

## Comunicaciones Ópticas

Código: 102691

Créditos ECTS: 9

Titulación		Tipo	Curso	Semestre
2500898 Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación		OB	3	2

### Contacto

Nombre: Gary Junkin

Correo electrónico: Gary.Junkin@uab.cat

### Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: español (spa)

Algún grupo íntegramente en inglés: No

Algún grupo íntegramente en catalán: No

Algún grupo íntegramente en español: Sí

### Otras observaciones sobre los idiomas

El uso escrito de inglés es abundante, especialmente en prácticas de laboratorio donde el software comercial utilizado es únicamente disponible en este lenguaje.

### Prerequisitos

Conceptos básicos de semiconductores, de campos electromagnéticos y de sistemas de telecomunicación. Los conocimientos y habilidades que el estudiante debería haber alcanzado previamente para poder seguir la asignatura de forma adecuada son: conocer y utilizar los fundamentos y principios de cálculo de una o más variables; Utilizar y resolver ecuaciones diferenciales y ecuaciones diferenciales en derivadas parciales; Capacidad para analizar funciones de variable compleja; Capacidad para comprender y utilizar el análisis vectorial y numérica; Capacidad para resolver sistemas lineales e invariantes y las funciones y transformadas relacionadas; Comprender y utilizar los principios de la probabilidad, los conceptos de variable aleatoria y su aplicación a las telecomunicaciones; Capacidad para comprender y dominar el concepto de oscilación y las leyes generales de las ondas electromagnéticas; Conocer de forma teórica y práctica los conceptos de electricidad y magnetismo, así como la capacidad para analizar los campos electromagnéticos; Conocer y utilizar los conceptos de propagación guiada y no guiada en el dominio del tiempo y de la frecuencia; Conocer el principio físico de los semiconductores.

### Objetivos y contextualización

1. Adquirir nivel avanzado de conocimiento de los principales bloques que constituyen un enlace de comunicaciones ópticas, los componentes que lo integran (fibras ópticas, emisores de luz, fotodetectores y otros dispositivos fotónicos), y los principios básicos de la transmisión digital de señales ópticas.
2. Habilidades: capacidad de cálculo de los parámetros más importantes en el contexto de enlaces ópticos digitales, utilizar un software de simulación de sistemas y dispositivos ópticos de altas prestaciones (VPI TransmissionMaker), resolver problemas y redactar trabajos, trabajar en grupos pequeños de dos personas.
3. Competències: Disponer de los fundamentos matemáticos y físicos necesarios para interpretar, seleccionar, valorar, y eventualmente proponer, conceptos, teorías, usos y desarrollos tecnológicos relacionados con las comunicaciones ópticas y su aplicación. Capacidad para analizar dispositivos fotónicos, y su utilización en telecomunicaciones ópticas.

### Competencias

- Actitud personal
- Analizar componentes y especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas por medios electromagnéticos, de radiofrecuencia u ópticos.
- Aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero Técnico de Telecomunicación y manejar de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
- Aprender nuevos métodos y tecnologías en base a sus conocimientos básicos y tecnológicos, con gran versatilidad de adaptación a nuevas situaciones.
- Comunicación
- Hábitos de pensamiento
- Hábitos de trabajo personal
- Seleccionar y concebir circuitos, subsistemas y sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas por medios electromagnéticos, de radiofrecuencia u ópticos, para cumplir unas especificaciones determinadas.
- Trabajo en equipo

## Resultados de aprendizaje

1. Analizar componentes y especificaciones de sistemas de comunicaciones ópticas
2. Aplicar la normativa y regulación nacional e internacional en el ámbito de las comunicaciones ópticas
3. Aplicar las técnicas en que se basan, en el ámbito de las comunicaciones ópticas y desde el punto de vista de los sistemas de transmisión, las redes, servicios y aplicaciones.
4. Comunicar eficientemente de forma oral y/o escrita conocimientos, resultados y habilidades, tanto en entornos profesionales como ante públicos no expertos.
5. Desarrollar el pensamiento científico.
6. Desarrollar el pensamiento sistémico.
7. Desarrollar la curiosidad y la creatividad.
8. Evaluar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones ópticos.
9. Gestionar el tiempo y los recursos disponibles
10. Hacer un uso eficiente de las TIC en la comunicación y transmisión de ideas y resultados.
11. Prevenir y solucionar problemas
12. Seleccionar equipos y sistemas de transmisión por medios ópticos.
13. Tomar decisiones propias.
14. Trabajar cooperativamente.
15. Utilizar aplicaciones informáticas para apoyar el desarrollo explotación de redes, servicios y aplicaciones basadas en comunicaciones ópticas.

## Contenido

### Contenidos

(T: teoría, S: problemas o seminarios, PS: preparación de problemas o seminarios, L: laboratorios, PP: preparación prácticas, E: estudio, AA: otras actividades; todas estas actividades se piden especificadas en horas.)

