

FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre	Comunicaciones Ópticas
Código	DEA-TEL-522
Titulación	Máster en Ingeniería Telecomunicación
Curso	1º
Cuatrimestre	2º
Créditos ECTS	6 ECTS
Carácter	Obligatorio
Departamento	Electrónica, Automática y Comunicaciones
Área	Telecomunicaciones
Coordinador	Javier Matanza Domingo

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	Javier Matanza Domingo
Departamento	Electrónica, Automática y Comunicaciones
Área	Telecomunicaciones
Despacho	D-215
e-mail	jmatanza@comillas.edu
Teléfono	
Horario de Tutorías	Cita mediante correo electrónico
Profesor	
Nombre	Eva Rojas Alonso
Departamento	Electrónica, Automática y Comunicaciones
Área	Telecomunicaciones
Despacho	-
e-mail	rojasalonso.eva@gmail.com
Teléfono	
Horario de Tutorías	Cita mediante correo electrónico

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura
Aportación al perfil profesional de la titulación
<p>El objetivo principal de la asignatura es dotar al alumno con conocimientos sobre las técnicas y procesos necesarios para la transmisión de la información utilizando la banda óptica.</p>

Dichos conocimientos van orientados tanto al análisis matemático de los mecanismos físicos que dan lugar a la generación y propagación controlada de la luz como al análisis de los diferentes dispositivos reales que se utilizan de manera comercial.

El alumno sabrá que ha finalizado con provecho el curso si contiene criterios para evaluar la robustez de un enlace de comunicaciones ópticas dado. Así mismo será conocedor de los principales dispositivos necesarios presentes en un sistema óptico genérico. Adicionalmente, el alumno tendrá una visión global del papel de las tecnologías de comunicación óptica en la sociedad actual.

Prerrequisitos

Los prerrequisitos necesarios que el alumno debe tener para el seguimiento eficiente y fluido de la asignatura son: Conocimientos de física del electromagnetismo, conocimientos de variable compleja, cálculo diferencial e integral y de teoría de la comunicación. Análisis de circuitos electrónicos y respuesta en frecuencia de sistemas. Capacidad de lectura de textos en inglés técnico. En términos de asignaturas, es necesario que el alumno haya cursado las asignaturas de grado de Física, Teoría de la Señal, Teoría de la Comunicación, Radiación y Propagación y Procesado Digital de la Señal; y las asignaturas de Master de Sistemas de Comunicación I y Electrónica de Comunicaciones.

BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

Contenidos – Bloques Temáticos

BLOQUE 1: Introducción

Tema 1: INTRODUCCIÓN A LAS COMUNICACIONES ÓPTICAS.

- 1.1 Introducción.
- 1.2 Evolución histórica de las comunicaciones ópticas.
- 1.3 Propiedades y ventajas de la fibra óptica.
- 1.4 Introducción a los dispositivos ópticos.
- 1.5 Estructura de un sistema de telecomunicación por fibra óptica.

BLOQUE 2: Transmisión de información en el medio óptico

Tema 2: PROPAGACIÓN EN FIBRAS ÓPTICAS.

- 2.1 Análisis de la propagación con óptica geométrica.
- 2.2 Análisis de la propagación con teoría de modos para fibras de salto de índice.
- 2.3 Particularización para fibras monomodo.

Tema 3: ATENUACIÓN EN FIBRAS ÓPTICAS.

- 3.1 Pérdidas intrínsecas.
- 3.2 Pérdidas extrínsecas.
- 3.3 Pérdidas totales. Ventanas de transmisión.

Tema 4: DISPERSIÓN EN FIBRAS ÓPTICAS.

- 4.1 Dispersión en fibras ópticas.
- 4.2 Propagación de ondas en dieléctricos y distorsión de pulsos.
- 4.3 Propagación de pulsos Gaussianos en fibras monomodo.

4.4 Minimización de la dispersión en fibras monomodo.

Tema 5: FUENTES ÓPTICAS: FUNDAMENTOS, LED Y LD

- 5.1 Introducción.
- 5.2 Interacción Radiación-Materia.
- 5.3 Resumen teoría de semiconductores.
- 5.4 Diodos Electroluminiscentes (LED).
- 5.5 Láser de semiconductor.
- 5.7 Ecuaciones de emisión del Láser de semiconductor.

Tema 6: DETECTORES ÓPTICOS

- 6.1 Introducción.
- 6.2 Detección óptica.
- 6.3 Responsividad de un detector.
- 6.4 Fotodiodos PIN.
- 6.5 Fotodiodos APD.
- 6.7 Receptores para comunicaciones ópticas.
- 6.8 Ruido en receptores para comunicaciones ópticas.
- 6.9 Probabilidad de error en la detección óptica.

