

Guía docente

230697 - OFLAB - Laboratorio de Telecomunicaciones por Fibra Óptica

Última modificación: 11/04/2025

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 TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE TELECOMUNICACIÓN (Plan 2019).
(Asignatura optativa).

Curso: 2025

Créditos ECTS: 5.0

Idiomas: Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: JOAN MANUEL GENE BERNAUS

Otros:

CAPACIDADES PREVIAS

Conocimientos básicos sobre:

- Comunicaciones digitales y
- Fibra óptica.

Si no los tienes, te los proporcionaremos.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

CE1. Capacidad para aplicar métodos de la teoría de la información, la modulación adaptativa y codificación de canal, así como técnicas avanzadas de procesamiento digital de señal a los sistemas de comunicaciones y audiovisuales.

CE13. Capacidad para aplicar conocimientos avanzados de fotónica y optoelectrónica, así como electrónica de alta frecuencia.

CE3. Capacidad para implementar sistemas por cable, línea, satélite en entornos de comunicaciones fijas y móviles.

Transversales:

CT3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Sesiones prácticas de laboratorio

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El objetivo de este curso es capacitar a los estudiantes en el uso de equipos avanzados para medir, caracterizar y/o evaluar dispositivos y sistemas sofisticados de fibra óptica. Asimismo, utilizar software especializado para modelar, gestionar y diseñar tanto el plano de datos como el de control de redes ópticas.

Resultados del aprendizaje:

- 1.-Capacidad para operar, caracterizar y diseñar fibras ópticas, transmisores ópticos, receptores ópticos, amplificadores ópticos, filtros ópticos y multiplexores/demultiplexores.
- 2.-Capacidad para implementar y evaluar la calidad de un sistema de transmisión digital por fibra óptica.
- 3.- Capacidad para operar equipos de laboratorio avanzados como analizadores de espectro óptico, osciloscopios de alta velocidad, medidores de tasa de error de bits, etc.
- 4.- Capacidad de utilizar software específico de fibra óptica para simular y/o diseñar tanto dispositivos como sistemas.
- 5.- Capacidad para operar el plano de control de redes ópticas.
- 6.- Capacidad de utilizar aprendizaje automático (ML) e inteligencia artificial (IA) en redes ópticas.
- 7.- Capacidad para diseñar un sistema óptico de distribución de claves cuánticas (QKD).

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

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

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Introducción

Descripción:

Introducción al laboratorio de fibra óptica:

- 1.-Descripción de las prácticas a realizar
- 2.-Explicación de los equipos de hardware a utilizar
 - Analizadores de espectro óptico (OSA)
 - Osciloscopios de alta velocidad (4-6 GHz).
 - Medidores de la tasa de error de bits
- 3.-Introducción a las herramientas software a utilizar
 - Virtual Photonics Inc. (VPI)
 - Matlab
 - Python

Dedicación: 5h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 2h

Práctica 1: Amplificadores Ópticos

Descripción:

Los amplificadores ópticos son un elemento clave en las comunicaciones por fibra óptica. Permiten una amplificación óptica transparente. Sin amplificadores ópticos, las comunicaciones transoceánicas no serían posibles. La invención de un dispositivo de este tipo será probablemente reconocida con el Premio Nobel en los próximos años después de la invención del láser (1958) y de la fibra óptica (2009). En esta práctica aprenderás a caracterizar a un amplificador óptico. También diseñarás uno de estos dispositivos.

Caracterización de:

- 1.-Un amplificador óptico semiconductor (SOA) (hardware).
- 2.-Un amplificador de fibra dopada con erbio (EDFA) (hardware).

Diseño de:

- 1.-Un EDFA (hardware o software).
- 2.-Amplificador Raman (software).

Objetivos específicos:

Caracterización y diseño de amplificadores ópticos.

Dedicación: 20h

Grupo pequeño/Laboratorio: 6h

Aprendizaje autónomo: 14h

Práctica 2: Moduladores Ópticos

Descripción:

Los moduladores ópticos permiten mapear la información de una señal eléctrica (señal de modulación) a una señal óptica (portadora). El modulador Mach-Zehnder (MZM) es la tecnología más utilizada. El uso de 2 MZM permite implementar un modulador óptico en fase/cuadratura (IQ) que se requiere para modular tanto la parte real como la imaginaria del portador óptico. En esta práctica aprenderás a operar y caracterizar a un MZM. También diseñarás un MZM integrado y/o un modulador IQ óptico.

Caracterización de:

- 1.-Un modulador Mach-Zehnder (hardware).

Diseño de:

- 1.-Un modulador Mach-Zehnder mediante circuitos integrados fotónicos (hardware y/o software).
- 2.-Un modulador óptico IQ (software).

Objetivos específicos:

Operació, caracterització i disseny de moduladors òptics.

Dedicación: 20h

Grupo pequeño/Laboratorio: 6h

Aprendizaje autónomo: 14h

Práctica 3: Sistema de Transmisión Óptico

Descripción:

La fibra óptica es la única tecnología conocida que permite comunicaciones de ultra alta velocidad y ultra larga distancia. Por eso se ha convertido en la tecnología de uso en las redes de transporte. Sin la fibra óptica, internet y las redes móviles no serían posibles. En esta práctica aprenderás a operar, caracterizar y diseñar un sistema de comunicaciones ópticas de extremo a extremo.

