

## TECHNICAL SUMMARY OF THE COURSE

Course data	
Name	Optical Communications
Code	DEA-TEL-522
Degree	Máster en Ingeniería de Telecomunicación (MIT)
Year	1 <sup>st</sup>
Semester	2 <sup>nd</sup> (Spring)
ECTS credits	6 ECTS
Type	Compulsory
Department	Electronics, Automation and Communications
Area	
University	Comillas Pontifical University
Schedule	See <a href="http://www.icaui.upcomillas.es/es/documentos">http://www.icaui.upcomillas.es/es/documentos</a>
Lecturers	Javier Matanza Domingo
Descriptor	

Teaching staff	
Lecturer	
Name	Javier Matanza Domingo
Department	Electronics, Automation and Communications
Area	
Office	D-215 (Alberto Aguilera, 25)
Email	jmatanza@iit.comillas.edu
Office hours	Arrange an appointment through email.

## COURSE SPECIFIC INFORMATION

<b>Contextualization of the course</b>
<b>Contribution to the professional profile of the degree</b>
<p>The main objective of this subject is to deliver to the student the knowledge about techniques and processes needed for transmitting information using the optical spectrum.</p> <p>The subject follows a mathematical and physical approach in order to explain both the phenomena of light propagation and the description of the main components used in real scenarios.</p> <p>After the completion of the course, the student will have acquired the knowledge to assess the robustness of an optical communication link. Moreover, he/she will be able to design an optical communication link with the all the necessary elements.</p>
<b>Prerequisites</b>
<p>Students willing to take this course should be familiar with electromagnetism, complex variable calculations, differential calculus, information theory and linear systems. It is also recommended to be familiar with time-frequency transformations.</p>

<b>Competences – Objectives</b>	
<b>Generic competences of the degree/course</b>	
CG4.	Conduct research, development and innovation in products, processes and methods.
CG8.	Apply the acquired knowledge to solve problems in new or unfamiliar environments within broader and multidisciplinary contexts.
CG10.	Be able to clearly and unambiguously communicate conclusions –and the knowledge and rationale that support them–, to specialist and non-specialist audiences.
CG12.	Acquire learning skills that will allow further study in a self-directed or autonomous manner.
<b>Basic learning competences</b>	
CFB1.	Acquire base knowledge that could be used inside a research context.
<b>Specific competences and learning results<sup>1</sup></b>	
CE10.	Capacity to design integrated circuits.
<b>Telecommunication technical competences</b>	
CTT13.	Capacity to apply advanced photonic and opto-electric concepts.

<b>Learning results</b>
On completion of the course, students will be able to:
<b>RA1.</b> Be able to design a driver for a commercial LASER diode.
<b>RA2</b> Acquire a theoretical base for the physical phenomena involved in a LED and LASER diode.
<b>RA3</b> Understand the mechanisms involved in light propagation.
<b>RA4</b> Know the main characteristics of the existing transmission windows.
<b>RA5</b> Capability to do power and time budgets.
<b>RA6</b> Be able to assess the main characteristics for the most used devices in optical communication.
<b>RA7</b> Know the limits for the optical technology and compute the main robustness indicators to analyze a given system.

## SYLLABUS

<b>Syllabus</b>
<b>Block 1. Introduction</b>
<b>Chapter 1. Introduction to optical communication</b>
1.1 Introduction.
1.2 Historic evolution of optical communications.

<sup>1</sup> Learning results (RA) are observable indicators that allow assessing students' knowledge. Competences tend to be more general and abstract.

- 1.3 Properties and main characteristics of fiber optic.
- 1.4 Introduction to optical devices.
- 1.5 Structure of an optical communication system.

