



Universidad
de Alcalá

GUÍA DOCENTE

Comunicaciones Ópticas

Grado en
Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación (GITT)
Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación (GIST)

Universidad de Alcalá

Curso Académico 2022/2023

4º Curso - 1^{er} Cuatrimestre (GITT)

3^{er} Curso - 2º Cuatrimestre (GIST)

GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	Comunicaciones Ópticas
Código:	350033 (GITT) 390004 (GIST)
Titulación en la que se imparte:	Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación (GITT) Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación (GIST)
Departamento y Área de Conocimiento:	Teoría de la Señal y Comunicaciones Teoría de la señal y comunicaciones
Carácter:	Optativa (Especialidad) (GITT) Obligatoria (GIST)
Créditos ECTS:	6.0
Curso y cuatrimestre:	4º Curso - 1º Cuatrimestre (GITT) 3º Curso - 2º Cuatrimestre (GIST)
Profesorado:	Coordinador: Pablo Luis López Espí
Horario de Tutoría:	El horario de tutorías de los profesores se indicará el primer día de clase
Idioma en el que se imparte:	Español/English friendly

1a. PRESENTACIÓN

La asignatura de Comunicaciones Ópticas se presenta como una asignatura para la integración y aplicación de los conocimientos adquiridos en cuanto a la Teoría de Comunicación y las Comunicaciones Digitales. La asignatura presenta la evolución tecnológica que han sufrido las redes ópticas desde sus comienzos en los años 70 hasta la actualidad.

La asignatura estudia los elementos individuales que componen un sistema óptico para finalmente desarrollar los procesos de planificación de la red tanto desde el punto de vista de la calidad de la señal requerida como de la capacidad del enlace diseñado.

Para cursar la asignatura es necesario que el alumno posea los conocimientos que se le han impartido en las asignaturas de Comunicaciones Digitales como de otras previas como Teoría de la Comunicación, Fundamentos Físicos y las asignaturas relativas al estudio de los dispositivos electrónicos. Esta asignatura está también relacionada con Sistemas de Telecomunicación.

1b. COURSE SUMMARY

Optical Communications is a subject focused on the integration and application of the previously delivered contents in Communications Theory and Digital Communications in the modern optical communication systems. The subject is also organized taking into account the evolution of the optical networks from the 70 up to the present.

The individual study of each element in the optical system is given firstly, and finally the overall behavior as well as the required planning processes for the signal quality and capacity are studied.

It is strongly recommended that the student has previously passed the subjects related to Digital Communications, Communication Theory, Fundamentals of Physics and Electronic Devices. The subject is also highly related with Telecommunication Systems.

2. COMPETENCIAS

Competencias básicas, generales y transversales.

Esta asignatura contribuye a adquirir las siguientes competencias básicas, generales y transversales definidas en el apartado 3 del Anexo de la Orden CIN/352/2009:

TR1 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero Técnico de Telecomunicación y facilidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

TR2 - Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

TR3 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación.

TR4 - Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos en su ámbito específico de la telecomunicación.

TR8 - Capacidad de trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe y de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.

Competencias de Carácter Profesional

Esta asignatura proporciona la(s) siguiente(s) competencia(s) de carácter profesional definida(s) en el apartado 5 del Anexo de la Orden CIN/352/2009:

CST1 - Capacidad para construir, explotar y gestionar las redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.

CST2 - Capacidad para aplicar las técnicas en que se basan las redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación tanto en entornos fijos como móviles, personales, locales o a gran distancia, con diferentes anchos de banda, incluyendo telefonía, radiodifusión, televisión y datos, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.

Resultados de aprendizaje

Al terminar con éxito esta asignatura/enseñanza, los estudiantes serán capaces de:

RA1. Describir el fenómeno del guiado de la luz en una fibra óptica y sus características de transmisión, así como la normativa y la regulación de la materia en los ámbitos nacional, europeo e internacional.

RA2. Determinar los componentes y sus especificaciones de los sistemas de comunicaciones guiadas por fibra óptica.

RA3. Describir de las tecnologías de emisión, detección y procesamiento de señales ópticas.

RA4. Distinguir los diferentes dispositivos que forman un sistema de comunicaciones ópticas y sus propiedades más importantes.

RA5. Planificar un sistema de comunicaciones ópticas con especial atención a la amplificación óptica y al multiplexado en longitud de onda.

RA6. Emplear la instrumentación y las técnicas de medida de los dispositivos y redes ópticos.

