



FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

| Datos de la asignatura | |
|------------------------|---|
| Nombre completo | Comunicaciones Ópticas |
| Código | DEAC-MIT-522 |
| Título | Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación por la Universidad Pontificia Comillas |
| Impartido en | Grado en Administración y Dirección de Empresas y Máster Univ. en Ingeniería de Telecomunicación [Quinto Curso] Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación y Máster en Ciberseguridad [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación y Mást. Univ. en Administración de Empresas [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación + Máster Big Data.Tecnología y Anal. Avanzada [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación + Máster in Smart Grids [Primer Curso] |
| Nivel | Postgrado Oficial Master |
| Cuatrimestre | Semestral |
| Créditos | 6,0 ECTS |
| Carácter | Obligatoria |
| Departamento / Área | Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones |
| Responsable | Luís Cucala García |

| Datos del profesorado | |
|----------------------------------|--|
| Profesor | |
| Nombre | Luis Cucala García |
| Departamento / Área | Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones |
| Despacho | Pedir cita previa por correo electrónico (lcucala@icai.comillas.edu) |
| Correo electrónico | lcucala@icai.comillas.edu |
| Profesores de laboratorio | |
| Profesor | |
| Nombre | Eva Rojas Alonso |
| Departamento / Área | Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones |
| Despacho | Pedir cita previa por correo electrónico (erojas@icai.comillas.edu) |
| Correo electrónico | erojas@icai.comillas.edu |

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA



Contextualización de la asignatura

Aportación al perfil profesional de la titulación

El objetivo principal de la asignatura es dotar al alumno con conocimientos sobre las técnicas y procesos necesarios para la transmisión de la información utilizando la banda óptica.

Dichos conocimientos van orientados tanto al análisis matemático de los mecanismos físicos que dan lugar a la generación y propagación controlada de la luz como al análisis de los diferentes dispositivos reales que se utilizan de manera comercial.

El alumno sabrá que ha finalizado con provecho el curso si contiene criterios para evaluar la robustez de un enlace de comunicaciones ópticas dado. Así mismo será conocedor de los principales dispositivos necesarios presentes en un sistema óptico genérico. Adicionalmente, el alumno tendrá una visión global del papel de las tecnologías de comunicación óptica en la sociedad actual.

Prerequisitos

Los prerrequisitos necesarios que el alumno debe tener para el seguimiento eficiente y fluido de la asignatura son: Conocimientos de física del electromagnetismo, conocimientos de variable compleja, cálculo diferencial e integral y de teoría de la comunicación. Análisis de circuitos electrónicos y respuesta en frecuencia de sistemas.

Competencias - Objetivos

Competencias

GENERALES

| | |
|-------------|--|
| CB01 | Haber adquirido conocimientos avanzados y demostrado, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio |
| CB06 | Haber desarrollado la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento |
| CB07 | Ser capaces de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio |
| CG04 | Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines |



| | |
|--------------------|---|
| CG08 | Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos |
| CG12 | Poseer habilidades para el aprendizaje continuado, autodirigido y autónomo |
| ESPECÍFICAS | |
| CTT10 | Capacidad para diseñar y fabricar circuitos integrados |
| CTT13 | Capacidad para aplicar conocimientos avanzados de fotónica y optoelectrónica, así como electrónica de alta frecuencia |

Resultados de Aprendizaje

| | |
|-------------|---|
| RA01 | Conocer las bases teóricas de los fenómenos físicos que dan lugar a la generación de fotones en LEDs y láseres de semiconductor |
| RA02 | Analizar y comprender el mecanismo de propagación de los fotones a través de la fibra óptica, así como la aparición de modos en la misma y de sus respectivos parámetros |
| RA03 | Conocer las principales ventanas de transmisión así como las propiedades que las caracterizan |
| RA04 | Tener capacidad para calcular los balances de potencia y tiempo que definen los correspondientes límites de atenuación y dispersión de los enlaces ópticos |
| RA05 | Saber analizar los principales componentes (fuentes, receptores, filtros...) y procesos (modulación, amplificación...) que son necesarios para la transmisión de información utilizando un medio óptico |
| RA06 | Conocer y analizar los principales fenómenos físicos que limitan los sistemas de comunicaciones ópticos multi-portadora comerciales |
| RA07 | Analizar y solucionar problemas prácticos dentro del marco de los conceptos anteriormente listados |

BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

Contenidos – Bloques Temáticos

Introducción

Introducción a las Comunicaciones Ópticas

1. Introducción.
2. Evolución histórica de las comunicaciones ópticas.
3. Propiedades y ventajas de la fibra óptica.



4. Introducción a los dispositivos ópticos.
5. Estructura de un sistema de telecomunicación por fibra óptica.

Transmisión de Información en el Medio Óptico

Propagación en Fibras Ópticas

1. Análisis de la propagación con óptica geométrica.
2. Análisis de la propagación con teoría de modos para fibras de salto de índice.
3. Particularización para fibras monomodo.

Atenuación en Fibras Ópticas

1. Pérdidas intrínsecas.
2. Pérdidas extrínsecas.
3. Pérdidas totales. Ventanas de transmisión.

Dispersión en Fibras Ópticas

1. Dispersión en fibras ópticas.
2. Propagación de ondas en dieléctricos y distorsión de pulsos.
3. Propagación de pulsos Gaussianos en fibras monomodo.
4. Minimización de la dispersión en fibras monomodo.

Fuentes Ópticas

1. Introducción.
2. Interacción Radiación-Materia.
3. Resumen teoría de semiconductores.
4. Diodos Electroluminiscentes (LED).
5. Láser de semiconductor.
6. Ecuaciones de emisión del Láser de semiconductor.

Detectores Ópticos

1. Introducción.
2. Detección óptica.
3. Responsividad de un detector.
4. Fotodiodos PIN.
5. Fotodiodos APD.
6. Receptores para comunicaciones ópticas.
7. Ruido en receptores para comunicaciones ópticas.
8. Probabilidad de error en la detección óptica.



Componentes Ópticos

Componentes Ópticos

1. Introducción.
2. Polarizadores
3. Acopladores direccionales.
4. Atenuadores.
5. Circuladores.
6. Filtros Ópticos.
7. Moduladores.
8. Vectores de guionondas (AWG).
9. Amplificadores de semiconductor (SOA).
10. Amplificadores de fibra dopada con Erblio (EDFA).

Sistemas de Comunicaciones Ópticas

Sistemas de Comunicaciones Ópticas

1. Introducción.
2. Balance de Potencia.
3. Balance de tiempos.

Introducción a las Redes de Comunicaciones Ópticas

1. Introducción.
2. Topología y aplicaciones.
3. Clasificación de las redes.
4. Redes de primera y segunda generación.

Laboratorio

Laboratorio

1. Modelado de la ecuación de Helmholtz
2. Modelado de una cavidad de Fabry-Perot
3. Caracterización de transductores analógicos para Fibras Ópticas de Plástico
4. Caracterización de transductores digitales para Fibras Ópticas de Plástico
5. Reflectómetro en el dominio del tiempo y fusión de fibras
6. Caracterización de componentes ópticos pasivos.

METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura



Metodología Presencial: Actividades

Clase magistral y presentaciones generales. Exposición de los principales conceptos y procedimientos mediante la explicación por parte del profesor. Incluirá presentaciones dinámicas, pequeños ejemplos prácticos y la participación reglada o espontánea de los estudiantes.

Resolución en clase de problemas prácticos. Resolución de unos primeros problemas para situar al alumno en contexto. La resolución correrá a cargo del profesor y los alumnos de forma cooperativa.

Prácticas de laboratorio. Se formarán grupos de trabajo que tendrán que realizar prácticas de laboratorio regladas o diseños de laboratorio.

