

Proyecto/Guía docente de la asignatura Adaptada a la Nueva Normalidad

Asignatura	SISTEMAS BASADOS EN FIBRA ÓPTICA		
Materia	ELECTRÓNICA PARA COMUNICACIONES		
Módulo	MATERIAS ESPECÍFICAS DE LA MENCIÓN EN SISTEMAS ELECTRÓNICOS		
Titulación	GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS ESPECÍFICAS EN TELECOMUNICACIONES		
Plan	512	Código	46653
Periodo de impartición	2º CUATRIMESTRE	Tipo/Carácter	OPTATIVA
Nivel/Ciclo	GRADO	Curso	4º
Créditos ECTS	6 ECTS		
Lengua en que se imparte	CASTELLANO		
Profesor/es responsable/s	JUAN CARLOS GARCÍA ESCARTÍN		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	TELÉFONO: 983 423000 ext. 5542 E-MAIL: juagar@tel.uva.es		
Horario de tutorías	Véase www.uva.es → GRADOS → Grado en Ingeniería de Tecnologías Específicas de Telecomunicación → Tutorías		
Departamento	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		

1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

A pesar de la gran variedad de métodos de transmisión de datos existentes (transmisión por satélite, red móvil, cable telefónico, ...), el mayor volumen de tráfico de Internet se transmite a través de redes troncales de fibra óptica. En esta asignatura se complementará la formación de los alumnos de la Especialidad de Sistemas Electrónicos para cubrir las redes de comunicaciones ópticas sobre fibra.

Los alumnos aprenderán los fundamentos físicos de la propagación de la luz en fibra óptica y los principios de funcionamiento de los dispositivos ópticos que aparecen en la comunicación. Además, se dará una visión general sobre las redes de comunicaciones ópticas de modo que los alumnos sean capaces de diseñar enlaces ópticos completos.

De forma excepcional para este curso 2020-2021, se disminuye la presencialidad, pasando del 40% establecido en la memoria de verificación a una presencialidad del 35%/30%, con el objetivo de optimizar los espacios seguros disponibles, ajustando su utilización al calendario de actividades lectivas y al tamaño más pequeño de los grupos y buscando la máxima presencialidad del estudiante a nivel del título.

1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura utiliza conceptos de la asignatura troncal "Campos Electromagnéticos". Los contenidos se complementan naturalmente con la optativa "Optoelectrónica".

1.3 Prerrequisitos

Aunque se intentará que la asignatura sea autocontenida, se recomienda haber cursado la asignatura "Campos Electromagnéticos" y dominar sus contenidos.

Dado el escenario de "nueva normalidad" y atendiendo a la posible evolución de los acontecimientos, en esta asignatura se utilizan o se podrán utilizar herramientas docentes online para la docencia y la evaluación. El alumno deberá contar con medios informáticos y telemáticos suficientes para interactuar con el Campus Virtual y con los sistemas de videoconferencia.

Para la evaluación del aprendizaje de esta asignatura el alumno acepta utilizar los mecanismos técnicos que constan en esta Guía y aquellos que la Universidad determine y/o facilite.

2. Competencias

2.1 Generales

- GBE2. Capacidad para aplicar métodos analíticos y numéricos para el análisis de problemas en el ámbito de la ingeniería técnica de Telecomunicación.
- GBE3. Capacidad para resolver problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- GBE4. Capacidad para diseñar y llevar a cabo experimentos, así como analizar e interpretar datos.

2.2 Específicas

- SE2. Capacidad para seleccionar circuitos y dispositivos electrónicos especializados para la transmisión, el encaminamiento o enrutamiento y los terminales, tanto en entornos fijos como móviles
- SE3. Capacidad de realizar la especificación, implementación, documentación y puesta a punto de equipos y sistemas electrónicos, de instrumentación y de control.

3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Comprender la propagación de los distintos modos de la luz en una fibra óptica.
- Comprender cómo afecta la propagación a los pulsos que transmiten datos, incluyendo fenómenos como la atenuación, la dispersión y diferentes efectos no lineales.
- Conocer los elementos que componen un enlace de fibra óptica.
- Utilizar hojas de especificaciones de componentes para el diseño de un sistema de comunicaciones ópticas.
- Diseñar enlaces de fibra óptica punto a punto satisfaciendo unos requisitos de calidad especificados.
- Buscar información técnica y utilizarla como punto de partida para el diseño de nuevos sistemas.

4. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES (1)	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	28	Estudio y trabajo autónomo individual	90
Clases prácticas de aula (A)	24		
Laboratorios (L)	8		
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios (S)	0		
Tutorías grupales (TG)	0		
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)	0		
Total presencial	60	Total no presencial	90

1) Actividad presencial a distancia es aquella en la que un grupo de alumnos sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor.

5. Bloques temáticos

Bloque 1: Propagación en fibra óptica

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

En este bloque se introducen los principios básicos de propagación de luz en sistemas guiados. Se analizará la propagación en los tipos de fibra más comunes y se darán las fórmulas que describen la evolución de pulsos de luz en el interior de la fibra. Asimismo, se estudiarán los efectos más relevantes para la propagación de datos (atenuación, dispersión y efectos no lineales).

b. Objetivos de aprendizaje

Al finalizar este bloque temático, los alumnos podrán:

- Determinar a partir de las ecuaciones de Maxwell los campos guiados que se propagan por medios dieléctricos.
- Caracterizar la propagación de la luz en el interior de una fibra óptica de salto de índice.
- Describir las características de las fibras ópticas monomodo y multimodo.
- Describir los principales problemas por los que se ve afectada la propagación por la fibra (explicar en qué consisten y por qué se producen).
- Enumerar y describir las soluciones existentes para minimizar el impacto de cada uno.

c. Contenidos

TEMA 1: Introducción a las Comunicaciones Ópticas sobre fibra

- 1.1 Introducción.
- 1.2 Teorías de la luz.
- 1.3 La fibra óptica.
- 1.4 Análisis de la fibra óptica mediante óptica geométrica.
- 1.5 Fibra de plástico.

TEMA 2: Propagación de la Luz en Medios Dieléctricos

- 2.1 Introducción.
- 2.2 Ecuaciones de Maxwell en medios dieléctricos.
- 2.3 Soluciones guiadas:
 - 2.3.1. Fibras de salto de índice.

TEMA 3: Propagación de Pulsos por la Fibra Óptica

- 3.1 Introducción.
- 3.2 Atenuación.
- 3.3 Dispersión
- 3.4 Efectos no lineales.

d. Métodos docentes

- Clase magistral participativa.
- Resolución de problemas.

e. Plan de trabajo

Véase el Anexo I.

f. Evaluación

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Prueba escrita al final del cuatrimestre.
- Entrega de ejercicios de evaluación continua.
- Prácticas de simulación con Matlab o Python.

g. Bibliografía básica

- G. Keiser, *Optical Fiber Communications*, 3rd. ed., Mc-Graw Hill, 2000.
- J. M. Senior, *Optical Fiber Communications: Principles and Practice*, 3rd. ed. Prentice-Hall, 2008.
- J. Capmany, F. J. Fraile-Peláez, J. Martí, *Fundamentos de Comunicaciones Ópticas*, Ed. Síntesis, 1998.
- J. Gowar, *Optical Communication Systems*, 2nd. ed. Prentice-Hall, 1993.
- G. P. Agrawal, *Nonlinear Fiber Optics. Third Edition*, Academic Press, 2001.

h. Bibliografía complementaria

- J. Hecht, *Understanding Fiber Optics*, Prentice-Hall, 2002.
- R.W. Boyd, *Nonlinear optics*, 3rd. Ed., Academic Press, 2008.

i. Recursos necesarios

Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:

- Documentación de apoyo.

En este bloque se utilizan herramientas docentes online para la docencia y la evaluación. En caso de un transcurso normal de la docencia estarán disponibles las aulas informáticas del centro. En caso de una

afección por medidas sanitarias especiales, el alumno debe contar con medios informáticos y telemáticos suficientes para interactuar con el Campus Virtual y con los sistemas de videoconferencia. En este último supuesto las prácticas no se realizarán en el laboratorio, sino que se recurrirá a la simulación por ordenador.

