

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

Asignatura	Campos Electromagnéticos		
Materia	Fundamentos de Ingeniería Electromagnética		
Módulo	Materias Básicas de Telecomunicaciones		
Titulación	Grado en Ingenierías de Tecnologías Específicas de Telecomunicación Grado en Ingenierías de Tecnologías de Telecomunicación		
Plan	512 (T.E.T.) 460 (I.T.T.)	Código	46617 (T.E.T.) 45014 (T.T.)
Periodo de impartición	2º cuatrimestre	Tipo/Carácter	Obligatoria
Nivel/Ciclo	Grado	Curso	2º
Créditos ECTS	6 ECTS		
Lengua en que se imparte	Castellano		
Profesores responsables	María Jesús González Morales Juan Carlos García Escartín Juan Ignacio Arribas Sánchez		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	Despachos: 2D005, 2D012, 2D016 Teléfonos: 983 423000 ext. 5535 ; 5542 ; 5546 ; e-mail: gonmor@tel.uva.es ; juagar@tel.uva.es ; jarribas@tel.uva.es ;		
Horario de tutorías	Véase: http://www.uva.es/export/sites/uva/2.docencia/2.01.grados/2.01.02.ofertaformativagrados/2.01.02.01.alfabetica/Grado-en-Ingenieria-de-Tecnologias-de-Telecomunicacion/		
Departamento	Teoría de la Señal y Comunicaciones e Ingeniería Telemática		



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

Dentro del módulo de materias básicas de Telecomunicaciones está incluida la materia Fundamentos de Ingeniería Electromagnética. Dicha materia consta de dos asignaturas: Circuitos Eléctricos que se imparte en el primer cuatrimestre del primer curso y Campos Electromagnéticos se imparte en el segundo cuatrimestre del segundo curso. De este modo Campos Electromagnéticos tiene cubiertas las necesidades formativas previas en materias instrumentales como Física y Matemáticas y en materias básicas de Telecomunicaciones como Circuitos Eléctricos y Sistemas Lineales. Todas ellas deben ser conocidas para que el alumno curse con éxito la asignatura de Campos Electromagnéticos.

1.2 Relación con otras materias

En el Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación, la asignatura Campos Electromagnéticos es base para todas las asignaturas de la materia de Comunicaciones Guiadas: especialmente Teoría de Campos Guiados y Sistemas de Comunicaciones Guiadas; y para todas las asignaturas de la materia de Comunicaciones por Radio: especialmente Fundamentos de Transmisión por Radio y Sistemas de Comunicaciones por Radio.

En el Grado en Ingenierías de Tecnologías Específicas de Telecomunicación, el papel de la asignatura Campos Electromagnéticos es distinto para las distintas Menciones.

En la Mención en Sistemas de Telecomunicación, base para todas las asignaturas de la materia de Electromagnetismo en Comunicaciones: Teoría y Aplicaciones de los Campos Guiados y Transmisión por Radio; y para todas las asignaturas de la materia de Comunicaciones: especialmente Sistemas de Radiocomunicaciones, Sistemas de Telecomunicaciones y Comunicaciones Ópticas.

En la Mención en Telemática y la Mención en Sistemas Electrónicos, la asignatura Campos Electromagnéticos aporta contenidos finales.

En todos los grados, la asignatura Campos Electromagnéticos se basa en las asignaturas de las materias básicas de Telecomunicaciones, especialmente en Circuitos Eléctricos y Sistemas Lineales; así como en las materias instrumentales de Física y Matemáticas, especialmente en las asignaturas Física, Álgebra Lineal y Cálculo.

1.3 Prerrequisitos

No existen condiciones previas excluyentes para cursar esta asignatura, aunque sí recomendaciones lógicas que el alumno debería tener en cuenta. Es recomendable haber cursado Física, Álgebra Lineal, Cálculo, Circuitos eléctricos y Sistemas Lineales.

Dado el escenario y atendiendo a la posible evolución de los acontecimientos, en esta asignatura se podrán utilizar herramientas de ayuda a la docencia on-line. El alumno deberá contar con medios informáticos y telemáticos suficientes para interactuar con el Campus Virtual. Además, dada la coyuntura cambiante, la información aquí descrita ha de entenderse como orientativa y no directamente como vinculante.