Metodología No presencial: Actividades

Estudio de los conceptos teóricos. El alumno debe realizar un trabajo personal posterior a las clases teóricas para comprender e interiorizar los conocimientos aportados en la materia.

Resolución de problemas prácticos fuera del horario de clase por parte del alumno. El alumno una vez estudiados los conceptos teóricos debe ponerlos en práctica para resolver los problemas. Pasado un cierto tiempo desde su planteamiento dispondrá de la resolución completa de los problemas, pudiendo pedir tutorías con el profesor si lo requiere para aclaración de dudas.

Prácticas de laboratorio. Las prácticas de laboratorio podrán requerir la realización de un trabajo previo de preparación y finalizar con la redacción de un informe de laboratorio o la inclusión de las distintas experiencias en un cuaderno de laboratorio.

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

| HORAS PRESENCIALES | |
|--|--------------------------|
| Clase magistral y presentaciones generales | Prácticas de laboratorio |
| 44.00 | 16.00 |
| HORAS NO PRESENCIALES | |
| Estudio y resolución de problemas prácticos a resolver fuera del horario de clase por parte del alumno | |
| 120.00 | |
| CRÉDITOS ECTS: 6,0 (180,00 horas) | |

EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

| Actividades de evaluación | Criterios de evaluación | Peso |
|---------------------------|---|------|
| Examen Final (50%) | Adquisición de los conocimientos teóricos | |



| | | |
|-------------------------------|---|----|
| Exámenes Intersemestral (25%) | explicados en clase en forma de preguntas y problemas. | 75 |
| Sesiones prácticas | Capacidad de relacionar los conceptos teóricos con los resultados obtenidos en el laboratorio. Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en los problemas resueltos con ordenador. Capacidad de trabajo en grupo. Presentación y comunicación escrita. | 25 |

Calificaciones

Ordinaria

La calificación en la convocatoria ordinaria de la asignatura se obtendrá como:

- Un 50% la nota del examen final. En cualquier caso, para aprobar la asignatura se exigirá una nota mínima de 5 en este examen.
- Un 25% la nota del examen intersemestral.
- Un 25% será la nota de laboratorio. Se exigirá una nota mínima de 5.

Extraordinaria

La calificación en la convocatoria extraordinaria de la asignatura se obtendrá como:

- En caso de haber suspendido el examen teórico, se guardarán el resto de notas y se dará la posibilidad al alumno de repetir el examen.
- En caso de haber suspendido el laboratorio, se hará un examen escrito al alumno con contenidos relacionados con el trabajo llevado a cabo en el laboratorio.

En los dos casos anteriores se mantendrán los pesos aplicados en la convocatoria ordinaria.

En caso de suspender tanto el laboratorio como el examen teórico, se hará un examen escrito al alumno con contenidos de ambas áreas. Este examen contará un 90% de la nota final. El restante 10% se tomará de la prueba parcial llevada a cabo durante el curso.

Normas de Asistencia

La asistencia a clase es obligatoria, según las Normas Académicas de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). Los requisitos de asistencia se aplicarán de forma independiente para las sesiones de teoría y de laboratorio:

- En el caso de las sesiones de teoría, el incumplimiento de esta norma podrá impedir presentarse a examen en la convocatoria ordinaria.
- En el caso de las sesiones de laboratorio, el incumplimiento de esta norma podrá impedir presentarse a examen en la convocatoria ordinaria y en la extraordinaria. En cualquier caso, las faltas no



justificadas a sesiones de laboratorio serán penalizadas en la evaluación.

PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

| Actividades | Fecha de realización | Fecha de entrega |
|--|-----------------------|------------------------------------|
| Lectura y estudio de los contenidos | Después de cada clase | |
| Preparación de las pruebas que se realizarán durante las horas de clase. | Después de cada clase | |
| Preparación del Examen Final | Abril/Mayo | |
| Elaboración de los informes de laboratorio | | Semana posterior a su realización. |

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica

Apuntes de la asignatura colgados en la WEB.

