



## Guía docente

# 230631 - OFT - Telecomunicaciones por Fibra Óptica

Última modificación: 09/06/2020

**Unidad responsable:** Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona  
**Unidad que imparte:** 739 - TSC - Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN (Plan 2013). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA (Plan 2013). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE TELECOMUNICACIÓN (Plan 2019). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2020      **Créditos ECTS:** 5.0      **Idiomas:** Inglés

### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** Comellas Colomé, Jaume

**Otros:** Jaume Comellas Colomé  
Joan M, Gené Bernaus

### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

---

**Específicas:**

3. Capacidad para implementar sistemas por cable, línea, satélite en entornos de comunicaciones fijas y móviles.
4. Capacidad para diseñar y dimensionar redes de transporte, difusión y distribución de señales multimedia.

**Transversales:**

1. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

2. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

### METODOLOGÍAS DOCENTES

---

Clases (3horas/semana)

Trabajo en grupo o individual: "Technical Report"

Presentaciones orales de los "Technical Reports"

Examen final

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El objetivo de este curso es capacitar a los estudiantes en los métodos de estudio, análisis, diseño y evaluación de las tecnologías de comunicaciones por fibra óptica.

Primero, analizaremos la gran evolución de las principales tecnologías relacionadas con la fibra óptica y los dispositivos clave para construir sistemas de transmisión.

A continuación, analizaremos y evaluaremos las tecnologías de conmutación óptica del plano de transporte de las Redes Ópticas Conmutadas Automáticamente (ASON), y las principales tecnologías de transmisión de fibra óptica que actualmente permiten la implementación de redes de transporte IP-DWDM, así como su probable evolución futura.

También analizaremos brevemente la importante contribución que la tecnología de transmisión por fibra óptica tendrá en la evolución futura de las redes de acceso radio (RAN-Fronthaul) para la futura tecnología móvil 5G.

Resultados del aprendizaje de la asignatura:

- Capacidad de analizar, especificar, diseñar redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones con diferentes anchos de banda para la transmisión de IP sobre redes de fibras ópticas.
- Capacidad para aplicar herramientas de planificación para el dimensionamiento y análisis de las redes ópticas
- Capacidad para analizar, modelar e implementar nuevas arquitecturas, protocolos de red e interfaces de comunicación, y nuevos servicios y aplicaciones de una red de comunicaciones ópticas.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	39,0	31.20
Horas aprendizaje autónomo	86,0	68.80

**Dedicación total:** 125 h

## CONTENIDOS

### 1. Evolución de la tecnología de Telecomunicaciones por Fibra Óptica.

#### Descripción:

Evolución de las fibras ópticas.

Evolución de los sistemas de transmisión con multiplexación de canales ópticos.

Evolución de la eficiencia espectral óptica de los sistemas de transmisión.

Evolución de la conmutación óptica y el procesamiento de señales ópticas

Evolución hacia nuevos mercados:

- "La nueva era "cloud" con Data Centers".
- Infraestructuras de fibra óptica para 5G Mobile.
- Tecnología de fibra óptica para Ciudades Inteligentes.

#### Dedicación: 10h

Grupo grande/Teoría: 4h

Aprendizaje autónomo: 6h

## 2. Dispositivos clave para sistemas de transmisión de fibra óptica.

### Descripción:

Fibras ópticas: tipos, características y actuaciones.

Propagación de fibra óptica:

- Dispersiones.
- Efectos no lineales.

Multiplexores ópticos y demultiplexores.

Amplificadores ópticos:

- Amplificador de fibra óptica dopada con erbio (EDFA).
- RAMAN: amplificador óptico distribuido.

**Dedicación:** 16h 30m

Grupo grande/Teoría: 9h

Aprendizaje autónomo: 7h 30m

## 3. Sistemas de transmisión por fibra óptica.

### Descripción:

Modulación de Intensidad y Detección Directa.

Sistemas Coherentes con Detección Heterodina.

Formatos de modulación avanzados.

Multiplexación Densa por División de Longitud de Onda (DWDM).

Multiplexación "Coarse" por División de Longitud de Onda (CWDM).

Transceptores y transpondedores ópticos.

**Dedicación:** 23h 30m

Grupo grande/Teoría: 10h 30m

Aprendizaje autónomo: 13h

## 4. Conmutación óptica.

### Descripción:

Conmutadores ópticos.

Inserción-Extracción de canales ópticos (Optical Add Drop Multiplexer, OADM).

Sistemas Reconfigurables OADM (ROADM): tecnologías, tipos y prestaciones.

Sistemas ROADM para nodos multigrado: M-Degree ROADM.

**Dedicación:** 18h

Grupo grande/Teoría: 8h

Aprendizaje autónomo: 10h



## 5. Transporte de IP en redes ópticas.

### Descripción:

Tecnología OTN.

Tecnologías de control de errores (FEC).

Transmisión IP basada en tecnologías: Ethernet + OTN + FEC + DWDM con láser sintonizable + Amplificadores ópticos + M-ROADM + Plano de control.