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 o facilite.



2. Competencias

2.1 Generales

- GB1. Capacidad de razonamiento, análisis y síntesis.
- GB2. Capacidad para relacionar conceptos y adquirir una visión integrada, evitando enfoques fragmentarios.
- GB4. Capacidad para trabajar en grupo, participando de forma activa, colaborando con sus compañeros y trabajando de forma orientada al resultado conjunto, y en un entorno multilingüe.
- GB5. Conocimiento de materias básicas, científicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías.
- 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.
- GC2. Capacidad para comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.

2.2 Específicas

- B3. Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
- T8. Capacidad para comprender los mecanismos de propagación y transmisión de ondas electromagnéticas y acústicas, y sus correspondientes dispositivos emisores y receptores.



3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Interpretar las ecuaciones de Maxwell en el vacío.
- Deducir las soluciones de la ecuación de onda de D'Alembert.
- Explicar la representación fasorial en régimen temporal armónico.
- Construir las ecuaciones de Maxwell en el vacío en el dominio de la frecuencia.
- Deducir las ecuaciones de Maxwell macroscópicas y las relaciones constitutivas en medios materiales.
- Aplicar el teorema de Poynting en sus versiones de tiempo y frecuencia y sus conceptos asociados.
- Analizar ondas planas monocromáticas en el vacío y en los medios materiales.
- Explicar el comportamiento de los medios materiales a partir de modelos microscópicos simples.
- Clasificar los materiales según sus propiedades electromagnéticas.
- Explicar los conceptos de velocidad de fase y grupo y su relación con la dispersión temporal de ondas casi monocromáticas.
- Describir el comportamiento básico de las ondas ante obstáculos.
- Analizar la reflexión y transmisión de ondas planas ante discontinuidades planas entre medios materiales y sus consecuencias.
- Analizar ondas planas electromagnéticas en líneas de transmisión.
- Deducir las ecuaciones básicas de circuito de una línea de transmisión ideal.
- Analizar la propagación en líneas de transmisión en regímenes transitorio y permanente sinusoidal.
- Aplicar el teorema de Poynting a las líneas de transmisión.

4. Bloques temáticos

Bloque Único: Campos Electromagnéticos

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

Véase la contextualización y justificación de la asignatura.

b. Objetivos de aprendizaje

Véanse los objetivos de la asignatura.

c. Contenidos

TEMA 1: Propagación de ondas en líneas de transmisión

- 1.1 La línea de transmisión como circuito de parámetros distribuidos.
- 1.2 Transitorios en líneas sin pérdidas.
- 1.3 Régimen permanente sinusoidal.
- 1.4 Coeficiente de reflexión e impedancia a lo largo de la línea.
- 1.5 Ondas estacionarias: Diagrama de onda estacionaria.
- 1.6 Líneas de transmisión con pérdidas.
- 1.7 Potencia y energía.
- 1.8 Problemas

TEMA 2: Ecuaciones de Maxwell

- 2.1 Ecuaciones de Maxwell en el vacío.
- 2.2 Ecuaciones de Maxwell macroscópicas. Relaciones constitutivas.
- 2.3 Ecuaciones de Maxwell en el dominio de la frecuencia y en forma fasorial.
- 2.4 Condiciones de frontera en la discontinuidad entre dos medios.
- 2.5 Teorema de Poynting en el dominio de la frecuencia.
- 2.6 Problemas

TEMA 3: Ondas electromagnéticas en medios simples

- 3.1 Ondas planas en el tiempo.
- 3.2 Ondas planas monocromáticas.
- 3.3 Polarización.
- 3.4 Densidad y flujo de energía.
- 3.5 Problemas

TEMA 4: Ondas electromagnéticas en medios materiales

- 4.1 Modelo para la propagación en dieléctricos y en metales.
- 4.2 Ondas planas homogéneas en el dominio de la frecuencia
- 4.3 Casos particulares: propagación de ondas planas monocromáticas en dieléctricos y en metales.
- 4.4 Ondas planas homogéneas en el dominio del tiempo.



