

DATOS IDENTIFICATIVOS							
Asignatura	Métodos numéricos deterministas. Aplicaciones en electromagnetismo					Código	
Enseñanza	Oficial					Curso	
Descriptores	Crd. total	Crd. T	Crd. P	Tipo	Periodo	Ciclo	
	6	4	2	Mixto	Docencia	Doctorado	
Idioma	Español						
Prerrequisitos	Conocimientos de Electromagnetismo						
Departamento	Electromagnetismo y Física de la Materia						
Coord./profesor	Amelia Rubio Bretones Salvador González García				e-mail	<a href="mailto:arubio@ugr.es">arubio@ugr.es</a> <a href="mailto:salva@ugr.es">salva@ugr.es</a>	
Web	<a href="http://maxwell.ugr.es">http://maxwell.ugr.es</a>						
Descripción general	Curso dedicado al estudio de métodos numéricos integrales y diferenciales aplicados a la resolución de problemas electromagnéticos.						

COMPETENCIAS	
Específicos (tipo A)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conocer métodos de resolución de ecuaciones integrales.</li> <li>2. Aplicarlos a las ecuaciones de Maxwell del electromagnetismo en forma integral.</li> <li>3. Conocer métodos de resolución numéricos de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.</li> <li>4. Aplicarlos a las ecuaciones de Maxwell en su forma diferencial.</li> <li>5. Desarrollar habilidades para el diseño de técnicas híbridas de resolución.</li> <li>6. Ser capaz de crear algoritmos numéricos en lenguajes de alto nivel.</li> </ol>
Transversales (Tipo B)	<p><b>Instrumentales</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>2. Capacidad de organización y planificación</li> <li>3. Conocimiento de una lengua extranjera</li> <li>4. Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio</li> <li>5. Capacidad de resolución de problemas</li> </ol> <p><b>Personales</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Capacidad para trabajar en equipo y colaborar eficazmente con otras personas</li> <li>7. Capacidad para trabajar en equipos de carácter interdisciplinar</li> <li>8. Razonamiento crítico</li> </ol> <p><b>Sistémicas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>9. Capacidad para pensar de forma creativa y desarrollar nuevas ideas y conceptos</li> <li>10. Iniciativa y espíritu emprendedor</li> </ol> <p><b>Otras Competencias</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>11. Capacidad para asumir responsabilidades</li> <li>12. Capacidad de autocrítica: ser capaz de valorar la propia actuación de forma crítica</li> <li>13. Saber valorar la actuación personal y conocer las propias competencias y limitaciones</li> <li>14. Relaciones profesionales: ser capaz de establecer y mantener relaciones con otros profesionales e instituciones relevantes</li> <li>15. Saber desarrollar presentaciones audiovisuales</li> <li>16. Saber obtener información de forma efectiva a partir de libros y revistas especializadas, y de otra documentación</li> <li>17. Ser capaz de obtener información de otras personas de forma efectiva</li> </ol>
Nucleares (Tipo C)	<p>Conocer las ecuaciones del electromagnetismo</p> <p>Conocer los métodos numéricos usuales en electromagnetismo computacional</p> <p>Conocer el método de los momentos y los métodos en diferencias y elementos finitos</p>

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	COMPETENCIAS RELACIONADAS
Estudiar las ecuaciones analíticas de Maxwell tanto en su formulación integral como diferencial	Bases teóricas para la construcción de las competencias enumeradas en los siguientes apartados.
Conocer los posibles planteamientos integrales de las ecuaciones de Maxwell y su solución mediante el método de los momentos	Desarrollar estrategias de construcción de métodos numéricos de simulación de problemas electromagnéticos mediante métodos integrales.
Estudiar los distintos métodos en diferencias finitas aplicados a las ecuaciones de Maxwell en forma diferencial	Desarrollar estrategias de construcción de métodos numéricos de simulación de problemas electromagnéticos mediante diferencias finitas.

Estudiar los distintos métodos en elementos finitos aplicados a la ecuación de ondas o a las ecuaciones de Maxwell en forma diferencial	Desarrollar estrategias de construcción de métodos numéricos de simulación de problemas electromagnéticos mediante elementos finitos.
Estudiar métodos de hibridación que combinen las ventajas de los métodos anteriores abordar problemas electromagnéticos complejos	Desarrollar nuevas herramientas de investigación en este campo.

CONTENIDOS	
Bloque/ tema/ módulo	Descripción
1	Teoremas fundamentales: ecuaciones simétricas de Maxwell. Dualidad. Principio de unicidad. Teorema de equivalencia. Superficies conductoras.
2	Formulación integral del campo electromagnético: expresiones generales de los campos en términos de las fuentes. Cálculo en el dominio de la frecuencia. Cálculo en el dominio del tiempo. Formulación de las ecuaciones integrales para el campo eléctrico y magnético. Ecuaciones de Pocklington y Hallen.
3	El método de los momentos en el dominio de la frecuencia. Funciones peso y base. Técnica de adaptación por puntos. Aplicación al estudio de antenas.
4	Método de los momentos en el dominio del tiempo: estructuras de hilo delgado.
5	Solución de ecuaciones diferenciales mediante métodos de diferencias. Consistencia, convergencia y estabilidad
6	Resolución de ecuaciones parabólicas, elípticas e hiperbólicas.
7	Aplicación a la resolución de las ecuaciones de Maxwell: simulación de regiones indefinidas y simulación de propagación mediante la introducción de corrientes equivalentes.
8	Solución de ecuaciones diferenciales mediante el método de Ritz. Método de residuos pesados: método de Galerkin. Método de elementos finitos.
9	Elementos finitos aplicados a la solución de las ecuaciones rotacionales de Maxwell y de la ecuación de ondas. Métodos continuos y discontinuos.
10	Aplicación del teorema de equivalencia a la construcción de métodos híbridos combinando métodos en diferencias finitas y el método de los momentos.