Bloque 2: Dispositivos ópticos

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

Para poder transmitir correctamente los datos en redes ópticas hace falta conocer las fuentes y los receptores de luz. Por otro lado, a medida que aumenta la complejidad de las redes, es necesario introducir elementos de procesado óptico como filtros o multiplexores. En este bloque se introducen los principios físicos en los que se basan los elementos más importantes. Se hace especial hincapié en el uso de los elementos en escenarios de comunicación.

b. Objetivos de aprendizaje

Al finalizar este bloque temático, el alumno debe:

- Ser capaz de seleccionar los elementos de un sistema de comunicaciones óptico, tanto del lado del transmisor como del del receptor.
- Conocer los principios físicos que están detrás de los diferentes dispositivos ópticos.

c. Contenidos

TEMA 4: Transmisores y receptores

- 4.1 Introducción. Tipos de transmisores para sistemas en fibra.
- 4.2 Láseres.
- 4.3 LED.
- 4.4 Moduladores.
- 4.5 Tipos de receptores. Fotodiodos

TEMA 5: Otros dispositivos básicos

- 5.1 Introducción
- 5.2 Conectores.
- 5.3 Acopladores direccionales.
- 5.4 Aisladores y circuladores.
- 5.5 Amplificadores.
- 5.6 Multiplexores.

d. Métodos docentes

- Clase magistral participativa.
- Resolución de problemas.

e. Plan de trabajo

Véase el Anexo I.

f. Evaluación

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Prueba escrita al final del cuatrimestre.
- Ejercicios de evaluación continua.

g. Bibliografía básica

- B. E. A. Saleh, M. C. Teich, *Fundamentals of Photonics (Second Edition)*, Wiley-Interscience, 2007.
- G. Keiser, *Optical Fiber Communications*, 3rd. ed., Mc-Graw Hill, 2000.
- J. M. Senior, *Optical Fiber Communications: Principles and Practice*, 3rd. ed. Prentice-Hall, 2008.
- J. Capmany, F. J. Fraile-Peláez, J. Martí, *Fundamentos de Comunicaciones Ópticas*, Ed. Síntesis, 1998.

h. Bibliografía complementaria

- G. P. Agrawal, *Nonlinear Fiber Optics. Third Edition*, Academic Press, 2001.

i. Recursos necesarios

Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:

- Documentación de apoyo.

En este bloque se utilizan herramientas docentes online para la docencia y la evaluación. En caso de un transcurso normal de la docencia estarán disponibles las aulas informáticas del centro. En caso de una afección por medidas sanitarias especiales, el alumno debe contar con medios informáticos y telemáticos suficientes para interactuar con el Campus Virtual y con los sistemas de videoconferencia. En este último supuesto las prácticas no se realizarán en el laboratorio, sino que se recurrirá a la simulación por ordenador.

Bloque 3: Redes de fibra óptica

Carga de trabajo en créditos ECTS:

1,5

a. Contextualización y justificación

En este bloque los alumnos utilizarán los conocimientos adquiridos a lo largo de la asignatura para diseñar y analizar redes de comunicaciones ópticas. Se estudiarán algunos casos concretos como ejemplo.

b. Objetivos de aprendizaje

Al finalizar este bloque temático, el alumno podrá:

- Describir los elementos más importantes de una red de comunicaciones ópticas basada en fibra.
- Analizar el rendimiento de redes reales.
- Escoger entre distintas alternativas de diseño de forma razonada.

c. Contenidos

TEMA 6: Enlaces de comunicaciones ópticas

- 6.1 Introducción.
- 6.2 Diseño de enlace.
- 6.3 Balance de potencias.
- 6.4 Redes ópticas. Tipología.
- 6.5 Sistemas WDM.

d. Métodos docentes

- Clase magistral participativa.
- Resolución de problemas.

e. Plan de trabajo

Véase el Anexo I.

f. Evaluación

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Prueba escrita al final del cuatrimestre.
- Ejercicios de evaluación continua.
- Realización de prácticas con OPTSIM.

g. Bibliografía básica

- G. Keiser, *Optical Fiber Communications*, 3rd. ed., Mc-Graw Hill, 2000.
- J. Capmany, B. Ortega Tamarit, *Redes Ópticas*, Ed. UPV, 2006.

h. Bibliografía complementaria

- Artículos proporcionados por el profesor.

i. Recursos necesarios

Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:

- Acceso a la bibliografía (libros y artículos).

En este bloque se utilizan herramientas docentes online para la docencia y la evaluación. En caso de un transcurso normal de la docencia estarán disponibles las aulas informáticas del centro. En caso de una afección por medidas sanitarias especiales, el alumno debe contar con medios informáticos y telemáticos suficientes para interactuar con el Campus Virtual y con los sistemas de videoconferencia. En este último supuesto las prácticas no se realizarán en el laboratorio, sino que se recurrirá a la simulación por ordenador.

