

**Guía docente de la asignatura**

<b>Asignatura</b>	COMPLEMENTOS DE SISTEMAS DE COMUNICACIONES		
<b>Materia</b>	COMPLEMENTOS DE TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES para Graduados en Tecnologías Específicas de Telecomunicación, Mención en Sistemas Electrónicos		
<b>Módulo</b>			
<b>Titulación</b>	MÁSTER EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN		
<b>Plan</b>	544	<b>Código</b>	
<b>Periodo de impartición</b>	1 <sup>er</sup> CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OPTATIVA*
<b>Nivel/Ciclo</b>	MÁSTER	<b>Curso</b>	COMPLEMENTOS DE FORMACIÓN
<b>Créditos ECTS</b>	9 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANO		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	Juan Pablo de Castro Fernández Carlos Gómez Peña		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	TELÉFONO: 983 423699, 983 423981 E-MAIL: jpdcastro@tel.uva.es , carlos.gomez@tel.uva.es		
<b>Horario de tutorías</b>	Véase <a href="http://www.uva.es">www.uva.es</a> → Centros → Campus de Valladolid → Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación → Tutorías		
<b>Departamento</b>	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		

(\*) Esta asignatura es optativa a nivel de título pero es obligatoria para los alumnos que acceden al máster desde el Grado en Ingeniería de Tecnologías Específicas de Telecomunicación, Mención en Sistemas Electrónicos.



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

Esta asignatura está enmarcada dentro de la materia de “Complementos de Teoría de la Señal y comunicaciones”, que consta de dos asignaturas (“Estimación, detección y métodos numéricos” y “Complementos de Sistemas de Comunicaciones”) que se imparten en el primer cuatrimestre. Esta ubicación temporal está estudiada de modo que la secuenciación del aprendizaje sea coherente y adecuada en relación al resto de materias del Máster. Se trata de una asignatura que deben cursar los graduados en Tecnologías Específicas de Telecomunicación Mención en Sistemas Electrónicos para complementar sus estudios previos.

### 1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura es el complemento formativo que permite a los graduados de la mención de Sistemas Electrónicos conocer las técnicas físicas de transmisión de la información y sus parámetros, capacidades y limitaciones que se utilizan para la construcción de los sistemas de comunicación que se analizarán en las asignaturas “Diseño y Simulación de Sistemas de Comunicaciones” y en “Diseño y aplicaciones de sistemas de radiocomunicaciones y radiodeterminación”. Las características de la propagación de señales en los distintos medios tienen implicaciones en los problemas que se abordan en “Procesado de señales en comunicaciones” y en general tienen impacto en las consideraciones técnicas y económicas que se abordan en “Hogar Digital: Distribución de contenidos y control” y en “Aplicaciones Multidisciplinares de las TIC”.

### 1.3 Prerrequisitos

No existen condiciones previas excluyentes para cursar esta asignatura.



## 2. Competencias

### 2.1 Generales

- Capacidad de razonamiento, análisis y síntesis.
- Capacidad de toma de decisiones en la resolución de problemas básicos de ingeniería de telecomunicación, así como identificación y formulación de los mismos.
- Capacidad de organización, planificación y gestión del tiempo.
- 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

- Capacidad para aplicar métodos analíticos y numéricos para el análisis de problemas en el ámbito de las Telecomunicaciones y la Electrónica.
- Capacidad para diseñar dispositivos de interfaz, captura de datos y almacenamiento, y terminales para servicios y sistemas de telecomunicación.
- 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.
- Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas.
- Capacidad para la selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces y radiodeterminación.
- 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.



