



POLITÉCNICA

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería y Sistemas
de Telecomunicación

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

595010343 - Sistemas de comunicaciones opticas

PLAN DE ESTUDIOS

59SC - Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2017-18 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos	1
2. Profesorado	1
3. Requisitos previos obligatorios	2
4. Conocimientos previos recomendados	2
5. Competencias y resultados de aprendizaje	3
6. Descripción de la asignatura y temario	6
7. Cronograma	9
8. Actividades y criterios de evaluación	11
9. Recursos didácticos	15
10. Otra información	16

1. Datos descriptivos

1.1 Datos de la asignatura

Nombre de la Asignatura	595010343 - Sistemas de comunicaciones opticas
Nº de Créditos	4.5 ECTS
Carácter	595010343
Curso	Cuarto curso
Semestre	Séptimo semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	59SC - Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación
Centro en el que se imparte	Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación
Curso Académico	2017-18

2. Profesorado

2.1 Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías*
Miguel Angel Del Casar Tenorio (Coordinador/a)	D8414	miguelangel.delcasar@upm.es	- -A determinar en función de la organización del resto de las asignaturas en que el profesor está involucrado.
Jose Maria Rodriguez Martin	D8417	josemaria.rodriguez.martin@upm.es	- -A determinar en función del resto de las asignaturas en el que el profesor está involucrado.

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Requisitos previos obligatorios

3.1 Asignaturas previas requeridas para cursar la asignatura

- Electronica analogica
- Transmision y propagacion de ondas

3.2 Otros requisitos previos para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación no tiene definidos requisitos para esta asignatura.

4. Conocimientos previos recomendados

4.1 Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

4.2 Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Estructura básica de la materia - Átomos y Moléculas
- Conocimiento básico de las características de partículas elementales: electrones, protones y huecos.
- Fundamentos básicos de los diferentes tipos de materiales: conductores, aislantes y semi-conductores.
- Conocimientos básicos sobre semiconductores.
- Conocimientos sobre el concepto de modos de propagación en una estructura dieléctrica.

5. Competencias y resultados de aprendizaje

5.1 Competencias que adquiere el estudiante al cursar la asignatura

CE B1 - Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

CE B3 - Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

CE B4 - Comprensión y dominio de los conceptos básicos de sistemas lineales y las funciones y transformadas relacionadas, teoría de circuitos eléctricos, circuitos electrónicos, principio físico de los semiconductores y familias lógicas, dispositivos electrónicos y fotónicos, tecnología de materiales y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

CE EC02 - Capacidad para seleccionar circuitos y dispositivos electrónicos especializados para la transmisión, el encaminamiento o enrutamiento y los terminales, tanto en entornos fijos como móviles.

CE EC08 - Capacidad para especificar y utilizar instrumentación electrónica y sistemas de medida.

CE EC10 - Capacidad para realizar proyectos en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería de Telecomunicación, de naturaleza profesional en que se sinteticen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas.

CE SC01 - Capacidad para construir, explotar y gestionar las redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.

CE SC02 - 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.

CE SC03 - Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas.

CE SC04 - Capacidad para la selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces y radiodeterminación.

CE SC05 - 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.

CE SC06 - Capacidad para analizar, codificar, procesar y transmitir información multimedia empleando técnicas de procesado analógico y digital de señal.

CE TEL01 - Capacidad para aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.

CE TEL03 - Capacidad para utilizar herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos o de información relacionada con las telecomunicaciones y la electrónica.

CE TEL04 - Capacidad de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones.

CE TEL05 - Capacidad para evaluar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones, desde el punto de vista del espacio de la señal, las perturbaciones y el ruido y los sistemas de modulación analógica y digital.

CE TEL06 - Capacidad de concebir, desplegar, organizar y gestionar redes, sistemas, servicios e infraestructuras de telecomunicación en contextos residenciales (hogar, ciudad y comunidades digitales), empresariales o institucionales responsabilizándose de su puesta en marcha y mejora continua, así como conocer su impacto económico y social.

CE TEL09 - Capacidad para comprender los mecanismos de propagación y transmisión de ondas electromagnéticas y acústicas, y sus correspondientes dispositivos emisores y receptores.

CG 04 - Capacidad de abstracción, de análisis y de síntesis y de resolución de problemas.

CG 05 - Capacidad de trabajo en equipo y en entornos multidisciplinares.

CG 10 - Capacidad para manejar especificaciones, reglamentos y normativas y la aplicación de las mismas en el desarrollo de la profesión.

