

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

<b>Asignatura</b>	CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS		
<b>Materia</b>	FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA ELECTROMAGNÉTICA		
<b>Módulo</b>			
<b>Titulación</b>	GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
<b>Plan</b>	727	<b>Código</b>	48083
<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>Profesor/es responsable/s</b>	María Jesús González Morales Juan Carlos García Escartín Juan Ignacio Arribas Sánchez		
<b>Datos de contacto</b>	Despachos: 2D005, 2D012, 2D094bis Teléfonos: 983185535, 983185542, 983185546 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>Departamento</b>	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E ING. TELEMÁTICA		
<b>Fecha de revisión por el Comité de Título</b>	27/06/2025		

## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

Está incluida la materia Fundamentos de Ingeniería Electromagnética. Dicha materia consta de dos asignaturas: Circuitos Eléctricos que se imparte en el segundo 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 muy recomendables 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 guarda una especial relación con la asignatura Circuitos Eléctricos, asignatura que se imparte en primer curso del grado, ya que la teoría de circuitos constituye una simplificación (válida bajo ciertas condiciones) muy útil de la teoría electromagnética general (ecuaciones de Maxwell). Ambas asignaturas forman la materia Fundamentos de Ingeniería Electromagnética. Además, la asignatura de Campos Electromagnéticos es base para las asignaturas de la materia de Sistemas de Comunicaciones Guiadas: especialmente Teoría y Aplicaciones de los Campos Guiados y Sistemas y Redes de Comunicaciones Ópticas; y para todas las asignaturas de la materia de Comunicaciones por Radio: Sistemas de Comunicaciones por Radio, Antenas y Propagación, Sistemas de Telecomunicación y Radiodeterminación y Comunicaciones Móviles.

La asignatura Campos Electromagnéticos a su vez se fundamenta en las asignaturas de las materias básicas de Telecomunicaciones, especialmente en la ya mencionada Circuitos Eléctricos y también parcialmente en Sistemas Lineales (sistema LTI), así como en las materias instrumentales de Física y Matemáticas, especialmente en las asignaturas Física, Álgebra Lineal y Cálculo (Matemáticas I y Matemáticas II).

### 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 contenidos de física, álgebra lineal, cálculo infinitesimal, y las asignaturas previas Circuitos Eléctricos y Sistemas Lineales.

## 2. Resultados del proceso de formación y aprendizaje

### 2.1 Conocimientos o contenidos

C5 Conocer, comprender y aplicar conceptos de electromagnetismo

### 2.2 Habilidades o destrezas

- HD5 Capacidad de desarrollo y aplicación habilidades de aprendizaje que les permitan emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
- HD6 Capacidad de razonamiento, análisis y síntesis.
- HD7 Capacidad para relacionar conceptos y adquirir una visión integrada, evitando enfoques fragmentarios.
- HD8 Capacidad de toma de decisiones en la resolución de problemas básicos de ingeniería de telecomunicación, así como identificación y formulación de los mismos.
- HD9 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.
- HD10 Conocimiento de materias básicas, científicas y tecnológicas, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías.

- HD14 Capacidad para aplicar métodos analíticos y numéricos para el análisis de problemas en el ámbito de la ingeniería técnica de telecomunicación.
- HD15 Capacidad para resolver problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- HD16 Capacidad para diseñar y llevar a cabo experimentos, así como analizar e interpretar datos.
- HD25 Capacidad para comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.

### 2.3 Competencias

- 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.
- B4 Comprensión y dominio de los conceptos básicos de sistemas lineales y las funciones y transformadas relacionadas, teoría de circuitos eléctricos, circuitos electrónicos, principio físico de los semiconductores y familias lógicas, dispositivos electrónicos y fotónicos, tecnología de materiales 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. Contenidos y/o 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: Ecuaciones de Maxwell

- 1.1 Ecuaciones de Maxwell en el vacío.
- 1.2 Ecuaciones de Maxwell macroscópicas. Relaciones constitutivas.
- 1.3 Ecuaciones de Maxwell en el dominio de la frecuencia y en forma fasorial.
- 1.4 Condiciones de frontera en la discontinuidad entre dos medios.
- 1.5 Teorema de Poynting en el dominio de la frecuencia.
- 1.6 Problemas

