

## Guía docente de la asignatura

<b>Asignatura</b>	TEORÍA Y APLICACIONES DE LOS CAMPOS GUIADOS		
<b>Materia</b>	ELECTROMAGNETISMO EN COMUNICACIONES		
<b>Módulo</b>	MATERIAS ESPECÍFICAS DE LA MENCIÓN EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN		
<b>Titulación</b>	GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS ESPECÍFICAS DE TELECOMUNICACIÓN – MENCIÓN EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN		
<b>Plan</b>	512	<b>Código</b>	46623
<b>Periodo de impartición</b>	1 <sup>er</sup> . CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OPTATIVA (OBLIGATORIA DE LA MENCIÓN)
<b>Nivel/Ciclo</b>	GRADO	<b>Curso</b>	3º
<b>Créditos ECTS</b>	6 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANO		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	MARÍA JESÚS GONZÁLEZ MORALES JULIO SÁNCHEZ CURTO		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	TELÉFONO: 983 423000 ext. 5535, 5684 E-MAIL: <a href="mailto:gonmor@tel.uva.es">gonmor@tel.uva.es</a> , <a href="mailto:julsan@tel.uva.es">julsan@tel.uva.es</a>		
<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		

## **1. Situación / Sentido de la Asignatura**

---

### **1.1 Contextualización**

---

Las comunicaciones guiadas juegan un papel fundamental dentro de los sistemas de comunicaciones. Incluso en los sistemas inalámbricos están presentes en la cabecera de los mismos. La operación de los sistemas de comunicación en el rango de las microondas es algo totalmente cotidiano en la actualidad. Los profesionales de los sistemas de telecomunicación deben conocer las técnicas y los conocimientos así como dominar los procedimientos de caracterización y medida en este rango del espectro radioeléctrico.

Dentro de este marco, los alumnos deben adquirir las habilidades que les permitan afrontar los problemas que se puedan presentar en el análisis, diseño, medida y manejo de los subsistemas y circuitos de microondas.

### **1.2 Relación con otras materias**

---

La asignatura “Teoría y Aplicaciones de los Campos Guiados” está incluida en la materia “Electromagnetismo en Comunicaciones”, junto con la asignatura “Transmisión por Radio”. Por un lado está basada en las asignaturas de la materia “Fundamentos de Ingeniería Electromagnética”, que son “Circuitos Eléctricos” y “Campos Electromagnéticos”. Por otro lado da soporte a las asignaturas de la materia “Comunicaciones”. En particular, está muy relacionada con la asignatura “Comunicaciones Ópticas” pues en dicha asignatura se usan conceptos asociados a la teoría general de los sistemas guiados. Asimismo, en la asignatura “Transmisión por radio” se utilizan conceptos y habilidades adquiridas en esta asignatura.

### **1.3 Prerrequisitos**

---

Para cursar esta asignatura es muy recomendable haber cursado las asignaturas correspondientes a la materia “Fundamentos de Ingeniería Electromagnética”: “Circuitos Eléctricos” y “Campos Electromagnéticos”. También las asignaturas de formación básica: Álgebra, Cálculo y Sistemas Lineales.

## **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**

---

- ST2. 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.
- ST3. Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas.
- ST4. Capacidad para la selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radio enlaces y radio determinación.
- 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.

### 3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- 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).
- Analizar los sistemas de guiado de uno o varios conductores.
- Extraer los parámetros eléctricos de una línea de transmisión a partir de la configuración física.
- Construir y analizar el diagrama de dispersión de guías de onda básicas.
- Conocer la problemática de la propagación de señales en una guía de onda: velocidad de fase, velocidad de grupo y dispersión.
- Conocer y aplicar en un laboratorio tanto los conceptos como los procedimientos asociados a la medida en el rango de las microondas.
- Comprender las representaciones matriciales de los circuitos de microondas y relacionarlas con las representaciones de baja frecuencia.
- Analizar y sintetizar circuitos pasivos de microondas: divisores, acopladores direccionales, circuladores y filtros.