BLOQUE 3: Componentes Ópticos

Tema 7: COMPONENTES Y AMPLIFICADORES ÓPTICOS

- 7.1 Introducción.
- 7.2 Polarizadores
- 7.3 Acopladores direccionales.
- 7.4 Atenuadores.
- 7.5 Circuladores.
- 7.5 Filtros Ópticos.
- 7.5 Moduladores.
- 7.5 Vectores de guionondas (AWG).
- 7.5 Amplificadores de semiconductor (SOA).
- 7.5 Amplificadores de fibra dopada con Erbio (EDFA).

BLOQUE 4: Sistemas de Comunicaciones Ópticas

Tema 8: SISTEMAS DE COMUNICACIONES ÓPTICAS

- 8.1 Introducción.
- 8.2 Balance de Potencia.
- 8.3 Balance de tiempos.
- 8.4 Sistemas multicanal.

Tema 9: INTRODUCCIÓN A LAS REDES DE COMUNICACIONES ÓPTICAS

- 9.1 Introducción.
- 9.2 Topología y aplicaciones.
- 9.3 Clasificación de las redes.
- 9.4 Redes de primera y segunda generación.

BLOQUE 5: Laboratorio

LABORATORIO

- 1 Método bisección para resolución numérica de ecuaciones.
- 2 Propagación en guías de ondas .
- 3 Caracterización de dispositivos analógicos de fibra de plástico (POF)
- 4 Caracterización de dispositivos digitales de fibra de plástico (POF)
- 5 Reflectómetro Óptico en el dominio del tiempo (OTDR), fusionado de fibras.
- 6 Caracterización de dispositivos pasivos.

Competencias – Resultados de Aprendizaje

Competencias

Competencias Generales

- CG4. Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
- CG8. Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos.
- CG12. Poseer habilidades para el aprendizaje continuado, auto dirigido y autónomo.

Competencias de Formación Básica

- CB01. Haber adquirido conocimientos avanzados y demostrado, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio.
- CB06. Haber desarrollado la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento.
- CB07. Ser capaces de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.

Competencias Específicas

- CTT10. Capacidad para diseñar y fabricar circuitos integrados.

CTT13. Capacidad para aplicar conocimientos avanzados de fotónica y optoelectrónica así como electrónica de alta frecuencia.

Resultados de Aprendizaje

Al final de curso los alumnos deben ser capaces de:

RA1. Conocer las bases teóricas de los fenómenos físicos que dan lugar a la generación de fotones en LEDs y láseres de semiconductor.

RA2. Analizar y comprender el mecanismo de propagación de los fotones a través de la fibra óptica, así como la aparición de modos en la misma y de sus respectivos parámetros.

RA3. Conocer las principales ventanas de transmisión así como las propiedades que las caracterizan.

RA4. Tener capacidad para calcular los balances de potencia y tiempo que definen los correspondientes límites de atenuación y dispersión de los enlaces ópticos.

RA5. Saber analizar los principales componentes (fuentes, receptores, filtros...) y procesos (modulación, amplificación...) que son necesarios para la transmisión de información utilizando un medio óptico.

RA6 Conocer y analizar los principales fenómenos físicos que limitan los sistemas de comunicaciones ópticos multi-portadora comerciales.

RA7. Analizar y solucionar problemas prácticos dentro del marco de los conceptos anteriormente listados.

METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Metodología Presencial: Actividades	Competencias
<p>La duración de cada actividad quedará reflejada en la planificación correspondiente de la asignatura.</p> <p>1. Clase magistral y presentaciones generales. Exposición de los principales conceptos y procedimientos mediante la explicación por parte del profesor. Incluirá presentaciones dinámicas, pequeños ejemplos prácticos y la participación reglada o espontánea de los estudiantes.</p>	<p>CG4 y CB01</p>

