



Guía docente de la asignatura

Asignatura	SISTEMAS DE COMUNICACIONES GUIADAS		
Materia	COMUNICACIONES GUIADAS		
Módulo	MATERIAS ESPECÍFICAS DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
Titulación	GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
Plan	460	Código	45028
Periodo de impartición	2º CUATRIMESTRE	Tipo/Carácter	OBLIGATORIA
Nivel/Ciclo	GRADO	Curso	3º
Créditos ECTS	6 ECTS		
Lengua en que se imparte	CASTELLANO		
Profesor/es responsable/s	IGNACIO DE MIGUEL JIMÉNEZ NOEMÍ MERAYO ÁLVAREZ		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	TELÉFONO: 983 423000 ext. 5574 / ext. 5549 E-MAIL: ignacio.miguel@tel.uva.es , noemer@tel.uva.es		
Horario de tutorías	Véase www.uva.es → Centros → Campus de Valladolid → Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación → Tutorías		
Departamento	TEORÍA DE LA SEÑAL, COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

A pesar del gran desarrollo experimentado por las tecnologías inalámbricas en los últimos años, la mayor parte del tráfico relacionado con los servicios de telecomunicación tiene como soporte los sistemas de transmisión guiados. Dentro de los sistemas guiados, la fibra óptica es el medio de transmisión predominante en la red troncal y en las redes de área metropolitana, mientras que el cable conductor juega un importante papel en la red de acceso y las redes de área local, si bien es importante notar que la fibra óptica cada vez está tomando un papel más relevante también en estos últimos ámbitos. En la asignatura “Sistemas de Comunicaciones Guiadas” se estudian las características más relevantes de los sistemas de transmisión guiada y su aplicación en las redes y sistemas para la transmisión de la información.

1.2 Relación con otras materias

Existe una relación muy estrecha entre la asignatura “Sistemas de Comunicaciones Guiadas” y las otras dos asignaturas de la materia “Comunicaciones Guiadas”: “Teoría de Campos Guiados” (Obligatoria) y “Sistemas de Comunicaciones Ópticas” (Optativa). La primera se desarrolla en el primer cuatrimestre, mientras que la segunda se cursa en el segundo cuatrimestre de cuarto curso. Los fundamentos de esta materia se habrán cursado con anterioridad en la asignatura “Campos Electromagnéticos” correspondientes a la materia “Fundamentos de Ingeniería Electromagnética”. Para esta asignatura, son también importantes los conocimientos y destrezas adquiridas en la materia “Fundamentos de las Comunicaciones”.

1.3 Prerrequisitos

No existen requisitos previos de obligado cumplimiento para cursar la asignatura. Sin embargo, es recomendable que el alumno haya adquirido las destrezas y conocimientos asociados a la asignatura “Campos Guiados” de la materia “Ingeniería Electromagnética” del segundo curso de la titulación así como a la materia “Fundamentos de Comunicaciones”.



2. Competencias

- 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.
- GBE5. Capacidad para elaborar informes basados en el análisis crítico de la bibliografía técnica y de la realidad en el campo de su especialidad.
- GE2. Capacidad para trabajar en un grupo multidisciplinar y multilingüe, responsabilizándose de la dirección de actividades objeto de los proyectos del ámbito de su especialidad y consiguiendo resultados eficaces.
- GE3. Capacidad para desarrollar metodologías y destrezas de aprendizaje autónomo eficiente para la adaptación y actualización de nuevos conocimientos y avances científicos.
- GE4. Capacidad para desarrollar proyectos en el ámbito de su especialidad que satisfagan las exigencias técnicas, estéticas y de seguridad, aplicando elementos básicos de gestión económica-financiera, de recursos humanos, organización y planificación de proyectos.
- GC1. Capacidad de organización, planificación y gestión del tiempo.
- GC2. Capacidad para comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.
- GC3. Capacidad para trabajar en cualquier contexto, individual o en grupo, de aprendizaje o profesional, local o internacional, desde el respeto a los derechos fundamentales, de igualdad de sexo, raza o religión y los principios de accesibilidad universal, así como la cultura de paz.