3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Horas en Grupo Grande
<p>Bloque 1: Guías ópticas. Cableado y conexionado ópticos</p> <p>Ventajas de las comunicaciones por fibra óptica, generalidades y clasificación de las fibras, propagación de la luz en las F.O.: teoría de rayos y teoría de modos, dispersión y atenuación, pérdidas y ventanas de trabajo. Fabricación de conductores ópticos y de la preforma, comparativa de métodos, estirado y recubrimiento de la fibra, cables de fibra óptica, conectores, empalmes (tipos), conectorización y tendido.</p>	8 horas
<p>Bloque 2: Emisores y Detectores ópticos</p> <p>Interacción de la luz y la materia, teoría de bandas, semiconductores como fuentes de luz, compuestos binarios, ternarios y cuaternarios, el diodo LED, el diodo LASER, dependencia de la emisión de luz con la temperatura y la polarización, modos longitudinales y modos transversales, espectro de emisión, láseres monomodo. Fundamentos de la absorción de luz, fotodetección mediante diodos de unión, diodo PIN, cálculo de la eficiencia interna y el ancho de banda, mejora de la eficiencia interna, diodo APD, coeficiente de ganancia, producto ganancia por ancho de banda, otras estructuras de fotodetección.</p>	6 horas
<p>Bloque 3: Dispositivos fotónicos.</p> <p>Propiedades de los dispositivos pasivos, atenuadores, acopladores y divisores ópticos, moduladores ópticos externos.</p>	4 horas
<p>Bloque 4: Amplificación Óptica y WDM</p> <p>Amplificador óptico de dos niveles, amplificadores de fibra dopada con erbio, ganancia y figura de ruido, rejilla de longitudes de onda de la UIT, componentes típicos de un sistema WDM.</p>	4 horas
<p>Bloque 5. Diseño de sistemas de comunicaciones ópticas.</p> <p>Estructura típica de un sistema de comunicaciones ópticas punto a punto, balance de potencias, balance de tiempos de subida, fenómenos que degradan la sensibilidad. Redes WDM. Redes GPON.</p>	6 horas

PROGRAMA DE PRÁCTICAS

Bloques de contenido	Horas
P1. Caracterización de fotoemisores. Desalineamiento de conexiones Medida de fotoemisores. Obtención de las curvas V-I y P-I. Caracterización de desalineamiento de conectores	2 horas
P2. Caracterización de acopladores y separadores. Principios de WDM Medida de elementos pasivos por el método de las pérdidas de inserción. Demostración de un sistema WDM.	2 horas
P3. Empalmes de fibra óptica por fusión Realización de empalmes de fibra óptica mediante fusionadora. Medidas de empalmes.	2 horas
P4. Análisis de una instalación de fibra óptica con el OTDR Medida de una instalación tipo. Pérdidas de empalmes y conectores. Atenuación por kilómetro de la fibra óptica.	2 horas
P5. Comunicación entre PC por fibra óptica. Análisis de anchos de banda Transmisión de pulsos por fibra óptica. Caracterización del enlace mediante el balance de tiempos de subida.	2 horas
P6. Caracterización espectral de fuentes de luz Medida de fuentes de luz con el analizador de espectros. Variación del espectro de emisión con el punto de polarización. Introducción a la amplificación óptica.	2 horas

Las prácticas se realizarán en grupos de 3 alumnos por puesto (supuesto de 18 alumnos por laboratorio), de forma rotatoria en la mayor parte de ellas.

CLASES DE PROBLEMAS

Las clases de problemas se realizarán en el aula en grupos pequeños. Una vez finalizadas las clases de teoría en grupo grande, se impartirán 16 horas de resolución de problemas enfocados fundamentalmente al bloque 5 de teoría.

4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE. ACTIVIDADES FORMATIVAS

4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Número de horas presenciales:	28 horas en grupo grande 12 horas laboratorio grupo pequeño 16 horas grupo pequeño para resolución de problemas y exposición de trabajos. 2 horas de exámenes.
Número de horas del trabajo propio del estudiante:	92 horas que incluyen entre otros el estudio de los conceptos teóricos, la realización de ejercicios de auto-evaluación, el análisis de problemas y la realización de trabajos.
Total horas	150

4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

La asignatura está articulada en cuatro estrategias de aprendizaje diferenciadas pero cuya interrelación permitirá abordar los objetivos marcados por las competencias descritas anteriormente, a saber: aprendizaje teórico en el aula, aprendizaje en sesiones de problemas en grupos reducidos y aprendizaje en sesiones de trabajo en el laboratorio.