### 3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Saber seleccionar componentes y circuitos para transmisión y recepción de comunicaciones fijas y móviles.
- Analizar componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas.
- Seleccionar antenas, equipos y sistemas de transmisión, propagación de ondas guiadas y no guiadas, por medios electromagnéticos, de radiofrecuencia u ópticos.
- Comprender y analizar los procesos básicos de propagación electromagnética.
- Analizar y diseñar enlaces de comunicaciones ópticas punto a punto sencillos.
- Calcular y diseñar enlaces radioeléctricos teniendo en cuenta la definición, normativa técnica y planificación de sistemas radioeléctricos.
- Comprender el proceso de gestión del espacio radioeléctrico y asignación de frecuencias.
- Simular el comportamiento de diferentes sistemas de comunicaciones utilizando Matlab®.



#### 4. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas	30	Estudio y trabajo autónomo individual	90
Clases prácticas	0	Estudio y trabajo autónomo grupal	45
Laboratorios	30		
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios	30		
Otras actividades	0		
<b>Total presencial</b>	<b>90</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>135</b>





## 5. Bloques temáticos

### Bloque 1: Ondas electromagnéticas no guiadas

Carga de trabajo en créditos ECTS: 3

#### a. Contextualización y justificación

Este bloque proporciona una introducción a la radiación electromagnética. El alumno adquirirá los conocimientos básicos relativos a los campos de radiación y su generación mediante sistemas radiantes, así como destrezas básicas para el análisis y diseño de algunos sistemas simples y su aplicación en sistemas de radiocomunicaciones y guiados.

#### b. Objetivos de aprendizaje

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

- Conocer y comprender los fundamentos teóricos básicos de la radiación electromagnética.
- Conocer los principales parámetros de las antenas.
- Calcular el campo lejano producido por sistemas radiantes simples.
- Comprender el funcionamiento de las agrupaciones de antenas.
- Sintetizar diagramas de radiación mediante agrupaciones.
- Comprender el comportamiento de la antena en recepción.
- Simular el comportamiento de un sistema radiante utilizando Matlab®.
- Representar el diagrama de radiación de diferentes tipos de antenas.

#### c. Contenidos

##### Tema 1. Transmisión por radio

- 1.1. Introducción a los sistemas radioeléctricos
- 1.2. Fundamentos de los enlaces radioeléctricos
- 1.3. Características de radiación de una antena
  - 1.3.1. Campo en condiciones de espacio libre
  - 1.3.2. Campo producido por antenas próximas al suelo
- 1.4. Antenas lineales
- 1.5. Agrupaciones de antenas
- 1.6. Características de las antenas lineales en presencia de tierra
- 1.7. Caracterización de la antena como receptora
- 1.8. Enlaces radioeléctricos

##### Práctica 0. Introducción a Matlab

##### Práctica 1. Diagramas de radiación de antenas

- P1.1. Sistemas de coordenadas
- P1.2. Diagramas de radiación de elementos individuales
- P1.3. Agrupaciones de antenas





#### **d. Métodos docentes**

---

- Clase magistral participativa (empleando diapositivas).
- Resolución de problemas y casos prácticos en seminarios.
- Estudio de casos mediante prácticas de laboratorio.

#### **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.
- Examen oral de laboratorio tras la finalización de cada práctica.

#### **g. Bibliografía básica**

---

- R. E. Collin, *Antennas and Radiowave Propagation*, McGraw-Hill, 1985.

#### **h. Bibliografía complementaria**

---

- A. Cardama, Ll. Jofre, J. M. Rius, J. Romeu, S. Blanch, *Antenas*, 2ª ed., Edicions UPC, 2002.

#### **i. Recursos necesarios**

---

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

- Documentación de apoyo.
- Laboratorio con veinte ordenadores con el sistema operativo Windows® y licencia de Matlab® 7.0 para la realización de las prácticas de laboratorio.

