



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Telecomunicación

UPCT




GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA:

COMUNICACIONES ÓPTICAS (OPTICAL COMMUNICATIONS)

Titulación/es:

Grado en Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación

CSV:	X6bEIXu6Ps8aLLMqQ3GaHb7PV	Fecha:	16/01/2019 13:19:35	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/X6bEIXu6Ps8aLLMqQ3GaHb7PV	Página:	1/14	

1. Datos de la asignatura

Nombre	Comunicaciones Ópticas				
Materia*	Comunicaciones Ópticas				
Módulo*	Tecnología específica: Sistemas de Telecomunicación				
Código	504103006				
Titulación	Grado en Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación				
Plan de estudios	2010				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación				
Tipo	TEST				
Periodo lectivo	2º Cuatrimestre	Cuatrimestre	2º	Curso	3º
Idioma	Castellano				
ECTS	6	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	180

* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	José Víctor Rodríguez Rodríguez		
Departamento	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones		
Área de conocimiento	Teoría de la Señal y Comunicaciones		
Ubicación del despacho	Despacho 13, 1ª Planta ETSI Telecomunicaciones		
Teléfono	968 32 65 48	Fax	968 32 59 73
Correo electrónico	Jvictor.rodriguez@upct.es		
URL / WEB	-		
Horario de atención / Tutorías	Miércoles de 17:00-20:00 y jueves de 11:00-14:00		
Ubicación durante las tutorías	Despacho 13, 1ª Planta ETSI Telecomunicaciones		

Perfil Docente e investigador	Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Valencia. Doctor por la Universidad Politécnica de Cartagena. Profesor Titular de Universidad.
Experiencia docente	Desde 2002. Asignaturas Impartidas: <ul style="list-style-type: none"> - Introducción a las Telecomunicaciones (2001/2002-2002/2003) - Teoría de la Comunicación (2002/2003) - Comunicaciones Ópticas (2002/2003-Actualidad) - Laboratorio de Comunicaciones Ópticas (2003/2004-2004/2005, 2007/2008-2010/2011 y 2013-2014) - Sistemas de Comunicaciones Ópticas (2007/2008 y 2011/2012) - Tecnologías y Aplicaciones Fotónicas (2016/2017-Actualidad) - Radiopropagación en Sistemas de Comunicaciones Inalámbricas (2009/2010-2012/2013) - Radiocomunicaciones Terrestres y Espaciales (2013/2014-Actualidad)
Líneas de Investigación	Radiopropagación en Sistemas de Comunicaciones Móviles
Experiencia profesional	Ericsson Mobile Communications (Lund, Suecia). 12/03/01-31/07/01
Otros temas de interés	Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)
Nº Quinquenios	3
Nº Sexenios	2

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

Las comunicaciones a través de fibra óptica representan uno de los mayores avances –en lo que a transmisión de información se refiere– que se han realizado en los últimos años en el ámbito científico. En este sentido, la asignatura *Comunicaciones Ópticas* pretende proporcionar al alumno el fundamento teórico y práctico que subyace tras un sistema de comunicaciones basado en tecnología fotónica.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

La asignatura tiene como objetivo introducir al alumno en los conceptos básicos relativos a la transmisión de señales en un sistema de comunicaciones ópticas. En este sentido, se trata de realizar un recorrido analítico a través de los principales bloques que constituyen dicho sistema fotónico, esto es, la fibra óptica, las fuentes de emisión de luz y los fotodetectores. Así mismo, también se abordan diversos aspectos prácticos relacionados con los sistemas de comunicaciones ópticas.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

Al tratarse de la primera asignatura en la que se estudia la transmisión de señales a través de un sistema de comunicaciones ópticas, no existe ningún prerrequisito para cursarla. Sin embargo, presenta su complemento natural en la asignatura de cuarto curso Tecnologías y Aplicaciones Fotónicas, con la que se profundiza en la formación referente a las comunicaciones basadas en sistemas fotónicos.

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen.

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

No existen.

3.6. Medidas especiales previstas

Los estudiantes que, por alguna razón, se encuentren en una situación extraordinaria (con discapacidad, extranjeros, etc.) deberán ponerse en contacto con el profesor responsable de la asignatura al inicio del curso.