Aprendizaje teórico en el aula:

Las sesiones de trabajo en el aula, en grupos grandes, consistirán en clases magistrales, donde se expondrán los principales conceptos de la materia en estudio. El objetivo es introducir al alumno en los fundamentos teóricos de la asignatura de una forma guiada, secuencial y reflexiva. La asimilación de estos conceptos culminará con la puesta en práctica de los mismos tanto en los grupos de problemas como en el laboratorio. El apoyo con materiales docentes será fundamental para crear entornos de aprendizaje reflexivo, donde alumno y profesor puedan emprender un análisis crítico que permita al alumno relacionar conceptos de forma autónoma.

El orden de presentación de los contenidos evolucionará desde lo más simple hasta lo más complejo, con el objetivo de evitar un alto grado de abstracción que pudiera causar en el alumno falta de interés por la asignatura. En cualquier caso, es muy conveniente durante las sesiones de trabajo en el aula establecer vínculos con otras materias del plan de estudios, y aportar posibles experiencias sobre los contenidos, lo que ayudará a captar la atención del estudiante y fomentará su interés por la asignatura.

Aprendizaje en sesiones de problemas en grupos reducidos:

En los grupos reducidos se pretenden crear entornos de trabajo participativos en los que los alumnos – en equipos de unos 3- resolverán problemas teóricos, poniendo en práctica los conceptos tratados durante las sesiones de aprendizaje en el aula. La participación del alumno es fundamental, por lo que, tras la resolución de los problemas propuestos por parte de los alumnos, se procederá a su corrección en el aula siendo los alumnos quienes presenten al resto de compañeros los métodos de solución y resultados obtenidos. El objetivo que se persigue es complementar el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumno, acercándolo a la asimilación de los conceptos y la aplicación de los mismos, haciendo hincapié en que las técnicas analíticas a utilizar son herramientas y no objetivos.

Las estrategias a adoptar en estas sesiones estarán encaminadas a fomentar en el estudiante ciertos hábitos a la hora de enfrentarse a la resolución de un problema, a saber: estudio inicial, elección de la mejor estrategia de resolución y evaluación crítica de los resultados obtenidos.

Podrán emplearse las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones como apoyo a las actividades formativas (uso de Internet, foros, wikis y correo electrónico, materiales disponibles en las plataformas de teleformación, etc.).

Aprendizaje en sesiones de trabajo en el laboratorio:

Las prácticas en el laboratorio componen otro de los escenarios de aprendizaje. Las sesiones de trabajo se realizarán en grupos pequeños, en los que el alumno debe trabajar en equipo. El objetivo es que el alumno explore, con la ayuda de un manual de prácticas diseñado para la asignatura, la aplicabilidad de los conceptos de la teoría. Para ello, la metodología será la que se describe a continuación:

Antes de cada sesión, el alumno deberá leerse la introducción teórica y entregar una serie de cuestiones previas propuestas en el mencionado manual. Dichas cuestiones incluirán una serie de preguntas donde el alumno podrá realizar una auto-evaluación de los conocimientos adquiridos en teoría.

Dentro del laboratorio, los alumnos realizarán la práctica de simulación o medida correspondiente en grupos de unos 3 alumnos –coincidentes con los equipos de trabajo en las sesiones de problemas-, y a su finalización entregarán al profesor una memoria que recoja el trabajo, las medidas realizadas y las conclusiones obtenidas con la realización de la práctica.

5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y calificación

Preferentemente se ofrecerá a los alumnos un sistema de evaluación continua que tenga características de evaluación formativa de manera que sirva de realimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte del alumno.

5.1. PROCEDIMIENTOS

La evaluación debe estar inspirada en los criterios de evaluación continua (Normativa de Evaluación de los Aprendizajes, NEA, art 3). No obstante, respetando la normativa de la Universidad de Alcalá se pone a disposición del alumno un proceso alternativo de evaluación final de acuerdo a la Normativa de Evaluación de los Aprendizaje (aprobada en Consejo de Gobierno de 24 de marzo de 2011 y modificada en Consejo de Gobierno de 5 de mayo de 2016) según lo indicado en su Artículo 10, los alumnos tendrán un plazo de quince días desde el inicio del curso para solicitar por escrito al Director de la Escuela Politécnica Superior su intención de acogerse al modelo de evaluación no continua aduciendo las razones que estimen convenientes. La evaluación del proceso de aprendizaje de todos los alumnos que no cursen solicitud al respecto o vean denegada la misma se realizará, por defecto, de acuerdo al modelo de evaluación continua. El estudiante dispone de dos convocatorias para superar la asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria.