4.5 Efecto de la dispersión en la propagación de ondas planas casi monocromáticas.

4.6 Problemas

TEMA 5: Reflexión y refracción en superficies planas I. Incidencia normal

5.1 Incidencia normal en la discontinuidad entre dos medios arbitrarios.

5.2 Casos particulares: medios sin pérdidas, incidencia normal en la superficie de un conductor perfecto.

5.3 Incidencia normal sobre una estructura de tres capas.

5.4 Aplicaciones: ventana dieléctrica, adaptador en $\lambda/4$, pantalla eléctrica.

5.5 Problemas

TEMA 6: Reflexión y refracción en superficies planas II. Incidencia oblicua

6.1 Incidencia oblicua en la discontinuidad entre dos medios arbitrarios.

6.2 Leyes de Snell.

6.3 Ecuaciones de Fresnel.

6.4 Ángulo de Brewster.

6.5 Reflexión total.

6.6 Problemas

TEMA 7: Introducción a la radiación electromagnética

Complementos formativos

- Campo electrocuasiestático.
- Campo magnetocuaiestático.

d. Métodos docentes

- Clases magistrales en pizarra
- Asignación de problemas
- Clases de resolución de problemas
- Seminarios de formación complementaria
- Tutorías

e. Plan de trabajo

Véase el Anexo I.

f. Evaluación

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Evaluación continua repartida a lo largo del curso.
- Prueba escrita al final del cuatrimestre.
- Corrección al expresarse y comunicar los conocimientos, especialmente de forma escrita.



g. Material docente

A demás del material bibliográfico que se detalla en las secciones g1 y g2, se proporcionará documentación de apoyo en el Campus Virtual de la Uva:

- Apuntes y/o transparencias
- Problemas propuestos
- Problemas resueltos
- Ejemplos de exámenes

g1. Bibliografía básica

- D. Cheng, *Fundamentos de Electromagnetismo para Ingeniería*, Addison Wesley, 1998.
- L. C. Sheng, J. A. Kong, *Applied Electromagnetism*, Third Edition, PWS, 1995.
- S. Cogollos Borrás, H. Esteban González, C. Bachiller Martín, *Campos Electromagnéticos*, Editorial UPV, 2007.
- J. Bará, *Ondas Electromagnéticas en Comunicaciones*, Ediciones UPC, 2001.

g2. Bibliografía complementaria

- D.K. Cheng, *Field and Wave Electromagnetics*, 2nd ed., Addison Wesley, 1989.
- D.M. Pozar, *Microwave Engineering*, 4ª Ed., Wiley, 2013.
- H. A. Haus, J.R. Melcher, *Electromagnetic Fields and Energy*, Prentice Hall, 1989.
- C. Johnk, *Engineering Electromagnetic Fields and Waves*, 2nd Ed., John Wiley, 1988.
- P. Lorrain, D.R. Corson, F. Lorrain, *Electromagnetic Fields and Waves*, 3rd Ed., W.H. Freeman and Co., 1988.
- S.V. Marshall, G.G. Skitek, *Electromagnetic Concepts and Applications*, 4th Ed., Prentice-Hall, 1997.
- J.E. Page, C. Camacho, *Ondas Planas*, Servicio de publicaciones ETSIT, UPM, 1983.
- S. Ramo, J.R. Whinnery, T. Van Duzer, *Fields and Waves in Communication Electronics*, 3rd Edition, John Wiley, 1994.
- N. N. Rao, *Elements of Engineering Electromagnetics*, 6th ed., Prentice Hall, 2004.
- M. Zahn, *Teoría Electromagnética*, Nueva Ed. Interamericana, 1991.
- Rajeev Bansal, *Handbook of Engineering Electromagnetics*, Marcel Dekker, 2004.
- R. L. Coren, *Basic Engineering Electromagnetics*, Prentice Hall, 1989.
- Bo Thide, *Electromagnetic Field Theory*, On-line textbook 2nd Ed, <http://www.physics.irfu.se/CED/Book/> 2015.
- E. Benito, *Problemas de Campos Electromagnéticos*, Editorial A.C., 1984.

g3. Otros recursos telemáticos

En caso de docencia no presencial se proporcionarán los recursos adicionales recogidos en la adenda de esta guía.

**h. Recursos necesarios**

En caso de docencia no presencial los alumnos necesitarán un terminal informático (PC o tablet) con conexión a internet, capacidad para escanear o fotografiar documentos y para conectarse mediante videoconferencia (altavoz, micrófono y cámara de vídeo).

i. Temporalización

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Campos Electromagnéticos (bloque único)	6 ECTS	Semanas 1 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.