<b>Block 2. Transmission in an optical medium</b>
<b>Chapter 2: Propagation in fiber optics</b>
2.1 Analysis of the propagation using optic geometry.
2.2 Analysis of the propagation using mode theory for step index fibers.
2.3 Analysis for the monomode case.
<b>Chapter 3: Attenuation in fiber optics</b>
3.1 Intrinsic losses.
3.2 Extrinsic losses.
3.3 Total losses. Transmission windows.
<b>Chapter 4: Attenuation in fiber optics</b>
4.1 Dispersion in fiber optics.
4.2 Wave propagation in dielectrics and pulse distortion.
4.3 Gaussian pulse propagation in monomode fibers.
4.4 Dispersion minimization in monomode fibers.
<b>Chapter 5: Optical sources: fundamentals, LED and LD</b>
5.1 Introduction.
5.2 Radiation-matter interaction
5.3 Semiconductor's theory.
5.4 Electroluminescent Diodes (LED).
5.5 Semiconductor LASER.
5.7 Analysis of the rate equations for the semiconductor LASER.
<b>Chapter 6: Optical detectors</b>
6.1 Introduction.
6.2 Optical detection.
6.3 Responsivity.
6.4 PIN photodiodes.
6.5 APD photodiodes.
6.7 Receiver for optical communications.
6.8 Noise in optical communications.
6.9 Error probability in optical detection.

<b>Block 3: Optical Components</b>
<b>Chapter 7: Optical components and amplification</b>
7.1 Introduction.
7.2 Polarizers.
7.3 Directional couplers.
7.4 Attenuators.
7.5 Circulators.
7.5 Optical filters.
7.5 Modulators.
7.5 Array Wave Guides (AWG).
7.5 Semiconductor Optical Amplifier (SOA).

**7.5 Erbium-Doped Fiber Amplifier (EDFA).**

**Block 4: Optical Communication Systems**

**Chapter 8: Optical communication systems**

- 8.1** Introduction.
- 8.2** Power budget.
- 8.3** Time budget.
- 8.4** Multicarrier systems.

**Chapter 9: Introduction to optical communication networks**

- 9.1** Introduction.
- 9.2** Topology and applications.
- 9.3** Network classification.
- 9.4** First and second generation networks.

## TEACHING METHODOLOGY

<b>General methodological aspects</b>
The best way of gaining a full understanding of computer vision techniques is implementing them and facing real challenges. Consequently, all the proposed activities focus on providing students with the tools they require to be able to successfully develop a computer vision application by the end of the term.
<b>In-class activities</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Lectures:</b> The lecturer will introduce the fundamental concepts of each chapter, along with some practical recommendations, and will go through worked examples to support the explanation. Active participation will be encouraged by raising open questions to foster discussion and by proposing short application exercises to be solved in class either on paper or using a software package.</li> <li>▪ <b>Lab sessions:</b> Under the instructor’s supervision, students, divided in small groups, will apply the concepts and techniques covered in the lectures to real problems and will become familiar with the most widespread software tools and libraries.</li> <li>▪ <b>Tutoring</b> for groups or individual students will be organized upon request.</li> </ul>
<b>Out-of-class activities</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Personal study of the course material.</li> <li>▪ Resolution of the proposed exercises.</li> <li>▪ Lab session preparation to make the most of in-class time.</li> <li>▪ Lab results analysis and report writing.</li> <li>▪ Development of a final project in small groups during the last third of the course.</li> </ul>

STUDENT WORK-TIME SUMMARY			
IN-CLASS HOURS			
Lectures	Problem-solving	Lab sessions	Assessment
28	14	14	4
OUT-OF-CLASS HOURS			
Self-study	Problem-solving	Lab report writing	Study
40	36	14	30
<b>ECTS credits:</b>			<b>3 (90 hours)</b>

## ASSESSMENT AND GRADING CRITERIA

Assessment activities	Grading criteria	Weight
Mid-term exam	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Understanding of the theoretical concepts.</li> <li>▪ Application of these concepts to problem-solving.</li> <li>▪ Critical analysis of numerical exercises' results.</li> </ul>	25%
Final exam	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Understanding of the theoretical concepts.</li> <li>▪ Application of these concepts to problem-solving.</li> <li>▪ Critical analysis of numerical exercises' results.</li> </ul>	50%
Lab reports	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Application of theoretical concepts to real problem-solving.</li> <li>▪ Ability to use and develop computer vision software.</li> <li>▪ Written communication skills.</li> </ul>	25%

