

## PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

**Curso académico: 2024/2025**

Identificación y características de la asignatura			
Código	501390	Créditos ECTS	6
Denominación (español)	Campos Electromagnéticos		
Denominación (inglés)	Electromagnetic fields		
Titulaciones	Grado en Ingeniería de Sonido e Imagen en Telecomunicación		
Centro	Escuela Politécnica		
Semestre	3º	Carácter	Obligatorio
Módulo	Formación Básica en Telecomunicación		
Materia	Fundamentos de las Comunicaciones		
Profesorado			
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
José Manuel Taboada Varela	26 Telecom. M3lab, Edif. Investigación	<a href="mailto:tabo@unex.es">tabo@unex.es</a>	<a href="http://tsc.unex.es/~tabo/">http://tsc.unex.es/~tabo/</a> Campus virtual asignatura
Área de conocimiento	Teoría de la Señal y Comunicaciones		
Departamento	Tecnología de los Computadores y de las Comunicaciones		
Profesor/a coordinador/a (si hay más de uno)			
Competencias			
BÁSICAS Y GENERALES			
CB1. Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.			
CB2. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.			
CB3. Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.			
CB4. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.			
CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.			

CG3. Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CG4. Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación.

### ESPECÍFICAS

CP3: 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.

CP4. 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.

### TRANSVERSALES

CT5. Saber formular e interpretar en lenguaje matemático las relaciones funcionales y cuantitativas del campo de las Telecomunicaciones.

CT6. Capacidad de síntesis y de extraer la información necesaria para resolver un problema planteado relacionado con el campo de las Telecomunicaciones.

CT7. Desarrollar hábitos para el aprendizaje activo, autodirigido e independiente.

CT8. Adaptación a nuevas situaciones problemáticas.

### Contenidos

Particularidades del análisis vectorial en electromagnetismo. Ecuaciones de Maxwell en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Propiedades constitutivas de la materia, materiales chirales, metamateriales y nanomateriales. Caracterización electromagnética de los medios con pérdidas. Efecto pelicular. Soluciones particulares de la ecuación de onda. Onda plana: vector de Poynting, polarización. Incidencia normal y oblicua entre discontinuidades: Coeficientes de reflexión y transmisión, adaptación de impedancias. Aproximación de campo: Leyes de Snell, Descartes y Fermat.

### Temario de la asignatura

Denominación del tema 1: **Análisis vectorial en Electromagnetismo.**

Contenidos del tema 1: *Repaso de análisis vectorial con incidencia sobre los operadores diferenciales característicos del electromagnetismo: gradiente, divergencia, rotacional y laplaciano así como propiedades de los mismos. Análisis vectorial en el dominio integral y los teoremas de Stokes y de Gauss.*

Denominación del tema 2: **Fuentes de campo. Medios materiales.**

Contenidos del tema 2: *Cargas y corrientes eléctricas. Ecuación de continuidad. Campo eléctrico. Campo magnético. Medios materiales. Introducción a las relaciones constitutivas.*

<p>Denominación del tema 3: <b>Leyes de Maxwell.</b>          Contenidos del tema 3: <i>Leyes de Gauss, Ampere y Faraday. Ecuación de continuidad o de conservación de las cargas. Corriente de desplazamiento. Ley de Ampere-Maxwell. Formulación de las Ecuaciones de Maxwell en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Condiciones de contorno. Potencia y energía: teorema de Poynting.</i></p>								
<p>Denominación del tema 4: <b>Propiedades constitutivas de la materia.</b>          Contenidos del tema 4: <i>Permitividad, permeabilidad y conductividad. Linealidad, isotropía, homogeneidad, dispersión. Caracterización frecuencial de los medios no ideales (con pérdidas): permitividad compleja. Tangente de pérdidas. Materiales con propiedades extraordinarias (metamateriales, medios nühiles, nanomateriales).</i></p>								
<p>Denominación del tema 5: <b>La ecuación de onda y sus soluciones.</b>          Contenidos del tema 5: <i>Resolución de la ecuación de onda en ausencia de fuentes. Onda progresiva en medios sin pérdidas. Medios con pérdidas. Efecto pelicular. Onda estacionaria.</i></p>								
<p>Denominación del tema 6: <b>Ondas planas.</b>          Contenidos del tema 6: <i>Ondas planas uniformes. Generalización de componentes. Impedancia de la onda. Propiedades de propagación. Velocidad de propagación. Velocidad de fase y velocidad de grupo. Polarización. Energía de la onda electromagnética, vector de Poynting.</i></p>								
<p>Denominación del tema 7: <b>Incendencia normal y oblicua en discontinuidades.</b>          Contenidos del tema 7: <i>Coefficientes de reflexión y transmisión. Impedancia de entrada. Traslación de impedancias, adaptación de impedancias.</i></p>								
<p>Denominación del tema 8: <b>Aproximación de campo.</b>          Contenidos del tema 8: <i>Introducción a las leyes de Snell, Descartes y Fermat. Reflexión y refracción en interface planas. Aplicaciones en óptica y electromagnetismo.</i></p>								
<b>Actividades formativas</b>								
Horas de trabajo del alumno/a por tema		Horas Gran grupo	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	CH	L	O	S	TP	EP
1	10	4						6
2	13	4						9
3	26	10						16
4	15.5	6					1.5	8
5	24	10						14
6	26	10						16
7	20	8						12
8	11.5	4					1.5	6
<b>Evaluación</b>	4	4						
<b>TOTAL</b>	150	60					3	87
<p>GG: Grupo Grande (85 estudiantes).          CH: Actividades de prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)          L: Actividades de laboratorio o prácticas de campo (15 estudiantes)          O: Actividades en sala de ordenadores o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)          S: Actividades de seminario o de problemas en clase (40 estudiantes).          TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).          EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.</p>								

