

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 | PEDRO CHAMORRO POSADA MARÍA JESÚS GONZÁLEZ MORALES JUAN CARLOS GARCÍA ESCARTÍN JUAN IGNACIO ARRIBAS SÁNCHEZ JULIO SÁNCHEZ CURTO | | |
| Datos de contacto (E-mail, teléfono...) | TELÉFONO: 983 423000 ext. 5545, 5545, 5542, 5546, 5684 E-MAIL: pedcha@tel.uva.es , gonmor@tel.uva.es , juagar@tel.uva.es , jarribas@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 siempre han jugado un papel fundamental dentro de los sistemas de comunicación en general. 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. Además, la asignatura permite acceder a una primera comprensión global de los sistemas de comunicación a nivel de la cabecera de radiofrecuencia de los mismos.

1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura tiene como marco la materia “Electromagnetismo en comunicaciones” que comparte con la asignatura “Transmisión por Radio”. Esta materia da soporte a las asignaturas de la materia “Comunicaciones”. En particular, la asignatura “Teoría y Aplicaciones de los Campos Guiados” 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” y, por tanto, todas aquellas asignaturas a la que dicha materia haga referencia.

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 teórico-prácticas (T/M) | 30 | Estudio y trabajo autónomo individual | 80 |
| Clases prácticas de aula (A) | 13 | Estudio y trabajo autónomo grupal | 10 |
| Laboratorios (L) | 15 | | |
| 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: 1,5

a. Contextualización y justificación

Este bloque cubre el análisis electromagnético de estructuras de guiado simples. Dicho análisis permite obtener la caracterización eléctrica de los sistemas de guiado que permiten la representación de los mismos en términos de líneas de transmisión. Asimismo, se analiza la problemática de la propagación guiada en sistemas de un único conductor.

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 la problemática de la propagación de señales en una guía de onda: velocidad de fase, velocidad de grupo y dispersión.

c. Contenidos

Tema 1: Ecuaciones generales de los sistemas guiados

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

- 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) y medios sin pérdidas
 - 1.4 La constante de propagación e impedancia característica
 - 1.6 El diagrama de dispersión: modos propagativos y evanescentes. Velocidades de fase y grupo
 - 1.5 Sistemas guiados formados por un sólo conductor y dos conductores
- **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.
- Clase de laboratorio interactiva.

e. Plan de trabajo

Véase el Anexo I.

f. Evaluación

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Prueba escrita al terminar el bloque 1.
- Las competencias relativas a las sesiones de laboratorio se evaluarán al final del cuatrimestre, una vez se hayan completado las sesiones de laboratorio del bloque 2.

g. Bibliografía básica

- J. E. Page, *Propagación de Ondas Guiadas*. Servicio de publicaciones ETSIT, UPM, Madrid 1989.
- 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.

h. Bibliografía complementaria

- 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.
- V. Ortega Castro, *Introducción a la Teoría de Microondas. Tomo I: Líneas de Transmisión y Guía ondas*. Servicio de Publicaciones ETSIT, UPM, Madrid 1987.

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: 2,5

a. Contextualización y justificación

El presente bloque se dedica al estudio y análisis de las líneas de transmisión, presentadas como un modelo más simplificado e intuitivo que el modelo electromagnético riguroso presentado en el bloque 1. El modelo de parámetros distribuido propuesto proporciona las ecuaciones fundamentales para el análisis de líneas de transmisión sin pérdidas, que se realizará fundamentalmente en base a la carta de Smith. Esta herramienta es

de obligada comprensión y manejo para resolver problemas básicos de líneas de transmisión, tales como la adaptación de impedancias.

b. Objetivos de aprendizaje

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

- Relacionar el modelo circuital para el análisis de líneas de transmisión con el modelo electromagnético riguroso explicado en el bloque 1.
- 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 2: Líneas de transmisión

Objetivo: Conocer los elementos esenciales de las líneas de transmisión

- 2.1 Planteamiento y solución del problema: ondas incidente y reflejada
- 2.2 Condición de contorno en la carga: conceptos de impedancia y coeficiente de reflexión generalizados
- 2.3 Diagrama de onda estacionaria
- 2.4 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 3: Carta de Smith y adaptación de impedancias

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

- 3.1 Descripción de la carta de Smith
- 3.2 Ejercicios con la carta de Smith
- 3.3 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

Véase 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).