**Bloque 2: Ondas electromagnéticas guiadas**Carga de trabajo en créditos ECTS: 

6
---

**a. Contextualización y justificación**

Las señales electromagnéticas tienen que ser confinadas dentro de los sistemas de comunicaciones para poder disponer de un ancho de banda no compartido con otros sistemas. Las comunicaciones guiadas siempre han jugado un papel fundamental dentro de los sistemas de comunicación en general. La operación de los sistemas de comunicación en altas frecuencias es imprescindible para la tecnología actual. Los profesionales de los sistemas de telecomunicación deben conocer las técnicas y los conocimientos así como dominar los procedimientos de caracterización y diseño en este rango del espectro radioeléctrico. El presente bloque se dedica al estudio y análisis de las líneas de transmisión. El modelo de parámetros distribuido proporciona las ecuaciones fundamentales para el análisis de líneas de transmisión sin pérdidas, que se realiza fundamentalmente en base a la carta de Smith. Se orienta el estudio hacia el problema fundamental de la adaptación de impedancias.

La fibra óptica es un elemento clave en los sistemas de comunicaciones ópticas. Este bloque analiza la propagación de la luz por este medio utilizando diversas teorías de la luz, fundamentalmente la óptica geométrica y la óptica electromagnética. A continuación se analiza la propagación de pulsos por la fibra óptica y los distintos problemas de la propagación por la fibra óptica, así como los mecanismos existentes para minimizar o evitar esos problemas y así permitir una transmisión a mayor distancia y mayores tasas binarias.

A continuación se estudian los distintos componentes que pueden formar parte de los sistemas de comunicaciones ópticas. Para ello, se explicará el proceso de fabricación de fibras ópticas y cables de fibra así como los métodos de conexionado entre componentes y fibras ópticas. Después, se estudiarán los componentes activos y pasivos que pueden aparecer en los enlaces de fibra óptica. Finalmente se analizarán los emisores y receptores de los sistemas de comunicaciones ópticas.

**b. Objetivos de aprendizaje**

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

- Conocer el concepto de cable y de línea de transmisión.
- Comprender la naturaleza no estática de la línea a longitudes de onda pequeñas.
- Entender el modelo de línea de transmisión como modelo universal de líneas.
- Comprender el concepto y significado de impedancia característica de la línea.
- Discriminar entre el estudio estático o estacionario de los circuitos a baja frecuencia y las situaciones de alta frecuencia con fenómenos propagativos.
- Manejar los fasores con coordenada espacial para describir el estado de la línea.
- Adquirir el concepto de propiedades eléctricas cambiantes espacialmente en contraste con las hipótesis de análisis en baja frecuencia.
- Importancia de la adaptación de impedancias en la transmisión de energía.
- Conocer los efectos de las pérdidas sobre los parámetros de las líneas de transmisión.
- Resolver problemas de adaptación utilizando tanto técnicas analíticas como gráficas (carta de Smith).
- Simular la transmisión en líneas metálicas sin pérdidas y con pérdidas.
- Explicar la propagación de la luz en la fibra óptica empleando óptica geométrica.
- Conocer el concepto de modo, explicar el significado físico de los modos de propagación que soporta una fibra óptica y determinarlos con ayuda de gráficas.



- 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).
- Explicar los principios de funcionamiento de los componentes necesarios para construir sistemas de comunicaciones ópticas.
- Describir los principios de funcionamiento de los láseres y LEDs empleados en los sistemas de comunicaciones ópticas.
- Enumerar y describir las características de los distintos tipos de láseres utilizados en los sistemas de comunicaciones ópticas.
- Describir los elementos receptores de un sistema de comunicaciones ópticas.
- Utilizar hojas de especificaciones de componentes para extraer los datos más relevantes y poder comparar entre diferentes alternativas.
- Simular el comportamiento de sistemas de comunicación ópticas utilizando Matlab®.
- Simular la propagación de señales a través de la fibra óptica.

### **c. Contenidos**

---

#### **2. Tema 2. Líneas de transmisión**

- 2.1. Líneas metálicas
- 2.2. Propagación
- 2.3. Impedancias
  - 2.3.1. Línea no dispersiva
  - 2.3.2. Coeficiente de reflexión
- 2.4. Diagrama de Smith
- 2.5. Representación matricial de circuitos de microondas: Parámetros S.