<b>Metodologías docentes</b>
Clase magistral utilizando cañón de vídeo, pizarra y recursos software de simulación. Resolución de problemas propuestos en clase.
<b>Resultados de aprendizaje</b>
<p>La adquisición de los conocimientos indicados en los contenidos específicos de la asignatura (apartado Temas y Contenidos) contribuirán además a la adquisición y/o refuerzo de las siguientes capacidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento y comprensión de las matemáticas y otras ciencias básicas inherentes a su especialidad de ingeniería, en un nivel que permita adquirir el resto de las competencias del título. (1.1 ENAEE)</li> <li>• Conocimiento y comprensión de las disciplinas de ingeniería propias de su especialidad, en el nivel necesario para adquirir el resto de competencias del título, incluyendo nociones de los últimos adelantos. (1.2 ENAEE)</li> <li>• Ser conscientes del contexto multidisciplinar de la ingeniería. (1.3 ENAEE)</li> <li>• La capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería en su especialidad; elegir y aplicar de forma adecuada métodos analíticos, de cálculo y experimentales ya establecidos; reconocer la importancia de las restricciones sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicas e industriales. (2.2 ENAEE)</li> <li>• Capacidad para realizar búsquedas bibliográficas, consultar y utilizar con criterio bases de datos y otras fuentes de información, para llevar a cabo simulación y análisis con el objetivo de realizar investigaciones sobre temas técnicos de su especialidad. (4.1 ENAEE)</li> <li>• Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.</li> <li>• Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación. Facilidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.</li> </ul>
<b>Sistemas de evaluación</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Examen final (EF) de preguntas cortas y problemas sin material de consulta. Se permitirá el uso de un formulario de identidades de cálculo vectorial y sistemas de coordenadas proporcionado por el profesor. Para aprobar la asignatura será necesario superar al menos el 50% de este examen. En caso de que el alumno no supere este 50%, la nota que se le asignará en la asignatura será la obtenida en este examen final.</li> <li>2. Evaluación continua (EC). Incluirá la realización de exámenes de preguntas cortas y problemas a lo largo del curso. Asimismo, se tendrá en cuenta la asistencia y la participación activa en la realización de exposiciones y otras actividades propuestas en clase.</li> <li>3. La evaluación continua solamente será tenida en consideración en el caso de que contribuya a mejorar la nota final de la asignatura, que se calculará como la media aritmética de las notas correspondientes al examen final y la evaluación</li> </ol>

continua. En caso contrario, la nota final será la correspondiente al examen final, exclusivamente. Asimismo, el examen final será la única prueba que deban realizar aquellos alumnos que se acojan a la modalidad de "Evaluación Global Final". El algoritmo para la obtención de la nota final de la asignatura es el siguiente:

$$\text{NOTA FINAL} = \text{MAX}(\text{MEAN}(\text{EC}, \text{EF}), \text{EF}).$$

Para la evaluación de cada uno de estos elementos se aplicará el sistema de calificaciones vigente en el RD 1125/2003, artículo 5º.

### **Bibliografía (básica y complementaria)**

1. Apuntes y transparencias facilitados por el profesor.
2. D.K. Cheng, Field and Wave Electromagnetics, Addison-Wesley.
3. Daniel Fleisch, A Student's Guide to Maxwell's Equations, Cambridge University Press
4. W. H. Hayt (Jr), J.A. Buck, Teoría Electromagnética, McGraw-Hill, 2007

### **Otros recursos y materiales docentes complementarios**

1. Constantine A. Balanis, Advanced Engeneering Electromagnetics, Wiley.
2. F. Dios Otin, D. Artigas García et al., Campos Electromagnéticos, Ediciones UPC.
3. J.E. Page, C. Camachio-Peñalosa, Ondas Planas, Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Madrid.