



Universidad
de Alcalá

GUÍA DOCENTE

Tecnologías Fotónicas

Grado en

Ingeniería Electrónica de Comunicaciones (GIEC)
Ingeniería Telemática (GIT)
Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación (GIST)

Universidad de Alcalá

Curso Académico 2022/2023

4º Curso - 1^{er} y 2º Cuatrimestre (GIEC+GIT+GIST)

GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	Tecnologías Fotónicas
Código:	370007 (GIEC+GIT+GIST)
Titulación en la que se imparte:	Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones (GIEC) Ingeniería Telemática (GIT) Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación (GIST)
Departamento y Área de Conocimiento:	Electrónica Tecnología electrónica
Carácter:	Optativa (Orientada) (GIEC) Optativa (Genérica) (GIT+GIST)
Créditos ECTS:	6.0
Curso y cuatrimestre:	4º Curso - 1^{er} y 2º Cuatrimestre (GIEC+GIT+GIST)
Profesorado:	Consultar página web asignatura en http://www.uah.es/aula_virtual/
Horario de Tutoría:	Se indicará el primer día de clase y se publicará en http://www.uah.es/aula_virtual/
Idioma en el que se imparte:	Español/English Friendly

1a. PRESENTACIÓN

La asignatura de Tecnologías Fotónicas pretende proporcionar al alumno los conocimientos que le permitan entender y desarrollar sistemas basados en la conjunción de conceptos ópticos y electrónicos. Estos sistemas híbridos constituyen actualmente la base de las modernas tecnologías de la información, inspección y comunicaciones.

Dado el perfil del alumnado, se pondrá especial énfasis en conceptos relacionados con las propiedades ópticas de los materiales semiconductores, generación y detección de radiación, definición radiométrica de la radiación, funciones de acoplamiento óptico y de transferencia de modulación y guías de onda, así como aplicaciones de los dispositivos y sistemas fotónicos.

Para el buen aprovechamiento de la presente asignatura será necesario tener los conocimientos previos adquiridos durante el primer año del Grado, en las asignaturas de Teoría de Circuitos (350004) y Análisis de Circuitos (350005). Se recomienda además haber seguido las asignaturas de Electrónica Digital (350007), Fundamentos Físicos II (350008) y Electrónica Básica (350011)

1b. COURSE SUMMARY

The Photonic Technologies course aims to provide the students with the fundamentals to understand and develop products based on the combination of optical and electronic systems. These hybrid systems are currently the core of the modern information technology, inspection and communication.

Given the profile of the students, special emphasis will be done on concepts related to the optical properties of semiconductor materials, generation and detection of radiation, radiometric definition of radiation, optical coupling and modulation transfer function, together with waveguides and applications of photonic devices and systems.

Course contents use prior knowledge acquired in Circuit Theory (350004) and Circuit Analysis (350005), which are specially recommend. We also recommend the subjects of Digital Electronics (350007), Physics Fundamentals II (350008) and Basic Electronics (350011).

2. COMPETENCIAS

Competencias básicas, generales y transversales.

Esta asignatura contribuye a adquirir las siguientes competencias básicas, generales y transversales definidas en el apartado 3 del Anexo de la Orden CIN/352/2009:

TR2 - 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.

Competencias de Carácter Profesional

Esta asignatura proporciona la(s) siguiente(s) competencia(s) de carácter profesional definida(s) en el apartado 5 del Anexo de la Orden CIN/352/2009:

CSE4 - Capacidad para aplicar la electrónica como tecnología de soporte en otros campos y actividades, y no sólo en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

CSE7 - Capacidad para diseñar dispositivos de interfaz, captura de datos y almacenamiento, y terminales para servicios y sistemas de telecomunicación.

Resultados de aprendizaje

Al terminar con éxito esta asignatura, los estudiantes serán capaces de:

RA1. Identificar los elementos básicos de un sistema fotónico. Definir los diferentes principios de funcionamiento en que están basados. Seleccionar los idóneos para aplicaciones específicas.

RA2. Calcular la función de transferencia óptica en un enlace y optimizar la misma empleando dispositivos ópticos activos/pasivos.

