

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

Asignatura	TEORÍA DE CAMPOS GUIADOS		
Materia	COMUNICACIONES GUIADAS		
Módulo	MATERIAS ESPECÍFICAS DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
Titulación	GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
Plan	460	Código	45024
Periodo de impartición	1 ^{er} .CUATRIMESTRE	Tipo/Carácter	OBLIGATORIA
Nivel/Ciclo	GRADO	Curso	3º
Créditos ECTS	6 ECTS		
Lengua en que se imparte	CASTELLANO		
Profesor/es responsable/s	JULIO SÁNCHEZ CURTO		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	TELÉFONO: 983 423000 ext. 5684 E-MAIL: 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

La inagotable demanda de servicios de comunicaciones en nuestra sociedad ha conducido a una saturación del tradicional espectro de radiofrecuencia, obligando al desarrollo de nuevas tecnologías que eviten un agravamiento del problema. Una primera solución ha consistido en trabajar en bandas de frecuencias más elevadas, dando origen al desarrollo de tecnologías basadas en microondas o en el rango de las comunicaciones ópticas. La misma razón está en el origen de las comunicaciones guiadas, donde el confinamiento electromagnético por medio de guías de onda o cables permite la transmisión de información entre emisor y receptor sin sobrecargar el espectro electromagnético.

Este tipo de soluciones constituyen la base sobre la que se han desarrollado gran parte de los servicios de telecomunicaciones de los que disfrutamos hoy en día. Por tanto, el conocimiento de los conceptos y fundamentos vinculados a la propagación electromagnética guiada resulta imprescindible para cualquier ingeniero que desee comprender, analizar o diseñar tecnologías de comunicaciones empleadas en la actualidad.

La materia de “Comunicaciones Guiadas” dentro del grado en “Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación” está diseñada con objeto de proporcionar al alumno las capacidades terminales que le permitan resolver los problemas clásicos que se presentan en este campo. La primera aproximación al terreno de las comunicaciones guiadas se lleva a cabo en la asignatura que nos ocupa, “Teoría de Campos Guiados”, donde se presentan gran parte de los conceptos teóricos y conocimientos prácticos esenciales en esta materia.

1.2 Relación con otras materias

“Teoría de Campos Guiados” es una asignatura perteneciente a la materia de “Comunicaciones Guiadas”, la cual se compone también de las asignaturas “Transmisión por Cable” (Troncal) y “Comunicaciones Ópticas” (Optativa). De carácter troncal, “Teoría de Campos Guiados” es cronológicamente la primera asignatura de la materia, por lo que su asimilación resulta imprescindible para un buen seguimiento del resto de las asignaturas mencionadas. Este hecho cobra especial relevancia en la asignatura “Transmisión por Cable”, donde se estudian medios concretos de transmisión guiada, para cuya comprensión son esenciales los conocimientos de la asignatura que nos ocupa.

1.3 Prerrequisitos

No existen prerrequisitos de obligado cumplimiento para poder cursar la asignatura. No obstante, la materia de “Comunicaciones guiadas” está íntimamente relacionada con la de “Ingeniería Electromagnética”. Dentro de ésta, la asignatura de “Campos Electromagnéticos” es clave para poder comprender correctamente el primer bloque de la presente asignatura. De igual modo, los contenidos de la asignatura de “Teoría de Circuitos” representan la base sobre la que se desarrolla el segundo bloque de la presente asignatura.



2. Competencias

2.1 Generales

- GBE1 Capacidad para manejar especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
- 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.
- GBE5 Capacidad para elaborar informes basados en el análisis crítico de la bibliografía técnica y de la realidad en el campo de su especialidad.

2.2 Específicas

- ST1 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.
- ST3 Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas.