#### 1. Fibras ópticas

	T	S	PS	L	E	PP	AA	Total
	9	3	3	6	9	6		36

Introducción general. Conceptos básicos de Óptica. Guiado de radiaciones ópticas. Fibras monomodo y multimodo. Fibras de salto de índice y de índice gradual. Propiedades ópticas de las fibras. Pérdidas, scattering de Rayleigh, Mie, Brillouin y Raman. Dispersión cromática, dispersión modal. Características de transmisión. Fibras especiales: dispersión nulo • la, dispersión desplazada, dispersión aplanada. Parámetros de modelado.

---

## 2. Emisores ópticos

	T	S	PS	L	E	PP	AA	Total
	9	3	3	6	9	6		36

---

Bases de la emisión de luz. Emisión de luz en semiconductores. Estructura de doble heterounión. LED. Ecuación de ritmo. Características: ancho de línea espectral, respuesta escalón, respuesta de modulación, ancho de banda. Resonador Fabry-Perot. Reflectores Bragg. Láser de semiconductor. Tipos y propiedades. Ecuaciones de ritmo, corriente umbral, respuesta escalón, respuesta de modulación, dependencia ancho de banda con corriente. Parámetros de modelado con ecuaciones de ritmo, tiempo de vida portadores y fotones, coeficiente de amortiguamiento, factor de confinamiento.

---

## 3. Receptores ópticos

	T	S	PS	L	E	PP	AA	Total
	9	3	3	6	9	6		36

---

Detección de luz en uniones p-n. Diodos PIN y APD. Circuito equivalente, amplificador transimpedancia. Responsividad, corriente de oscuridad. Ruido térmico, ruido shot, factor avalancha. Consecuencias de la conversión potencia óptica a la corriente eléctrica: ruido de batido (beat noise) S-ASE y ASE-ASE. Ancho de banda en dispositivos actuales. Parámetros de modelado: densidad espectral de ruido, M, k.

---

## 4. Amplificadores ópticos

	T	S	PS	L	E	PP	AA	Total
	9	3	3	6	9	6		36

---

Importancia en sistemas WDM. Amplificadores ópticos de semiconductor, sistema de dos niveles, bombeo eléctrico. Noción de las ecuaciones de ritmo. Ganancia pequeña señal, potencia de saturación, dependencia ruido con ganancia. Ruido ASE, dependencia con ganancia. Fibras amplificadores, sistema de tres niveles, bombeo fotónico, amplificadores de fibra dopada EDFA, amplificadores de fibra RAMAN con gran ancho de banda. Parámetros de modelado.

---

## 5. Enlaces digitales de comunicaciones ópticas

	T	S	PS	L	E	PP	AA	Total
	9	3	3	6	6		36	

Transmisión de señales digitales, IIDM modulación de intensidad, detección directa. Parámetro Q, BER. Ruido térmico, ruido "shot". Influencia ruido óptico ASE: ruido eléctrico de batido, S-ASE, ASE-ASE. Interferencia entre símbolos (ISI), dispersión. Componentes pasivos: aislador, modulador MZ, filtros ópticos. Balance de potencia y de tiempo. Respuesta impulsional del enlace.

## Metodología

Clases de teoría (objetivos 1 y 3) y problemas, ambas presenciales y vinculadas cronológicamente con 6 módulos prácticos de laboratorio. Aprendizaje basado en problemas (APB): estudios previos de cuestiones individuales para cada alumno en cada módulo (objetivo 2).

## Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases de Problemas	18	0,72	1, 3, 8, 5, 6, 12, 15
Clases de Teoría	39	1,56	1, 3, 8, 5, 6, 12
Prácticas en Laboratorio	18	0,72	1, 3, 8, 5, 6, 10, 9, 13, 11, 12, 14, 15
Tipo: Supervisadas			
Tutorías	18	0,72	11
Tipo: Autónomas			
Búsqueda de documentación	9	0,36	2, 8, 12, 15
Estudio	50	2	1, 3, 8, 5, 6, 9, 12
Lectura de libros, artículos y casos	9	0,36	3
Preparación de las sesiones de laboratorio y realización de la memoria	36	1,44	3, 4, 15
Resolución de problemas y preparación de casos	18	0,72	5, 6, 9

## Evaluación

Evaluación OPTCOM 2019-20

a) Proceso y actividades de evaluación programadas, con la indicación del valor asignado a la evaluación continua y en las pruebas finales.

- Examen 60%. La prueba de examen consta de cuatro partes; la primera parte EP1 (33%) es un examen parcial de 60 minutos que consiste en contestar 12 cuestiones test sobre aproximadamente el primer tercio del contenido del curso. Los exámenes test quedan cuando la opción marcada es errónea. La segunda parte EP2 (67%) es un examen parcial de 120 minutos que consiste en contestar 12 cuestiones test y 2 problemas sobre el resto del contenido del curso. La tercera prueba consta del examen final EF1 correspondiente a la recuperación del examen parcial EP1. La cuarta prueba consta del examen final EF2 correspondiente a la recuperación del examen parcial EP2.
- Trabajo de laboratorio de seis módulos (de 3 horas) en grupos pequeños de dos personas, evaluación continua (30%).