Bibliografía Complementaria

- Saleh, B. E. A., & Teich, M. C. (2007). Fundamentals of Photonics. Wiley.
- Coldren, L. A., Corzine, S. W., & Mashanovitch, M. L. (2012). Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits.
- Agrawal, G. P. (2010). Fiber-optic communication systems (4th ed.). Wiley.
- Capmany, J., & Francoy, J. C. (2003). Problemas de comunicaciones Ópticas. Editorial de la UPV.
- Capmany, J., Peláez, F. J. F., & Martí, J. (1999). Dispositivos de comunicaciones ópticas. Síntesis.
- Capmany, J. (1998). Fundamentos de comunicaciones ópticas. Síntesis.

En cumplimiento de la normativa vigente en materia de **protección de datos de carácter personal**, le informamos y recordamos que puede consultar los aspectos relativos a privacidad y protección de datos [que ha aceptado en su matrícula](#) entrando en esta web y pulsando "descargar"

<https://servicios.upcomillas.es/sedelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792>

PLANIFICACIÓN DE COMUNICACIONES ÓPTICAS 2020-2021

| Sem | 1h | 2h | 1h | H.P. | No P. |
|----------------|---|---|---|-----------|------------|
| 1 | Presentación + inicio T1 Introducción | T1 introducción + Ejercicios T1 T2 Propagación (Teoría hasta parte 1) + Algún ejercicio | Ejercicios T2 Propagación (correspondientes a parte 1) T2 Propagación (Teoría parte 2) (hasta las curvas f(beta)) | 4 | 8 |
| 2 | T2 Propagación (Teoría parte 2) hasta el final con ejercicio del tema en la teoría Mostrar simulación del radio y factor de confinamiento, speckle noise y como hacer SW2 Hacer ejercicios | Hacer ejercicios T2, plantearles el reto de interferencia destructiva, Test T2 Kahoot | Tema 3 Atenuación Teoría + Ejercicios | 4 | 8 |
| 3 | Tema 3, ejercicios Tema 4 parte 1 proponer sacar Dwg | LAB SW1 | Tema 4 parte 1 | 4 | 8 |
| 4 | T4 Dispersión parte 2 (hasta expresión general dispersión, transpa 10) | Lab SW2 | T4 Dispersión parte 2 Hacer Dwg Matlab | 4 | 8 |
| 5 | T4 Dispersión parte 2 si queda algo +ejercicios | Lab SW2 bis | Tema 5 LED y LÁSER | 4 | 8 |
| 6 | Tema 5 LED y LÁSER | Test T4 (1h) Tema 5 LED | Tema 5 LED y LÁSER | 4 | 8 |
| 7 | Tema 5 LÁSER. Contarles el DFB y llevarles un CD | "Repaso intersemestral" | "Repaso intersemestral" | 4 | 8 |
| 8 | INTER HASTA TEMA 4 (fechas por confirmar) | | | 4 | 8 |
| 9 | Repaso Tema 5 LÁSER, explicarles práctica SW3, hacer el Inter | LAB SW3 | Tema 5 Ejercicios | 4 | 8 |
| 10 | TEST 5 | LAB HW1 | Tema 6 Receptores (teoría) | 4 | 8 |
| 11 | Tema 6 Receptores (resto teoría) | LAB HW2 | Tema 6 Ejercicios | 4 | 8 |
| 12 | SEMANA SANTA | SEMANA SANTA | SEMANA SANTA | | |
| 12 | T7 Pasivos | LAB HW3 | T7 resto de pasivos y ejercicios | 4 | 8 |
| 13 | T7 Sistemas | LAB HW4 | Ejercicios T7 | 4 | 8 |
| 14 | Sistemas Cocos | Sistemas Cocos | Sistemas Cocos | 4 | 8 |
| 15 | Repaso General | Repaso General | Repaso General | 4 | 8 |
| TOTALES | | | | 60 | 120 |