2.2 Específicas

- ST1. 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.
- ST3. Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas.
- ST5. 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.
- COM1. Capacidad para reconocer, analizar y seleccionar arquitecturas de transmisores y receptores para diferentes servicios.



3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Dibujar el esquema básico de distintos sistemas de comunicaciones guiados.
- Explicar los fundamentos de la transmisión por distintos sistemas de comunicaciones guiados.
- Enumerar y describir los problemas que sufre la señal al propagarse por diversos medios guiados y ser capaz de aplicar métodos para minimizar su impacto
- Describir los elementos fundamentales para implementar distintos sistemas de transmisión por medios guiados.
- Utilizar hojas de especificaciones de componentes para extraer los datos más relevantes y poder comparar entre diferentes alternativas.
- Evaluar las ventajas e inconvenientes de distintos medios de transmisión guiados para distintas aplicaciones.
- Diseñar sistemas de comunicaciones guiados sencillos.
- Utilizar herramientas de simulación para estimar la calidad de un sistema de comunicaciones por fibra óptica.

En relación con estos objetivos, es importante destacar que, si bien se abordarán distintos sistemas de comunicaciones guiados, el énfasis estará en los sistemas de comunicaciones por fibra óptica.



4. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	30	Estudio y trabajo autónomo individual	75
Clases prácticas de aula (A)		Estudio y trabajo autónomo grupal	15
Laboratorios (L)	20		
Prácticas externas, clínicas o de campo			
Seminarios (S)	10		
Tutorías grupales (TG)			
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)			
Total presencial	60	Total no presencial	90





5. Bloques temáticos

Bloque 1: Transmisión por fibra óptica

Carga de trabajo en créditos ECTS: 5,2

a. Contextualización y justificación

Dentro de los sistemas de comunicaciones guiadas, aquellos que utilizan la fibra óptica como soporte para la transmisión de la información son empleados habitualmente en enlaces troncales de longitud media a grande y de elevada capacidad. Las ventajas de la fibra óptica como medio de transmisión hacen de ésta una solución atractiva en otros ámbitos, como la red de acceso, especialmente a medida que la demanda de ancho de banda se incrementa progresivamente al tiempo que el coste de los distintos elementos empleados en la red disminuye. En este bloque temático se pretende dar una visión general de los sistemas de transmisión por fibra óptica, las características esenciales de los distintos elementos empleados en este tipo de sistemas y desarrollar las destrezas esenciales para el diseño y optimización de enlaces de fibra óptica.

b. Objetivos de aprendizaje

Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:

- Dibujar el esquema básico de un sistema de comunicaciones ópticas.
- Conocer las codificaciones de canal empleadas en comunicaciones ópticas.
- Enumerar diferentes tipos de fibras ópticas, describir las características de cada una y ser capaz de seleccionar la más adecuada en cada escenario.
- Explicar el significado físico de los modos de propagación que soporta una fibra óptica y determinarlos con ayuda de gráficas.
- Enumerar y describir los principales problemas de la propagación por la fibra óptica (atenuación, dispersión y efectos no lineales) así como métodos para minimizar su impacto.
- Conocer los principios de funcionamiento y las características básicas de los elementos transmisores y receptores de un sistema de comunicaciones ópticas.
- Enumerar, describir y seleccionar los componentes necesarios para construir sistemas de comunicaciones ópticas, y describir sus principios físicos.
- Utilizar hojas de especificaciones de componentes para extraer los datos más relevantes y poder comparar entre diferentes alternativas.
- Diseñar enlaces de fibra óptica punto a punto satisfaciendo unos requisitos de calidad especificados.
- Utilizar herramientas de simulación comerciales para estimar la calidad de un sistema de comunicaciones ópticas.

c. Contenidos

TEMA 1: Introducción a los Sistemas de Comunicaciones Ópticas

- 1.1 Objetivos
- 1.2 ¿Qué son los sistemas de comunicaciones ópticas (SCO)?
- 1.3 Tipos de SCO