Convocatoria ordinaria

Evaluación continua:

1. Prueba de Evaluación Parcial combinada de preguntas tipo test y cuestiones cortas que permita valorar el conocimiento global de la teoría de la asignatura que se realizará una vez finalizadas las sesiones de aprendizaje teórico en el aula.
2. Realización de prácticas de laboratorio y entrega de las correspondientes memorias. Dado que una de las competencias perseguidas en este bloque de la asignatura es el adquirir la capacidad y habilidad para manejar el instrumental propio de un laboratorio de este estilo, la evaluación considerará la observación sistemática, donde el profesor registrará las principales dificultades y habilidades observadas en cada alumno, y la realización de una memoria única por práctica, por parte de cada uno de los grupos de alumnos que la hayan realizado.

Los alumnos deberán asistir al 100% de las sesiones de laboratorio y entregar los informes correspondientes a todas las prácticas de laboratorio. Se habilitará una sesión de recuperación para aquellos alumnos que no hayan asistido a alguna de las sesiones y lo justifiquen documentalmente.

Los alumnos, en grupo, entregarán los informes de las prácticas de laboratorio siguiendo el calendario establecido en el Plan de Trabajo de la materia. Estas prácticas serán evaluadas por el profesor responsable del grupo de laboratorio, para comprobar si se han cumplido los objetivos indicados en el guion de la misma.

3. Prueba de evaluación final. Se realizará una prueba de evaluación final que se basará en la realización de un examen final sobre los contenidos teóricos y prácticos impartidos a lo largo del curso. Los alumnos que hayan superando con éxito los objetivos de las prácticas de laboratorio, sólo tendrán que realizar la parte del examen relacionada con el resto de los contenidos de la materia.

Esta prueba será evaluada individualmente para cada alumno.

Evaluación mediante examen final:

En el caso de evaluación mediante examen final, los elementos de evaluación a emplear serán los

siguientes:

- Prueba práctica de laboratorio.
- Prueba escrita teórico-práctica.

Se recomienda a los alumnos que realicen las prácticas de laboratorio durante el desarrollo del cuatrimestre, sustituyendo de esta forma el examen práctico de laboratorio por la evaluación de las memorias correspondientes a las diferentes prácticas.

Convocatoria extraordinaria

El procedimiento será el mismo que el descrito para la evaluación mediante examen final en la convocatoria ordinaria.

5.2. EVALUACIÓN

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Los procedimientos anteriormente descritos para las convocatorias ordinarias y extraordinarias y los dos métodos de evaluación, tienen el objetivo de evaluar si el alumno ha adquirido los conocimientos, procedimientos y aptitudes profesionales que se enumeran a continuación:

CE1. Comprensión del fenómeno del guiado de la luz en una fibra óptica y sus características de transmisión, así como de la normativa y la regulación de las telecomunicaciones en los ámbitos nacional, europeo e internacional.

CE2. Conocimiento de los diferentes dispositivos que forman un sistema de comunicaciones ópticas y sus propiedades más importantes.

CE3. Conocimiento de las tecnologías de emisión, detección y procesamiento de señales ópticas, así como de los diferentes dispositivos que forman un sistema de comunicaciones ópticas y sus propiedades más relevantes.

CE4. Conocimiento de las técnicas adecuadas para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios comunicaciones ópticas incluyendo los que emplean amplificación óptica y de los sistemas multiplexados en longitud de onda.

CE5. Conocimiento del manejo de la instrumentación y de las técnicas de medida de los dispositivos y redes ópticos.

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Convocatoria ordinaria: evaluación continua

En el caso de evaluación continua la calificación se realizará teniendo en cuenta los siguientes porcentajes y considerandos:

- Prueba parcial a realizar durante el cuatrimestre sobre contenidos teórico-prácticos (PEI): 35%
- Prácticas de laboratorio (PL): 35%.
 - Valoración del profesor de las habilidades en el desarrollo de las prácticas: 5%
 - Memorias de las prácticas (nota media de todas ellas): 15%
 - Cuestionario de realización de prácticas: 15%. (Coincidirá con el examen final en fecha y hora)
- Prueba escrita teórico-práctica final (PEF): 30%. Coincidirá en fecha con la realización del examen escrito teórico-práctico de los alumnos que hayan elegido la opción de evaluación mediante examen final.