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

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

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 académico y al tamaño más pequeño de los grupos y buscando la máxima presencialidad del estudiante a nivel del título.

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA ⁽¹⁾	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas	26	Estudio y trabajo de la teoría	52
Clases prácticas	22	Preparación previa a clases de problemas	22
Seminarios	4	Realización de problemas estudiados en clase	22
Laboratorios	0	Estudios de materias complementarias	2
Total presencial	52	Total no presencial	98
TOTAL presencial + no presencial			150

⁽¹⁾ Se entiende por actividad presencial a distancia aquella en la que un grupo de alumnos 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
Evaluación continua: a lo largo del curso se propondrán 2 o 3 exámenes escritos <u>presenciales</u> que se realizarán como actividad dentro del horario de clase.	42%	Cada examen se prorrateará de forma individual sólo en caso de que al hacer el promedio la nota resultante sea superior a la del examen final. Los exámenes no son obligatorios y no eliminan materia.
Examen final escrito <u>presencial</u>	58-100%	El examen final es obligatorio. No existe una nota mínima. Se prorrateará con la evaluación continua sólo si el resultado de la evaluación continua es una nota superior a la del examen final.

Para aprobar la asignatura es necesario obtener una nota igual o superior al 50% en el prorrateo de las notas de la evaluación continua (42%) y nota del examen final (58-100%), no habiendo nota mínima en ninguna de las partes. El examen final puede tener un peso de hasta un 100% de la nota final para los alumnos que no realicen la evaluación continua o que sus resultados disminuyan la nota del examen final. Los exámenes de evaluación continua sólo se prorratearán en caso de que al hacer el promedio, la nota resultante sea superior a la del examen final, ya que la evaluación continua sólo se tiene en cuenta si es para mejorar la nota. Por necesidades docentes o de horario, se podrán realizar pequeños ajustes en la evaluación continua, tanto en el número de exámenes como en su peso en la nota final. En la segunda convocatoria se aplicarán los mismos criterios que en la primera. No se conservará ninguna nota de un curso para otro. En caso de acceder a la convocatoria extraordinaria fin de carrera, la evaluación se realizará mediante un único examen escrito sobre los conceptos teórico-prácticos de la asignatura, cuya puntuación será directamente la calificación de dicha convocatoria.

8. Consideraciones finales

- El Anexo I (plan de trabajo) mencionado en la guía, donde se describe la planificación detallada, incluyendo fechas de los exámenes de evaluación continua se entregará al comienzo de la asignatura.



Adenda a la Guía Docente de la asignatura

En esta adenda se detallan los cambios que se puedan derivar de una situación excepcional de docencia no presencial a causa de la crisis sanitaria COVID-19

A4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque Único: Campos Electromagnéticos

Carga de trabajo en créditos ECTS:

c. Contenidos Adaptados a formación online

TEMA 1: Propagación de ondas en líneas de transmisión

- 1.1 La línea de transmisión como circuito de parámetros distribuidos.
- 1.2 Transitorios en líneas sin pérdidas.
- 1.3 Régimen permanente sinusoidal.
- 1.4 Coeficiente de reflexión e impedancia a lo largo de la línea.
- 1.5 Ondas estacionarias: Diagrama de onda estacionaria.
- 1.6 Líneas de transmisión con pérdidas.
- 1.7 Potencia y energía.
- 1.8 Problemas

TEMA 2: Ecuaciones de Maxwell

- 2.1 Ecuaciones de Maxwell en el vacío.
- 2.2 Ecuaciones de Maxwell macroscópicas. Relaciones constitutivas.
- 2.3 Ecuaciones de Maxwell en el dominio de la frecuencia y en forma fasorial.
- 2.4 Condiciones de frontera en la discontinuidad entre dos medios.
- 2.5 Teorema de Poynting en el dominio de la frecuencia.
- 2.6 Problemas

TEMA 3: Ondas electromagnéticas en medios simples

- 3.1 Ondas planas en el tiempo.
- 3.2 Ondas planas monocromáticas.
- 3.3 Polarización.
- 3.4 Densidad y flujo de energía.
- 3.5 Problemas