Redes Ópticas Conmutadas Automáticamente (ASON).

Metro y Core Networks.

Evolución futura:

- Elastic Technologies con FlexGrid-WDM.
- Transpondedores para altas velocidades  $\geq 400$  Gbps.
- Nuevas tecnologías de modulación: OFDM y Nyquist.
- Superchannels con multiportadoras ópticas para transmisiones a terabits
- Multiplexación espacial (SDM) con fibras multinúcleo.
- Multiplexación modal con "Few-Mode Fibers (FMF)".
- Redes definidas por software y virtualización de funciones de red.

**Dedicación:** 19h

Grupo grande/Teoría: 8h

Aprendizaje autónomo: 11h

## 6. Infraestructuras de fibra óptica para implementar 5G Mobile

### Descripción:

Tecnologías de fibra óptica para redes de acceso de radio (RAN).

Transporte del protocolo CPRI a través de: Ethernet u OTN Mapping.

C-RAN: Redes Fronthaul y Backhaul.

**Dedicación:** 13h 40m

Grupo grande/Teoría: 5h 40m

Aprendizaje autónomo: 8h

## ACTIVIDADES

### INFORME (Report) TÉCNICO

#### Descripción:

Informe Técnico: Esta actividad consiste en la preparación de un trabajo técnico, individual o en grupo de 2 estudiantes, que deberá ser entregado en formato Power Point y presentado al resto de la clase al final del curso.

Presentación oral: Presentación oral del Informe Técnico (30 minutos)

Examen final (90 minutos)

#### Objetivos específicos:

Evaluar la investigación técnica realizada individualmente o en grupo sobre un tema relacionado con el curso.

#### Material:

Para este curso ATENEA será la herramienta de apoyo a la enseñanza virtual. Desde ATENEA, los estudiantes serán capaces de descargar todos los documentos (diapositivas, documentos, pdfs, etc.) relacionados con el curso.

#### Entregable:

Informe Técnico: 1 semana antes de finalizar el curso

**Dedicación:** 29h

Aprendizaje autónomo: 29h



## PRESENTACIONES ORALES

**Descripción:**

Presentación del Informe Técnico de un grupo de trabajo

**Objetivos específicos:**

Evaluar la capacidad oral de presentar en grupo e individualmente los resultados del informe técnico

**Material:**

Presentación en Power point

**Dedicación:** 0h 45m

Grupo pequeño/Laboratorio: 0h 45m

## EXAMEN FINAL

**Descripción:**

Examen Final

**Dedicación:** 1h 30m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Examen Final: 40%

Evaluación individual: 10%

Evaluación Trabajo: 50% ("Technical Report": trabajo-informe técnico sobre un tema relacionado con la asignatura)

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

En el examen final el alumno podrá llevar todo tipo de información técnica (transparencias-presentaciones de las clases del curso, libros, documentos relacionados del curso, etc.)

## BIBLIOGRAFÍA

**Básica:**

- Alexandros Stavdas. Core and Metro Networks [en línea]. Wiley, 2010 [Consulta: 17/07/2017]. Disponible a: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9780470683576>. ISBN 9780470512746.
- Binh, L.N. Advanced digital optical communications [en línea]. 2nd. ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2015 [Consulta: 01/04/2020]. Disponible a: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1752752>. ISBN 9781482226539.
- Kaminow, I.P.; Li, T.; Willner, A.E. Optical fiber telecommunications VI A: components and subsystems [en línea]. 6th ed. San Diego [etc]: Academic Press, 2013 [Consulta: 20/04/2020]. Disponible a: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1187142>. ISBN 9780123972354 (VOL. A).
- Kaminow, I.P.; Li, T.; Willner, A.E. Optical fiber telecommunications, VI B: systems and networks [en línea]. 6th ed. San Diego [etc]: Academic Press, 2013 [Consulta: 20/04/2020]. Disponible a: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1190987>. ISBN 9780123972378 (VOL. B).

**Complementaria:**

- Chesnoy, J. Undersea fiber communication systems [en línea]. 2nd. ed. Amsterdam: Academic Press, 2015 [Consulta: 19/06/2017]. Disponible a: <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780128042694>. ISBN 9780128043950.
- Keiser, G. Optical fiber communications. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2013. ISBN 9781259006876.
- Chomycz, B. Planning Fiber Optic Networks. McGraw-Hill, 2009. ISBN 0071499199.
- Mukherjee, B. Optical WDM networks. New York: Springer, 2006. ISBN 0387290559.
- Hui, R.; O'Sullivan, M. Fiber optic measurement techniques. Burlington, MA: Academic Press/Elsevier, 2009. ISBN 9780123738653.



- Chan, C.C.K. Optical performance monitoring: advanced techniques for next-generation photonic networks. Amsterdam ; Boston: Academic Press, 2010. ISBN 9780123749505.

## RECURSOS

---

### Enlace web:

- Nom recurs. For this course ATENEA will be the virtual teaching support tool. From there the students will be able to download all the documents (slides, related papers, etc.) of the course.