CG 11 - Habilidades para la utilización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

5.2 Resultados del aprendizaje al cursar la asignatura

RA160 - Capacidad de concebir, configurar y gestionar redes, sistemas servicios e infraestructuras de telecomunicación en determinados contextos (residenciales, empresariales e institucionales)

RA238 - Asignación y gestión del espectro radioeléctrico

RA242 - Identificar y describir el problema o cuestión sujeto a investigación o análisis, teniendo en cuenta las condiciones del contexto.

RA381 - RA01 - Identificar los elementos de las redes de telecomunicación

RA515 - Conocer y utilizar la función y la ecuación de ondas.

RA86 - Capacidad de analizar las características fundamentales de la propagación de ondas.

RA162 - Comprender la Evolución Histórica de las Telecomunicaciones y sus principales Hitos.

RA111 - Ser capaz de caracterizar distintos de tipos de sistemas según su discriminación en frecuencia

RA239 - Calcular las pérdidas de propagación, niveles de señal, balances de enlace y determinación de la calidad en los sistemas de Radiocomunicación

RA244 - Analizar un problema en diferentes niveles de abstracción

RA268 - ? Ser capaz de diseñar y evaluar sistemas de comunicaciones ópticas, con balances de potencia y dispersión, con cálculos de BER, y con las adaptaciones necesarias para WDM.

RA95 - Capacidad de entender las propiedades básicas de los materiales en los que se basan los dispositivos.

RA294 - Contrastar las ideas propias con las aportadas por otros interlocutores o autores.

RA91 - Capacidad de analizar la propagación de ondas electromagnéticas en medios dieléctricos y conductores.

RA236 - Analizar y Planificar sistemas de comunicaciones que emplean medios guiados, cables y fibra óptica

RA163 - Relacionar los aspectos técnicos con el entorno social. Aspectos de mercado, regulatorios, medio ambiente

RA266 - ? Conocer los diferentes elementos de un sistema de comunicaciones ópticas (fibra, fuente, fotodetector, EDFA, dispositivos para WDM, otros dispositivos).

RA168 - Manejo de la instrumentación y los procedimientos de medida de un laboratorio básico de Sistemas de

Comunicaciones, (generador/modulador de RF, osciloscopio y analizador de espectros).

RA269 - ? Conocer los elementos de un sistema de telecomunicación, en un diagrama de bloques, comprendiendo el cometido de cada parte.

RA243 - Relacionar el problema estudiado con otros ya conocidos con anterioridad.

RA327 - Representación de la respuesta en frecuencia

RA258 - Utilizar software específico.

RA260 - Decidir sobre la veracidad y validez de teorías y modelos considerando, entre otros aspectos, las suposiciones en las que se basan.

RA261 - Interpretar resultados.

RA262 - Diseñar y evaluar experimentos.

RA267 - ? Familiarizarse con los procedimientos de medida básicos en comunicaciones ópticas.

RA1 - Adquirir capacidad de ordenar y relacionar ideas con ayuda de los métodos matemáticos

RA9 - Aplicar las herramientas con las que se pueden tratar sistemas en los que aparecen señales en presencia de incertidumbre.

6. Descripción de la asignatura y temario

6.1 Descripción de la asignatura

La asignatura tiene como propósito introducir al alumno en el conocimiento de los sistemas de comunicación basados en el uso de fibras ópticas como medios de transmisión. Para ello se realizará un análisis comparativo de las fortalezas y debilidades de dichos sistemas comparándolos con otras tecnologías basadas en propagación no guiada o guiada. Se analizará la estructura de un sistema genérico de comunicación por fibra óptica y se pasará a estudiar el funcionamiento y características de cada uno de los bloques y componentes fundamentales que lo integran desde un punto de vista fenomenológico utilizando herramientas analítica y metodológicas sencillas. Se analizarán tanto las diferentes fuentes de luz como los fotodetectores empleados en la actualidad así como los dispositivos amplificadores ópticos usados habitualmente. El contenido descrito debe entenderse en sentido relajado, ya que está sujeto a múltiples condicionantes (grado de formación de los alumnos, aumento de la extensión o reducción en el contenido de ciertos temas en función del interés de los alumnos, etc).