RA3. Resolver problemas de enlaces de comunicaciones por fibra óptica. Caracterizar sistemas de señalización luminosa. Diseñar sistemas fotónicos globales para su implantación en entornos reales.

RA4. Emplear instrumentación avanzada de detección e identificación de señales radiantes.

RA5. Valorar críticamente las nuevas tendencias en tecnologías fotónicas.

3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Total de horas
Tema 1: Definición de la radiación. Fundamentos de radiometría y fotometría. Distribución espacial de la radiación. Efectos del medio de propagación y la distancia. Limitación de haces y función de transferencia óptica (OTF). Optimización OTF con sistemas ópticos pasivos.	8 horas
Tema 2: Detección de luz. Características básicas de los detectores de radiación. Límites en la detección de luz. Detectores fotónicos: criterios de selección. Análisis y diseño de sistemas de detección optoelectrónica.	8 horas
Tema 4: Generación de radiación óptica. Emisores térmicos: cuerpo negro y gris. El diodo emisor de luz (LED). Características ópticas de la emisión LED. Principio de funcionamiento de los emisores LÁSER. Características ópticas de la emisión LÁSER. Normas de seguridad en el uso de fuentes LÁSER. Circuitos de polarización de emisores optoelectrónicos.	9 horas
Tema 5: Fibra óptica y guías de onda. Principios del guiado de radiación: guías de onda integradas y fibra óptica. Para alumnos de GIEC/GIT : Sistemas de comunicaciones ópticas. Dispositivos para el control de transmisión de información. Limitaciones en la transmisión de información por medios ópticos. Análisis de redes de transmisión fotónicas. Para alumnos de GIST : Análisis de estructuras integradas: método matricial. Definición de condiciones de frontera.	10 horas
Tema 6: Fotónica aplicada. Sensores fotónicos. Técnicas e instrumentación para sistemas de inspección óptica. Configuración de sensores fotónicos puntuales, casi-distribuidos y distribuidos.	2 horas
Laboratorio: Actividades complementarias a los contenidos de la asignatura. Realización de ejercicios prácticos de análisis, diseño y experimentación de sistemas Fotónicos.	16 horas
Ejercicios de Evaluación: Sesiones de evaluación individual y en grupo sobre ejercicios de conjunto.	5 horas
Total de actividades presenciales:	58 horas

4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE. ACTIVIDADES FORMATIVAS

4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Número de horas presenciales:	58 horas de clase presencial
Número de horas del trabajo propio del estudiante:	92 horas
Total horas	150

4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

En el proceso de enseñanza-aprendizaje se realizarán las siguientes actividades formativas:

- Clases teórico-prácticas en Grupo Grande: exposición y discusión de los contenidos de cada bloque temático.
- Clases teórico-prácticas en Grupo Pequeño: planteamiento y resolución de cuestiones y ejercicios. Actividades de evaluación individual y grupal.
- Clases prácticas, en Grupo Pequeño: sesiones de laboratorio.
- Tutorías: individuales y grupales.

Además se podrán utilizar, entre otras, los siguientes recursos complementarios de apoyo al estudio:

- Trabajos individuales o en grupo: conllevando además de su realización, la correspondiente exposición pública ante el resto de sus compañeros para propiciar el debate.
- Asistencia a conferencias, reuniones o discusiones científicas relacionadas con la materia.

A lo largo del curso al alumno se le irán proponiendo actividades y tareas tanto teóricas como prácticas. Se realizarán distintas prácticas coordinadamente con la impartición de los conceptos teóricos; de esta manera el alumno puede experimentar y consolidar así los conceptos adquiridos, tanto individualmente como en grupo.

Para la realización de las prácticas, el alumno dispondrá en el laboratorio de un puesto con instrumental básico (osciloscopio, fuente de alimentación, generador de señal), así como un ordenador con software de diseño y simulación de circuitos electrónicos. En esta asignatura, se propone que las prácticas se realicen en grupos de un máximo de dos alumnos.

