

# ELECTROMAGNETISMO II

Curso 2014/2015

(Código: 61042076)

## 1. PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

Curso: Segundo Semestre: Segundo Tipo: Obligatoria

Créditos totales: 6 ECTS(180 h.):

- Teóricos: 4(120 h.)
- Prácticos 2 (60 h.)

La asignatura Electromagnetismo II se ocupa de los conceptos y fenómenos físicos fundamentales de la teoría electromagnética, incidiendo también en algunas de las aplicaciones más extendidas en el mundo tecnológico, como son la transmisión de energía y de información. Abarca el estudio de los campos dependientes del tiempo y de las ecuaciones que rigen su comportamiento, ecuaciones que luego se especializan y aplican a diversas situaciones de relevancia tecnológica, como son la respuesta de los materiales a campos magnéticos estacionarios, la propagación libre y guiada de las ondas electromagnéticas, y la radiación y sus fuentes más sencillas, las antenas elementales. Electromagnetismo II integra y amplía el conocimiento que sobre el Electromagnetismo ha adquirido el alumno en las asignaturas de Fundamentos de Física II y Electromagnetismo I.

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS

Dentro del Grado de Física, Electromagnetismo II forma parte de la materia principal *Electromagnetismo y Óptica*, constituida por seis asignaturas obligatorias y una optativa. Situada en el segundo semestre del segundo curso y de carácter obligatorio, Electromagnetismo II, junto con Electromagnetismo I, completa la teoría clásica del Electromagnetismo, proporcionando un modelo compacto con el que abordar realidades complejas, como son el campo electromagnético con sus consecuencias y efectos sobre los cuerpos, a la vez que prepara al estudiante para abordar temas más avanzados de Electrodinámica clásica y relativista, y de óptica electromagnética.

## 3. REQUISITOS PREVIOS REQUERIDOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Para abordar la asignatura con garantía de éxito se precisan conocimientos básicos de matemáticas y de física, adquiridos en asignaturas previas. El estudiante debe conocer el cálculo vectorial, los diversos sistemas de coordenadas, las funciones elementales, nociones de geometría, los números complejos y las ecuaciones diferenciales ordinarias (lineales, de primer orden y de coeficientes constantes) y las ecuaciones en derivadas parciales. También es conveniente que posea unas nociones básicas de transformadas integrales (Laplace y Fourier).

Por otro lado, es muy recomendable que el alumno haya cursado la asignatura de Fundamentos de Física II. Se desaconseja por completo que el estudiante se matricule en esta asignatura si no ha cursado, o se encuentra cursando, la asignatura de Electromagnetismo I.

## 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE



---

El estudio de esta asignatura proporcionará a los estudiantes los conocimientos suficientes para entender los problemas físicos relacionados con el campo y las ondas electromagnéticas, y la capacidad de presentar una descripción matemática formal apropiada de los mismos.

Entre las capacidades y destrezas generales que adquirirá el alumno podemos citar:

- Conocimiento del campo electromagnético y las consecuencias que se derivan de las ecuaciones que rigen su comportamiento.
- Comprensión y manejo de la terminología propia del electromagnetismo
- Capacidad de manejar con soltura las ecuaciones de Maxwell dependientes del tiempo en su forma diferencial e integral, tanto en el vacío como en medios materiales.
- Conocimiento del significado físico y los principios que se derivan de la consideración de las ondas electromagnéticas.
- Conocimiento de las relaciones del Electromagnetismo con otras ramas de la Física, en el contexto macroscópico y microscópico.
- Capacidad de aplicar los conocimientos teóricos a la resolución de problemas prácticos.

Otras capacidades y destrezas más específicas son:

- Conocimiento de la inducción electromagnética.
- Comprensión de la idea de inducción mutua y autoinductancia.
- Conocimiento de los potenciales electromagnéticos, su utilidad y aplicaciones.
- Conocimiento del principio de conservación de la energía electromagnética.
- Capacidad de realizar un balance energético en el campo electromagnético a partir del principio de conservación de la energía.
- Comprensión del principio de conservación del momento electromagnético.
- Comprensión del comportamiento frente a campos magnéticos de los medios materiales.
- Capacidad de aplicar las corrientes de imanación a la determinación del campo magnético en medios materiales.
- Conocimiento de la susceptibilidad y permeabilidad magnética y los diversos valores que muestran en cada tipo de material.
- Conocimiento de la histéresis magnética de los materiales ferromagnéticos.
- Conocimiento del concepto de onda plana y su utilidad para el estudio de la propagación electromagnética.
- Conocimiento de los fundamentos de la propagación electromagnética libre en medios con y sin pérdidas.
- Conocimiento y análisis de los diferentes tipos de polarización de las ondas planas.
- Comprensión y capacidad de análisis de la propagación electromagnética guiada.
- Capacidad de análisis de los modos de propagación en las guías de onda rectangulares y en cavidades resonantes.
- Conocimiento de los principios fundamentales de la emisión de la radiación electromagnética.
- Capacidad de análisis de un sistema radiante elemental.

