

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	1 ^{er} . 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 JULIO SÁNCHEZ CURTO		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	TELÉFONO: 983 423000 ext. 5535, 5684 E-MAIL: gonmor@tel.uva.es , julsan@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 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		
Total presencial	60	Total no presencial	90



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
 - **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

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 de la adquisición de competencias se basará en:

- Prueba escrita a mitad del cuatrimestre.
- Examen de laboratorio al final del cuatrimestre

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 la siguiente información:

- Documentación de apoyo para seguir tanto las clases de teórico-prácticas (T/M), como las clases de prácticas en el aula (A)
- Material para comprender el laboratorio (L) y manejar el instrumental del mismo.

Bloque 2: Líneas de transmisión

Carga de trabajo en créditos ECTS: **3,0**

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 3: Líneas de transmisión

Objetivo: Conocer los elementos esenciales de las líneas de transmisión

- 3.1 Líneas de Transmisión equivalentes a guías para modos TEM: el modelo de parámetros distribuidos.
- 3.2 Planteamiento y solución del problema: ondas incidente y reflejada
- 3.3 Condición de contorno en la carga: conceptos de impedancia y coeficiente de reflexión generalizados
- 3.4 Diagrama de onda estacionaria
- 3.5 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 4: Carta de Smith y adaptación de impedancias

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

- 4.1 Planteamiento y estudio de la transformación
- 4.2 Descripción de la carta de Smith
- 4.3 Ejercicios con la carta de Smith
- 4.4 Adaptación de impedancias mediante sintonizadores y transformadores en cuartos de onda
- **Práctica 4.** Entrenador de guía rectangular. Medida de impedancias
- **Práctica 5.** Entrenador de guía rectangular. Adaptación de impedancias

d. Métodos docentes

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

e. Plan de trabajo

El plan de trabajo se detalla en el Anexo I.

f. Evaluación

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Prueba escrita a final del cuatrimestre relativa a los contenidos de las clases tanto teórico/prácticas (T/M), como de prácticas en el aula (A).
- Examen de laboratorio al final del cuatrimestre.

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

Se empleará la misma bibliografía complementaria que la empleada en el Bloque 1.

i. Recursos necesarios

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

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 5: Circuitos pasivos de microondas.

- 5.1 Representación matricial de circuitos de microondas. Definición y propiedades de la matriz de parámetros S.
- 5.2 Cálculo y medida de los parámetros S en dispositivos pasivos de microondas.
- 5.3 Caracterización de dispositivos de microondas: acopladores, circuladores y divisores de señal.
 - **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

El plan de trabajo se detalla en el Anexo I.

f. Evaluación

La evaluación se realiza tal y como se ha descrito en el bloque 2.

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.

h. Bibliografía complementaria

Se empleará la misma bibliografía complementaria que la empleada en el Bloque 1.

i. Recursos necesarios

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

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	3.0 ECTS	Semanas 6 a 13
Bloque 3: Circuitos pasivos de microondas	1.0 ECTS	Semanas 14 a 15

7. Sistema de calificaciones – Tabla resumen

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Examen final escrito sobre la parte de laboratorio	25%	Se realizará un único examen en el periodo reglado de exámenes al final de la asignatura. Es condición necesaria para aprobar la asignatura sacar al menos un 5.0 sobre 10.
Examen parcial del Bloque 1	75%	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.
Examen de los Bloques 2 y 3		Se realiza en el periodo de exámenes reglado. Alumnos con el examen del Bloque 1 suspenso, se examinan de ambos bloques. Es condición necesaria para aprobar la asignatura sacar al menos un 5.0 sobre 10.

- 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.
- Sobre las **convocatorias extraordinarias**.
 - Se aplicarán los mismos criterios recogidos en el punto anterior.
 - Se guarda la nota obtenida en el parcial del bloque 1.
 - Si la nota obtenida en el examen de laboratorio o en el examen conjunto de los bloques 2 y 3 es al menos un 5.0 sobre 10, se guarda la nota.
 - 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.

