



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre Completo	Campos Electromagnéticos
Código	DIE-GITI-221
Título	<a href="#">Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales</a>
Impartido en	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales [Segundo Curso]
Nivel	Reglada Grado Europeo
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	6,0
Carácter	Obligatoria (Grado)
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Responsable	FIDEL FERNANDEZ BERNAL

Datos del profesorado	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Francisco Javier Herraiz Martínez
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Despacho	Alberto Aguilera 25
Correo electrónico	fjherraiz@icai.comillas.edu
Teléfono	2423
<b>Profesor</b>	
Nombre	Constantino Malagón Luque
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	cmalagon@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Danilo Magistrali
Departamento / Área	Departamento de Matemática Aplicada
Correo electrónico	dmagistrali@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Efraim Centeno Hernández
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Despacho	Santa Cruz de Marcenado 26 [D-601]
Correo electrónico	Efraim.Centeno@iit.comillas.edu



<b>Teléfono</b>	6279
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Fidel Fernández Bernal
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Eléctrica
<b>Despacho</b>	Alberto Aguilera 25
<b>Correo electrónico</b>	fidelf@icai.comillas.edu
<b>Teléfono</b>	2385
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	José Luis Rodríguez Marrero
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
<b>Despacho</b>	Alberto Aguilera 25 [D-305]
<b>Correo electrónico</b>	marrero@icai.comillas.edu
<b>Teléfono</b>	2419

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### Contextualización de la asignatura

#### Aportación al perfil profesional de la titulación

El electromagnetismo es una de las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza (fuerte, electromagnética, débil y gravitacional, por orden decreciente de intensidad). El conocimiento de los fundamentos de la teoría electromagnética es importante para entender gran parte de los fenómenos físicos que tienen lugar a nuestro alrededor, así como un sinnúmero de aplicaciones en ingeniería

Este es un curso de electromagnetismo de nivel intermedio en el que

- Se repasa en profundidad los fundamentos de electrostática y magnetostática en el vacío y en medios materiales.
- Se utilizan técnicas matemáticas potentes para resolver problemas en este y otros campos.
- Se estudian los fundamentos de electrodinámica y sus consecuencias.
- Se analizan diversas aplicaciones industriales del electromagnetismo.

### Competencias - Objetivos

#### Competencias

##### GENERALES

<b>CG03</b>	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.
	Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento



<b>CG04</b>	crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.
-------------	---

### ESPECÍFICAS

<b>CFB02</b>	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.
<b>CRI04</b>	Conocimiento y utilización de los principios de teoría de circuitos y máquinas eléctricas.

### Resultados de Aprendizaje

<b>RA1</b>	Comprender cualitativamente la naturaleza de los campos eléctricos y magnéticos en el vacío y en la materia. Efectos sobre la materia y caracterización de dichos materiales
<b>RA2</b>	Modelar de forma sencilla sistemas complejos para el cálculo aproximado de campos y potenciales utilizando las leyes básicas del electromagnetismo
<b>RA3</b>	Utilizar los operadores vectoriales para su uso en el ámbito de los campos.
<b>RA4</b>	Comprender de forma básica las ondas electromagnéticas y sus aplicaciones
<b>RA5</b>	Calcular capacidades e inductancias en sistemas sencillos. Usar herramientas informáticas para el cálculo en sistemas complejos.

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### Tema 1: Electrostática. Cargas y campos

- 1.1. Ley de Coulomb
- 1.2. Campo eléctrico: concepto y representación vectorial
- 1.3. Ley de Gauss y aplicación al cálculo del campo eléctrico en simetrías plana, esférica y cilíndrica
- 1.4. Energía electrostática
- 1.5. Fuerza sobre una capa de carga

#### Tema 2: Potencial eléctrico. Operadores vectoriales.



- 2.1. Superficies equipotenciales y operador gradiente
- 2.2. Definición de potencial eléctrico
- 2.3. Divergencia y ley de Gauss diferencial
- 2.4. Ecuación de Poisson y Laplaciana.
- 2.5. Rotacional y teorema de Stokes

### **Tema 3: Conductores.**

- 3.1. Características generales de los conductores
- 3.2. Teorema de unicidad de soluciones
- 3.3. Efecto pantalla
- 3.4. Método de las imágenes.
- 3.5. Metalizado de equipotenciales
- 3.6. Solución analítica de la ecuación de Laplace
- 3.7. Capacidad de conductores y condensadores
- 3.8. Energía almacenada en un condensador
- 3.9. Fuerzas sobre conductores y método de los trabajos virtuales para el cálculo de fuerzas
- 3.10. Cálculo del campo por métodos numéricos: método de relajación

### **Tema 4: Campo eléctrico en medios materiales**

- 4.1. Polarización dieléctrica. Campos internos y externos
- 4.2. Condensadores con material dieléctrico
- 4.3. Momento dipolar eléctrico: campo de un dipolo, pares y fuerzas en un dipolo
- 4.4. Materiales polarizados y tipo de polarización
- 4.5. Vector desplazamiento eléctrico y aplicaciones
- 4.6. Aplicaciones industriales de la electrostática

### **Tema 5: Corriente eléctrica**

- 5.1. Ley de Ohm
- 5.2. Densidad de corriente



- 5.3. Ley de Ohm vectorial
- 5.4. Cálculo general de resistencias
- 5.5. Ecuación de conservación de la carga y de continuidad
- 5.6. Ley de Joule
- 5.7. Teorías de la conducción eléctrica: teoría cinética y ondulatoria
- 5.8. Aplicaciones industriales

### **Tema 6: Campo magnético en el vacío**

- 6.1. Definición del campo magnético
- 6.2. Campo y fuerzas producido por un hilo de corriente
- 6.3. Ley de Ampère
- 6.4. Láminas de corriente
- 6.5. Propiedades del campo magnético y teorema de unicidad
- 6.8. Ley de Biot-Savart diferencial
- 6.9. Vector potencial magnético

### **Tema 7: Inducción electromagnética**

- 7.1. Ley de Faraday integral y diferencial
- 7.2. Fuerza magnética y tensión inducida
- 7.3. Autoinducción e inducción mutua
- 7.4. Aplicaciones industriales.