4. Competencias y resultados del aprendizaje

4.1. Competencias básicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

-

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CG3 - 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.

4.3. Competencias específicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

<input type="checkbox"/>	ST1	Capacidad para construir, explotar y gestionar las redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas estas como sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.
<input type="checkbox"/>	ST2	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.
<input checked="" type="checkbox"/>	ST3	Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas.
<input type="checkbox"/>	ST4	Capacidad para la selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces y radiodeterminación.
<input checked="" type="checkbox"/>	ST5	Capacidad para 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.
<input type="checkbox"/>	ST6	Capacidad para analizar, codificar, procesar y transmitir información multimedia empleando técnicas de procesado analógico y digital de señal.

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

☒ TR2. Trabajar en equipo


4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

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

1. Distinguir entre los diferentes dispositivos y bloques que conforman un sistema de comunicaciones ópticas.
2. Utilizar, de manera eficiente, un equipamiento fotónico transmisor-fibra-receptor con el fin de obtener parámetros típicos de funcionamiento, tanto de emisores y receptores ópticos, como de las fibras ópticas correspondientes.
3. Resolver diferentes cuestiones relacionadas con un enlace de comunicaciones ópticas a través de simuladores informáticos existentes a tal efecto.
4. Resolver diversos tipos de problemas teórico-prácticos relacionados con los diferentes bloques de un sistema fotónico.
5. Identificar las conclusiones correctas que se deriven de dicha resolución.

**** Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf

CSV:	X6bEIXu6Ps8aLLMqQ3GaHb7PV	Fecha:	16/01/2019 13:19:35	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/X6bEIXu6Ps8aLLMqQ3GaHb7PV	Página:	6/14	

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Conceptos básicos relativos a la transmisión de señales en un sistema de comunicaciones ópticas. Estudio de los bloques principales que constituyen dicho sistema: transmisor óptico, fibra óptica y receptor óptico. Familiarización con equipamiento fotónico y herramientas informáticas para el análisis de sistemas de comunicaciones ópticas.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

U. D. I.- Propagación en fibras ópticas

- T 1.1. Introducción y conceptos básicos de propagación en fibras ópticas.
- T 1.2. Análisis de la propagación en fibras ópticas a través de Óptica Geométrica.
- T 1.3. Análisis de la propagación en fibras ópticas a través de la Teoría Electromagnética para guías-onda dieléctricas.

U. D. II.- Fenómenos limitadores de la transmisión por fibra óptica: La atenuación y la dispersión.

- T 2.1. Atenuación en fibras ópticas.
- T 2.2. Dispersión en fibras ópticas.

U. D. III.- Fuentes ópticas: el diodo electroluminiscente (LED) y el láser de semiconductor.

- T 3.1. Teoría de semiconductores.
- T 3.2. La unión P-N. El diodo electroluminiscente (LED).
- T 3.3. El láser de semiconductor.

U. D. IV.- Detección óptica. Fotodetectores.

- T 4.1. Detección de la radiación óptica.
- T 4.2. El fotodiodo PIN.
- T 4.3. El fotodiodo de avalancha (APD).

U. D. V.- Aspectos prácticos de un sistema de comunicaciones ópticas

- T 5.1. Sensibilidad de las fibras ópticas a las macrocurvaturas.
- T 5.2. Influencia de la luz ambiental en fibras ópticas. Concepto de repetibilidad.
- T 5.3. Características de emisores y receptores ópticos.
- T 5.4. Cables submarinos de fibra óptica.

5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

P 1.- Introducción y Medida de la Potencia en una Fibra Óptica.

Primer contacto con el entrenador de comunicaciones ópticas (parte guiada por el profesor) donde se irán revisando las partes más importantes del transmisor y del receptor. Realización de medidas de potencia óptica mediante fotodetectores con áreas fotosensibles distintas.

P 2.- Medida de la Atenuación en una Fibra Óptica.

Obtener la atenuación de la fibra óptica mediante el método de pérdidas de inserción y realizar un análisis

de las consecuencias que generan las macrocurvaturas en las fibras ópticas.