Adicionalmente, para el trabajo específico de la asignatura, se contará con software de diseño de estructuras fotónicas, analizador de espectros óptico y componentes ópticos básicos.

Durante todo el proceso de aprendizaje en la asignatura, el alumno deberá hacer uso de distintas fuentes y recursos bibliográficos o electrónicos, de manera que se familiarice con los entornos de documentación que en un futuro utilizará profesionalmente.

El profesorado facilitará los materiales necesarios para el seguimiento de la asignatura (fundamentos teóricos, ejercicios y problemas, manuales de prácticas, referencias audiovisuales, etc.) de manera que el alumno pueda cumplir con los objetivos de la asignatura, así como alcanzar las competencias previstas.

El alumno dispondrá a lo largo del cuatrimestre de tutorías grupales programadas, e individuales según las necesidades del mismo. Ya sea de manera individual o en grupos reducidos, estas tutorías permitirán resolver las dudas y afianzar los conocimientos adquiridos. Además, ayudarán a realizar un adecuado seguimiento de los alumnos y a evaluar el buen funcionamiento de los mecanismos de enseñanza-aprendizaje.

5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y calificación

Preferentemente se ofrecerá a los alumnos un sistema de evaluación continua que tenga características de evaluación formativa de manera que sirva de realimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte del alumno.

5.1. PROCEDIMIENTOS

La evaluación debe estar inspirada en los criterios de evaluación continua (Normativa de Evaluación de los Aprendizajes, NEA, art 3). No obstante, respetando la normativa de la Universidad de Alcalá se pone

a disposición del alumno un proceso alternativo de evaluación final de acuerdo a la Normativa de Evaluación de los Aprendizaje (aprobada en Consejo de Gobierno de 24 de marzo de 2011 y modificada en Consejo de Gobierno de 5 de mayo de 2016) según lo indicado en su Artículo 10, los alumnos tendrán un plazo de quince días desde el inicio del curso para solicitar por escrito al Director de la Escuela Politécnica Superior su intención de acogerse al modelo de evaluación no continua aduciendo las razones que estimen convenientes. La evaluación del proceso de aprendizaje de todos los alumnos que no cursen solicitud al respecto o vean denegada la misma se realizará, por defecto, de acuerdo al modelo de evaluación continua. El estudiante dispone de dos convocatorias para superar la asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria.

5.2. EVALUACIÓN

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

El proceso de evaluación tiene por objetivo la valoración de los resultados de aprendizaje esperados descritos en la sección 2. En consecuencia, los criterios de evaluación que se apliquen en las diversas pruebas que forman parte del proceso, garantizarán que el alumno ha conseguido satisfactoriamente los RA, demostrando que es capaz de:

- CE1.** Describir las propiedades fundamentales de los dispositivos fotónicos empleados en los sistemas que incorporan la radiación luminosa como portadora de la información.
- CE2.** Aplicar correctamente los fundamentos teóricos y las técnicas de resolución correspondientes en el análisis de los sistemas fotónicos básicos.
- CE3.** Resolver ejercicios de acoplamiento de radiación entre dispositivos emisores y detectores.
- CE4.** Justificar razonadamente las etapas a seguir seguidos para abordar la resolución de problemas de análisis y síntesis de sistemas fotónicos.
- CE5.** Montar circuitos que incluyan componentes fotónicos básicos sin errores, así como medir sus características y parámetros fundamentales.
- CE6.** Documentar adecuada y razonadamente los trabajos teórico/prácticos realizados.

De acuerdo con los criterios expuestos (especialmente los ítems CE4, CE5 y CE6), la realización de prácticas experimentales en laboratorio son un elemento esencial para la adquisición de las competencias objetivo de la asignatura.

En consecuencia, la asistencia a las sesiones de laboratorio y la superación de las prácticas obligatorias será considerada elemento imprescindible de la evaluación, tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria, y en las dos formas de evaluación previstas: continua y no continua.

Así mismo, dado que la superación de los criterios de evaluación marcados para el laboratorio no garantiza el nivel adecuado en la totalidad de competencias correspondientes a la asignatura (según los criterios CE1, CE2, y CE3), se considera que la superación de las pruebas teórico-prácticas programadas es asimismo un elemento imprescindible de la evaluación, tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria, y en las dos formas de evaluación previstas: continua y no continua.

