

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

<b>Asignatura</b>	Campos Electromagnéticos		
<b>Materia</b>	Fundamentos de Ingeniería Electromagnética		
<b>Módulo</b>	Materias Básicas de Telecomunicaciones		
<b>Titulación</b>	Grado en Ingenierías de Tecnologías Específicas de Telecomunicación Grado en Ingenierías de Tecnologías de Telecomunicación		
<b>Plan</b>	512 (T.E.T.) 460 (I.T.T.)	<b>Código</b>	46617 (T.E.T.) 45014 (T.T.)
<b>Periodo de impartición</b>	2º cuatrimestre	<b>Tipo/Carácter</b>	Obligatoria
<b>Nivel/Ciclo</b>	Grado	<b>Curso</b>	2º
<b>Créditos ECTS</b>	6 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	Castellano		
<b>Profesores responsables</b>	María Jesús González Morales Juan Carlos García Escartín Juan Ignacio Arribas		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	Despachos: 2D005, 2D012, 2D016 Teléfonos: 983 423000 ext. 5535 ; 5542 ; 5546 ; e-mail: <a href="mailto:gonmor@tel.uva.es">gonmor@tel.uva.es</a> ; <a href="mailto:juagar@tel.uva.es">juagar@tel.uva.es</a> ; <a href="mailto:jarribas@tel.uva.es">jarribas@tel.uva.es</a> ;		
<b>Horario de tutorías</b>	Véase: <a href="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/">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/</a>		
<b>Departamento</b>	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.

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: 6

##### 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**

7.1 Potenciales electrodinámicos. Potenciales retardados. Campo próximo y campo lejano.

7.2. Estructuras radiantes simples. Dipolo eléctrico elemental. Dipolo magnético elemental.

#### **Prácticas de laboratorio (pendiente de confirmación por coyuntura sanitaria)**

- Propagación de ondas por una línea de transmisión: análisis de transitorios y diagrama de onda estacionario.
- Reflexión y refracción de ondas: Leyes de Snell y determinación del índice de refracción de un dieléctrico.
- Polarización de ondas: determinación del ángulo de Brewster y comprobación de la ley de Malus.

#### **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**

---

Además 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 vuelta a la docencia no presencial se proporcionarán los recursos adicionales convenientes y necesarios.

### h. Recursos necesarios

### i. Temporalización

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

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

## 6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA <sup>(1)</sup>	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas	30	Estudio y trabajo de la teoría	45
Clases prácticas	22	Estudio y trabajo de problemas	45
Seminarios	4		
Laboratorios	0		
Evaluación fuera del periodo oficial de exámenes (parciales)	4		
Total presencial	60	Total no presencial	90
TOTAL presencial + no presencial			150



## 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 presenciales.	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 (aunque si muy recomendables) y no eliminan materia.
Examen final escrito (presencial)	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.