Guía docente de la asignatura

Asignatura	TEORÍA Y APLICACIONES DE LOS CAMPOS GUIADOS		
Materia	ELECTROMAGNETISMO EN COMUNICACIONES		
Módulo	MATERIAS ESPECÍFICAS DE LA MENCIÓN EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN		
Titulación	GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS ESPECÍFICAS DE TELECOMUNICACIÓN – MENCIÓN EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN		
Plan	512	**Código**	46623
Periodo de impartición	1er. CUATRIMESTRE	**Tipo/Carácter**	OPTATIVA (OBLIGATORIA DE LA MENCIÓN)
Nivel/Ciclo	GRADO	**Curso**	3º
Créditos ECTS	6 ECTS		
Lengua en que se imparte	CASTELLANO		
Profesor/es responsable/s	MARÍA JESÚS GONZÁLEZ MORALES		
Datos de contacto (E-mail, teléfono…)	TELÉFONO: 983 185535, E-MAIL: gonmor@tel.uva.es		
Departamento	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		
Fecha de revisión por el Comité de Título	27 de junio de 2025		

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: Algebra, 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. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: Guías de onda

Carga de trabajo en créditos ECTS: 3

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

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)

1.4 Sistemas guiados formados por un sólo conductor: guía rectangular

1.5 Sistemas guiados formados por dos conductores: guía de placas plano-paralelas

Tema 2: Condiciones PEC y medios sin pérdidas

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

- **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

Tema 3: Análisis de pérdidas en sistemas guiados

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

d. Métodos docentes

Se empleará:

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

e. Plan de trabajo

Véase el Anexo I.

f. Evaluación

La evaluación se describe en el apartado 7 de este documento

g Material docente

g.1 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.
- D. Cheng, *Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería.* Addison Wesley 1998.

g.2 Bibliografía complementaria

- D. M. Pozar, *Microwave Engineering*, 3rd ed. John Willey-Sons, 1998.

- J. M. Miranda, J. L. Sebastián, M. Sierra y J. Margineda, *Ingeniería de Microondas. Técnicas experimentales*. Prentice Hall 2002.
- R. E. Collin, *Foundations for Microwave Engineering*. McGraw Hill, Inc. New York. 1992.
- R. E. Collin, *Field Theory of Guided Waves*. IEEE Press. New York, 1991.
- C. A. Balanis, *Advanced Engineering Electromagnetics*. John Wiley-Sons, New York 1989.
- 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.

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), …)

Diverso material de apoyo: transparencias, enunciados de problemas, enunciados de las prácticas de laboratorio, etc. se facilitará a través del campus virtual.

h. Recursos necesarios

Las prácticas de laboratorio requieren material específico que facilita la Escuela E.T.S.I.T o el departamento T.S.C.I.T.

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
3 ECTS	Semanas 1 a 7

Bloque 2: Líneas de transmisión

Carga de trabajo en créditos ECTS: 3

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.

La segunda parte del 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:

- 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.
- 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 4: Líneas de transmisión

4.1 Circuitos equivalentes para modos TEM: el modelo de parámetros distribuido

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

- **Práctica 3**. Entrenador de guías de onda. Medida del Diagrama de Onda Estacionaria y Coeficiente de Onda Estacionaria

TEMA 5: Carta de Smith y adaptación de impedancias

5.1 Planteamiento y estudio de la transformación

5.2 Descripción de la carta de Smith

5.3 Ejercicios con la carta de Smith

5.4 Adaptación de impedancias mediante sintonizadores y transformadores

- **Práctica 4**. Entrenador de guía rectangular. Medida de impedancias
- **Práctica 5**. Entrenador de guía rectangular. Adaptación de impedancias

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 de parámetros [S] en dispositivos pasivos de microondas

- **Práctica 6**: Analizador vectorial de redes. Medida de parámetros S en circuitos pasivos de microondas

d. Métodos docentes

Se emplearán los mismos métodos que los descritos en el apartado correspondiente del Bloque 1.

e. Plan de trabajo

Véase el Anexo I.

f. Evaluación

La evaluación se describe en el apartado 7 de este documento.

g Material docente

g1. 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.
- J. Bará, *Circuitos de microondas con líneas de transmisión*. Edicions UPC, 2001.
- P. A. Rizzi, *Microwave Engineering: Passive Circuits* Prentice-Hall, 1988.

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), …)

Véase apartado correspondiente del bloque 1.

h. Recursos necesarios

Véase el apartado correspondiente del bloque 1.

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
3 ECTS	Semanas 8 a 15

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Métodos docentes: clases magistrales, asignación de problemas, clases de resolución de problemas, prácticas de laboratorio, tutorías personalizadas.

Principios metodológicos: aprendizaje basado en problemas, aprendizaje por competencias.

6. Tabla de dedicación del estudiantado a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA[1]	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	30	Estudio y trabajo autónomo individual	75
Clases prácticas de aula (A)	15	Estudio y trabajo autónomo grupal	15
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		
Total presencial	**60**	**Total no presencial**	**90**
		TOTAL presencial + no presencial	**150**

7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Examen del bloque 1 (B1)	40%	Al finalizar el Bloque 1 se realizará el examen de esta parte. Es condición necesaria (pero no suficiente) sacar un 4 sobre 10 para aprobar la asignatura. Se eliminará materia si se obtiene una nota mínima de 5.0 sobre 10.
Examen de laboratorio (L)	20%	Al finalizar el laboratorio se realizará el examen de esta parte. Es condición necesaria (pero no suficiente) sacar un 4 sobre 10 para aprobar la asignatura. Se eliminará materia si se obtiene una nota mínima de 5.0 sobre 10
Examen del bloque 2 (B2)	40%	Se realizará en el periodo oficial de exámenes. Es condición necesaria (pero no suficiente) sacar un 4 sobre 10 para aprobar la asignatura. Se eliminará materia si se obtiene una nota mínima de 5.0 sobre 10

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN
• **Convocatoria ordinaria:** o Para aprobar la asignatura el alumno ha de superar los tres exámenes (dos durante el periodo lectivo y el tercero en el periodo de exámenes). No obstante, se podrán compensar notas a

partir de 4 si la nota ponderada es mayor o igual que 5,0.

- **Convocatoria extraordinaria(*):**
  - El alumno se examinará únicamente de la parte o partes suspensas. Para aprobar se exigirán las mismas condiciones que en la convocatoria ordinaria.

(*) Se entiende por convocatoria extraordinaria la segunda convocatoria.

8. Consideraciones finales

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