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

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas (T)	30	Estudio y trabajo autónomo individual	80
Clases prácticas de aula (A)	15	Estudio y trabajo autónomo grupal	10
Laboratorios (L)	13		
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios (S)	0		
Tutorías grupales (TG)	0		
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)	2		
<b>Total presencial</b>	<b>60</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>90</b>

## 5. Bloques temáticos

### Bloque 1: Guías de onda

Carga de trabajo en créditos ECTS: **2,0**

#### a. Contextualización y justificación

Este bloque cubre el análisis electromagnético de estructuras de guiado simples, con dos elementos conductores y con un único conductor. Estos contenidos son básicos para posteriormente obtener la caracterización eléctrica de los sistemas guiados que permiten que sean representados en términos de líneas de transmisión.

#### b. Objetivos de aprendizaje

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

- Analizar los sistemas de guiado de uno o varios conductores.
- Construir y analizar el diagrama de dispersión de guías de onda básicas.
- Conocer las características de la propagación de señales en una guía de onda: velocidad de fase, velocidad de grupo y dispersión.
- Conocer el problema de las pérdidas de propagación en una guía de onda.

#### c. Contenidos

##### Tema 1: Ecuaciones generales de los sistemas guiados

Objetivo: Conocer las ecuaciones y soluciones de los sistemas guiados

- 1.1 Solución general de las ecuaciones de onda para sistemas guiados
- 1.2 Clasificación general de las soluciones: TE, TM y TEM
- 1.3 Soluciones modales para condiciones de conductor perfecto (PEC)

##### Tema 2: Condiciones PEC y medios sin pérdidas

Objetivo: Asimilar los conceptos y fenómenos fundamentales asociados a la transmisión guiada

- 2.1 La constante de propagación e impedancia característica
- 2.2 El diagrama de dispersión: modos propagativos y evanescentes
- 2.3 Velocidades de fase y grupo
- 2.4 Potencia y energía: potencia transmitida; energías eléctrica y magnética almacenadas
- 2.5 Sistemas guiados formados por un sólo conductor: guía rectangular
- 2.6 Sistemas guiados formados por dos conductores: guía de placas plano-paralelas

##### Tema 3: Análisis de pérdidas en sistemas guiados

Objetivo: Modelar la no idealidad del dieléctrico y conductor en el sistema guiado

- 3.1 Pérdidas en el dieléctrico: formulación general y análisis de bajas pérdidas
- 3.2 Pérdidas en el conductor: condiciones de contorno no ideales y análisis aproximado de pérdidas



Las prácticas de laboratorio 1 y 2 complementan los contenidos del bloque 1.

#### **d. Métodos docentes**

---

Se empleará:

- Clase magistral participativa.
- Resolución de problemas.

#### **e. Plan de trabajo**

---

El plan de trabajo se detalla en el Anexo I.

#### **f. Evaluación**

---

La evaluación se describe en el apartado 7 de este documento

#### **g. Bibliografía básica**

---

- J. E. Page, *Propagación de Ondas Guiadas*. Servicio de publicaciones ETSIT, UPM, Madrid 1989.
- V. Ortega Castro, *Introducción a la Teoría de Microondas. Tomo I: Líneas de Transmisión y Guía ondas*. Servicio de Publicaciones ETSIT, UPM, Madrid 1987.

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

---

- D. Cheng, *Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería*. Addison Wesley 1998.
- L.C. Shen, J.A. Kong, *Applied electromagnetism*. Third Edition PWS 1995.
- S. Ramo, J.R. Whinnery y T. Van Duzer: *Fields and waves in communication electronics*. 3rd Edition, John Wiley 1994.
- H.A. Haus, J.R. Melcher, *Electromagnetic Fields and Energy*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J. 1989.
- C. Johnk, *Engineering Electromagnetics fields and waves*. 2nd Ed. John Wiley 1988.
- M. Zahn, *Teoría electromagnética*. Nueva Ed. Interamericana, 1991.
- C. A. Balanis, *Advanced Engineering Electromagnetics*. John Wiley-Sons, New York 1989.

