

**Proyecto/Guía docente de la asignatura Adaptada a la Nueva Normalidad**

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	3 ^o
Créditos ECTS	6 ECTS		
Lengua en que se imparte	CASTELLANO		
Profesor/es responsable/s	JULIO SÁNCHEZ CURTO, MARÍA JESÚS GONZÁLEZ MORALES		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	TELÉFONO: 983 423000 ext. 5684, E-MAIL: julsan@tel.uva.es TELÉFONO: 983 423000 ext. 5535, E-MAIL: gonmor@tel.uva.es		
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.

De forma excepcional para este curso 2020-2021, se disminuye la presencialidad, pasando del 40% establecido en la memoria de verificación a una presencialidad del 35%, con el objetivo de optimizar los espacios seguros disponibles, ajustando su utilización al calendario de actividades lectivas y al tamaño más pequeño de los grupos y buscando la máxima presencialidad del estudiante a nivel del título.

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

Dado el escenario de "nueva normalidad" y atendiendo a la posible evolución de los acontecimientos, en esta asignatura se utilizan o se podrán utilizar herramientas docentes online para la docencia y la evaluación. El alumno deberá contar con medios informáticos y telemáticos suficientes para interactuar con el Campus Virtual y con los sistemas de videoconferencia. Para la evaluación del aprendizaje de esta asignatura el alumno



acepta utilizar los mecanismos técnicos que constan en esta Guía y aquellos que la Universidad determine y/o facilite.

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. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: Guía de ondas

Carga de trabajo en créditos ECTS: 2,5

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.
- Clase de laboratorio demostrativa.

e. Plan de trabajo

Véase el Anexo I.



f. Evaluación

La evaluación se describe en el apartado 7 de este documento

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), ...)

- Videos demostrativos de las sesiones de laboratorio que los alumnos no pueden realizar presencialmente debido a la contingencia sanitaria provocada por el COVID-19.



h. Recursos necesarios

En este bloque se utilizan herramientas docentes online para la docencia y la evaluación. En caso de un transcurso normal de la docencia estarán disponibles las aulas informáticas del centro. En caso de una afección por medidas sanitarias especiales, el alumno debe contar con medios informáticos y telemáticos suficientes para interactuar con el Campus Virtual y con los sistemas de videoconferencia.

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
2.5 ECTS	Semanas 1 a 6

Bloque 2: Líneas de transmisión

Carga de trabajo en créditos ECTS: 3,5

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.

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 apartado correspondiente del bloque 1.

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
3.5 ECTS	Semanas 7 a 13



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	90
Clases prácticas de aula (A)	15	Estudio y trabajo autónomo grupal	0
Laboratorios (L)	0	Laboratorios (L)	15
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios (S)	0		
Tutorías grupales (TG)	0		
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)	0		
Total presencial	45	Total no presencial	105
TOTAL presencial + no presencial			150

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

7. Sistema de calificaciones – Tabla resumen

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Examen del bloque 1	50%	Al finalizar el Bloque 1 se realizará el examen de esta parte fuera del horario lectivo. Se eliminará materia si se obtiene una nota mínima de 5.0 sobre 10.
Examen del bloque 2	50%	Se realizará en el periodo de exámenes reglado. Se eliminará materia si se obtiene una nota mínima de 5.0 sobre 10

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - Para aprobar la asignatura el alumno ha de superar los dos exámenes. No obstante, se podrá compensar una nota a partir de 4,5 si la nota prorrateada con la otra parte 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.



8. Consideraciones finales

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





Adenda a la Guía Docente de la asignatura

La adenda debe reflejar las adaptaciones sobre cómo se desarrollaría la formación si tuviese que ser desarrollada en modalidad online por mandato de autoridades competentes. Se deben conservar los horarios de asignaturas y tutorías publicados en la web de la UVa, indicar el método de contacto y suministrar un tiempo razonable de respuesta a las peticiones de tutoría (2-4 días lectivos). Describir el modo en que se desarrollarán las actividades prácticas. En el caso de TFG/TFM, desarrollar detalladamente los sistemas de tutorías y tutela de los trabajos.

A4. Contenidos y/o bloques temáticos

Se preserva la estructura de bloques con los cambios siguientes en los apartados relativos a Contenidos y Métodos docentes.

Bloque 1: Guías de onda

Carga de trabajo en créditos ECTS:

c. Contenidos Adaptados a formación online

Para el bloque 1, se adopta como referencia básica el libro: "D. Cheng, Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería. Addison Wesley 1998". Los contenidos se adaptarían al capítulo 9 del citado libro y quedarían estructurados de la siguiente forma:

Tema 1: Comportamiento general de las ondas en estructuras de guías uniformes

1.1 Ondas TEM

1.2 Ondas TM

1.3 Ondas TE

Tema 2: Guía de ondas rectangular

2.1 Ondas TE

2.2 Ondas TM

2.3 Atenuación en guías

Tema 3: Otros tipos de guías y cavidades resonantes



d. Métodos docentes online

- **Se empleará como base el Campus Virtual:**
 - Apuntes en formato electrónico, incluyendo teoría y problemas
 - Resolución detallada de casos de interés teórico-práctico: cuestiones y problemas
 - Contenido audio-visual de apoyo: explicaciones
 - Foros interactivos de debate y resolución dudas comunes en Moodle: compartido por el esto de alumnos, y sobre el que unos alumnos podrían formular dudas resueltas por otros compañeros y/o por los profesores responsables
 - Tutorías telemáticas individualizadas: e-mail

e. Plan de trabajo online

El plan de trabajo no sufrirá cambios, excepto que el trabajo se desarrollará con los métodos docentes del apartado A.4.d.

f. Evaluación online

Se mantiene el mismo sistema de evaluación con los procedimientos online propuestos por la Universidad de Valladolid.

i. Temporalización

Véase el apartado correspondiente de la guía.

Bloque 2: Líneas de transmisión

Carga de trabajo en créditos ECTS:



c. Contenidos Adaptados a formación online

Para el bloque 2 se preservan exactamente los contenidos expuestos en la guía.

d. Métodos docentes online

Véase el apartado correspondiente al bloque 1 de la presente adenda.

e. Plan de trabajo online

Véase el apartado correspondiente al bloque 1 de la presente adenda.

f. Evaluación online

Véase el apartado correspondiente al bloque 1 de la presente adenda.

i. Temporalización

Véase el apartado correspondiente de la guía.

A5. Métodos docentes y principios metodológicos

Véase el apartado correspondiente de la guía.

A6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES A DISTANCIA ⁽²⁾	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
		Videos explicativos para las clases teórico-prácticas (T/M)	30
		Videos explicativos para las clases de prácticas de aula (A)	15



		Laboratorios (L)	15
		Estudio y trabajo autónomo individual	90
		Estudio y trabajo autónomo grupal	0
Total presencial a distancia	0	Total no presencial	150
Total presencial a distancia + no presencial			150

⁽²⁾ Actividad presencial a distancia en este contexto es cuando el grupo sigue por videoconferencia la clase impartida por el profesor en el horario publicado para la asignatura.

A7. Sistema y características de la evaluación

Son aplicables todos criterios expuestos en la guía docente.