- 1.4 Ejemplo de un SCO
- 1.5 Aprovechamiento y ampliación de la capacidad de los SCO
- 1.6 Ventajas e inconvenientes de los SCO guiados
- 1.6 Resumen

TEMA 2: Propagación de la Luz por la Fibra Óptica

- 2.1 Objetivos
- 2.2 Teorías de la luz
- 2.3 La fibra óptica
- 2.4 Análisis de la fibra óptica mediante óptica geométrica
- 2.5 Análisis de la fibra óptica mediante óptica electromagnética
- 2.6 Resumen

TEMA 3: Propagación de Pulsos por la Fibra Óptica

- 3.1 Objetivos
- 3.2 Atenuación
- 3.3 Dispersión
- 3.4 Efectos no lineales
- 3.5 Resumen

TEMA 4: Componentes de los Sistemas de Comunicaciones Ópticas

- 4.1 Objetivos
- 4.2 Fibras ópticas
- 4.3 Conectores y empalmes
- 4.4 Cables de fibra óptica
- 4.5 Acopladores direccionales
- 4.6 Aisladores y circuladores
- 4.7 Multiplexores y filtros
- 4.8 Amplificadores ópticos
- 4.9 Resumen

TEMA 5: Transmisores y receptores ópticos

- 5.1 Objetivos
- 5.2 Introducción a los semiconductores
- 5.3 Láseres
- 5.4 LEDs
- 5.5 Moduladores
- 5.6 Fotodiodo PiN
- 5.7 Fotodiodo de avalancha o APD
- 5.8 Características de los receptores
- 5.9 Resumen

TEMA 6: Introducción al Diseño de Sistemas de Comunicaciones Ópticas

- 6.1 Objetivos
- 6.2 Balance de potencias en un SCO
- 6.3 Balance de tiempos en un SCO
- 6.4 Diseño de enlaces básicos de comunicaciones ópticas
- 6.5 Resumen



PRÁCTICA 1: Cálculo de la apertura numérica en una fibra óptica multimodo

PRÁCTICA 2: Introducción al simulador de redes ópticas OPTSIM

PRÁCTICA 3: Sistemas ópticos de varios canales WDM en OPTSIM

PRÁCTICA 4: Estudio de la dispersión en fibras ópticas y componentes para su compensación

PRÁCTICA 5: Comprobación de enlaces mediante OTDR y conectorización

PRÁCTICA 6: Diseño de sistemas de comunicaciones ópticas

d. Métodos docentes

- Clase magistral participativa
- Seminarios de profundización
- Aprendizaje colaborativo
- Trabajo práctico en un laboratorio de fibra óptica.

e. Plan de trabajo

Véase el Anexo I.

f. Evaluación

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas
- Valoración de la destreza en el manejo de la instrumentación de laboratorio
- Cuestionarios o informes del trabajo en el laboratorio realizados por grupos de alumnos
- Resolución de problemas por parte del alumno
- Prueba escrita al final del cuatrimestre

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.

h. Bibliografía complementaria

- G. P. Agrawal, *Fiber Optic Communication Systems*, 3rd. ed., John Wiley & Sons, 2002.
- R. Ramaswami, K.N. Sivarajan, *Optical Networks: A Practical Perspective*, Second Edition, Morgan Kaufmann Publishers, 2001
- B. E. A. Saleh, M. C. Teich, *Fundamentals of Photonics (Second Edition)*, Wiley-Interscience, 2007.
- J. Hecht, *Understanding Fiber Optics*, Prentice-Hall, 2002.
- G. P. Agrawal, *Nonlinear Fiber Optics. Third Edition*, Academic Press, 2001.
- D. Derickson, *Fiber Optic Test and Measurement*, Prentice Hall PTR, 1998.

i. Recursos necesarios



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.
- Diversa documentación de apoyo, incluyendo lecturas complementarias y vídeos didácticos.
- Kit de prácticas sobre fibra óptica de Newport.
- OTDR y fibras ópticas.
- Ordenador y simulador de sistemas de comunicaciones ópticas OptSim.