## 5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

### TEMA 1. Inducción electromagnética

Introducción. Ley de Faraday en forma integral. Ley de Lenz. Fuerza electromotriz en circuitos estacionarios. Fuerza electromotriz por movimiento, en campo B estático y en campo variable con el tiempo. Corrientes de Foucault. Inducción mutua y Autoinducción. Incompatibilidad de la ley de Ampère. Corriente de desplazamiento. Ley de Ampère- Maxwell.

### TEMA 2. Ecuaciones de Maxwell. Campo electromagnético

Principio de conservación de la carga. Ecuaciones fundamentales del electromagnetismo. Ecuaciones de Maxwell en forma



diferencial. Ecuaciones de Maxwell en medios materiales. Condiciones de frontera para los campos. Potenciales electromagnéticos. Energía del campo electromagnético. Principio de conservación de la energía: Teorema de Poynting. Principio de conservación del momento.

### TEMA 3. Campos magnéticos en medios materiales

Aspectos microscópicos. Momento dipolar magnético. Vector magnetización. Corrientes de imanación. Leyes constitutivas. Clasificación de los medios magnéticos. Histéresis magnética de los materiales ferromagnéticos. Condiciones magnéticas de frontera. Circuitos magnéticos. Reluctancia

### TEMA 4. Ondas electromagnéticas. Propagación libre

Campos con dependencia temporal arbitraria. Régimen senoidal permanente. Campos instantáneos. Ecuaciones de Maxwell en régimen senoidal permanente. Propagación de ondas planas en un medio sin pérdidas: Ecuación de Helmholtz. Ondas planas uniformes: Parámetros característicos. Campo eléctrico. Campo magnético. Relaciones entre el campo eléctrico y magnético. Impedancia intrínseca. Polarización de ondas planas. Propagación de ondas planas electromagnéticas en medios dieléctricos y conductores con pérdidas. Profundidad de penetración. Energía electromagnética. Vector de Poynting y potencia transmitida. Reflexión y transmisión de ondas, incidencia normal. Reflexión y transmisión de ondas, incidencia oblicua

### TEMA 5. Ondas electromagnéticas guiadas

Incidencia de ondas electromagnéticas sobre conductores. Condiciones de contorno para incidencia normal. Ondas guiadas entre planos paralelos perfectamente conductores. Ondas eléctricas transversales, TE. Ondas magnéticas transversales, TM. Características de las ondas TE y TM. Frecuencia de corte. Modo dominante. Variedades de guía de ondas. Relaciones generales para E y H. Modos TM y TE en una guía rectangular. Cavidades resonantes. Factor Q.

### TEMA 6. Radiación electromagnética

Emisión de radiación electromagnética. Fuentes de radiación. Ecuación de onda para los potenciales dinámicos. Potencial retardado. Ecuación de los potenciales en régimen sinusoidal permanente. Dipolo hertziano. Potencial vector. Campos E y H. Zonas de radiación. Campos radiados en la zona lejana. Potencia radiada en campo lejano. Parámetros característicos de un elemento radiante lineal. Diagrama de radiación. Intensidad radiación. Ganancia directiva. Directividad. Ganancia de potencia. Resistencia de radiación. Radiación de una antena lineal tipo dipolo de media onda. Dipolo de longitud arbitraria.

## 6.EQUIPO DOCENTE

- [MARIA DEL MAR MONTOYA LI ROLA](#)
- [MANUEL PANCORBO CASTRO](#)

## 7.METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

La docencia se imparte con la metodología de la enseñanza a distancia, utilizando todas las herramientas disponibles que facilitan la comunicación entre alumnos y docentes: Curso virtual, correo electrónico y postal, así como teléfono y reuniones presenciales en los horarios establecidos para esas actividades.

Pero el factor fundamental del aprendizaje eficaz reside en el trabajo autónomo y sistemático del alumno. A este fin, además de contar con la bibliografía básica, seleccionada de acuerdo con el contenido del programa de la asignatura y complementada en algunas secciones con una agenda elaborada por el equipo docente, se pondrá a disposición de los alumnos, en el curso virtual, una guía de estudio.

También en el curso virtual, el alumno dispondrá de ejercicios de autoevaluación y de problemas resueltos que clarifiquen y/ o amplíen el contenido del texto base.

Asimismo, a través de las herramientas de comunicación del curso virtual, los alumnos también pueden discutir e intercambiar conocimientos, resolver dudas conceptuales con la ayuda del tutor y del equipo docente, o consultar de manera privada cuestiones particulares relativas al curso.