- En cualquier caso el propósito que anima la asignatura es despertar el interés de los alumnos en el campo de las comunicaciones ópticas, fundamentalmente desde el punto de vista práctico.
- Se evitarán descripciones matemáticas innecesarias.
- Se fomentará el desarrollo participativo de los alumnos.
- Se adaptará un punto de vista "hands-on" para que los alumnos puedan percibir la realidad de los dispositivos y sistemas empleados en el mercado.

6.2 Temario de la asignatura

1. Introducción a los sistemas de comunicaciones por fibra óptica.
 - 1.1. Evolución histórica.
 - 1.2. Bandas de trabajo - Terminología.
 - 1.3. Comparativa con otros sistemas de comunicación.
2. Fuentes ópticas.
 - 2.1. Características generales.
 - 2.2. Tipos y características.
 - 2.3. Principios básicos de interacción radiación materia.
 - 2.4. Electroluminiscencia - Diodo LED
 - 2.5. Características y tipos de diodos LED.
 - 2.6. Principios de funcionamiento de los Láseres.
 - 2.7. Diodo Láser semiconductor.
 - 2.8. Características y tipos de LD.
3. Atenuación y dispersión en fibras ópticas.
 - 3.1. Atenuación - causas.
 - 3.2. Dispersión - Tipos.
 - 3.3. Dispersión espectral, modal, por guiado y PMD.
 - 3.4. Caracterización temporal y espectral de la respuesta de una fibra óptica.
4. Fotodetectores.
 - 4.1. Tipos y principios de funcionamiento.
 - 4.2. El fotodetector PIN

- 4.3. El fotodetector APD
- 4.4. Fuentes de ruido y relación señal / ruido en la fotodetección.
- 4.5. Receptores ópticos - Estructuras básicas.
- 4.6. Amplificador de trans-impedancia.
- 4.7. Amplificador de alta impedancia.
- 5. Amplificadores ópticos.
 - 5.1. Amplificador SOA.
 - 5.2. Amplificador EDFA.
 - 5.3. Fuentes de ruido en los amplificadores ópticos.
- 6. Sistemas LIFI
 - 6.1. Comparación WIFI - LIFI
 - 6.2. Estructura de un sistema LIFI
 - 6.3. Propagación en un sistema LIFI

7. Cronograma

7.1 Cronograma de la asignatura*

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades de Evaluación
1	Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Tema 2. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Tema 2. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 1 Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Resultados Práctica PG: Técnica del tipo Presentación en GrupoEvaluación continua Duración: 00:05
4	Tema 2. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 1 Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	Tema 2. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 2 Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Resultados Práctica PG: Técnica del tipo Presentación en GrupoEvaluación continua Duración: 00:05
6	Tema 2 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7	Tema 3. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 3 Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Resultados Práctica PG: Técnica del tipo Presentación en GrupoEvaluación continua Duración: 00:05
8	Tema 3 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 3 Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9	Tema 3. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 4 Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Resultados Práctica PG: Técnica del tipo Presentación en GrupoEvaluación continua Duración: 00:05
10	Tema 4 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 5 Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
11	Tema 4 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 5 Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Resultados Práctica PG: Técnica del tipo Presentación en GrupoEvaluación continua Duración: 00:05

12	Tema 4 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 6 Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13	Tema 5 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 6 Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Resultados Práctica PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Duración: 00:05
14	Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
15				
16				Examen Final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 01:00
17				

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

8. Actividades y criterios de evaluación

8.1 Actividades de evaluación de la asignatura

8.1.1 Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	Resultados Práctica	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:05	10%	1 / 10	CE B3 CE B4 CE SC04 CE SC05 CE SC06 CE TEL03 CE TEL05 CG 04 CE B1 CE EC02 CE EC08 CE EC10 CE SC01 CE SC02 CE SC03 CE TEL01 CE TEL04 CE TEL06 CE TEL09 CG 05 CG 10 CG 11
5	Resultados Práctica	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:05	10%	1 / 10	CE B4 CE SC04 CE SC05 CE SC06 CE TEL03 CE TEL05 CG 04 CE B1 CE EC02 CE EC08 CE EC10 CE SC01 CE SC02 CE SC03 CE TEL01 CE TEL04 CE TEL06 CE TEL09

