

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Electromagnetismo

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Primer semestre

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Electromagnetismo
<b>Titulación</b>	06IE - Grado en Ingeniería de la Energía
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía
<b>Semestre/s de impartición</b>	Tercer semestre
<b>Módulos</b>	Comun
<b>Materias</b>	Obligatorias
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Código UPM</b>	65004012
<b>Nombre en inglés</b>	Electromagnetism

## Datos Generales

---

<b>Créditos</b>	6	<b>Curso</b>	2
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Grado en Ingeniería de la Energía no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Ingeniería de la Energía no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

Calculo I

Calculo II

Física II

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

Dominio de operaciones en campos escalares y vectoriales

## Competencias

---

CE15 - Comprender las leyes del electromagnetismo.

CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería de la Energía.

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinares.

CG4 - Comprender el impacto de la ingeniería energética en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable.

## Resultados de Aprendizaje

---

RA351 - Comprender los fundamentos físicos de la electricidad y del magnetismo y su unificación como electromagnetismo.

RA358 - Conocer los principios y consecuencias básicos de la relatividad restringida

RA352 - Plantear y resolver problemas de electrostática y circuitos de corriente continua

RA55 - Comprender las leyes del electromagnetismo como base de las máquinas e instalaciones eléctricas.

RA53 - Conocer los principios físicos de la teoría electromagnética y su aplicación a la resolución de problemas reales en ingeniería.

RA56 - Adquirir técnicas para plantear, analizar y resolver problemas de electromagnetismo.

RA57 - Aplicar técnicas experimentales relacionadas.

RA58 - Medir y analizar datos experimentales.

RA330 - Formular y comprender los modelos matemáticos que expresan las leyes del electromagnetismo

RA353 - Comprender y analizar campos magnéticos a partir de corrientes estacionarias

RA354 - Analizar el campo magnético en la materia

RA357 - Comprender y analizar los principios que rigen la propagación de ondas electromagnéticas

RA355 - Comprender los fenómenos de inducción electromagnética

RA356 - Aplicar las leyes de la corriente alterna para la resolución de circuitos

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Varade Fernandez, Andres	403	andres.varade@upm.es	
Bayon Rojo, Ana Isabel ( <b>Coordinador/a</b> )	402	anaisabel.bayon@upm.es	
Salazar Bloise, Felix Jose	401	felixjose.salazar@upm.es	
Villarraig Aroca, Pedro	407	pedro.vilar@upm.es	
Porras Borrego, Miguel Angel	408	miguelangel.porras@upm.es	

**Nota.-** Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## Descripción de la Asignatura

---

En Física se comienza por establecer unas leyes generales que nos permitan entender y describir el movimiento de los cuerpos. Conseguido esto, un segundo paso consiste en describir la causa o causas que dan lugar a los movimientos, a las que denominamos **interacciones**. El electromagnetismo es debido a la denominada interacción **electromagnética**, con origen en una propiedad asociada a la materia que denominamos "carga eléctrica". Posiblemente sea esta interacción, debido a su acción entre átomos y moléculas, unidades básicas en la composición de la materia, la más importante de las que por el momento son consideradas como responsables de los distintos fenómenos físicos. **Al estudio de esta interacción se dedica esta asignatura**. Se parte de las ecuaciones de Maxwell que describen por completo, junto con la fuerza de Lorentz, los fenómenos electromagnéticos. Primero se estudian los campos eléctricos y magnéticos en condiciones estacionarias, tanto en el vacío como en medios materiales. El programa continúa con el estudio de los fenómenos de inducción electromagnética y corrientes variables. Finalmente, se presenta una introducción a la propagación de ondas electromagnéticas y a los principios de la relatividad restringida.

## Temario

---

1. Ecuaciones de Maxwell
  - 1.1. Planteamiento del problema
  - 1.2. La interacción electromagnética
  - 1.3. Las ecuaciones de Maxwell
2. Electrostática y corriente eléctrica
  - 2.1. Carga y campo eléctricos
  - 2.2. Conductores
  - 2.3. Dieléctricos
  - 2.4. Condensadores. Energía
  - 2.5. Corriente continua
  - 2.6. Circuitos de corriente continua