Por lo que se refiere a la división temporal de las actividades del alumno en la asignatura, en el curso virtual se establece un calendario con una estimación del tiempo que debe dedicar a cada tema.

## 8.EVALUACIÓN

Se realizará a través de la valoración de la prueba presencial obligatoria y de dos pruebas de evaluación continua voluntarias. La calificación final se obtendrá a partir de los siguientes elementos:

- Prueba presencial (PP), se realizará de acuerdo con el sistema general de Pruebas Presenciales de la UNED. La prueba es obligatoria, tiene una duración de dos horas y consta de varias cuestiones y problemas teórico/prácticos relativos a todos los temas del programa. La calificación máxima de la prueba será de 10 puntos
- Dos pruebas de evaluación continua (PEC), voluntarias, que se realizarán a través de la plataforma del curso virtual. Consistirán en un conjunto de problemas teórico/prácticos y cuestiones. Para su realización el alumno podrá disponer de todo el material que considere oportuno y dispondrá de 72 horas. La descarga de los enunciados y la presentación de la solución se realizará usando la plataforma del curso virtual. En el curso virtual se notificará tanto la fecha de comienzo de la actividad como la de su entrega. Estas pruebas serán calificadas por el profesor tutor del alumno, de cero a 10 puntos cada una.

La Calificación final se obtendrá de forma distinta dependiendo de que el estudiante haya realizado o no alguna de las pruebas de evaluación continua, de acuerdo con el siguiente esquema:

- Si NO se han realizado pruebas de evaluación continua, la calificación final será directamente la obtenida en la prueba presencial obligatoria. Para superar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 5 puntos en dicha prueba.
- En caso de que SÍ se hayan realizado pruebas de evaluación continua, la calificación final se obtendrá de la siguiente manera:
  - La calificación de la prueba presencial obligatoria constituirá un 80% de la calificación final.
  - La calificación media obtenida en las pruebas de evaluación continua constituirá el 20 % de la calificación final.
  - Para superar la asignatura será necesario obtener una suma total, igual o superior a 5 puntos, obteniendo un mínimo de 4 puntos en la prueba presencial obligatoria.

## 9.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9789702610557  
Título: APLICACIONES EN ELECTROMAGNETISMO (5º)  
Autor/es: F.T. Ulaby ;  
Editorial: PEARSON EDUCACIÓN

Buscarlo en Editorial UNED

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Comentarios y anexos:

El libro contiene un CD con 45 ejercicios completamente resueltos. En la guía del curso se detallarán qué epígrafes cubren cada tema de la asignatura y, también, qué apartados del programa se completarán con el material de la Adenda del equipo docente.



## 10.BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9780138053260  
Título: INTRODUCTION TO ELECTRODYNAMICS (3)  
Autor/es: Griffiths, David ;  
Editorial: : PRENTICE HALL

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780201128192  
Título: FIELD AND WAVE ELECTROMAGNETICS (2)  
Autor/es: Cheng, David K. ;  
Editorial: ADDISON WESLEY PUBLISHING COMPANY

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9788436246803  
Título: ELECTROMAGNETISMO (1ª)  
Autor/es: López Rodríguez, Victoriano ;  
Editorial: UNED

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9788480045827  
Título: PROBLEMAS RESUELTOS DE ELECTROMAGNETISMO (2ª)  
Autor/es: López Rodríguez, Victoriano ;  
Editorial: CERA

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación



#### Comentarios y anexos:

Tanto el libro de Cheng como el de Griffiths están en inglés. El contenido del primero engloba todos los temas de la asignatura.

Los libros de López Rodríguez, en castellano, cubren una parte notable del programa.

## 11.RECURSOS DE APOYO

Los recursos de apoyo al estudio se encontrarán en el curso virtual de la asignatura y han sido detallados anteriormente en el apartado de metodología.

## 12.TUTORIZACIÓN

Las labores de tutorización y seguimiento se realizarán principalmente a través de las herramientas de comunicación del Curso virtual (Correo electrónico y Foros de debate). No obstante, siempre que lo deseen y en el horario previsto a tales fines, los estudiantes podrán ponerse en contacto con los profesores de la asignatura por medio del teléfono, o mediante visita personal. Asimismo, pueden utilizar el correo postal o el Fax.

*Dra. María del Mar Montoya Lirola*

- e-mail: mmontoya@ccia.uned.es
- Fax: de la Facultad de Ciencias: (91) 398 66 97
- Horario: Martes, de 11h a 13h y de 16h a 18h
- Despacho: 217 (Facultad de Ciencias, 2ª planta. C/Senda del Rey nº. 9, Madrid 28040)