							CG 05 CG 10 CG 11
7	Resultados Práctica	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:05	10%	1 / 10	CE B3 CE B4 CE SC04 CE SC05 CE SC06 CE TEL03 CE TEL05 CG 04 CE B1 CE EC02 CE EC08 CE EC10 CE SC01 CE SC02 CE SC03 CE TEL01 CE TEL04 CE TEL06 CE TEL09 CG 05 CG 10 CG 11
9	Resultados Práctica	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:05	10%	1 / 10	CE B3 CE B4 CE SC04 CE SC05 CE SC06 CE TEL03 CE TEL05 CG 04 CE B1 CE EC02 CE EC08 CE EC10 CE SC01 CE SC02 CE SC03 CE TEL01 CE TEL04 CE TEL06 CE TEL09 CG 05 CG 10 CG 11
							CE B3 CE B4 CE SC04 CE SC05 CE SC06 CE TEL03 CE TEL05

11	Resultados Práctica	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:05	10%	1 / 10	CG 04 CE B1 CE EC02 CE EC08 CE EC10 CE SC01 CE SC02 CE SC03 CE TEL01 CE TEL04 CE TEL06 CE TEL09 CG 05 CG 10 CG 11
13	Resultados Práctica	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:05	10%	1 / 10	CE B4 CE SC04 CE SC05 CE SC06 CE TEL03 CE TEL05 CG 04 CE B1 CE EC02 CE B3 CE EC08 CE EC10 CE SC01 CE SC02 CE SC03 CE TEL01 CE TEL04 CE TEL06 CE TEL09 CG 05 CG 10 CG 11

8.1.2 Evaluación sólo prueba final

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen	Presencial	01:00	40%	5 / 10	CE SC04 CE SC05 CE SC06 CE TEL03 CE TEL05 CG 04 CE B1 CE EC02 CE EC08 CE EC10 CE SC01 CE SC02

		Escrito						CE SC03 CE TEL01 CE TEL04 CE TEL06 CE TEL09 CG 05 CG 10 CG 11 CE B3 CE B4
--	--	---------	--	--	--	--	--	--

8.1.3 Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

8.2 Criterios de Evaluación

El alumno puede superar la asignatura mediante evaluación continua o presentándose únicamente al examen final. En cualquiera de ambos supuestos el alumno debe realizar obligatoriamente todas las prácticas. La forma de calificación es la siguiente: Evaluación continua: la parte de teoría de la asignatura se evalúa mediante tres exámenes parciales.- La parte de laboratorio se evalúa mediante la elaboración de una memoria final con los resultados y conclusiones que haya extraído durante la realización de las prácticas. - La nota final se calcula promediando al 50 % la nota de teoría y la nota obtenida en el laboratorio.- Es imprescindible superar tanto la teoría como el laboratorio para aprobar la asignatura.- Asimismo es imprescindible superar los tres exámenes parciales. Evaluación mediante solo examen final: la parte de teoría de la asignatura se evalúa mediante un único examen final que recoge todo el temario de la asignatura. - La parte de laboratorio se evalúa mediante la elaboración de una memoria final con los resultados y conclusiones que haya extraído durante la realización de las prácticas. - La nota final se calcula promediando al 50 % la nota de teoría y la nota obtenida en el laboratorio.- Es imprescindible superar tanto la teoría como el laboratorio para aprobar la asignatura.

9. Recursos didácticos

9.1 Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
G. Keiser. Optical Fiber Communications. 3ª edición. Ed. Mac-Graw Hill. (2000)	Bibliografía	texto clásico en el estudio de sistemas de fibra óptica.
J. Senior. Optical Fiber Communications. Principles and Practice. Ed. Prentice-Hall. (1992)	Bibliografía	Otro texto de referencia obligada para el estudio de sistemas de comunicaciones ópticas.
J. Gowar. Optical Communications Systems. Ed. Prentice-Hall International. (1984)	Bibliografía	Es el tercer libro de referencia estudiado en muchas universidades para comunicaciones ópticas.
J.A. Martín Pereda. Sistemas y Redes Ópticas de Comunicaciones. Ed. Pearson Educación. (2004)	Bibliografía	Uno de los pocos textos de verdadera entidad y muy pedagógico escrito en castellano que aborda toda la temática de las comunicaciones por fibra óptica.

10. Otra información

10.1 Otra información sobre la asignatura

El desarrollo de la asignatura consistirá en una implicación sencilla del tema correspondiente y la realización de una práctica en grupo reducido de alumnos. Al final de cada sesión de prácticas se realizarán algunas preguntas al grupo que servirán como evaluación continua de la actividad realizada.

Para aprobar la asignatura se debe asistir a todas las prácticas del laboratorio, con lo que se consigue un 60 % de la nota final. El restante 40% se obtiene de la realización de un examen de tipo test.