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

---

El profesor facilitará en la página WEB de la asignatura documentación de apoyo para seguir las clases de teoría (T) y prácticas en el aula (A)

## Bloque 2: Líneas de transmisión

Carga de trabajo en créditos ECTS: **2,0**

### a. Contextualización y justificación

Este bloque se dedica al estudio de las líneas de transmisión y al problema de adaptación. En primer lugar se definen las líneas de transmisión equivalentes a una guía de onda, de modo que se presenta un modelo más simplificado e intuitivo que el modelo electromagnético riguroso del bloque 1. Tras este primer paso, se retoma brevemente contenidos que están incluidos en la asignatura “Campos Electromagnéticos”: el modelo de parámetros distribuidos, las ecuaciones fundamentales de las líneas de transmisión y sus soluciones. Con esta base se aborda el problema de adaptación de impedancias en las líneas de transmisión, que se realizará mediante la carta de Smith como herramienta fundamental.

### b. Objetivos de aprendizaje

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

- Comprender los conceptos fundamentales asociados a las líneas de transmisión.
- Conocer y manejar con destreza la carta de Smith.
- Resolver problemas de adaptación de impedancias basados en sintonizadores y transformadores.
- Emplear los conocimientos adquiridos para caracterizar y adaptar impedancias en el laboratorio.

### c. Contenidos

#### TEMA 4: Líneas de transmisión

Objetivo: Conocer los elementos esenciales de las líneas de transmisión

- 4.1 Líneas de Transmisión equivalentes a guías para modos TEM: el modelo de parámetros distribuidos.
- 4.2 Planteamiento y solución del problema: ondas incidente y reflejada
- 4.3 Condición de contorno en la carga: conceptos de impedancia y coeficiente de reflexión generalizados
- 4.4 Diagrama de onda estacionaria
- 4.5 Condición de contorno en el generador. Potencia transmitida a la línea

#### TEMA 5: Carta de Smith y adaptación de impedancias

Objetivo: Manejar la carta de Smith en la solución de problemas de adaptación

- 5.1 Carta de Smith. Ejercicios con la carta de Smith
- 5.2 Adaptación de impedancias mediante sintonizadores y transformadores.

Las prácticas de laboratorio 3 y 4 complementan los contenidos del bloque 2.

### d. Métodos docentes

Se empleará:

- Clase magistral participativa.
- Resolución de problemas.



#### **e. Plan de trabajo**

---

El plan de trabajo se detalla en el Anexo I.

#### **f. Evaluación**

---

La evaluación se describe en el apartado 7 de este documento

#### **g. Bibliografía básica**

---

- V. Ortega Castro, *Introducción a la Teoría de Microondas. Tomo I: Líneas de Transmisión y Guía ondas*. Servicio de Publicaciones ETSIT, UPM, Madrid 1987.
- J. Zapata Ferrer, J.R. Montejo Garai, *Microondas*. Servicio de publicaciones ETSIT, UPM, Madrid D.L. 2000.

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

---

Igual que en el bloque 1.

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

---

El profesor facilitará en la página WEB de la asignatura documentación de apoyo para seguir las clases de teoría (T) y prácticas en el aula (A)

### **Bloque 3: Circuitos pasivos de microondas y prácticas de laboratorio**

---

Carga de trabajo en créditos ECTS:

#### **a. Contextualización y justificación**

---

Este bloque tiene como objetivo fundamental la provisión de herramientas básicas para representar e integrar los circuitos de microondas con las técnicas habituales de los circuitos eléctricos. En primer lugar se introducen las técnicas de representación matricial de circuitos de microondas y en segundo lugar se presentan los circuitos pasivos más típicos.

#### **b. Objetivos de aprendizaje**

---

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

- Conocer y aplicar en un laboratorio tanto los conceptos como los procedimientos asociados a la medida en el rango de las microondas
- Comprender las representaciones matriciales de los circuitos de microondas y relacionarlas con las representaciones de baja frecuencia.
- Calcular y analizar las representaciones matriciales de circuitos de microondas simples.
- Identificar los distintos componentes y subsistemas de un circuito de microondas.

- Analizar y sintetizar circuitos pasivos de microondas: divisores, acopladores direccionales, circuladores y filtros.

### c. Contenidos

---

#### TEMA 6: Circuitos pasivos de microondas.

- 6.1. Representación matricial de circuitos de microondas. Definición y propiedades de la matriz de parámetros S.
- 6.2. Cálculo y medida de los parámetros S en dispositivos pasivos de microondas.