TEMA 4: Ondas electromagnéticas en medios materiales

- 4.1 Modelo para la propagación en dieléctricos y en metales.
- 4.2 Ondas planas homogéneas en el dominio de la frecuencia
- 4.3 Casos particulares: propagación de ondas planas monocromáticas en dieléctricos y en metales.
- 4.4 Ondas planas homogéneas en el dominio del tiempo.
- 4.5 Efecto de la dispersión en la propagación de ondas planas casi monocromáticas.
- 4.6 Problemas



TEMA 5: Reflexión y refracción en superficies planas I. Incidencia normal

- 5.1 Incidencia normal en la discontinuidad entre dos medios arbitrarios.
- 5.2 Casos particulares: medios sin pérdidas, incidencia normal en la superficie de un conductor perfecto.
- 5.3 Suprimido. (Incidencia normal sobre una estructura de tres capas.)
- 5.4 Suprimido. (Aplicaciones: ventana dieléctrica, adaptador en $\lambda/4$, pantalla eléctrica.)
- 5.5 Problemas

TEMA 6: Reflexión y refracción en superficies planas II. Incidencia oblicua

- 6.1 Incidencia oblicua en la discontinuidad entre dos medios arbitrarios.
- 6.2 Leyes de Snell.
- 6.3 Ecuaciones de Fresnel.
- 6.4 Ángulo de Brewster.
- 6.5 Reflexión total.
- 6.6 Problemas

TEMA 7: Suprimido (Introducción a la radiación electromagnética)

d. Métodos docentes online

- Se adoptará como texto básico de la asignatura la referencia [1] de la bibliografía: D. Cheng “Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería” Addison Wesley Longman 1998.
- 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

- En caso de docencia no presencial se realizará la evaluación continua prevista en la guía docente mediante tareas o cuestionarios en el Campus Virtual u otras plataformas que facilite la Universidad de Valladolid. Se ofrecerá una alternativa de evaluación virtual a los alumnos que hasta la fecha no se hubiesen acogido a la evaluación continua.



- En cualquier caso, tanto con docencia presencial como no presencial, habrá un examen final de cuatrimestre presencial e individual salvo que haya una prohibición expresa de las autoridades académicas.

i. Temporalización

Sin cambios

A5. Métodos docentes y principios metodológicos

Sin cambios salvo lo detallado en el apartado A.4.d.

A6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

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 académico y al tamaño más pequeño de los grupos y buscando la máxima presencialidad del estudiante a nivel del título.

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA ⁽¹⁾	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas a distancia	26	Estudio y trabajo de la teoría	52
Clases prácticas a distancia	22	Preparación previa a clases de problemas	22
Seminarios a distancia	4	Realización de problemas estudiados en clase	22
Laboratorios	0	Estudios de materias complementarias	2
Total presencial	52	Total no presencial	98
TOTAL presencial + no presencial			150
Total presencial a distancia + no presencial			

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

**A7. Sistema y características de la evaluación**

Criterio: cuando más del 50% de los días lectivos del cuatrimestre transcurran en situación de contingencia, se asumirán como criterios de evaluación los indicados en la adenda.

CONVOCATORIA ORDINARIA:

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Evaluación continua a lo largo de la asignatura mediante exámenes, entregas de cuestiones, ejercicios y/o problemas.	42%	La resolución de cuestiones/problemas se podrá proponer mediante: <ul style="list-style-type: none">- Exámenes- Tareas Moodle, ya sean prolongadas o limitadas en tiempo.- Cuestionarios Moodle ya sean prolongados o limitados en tiempo. En todo caso se informará de las fechas realización y entrega con suficiente antelación.
Examen final en la fecha oficial aprobada por el centro (convocatoria ordinaria). Será <u>presencial</u> salvo que haya una prohibición expresa, en cuyo caso se realizará una prueba escrita a través de los recursos del Campus Virtual UVa.	58%	El examen final (convocatoria ordinaria) será sobre todos los contenidos de la asignatura. Se informará con antelación sobre los detalles del examen.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA:

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará mediante un examen sobre el total del temario de la asignatura sobre el 100% del peso de la nota, en la fecha oficial aprobada por el centro y será presencial, salvo que haya una prohibición expresa, en cuyo caso se realizará una prueba escrita a través de los recursos del Campus Virtual UVa.