



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



GUÍA DE APRENDIZAJE

FUNDAMENTOS DE OPTOELECTRÓNICA

MÁSTER EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN

CURSO ACADÉMICO	CÓDIGO	CURSO	CRÉDITOS	CARÁCTER	SEMESTRE
2026-27	93001388	2	5 ECTS	OPTATIVA	SEGUNDO SEMESTRE
IDIOMA	CENTRO RESPONSABLE				
ESPAÑOL	E.T.S. DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION				
DEPARTAMENTO RESPONSABLE					
TECNOLOGÍA FOTÓNICA Y BIOINGENIERÍA					

COORDINADOR/A
ANTONIO PÉREZ SERRANO - antonio.perez.serrano@upm.es

REQUISITOS OBLIGATORIOS

ASIGNATURAS REQUERIDAS

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS

ASIGNATURAS RECOMENDADAS

OTRAS RECOMENDACIONES

Conocimientos básicos sobre óptica y electrónica.

RESULTADOS

RD-822/2021

Conocimientos

KG1 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

Habilidades o destrezas

HG2 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

HE13 Capacidad para aplicar conocimientos avanzados de fotónica y optoelectrónica, así como electrónica de alta frecuencia

Competencias

CE12 Capacidad para utilizar dispositivos lógicos programables, así como para diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Capacidad para diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas

CE15 Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Ingeniería de Telecomunicación, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares como por ejemplo en bioingeniería, conversión fotovoltaica, nanotecnología, telemedicina

CG4 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

CG5 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

CT4 Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo

CE14 Capacidad para desarrollar instrumentación electrónica, así como transductores, actuadores y sensores

DESCRIPCIÓN

La **optoelectrónica** constituye uno de los pilares tecnológicos de los sistemas avanzados de comunicación, energía y sensores en la ingeniería contemporánea, y resulta especialmente atractiva porque permite ver cómo la física da lugar a tecnologías reales que usamos a diario. De forma sencilla, la **optoelectrónica** estudia dispositivos que convierten luz en electricidad y electricidad en luz. En esta asignatura, ese concepto se aborda de forma directa en el laboratorio: se analizan dispositivos reales conectando aplicaciones cotidianas con prácticas como la medida de fotodetectores, la caracterización de células solares, la caracterización de LEDs y la medida de láseres de semiconductor. Así, el estudiante no solo aprende los fundamentos físicos, sino que los aplica de manera práctica, desarrollando intuición y criterio ingenieril.

El **objetivo principal** de la asignatura es que el estudiante adquiera una comprensión sólida y operativa de los dispositivos optoelectrónicos básicos, integrando fundamentos físicos, modelos sencillos y resultados experimentales. Se busca capacitarle para analizar, dimensionar e interpretar el comportamiento real de fotodetectores, células solares, LEDs y láseres de semiconductor, desarrollando una visión crítica de sus limitaciones tecnológicas y fomentando la capacidad de relacionar teoría, medida y aplicación en un contexto de ingeniería.

La asignatura consistirá en **clases magistrales y prácticas en laboratorio** siguiendo el temario descrito en la siguiente sección. Se evaluarán los conocimientos adquiridos por medio de una prueba escrita y la realización de informes de prácticas.

Las **prácticas en laboratorio** tendrán lugar en el laboratorio de comunicaciones ópticas (B102.1) y están orientadas a consolidar los conceptos teóricos mediante la medida y análisis de dispositivos reales. Se realizarán 4 prácticas:

Práctica 1: Medida de un fotodetector.

Corriente oscura y la fotocorriente bajo distintas condiciones de iluminación.
Determinación la responsividad y estimación la eficiencia cuántica.
Análisis la linealidad y el rango dinámico del dispositivo.
Estimación de la respuesta temporal o el ancho de banda.

Práctica 2: Medida de una célula solar.

Curvas I-V en oscuridad e iluminación.
Obtención de los parámetros fundamentales.
Estimación de la eficiencia de conversión y las resistencias serie y shunt.
Análisis del efecto de la irradiancia y comparar con el modelo ideal.

Práctica 3: Caracterización electroóptica de LEDs.

Medida de las curvas I-V y P-I.
Medida del espectro de emisión.
Obtención de la eficiencia electro-óptica y estimación de la eficiencia cuántica externa.
Relación de la longitud de onda de emisión con el gap del material semiconductor.

Práctica 4: Caracterización estática y dinámica de un láser de semiconductor.

Medida de las curvas I-V y P-I.
Determinación de la corriente umbral y la eficiencia diferencial.
Medida del espectro de emisión.
Estudio de la respuesta del láser bajo modulación directa.

TEMARIO

1. Luz y materia

- 1.1. Descripción electromagnética de la luz
- 1.2. Descripción cuántica de la luz
- 1.3. Física cuántica básica
- 1.4. Interacción luz-materia

2. Introducción a la física de semiconductores

- 2.1. Estructura cristalina y teoría de bandas
- 2.2. Estadística de portadores
- 2.3. Transporte de carga
- 2.4. Generación y recombinación
- 2.5. Semiconductores para optoelectrónica

3. Uniones de semiconductores

- 3.1. Unión PN en equilibrio
- 3.2. Unión PN polarizada
- 3.3. Unión PN bajo iluminación
- 3.4. Contactos metal-semiconductor
- 3.5. Heterouniones

4. Dispositivos optoelectrónicos

- 4.1. Fotodetectores
- 4.2. Células solares
- 4.3. LEDs



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



4.4. Láseres de semiconductor

ACTIVIDADES

Actividad evaluable Actividad formativa

 Presentación.			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																
Presencial	00h 30m	Aula (en horario)	Normal																
METODOLOGÍA																			
Lección Magistral																			

 Tema 1			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																
Presencial	06h 30m	Aula (en horario)	Normal																
METODOLOGÍA																			
Lección Magistral																			

 Tema 2			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																
Presencial	07h 00m	Aula (en horario)	Normal																
TEMAS																			
T2																			
METODOLOGÍA																			
Lección Magistral																			

 Tema 3			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																
Presencial	05h 50m	Aula (en horario)	Normal																
TEMAS																			
T3																			
METODOLOGÍA																			
Lección Magistral																			



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



Tema 4

SEMANAS
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD
Presencial

DURACIÓN TOTAL
16h 20m

LUGAR
Aula (en horario)

GRUPO
Normal

TEMAS
T4

METODOLOGÍA
Lección Magistral

Práctica 1

SEMANAS
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD
Presencial

DURACIÓN TOTAL
02h 20m

LUGAR
Laboratorio

GRUPO
Normal

METODOLOGÍA
Prácticas de Laboratorio

Informe Práctica 1

SEMANAS
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD
No presencial, sin docente

DURACIÓN TOTAL
00h 01m

EVALUACIÓN
Progresiva

PONDERACIÓN
5%

NOTA MÍNIMA
0

METODOLOGÍA
Trabajo en GrupoRESULTADOS EVALUADOS
HE13 KG1 HG2 CT4 CE14

Práctica 2

SEMANAS
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD
Presencial

DURACIÓN TOTAL
02h 20m

LUGAR
Laboratorio

GRUPO
Normal

METODOLOGÍA
Prácticas de Laboratorio

	Informe Práctica 2		SEMANAS															
			1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD		DURACIÓN TOTAL	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA													
No presencial, sin docente		00h 01m	Progresiva	5%	0													
METODOLOGÍA																		
Trabajo en Grupo																		
RESULTADOS EVALUADOS																		
KG1 HG2 HE13 CE14 CT4																		

	Práctica 3		SEMANAS															
			1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO															
Presencial	02h 20m	Laboratorio	Normal															
METODOLOGÍA																		
Prácticas de Laboratorio																		

	Informe Práctica 3		SEMANAS															
			1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD		DURACIÓN TOTAL	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA													
No presencial, sin docente		00h 01m	Progresiva	5%	0													
METODOLOGÍA																		
Trabajo en Grupo																		
RESULTADOS EVALUADOS																		
KG1 HG2 HE13 CT4 CE14																		

	Práctica 4		SEMANAS															
			1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO															
Presencial	02h 20m	Laboratorio	Normal															
METODOLOGÍA																		
Prácticas de Laboratorio																		



	Informe Práctica 4	SEMANAS															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA													
No presencial, sin docente	00h 01m	Progresiva	5%	0													
METODOLOGÍA																	
Trabajo en Grupo																	
RESULTADOS EVALUADOS																	
KG1 HG2 HE13 CE14 CT4																	

	Prueba evaluación progresiva	SEMANAS															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA												
Presencial	03h 00m	Aula de examen	Progresiva	80%	3												
METODOLOGÍA																	
Examen Escrito																	
RESULTADOS EVALUADOS																	
KG1 HG2 HE13 CG4 CG5 CT4 CE14 CE15 CE12																	

	Prueba evaluación global	SEMANAS															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA												
Presencial	03h 00m	Aula de examen	Global	100%	5												
TEMAS																	
T1 T2 T3 T4																	
METODOLOGÍA																	
Examen Escrito																	
RESULTADOS EVALUADOS																	
KG1 HG2 HE13 CG4 CG5 CT4 CE12 CE14 CE15																	

	Prueba evaluación extraordinaria	SEMANAS															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA												
Presencial	03h 00m	Aula de examen	Extraordinaria	100%	5												
METODOLOGÍA																	
Examen Escrito																	
RESULTADOS EVALUADOS																	
KG1 HG2 HE13 CG4 CG5 CT4 CE12 CE14 CE15																	

PLANIFICACIÓN SEMANAL

 Actividad evaluable
  Actividad formativa
  Semana con actividad
  E Período de exámenes

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
 Presentación.	.															
 Tema 1	.	.														
 Tema 2			.	.												
 Tema 3					.	.										
 Tema 4						.	.	.	.	.	.	.	.			
 Práctica 1							.									
 Informe Práctica 1								.								
 Práctica 2									.							
 Informe Práctica 2										.						
 Práctica 3											.					
 Informe Práctica 3												.				
 Práctica 4													.			
 Informe Práctica 4														.		
 Prueba evaluación progresiva																.
 Prueba evaluación global																.
 Prueba evaluación extraordinaria																.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios Generales

Los estudiantes serán evaluados por defecto mediante **evaluación progresiva** (continua). Esta evaluación se realizará mediante 2 tipos distintos de actividades: 1) Asistencia a 4 prácticas de laboratorio y realización del posterior informe de resultados (5% de la nota final por práctica, las prácticas se realizarán en parejas). 2) Realización de examen escrito con preguntas teóricas y problemas (80 % de la nota final, individual).

Los alumnos que sean evaluados mediante **evaluación global** o **extraordinaria** deberán hacer un examen escrito individual con preguntas teóricas y problemas (100 % de la nota final).

Los **informes de prácticas** consistirán en pequeños informes donde se presentarán los resultados obtenidos en las prácticas, así como repuestas a preguntas formuladas en los guiones de prácticas. Se proporcionarán modelos de los informes a los estudiantes. Los dos miembros de una pareja de prácticas podrán entregar los mismos informes.

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Evaluación progresiva

Criterios de evaluación

Ver criterios generales.

Actividades

- Informe Práctica 1 (5%)
- Informe Práctica 2 (5%)
- Informe Práctica 3 (5%)
- Informe Práctica 4 (5%)
- Prueba evaluación progresiva (80%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Prueba global

Criterios de evaluación

Ver criterios generales.

Actividades

- Prueba evaluación global (100%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Extraordinaria

Criterios de evaluación

Ver criterios generales.

Actividades

- Prueba evaluación extraordinaria (100%)

RECURSOS**Web**

Apuntes de la asignatura

Transparencias de los temas tratados en las clases magistrales.

Guiones de prácticas y modelos de informes

Guiones para la elaboración de las prácticas de laboratorio y modelos para la entrega de los informes de resultados.

Equipamiento

Laboratorio de Comunicaciones Ópticas (Laboratorio Brigadier Mathé, B102.1)

Laboratorio con mesas de laboratorio que contienen instrumentación electrónica y optoelectrónica, como son: osciloscopio, generador de funciones, analizador de espectro eléctrico, multímetro, generadores de trazas, caja de transmisores ópticos (LEDs y diodo láser) y caja de receptores ópticos (fotodetectores). El laboratorio también contiene un analizador de espectros ópticos y material para el montaje de circuitos eléctricos y optoelectrónicos: componentes, placas de prototipado, fibras ópticas, etc.

Bibliografía

S. O. Kasap, Optoelectronics and Photonics: Principles and Practices, 2nd ed., Pearson.

Bibliografía básica.

S. M. Sze y K. K. Ng, Physics of Semiconductor Devices, Wiley.

Bibliografía complementaria.

B. E. A. Saleh y M. C. Teich, Fundamentals of Photonics, Wiley.

Bibliografía complementaria.

G. W. Newuadeck y R. F. Pierret, The PN Junction Diode, Addison-Wesley.

Bibliografía complementaria.

P. Wurfel, Physics of Solar Cells, Wiley.

Bibliografía complementaria.

H. J. Hovel, Semiconductors and Semimetals, Vol 11 Solar Cells, Elsevier.

Bibliografía complementaria.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Energía asequible y no contaminante



Industria, innovación e
infraestructura

OTRA INFORMACIÓN

La asignatura de Fundamentos de Optoelectrónica contribuye de forma directa a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente a los **ODS 7 (Energía asequible y no contaminante)** y **ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura)**. En relación con el ODS 7, el estudio y caracterización de **células solares** permite comprender los principios físicos y las limitaciones tecnológicas de la conversión fotovoltaica, fomentando el desarrollo de soluciones energéticas más eficientes y sostenibles. Asimismo, la mejora de dispositivos optoelectrónicos contribuye a optimizar el uso de la energía en sistemas de iluminación (LEDs) y generación eléctrica. En cuanto al ODS 9, la asignatura impulsa la formación en **tecnologías clave para la innovación industrial y las comunicaciones**, como fotodetectores y láseres de semiconductor, fundamentales en redes de fibra óptica, sensado avanzado y sistemas electrónicos modernos. El enfoque experimental y de modelado favorece el desarrollo de competencias en diseño, análisis y transferencia tecnológica, alineadas con la construcción de infraestructuras resilientes y el avance de una industria basada en el conocimiento. De este modo, la asignatura conecta la formación fundamental en ingeniería con los grandes retos tecnológicos y energéticos actuales.