Caracterización de:

- 1.-Un transmisor óptico (hardware y software).
- 2.-Un receptor óptico (hardware y software).

Diseño de:

- 1.-Un sistema de modulación de intensidad 1-10 Gb/s con detección directa (IMDD) 50 km (hardware).
- 2.-Un sistema de QAM de 100-1000 Gb/s con detección coherente de 10.000 km (software).

Objetivos específicos:

Implementación y caracterización de un sistema de transmisión de fibra óptica de alta capacidad.

Dedicación: 20h

Grupo pequeño/Laboratorio: 6h

Aprendizaje autónomo: 14h

Práctica 4: Plano de control óptico

Descripción:

El plano de control es una capa fundamental en las redes ópticas. Las particularidades de la capa óptica como sus componentes ópticos (láseres, moduladores, amplificadores, fotodetectores, filtros, etc.) y el canal óptico (dispersión cromática, dispersión del modo de polarización, no linealidades de la fibra, etc.) se deben abordar en el plano de control. En esta práctica, aprenderás a proporcionar conectividad a una red óptica utilizando tecnologías y protocolos de última generación.

Funcionamiento de:

- 1.- Aprovisionamiento de conectividad mediante el plano de control (hardware y/o software).

Evaluación de:

- 1.-Aprovisionamiento de conectividad según diferentes requisitos (latencia, QoS, etc) (hardware y/o software).

Objetivos específicos:

Operación y evaluación de un plano de control para redes ópticas.

Dedicación: 20h

Grupo pequeño/Laboratorio: 6h

Aprendizaje autónomo: 14h

Práctica 5: Inteligencia Artificial (IA)

Descripción:

El aprendizaje automático (ML) y la inteligencia artificial (IA) son dos tecnologías disruptivas que afectan también a los sistemas de comunicaciones ópticas. Estas nuevas herramientas pueden utilizarse en casi todos los aspectos, desde el diseño de componentes ópticos hasta la gestión de redes ópticas. En esta práctica conocerás dos aplicaciones particulares, una para la capa física (plan de datos) y otra para la capa de gestión (plan de control).

Aplicaciones:

- 1.-ML y AI en el plan de datos (software).
- 2.-ML y AI en el plan de control (software).

Objetivos específicos:

Aplicaciones del aprendizaje automático (ML) y la inteligencia artificial (IA) en redes ópticas.

Dedicación: 20h

Grupo pequeño/Laboratorio: 6h

Aprendizaje autónomo: 14h

Práctica 6: Quantum Key Distribution (QKD)

Descripción:

La mecànica quàntica ens proporciona un conjunt completament nou (i estrany) d'eines per aplicar a les comunicacions òptiques. L'aplicació més prometedora és el QKD que pretén garantir una seguretat inquebrantable (ja veurem si això és cert). En aquesta pràctica implementaràs un sistema òptic QKD. Primer un QKD de variable discreta i després un QKD de variable contínua més avançat.

Disseny de:

- 1.-Un sistema QKD de variable discreta (software)
- 2.-Un sistema QKD de variable contínua (software)

Objetivos específicos:

Implementació d'un sistema quantum key distribution (QKD) òptic.

Dedicación: 20h

Grupo pequeño/Laboratorio: 6h

Aprendizaje autónomo: 14h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Informes de las prácticas: 100%

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Govind P. Agrawal. Fiber-optic communication systems [en línea]. 4th ed. Wiley, 2010 Disponible a : <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9780470918524>.
- Rongqing Hui and Maurice O'Sullivan. Fiber optic measurement techniques. 2nd ed. Academic Press, 2022. ISBN <https://doi.org/10.1016/C2020-0-02762-3>.

Complementaria:

- Govind P. Agrawal. Lightwave Technology: Components and Devices. Wiley-Interscience, 2004. ISBN 0471215732.
- Le Nguyen Binh. Optical fiber communication systems with MATLAB and Simulink models [en línea]. 2nd ed. Taylor & Francis Group, 2015 Disponible a : <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=1680>

665.

- Emmanuel Desurvire. Erbium-doped fiber amplifiers: principles and applications. Wiley & Soncs, 1994. ISBN 0471589772.
- Rajiv Ramaswami, Kumar N. Sivarajan and Galen H. Sasaki. Optical networks: a practical perspective [en línea]. 3rd ed. Elsevier, 2010. Disponible a: <https://www.sciencedirect.com/science/book/9780123740922>.
- Calvin C. K. Chan. Optical performance monitoring : advanced techniques for next-generation photonic networks. 1st ed. Academic Press, 2010. ISBN 9780123749505.
- Vivek Alwayn. Optical network desing and implementation. Cisco Press, 2004. ISBN 1587051052.
- Lau, A.P.T.; Khan, F.N. (eds). Machine learning for future fiber-optic communication systems [en línea]. London, England: Academic Press, 2022 [Consulta: 25/10/2024]. Disponible a: <https://www.sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/9780323852272/machine-learning-for-future-fiber-optic-communication-systems>. ISBN 9780323852272.
- Cariolaro, Gianfranco. Quantum communications [en línea]. Cham: Springer, 2015 [Consulta: 16/10/2024]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-3-319-15600-2>. ISBN 9783319156002.