3. Magnetostática y magnetismo de la materia
  - 3.1. El campo magnético
  - 3.2. La fuerza de Lorentz
  - 3.3. Campo magnético estacionario
  - 3.4. La ley de Ampère
  - 3.5. Los potenciales magnéticos
  - 3.6. La ley de Biot y Savart
  - 3.7. Fuerza sobre una corriente
  - 3.8. El magnetismo de la materia
  - 3.9. Corrientes de magnetización
  - 3.10. Campo magnético H
  - 3.11. Tipos de magnetismo. Susceptibilidad y permeabilidad magnéticas
  - 3.12. Ferromagnetismo. Aplicaciones
4. Inducción electromagnética
  - 4.1. Fuerza electromotriz inducida
  - 4.2. Inducción electromagnética debida al movimiento
  - 4.3. Ley de Inducción de Faraday
  - 4.4. Autoinducción
  - 4.5. Inducción mutua
  - 4.6. Energía magnética
  - 4.7. Aplicaciones
5. Corrientes variables; corriente alterna
  - 5.1. Corrientes lentamente variables en elementos lineales
  - 5.2. Voltaje entre terminales de elementos básicos
  - 5.3. Régimen transitorio y permanente
  - 5.4. Corriente alterna en régimen permanente
6. Propagación de ondas electromagnéticas
  - 6.1. La ecuación de ondas para los campos eléctrico y magnético
  - 6.2. Energía de una onda electromagnética
  - 6.3. Intensidad de una onda electromagnética
7. Relatividad restringida
  - 7.1. Origen de la relatividad
  - 7.2. Postulados de Einstein
  - 7.3. Transformaciones de Lorentz y consecuencias
  - 7.4. Dinámica relativista

## Cronograma

**Horas totales:** 60 horas

**Horas presenciales:** 60 horas (38.5%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<p><b>T1. Ecuaciones de Maxwell</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>T2. Electrostática y corriente eléctrica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 2	<p><b>T2. Electrostática y corriente eléctrica</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 3	<p><b>T2. Electrostática y corriente eléctrica</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 4	<p><b>T2. Electrostática y corriente eléctrica</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>T3. Magnetostática y magnetismo de la materia</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 5	<p><b>T3. Magnetostática y magnetismo de la materia</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 6	<p><b>T3. Magnetostática y magnetismo de la materia</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Prueba de seguimiento (T1 y T2)</b> Duración: 01:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 7	<p><b>T3. Magnetostática y magnetismo de la materia</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 8	<p><b>T3. Magnetostática y magnetismo de la materia</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

Semana 9	<p><b>T3. Magnetostática y magnetismo de la materia</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>T4. Inducción electromagnética</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 10	<p><b>T4. Inducción electromagnética</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 11	<p><b>T4. Inducción electromagnética</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>T5. Corrientes variables y corriente alterna</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Prueba de seguimiento (T3)</b> Duración: 01:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 12	<p><b>T5. Corrientes variables y corriente alterna</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 13	<p><b>T5. Corrientes variables y corriente alterna</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>T6. Propagación de ondas electromagnéticas</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 14	<p><b>T7. Relatividad restringida</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Prueba de seguimiento (T4 y T5)</b> Duración: 01:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 15		<p><b>Prácticas de Laboratorio (la semana de realización de las prácticas dependerá de los grupos de laboratorio)</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
Semana 16				<p><b>Evaluación del trabajo realizado en Laboratorio</b> Duración: 00:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua y sólo prueba final Actividad presencial</p>



Semana 17				<p><b>Prueba global de evaluación (Examen final de la evaluación continua)</b> Duración: 00:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p> <p><b>Examen final, solo Evaluación Final</b> Duración: 03:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Actividad presencial</p>
-----------	--	--	--	---

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	Prueba de seguimiento (T1 y T2)	01:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	12.8%		
11	Prueba de seguimiento (T3)	01:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	15.2%		
14	Prueba de seguimiento (T4 y T5)	01:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	12%		
16	Evaluación del trabajo realizado en Laboratorio	00:00	Evaluación continua y sólo prueba final	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	10%		
17	Prueba global de evaluación (Examen final de la evaluación continua)	00:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	50%		CE15, CG1, CG3, CG4
17	Examen final, solo Evaluación Final	03:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	90%		CE15, CG1, CG3, CG4

## Criterios de Evaluación

### 1) CONVOCATORIA ORDINARIA

Para la convocatoria ordinaria, el alumno debe elegir entre evaluación continua o examen final. El sistema de evaluación continua se aplica con carácter general a todos los estudiantes. El alumno que desee seguir el sistema de evaluación mediante sólo prueba final deberá comunicarlo por escrito al responsable de la asignatura en el plazo improrrogable de dos semanas desde el comienzo de la misma. Esta elección de evaluación mediante prueba única, no eximirá al alumno de la realización en tiempo, lugar y modo programado de las prácticas de laboratorio, que serán coincidentes con las de los alumnos que se sometan a evaluación continua.

