físicas y las aplicaciones del láser y de diversos dispositivos de generación, modulación y detección de luz y señales.
- Entender el principio de funcionamiento y diseño de algunos de los dispositivos fotónicos más comunes (leds, diodos láser, fotodiodos, CCD, celdas fotovoltaicas, etc.).

Vinculados a competencias transversales:

- Analizar la coherencia de los juicios propios y ajenos, ya valorar las implicaciones personales y sociales de los mismos (CT2, 2do nivel de dominio)
- Comunicarse con soltura por escrito, estructurando el contenido del texto y los apoyos gráficos para facilitar la comprensión e interés del lector en escritos de extensión media (CT10, 2do nivel dominio)
- Comunicarse con soltura de forma argumentada en otra lengua en textos de cierta complejidad (CT11, 2do nivel de dominio)

- Participar y colaborar activamente en las tareas del equipo y fomentar la confianza, la cordialidad y la orientación a la tarea conjunta (CT16, 1er nivel de dominio).

Sistemas de evaluación

Habrán dos sistemas de evaluación (continua y única prueba global). En ambos casos, para superar la asignatura se requerirá el 50% de la puntuación máxima posible. Los distintos instrumentos de evaluación están diseñados para medir el grado de adquisición de los resultados de aprendizaje y las competencias asociadas que se mencionan más arriba.

Continua

Por defecto, se aplicará un itinerario de evaluación continua basado en: actividades puntuables en el aula (seguimiento), realización de prácticas de laboratorio y un examen de certificación. En este marco de evaluación continua, la ponderación de cada uno de los instrumentos de evaluación en la nota final es la siguiente:

Examen final (60% nota final, no recuperable en convocatoria ordinaria; la nota no se guardará para la convocatoria extraordinaria, pero será recuperable a través del examen final de dicha convocatoria)

La evaluación de los conocimientos adquiridos por el alumno se realizará mediante una prueba escrita al final del semestre.

Prácticas (20% nota final, no recuperable en convocatoria ordinaria; calificación de convocatoria ordinaria recuperable a través de prueba de competencias experimentales y/o nuevo test de prácticas en convocatoria extraordinaria)

A criterio del profesor, las prácticas se desarrollarán ya sea individualmente o en grupos pequeños sujetos a su supervisión, y podrán ser tanto presenciales en el laboratorio, como virtuales (o bien una combinación de ambas modalidades). Se deberá entregar una memoria evaluable de cada una de las prácticas antes de la fecha límite correspondiente. En la calificación de las prácticas se tendrá en cuenta la nota media de las memorias y la obtenida en un test de cuestiones sobre las prácticas. Cada persona o grupo deberá entregar en el campus virtual (y, si las circunstancias lo permiten, también en versión impresa) una memoria evaluable para cada una de las prácticas realizadas en las sesiones de laboratorio en el plazo que el profesor indique. En caso de prácticas grupales, el profesor supervisará que todos los miembros del grupo trabajan en equipo adecuadamente; si alguno de los miembros no lo hiciera, no podrá entregar la memoria junto con sus compañeros.

Cada memoria de prácticas deberá contener los siguientes apartados:

- a) Portada, en la que figurará claramente el nombre y apellidos de la persona o de los miembros que han realizado la práctica y el grupo al que pertenecen.
- b) De cada práctica: título, objetivo que se persigue, fundamento teórico, materiales y método experimental utilizado, resultados obtenidos, conclusiones y, dado el caso, bibliografía empleada. El apartado de resultados obtenidos deberá contener, dado el caso, un análisis de datos con cálculo de errores y ajuste por mínimos cuadrados.
- c) En cada memoria figurará un "Anexo: Toma de Datos", en el que se incluirán las hojas de toma de datos supervisadas, firmadas y fechadas por el profesor.

La ausencia de alguno de estos apartados se considerará una carencia fundamental de la memoria. En particular, en el caso de prácticas grupales, si en la memoria de

práctica de un grupo falta el nombre de alguno/s de sus miembros, se considerará que estos miembros no han participado en su elaboración y no se les reconocerá la memoria como entregada. Si por otro lado el profesor constata que algún miembro del grupo no ha participado en grado suficiente en la elaboración de una memoria junto con sus compañeros, tampoco le reconocerá ésta como entregada.

Un alumno podrá ser excluido de la participación en una práctica si llega con más de 15 minutos de retraso al laboratorio/sesión virtual, o si el profesor determina que no se ha preparado satisfactoriamente para realizar la práctica mediante la lectura del correspondiente guión. La no participación por este motivo o la inasistencia por causas no justificadas a una práctica impedirá al alumno entregar la correspondiente memoria. Las memorias con carencias fundamentales o entregadas fuera de plazo se consideraran no entregadas.

Seguimiento (20% nota final, no recuperable en convocatoria ordinaria; calificación de la convocatoria ordinaria recuperable a través de una prueba específica en convocatoria extraordinaria)

Se valorará la participación exitosa en las actividades y/o tareas individuales y/o grupales propuestas por el profesor, pudiendo algunas de ellas desarrollarse en lengua inglesa a criterio del docente. También será el profesor quien decida sobre el carácter presencial o no presencial de las actividades y/o tareas propuestas. En particular, la asistencia y participación en clase podrá ser objeto de evaluación si el profesor lo estimare conveniente.