#### **3. Tema 3. Comunicaciones ópticas.**

- 3.1. Principios de la propagación luminosa en medios dieléctricos.
- 3.2. Estructura de las fibras.
- 3.3. Modos: Multimodo y monomodo.
- 3.4. Limitaciones de las fibras
- 3.5. Componentes de los sistemas de comunicaciones ópticas.
  - 3.5.1. Fibras
  - 3.5.2. Componentes
  - 3.5.3. Transmisores ópticos
  - 3.5.4. Receptores ópticos
- 3.6. Aplicaciones

#### **Práctica 2. Líneas de transmisión**

- P2.1. Introducción
- P2.2. Líneas de transmisión sin pérdidas
- P2.3. Líneas de transmisión con pérdidas

#### **Práctica 3. Simulación de sistemas de comunicaciones ópticas**



P3.1. Introducción

P3.2. Simulación del comportamiento de la fibra óptica

---

#### **d. Métodos docentes**

- Clase magistral participativa (empleando diapositivas).
- Resolución de problemas en las prácticas de aula.
- Resolución de problemas en seminarios, donde los alumnos intentan resolverlos guiados por el profesor.
- Estudio de casos mediante prácticas de laboratorio.

---

#### **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.
- Resolución de problemas en los seminarios.
- Examen oral de laboratorio tras la finalización de cada práctica.

---

#### **g. Bibliografía básica**

- Roddy, D. & Coolen, J., 1995. Electronic communications, Prentice Hall Career and Technology.
- G. Keiser, Optical Fiber Communications, 3rd. ed., Mc-Graw Hill, 2000.

---

#### **h. Bibliografía complementaria**

- G. P. Agrawal, Fiber Optic Communication Systems, 3rd. ed., John Wiley & Sons, 2002.

---

#### **i. Recursos necesarios**

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

- Documentación de apoyo.
- Aula de seminarios (con posibilidad de ser reconfigurada para trabajo en grupo).

**6. Temporalización (por bloques temáticos)**

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: Ondas electromagnéticas no guiadas	3 ECTS	Semana 1 a 5
Bloque 2: Ondas electromagnéticas guiadas	6 ECTS	Semanas 5 a 15

**7. Sistema de calificaciones – Tabla resumen**

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Examen escrito	60%	Se pretende comprobar si el alumno conoce y puede aplicar los conceptos básicos de la asignatura. Para ello se plantean varias cuestiones teóricas que el alumno ha de resolver y que permiten evaluar el grado de comprensión de los conceptos fundamentales del temario de la asignatura, así como la capacidad de aplicación de dichos conocimientos para la resolución de pequeños ejercicios prácticos. Tanto en la parte del examen de cuestiones teóricas, como de problemas, no se permite el uso de ningún material de apoyo distinto a los proporcionados por el profesor.
Resolución de problemas de los Seminarios	15%	Se evaluará la resolución propuesta de los problemas planteados en los diferentes seminarios. Los seminarios se organizarán en grupos que colaborarán para buscar una solución a una serie de problemas. La resolución de los problemas será guiada por el profesor. Este tipo de actividad será útil para evaluar la capacidad del alumno de trabajar en grupo, así como para relacionar conceptos y adquirir una visión integrada.
Evaluación del laboratorio	25%	Se evaluarán las memorias de laboratorio entregadas tras cada práctica (40% de la calificación de esta parte), el examen oral de laboratorio realizado tras cada práctica (40% de la calificación), así como el trabajo realizado por el alumno en las diferentes sesiones (20% de la calificación).

En el caso de la convocatoria extraordinaria:

- Se mantiene la calificación obtenida en la parte del laboratorio y los seminarios. Sólo se realizará el examen escrito. Si el alumno únicamente realiza el examen escrito, la nota máxima que se podrá obtener será de 6 puntos sobre 10.



## 8. Consideraciones finales

---

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