#### a) EVALUACIÓN CONTINUA

La evaluación continua consta de tres partes (LAB, AULA, GLOBAL), cada una de las cuáles será calificada de 0 a 10 puntos:

1) LAB: Realización de las prácticas de laboratorio y elaboración del informe de prácticas. Si LAB es mayor o igual a 5, se considerará superada esta parte y liberada para posteriores convocatorias.

2) AULA: Realización de cuestiones y ejercicios en las pruebas de seguimiento correspondientes a los bloques temáticos. Pueden incluirse calificaciones obtenidas mediante ejercicios de evaluación realizados a lo largo de las clases regladas. La calificación "AULA" corresponderá al resultado conjunto de las actividades anteriormente mencionadas. Se podrá exigir un mínimo de asistencia a las clases y de resolución y entrega de ejercicios propuestos en el bloque de evaluación continua.

3) GLOBAL (examen final de la evaluación continua): Realización de un ejercicio teórico-práctico de la globalidad de la asignatura, con resolución razonada y correcta de las cuestiones que se propongan.

La nota final se calculará del siguiente modo:

$$\text{Nota final} = 0,10 \cdot \text{LAB} + 0,40 \cdot \text{AULA} + 0,5 \cdot \text{GLOBAL}$$

Para poder presentarse al ejercicio teórico-práctico final y obtener la calificación GLOBAL es requisito imprescindible la asistencia a las prácticas de laboratorio en los días y horas que se asignen. De incumplirse este requisito "Nota final" será "No

presentado".

Para superar la asignatura, "Nota final" deberá ser igual o superior a 5.

#### **b) EVALUACIÓN MEDIANTE SÓLO PRUEBA FINAL**

La evaluación mediante sólo prueba final consistirá de dos partes, cada una de las cuáles será calificada de 0 a 10 puntos.

- 1) EXAMEN: Realización de un ejercicio teórico-práctico del conjunto de la asignatura.
- 2) LAB: Realización de las prácticas de laboratorio y elaboración del informe de prácticas. Si LAB es mayor o igual a 5, se considerará superada esta parte y liberada para posteriores convocatorias.

La calificación final de la asignatura será:

$$\text{Nota final} = 0,10 \cdot \text{LAB} + 0,90 \cdot \text{EXAMEN}$$

Para poder presentarse al ejercicio teórico-práctico final y obtener la calificación EXAMEN es requisito imprescindible la asistencia durante el curso a las prácticas de laboratorio en los días y horas que se asignen. De no cumplirse este requisito "Nota final" será "No presentado".

Para superar la asignatura, "Nota final" deberá ser igual o superior a 5.

#### **2) CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA**

Todos los alumnos que no hayan aprobado en la convocatoria ordinaria podrán presentarse a la convocatoria extraordinaria.

La evaluación consistirá en un ejercicio teórico-práctico (EXAMEN). La calificación final de la asignatura será:

$$\text{Nota final} = 0,9 \cdot \text{EXAMEN} + 0,1 \cdot \text{LAB}$$

siendo LAB la calificación de laboratorio obtenida durante el curso. Los alumnos que hubieran incumplido los requisitos imprescindibles referidos al laboratorio, deberán realizar un examen de prácticas de laboratorio para obtener la calificación LAB.

Para superar la asignatura, "Nota final" deberá ser igual o superior a 5.

## Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
Sears-Zemansky-Young-Freedman, Física (Vol. 2). Pearson (2004)	Bibliografía	
The Feynmann lectures on Physics (Vol. 2) Fondo Educativo Interamericano (1972)	Bibliografía	
Tipler, Physics (Vol. 2) Freeman Worth (1999)	Bibliografía	
Cheng, Fundamentos de Electromagnetismo para ingeniería. Addison-Wesley Iberoamericana (1997)	Bibliografía	
Reitz-Milford- Christy, Fundamentos de la teoría electromagnética. Addison-Wesley Iberoamericana (1996)	Bibliografía	
Páginas web de interés didáctico	Recursos web	
Plataforma Moodle: asignatura electromagnetismo	Recursos web	
Laboratorio de Física	Equipamiento	
Gascón, Bayón, Medina, Porras y Salazar, Electricidad y Magnetismo. Pearson - Prentice Hall (2004)	Bibliografía	

## Otra Información

### DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACTIVIDADES EVALUABLES y DE LOS CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- Prácticas de laboratorio: calidad de las medidas y de la presentación, análisis de resultados, y participación del alumno.
- Pruebas de seguimiento/Ejercicios de evaluación (Aula): calidad del trabajo realizado y resoluciones correctas.
- Prueba global (evaluación continua): calidad del trabajo realizado, resoluciones correctas y bien razonadas.
- Examen final: cuestiones teórico-prácticas bien contestadas y razonadas y problemas resueltos adecuadamente.