P 3.- Introducción a un Software de Simulación para el Diseño de Fibras Ópticas: Fiber_CAD / Caracterización de Fotoemisores.

El uso de fibras ópticas como medio de transmisión en las telecomunicaciones es hoy una realidad. En este sentido, la elección de unos parámetros adecuados para dichas fibras es una labor de gran importancia para cualquier sistema basado en tecnología fotónica. Características como la composición del material que las conforma o su perfil de índice de refracción van a influir de manera determinante en fenómenos tales como la dispersión, las pérdidas o las no linealidades, por lo que deben ser elegidas cuidadosamente con el fin de proporcionar un óptimo rendimiento. Todos estos parámetros de la fibra óptica pueden ser medidos previamente de manera experimental y así encaminar el proceso de producción de una manera adecuada. Sin embargo, esta opción es extremadamente lenta y costosa, además del hecho de que ciertas características de la fibra no pueden ser medidas de manera directa. Por tanto, la utilización de herramientas informáticas de simulación para los fines de diseño anteriormente expuestos es una opción que está siendo considerada cada vez más dentro de la industria fotónica. En esta práctica, concretamente, el alumno se familiarizará en el software para diseño de fibras ópticas Fiber_CAD. - Obtención de la curva característica P/I de los fotoemisores LED y láser.

P 4.- Diseño de Fibras de Dispersión Desplazada y Aplanada mediante el Software de Simulación Fiber_CAD / Transmisión de Señales por Fibra Óptica.

En esta práctica se optimizarán dos fibras con distintos perfiles de índice de refracción para que presenten, en el caso de la primera, dispersión cero a una longitud de onda de trabajo de 1550 nm, y en lo que a la segunda se refiere, un comportamiento dispersivo minimizado y más o menos plano a lo largo de un ancho de banda determinado. Asimismo, en el caso del diseño de la fibra con dispersión aplanada, se hará uso del lenguaje interno (Script) de Fiber_CAD para definir perfiles de índice de refracción. - Asimismo, se comprobará, en una transmisión analógica, la corriente que circula por el fotoemisor y la diferencia de potencial. Se observará también, visualmente, la emisión óptica. Finalmente, se procederá a la audición de la señal moduladora.

P 5.- Análisis de diversos aspectos de un Enlace Típico de Comunicaciones Ópticas mediante el Software de Simulación OptSim.

En esta práctica se estudiarán ciertos aspectos de un sistema de comunicaciones ópticas que pueden determinar las prestaciones que éste ofrece. De esta manera, se comprobará la mejora que representa utilizar fibras de dispersión desplazada en el enlace frente a fibra standard en tercera ventana así como el hecho de introducir en el láser emisor la corriente de polarización adecuada. Además, se analizarán las consecuencias que pueden derivarse de modular un dispositivo emisor LED por encima de su ancho de banda de transmisión y, finalmente, se mostrarán las ventajas que un fotodetector APD presenta sobre un PIN cuando existen condiciones de baja potencia óptica en emisión. Para todo ello se hará uso de OptSim, un software simulador de sistemas ópticos que, a través de la gran cantidad de herramientas de medida que posee (analizadores de espectro, diagramas de ojo, estimadores de BER, etc.), permite la caracterización de un enlace de fibra óptica de manera muy visual y eficiente.

P 6.- Sensibilidad de las Fibras Ópticas a las Curvaturas (Macrocurvaturas) / Influencia de la luz ambiental en Fibras Ópticas.

Estudio de la atenuación originada en una fibra óptica por las curvaturas y análisis de la influencia que ejerce la luz ambiental en las fibras ópticas.

