



FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
NombreCompleto	Comunicaciones ópticas
Código	DEA-TEL-522
Título	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación
Impartido en	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación y Mást. Univ. en Administración de Empresas [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación + Máster Big Data.Tecnología y Anal. Avanzada [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación + Máster in Smart Grids [Primer Curso]
Nivel	Postgrado Oficial Master
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	6,0
Carácter	Obligatoria
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Responsable	Javier Matanza Domingo
Horario de tutorías	Concertar cita escribiendo a jmatanza@comillas.edu

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	Javier Matanza Domingo
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Despacho	Alberto Aguilera 25, Despacho 215
Correo electrónico	jmatanza@icai.comillas.edu
Profesores de laboratorio	
Profesor	
Nombre	Eva Rojas Alonso
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	erojas@icai.comillas.edu

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura
Aportación al perfil profesional de la titulación



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.

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, Señales y Sistemas, 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.

Competencias - Objetivos

Competencias

GENERALES

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.
CG04	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.
CG08	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, autodirigido y autónomo.
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

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.

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES	
Clase magistral y presentaciones generales	Prácticas de laboratorio
44,00	16,00
HORAS NO PRESENCIALES	
Estudio y resolución de problemas prácticos fuera del horario de clase por parte del alumno	
120,00	
CRÉDITOS ECTS: 6,0 (180,00 horas)	



BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

Contenidos – Bloques Temáticos

BLOQUE 1: Introducción

Tema 1: INTRODUCCIÓN A LAS COMUNICACIONES ÓPTICAS.

1. Introducción.
2. Evolución histórica de las comunicaciones ópticas.
3. Propiedades y ventajas de la fibra óptica.
4. Introducción a los dispositivos ópticos.
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.

1. Análisis de la propagación con óptica geométrica.
2. Análisis de la propagación con teoría de modos para fibras de salto de índice.
3. Particularización para fibras monomodo.

Tema 3: ATENUACIÓN EN FIBRAS ÓPTICAS.

1. Pérdidas intrínsecas.
2. Pérdidas extrínsecas.
3. Pérdidas totales. Ventanas de transmisión.

Tema 4: DISPERSIÓN EN FIBRAS ÓPTICAS.

1. Dispersión en fibras ópticas.
2. Propagación de ondas en dieléctricos y distorsión de pulsos.
3. Propagación de pulsos Gaussianos en fibras monomodo.
4. Minimización de la dispersión en fibras monomodo.

Tema 5: FUENTES ÓPTICAS: FUNDAMENTOS, LED Y LD

1. Introducción.
2. Interacción Radiación-Materia.
3. Resumen teoría de semiconductores.
4. Diodos Electroluminiscentes (LED).
5. Láser de semiconductor.
6. Ecuaciones de emisión del Láser de semiconductor.

Tema 6: DETECTORES ÓPTICOS

1. Introducción.



2. Detección óptica.
3. Responsividad de un detector.
4. Fotodiodos PIN.
5. Fotodiodos APD.
6. Receptores para comunicaciones ópticas.
7. Ruido en receptores para comunicaciones ópticas.
8. Probabilidad de error en la detección óptica.

BLOQUE 3: Componentes Ópticos

Tema 7: COMPONENTES Y AMPLIFICADORES ÓPTICOS

1. Introducción.
2. Polarizadores
3. Acopladores direccionales.
4. Atenuadores.
5. Circuladores.
6. Filtros Ópticos.
7. Moduladores.
8. Vectores de guionondas (AWG).
9. Amplificadores de semiconductor (SOA).
10. Amplificadores de fibra dopada con Erblio (EDFA).

