




Universidad
Politécnica
de Cartagena



Guía docente de la asignatura

Ondas Electromagnéticas

Titulación: Grado en Tecnología Industrial
Curso 2018/2019

CSV:	P7eFWAduMYOu8peJ5EnbVNOwa		Fecha:	16/01/2019 13:03:22	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.				
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E				
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/P7eFWAduMYOu8peJ5EnbVNOwa		Página:	1/12	

1. Datos de la asignatura

Nombre	Ondas Electromagnéticas				
Materia*	Física				
Módulo*	Materias optativas				
Código	512109021				
Titulación	Grado en Tecnología Industrial				
Plan de estudios	Plan 5091. Decreto nº 269/2009 de 31 de julio				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial				
Tipo	Optativa				
Periodo lectivo	Cuatrimestral	Cuatrimestre	2º	Curso	1º
Idioma	Español				
ECTS	4,5	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	135

* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	José Damián Catalá Galindo / José Abad López		
Departamento	Física Aplicada		
Área de conocimiento	Física Aplicada		
Ubicación del despacho	Dto. Física Aplicada A. Hospital Marina		
Teléfono	968325333	Fax	
Correo electrónico	Josed.catala@upct.es		
URL / WEB	www.jdcatala.es		
Horario de atención / Tutorías	Consultar tablón departamento o página web		
Ubicación durante las tutorías	Despacho		

Perfil Docente e investigador	Profesor Titular Universidad.
Experiencia docente	UPCT y UNED 17 años
Líneas de Investigación	Materia condensada, aplicación de campos a seres vivos, segmentación de imágenes.
Experiencia profesional	33 años dedicados a la docencia y 17 a la creación de artículos de investigación y a la elaboración de materiales docentes
Otros temas de interés	

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura comienza con el planteamiento de las ecuaciones de Maxwell y las soluciones de éstas. Estudiamos las características en la propagación de ondas electromagnéticas en distintos medios, así como su guiado y creación. Por último establecemos un capítulo dedicado a la contaminación electromagnética.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

El conocimiento de esta disciplina potencia los valores que se consideran de vital importancia para que el Ingeniero desarrolle su actividad profesional con el rigor adecuado.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

Esta asignatura requiere de conocimientos básicos de Electromagnetismo y Ondas, por lo que tiene un alto grado de relación con la asignatura de Física II. De igual modo, es necesario el conocimiento de ecuaciones diferenciales, poniendo de manifiesto la relación con esta asignatura.

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen.

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se recomienda revisar y potenciar algunos conceptos matemáticos, como el uso de los métodos de derivación, integración o resolución de ecuaciones diferenciales.

3.6. Medidas especiales previstas

4. Competencias y resultados del aprendizaje

4.1. Competencias básicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería industrial.

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.

Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos relativos a la asignatura de Física II.

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones

4.3. Competencias específicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de campos, ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

Aplicar a la práctica los conocimientos adquiridos.

COMPETENCIAS INSTRUMENTALES (Aquellas que tienen una función de medio o herramienta para obtener un determinado fin):

- ☐ T1.1 Capacidad de análisis y síntesis
- ☐ T1.2 Capacidad de organización y planificación
- ☐ T1.3 Comunicación oral y escrita en lengua propia
- ☐ T1.5 Habilidades básicas computacionales
- ☐ T1.6 Capacidad de gestión de la información
- ☐ T1.7 Resolución de problemas

COMPETENCIAS PERSONALES (Características requeridas a las diferentes capacidades que hacen que las personas logren una buena interrelación social con los demás):

- ☐ T2.3 Habilidades en las relaciones interpersonales

COMPETENCIAS SISTÉMICAS (Suponen destrezas y habilidades relacionadas con la comprensión de la totalidad de un sistema o conjunto. Requieren una combinación de imaginación, sensibilidad y habilidad que permite ver cómo se relacionan y conjugan las partes en un todo):

- ☐ T3.1 Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica
- ☐ T3.2 Capacidad de aprender
- ☐ T3.3 Adaptación a nuevas situaciones
- ☐ T3.4 Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

Al finalizar la asignatura, el alumno deberá ser capaz de:

- * Entender las ecuaciones de Maxwell en sus formas diferencial e integral.
- * Comprender las condiciones en la frontera para los campos electromagnéticos **E-H**.
- * Comprender el concepto de flujo de la energía electromagnética: Vector de Poynting
- * Entender y manejar el concepto de onda planas electromagnéticas, ondas transversales y las magnitudes relacionadas: impedancia intrínseca η ; velocidad de grupo, velocidad de fase; longitud de onda y frecuencia angular.
- * Comprender el efecto Doppler.
- * Concepto de polarización de una onda plana.
- * Saber el comportamiento de las ondas en medios sin pérdidas y con pequeñas o grandes pérdidas.
- * Conocer y saber aplicar la evolución de las ondas electromagnéticas cuando inciden sobre superficies de discontinuidad.
- * Comprender los conceptos de reflexión y transmisión de ondas.
- * Saber el comportamiento de las ondas polarizadas al incidir sobre superficies de discontinuidad.
- * Significado de la reflexión total y del ángulo de Brewster de no reflexión.
- * Resolución de ejercicios de incidencia de ondas sobre superficies de medios con diferentes parámetros característicos ϵ , μ y σ .
- * Conocer las distintas formas de las líneas de transmisión y de sus parámetros constitutivos.
- * Saber deducir las ecuaciones de las líneas de transmisión.
- * Características de las líneas infinitas.
- * Saber manejar las líneas finitas para deducir la impedancia en su extremo.
- * Comprender las características de las líneas finitas y de las ondas que transmiten así como sus constantes.
- * Manejar el diagrama de Smith para adaptar líneas o calcular admitancias.
- * Saber determinar los modos TM y TE que puede transmitir una línea rectangular dada.
- * Saber usar las guías de onda como filtros de onda.
- * Representar gráficamente diagramas de radiación.

**** Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Ecuaciones de Maxwell. Reflexión y transmisión de O.E. Propagación y generación. Antenas y contaminación electromagnética.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

Capítulo 1. Ecuaciones de Maxwell

Ecuaciones de Maxwell. Corriente de desplazamiento. Ecuaciones de Maxwell en medios materiales. Formulación en Potenciales. Ecuaciones de Onda en medios conductores. Ecuaciones de onda en medios no conductores. Onda Electromagnética. Teorema de Poynting y momento.

Capítulo 2. Reflexión y transmisión de O.E.

El espectro. O.E. en cualquier medio. Polarización. O.E. en el espacio libre. O.E. en medios dieléctricos. O.E. en medios conductores. Reflexión y transmisión en incidencia normal. Reflexión y transmisión en superficie conductora. Reflexión y transmisión en incidencia oblicua. Polarización paralela.

Capítulo 3. Propagación

Líneas de transmisión. Ecuaciones de línea. Características de las líneas. Ecuaciones de la línea de transmisión; Líneas Infinitas. Líneas finitas. Coeficiente de reflexión. Génesis de la carta de Smith. Guías de onda: Modos **TEM**, **TE** y **TM**; Guías Rectangulares. Cavidades.

Capítulo 4. Generación

Potenciales retardados. Potenciales de Liénard-Wiechert. Campos de velocidad y aceleración. Radiación emitida por una carga acelerada. Radiación dipolar: dipolo eléctrico y dipolo magnético.

Capítulo 5. Antenas.

Diagramas de antenas. Directividad. Antenas lineales. Sistemas de antenas. Área efectiva. Sección recta de radar. Transmisión de Friis. Ecuación del Radar.


Capítulo 6. Contaminación

Contaminación electromagnética. Campos electromagnéticos en la vida diaria. Teléfonos móviles y antenas de telefonía móvil. Emisoras de radio y televisión, radares. Torres de alta tensión y transformadores eléctricos. Electrodomésticos, instalación eléctrica en la vivienda. Antenas WiFi. Campo magnético terrestre. Campo eléctrico terrestre.

5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

- 1- Microondas. Medida de la velocidad de la luz.
- 2- Medidas de campos electromagnéticos de baja frecuencia.
- 3- Medidas de campos electromagnéticos. Efectos de apantallamiento.
- 4- Construcción de un detector de ondas electromagnéticas.
- 5- **Visita** a la base de submarinos. Comunicación.
- 6- **Visita** al CUD. Sistemas de comunicación.
- 7- Medida de flujo de energía electromagnética.
- 8- **Visita** al centro de comunicación de S. Javier.

5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)


CSV:	P7eFWAduMYOu8peJ5EnbVNOwa	Fecha:	16/01/2019 13:03:22	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/P7eFWAduMYOu8peJ5EnbVNOwa		Página:	

1. Maxwell.
2. Wave reflection and transmission.
3. Wave Propagation.
4. Wave generation.
5. Antennas
6. Contamination.

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

1. Plantear Necesidad de un término nuevo en la ecuación del rotacional de \mathbf{H} .
2. Solución de Maxwell: corrientes de desplazamiento \mathbf{J}_d .
- 3.- Entender las ecuaciones de Maxwell en sus formas diferencial e integral.
4. Plantear las ecuaciones de Maxwell para medios materiales.
- 5.- Comprender las condiciones en la frontera para los campos electromagnéticos \mathbf{E} - \mathbf{H} .
- 6.-Comprender el concepto de flujo de la energía electromagnética: Vector de Poynting.
7. Entender y manejar el concepto de onda planas electromagnéticas, ondas transversales y las magnitudes relacionadas: impedancia intrínseca η ; velocidad de grupo, velocidad de fase; longitud de onda y frecuencia angular.
- 8.- Concepto de polarización de una onda plana.
- 9.- Saber el comportamiento de las ondas en medios sin pérdidas y con pequeñas o grandes pérdidas.
- 10- Conocer y aplicar la evolución de las ondas electromagnéticas cuando inciden sobre superficies de discontinuidad.
11. Comprender los conceptos de reflexión y transmisión de ondas.
12. Saber el comportamiento de las ondas polarizadas al incidir sobre superficies de discontinuidad.
13. Significado de la reflexión total.
14. Conocer las distintas formas de las líneas de transmisión y de sus parámetros constitutivos.
15. Saber deducir las ecuaciones de las líneas de transmisión.
16. Características de las líneas infinitas.
17. Manejar líneas finitas para reducir la impedancia en su extremo.
18. Comprender las características de las líneas finitas.
19. Manejar el diagrama de Smith para adaptar líneas o calcular admitancias.
20. Comprender la diferencia entre una línea y una guía.
21. Comprender las características de radiación de una antena.
22. Analizar los conceptos de área eficaz de las antenas receptoras.
23. Establecer sistemas de antenas.

6. Metodología docente

CSV:	P7eFWAduMYOu8peJ5EnbVNOwa	Fecha:	16/01/2019 13:03:22	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/P7eFWAduMYOu8peJ5EnbVNOwa		Página:	

6.1. Metodología docente*

Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clases de teoría	Clase expositiva donde se tratan los temas propuestos	<u>Presencial</u> : Atención y participación activa mediante el planteamiento de dudas y cuestiones de interés.	16
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia	30
Clases de problemas	Por grupos estudiarán y expondrán aquellas cuestiones relevantes propuestas por el profesor	<u>Presencial</u> : Participación activa y planteamiento de dudas y ejercicios resueltos por los alumnos.	6
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor	30
Prácticas	Sesiones prácticas en el laboratorio	<u>Presencial</u> : Obligatoria asistencia. Atención a la explicación del profesor y posterior realización de la fase experimental.	10
		<u>No presencial</u> : Elaboración de informes y memoria	6
Tutorías	Resolución de dudas sobre teoría, Ejercicios y sesiones practicas del laboratorio	<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías	6
		<u>No presencial</u> :	
Actividades de evaluación	Defensa de memoria	<u>Presencial</u> : Defensa de la memoria realizada durante el curso	1
		<u>No presencial</u> :	10
Visitas	Conocimiento práctico y utilización de la tecnología presentada	<u>Presencial</u> : Asistencia a los distintos centros concertados	6
		<u>No presencial</u> : Elaboración de memoria	14
		<u>Presencial</u> :	
		<u>No presencial</u> :	
		<u>Presencial</u> :	
		<u>No presencial</u> :	
		<u>Presencial</u> :	
		<u>No presencial</u> :	
			135

6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1) (opcional)

		Resultados del aprendizaje (4.5)									
Actividades formativas (6.1)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS	X		Se evaluará especialmente el aprendizaje individual por parte del alumno dentro del grupo de trabajo, de los contenidos específicos disciplinares abordados.	30%	
PRÁCTICAS DE LABORATORIO	X		El grupo presenta la memoria de las prácticas realizadas. Es obligatoria la asistencia a dichas prácticas para que la evaluación sea positiva	30 %	
MEMORIA DE VISITAS	X		El grupo desarrolla una memoria de las distintas visitas realizadas	20%	
DEFENSA DE LA MEMORIA GENERAL	x		El grupo, durante 20 minutos debe defender la exposición de la memoria general del curso ante el comité evaluador	20%	

7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

Tutorías, pagina web.

8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

- http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cqisirsi/x/0/0/57/28/1624/X?user_id=WEBSEVER

- - *Introduction to electrodynamics* . David J. Griffiths
- *Electromagnetics*. Kraus Fleisch
- *Fundamentos de Electrodinámica*. N.N. Fiódorov.
- *Teoría Electromagnética*. M. Zahn
- *Campos y Ondas electromagnéticos*. Lorrain Corson.
- *Lecciones de Electromagnetismo*. J.D. Catalá.
- *Electromagnetismo práctico*. Ed Tebar-Flores

8.2. Bibliografía complementaria*

- *Classical Electrodynamics*. Jackson.
- *Electromagnetic Engineering*. Roger F. Harrington
- *Campos Clásicos*. Galtsov, Grats, Zhukovski
- *Electrostática*. J.D. Catalá. Ed. Tebar-Flores

8.3. Recursos en red y otros recursos

www.jdcatala.es

OCW