Bloque 2: Transmisión por cable conductor

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

Las líneas de transmisión con elementos conductores (especialmente de cobre) juegan un papel clave en el bucle de abonado y redes de área local (par trenzado), en las redes híbridas (cable coaxial) o a la hora de aprovechar la red eléctrica para la transmisión de información (línea de potencia). En este bloque temático se abordan las propiedades de este tipo de medios como soporte para la transmisión de la información y las características principales de los sistemas asociados y los dispositivos empleados en ellos.

b. Objetivos de aprendizaje

Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:

- Dibujar el esquema básico de diversos sistemas de comunicaciones por cable conductor.
- Explicar los fundamentos de la transmisión de sistemas de comunicaciones por cable conductor y sus limitaciones.
- Describir los elementos fundamentales para implementar distintos sistemas de transmisión por medios guiados.
- Evaluar las ventajas e inconvenientes de distintos medios de transmisión guiados para distintas aplicaciones.

c. Contenidos

TEMA 7: Sistemas de comunicaciones por cable conductor

- 7.1 Objetivos
- 7.2 Sistemas de transmisión basados en par trenzado
- 7.3 Sistemas de transmisión basados en cable coaxial
- 7.4 Sistemas de transmisión basados en línea de potencia (PLC)
- 7.5 Resumen

d. Métodos docentes

- Clase magistral participativa
- Resolución de problemas en el aula
- Resolución de problemas mediante el trabajo individual del alumno

e. Plan de trabajo

Véase el Anexo I.

f. Evaluación

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas.



- Prueba escrita al final del cuatrimestre.

g. Bibliografía básica

- J. E. Page, *Propagación de Ondas Guiadas*, Servicio de publicaciones ETSIT, UPM, Madrid 1989.
- J. Anatory, N. Theethayi, *Broadband Power-Line Communication Systems*, WIT Press, 2010.
- P. Golden, H. Dedieu, K. S. Jacobsen, *Fundamentals of DSL Technology*, Auerbach Publications, 2004.

h. Bibliografía complementaria

- R. E. Collin, *Field Theory of Guided Waves*. IEEE Press. New York, 1991.

i. Recursos necesarios

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.
- Diversa documentación de apoyo.



6. Temporalización (por bloques temáticos)

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: Transmisión por fibra óptica	5.2 ECTS	Semanas 1 a 13
Bloque 2: Transmisión por cable conductor	0.8 ECTS	Semanas 14 a 15

7. Sistema de calificaciones – Tabla resumen

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Evaluación de las prácticas de laboratorio	35%	Todas las prácticas de laboratorio tendrán el mismo peso. Un 30% de la calificación de cada práctica se obtendrá de un cuestionario previo en Moodle que deberán resolver los alumnos y el 70% restante de la resolución de un cuestionario (que se deberá ir completando durante la realización de la práctica) junto con la valoración de la actitud y participación en las actividades formativas en el laboratorio y de la destreza en el manejo de la instrumentación y software empleado en el mismo. Se podrán plantear actividades adicionales optativas que sirvan para incrementar la calificación. Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura realizar las prácticas de laboratorio (lo que implica asistir al mismo), y alcanzar una calificación igual o superior a 5 sobre 10 en la evaluación global de las prácticas.
Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas en aula	5%	Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura alcanzar una calificación igual o superior a 5 sobre 10 al combinar la puntuación de estos tres apartados.
Resolución de cuestiones/problemas a lo largo de la asignatura	10%	
Examen final escrito	50%	

Si un alumno no alcanza alguno de los requisitos mínimos descritos en la tabla anterior, su calificación final en la asignatura será el mínimo entre el valor calculado según la ponderación descrita en la tabla y 4.5.

En el caso de la **convocatoria extraordinaria**:

- Se mantiene la calificación obtenida en los 3 primeros instrumentos de la tabla, realizándose un examen final escrito que tendrá el mismo peso que en la convocatoria ordinaria.
- Las condiciones para superar la asignatura son las mismas que en la convocatoria ordinaria. Debe notarse por tanto la necesidad de superar la parte relacionada con el laboratorio de la asignatura en la convocatoria ordinaria.

8. Consideraciones finales

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