En consecuencia, para poder superar la asignatura, el alumno deberá demostrar un nivel mínimo apropiado de conocimientos y destrezas en ambos grupos de pruebas (teórico-prácticas y experimentales). Tales niveles mínimos se establecen en los criterios de calificación.

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Los estudiantes serán evaluados de forma continuada mediante la entrega de Ejercicios Propuestos durante las sesiones de Grupo Pequeño (GP), Pruebas de Evaluación Intermedia (PEI) distribuidas a lo largo del semestre, y redacción de memorias de trabajo realizado en laboratorio. Además, los estudiantes tendrán que demostrar el aprovechamiento de la asignatura mediante una Prueba de

Evaluación Final (PEF).

Así pues, los instrumentos de evaluación a emplear supondrán la realización de Entregables, la presentación de memorias de laboratorio (LAB) y la realización de PEI y PEF de acuerdo al calendario fijado al inicio de cada curso académico.

Las pruebas de Evaluación Continua diseñadas tienen como función:

- Permitir al alumno conocer a lo largo del proceso de aprendizaje, con pruebas reales y objetivas, cuáles son los criterios de evaluación y calificación.
- Permitir que el alumno identifique los resultados del proceso de aprendizaje que ha llevado a cabo, así como las competencias y las destrezas adquiridas.
- Dotar al profesorado de una medida de la calidad del proceso de implantación y desarrollo de la asignatura.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Convocatoria ordinaria, modelo de evaluación continua:

En la convocatoria ordinaria-evaluación continua, la relación entre resultados de aprendizaje, criterios e instrumentos de evaluación es la siguiente:

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
CSE4, TR2	RA2, RA3	CE2-CE4, CE6	Entregables GP	10%
CSE4, CSE7, TR2	RA1 - RA4	CE1 - CE3	PEI	20%
	RA1 - RA5	CE1 - CE4, CE6	PEF	40%
CSE4, CSE7	RA2 - RA4	CE3-CE6	LAB	30%

Superación de la Evaluación Continua:

En consecuencia, con los criterios de evaluación de la asignatura (sección 5.1), se considerará que el alumno ha alcanzado los Resultados de Aprendizaje esperados mediante la Evaluación Continua al demostrar un nivel apropiado en la adquisición de las competencias teórico-prácticas y experimentales. Para ello, el alumno deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Superar las prácticas de laboratorio (LAB), correspondientes a las competencias experimentales, según los criterios publicados en los guiones de prácticas, obteniendo en ellas una calificación global igual o superior a 4,5/10.
- Superar las pruebas y ejercicios de evaluación realizados durante el curso correspondientes a las competencias teórico-prácticas (GP+PEI+PEF). Estas competencias se entenderán como adquiridas si se obtiene una calificación global ponderada igual o superior a 4,5/10 puntos.
- Obtener una calificación global ponderada igual o superior a 5/10.

Calificación como “No Presentado”

El alumno que siga el modelo de evaluación continua, se considerará no presentado en la convocatoria ordinaria, cuando no se presente a la PEF.

Convocatoria ordinaria, modelo de evaluación final:

En la convocatoria ordinaria-evaluación continua, la relación entre resultados de aprendizaje, criterios e instrumentos de evaluación es la que sigue:

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
CSE4, CSE7, TR2	RA1 - RA5	CE1 - CE4, CE6	PEF	70%
CSE4, CSE7	RA2 - RA4	CE3-CE6	LAB	30%

El alumno que siga este modelo deberá justificar que alcanza los Resultados de Aprendizaje esperados mediante la realización de:

- Una prueba teórico-práctica (PEF), que abarcará de manera amplia los contenidos de todos los temas de las clases de teoría y ejercicios (70 %).
- Se aplica el mismo criterio que en el caso de la evaluación continua sobre las **Prácticas de laboratorio obligatorias**. (30%)

Convocatoria extraordinaria:

En la convocatoria extraordinaria, la relación entre resultados de aprendizaje, criterios e instrumentos de evaluación es la siguiente:

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
CSE4, CSE7, TR2	RA1-RA5	CE1-CE4, CE6	PEF	70%
CSE4, CSE7	RA2-RA4	CE3-CE6	LAB*	30%

Para todos los alumnos, la convocatoria extraordinaria constará de:

- Una prueba teórico-práctica (PEF), que abarcará de manera amplia los contenidos de todos los temas de las clases de teoría y ejercicios (70 %).
- La nota de prácticas de la convocatoria ordinaria podrá conservarse para la convocatoria extraordinaria si esta hubiera sido superior a 4,5/10 puntos. En caso contrario se deberán hacer unas pruebas prácticas de laboratorio (LAB*), que cubrirán los objetivos programados en la parte correspondiente de la asignatura (30%); la realización de estas pruebas quedará supeditada a la obtención de una nota superior a 4 sobre 10 en la prueba teórico-práctica descrita en el apartado a).

6. BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía básica

- Documentación preparada por el profesorado para la asignatura, que será proporcionada a los alumnos de manera directa, o con su publicación en el Aula Virtual.
- B.E.A. Saleh, M.C Teich, **Fundamentals of photonics**, Wiley Series in Applied Optics. John Wiley and Sons, New Jersey, 2007
- A. Daniels, **Field Guide to Infrared Systems**, SPIE Field Guides FG09, SPIE Press, Washington, 2007
- Kasap S.O, **Optoelectronics and Photonics: Principles and Practices** 2ª Ed., Pearson, 2013.

- Keiser G., **Optical Fiber Communications**, 3ª Ed., McGraw-Hill, Boston, 2000
- Senior, J.M., **Optical Fiber Communications: Principles and Practice**, 3ª Ed., Prentice Hall, 2009
- Casas, J., **Óptica**, Librería Pons, Zaragoza, 1994.
- Hecht, E., **Óptica**, 3ª Ed., Pearson, 2017
- H.J.R. Dutton, **Understanding Optical Communications**, IBM Redbooks, 1998
- Páginas web sobre la temática de la asignatura que serán previamente seleccionadas por el profesorado.

6.2. Bibliografía complementaria

- E. Uiga, **Optoelectronics**, Prentice-Hall. 1995
- G.D. Boreman, **Fundamentos de electro-óptica para ingenieros**, SPIE. 1999
- C.L. Wyatt, **Radiometric system design**, Macmillan. 1997
- W.R. McCluney, **Introduction to radiometry and photometry**, Artech-House. 1994
- G.P. Agrawal, **Fiber-optic communication systems**, Wiley. 2002
- J. Capmany et al., **Fundamentos de comunicaciones ópticas**, Síntesis. 2001
- J. Capmany et al., **Dispositivos de comunicaciones ópticas**, Síntesis. 2001
- J. Wilson, J.F.B. Hawkes, **Optoelectronics: an introduction**, Prentice-Hall. 1998
- R.H. Selfridge et al., *Free-space optical link as a model undergraduate design project*, *IEEE Trans. on Education* **50**, 3, 2007
- W. Guan et al., *High-Accuracy Robot Indoor Localization Scheme Based on Robot Operating System Using Visible Light Positioning*, *IEEE Photonics Journal* **12**, 2, 2020
- J.M. Albella et al., **Fundamentos de microelectrónica, nanoelectrónica y fotónica**, Pearson Educación. 2005
- Xingcun Colin Tong, **Advanced materials for integrated optical waveguides**, Springer Series in Advanced Microelectronics vol. 46. 2014
- E. Fred Schubert, **Light-Emitting Diodes** 2 nd Ed., Cambridge University Press. 2006

NOTA INFORMATIVA

La Universidad de Alcalá garantiza a sus estudiantes que, si por exigencias sanitarias las autoridades competentes impidieran la presencialidad total o parcial de la actividad docente, los planes docentes alcanzarían sus objetivos a través de una metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación en formato online, que retornaría a la modalidad presencial en cuanto cesaran dichos impedimentos.