En convocatoria extraordinaria, el alumno podrá optar por guardar en todo o en parte sus notas previas de la convocatoria ordinaria en todos los apartados que no sean el examen final, o bien hacer pruebas de recuperación para el test de prácticas, el trabajo de laboratorio reflejado en las memorias de prácticas, y el seguimiento. En todos los casos, el alumno asumirá el riesgo de obtener una calificación más baja si se presenta.

En cualquiera de los casos, cualquier tentativa de falseamiento de resultados propios, copia de resultados ajenos o cesión de los propios a terceros sin autorización del profesor supondrá la pérdida de todos los puntos en todos los apartados de la asignatura en la convocatoria que corresponda.

La tabla de abajo resume la ponderación de los distintos instrumentos de evaluación:

Sistemas de evaluación	Porcentaje
Examen.	60%
Prácticas de laboratorio.	20%
Actividades de seguimiento.	20%

Los porcentajes asignados a cada uno de los apartados arriba descritos podrán variar de acuerdo con las indicaciones de la Universidad en el caso de que no fuera posible llevar a cabo la docencia presencialmente.

Cualquier instrumento de evaluación presencial podrá ser sustituido por uno virtual si las circunstancias obligan a ello.

Única prueba final de carácter global

Existirá también un itinerario alternativo de evaluación consistente en una única prueba global final que estimará si el alumno ha desarrollado competencias que puedan ser consideradas equivalentes a las distintas actividades de la asignatura. A esta única prueba se le asignará el 100% de la puntuación, y tendrá un apartado específico de evaluación de competencias de las prácticas de laboratorio.

Para acogerse a este segundo itinerario, el alumno deberá imperativamente especificarlo en el plazo legalmente establecido tanto para la convocatoria ordinaria, como para la extraordinaria. En ningún caso se guardarán notas de la convocatoria ordinaria para la extraordinaria.

La prueba global final podrá tener lugar virtualmente si las circunstancias obligan a ello.

En cualquiera de los casos, cualquier tentativa de falseamiento de resultados propios, copia de resultados ajenos o cesión de los propios a terceros sin autorización del profesor supondrá la pérdida de todos los puntos en todos los apartados de la asignatura en la convocatoria que corresponda.

Bibliografía (básica y complementaria)

Bibliografía básica

Libros básicos de teoría y problemas

- Serway, R.A. y Jewett, J.W.; "FÍSICA". Volumen 2 (Electricidad, Luz y Física Moderna), Ed. Thomson, 3ª edición (2003).
- Tipler, P.A. y Mosca, G.; "FISICA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA", Vol. 1 y 2, Ed. Reverté, 5ª edición (2005).
- Montoto San Miguel, L.; "FUNDAMENTOS FISICOS DE LA INFORMATICA Y LAS COMUNICACIONES", Ed. Thomson (2005).
- Sears, F.W.; Zemansky, M. W.; Young, H. D. y Freedman, R. A. "FÍSICA UNIVERSITARIA", Volumen 1 y 2. Ed.: Addison-Wesley, 9ª edición. (2001).

Bibliografía complementaria

Libros de nivel más avanzado

- Hecht, E.; "ÓPTICA" 2ª Edición.. Ed.: Addison-Wesley. (1998).
- Saleh, B.E.A. y Teich M.C. "FUNDAMENTALS OF PHOTONICS", 2ª Edición. Ed.: Wiley & sons (2007).

Libros enfocados a aplicaciones relacionadas con la titulación

- Montoto San Miguel, L.; "FUNDAMENTOS FISICOS DE LA INFORMATICA Y LAS COMUNICACIONES", Ed. Thomson (2005).
- Criado Pérez, A.M. y Frutos Rayero, F.; "INTRODUCCIÓN A LOS FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA INFORMATICA", 1ª edición, Ed.: Paraninfo (1999).
- Burbano de Ercilla, S.; Burbano García, E.; Gracia Muñoz, C.; "FISICA GENERAL", Tomo 3: Optica, Relatividad y Física Atómica, 32ª edición, Ed. Tébar (2006).
- Burbano de Ercilla, S.; Burbano García, E.; Gracia Muñoz, C.; "PROBLEMAS DE FISICA", Tomo 3: Optica, Relatividad y Física Atómica, 27ª edición, Ed. Tébar (2006).

Otros recursos y materiales docentes complementarios

SITIOS WEB DE INTERÉS:

- ◆ <http://phet.colorado.edu/>
Simulaciones interactivas escritas en java sobre distintos temas relacionados con la asignatura (p. ej. las leyes de reflexión y refracción, los espectros de emisión y absorción, la inversión de población en un láser, efecto túnel, etc.). La mayoría de los applets están traducidos al español.
- ◆ <http://www.khanacademy.org>
Academia virtual (en inglés) que incluye videos de "tutorials" sobre muy diversos temas de Física General, y en particular sobre las leyes de reflexión y refracción.
- ◆ <http://www.enciga.org/taylor/opt/ejercicios.html>
Página en la que se incluye un laboratorio virtual de óptica con multitud de applets.

Recomendaciones

Es muy recomendable haber cursado con anterioridad las asignaturas "Física" y "Fundamentos de Ondas y Acústica" antes de matricularse en "Fotónica".