3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Aplicar los conocimientos electromagnéticos básicos a los problemas de guiado.
- Conocer los aspectos esenciales de la propagación en una guía de onda.
- Resolver problemas de guiado sencillos.
- Comprender el modelo circuital para el análisis de líneas de transmisión.
- Entender y manejar con destreza la carta de Smith.
- Emplear la carta de Smith para el diseño de dispositivos de adaptación de impedancias.
- Comprender las representaciones matriciales de los circuitos de microondas y relacionarlas con las representaciones de baja frecuencia.
- Caracterizar los parámetros básicos de los dispositivos pasivos de microondas.



4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: Guías de onda

Carga de trabajo en créditos ECTS: 2,5

a. Contextualización y justificación

El primer bloque de la asignatura se dedica al estudio de los campos electromagnéticos guiados partiendo de los conocimientos adquiridos en la asignatura de "Campos Electromagnéticos", que resultan esenciales para comprender el concepto de modo electromagnético. Especial atención se dedica a la presentación y análisis de los conceptos fundamentales propios de la propagación guiada. Lo adquirido en los primeros temas del bloque permite tanto la resolución teórica de sistemas de guiado simples, como la comprensión de los fenómenos físicos observables en las primeras prácticas de laboratorio.

b. Objetivos de aprendizaje

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

- Conocer el método general de resolución de los sistemas guiados.
- Comprender los conceptos fundamentales asociados a la propagación guiada.
- Resolver sistemas guiados sencillos.
- Aplicar los conocimientos adquiridos al estudio de la guía de ondas del laboratorio.
- Analizar en el laboratorio la propagación del modo fundamental en una guía rectangular.

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)
- 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

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 de bajas pérdidas

- **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 a mitad del cuatrimestre.
- Examen de laboratorio al final del cuatrimestre.

g Material docente

g.1 Bibliografía básica

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

g.2 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.

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

h. 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.

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
2,5	Semanas 1 a 6

Bloque 2: Líneas de Transmisión

Carga de trabajo en créditos ECTS: 3,5

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. Finalmente, y siguiendo en la misma línea de simplificación, se explica la representación de circuitos de microondas mediante los parámetros S.

b. Objetivos de aprendizaje

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

- Relacionar el modelo de la teoría de circuitos 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
- Caracterizar circuitos pasivos de microondas mediante sus parámetros S
- Emplear los conocimientos adquiridos para caracterizar y adaptar impedancias en el laboratorio
- Obtener los parámetros S de determinados dispositivos pasivos de microondas en el laboratorio

c. Contenidos

TEMA 4: Líneas de transmisión

Objetivo: Conocer los elementos esenciales de las 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
- 4.6 Consideraciones en líneas de transmisión con pérdidas
- **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

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

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

TEMA 6: Circuitos pasivos de microondas.

Objetivo: Caracterizar dispositivos de microondas mediante parámetros S

- 6.1 La matriz de parámetros [S] y sus propiedades
- 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 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 Material docente

g.1 Bibliografía básica

- J. Bará, *Circuitos de microondas con líneas de transmisión*. Edicions UPC, 2001.
- D. M. Pozar, *Microwave Engineering*, 3rd ed. John Willey-Sons, 1998.



g.2 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.

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

- Vídeos o píldoras de conocimiento con todas las explicaciones del bloque 2.

h. Recursos necesarios

El profesor facilitará en la página WEB de la asignatura, además de lo descrito para el bloque 1, todos los videos mencionados en el apartado g.3.

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
3,5	Semanas 7 a 15

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Métodos docentes: clases magistrales, asignación de problemas, clases de resolución de problemas, seminarios de formación complementaria, tutorías personalizadas.

Principios metodológicos: aprendizaje basado en problemas, aprendizaje por competencias

**6. Tabla de dedicación del estudiante 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	70
Clases prácticas de aula (A)	13	Estudio y trabajo autónomo grupal	20
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
TOTAL presencial + no presencial			150

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor.

7. Sistema y características de la evaluación

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 del Bloque 2		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.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - Ver tabla anterior.
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - 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 del bloque 2 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, se entregará al comienzo de la asignatura.