LAS PRÁCTICAS SERÁN DE CARÁTER OBLIGATORIO Y SE REALIZARÁN EN EL LABORATORIO TSC-5

CSV:	X6bEIXu6Ps8aLLMqQ3GaHb7PV	Fecha:	16/01/2019 13:19:35
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.		
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E		
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/X6bEIXu6Ps8aLLMqQ3GaHb7PV	Página:	8/14



Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

- 1.- Propagation through optical fibers.
 - 1.1.- Introduction and basic concepts in optical fiber propagation.
 - 1.2.- Analysis of optical fiber propagation through Geometrical Optics.
 - 1.3.- Analysis of propagation via optical fibers through the Electromagnetic Theory for Dielectric Waveguides.
- 2.- Phenomena limiting optical fiber transmission: Attenuation and Dispersion.
 - 2.1.- Attenuation in optical fibers.
 - 2.2.- Dispersion in optical fibers.
- 3.- Optical sources: the light-emitting diode (LED) and the semiconductor laser.
 - 3.1.- Semiconductor theory.
 - 3.2.- The P-N junction. The light-emitting diode (LED).
 - 3.3.- The semiconductor laser.
- 4.- Optical detection. Photodetectors.
 - 4.1.- Detection of optical radiation.
 - 4.2.- The PIN photodiode.
 - 4.3.- The avalanche photodiode (APD).
- 5.- Practical aspects of an optical communication system.
 - 5.1.- Sensitivity of optical fibers to macrocurvatures.
 - 5.2.- Influence of environmental light in optical fibers. Concept of repeatability.
 - 5.3.- Characteristics of optical emitters and receivers.
 - 5.4.- Submarine optical fiber cables.

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

U. D. I.- Propagación en fibras ópticas

En esta unidad didáctica se realizará una introducción a las Comunicaciones Ópticas y, concretamente, se aprenderán los mecanismos por los que la luz puede ser guiada por las fibras ópticas. Dicho fenómeno se abordará a través de dos enfoques: la teoría de rayos y la teoría electromagnética.

U. D. II.- Fenómenos limitadores de la transmisión por fibra óptica: La atenuación y la dispersión.

El objetivo de esta Unidad Didáctica será aprender en qué consisten dos fenómenos que tienen lugar en la propagación de la luz a través de una fibra óptica que limitan la capacidad de enviar información a través de ella. Dichos fenómenos son la atenuación, que supone una pérdida de energía de la señal enviada, y la dispersión, que supone una pérdida de ancho de banda.

U. D. III.- Fuentes ópticas: el diodo electroluminiscente (LED) y el láser de semiconductor.

En esta Unidad Didáctica, se aprenderá el fundamento subyacente tras los emisores ópticos, causante de la generación de la luz que será enviada a través de las fibras. Concretamente, se estudiarán dos tipos de fuentes ópticas: el diodo electroluminiscente (LED) y el láser de semiconductor.

U. D. IV.- Detección óptica. Fotodetectores.

En este caso, se abordará el estudio del último bloque que se sitúa en un sistema de comunicaciones ópticas, esto es, los receptores ópticos. Concretamente, se analizarán las características de los fotodetectores de tipo PIN y los de Avalancha.

U. D. V.- Aspectos prácticos de un sistema de comunicaciones ópticas.

Finalmente, en esta Unidad Didáctica, se estudiarán diferentes aspectos de tipo práctico que pueden encontrarse en un enlace de comunicaciones ópticas, como es la influencia de la presencia de curvaturas en las fibras ópticas o la influencia que la luz ambiental puede tener sobre ellas. Además, se analizará un tipo concreto de fibras ópticas como son las submarinas.

6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Exposición de la lección por parte del profesor con interactividad de los alumnos.	Presencial : Toma de apuntes / Dudas	30
		No presencial : Estudio de la materia	75
Resolución de ejercicios y casos prácticos	Se crearán grupos que deberán resolver y entregar diversos problemas y casos prácticos planteados por el profesor.	Presencial : Resolución de ejercicios	12
		No presencial : Estudio de la materia relacionada	15
Prácticas de laboratorio	El programa de prácticas de la asignatura tiene como objetivo la clarificación de conceptos teóricos previamente estudiados mediante su aplicación a través de un equipamiento fotónico transmisor-fibra-receptor y diversas herramientas software de simulación. El alumno deberá haber leído el enunciado de cada práctica previamente y, al final de cada sesión, entregará un cuestionario debidamente resuelto.	Presencial : Realización de las sesiones	12
		No presencial : Preparación de la sesión. Estudio del desarrollo y resultados obtenidos.	15
Realización de pruebas de evaluación	Evaluación escrita (examen oficial).	Presencial : Realización del examen	6
		No presencial : Estudio de la materia	15
			180