METODOLOGÍA	
Tipología	Descripción
Presentación	Entrevista personal a cada alumno matriculado por el Profesorado del curso acerca de sus intereses y expectativas en el campo de estudio del curso
Lecciones magistrales	10 horas sobre: Métodos de resolución numérica de las ecuaciones integrales del electromagnetismo 10 horas sobre: Métodos de resolución numérica de las ecuaciones diferenciales del electromagnetismo mediante diferencias finitas. 5 horas sobre: Métodos de resolución numérica de las ecuaciones diferenciales del electromagnetismo mediante elementos finitos. 5 horas sobre: Métodos de resolución numérica de las ecuaciones diferenciales del electromagnetismo mediante métodos híbridos.
Acontecimientos científicos o divulgativos	Asistencia a posibles conferencias sobre temas relacionados con el curso Contacto con otros grupos de investigación que utilicen técnicas semejantes o desarrollen investigaciones relacionadas.
Prácticas de laboratorio	Experimentos computacionales de simulación de problemas complejos mediante herramientas basadas en los métodos aprendidos.
Prácticas autónomas	Realización de un trabajo personal sobre un tema elegido por el alumno sobre los tópicos del curso. Revisión bibliográfica de antecedentes, metodología y recursos y elaboración de un posible trabajo de investigación (hipótesis, antecedentes, objetivos, diseño experimental, metodología, etc.)
Prácticas a través de TIC	Visita, crítica e informe acerca de los contenidos de distintos portales Web de grupos de investigación que trabajen en los diferentes temas del curso.

**Prácticas  
externas (de  
campo/salidas)**

PLANIFICACIÓN							
Tipología de la actividad	Atención personalizada	Evaluación	A	B	C	D	E
<i>Que se hace en la asignatura?</i>	<i>La actividad implica atención personalizada</i>	<i>Tiene implicación en la cualificación?</i>	<i>Aula ordinaria</i>	<i>Horas presenciales fuera del aula</i>	<i>Factor de Trabajo del alumno</i>	<i>Horas de trabajo personal del alumno</i>	<i>Horas totales</i>
				<i>Entorno académico guiado</i>		<i>(A o B xC)</i>	<i>(A+B+D)</i>
<b>Actividades introductorias</b>	Entrevista	Encuesta final al alumno	0	1	0	0	1
<b>Lección magistral</b>	Tutorías	Cuestionario de autoevaluación	30	0	2	60	90
<b>Acontecimientos científicos o divulgativos</b>	Comunicación, puesta en contacto con otros grupos	Resumen de la conferencia o informe del responsable del grupo de investigación visitado	0	5	2	10	15
<b>Prácticas de laboratorio y autónomas</b>	Tutorización en el laboratorio	Desarrollo de un experimento Realización de un trabajo y proyecto tutorizado	0	8	4	32	40
<b>Prácticas externas (de campo/salidas)</b>							
<b>Atención personalizada</b>	Tutorías de teoría y prácticas autónomas		0	4	0	0	4
							<b>150</b>

ATENCIÓN PERSONALIZADA	
Tipología	Descripción
Tutoría	Las tutorías se realizarán durante el desarrollo del curso. Las vías de comunicación serán tanto presenciales como a través de TIC (correo electrónico, etc.)

EVALUACION		
Tipología	Descripción	%
Evaluación continua	Evaluación teórica (test de evaluación)	35
	Prácticas de laboratorio (aprovechamiento, iniciativa, habilidades)	30
	Prácticas Autónomas: Trabajo tutelado y Proyecto de investigación	30
	Asistencia	5

FUENTES DE INFORMACION	
Básica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Roger F. Harrington, <i>Field Computation by Moment Methods</i>, Wiley-IEEE Press, 1993</li> <li>2. A. Taflove and S. C. Hagness, <i>Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method</i>, Third Edition, Artech House, 2005.</li> <li>3. P. P. Silvester and R. L. Ferrari, <i>Finite Elements for Electrical Engineers</i> Cambridge University Press, New York, 1983.</li> <li>4. A. Rubio Bretones, S. González García, et. al. <i>Time Domain Techniques in Computational Electromagnetics</i>, WIT Press, 2003.</li> </ol>
Complementaria	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. A. R. Mitchell and D. F. Griffiths, "The Finite Difference Method in Partial Differential Equations", John Wiley and Sons, 1980.</li> <li>6. G. D. Smith, "Numerical solution of partial differential equations. Finite difference methods", Clarendon Press, 1985.</li> <li>7. Jianming Jin, <i>The Finite Element Method in Electromagnetics</i>, 2nd Edition, Wiley-IEEE Press, 2002.</li> <li>8. Salvador G. Garcia, A. Rubio Bretones, R. Godoy Rubio, B. García Olmedo, R. Gomez Martín, "New trends in FDTD methods in computational electrodynamics: Unconditionally stable schemes," in Recent Res. Devel. Electronics, 2, Ed. Transworld Research Network, pp. 55–96, 2004.</li> </ol>
Otros recursos	<p>DIRECCIONES WEB:</p> <p><a href="http://www.ieee.org">http://www.ieee.org</a>, <a href="http://www.fDTD.org">http://www.fDTD.org</a>, <a href="http://maxwell.ugr.es">http://maxwell.ugr.es</a></p>

RECOMENDACIONES