



## 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 por la Universidad Pontificia Comillas</a>
Impartido en	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales y Grado en Administración y Dirección de Empresas [Segundo Curso] Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales [Segundo Curso]
Nivel	Reglada Grado Europeo
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	6,0 ECTS
Carácter	Básico
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Responsable	Efraim Centeno Hernández
Horario	A determinar por el profesor
Horario de tutorías	Concertar cita previa por correo electrónico

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
Despacho	D-301
Correo electrónico	cmalagon@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Efraim Centeno Hernández
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Despacho	Sede Rey Francisco
Correo electrónico	Efraim.Centeno@iit.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Javier Rico Cabrera



Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	jrcabrera@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Matteo Troncia
Departamento / Área	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
Correo electrónico	mtroncia@comillas.edu

## 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 sinfín 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

CG03	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.
CG04	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.

##### ESPECÍFICAS

CFB02	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.
CRI04	Conocimiento y utilización de los principios de teoría de circuitos y máquinas eléctricas.

#### Resultados de Aprendizaje

RA1	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
-----	--



RA2	Modelar de forma sencilla sistemas complejos para el cálculo aproximado de campos y potenciales utilizando las leyes básicas del electromagnetismo
RA3	Utilizar los operadores vectoriales para su uso en el ámbito de los campos.
RA4	Comprender de forma básica las ondas electromagnéticas y sus aplicaciones
RA5	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**



## 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.
2. **Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado.** Actividad realizada individualmente por el estudiante resolviendo problemas proporcionados por el profesor.

## RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES	
Clase magistral y presentaciones generales	Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado
35.00	25.00
HORAS NO PRESENCIALES	
Estudio de conceptos teóricos fuera del horario de clase por parte del alumno	Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado
80.00	40.00
CRÉDITOS ECTS: 6,0 (180,00 horas)	

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
Exámenes <ul style="list-style-type: none"><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>	85
Evaluación continua del rendimiento	Prueba de seguimiento <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> Asistencia y actitud en clase <ul style="list-style-type: none"><li>• Nivel de asistencia a las clases.</li></ul>	15



- Participación en clase.

## Calificaciones

### Convocatoria Ordinaria

- 5% participación en clase
- 10% prueba de seguimiento
- 25% nota de examen intersemestral
- 60% nota del examen convocatoria ordinaria

La falta de asistencia a más del 15% de las clases podrá provocar la pérdida del derecho a presentarse al examen de la convocatoria ordinaria (e incluso de la convocatoria extraordinaria) de la asignatura (artículo 93.3 del Reglamento General, y artículos 7.2 y 7.3 de las Normas Académicas).

### Convocatoria Extraordinaria

- 3.75% participación en clase
- 7.5% prueba de seguimiento
- 18.75% examen intersemestral
- 70% examen convocatoria extraordinaria.

La falta de asistencia a más del 15% de las clases podrá provocar la pérdida del derecho a presentarse al examen de la convocatoria ordinaria (e incluso de la convocatoria extraordinaria) de la asignatura (artículo 93.3 del Reglamento General, y artículos 7.2 y 7.3 de las Normas Académicas)

## PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

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

En cumplimiento de la normativa vigente en materia de **protección de datos de carácter personal**, le informamos y recordamos que puede consultar los aspectos relativos a privacidad y protección de datos que ha aceptado en su matrícula entrando en esta web y pulsando "descargar"

[https://servicios.upcomillas.es/sedelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792](https://servicios.upcomillas.es/sedeelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792)