6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

Resultados del aprendizaje (4.5)

Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5
Clase de teoría	X				
Resolución de ejercicios y casos prácticos				X	X
Prácticas de laboratorio	X	X	X		
Realización de pruebas de evaluación	X			X	X

7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba escrita: Teoría	x		Contenido relativo a la parte teórica de la asignatura	24%	1
Prueba escrita: Prácticas	x		Contenido relativo a las sesiones de prácticas realizadas a la largo de todo el curso	16%	1, 2, 3
Prueba escrita: Problemas	x		Aplicación en forma de problemas de los contenidos subyacentes tras la asignatura	40%	1, 4, 5
Entregables de prácticas	x	x	Cuestionarios realizados y entregados al final de cada sesión de prácticas	20%	1, 2, 3, 4, 5
Ejercicios resueltos satisfactoriamente en clase	x	x	Ejercicios propuestos por el profesor para ser realizados en grupo en clase	Hasta un punto adicional a la nota final	1, 4, 5

Comentarios adicionales: Es requisito indispensable haber superado las prácticas de la asignatura. Para ello, se exige la asistencia con puntualidad a TODAS las sesiones de prácticas en el caso de los alumnos que no las hayan superado aún, es decir, los alumnos de primera matrícula y los alumnos que no asistiesen a todas las sesiones en cursos anteriores.

La puntuación de los entregables de prácticas hará media con el examen final (prueba escrita) a partir de una nota de 5 en este último. En lo que respecta a los ejercicios de clase, si se han realizado todos, se podrá mediar a partir de una nota de 4'5 en el examen final.

Se restará puntuación, tanto en el examen final como en los entregables, por faltas de ortografía.

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

- **Fundamentos de Comunicaciones Ópticas.** J. Capmany, F.J. Fraile Peláez y J. Martí. Ed. Síntesis, Madrid, 1998, ISBN 84-7738-599-8. (Se encuentra en la biblioteca)
- **Problemas Resueltos de Comunicaciones Ópticas.** J. V. Rodríguez Rodríguez, D. Cañete Rebenaque, J. M. Molina García-Pardo y L. Juan-Llácer. Universidad Politécnica de Cartagena, 2010, ISBN 978-84-96997-56-1. (Se encuentra en reprografía)
- **Problemas Resueltos de Comunicaciones Ópticas. Vol. 2.** J. V. Rodríguez Rodríguez, I. Rodríguez Rodríguez, D. Cañete Rebenaque. Universidad Politécnica de Cartagena, 2010, ISBN 978-84-16325-52-8. (Se encuentra en reprografía)
- **Test Resueltos de Teoría y Prácticas de Comunicaciones Ópticas.** J. V. Rodríguez Rodríguez, D. Cañete Rebenaque, J. M. Molina García-Pardo y L. Juan-Llácer. Universidad Politécnica de Cartagena, 2017, ISBN 978-84-96997-58-5. (Se encuentra en reprografía)
- **Test Resueltos de Teoría y Prácticas de Comunicaciones Ópticas. Vol. 2.** J. V. Rodríguez Rodríguez, D. Cañete Rebenaque, I. Rodríguez Rodríguez. Universidad Politécnica de Cartagena, 2017, ISBN 978-84-16325-51-1. (Se encuentra en reprografía)

http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/28/2224/X?user_id=WEBSERVER

8.2. Bibliografía complementaria*

- **Optical Fiber Communications.** G. Keiser. Mc-Graw Hill, Auckland, 2000. Tercera Edición. (Se encuentra en la biblioteca)
- **Optical Fiber Communications: Principles and Practice.** J. M. Senior. Prentice-Hall International. Series in Optoelectronics. Londres, 1993. Segunda Edición. (Se encuentra en la biblioteca)

http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/28/3626/X?user_id=WEBSERVER

8.3. Recursos en red y otros recursos

<https://aulavirtual.upct.es/> (Aula Virtual).