- Prueba escrita relativa a todas las sesiones de laboratorio, incluyendo aquellas del bloque 1 también.

g. Bibliografía básica

- J. Bará, *Circuitos de microondas con líneas de transmisión*. Edicions UPC, 2001.
- D. M. Pozar, *Microwave Engineering*, 3rd ed. John Wiley-Sons, 1998.
- J. M. Miranda, J. L. Sebastián, M. Sierra y J. Margineda, *Ingeniería de Microondas. Técnicas experimentales*. Prentice Hall 2002.

h. Bibliografía complementaria

- E. Gago-Ribas, *Complex Transmission Line Analysis Handbook*. GR Editores. León 2001.
- 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.
- V. Ortega Castro, *Introducción a la Teoría de Microondas*. Tomo I: Líneas de Transmisión y Guía ondas. Servicio de Publicaciones ETSIT, UPM, Madrid 1987.
- V. Ortega Castro, *Introducción a la Teoría de Microondas. Circuitos pasivos*. Servicio de Publicaciones ETSIT, UPM, Madrid 1987.

i. Recursos necesarios

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

Bloque 3: Representación matricial de circuitos de microondas

Carga de trabajo en créditos ECTS:

| |
|---|
| 2 |
|---|

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. Consta de dos temas: el primero de ellos introduce las técnicas de representación matricial de circuitos de microondas y el segundo presenta 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 4: Representación matricial de circuitos de microondas.

- 4.1 Definición y propiedades de la matriz de parámetros S.
- 4.2 Parámetros S en circuitos de dos puertos.
- 4.3 Relación de los parámetros S con otros parámetros.

TEMA 5: Circuitos pasivos de microondas.

- 5.1 Acopladores direccionales: Acoplador Branch-line y acoplador de líneas de acoplo distribuido
- 5.2 Divisores de señal: divisor tipo T y divisor Wilkinson.
- 5.3 Circulador.
- 5.4 Filtros 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 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).
- Prueba escrita relativa a todas las sesiones de laboratorio, incluyendo aquellas del bloque 1 también.

g. Bibliografía básica

- P. A. Rizzi, *Microwave Engineering: Passive Circuits* Prentice-Hall, 1988.
- K. Hang, *Handbook of Microwave and Optical Components Vol. 1: Microwave Passive and Antenna Components* John Wiley & Sons, 1989.
- D. M. Pozar, *Microwave Engineering* Prentice-Hall, 3rd ed. John Wiley & Sons 2004.

h. Bibliografía complementaria

- R. E. Collin, *Foundations for Microwave Engineering* McGraw-Hill, 1992.

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 | 1.5 ECTS | Semanas 1 a 4 |
| Bloque 2: Líneas de Transmisión | 2.5 ECTS | Semanas 4 a 10 |
| Bloque 3: Representación matricial de circuitos de microondas | 2 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 | 25% | Se realizará un único examen en el periodo reglado de exámenes al final de la asignatura. |
| Examen parcial del Bloque 1 | 75% | Se realizará en horas lectivas una vez acabado el Bloque 1. |
| Exámenes de Bloques 2 y 3 | | Se realiza en el periodo de exámenes reglado. Alumnos con el examen del Bloque 1 suspenso, se examinan de los tres bloques. |

- 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.
- Sobre el bloque 1. Se realiza un examen parcial que elimina materia, siempre y cuando el alumno obtenga una nota mínima de 5.0 sobre 10 y se trate de la primera convocatoria. En la convocatoria extraordinaria, no se guarda la nota obtenida en el parcial del bloque 1.
- Sobre la asignatura. Para aprobar la asignatura el alumno ha de superar por separado la parte de laboratorio (25%) y los contenidos relativos a las clases de teoría y problemas en el aula (75%).
- Sobre las convocatorias extraordinarias. Se aplicarán los criterios recogidos en el punto anterior. 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.