Se otorgará la calificación de “No presentado” al alumno que, habiendo optado por el procedimiento de evaluación continua, cumpla alguno de los siguientes requisitos:

1. Cuando el alumno haya incumplido al menos la asistencia al 50% de las clases de problemas en grupos reducidos o de prácticas de laboratorio.
2. Cuando el alumno no haya entregado, al menos el 50% de los trabajos/memorias solicitados.

Cuando el alumno haya superado los límites de asistencia o entrega de trabajos mencionados en el párrafo anterior, independientemente de su participación en las pruebas parcial o final, no podrá optar a la calificación de “No presentado”.

No podrá obtenerse la calificación de “no presentado”, independientemente de lo expresado en los párrafos anteriores, cuando el alumno se presente a la prueba parcial (PEI) o a la prueba final (PEF).

Convocatoria ordinaria: evaluación mediante examen final

En el caso de evaluación mediante examen final la calificación se realizará teniendo en cuenta los siguientes porcentajes y considerandos:

- Examen práctico de laboratorio (EP): 20%. El examen consistirá en la realización de una prueba relativa a las prácticas de laboratorio, donde se demuestre la adquisición de las competencias de carácter práctico de la asignatura.

En el caso de que los alumnos hayan realizado el laboratorio y entregado las correspondientes memorias el porcentaje sobre la nota final del examen práctico corresponderá al de las prácticas especificado en el apartado anterior.

La prueba práctica de laboratorio se realizará a continuación de la prueba escrita teórico-práctica.

- Examen escrito teórico-práctico (PEF): 80% que incluirá los aspectos teóricos (40%) y de problemas (40%) descritos anteriormente.

Los alumnos deberán conseguir la calificación mínima de aprobado en el examen práctico de laboratorio (o en las prácticas de laboratorio, en el caso de que los alumnos hayan realizado las prácticas y entregado las memorias).

Convocatoria extraordinaria

En el caso de las convocatorias extraordinarias se mantendrán los mismos porcentajes que se han establecido en el caso de la evaluación mediante examen final, dando la opción de realizar el examen práctico de laboratorio o de mantener la nota obtenida en prácticas de laboratorio (evaluación continua) o en el examen práctico (evaluación final), según decisión del alumno. En cualquier caso, el examen práctico lo realizarán aquellos alumnos que no lo hayan realizado en la opción de examen final en la convocatoria ordinaria.

Al igual que en la evaluación mediante examen final de la convocatoria ordinaria, los alumnos deberán conseguir la calificación mínima de aprobado en el examen práctico de laboratorio (o en las prácticas de laboratorio, en el caso de que los alumnos hayan realizado las prácticas y entregado las memorias).

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Convocatoria ordinaria: evaluación continua

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
TR1-TR3, CST1,2	RA1-RA5	CE1-CE4	PEF	30%
TR1-TR3, CST1,2	RA1-RA5	CE1-CE4	PEI	35%
TR4,TR8, CST1,2	RA6	CE5	PL	35%

Convocatoria ordinaria: evaluación final y convocatoria extraordinaria

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
TR1-TR3, CST1,2	RA1-RA5	CE1-CE4	PEF	80%
TR4,TR8, CST1,2	RA6	CE5	PL/EP	20%

6. BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía básica

- PAMIES, J. A. Fundamentos y Tecnología de las Comunicaciones por Fibra Óptica. (2009) Servicio de Publicaciones de la UAH.

6.2. Bibliografía complementaria

- AGRAWAL, G. P. (2005) Lightwave Technology: Telecommunication Systems. Wiley-Interscience.
- AGRAWAL, G. P. (2004) Lightwave Technology: Components and Devices. Wiley-Interscience.
- DESURVIRE, E. et al (2002). Erbium-Doped Fiber Amplifiers. Device and System Developments. John Wiley and Sons.
- GUPTA, M. C. Editor. (1997). Handbook of Photonics. CRC Press.
- IGA, K. (1994). Fundamentals of Laser Optics. Plenum Press.
- KEISER, G. (2000). Optical Fiber Communications, 3ª Ed. McGraw Hill.

NOTA INFORMATIVA

La Universidad de Alcalá garantiza a sus estudiantes que, si por exigencias sanitarias las autoridades competentes impidieran la presencialidad total o parcial de la actividad docente, los planes docentes alcanzarían sus objetivos a través de una metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación en formato online, que retornaría a la modalidad presencial en cuanto cesaran dichos impedimentos.