### Grading and course rules

Grading
Regular assessment
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Theory</b> will account for 75%, of which:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mid-term: 25%</li> <li>• Final exam: 50%</li> </ul> </li> <li>▪ <b>Lab</b> will account for the remaining 25%, of which:</li> </ul> <p>In order to pass the course, the mark of the final exam must be greater or equal to 5 out of 10 points and the mark of the laboratory work must be at least 5 out of 10 points. Otherwise, the final grade will be the lower of the two marks.</p>
Retakes
<p>Lab practice marks will be preserved. In addition, all students will take a final exam.</p> <p>In case lab would not be passed, the student will take a written exam with both theory and lab questions.</p>
Course rules
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Class attendance is mandatory according to Article 93 of the General Regulations (Reglamento General) of Comillas Pontifical University and Article 6 of the Academic Rules (Normas Académicas) of the ICAI School of Engineering. Not complying with this requirement may have the following consequences:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Students who fail to attend more than 15% of the lectures may be denied the right to take the final exam during the regular assessment period.</li> <li>- Regarding laboratory, absence to more than 15% of the sessions can result in losing the right to take the final exam of the regular assessment period and the retake. Missed sessions must be made up for credit.</li> </ul> </li> <li>▪ Students who commit an irregularity in any graded activity will receive a mark of zero in the activity and disciplinary procedure will follow (cf. Article 168 of the General Regulations (Reglamento General) of Comillas Pontifical University).</li> </ul>

## WORK PLAN AND SCHEDULE<sup>2</sup>

Out-of-class activities	Date/Periodicity	Deadline
Review and self-study of the concepts covered in the lectures	After each lesson	–
Problem-solving	Weekly	–
Lab preparation	Before every session	–
Lab report writing	–	One week after the end of each session
Final exam preparation	May	–

## BIBLIOGRAPHY

Basic bibliography
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notes prepared by the lecturer (available in Moodle).</li> <li>▪ Agrawal, G. P. (2010). Fiber-optic communication systems (4th ed.). Wiley.</li> <li>▪ Capmany, J., &amp; Francoy, J. C. (2003). Problemas de comunicaciones Ópticas. Editorial de la UPV.</li> <li>▪ Capmany, J., Peláez, F. J. F., &amp; Martí, J. (1999). Dispositivos de comunicaciones ópticas. Síntesis.</li> <li>▪ Capmany, J. (1998). Fundamentos de comunicaciones ópticas. Síntesis.</li> </ul>
Complementary bibliography
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Saleh, B. E. A., &amp; Teich, M. C. (2007). Fundamentals of Photonics. Wiley.</li> <li>▪ Coldren, L. A., Corzine, S. W., &amp; Mashanovitch, M. L. (2012). Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits.</li> </ul>

<sup>2</sup> A detailed work plan of the subject can be found in the course summary sheet (see following page). Nevertheless, this schedule is tentative and may vary to accommodate the rhythm of the class.



Week	In-class activities				Out-of-class Activities						Learning Results	
	h/w	Contents	Lab	Evaluation	h/w	Theory study	Time (h)	Problem-solving	Time (h)	Deliverable	Learning Results	Description
1	4	Theory (3h) and problem-solving (1h) chapter 1			8	Study Chapter 1	4	Problem Chapter 1	4		RA3	Understand the mechanisms involved in light propagation.
2	4	Theory chapter 2 (2h) and problem-solving chapter 1 (2h)			8	Study Chapter 1	5	Problem Chapter 1	4		RA3	Understand the mechanisms involved in light propagation.
3	4	Theory (1h) and problem-solving (1h) chapter 2	Lab1. (2h)		8	Study Chapter 2	3	Problem Chapter 2	6	Lab report (2h)	RA3	Understand the mechanisms involved in light propagation.
4	4	Theory (1h) and problem-solving (1h) chapter 3	Lab2. (2h)		8	Study Chapter 3	5	Problems Chapter 3	7	Lab report (2h)	RA4	Know the main characteristics of the existing transmission windows.
5	4	Theory chapter 4 (2h)		Midterm test chapters 1 and 2 (1h)	8	Study Chapter 4	3	Problems Chapter 1 and 2	4		RA3 and RA7	Understand the mechanisms involved in light propagation. Know the limits for the optical technology and compute the main robustness indicators to analyze a given system.
6	4	Theory (2h) and problem-solving (1h) chapter 4			8	Study Chapter 4	3	Problems Chapter 4	6		RA3 and RA7	Understand the mechanisms involved in light propagation. Know the limits for the optical technology and compute the main robustness indicators to analyze a given system.
7	4	Theory (3h) and problem-solving (1h) chapter 5			8	Study Chapter 5	3	Problems Chapter 5	2		RA1 and RA2	Be able to design a driver for a commercial LASER diode. Acquire a theoretical base for the physical phenomena involved in a LED and LASER diode.
8	4	Theory (1h) and problem-solving (1h) chapter 5	Lab3. (2h)		8	Study Chapter 5	3	Problems Chapter 5	3	Lab report (2h)	RA1 and RA2	Be able to design a driver for a commercial LASER diode. Acquire a theoretical base for the physical phenomena involved in a LED and LASER diode.
9	4	Theory (1h) and problem-solving (1h) chapter 5			8	Study Chapter 5	4	Problems Chapter 5	3		RA1 and RA2	Be able to design a driver for a commercial LASER diode. Acquire a theoretical base for the physical phenomena involved in a LED and LASER diode.
10	4	Theory chapter 6 (2h)	Lab4. (2h)		8	Study Chapter 6	5			Lab report (2h)	RA7	Know the limits for the optical technology and compute the main robustness indicators to analyze a given system.
11	4	Problem-solving chapter 6 (1h) and theory chapter 7 (1h)	Lab5 (2h)		8	Study Chapter 7	3	Problems Chapter 6	6	Lab report (2h)	RA6 and RA7	Be able to assess the main characteristics for the most used devices in optical communication. Know the limits for the optical technology and compute the main robustness indicators to analyze a given system.
12	4	Theory (1h) and problem-solving (1h) chapter 7	Lab6 (2h)		8	Study Chapter 7	3	Problems Chapter 7	6	Lab report (2h)	RA6	Be able to assess the main characteristics for the most used devices in optical communication.
13	4	Theory (2h) chapter 8	Lab7 (2h)		8	Study Chapter 8	6				RA7	Know the limits for the optical technology and compute the main robustness indicators to analyze a given system.
14	4	Problem-solving chapter 8 (1h) and theory (2h) chapter 9			8	Study Chapter 9	6	Problems Chapter 8	8		RA7	Know the limits for the optical technology and compute the main robustness indicators to analyze a given system.
15	4	Theory chapter 9 (2h) and exam practice (2h)			8	Study Chapter 9	4	General problems	7		RA7	Know the limits for the optical technology and compute the main robustness indicators to analyze a given system.

## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

<b>Datos de la asignatura</b>	
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

<b>Datos del profesorado</b>	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Javier Matanza Domingo
Departamento	Electrónica y Automática
Área	Telecomunicaciones
Despacho	D-215
e-mail	<a href="mailto:jmatanza@comillas.edu">jmatanza@comillas.edu</a>
Teléfono	
Horario de Tutorías	Cita mediante correo electrónico

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

<b>Contextualización de la asignatura</b>	
<b>Aportación al perfil profesional de la titulación</b>	
<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> <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.</p> <p>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</p>	

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 Medidas de la Apertura Numérica y diagrama de radiación.
- 2 Caracterización estática de fuentes y fotodiodos.
- 3 Caracterización dinámica de fuentes y fotodiodos.
- 4 Reflectómetro Óptico en el dominio del tiempo (OTDR), fusionado de fibras.
- 5 Caracterización de dispositivos pasivos.

- 6 Modelado de la ecuación de Helmholtz.  
 7 Modelado de las ecuaciones del Láser.

### 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

- CFB1. 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.
- CFB5. 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.

##### Competencias Específicas

- CE10. Capacidad para diseñar y fabricar circuitos integrados.

##### Competencias Técnicas de las Telecomunicaciones

- 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.** Ser capaz de diseñar un driver para un láser de comunicaciones comercial.
- RA2** Obtener una base teórica fenómenos físicos del LED y del Diodo Láser.

**RA3** Conocer los mecanismos de propagación en la Fibra Óptica.

**RA4** Conocer las características de las principales ventanas de transmisión.

**RA5** Ser capaces de hacer balances de potencia y tiempo.

**RA6** Ser capaces de evaluar las características más significativas de los principales dispositivos de comunicaciones ópticas.

**RA7** Conocer los límites de la tecnología óptica y de obtener los principales parámetros indicadores de la robustez del sistema. .

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Aspectos metodológicos generales de la asignatura	
Metodología Presencial: Actividades	Competencias
<p>1. <b>Clase magistral y presentaciones generales.</b> 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 <b>(28 horas)</b>.</p>	<b>CG4 y CFB1</b>
<p>2. <b>Resolución en clase de problemas prácticos.</b> Resolución de unos primeros problemas para situar al alumno en contexto. La resolución correrá a cargo del profesor y los alumnos de forma cooperativa <b>(14 horas)</b>.</p>	<b>CG4 y CFB5</b>
<p>3. <b>Prácticas de laboratorio.</b> Se formarán grupos de trabajo que tendrán que realizar prácticas de laboratorio regladas o diseños de laboratorio <b>(14 horas)</b>.</p>	<b>CG4, CG8 y CFB5</b>
<p>4. <b>Tutorías.</b> 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>	
Metodología No presencial: Actividades	Competencias
<p>El objetivo principal del trabajo no presencial es llegar a entender y comprender los conceptos teóricos de la asignatura, así como</p>	

<p>ser capaz de poner en práctica estos conocimientos para resolver los diferentes tipos de problemas</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Estudio de los conceptos teóricos.</b> El alumno debe realizar un trabajo personal posterior a las clases teóricas para comprender e interiorizar los conocimientos aportados en la materia (40 horas).</li> <li><b>2. Resolución de problemas prácticos fuera del horario de clase por parte del alumno.</b> 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 (66 horas).</li> <li><b>3. Prácticas de laboratorio.</b> 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. (14 horas)</li> </ol>	<p><b>CG4, CG12 y CFB1</b></p> <p><b>CG4, CG8, CG12 y CFB1</b></p> <p><b>CG4, CG8 y CFB1</b></p>
---	--

Semana	ACTIVIDADES PRESENCIALES				ACTIVIDADES NO PRESENCIALES			Resultados de aprendizaje		
	h/s	Clase teoría/problemas	Laboratorio	Evaluación	h/s	Estudio individual de conceptos teóricos	Resolución de problemas	Preparación previa e informe de prácticas de laboratorio	Resultados de aprendizaje	Descripción
1	4	Teoría tema 1 (3h) y problemas (1h)			8	Estudio tema 1 (4h)	Repaso problemas 1 (4h)		RA3	Conocer los mecanismos de propagación en la Fibra Óptica.
2	4	Teoría tema 2(2h) y problemas tema 1 (2h)			8	Estudio del Tema 1 y 2 (5h)	Repaso problemas 1 (4h)		RA3	Conocer los mecanismos de propagación en la Fibra Óptica.
3	4	Teoría (1h) y problemas (1h) tema 2	Lab1. (2h)		8	Estudio del tema 2 (3h)	Problemas tema 2 (6h)	Realizar el informe de la práctica (2h)	RA3	Conocer los mecanismos de propagación en la Fibra Óptica.
4	4	Teoría(1h) y problemas tema 3 (2h)	Lab2. (2h)		8	Estudio del tema 3 (5h)	Problemas tema 3 (7h)	Realizar el informe de la práctica (2h)	RA4	Conocer las características de las principales ventanas de transmisión.
5	4	Teoría tema 4 (2h)		Prueba Evaluación Rendimiento Temas 1 y 2 (2h)	8	Estudio tema 4 (3h)	Repaso problemas tema 1 y 2 (4h)		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 (2h) y problemas (2h) tema 4			8	Estudio tema 4 (3h)	Problemas tema 4 (6h)		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 (3h) y problemas(1h) tema 5			8	Estudio tema 5 (3h)	Problemas tema 5 (2h)		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 (1h) y problemas(1h) tema 5	Lab3. (2h)		8	Estudio tema 5 (3h)	Problemas tema 5 (3h)	Realizar el informe de la práctica (2h)	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 (3h) y problemas(1h) tema 5			8	Estudio tema 5 (4h)	Problemas tema 5 (3h)		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 tema 6 (2h)	Lab4. (2h)		8	Estudio tema 6 (5h)		Realizar el informe de la práctica (2h)	RA7	Conocer los límites de la tecnología óptica y de obtener los principales parámetros indicadores de la robustez del sistema. .
11	4	Problemas tema 6 (1h) , teoría tema 7 (1h)	Lab5 (2h)		8	Estudio tema 7 (3h)	Problemas tema 6 (6h)	Realizar el informe de la práctica (2h)	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 (1h) y problemas (1h) tema 7	Lab6 (2h)		8	Estudio tema 7 (3h)	Problemas tema 7 (6h)	Realizar el informe de la práctica (2h)	RA6	Ser capaces de evaluar las características más significativas de los principales dispositivos de comunicaciones ópticas.
13	4	Teoría (2h) tema 8	Lab7 (2h)		8	Estudio tema 8 (6h)			RA7	Conocer los límites de la tecnología óptica y de obtener los principales parámetros indicadores de la robustez del sistema. .
14	4	Problemas tema 8 (1h) y teoría tema 9 (2h)			8	Estudio tema 9 (6h)	Problemas tema 8 (8h)		RA7	Conocer los límites de la tecnología óptica y de obtener los principales parámetros indicadores de la robustez del sistema. .
15	4	Teoría tema 9 (2h) y repaso para examen (2h)			8	Estudio tema 9 (4h)	Repaso de todos los problemas realizados (7h)		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
<b>Realización de exámenes:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Examen Final</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprensión de conceptos.</li> <li>Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li> <li>Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li> <li>Presentación y comunicación escrita.</li> </ul>	<b>50%</b>
Para aprobar la asignatura el alumno deberá obtener al menos <b>5 puntos sobre 10</b> en el examen final de la asignatura.		
<b>Realización de pruebas de seguimiento:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pruebas cortas realizadas en clase, junto con las pruebas cortas final de cada tema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprensión de conceptos.</li> <li>Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li> <li>Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li> </ul>	<b>25%</b>
<b>Control de prácticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de relacionar los conceptos teóricos con los resultados obtenidos en el laboratorio.</li> <li>Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en los problemas resueltos con ordenador.</li> <li>Capacidad de trabajo en grupo.</li> <li>Presentación y comunicación escrita.</li> </ul>	<b>25%</b>
Para aprobar la asignatura el alumno deberá obtener al menos <b>5 puntos sobre 10</b> 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
28	14	14	4
HORAS NO PRESENCIALES			
Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos	Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos	Realización de trabajos colaborativos	Estudio
40	36	14	30
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.