#### Prácticas de laboratorio:

- **Práctica 1:** Entrenador de guía de onda. Caracterización de componentes del entrenador: oscilador y cavidad resonante.
- **Práctica 2:** Entrenador de guía de onda. Caracterización de componentes de microondas: atenuadores y acopladores
- **Práctica 3.** Entrenador de guías de onda. Medida del Diagrama de Onda Estacionaria y Coeficiente de Onda Estacionaria
- **Práctica 4.** Entrenador de guía rectangular. Medida de impedancias
- **Práctica 5.** Entrenador de guía rectangular. Adaptación de impedancias
- **Práctica 6:** Analizador vectorial de redes. Medida de parámetros S en circuitos pasivos de microondas

### d. Métodos docentes

---

Se empleará:

- Clase magistral participativa.
- Resolución de problemas.
- Clase de laboratorio interactiva.

### e. Plan de trabajo

---

El plan de trabajo se detalla en el Anexo I.

### f. Evaluación

---

La evaluación se describe en el apartado 7 de este documento

### g. Bibliografía básica

---

- J. Bará, *Circuitos de microondas con líneas de transmisión*. Ediciones UPC, 2001.
- D. M. Pozar, *Microwave Engineering*, 3rd ed. John Wiley-Sons, 1998.
- D.K. Cheng, *Field and Wave Electromagnetics*, Addison Wesley 1989.
- P. A. Rizzi, *Microwave Engineering: Passive Circuits* Prentice-Hall, 1988.
- J. M. Miranda, J. L. Sebastián, M. Sierra y J. Margineda, *Ingeniería de Microondas. Técnicas experimentales*. Prentice Hall 2002.

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

---

Igual que en los bloques 1 y 2:

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

---

Las prácticas de laboratorio se realizarán con los equipos disponibles en el laboratorio 2L005.

El profesor facilitará en la página WEB de la asignatura la siguiente información:

- Documentación de apoyo para seguir las clases de teoría (T) y prácticas en el aula (A)
- Materia para realizar las prácticas laboratorio (L) y manejar los equipos.



## 6. Temporalización (por bloques temáticos)

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: Guías de onda	2.0 ECTS	Semanas 1 a 5
Bloque 2: Líneas de Transmisión	2.0 ECTS	Semanas 6 a 10
Bloque 3: Circuitos pasivos de microondas	2.0 ECTS	Semanas 11 a 15

## 7. Sistema de calificaciones – Tabla resumen

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Examen final escrito sobre la parte de laboratorio	20%	Se realizará un único examen en el periodo reglado de exámenes al final de la asignatura. Es condición necesaria (pero no suficiente) para aprobar la asignatura sacar al menos un 5,0 sobre 10.
Examen parcial del Bloque 1	80%	Se realiza un examen parcial que elimina materia, siempre y cuando el alumno obtenga una nota mínima de 5.0 sobre 10. Se realizará en horas lectivas una vez acabado el Bloque 1.
Exámenes de Bloques 2 y 3		Se realizará en el periodo de exámenes reglado. Alumnos con el examen del Bloque 1 suspenso, se examinarán de los tres bloques. Es condición necesaria (pero no suficiente) para aprobar la asignatura sacar al menos un 5,0 sobre 10.

- Sobre el laboratorio. La asistencia a las sesiones de laboratorio y entrega de informes son obligatorias, por lo que son condiciones necesarias (pero no suficientes) para poder aprobar el laboratorio y no constituyen parte de la nota del mismo.
- Para aprobar la asignatura el alumno ha de superar por separado la parte de laboratorio (20%) y los contenidos relativos a las clases de teoría y problemas en el aula (80%).
- En el examen en la **convocatoria extraordinaria**, los alumnos podrán recuperar las notas de las partes que tengan aprobadas en primera convocatoria: el bloque 1, los bloques 2 y 3, y/o el laboratorio.
- No se guardará ninguna nota de un curso académico para el siguiente.
- En caso de acceder a la convocatoria extraordinaria fin de carrera, la evaluación se realizará mediante un único examen escrito, cuya puntuación será directamente la calificación de dicha convocatoria.

## 8. Consideraciones finales

El Anexo I mencionado en la guía, donde se describe la planificación detallada, incluyendo fechas de las prácticas por grupo, se entregará al comienzo de la asignatura.