- Seis módulos de problemas: trabajo individual, evaluación continua (10%)

Los indicadores que se usarán para calificar el aprendizaje logrado: interpretación, selección, valoración, y uso de conceptos, teorías, desarrollos tecnológicos relacionados con las comunicaciones ópticas.

La mejor nota de EP1 o EF1 (33%) se suma a las mejores dos notas de EP2, EF2 (67%). Para aprobar es necesario que la evaluación del examen supere la nota mínima de 3,5 puntos y que la evaluación total tenga una nota igual o superior a 5 puntos. La evaluación total se basa en la nota de examen (60%), la nota de prácticas (30%), y la nota de problemas (10%). En el caso de que la nota de teoría es inferior a 3,5 puntos sobre 10, pero la nota promedia supera los 5 puntos, se suspende con una nota de 4,5.

b) Programación de actividades de evaluación.

El calendario de evaluación: evaluación continua de prácticas de laboratorio cada dos semanas, dos exámenes parciales; EP1(60minutos), EP2 (120 minutos), semanas 8 y 15 (aprox.) Y dos exámenes finales; (EF1 60 minutos) y EF2 (120 minutos).

c) Proceso de recuperación.

La tercera prueba consta del examen final EF1 correspondiente a la recuperación del examen parcial EP1. La cuarta prueba consta del examen final EF2 correspondiente a la recuperación del examen parcial EP2. De acuerdo con la coordinación del Grado y la dirección de la Escuela de Ingeniería las siguientes actividades no se podrán recuperar: Practicas (1-6, 5% cada uno), módulos Simal (1-6, 1,7% cada uno) .

d) Procedimiento de revisión de las calificaciones.

Para cada actividad de evaluación, se indicará un lugar, fecha y hora de revisión en la que el estudiante podrá revisar la actividad con el profesor. En este contexto, se podrán hacer reclamaciones sobre la nota de la actividad, que serán evaluadas por el profesorado responsable de la asignatura. Si el estudiante no se presenta en esta revisión, no se revisará posteriormente esta actividad.

e) Calificaciones especiales:

No Evaluable: Un estudiante se considerará no evaluable (NA) si no se ha presentado a ninguna de las actividades.

Matrículas de honor: Otorgar una calificación de matrícula de honor se decisión del profesorado responsable de la asignatura. La normativa de la UAB indica que las MH sólo se podrán conceder a estudiantes que hayan obtenido una calificación final igual o superior a 9.00. Se puede otorgar hasta un 5% de MH del total de estudiantes matriculados.

f) Irregularidades por parte del estudiante, copia y plagio.

Si perjuicio de otras medidas disciplinarias que se estimen oportunas, y de acuerdo con la normativa académica vigente, se calificarán con un cero las irregularidades cometidas por el estudiante que puedan conducir a una variación de la calificación de un acto de evaluación. Por lo tanto, plagiar, copiar o dejar copiar una práctica o cualquier otra actividad de evaluación implicará suspender con un cero y no se podrá recuperar en el mismo curso académico. Si esta actividad tiene una nota mínima asociada, entonces la asignatura quedará suspendida.

g) Evaluación de los estudiantes repetidores.

A partir de la segunda matrícula, la evaluación de la asignatura consistirá en las pruebas de examen y Simal, mas la nota correspondiente a las actividades de prácticas obtenida la primera vez que el estudiante se ha matriculado de la asignatura, únicamente en caso de haber superado una nota media de 5 en las prácticas. Aquellos estudiantes repetidores que quieran aumentar su nota siempre podrán volver a hacer las prácticas. La evaluación total se basa en la nota de examen (60%) y la nota media de prácticas (30%) + problemas Simal (10%).

## Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Exámenes	20+40	6	0,24	1, 2, 3, 8, 4, 5, 6, 9, 13, 11, 12
Módulo de trabajo en el laboratorio y memorias correspondientes	40	4	0,16	1, 2, 3, 8, 4, 5, 6, 7, 10, 9, 13, 11, 12, 14, 15

## Bibliografía

### Bibliografía básica

1. Fundamentos De Comunicaciones Ópticas, José Capmany, Francisco Javier Fraile-Peláez; Javier Martí; (Sintesis), 2<sup>a</sup> Edición (ISBN84-7738-599-8)
2. Problemas de Comunicaciones Ópticas, José Capmany, Daniel Pastor, Beatriz Ortega, Salvador Sales, 2003 (ISBN: 84-9705-381-8)

### Bibliografía complementaria

1. Sistemas Y Redes Opticas De Comunicaciones; Martin Pereda, Jose A., Pearson Educacion, 1<sup>a</sup> Edición, Madrid, 2004, ISBN: 8420540080
2. Optical fiber communication systems ; Leonid Kazovsky, Sergio Benedetto, Alan Willner, Artech House, 1996 , ISBN: 0-89006-756-2
3. Optical Fiber Communications: Principles and Practice. J.M. Senior, Prentice-Hall International. Series in Optoelectronics. Londres, 1993. Segunda Edición.