###### TEMA 2: Propagación de ondas en líneas de transmisión

- 2.1 La línea de transmisión como circuito de parámetros distribuidos: la ecuación de ondas.
- 2.2 Transitorios en líneas sin pérdidas.
- 2.3 Régimen permanente sinusoidal.
- 2.4 Coeficiente de reflexión e impedancia a lo largo de la línea.
- 2.5 Ondas estacionarias: Diagrama de onda estacionaria.
- 2.6 Líneas de transmisión con pérdidas.
- 2.7 Potencia y energía.
- 2.8 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

#### **Prácticas de laboratorio:**

- Propagación de ondas por una línea de transmisión: análisis de transitorios.
- Propagación de ondas por una línea de transmisión: 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 participativas.
- Clases de problemas interactivas.
- Prácticas de laboratorio.
- Seminarios de formación complementaria.

#### **e. Plan de trabajo**

---

Véase el Anexo I.

#### **f. Evaluación**

---

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Prueba escrita al final del cuatrimestre.
- Entrega de los informes del laboratorio.
- Actitud y participación del alumno en las actividades, especialmente el laboratorio.
- Corrección al expresarse y comunicar los conocimientos, especialmente de forma escrita.

#### **g Material docente**

---

##### **g.1 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, *Campos Electromagnéticos*, Editorial UPV, 2007.
- J. Bará, *Ondas Electromagnéticas en Comunicaciones*, Ediciones UPC, 2001.

## g.2 Bibliografía complementaria

- D.K. Cheng, *Field and Wave Electromagnetics*, 2nd ed., Addison Wesley, 1989.
- 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, 1988.
- S.V. Marshall, G.G. Skitek, *Electromagnetic Concepts and Applications*, 4<sup>th</sup> 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*, 6<sup>th</sup> 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*, libro on-line, <http://www.physics.irfu.se/CED/Book/> 2015.
- E. Benito, *Problemas de Campos Electromagnéticos*, Editorial A.C., 1984.

## h. Recursos necesarios

Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:

- Material bibliográfico
- Acceso a servidor web para simulación
- Material de laboratorio
- Documentación de apoyo, sección de recursos de la página web de la asignatura en la web de la ETSIT/UVa.

## i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Campos Electromagnéticos: 6 ECTS	Semanas 1 al 15

## 5. Métodos docentes y principios metodológicos

- Clases magistrales participativas.
- Clases de problemas interactivas.
- Prácticas de laboratorio.
- Seminarios de formación complementaria.

**6. Tabla de dedicación del estudiantado a la asignatura**

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA (1)	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas	30	Estudio y trabajo autónomo individual	80
Clases prácticas	20	Estudio y trabajo autónomo grupal	10
Laboratorios	5		
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios	5		
Otras actividades	0		
Total presencial	60	Total no presencial	90
TOTAL presencial + no presencial			150

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sentado en un aula del campus sigue una clase por videoconferencia de forma síncrona, impartida por el profesor.

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

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Prácticas de laboratorio: realización de prácticas y entrega de informes. Valoración individual y/o en grupo.	10%	La realización presencial de las prácticas y la entrega de los informes son obligatorias para poder puntuar esta parte.
Examen final escrito	90%	El examen final es obligatorio. No existe una nota mínima. Se prorrateará con la nota del laboratorio según los pesos indicados.

**CRITERIOS DE CALIFICACIÓN**

- **Convocatoria ordinaria:**  
Para aprobar la asignatura es necesario obtener una nota igual o superior al 50% en el prorrateo de la nota del laboratorio (10%) y nota del examen final (90%), no habiendo nota mínima en ninguna de las partes.
- **Convocatoria extraordinaria (\*):**  
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 (sin laboratorio), cuya puntuación será directamente la calificación de dicha convocatoria.

(\*) Se entiende por convocatoria extraordinaria la segunda convocatoria. Art 35.4 del ROA 35.4. La participación en la convocatoria extraordinaria no quedará sujeta a la asistencia a clase ni a la presencia en pruebas anteriores, salvo en los casos de prácticas externas, laboratorios u otras actividades cuya evaluación no fuera posible sin la previa realización de las mencionadas pruebas.

<https://secretariageneral.uva.es/wp-content/uploads/VII.2.-Reglamento-de-Ordenacion-Academica.pdf>

**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 y de las prácticas por grupo, se entregará al comienzo de la asignatura.