### **Tema 8: Campos electromagnéticos en la materia**

- 8.1. Analogías entre magnetización y polarización
- 8.2. Momento dipolar magnético: campo de un dipolo, pares y fuerzas sobre un dipolo
- 8.3. Vector H intensidad de campo magnético y ley de Ampère
- 8.4. Materiales magnéticos. Curva B-H y ciclo de histéresis.
- 8.5. Corrientes de Foucault



- 8.6. Circuitos magnéticos
- 8.7. Aplicaciones industriales de la magnetostática. Análisis electromecánico de sistemas magnéticos con entrehierro. Fuerza en sistemas con movimiento lineal. Par en sistemas con movimiento giratorio. Conductores embebidos en materiales magnéticos
- 8.8. Métodos numéricos para la solución de problemas magnetostáticos complejos

### **Tema 9: Ecuaciones de Maxwell y ondas electromagnéticas**

- 9.1. Ley de Ampère – Maxwell
- 9.2. Ecuaciones de Maxwell
- 9.3. Ecuación de ondas
- 9.4. Propiedades de las ondas electromagnéticas
- 9.5. Energía de una onda electromagnética y vector de Poynting.
- 9.6. Aplicaciones industriales.

## **METODOLOGÍA DOCENTE**

### **Aspectos metodológicos generales de la asignatura**

#### **Metodología Presencial: Actividades**

1. **Clase Magistral.** El profesor introduce los conceptos o aplicaciones básicas.
2. **Problemas de clase.** Los alumnos, individualmente o en grupo, intentan hacer el problema asignado que trata los conceptos explicados por el profesor. Por último, el profesor discute su solución.

#### **Metodología No presencial: Actividades**

1. **Estudio del material presentado en clase.** Actividad realizada individualmente por el estudiante repasando y completando lo visto en clase.

## **RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO**

<b>HORAS PRESENCIALES</b>	
Clase magistral y presentaciones generales	Resolución en clase de problemas prácticos
40,00	20,00
<b>HORAS NO PRESENCIALES</b>	
Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos por	Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos por



parte del alumno	parte del alumno
50,00	70,00
<b>CRÉDITOS ECTS: 6,0 (180,00 horas)</b>	

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
<p><b>Pruebas tipo problema</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba de seguimiento,</li> <li>• Examen intersemestral.</li> <li>• Examen final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión de conceptos.</li> <li>• Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li> <li>• Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li> <li>• Presentación y comunicación escrita</li> </ul>	60 %
<p><b>Pruebas tipo abierto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba de seguimiento,</li> <li>• Examen intersemestral.</li> <li>• Examen final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión de conceptos.</li> <li>• Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li> <li>• Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li> <li>• Presentación y comunicación escrita</li> </ul>	40 %

### Calificaciones

#### Convocatoria Ordinaria

- 40% nota evaluación continua (5% participación en clase + 10% de prueba de seguimiento + 25% nota de examen intersemestral)
- 60% nota del examen convocatoria ordinaria.

#### Convocatoria Extraordinaria

- 30% nota evaluación continua (3.75% participación en clase + 7.5% prueba de seguimiento + 18.75% examen intersemestral)
- 70% examen convocatoria extraordinaria.

## PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

--	--	--



# COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

**GUÍA DOCENTE  
2018 - 2019**

Actividades	Fecha de realización	Fecha de entrega
Ver última página		

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

- E. M. Purcell. Electricidad y Magnetismo, 2ª edición. Reverté 1994.
- T.A. Moore. Six ideas that shaped physics, Unit. E. 2ª ed. McGraw-Hill

## Plan de trabajo y cronograma

Semana	Presencial			No presencial			Total horas
	Temas	Teo	Prob.	T	P	R	
1	Presentación, 1	2.5	1.5	4	3	2	13
2	1, 2	2	2	3	2	2	11
3	2, 3	2.5	1.5	4	2	3	13
4	3, examen	3	1	2	2	2	10
5	3, 4	3	1	4	2	3	13
6	4	1.5	2.5	2	3	3	12
7	4, 5	2.5	1.5	4	3	2	13
8	examen inter	0	4	4	1	2	11
9	5, 6	1.5	0.5	3	1	2	8
10	6	3	1	4	1	3	12
11	6, 7	2.5	1.5	1	2	2	9
12	7	3	1	2	1	3	10
13	7, 8	1.5	0.5	3	2	3	10
14	8	2.5	1.5	2	2	3	11
15	8, 9	3	1	2	2	2	10
Mayo	Examen		4			10	14
		34	26	44	29	47	180
		Total	60	Total	120		

Estudio autónomo teoría (T)  
 Resolución de Problemas (P)  
 Repaso y profundización (R)