BLOQUE 4: Sistemas de Comunicaciones Ópticas

Tema 8: SISTEMAS DE COMUNICACIONES ÓPTICAS

1. Introducción.
2. Balance de Potencia.
3. Balance de tiempos.
4. Sistemas multicanal.

Tema 9: INTRODUCCIÓN A LAS REDES DE COMUNICACIONES ÓPTICAS

1. Introducción.
2. Topología y aplicaciones.
3. Clasificación de las redes.
4. Redes de primera y segunda generación.

BLOQUE 5: Laboratorio

LABORATORIO

1. Modelado de la ecuación de Helmholtz (2 sesiones)
2. Modelado de una cavidad de Fabry-Perot (2 sesiones)
3. Caracterización de transductores analógicos para Fibras Ópticas de Plástico (POF)



4. Caracterización de transductores digitales para Fibras Ópticas de Plástico (POF)
5. Reflectómetro en el dominio del tiempo y fusión de fibras
6. Caracterización de componentes ópticos pasivos.

METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Metodología Presencial: Actividades

La duración de cada actividad quedará reflejada en la planificación correspondiente de la asignatura.

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.
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.
3. **Prácticas de laboratorio.** Se formarán grupos de trabajo que tendrán que realizar prácticas de laboratorio regladas o diseños de laboratorio.
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

Metodología No presencial: Actividades

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

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.
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.
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.

EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
Examen Final y exámenes parciales	Adquisición de los conocimientos teóricos explicados en clase en forma de	75 %



	preguntas y problemas.	
Sesiones 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 %

Calificaciones

Ordinaria

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

- Un 65% la nota del examen final. En cualquier caso, para aprobar la asignatura se exigirá una nota mínima de 5 en este examen.
- Un 10% será la nota de las pruebas de seguimiento. Estas pruebas se realizarán durante las horas de clase
- Un 25% será la nota de laboratorio. Se exigirá una nota mínima de 5. Convocatoria Extraordinaria

Extraordinaria

La calificación en la convocatoria extraordinaria de la asignatura se obtendrá como:

- En caso de haber suspendido el examen teórico, se guardarán el resto de notas y se dará la posibilidad al alumno de repetir el examen.
- En caso de haber suspendido el laboratorio, se hará un examen escrito al alumno con contenidos relacionados con el trabajo llevado a cabo en el laboratorio.

En los dos casos anteriores se mantendrán los pesos aplicados en la convocatoria ordinaria.

En caso de suspender tanto el laboratorio como el examen teórico, se hará un examen escrito al alumno con contenidos de ambas áreas. Este examen contará un 90% de la nota final. El restante 10% se tomará de la prueba parcial llevada a cabo durante el curso.

Normas de Asistencia

La asistencia a clase es obligatoria, según el artículo 93 de las Normas Académicas de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). Los requisitos de asistencia se aplicarán de forma independiente para las sesiones de teoría y de laboratorio:



- En el caso de las sesiones de teoría, el incumplimiento de esta norma podrá impedir presentarse a examen en la convocatoria ordinaria.
- En el caso de las sesiones de laboratorio, el incumplimiento de esta norma podrá impedir presentarse a examen en la convocatoria ordinaria y en la extraordinaria. En cualquier caso, las faltas no justificadas a sesiones de laboratorio serán penalizadas en la evaluación.

PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

Actividades	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 del Examen Final	Abril/Mayo	
Elaboración de los informes de laboratorio		Semana posterior a su realización.

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica

- Apuntes de la asignatura colgados en la WEB.

Bibliografía Complementaria

- 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.
- 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.

Semana	ACTIVIDADES PRESENCIALES								ACTIVIDADES NO PRESENCIALES					Resultados de aprendizaje			
	h/s	Clase teoría/problemas	Laboratorio		Evaluación		Horas teoría	Horas problemas	Estudio individual de conceptos teóricos		Resolución de problemas		Preparación previa e informe de prácticas de laboratorio		Resultados de aprendizaje	Descripción	
			Sesion	Horas	Temas Eval	Horas			h/s	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 y problemas tema 4	SW3	2			1	1	8	Tema 1,2,3 y 4	2	Tema 1,2,3 y 4	2	Preparación previa y realización del informe de la práctica	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	Problemas tema 4 y Teoría tema 5	SW3 bis	2			1	1	8	Tema 4	2	Tema 4	2			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				Intersemestral	4			8		4		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.
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					2	2	8	Tema 8 y 9	4	Tema 8 y 9	4	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.