<p>2. Resolución en clase de problemas prácticos. Resolución de unos primeros problemas para situar al alumno en contexto. La resolución correrá a cargo del profesor y los alumnos de forma cooperativa.</p> <p>3. Prácticas de laboratorio. Se formarán grupos de trabajo que tendrán que realizar prácticas de laboratorio regladas o diseños de laboratorio.</p> <p>4. Tutorías. Se realizarán en grupo e individualmente para resolver las dudas que se les planteen a los alumnos después de haber trabajado los distintos temas. Y también para orientar al alumno en su proceso de aprendizaje</p>	<p>CG4 y CG8</p> <p>CG4, CG8, CB06 y CB01</p>
<p>Metodología No presencial: Actividades</p>	<p>Competencias</p>
<p>El objetivo principal del trabajo no presencial es llegar a entender y comprender los conceptos teóricos de la asignatura, así como ser capaz de poner en práctica estos conocimientos para resolver los diferentes tipos de problemas</p> <p>1. Estudio de los conceptos teóricos. El alumno debe realizar un trabajo personal posterior a las clases teóricas para comprender e interiorizar los conocimientos aportados en la materia.</p> <p>2. Resolución de problemas prácticos fuera del horario de clase por parte del alumno. El alumno una vez estudiados los conceptos teóricos debe ponerlos en práctica para resolver los problemas. Pasado un cierto tiempo desde su planteamiento dispondrá de la resolución completa de los problemas, pudiendo pedir tutorías con el profesor si lo requiere para aclaración de dudas.</p> <p>3. Prácticas de laboratorio. Las prácticas de laboratorio podrán requerir la realización de un trabajo previo de preparación y finalizar con la redacción de un informe de laboratorio o la inclusión de las distintas experiencias en un cuaderno de laboratorio.</p>	<p>CG4, CG12, CB01, CB07</p> <p>CG4, CG8, CG12 y CB01</p> <p>CG4, CG8 y CB01</p>

		ACTIVIDADES PRESENCIALES						ACTIVIDADES NO PRESENCIALES						Resultados de aprendizaje			
Semana	h/s	Clase teoría/problemas	Laboratorio		Evaluación		Horas teoría	Horas problemas	h/s	Estudio individual de contenidos teóricos		Resolución de problemas		Preparación previa e informe de prácticas de laboratorio		Resultados de aprendizaje	Descripción
			Sesión	Horas	Temas Eval	Horas				Contenido	Horas	Contenido	Horas	Actividad	Horas		
1	4	Teoría y problemas tema 1					3	1	8	Tema 1	6	Tema 1	2			RA3	Conocer los mecanismos de propagación en la Fibra Óptica.
2	4	Teoría tema 2					2	2	8	Tema 1 y 2	4	Tema 1 y 2	4			RA3	Conocer los mecanismos de propagación en la Fibra Óptica.
3	4	Teoría y problemas tema 2	SW1	2			1	1	8	Tema 2	2	Tema 2	2	Preparación previa y realización del informe de la práctica	4	RA3	Conocer los mecanismos de propagación en la Fibra Óptica.
4	4	Teoría y problemas tema 3	SW2	2			1	1	8	Tema 2 y 3	2	Tema 2 y 3	2	Preparación previa y realización del informe de la práctica	4	RA4	Conocer las características de las principales ventanas de transmisión.
5	4	Teoría tema 4							8	Tema 1,2,3 y 4	4	Tema 1,2,3 y 4	4			RA3 y RA7	Conocer los mecanismos de propagación en la Fibra Óptica. Conocer los límites de la tecnología óptica y de obtener los principales parámetros indicadores de la robustez del sistema.
6	4	Teoría y problemas tema 4					2	2	8	Tema 4	4	Tema 4	4			RA3 y RA7	Conocer los mecanismos de propagación en la Fibra Óptica. Conocer los límites de la tecnología óptica y de obtener los principales parámetros indicadores de la robustez del sistema.
7	4	Teoría y problemas tema 5					3	1	8	Tema 5	6	Tema 5	2			RA1 y RA2	Ser capaz de diseñar un driver para un láser de comunicaciones comercial. Obtener una base teórica fenómenos físicos del LED y del Diodo Láser.
8	4	Teoría y problemas tema 5					1	3	8	Tema 5	2	Tema 5	6			RA1 y RA2	Ser capaz de diseñar un driver para un láser de comunicaciones comercial. Obtener una base teórica fenómenos físicos del LED y del Diodo Láser.
9	4	Teoría y problemas tema 6	HW1/HW2/HW3/HW4	2			1	1	8	Tema 6	2	Tema 6	2	Preparación previa y realización del informe de la práctica	4	RA1 y RA2	Ser capaz de diseñar un driver para un láser de comunicaciones comercial. Obtener una base teórica fenómenos físicos del LED y del Diodo Láser.
10	4	Teoría y problemas tema 6					2	2	8	Tema 6	4	Tema 6	4			RA7	Conocer los límites de la tecnología óptica y de obtener los principales parámetros indicadores de la robustez del sistema.
11	4	teoría tema 7	HW1/HW2/HW3/HW4	2			2		8	Tema 7	4	Tema 7	0	Preparación previa y realización del informe de la práctica	4	RA6 y RA7	Conocer los límites de la tecnología óptica y de obtener los principales parámetros indicadores de la robustez del sistema. Ser capaces de evaluar las características más significativas de los principales dispositivos de comunicaciones ópticas.
12	4	Teoría y problemas tema 7	HW1/HW2/HW3/HW4	2			1	1	8	Tema 7	2	Tema 7	2	Preparación previa y realización del informe de la práctica	4	RA6	Ser capaces de evaluar las características más significativas de los principales dispositivos de comunicaciones ópticas.
13	4	Teoría y problemas tema 8	HW1/HW2/HW3/HW4	2			1	1	8	Tema 7	2	Tema 7	2	Preparación previa y realización del informe de la práctica	4	RA7	Conocer los límites de la tecnología óptica y de obtener los principales parámetros indicadores de la robustez del sistema.
14	4	Teoría tema 8 y 9	HW5	2			2		8	Tema 8 y 9	4	Tema 8 y 9	0	Preparación previa y realización del informe de la práctica	4	RA7	Conocer los límites de la tecnología óptica y de obtener los principales parámetros indicadores de la robustez del sistema.
15	4	Teoría y problemas tema 9 y repaso examen Final					1	3	8	Tema 9	2	Tema 9	6			RA7	Conocer los límites de la tecnología óptica y de obtener los principales parámetros indicadores de la robustez del sistema.

EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	PESO
Realización de exámenes: <ul style="list-style-type: none"> Examen Final 	<ul style="list-style-type: none"> - Comprensión de conceptos. - Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos. - Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas. - Presentación y comunicación escrita. 	50%
Para aprobar la asignatura el alumno deberá obtener al menos 5 puntos sobre 10 en el examen final de la asignatura.		
Realización de pruebas de seguimiento: <ul style="list-style-type: none"> Pruebas cortas realizadas en clase, junto con las pruebas cortas final de cada tema. 	<ul style="list-style-type: none"> - Comprensión de conceptos. - Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos. - Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas. 	25%
Control de prácticas	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de relacionar los conceptos teóricos con los resultados obtenidos en el laboratorio. - Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en los problemas resueltos con ordenador. - Capacidad de trabajo en grupo. - Presentación y comunicación escrita. 	25%
Para aprobar la asignatura el alumno deberá obtener al menos 5 puntos sobre 10 en las prácticas de laboratorio.		

Criterios de Calificación

La calificación en la **convocatoria ordinaria** de la asignatura se obtendrá como:

Un 50% la nota del examen final. En cualquier caso, para aprobar la asignatura se exigirá una nota mínima de 5 en este examen.

Un 25% será la nota de las pruebas de seguimiento. Estas pruebas se realizarán durante las horas de clase, una vez terminados cada uno de los temas de la asignatura.

Un 25% será la nota de laboratorio. Se exigirá una nota mínima de 5.

Convocatoria Extraordinaria

En caso de suspender el examen teórico, se guardarán el resto de notas y se dará la posibilidad al alumno de repetir el examen.

En caso de suspender el laboratorio, se hará un examen escrito al alumno con contenidos relacionados con el trabajo llevado a cabo en el laboratorio.

En caso de suspender tanto el laboratorio como el examen teórico, se hará un examen escrito al alumno con contenidos de ambas áreas.

RESUMEN PLAN DE LOS TRABAJOS Y CRONOGRAMA

Actividades No presenciales	Fecha de realización	Fecha de entrega
• Lectura y estudio de los contenidos	Después de cada clase	
• Preparación de las pruebas que se realizarán durante las horas de clase	Después de cada tema	
• Preparación de Examen final	Abril/Mayo	
• Elaboración de los informes de laboratorio		Semana posterior

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO			
HORAS PRESENCIALES			
Lección magistral	Resolución de problemas	Prácticas laboratorio	Evaluación
25	19	14	2
HORAS NO PRESENCIALES			
Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos	Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos	Realización de trabajos colaborativos	Estudio
25	42	28	25
CRÉDITOS ECTS:			6 (180 horas)

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica

- Apuntes de la asignatura colgados en la WEB.
- Agrawal, G. P. (2010). Fiber-optic communication systems (4th ed.). Wiley.
- Capmany, J., & Francoy, J. C. (2003). Problemas de comunicaciones Ópticas. Editorial de la UPV.
- Capmany, J., Peláez, F. J. F., & Martí, J. (1999). Dispositivos de comunicaciones ópticas. Síntesis.
- Capmany, J. (1998). Fundamentos de comunicaciones ópticas. Síntesis.

Bibliografía Complemetaria

- Saleh, B. E. A., & Teich, M. C. (2007). Fundamentals of Photonics. Wiley.
- Coldren, L. A., Corzine, S. W., & Mashanovitch, M. L. (2012). Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits.