

# Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación 30358 - Laboratorio de comunicaciones ópticas

Guía docente para el curso 2014 - 2015

Curso: 4, Semestre: 1, Créditos: 6.0

---

## Información básica

---

### Profesores

- **Juan Antonio Casao Pérez** casao@unizar.es
- **María Angeles Losada Binué** alosada@unizar.es
- **Félix Antonio Sotelo Hermida** fsotelo@unizar.es

### Recomendaciones para cursar esta asignatura

La asignatura será impartida por profesorado del Área de Teoría de la Señal y Comunicaciones del Departamento de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones.

Para seguir con normalidad esta asignatura es recomendable que el alumno haya cursado previamente, aparte de las asignaturas básicas de primero, la asignatura de PROPAGACIÓN Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN y la asignatura del Grado de Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicaciones: DISPOSITIVOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIÓN ÓPTICA.

En esta asignatura es obligatoria la asistencia activa a las actividades programadas en el laboratorio ya que las habilidades y conocimientos que se pretende que los alumnos adquirieran en las mismas son difíciles de adquirir por otros medios. Del mismo modo se recomienda al alumno el aprovechamiento y respeto de los horarios de tutorías del profesorado para la resolución de posibles dudas de la asignatura y un correcto seguimiento de la misma.

### Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura se imparte en el primer semestre del cuarto curso de la titulación con un total de 6 créditos ECTS. Las actividades principales de la misma se dividen en presentaciones y discusión en el aula de las actividades previstas para el laboratorio y prácticas de laboratorio. Esta distribución tiene como objetivo fundamental facilitar la comprensión y asimilación de las técnicas y conceptos que permitan alcanzar las competencias a adquirir por esta asignatura.

Las fechas de inicio y finalización del curso y las horas concretas de impartición de la asignatura se harán públicas atendiendo a los horarios fijados por la Escuela.

---

## Inicio

---

## Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Sabe manipular fibras ópticas lo que abarca su preparación y alineamiento en un sistema de inyección y el correcto uso de los distintos tipos de conectores.
- 2:** Sabe alimentar los dispositivos activos como transmisores, amplificadores y detectores ópticos.
- 3:** Sabe cómo utilizar aparatos de medida de tipo general (osciloscopio, generador de señal, analizador de espectro, etc) para aplicarlos a la medida de parámetros ópticos, y en qué ocasiones y bajo qué condiciones debe usarlos.
- 4:** Sabe utilizar aparatos de medida específicos de óptica como el OTDR (reflectómetro óptico en el dominio del tiempo), el OSA (analizador de espectro óptico), etc.
- 5:** Sabe manipular dispositivos ópticos específicos de comunicaciones ópticas (multiplexadores, acopladores, atenuadores, etc) o de carácter general (monocromadores, filtros, polarizadores, etc).
- 6:** Comprende y sabe aplicar la normativa de caracterización de dispositivos y fibras ópticas.
- 7:** Es capaz de planificar un experimento planteando claramente la cuestión que pretende resolver o el parámetro que desea determinar, diseñando el procedimiento específico para procesar los resultados obtenidos y de sacar conclusiones a partir de ellos.
- 8:** Sabe utilizar entornos informáticos específicos de comunicaciones ópticas que le permiten evaluar y diseñar sistemas y redes ópticas.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La asignatura de *Laboratorio de Comunicaciones Ópticas* es un complemento de *Dispositivos y sistemas de transmisión óptica* que se desarrolla de forma práctica en el laboratorio y tiene como objetivo específico que el alumno adquiera las habilidades necesarias para manipular fibras y cables ópticos así como los dispositivos activos y pasivos que integran un sistema de comunicaciones ópticas. Además debe conocer los aparatos y sistemas de medida específicos de comunicaciones ópticas con la suficiente profundidad como para saber utilizarlos de forma adecuada en el análisis y caracterización de fibra, dispositivos y sistemas.

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

El objetivo fundamental de la asignatura de *Laboratorio de Comunicaciones Ópticas* es dotar al estudiante de las habilidades y conocimientos técnicos requeridos para la manipulación y caracterización de los diversos elementos que forman parte de

los sistemas de comunicaciones basados en fibra óptica.

## Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura *Laboratorio de Comunicaciones Ópticas* se centra en la adquisición de las habilidades necesarias para el desarrollo de las comunicaciones guiadas por fibra óptica como asignatura optativa dentro de la materia **Tecnologías de Transmisión de la Información** que se enmarca en la **Tecnología específica de Sistemas de Telecomunicación** dentro del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación la **Rama de Telecomunicación**.

Dentro de la titulación, esta asignatura mantiene una relación directa con asignaturas básicas previas y, en concreto, con *Propagación y medios de transmisión* y *Dispositivos y sistemas de transmisión óptica*, como se ha especificado en el apartado de recomendaciones para cursar la asignatura. Además, esta asignatura es un buen complemento práctico de esta última asignatura, que servirá para afianzar y ampliar sus resultados de aprendizaje.

## Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

- 1:** Combinar los conocimientos generalistas y los especializados de Ingeniería para generar propuestas innovadoras y competitivas en la actividad profesional (C3)
- 2:** Resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico (C4)
- 3:** Comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano (C5)
- 4:** Usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma (C6)
- 5:** Analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas actuando con ética, responsabilidad profesional y compromiso social (C7)
- 6:** Trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe (C8).
- 7:** La gestión de la información, manejo y aplicación de las especificaciones técnicas y la legislación necesarias para la práctica de la Ingeniería (C9).
- 8:** Aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo (C10)
- 9:** Aplicar las tecnologías de la información y las comunicaciones en la Ingeniería (C11)
- 10:** Analizar componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas. (CST3).
- 11:** La selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces y radiodeterminación. (CST4)
- 12:** La selección de antenas, equipos y sistemas de transmisión, propagación de ondas guiadas y no guiadas, por medios electromagnéticos, de radiofrecuencia u ópticos y la correspondiente gestión del espacio radioeléctrico y asignación de frecuencias (CST5).

## Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

En esta asignatura se abordan técnicas y dispositivos de comunicaciones dentro del rango óptico del espectro. Las redes de comunicaciones móviles se apoyan en la red troncal de comunicaciones cuya capa física hoy en día está basada en fibra óptica y otras tecnologías ópticas por lo que es necesario tener conocimiento de la implantación, gestión y control de las redes ópticas en grandes redes de comunicaciones, red troncal y redes metropolitanas. Por otra parte, las tendencias más novedosas orientadas al aumento del ancho de banda y flexibilidad, vienen lideradas por las redes todo ópticas.

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**1: Se aplicará la evaluación continua de forma excepcional según el artículo 9.4 del Reglamento de Evaluación del Aprendizaje**

El alumno dispondrá de una prueba global en cada una de las convocatorias establecidas a lo largo del curso. Las fechas y horarios vendrán determinadas por la Escuela. La calificación del alumno se obtendrá de la siguiente forma:

1. Prácticas de laboratorio (50%)
2. Realización y presentación de ejercicios y trabajos (25%)
3. Examen final (25%)

1. Las prácticas de laboratorio se evaluarán teniendo en cuenta la actitud de los alumnos en la realización de las mismas que se manifiesta en su capacidad para abordar las cuestiones y ejercicios planteados de forma independiente y creativa. Por otra parte, los alumnos cumplimentarán una memoria con los resultados obtenidos en sus experimentos en el laboratorio y la discusión razonada de los mismos que se entregarán después de cada sesión de laboratorio y que permitirán realizar una evaluación objetiva de sus habilidades. La calificación conjunta de las prácticas supondrá un peso del 50% del total. Se exigirá una calificación mínima de esta parte para superar la asignatura.
2. Se realizarán actividades de puesta en común y discusión de los resultados de las prácticas así como de trabajos y ejercicios propuestos relacionados con las mismas y realizados de forma individual. En esta actividad, los alumnos liderarán la presentación mientras que el profesor actuará como moderador de las intervenciones del resto de los alumnos. Con esta actividad se pretende poner de manifiesto el grado de comprensión de las actividades realizadas en el laboratorio, así como la habilidad del alumno en la síntesis de conceptos y en la presentación de resultados. Por otra parte, se incentivará la discusión razonada de los resultados obtenidos y de las conclusiones extraídas de ellos para desarrollar la destreza del alumno en la defensa de su criterio. La valoración del conjunto de estas actividades supondrá el 25% de la calificación total.
3. Se realizará así mismo una **prueba global obligatoria** para valorar el conjunto de conocimientos y habilidades adquiridos por el alumno y de forma especial, su capacidad para aplicarlos en la resolución de problemas de tipo práctico. Esta prueba, que deben de realizar todos los alumnos, supondrá el 25% de la calificación total. Se establecerá una calificación mínima que debe obtener el alumno en esta prueba para superar la asignatura.

Alumnos que no hayan obtenido las calificaciones mínimas o no hayan realizado la evaluación gradual liberatoria:

1. Los alumnos que no hayan obtenido la calificación mínima en las prácticas deberán realizar una prueba

relativa a las mismas cuyo porcentaje sobre la nota final será el mismo que el de las prácticas. Según el criterio del profesorado de la asignatura, esta evaluación podrá plantearse como un ejercicio práctico realizado en el laboratorio en la fecha y hora establecida por los profesores.

2. Los alumnos que no hayan participado en las presentaciones de las prácticas, podrán obtener el porcentaje correspondiente a su calificación en el momento de la prueba global.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

#### El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

Las metodologías de enseñanza-aprendizaje que se plantean para conseguir los objetivos planteados y adquirir las competencias son las siguientes:

M1: Clase magistral participativa donde se explicarán los conceptos, técnicas, etc necesarios para facilitar el mayor aprovechamiento del trabajo en el laboratorio. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial.

TP3: Prácticas de laboratorio en las que los alumnos realizarán cada una de las actividades propuestas durante varias sesiones de prácticas de 2 horas de duración. Esta actividad se desarrollará en el Laboratorio de Prácticas L.3.0.2 (Laboratorio de Óptica) del Edificio Ada Byron. Estas actividades se realizan en pequeños equipos de forma que todos los alumnos de un equipo tengan acceso al material para tener la oportunidad de aprender a manejarlo. Esta actividad se realizará en el Laboratorio de forma presencial. Cada equipo debe cumplimentar unos cuestionarios donde se reflejan los resultados obtenidos en los experimentos realizados así como un trabajo que exponga los resultados obtenidos, y una discusión razonada de las conclusiones obtenidas a partir de ellos.

M4: Elaboración de trabajos: el profesor propondrá una serie de trabajos para profundizar sobre algún aspecto concreto de la asignatura. Cada alumno o grupo de alumnos podrá elegir entre estas propuestas para desarrollarla y ampliarla elaborando un informe donde se ponga de manifiesto su capacidad para buscar, organizar, y sintetizar información. Estos trabajos se expondrán ante todos los alumnos de la asignatura para propiciar la discusión razonada. Estos trabajos permitirán valorar la capacidad del alumno para elaborar y transmitir información y su grado de profundización en el tema escogido.

M5: Tutorías: Atención personalizada al alumno a través de las tutorías.

### Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

#### El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

1:

- Utilización y programación en entornos de simulación de redes ópticas.
- Manipulación y caracterización de propiedades de distintos tipos de fibras ópticas.
- Manejo y caracterización de dispositivos activos: transmisores, amplificadores y detectores ópticos.

- Caracterización de dispositivos pasivos: multiplexadores, acopladores, atenuadores, etc.
- Análisis experimental de sistemas ópticos WDM.

## **Planificación y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

A lo largo del cuatrimestre se realizará la siguiente distribución de actividades:

- Sesiones de clases en aula (1 hora por semana).
- Sesiones de prácticas de laboratorio, en grupos reducidos, de 2 horas de duración desarrolladas en el Laboratorio de Óptica (L3.02). Se requieren 2 sesiones cada semana (4 horas por semana).

En cualquier caso, las clases magistrales y las sesiones de prácticas de laboratorio se imparten según el horario establecido por la Escuela, así como, debiendo el alumno, en este último caso, optar por apuntarse en uno de los grupos que haya disponibles.

Las pruebas de evaluación global se registrarán por las fechas establecidas por la Escuela.

## **Bibliografía y recursos**

Usando los soportes digitales facilitados por la Universidad de Zaragoza, se suministrará a los alumnos matriculados en la asignatura el acceso a un conjunto de documentos elaborados por los profesores.

### Bibliografía básica

- G. KEISER, "Optical Fiber Communicatons", 2º ed., McGraw-Hill, 1991.
- J. M. SENIOR, "Optical Fiber Communications", 2º ed., Prentice Hall, 1992
- J. GOWAR, "Optical Communications Systems", 2º ed., Prentice Hall, 1993.
- G. AGRAWAL, "Fiber Optic Communication Systems", Willey Interscience, 1997
- M.A. LOSADA, J. MATEO, I.GARCÉS, "Apuntes de comunicaciones ópticas", EINA de Zaragoza, 2013.

- M. A. LOSADA, J. MATEO, I. SALINAS, D. IZQUIERDO, I. GARCES, "Guiones de las prácticas del Laboratorio de Comunicaciones Ópticas", EINA de Zaragoza, 2008.

#### Bibliografía Complementaria / Avanzada

##### Fibras ópticas

- A. SNYDER, J. LOVE, "Optical Waveguide Theory", Chapman & Hall, 1983
- A. GHATAK, K. THYAGARAJAN, "Introduction to Fiber Optics", Cambridge University Press, 1998
- J. CAPMANY, J. FRAILE-PELÁEZ, J. MARTÍ, "Fundamentos de Comunicaciones Ópticas", ed. Síntesis, 1998

##### Fuentes, detectores

- A. SALEH, M. TEICH, "Fundamentals of Photonics", John Willey & Sons, 1991
- J. CAPMANY, J. FRAILE-PELÁEZ, J. MARTÍ, "Fundamentos de Comunicaciones Ópticas", ed. Síntesis, 1998

##### Sistemas

- G. AGRAWAL, "Fiber Optic Communication Systems", Willey Interscience, 1997
- I. KAMINOV & T. KOCH (Eds.) "Optical Fiber Telecommunications IIIA", Academic Press, 1997
- I. KAMINOV & T. KOCH (Eds.) "Optical Fiber Telecommunications IIIB", Academic Press, 1997
- J. FRANZ & V. JAIN, "Optical Communication Systems", Academic Wiley, 1996
- N. ANTONIADES, G. ELLINAS, I. ROUDAS, "WDM systems and networks", Springer 2012

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Agrawal, Govind P.. Fiber-Optic communication systems / Govind P. Agrawal . - 3rd ed. New York [etc.] : John Wiley & Sons, cop. 2002

- Gowar, John. Optical communication systems / John Gowar . - 2nd. ed. New York [etc.] : Prentice Hall, cop. 1993
- Keiser, Gerd. Optical Fiber communications / Gerd Keiser . - 2nd edition New York [etc.] : McGraw-Hill, cop. 1991
- Senior, John. Optical fiber communications : principles and practice / John M. Senior . - 2nd. ed. New York [etc.] : Prentice Hall, cop. 1992
- [Fibras Ópticas] - Capmany, José. Fundamentos de comunicaciones opticas / José Capmany, F. Javier Fraile-Peláez, Javier Martí . Madrid : Sintesis, D.L. 1998
- [Fibras Ópticas] - Ghatak, Ajoy. Introduction to fiber optics / Ajoy Ghatak, K. Thyagarajan . [1st ed.] Cambridge : Cambridge University Press, cop. 1998
- [Fibras Ópticas] - Snyder, Allan W.. Optical waveguide theory / Allan W. Snyder, John D. Love . 1st ed. London [etc] : Chapman and Hall, 1983
- [Fuentes, detectores] - Capmany, José. Fundamentos de comunicaciones opticas / José Capmany, F. Javier Fraile-Peláez, Javier Martí . Madrid : Sintesis, D.L. 1998
- [Fuentes, detectores] - Saleh, Bahaa E.A.. Fundamentals of photonics / Bahaa E.A. Saleh, Malvin Carl Teich . [1st ed.] New York [etc.] : Wiley and Sons, cop. 1991
- [Sistemas] - Franz, J. Optical Communication Systems / J.Franz & V. Jain Academic Wiley, 1996
- [Sistemas] - Kaminov, I . Optical Fiber Telecommunications IIIA / I. KAMINOV & T. KOCH (Eds.) Academic Press,1997
- [Sistemas] - Kaminov, I . Optical Fiber Telecommunications IIIB / I. KAMINOV & T. KOCH (Eds.) Academic Press,1997
- [Sistemas] - WDM systems and networks : modeling, simulation, design and engineering / Neophytos (Neo) Antoniadou, Georgios Ellinas, Ioannis Roudas editors . New York : Springer, cop. 2012