6. Temporalización (por bloques temáticos)

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: Propagación en fibra óptica	3 ECTS	Semanas 1 a 9.
Bloque 2: Dispositivos ópticos	1,5 ECTS	Semanas 10 a 11
Bloque 3: Redes de fibra óptica	1,5 ECTS	Semanas 11 a 13

7. Sistema de calificaciones – Tabla resumen

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Prácticas y ejercicios de evaluación continua	100%	Entregas opcionales de ejercicios de evaluación continua.
Examen final escrito	100%	Es necesario presentarse al examen para obtener la calificación "Matrícula de Honor". En caso de entregar ejercicios de evaluación continua, el examen servirá para subir nota.

En las convocatorias ordinarias, el total de la nota puede venir de los resultados de las entregas de evaluación continua durante el curso o del examen final. No es obligatorio presentar los ejercicios de evaluación continua (en ese caso la nota será la del examen final). La nota obtenida por evaluación continua puede ser el 100% de la nota final. Los alumnos que entreguen los ejercicios de evaluación continua y se presenten al examen tendrán como calificación final la más favorable. Para obtener la calificación "Matrícula de Honor" es necesario presentarse al examen escrito.

La convocatoria extraordinaria consistirá en un examen con el 100% de la nota.

8. Consideraciones finales

El Anexo I mencionado en la guía, donde se describe la planificación detallada, se entregará al comienzo de la asignatura.

Adenda a la Guía Docente de la asignatura

c. Contenidos Adaptados a formación online

Los contenidos son los indicados en la sección 5 con una reducción de contenidos y un cambio en los métodos de trabajo:

En los temas 2 y 3 se reducirán las derivaciones en clase de las ecuaciones de propagación y se sustituirán por demostraciones prácticas en un simulador con acceso al laboratorio remoto.

En los temas 4 y 5 se sustituirán las explicaciones teóricas de los principios de funcionamiento de los dispositivos por lecturas con sesiones de dudas (trabajo personal) y se dedicará el tiempo de clase online al trabajo con hojas de especificaciones en ejemplos de diseño con y sin el simulador online Optsim.

El tema 6 se reducirá a ejercicios prácticos de presupuesto de enlace.

d. Métodos docentes online

Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:

- Entorno de trabajo en la plataforma Moodle ubicado en el Campus Virtual de la Universidad de Valladolid.
- Clases síncronas con ejercicios guiados en el laboratorio virtual de la Escuela con los programas Matlab y Optsim.
- Material de apoyo para la realización y resolución de ejercicios prácticos.
- Clase inversa: se proporcionará material de estudio para que el alumno la prepare la semana anterior a sesiones online mediante videoconferencia en las que el profesor responderá dudas y guiará a los alumnos en distintos ejercicios prácticos relacionados con el contenido del material.
- Tutorías grupales mediante videoconferencia, utilización de foros y correo electrónico. Se avisará a los alumnos con suficiente antelación mediante correo electrónico.
- Tutorías individuales, que se realizarán por videoconferencia o correo electrónico bajo petición.

i. Temporalización

En la docencia online se mantendrá el reparto por semanas de los temas con las correspondientes reducciones de materia y el ajuste de los métodos docentes.

A6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

En el caso de docencia online, la tabla de dedicación del estudiante a la asignatura será equivalente a la de la guía docente. Únicamente las actividades presenciales pasan a ser a distancia con la misma distribución de horas. Dichas actividades podrán ser síncronas o asíncronas en función de las restricciones impuestas por las autoridades competentes.

A7. Sistema y características de la evaluación

Criterio: cuando más del 50% de los días lectivos del cuatrimestre transcurran en situación de contingencia, se asumirán como criterios de evaluación los indicados en la adenda.

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Prácticas y ejercicios de evaluación continua	100%	Entregas de ejercicios de evaluación continua.

Se elimina la evaluación por examen. Para obtener la calificación "Matrícula de Honor" ya no es necesario presentarse al examen escrito.

La convocatoria extraordinaria consistirá en la entrega de los mismos ejercicios con el 100% de la nota.

En ambas convocatorias la fecha límite para entregar cualquiera de los ejercicios es la fecha del examen oficial.