

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

Asignatura	CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS		
Materia	FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA ELECTROMAGNÉTICA		
Módulo	MATERIAS BÁSICAS DE TELECOMUNICACIONES		
Titulación	GRADO EN INGENIERÍAS DE TECNOLOGÍAS ESPECÍFICAS DE TELECOMUNICACIÓN GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
Plan	512 (T.E.T.) 460 (I.T.T.)	Código	46617 (T.E.T.) 45014 (I.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		
Profesor/es responsable/s	María Jesús González Morales Juan Carlos García Escartín Juan Ignacio Arribas Sánchez		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	Despachos: 2D005, 2D012, 2D094bis Teléfonos: 983185535, 983185542, 983185546 e-mail: gonmor@tel.uva.es , juagar@tel.uva.es , jarribas@tel.uva.es		
Departamento	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E ING. TELEMÁTICA		
Fecha de revisión por el Comité de Título	8 Julio 2024		

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.

2. Competencias

2.1 Competencias 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 Competencias 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. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque Campos Electromagnéticos

Único:

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

Prácticas de laboratorio

- 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 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

https://buc-uva.alma.exlibrisgroup.com/leganto/public/34BUC_UVA/lists/5065305270005774?auth=SAML

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*, 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 Comm. Electronics*, 3rd Ed., 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*, libro on-line:
<https://docente.unife.it/guido.zavattini/allegati/251023059-electromagnetic-field-theory-bo-thide.pdf>
- 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

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