

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

<b>Asignatura</b>	<b>BIOELECTROMAGNETISMO</b>		
<b>Materia</b>	<b>FÍSICA</b>		
<b>Módulo</b>			
<b>Titulación</b>	GRADO EN INGENIERÍA BIOMÉDICA		
<b>Plan</b>	637	<b>Código</b>	47525
<b>Periodo de impartición</b>	2º cuatrimestre	<b>Tipo/Carácter</b>	Obligatorio
<b>Nivel/Ciclo</b>	Grado	<b>Curso</b>	2º
<b>Créditos ECTS</b>	6		
<b>Lengua en que se imparte</b>	ESPAÑOL		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	Carlos Torres Cabrera José María Muñoz Muñoz		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	email: <a href="mailto:carlos.torres.cabrera@uva.es">carlos.torres.cabrera@uva.es</a>	Tfno: 983 423220	
	email: <a href="mailto:josemaria.munoz@uva.es">josemaria.munoz@uva.es</a>	Tfno: 983 423218	
<b>Departamento</b>	Electricidad y Electrónica		
<b>Fecha de revisión por el Comité de Título</b>			



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

La asignatura se desarrolla en el segundo cuatrimestre del segundo curso del Grado en Ingeniería Biomédica, siendo la última de las tres asignaturas que componen la materia Física. Por este motivo se utilizan conceptos previos adquiridos en las asignaturas de formación básica de dicha materia, especialmente en el bloque de Electromagnetismo de la asignatura Física II.

### 1.2 Relación con otras materias

Como en toda asignatura de Física se utilizan herramientas y conceptos propios de las diferentes asignaturas de Matemáticas. Asimismo, el aprendizaje de diversas herramientas de Informática resulta de gran utilidad para el tratamiento de datos o para la simulación numérica de las interacciones del campo electromagnético con los tejidos biológicos. Finalmente, los conocimientos adquiridos en esta asignatura serán de utilidad en asignaturas de otras materias como Fisiopatología y aplicaciones médicas de la Ingeniería, Tecnología Médica y Señales e Imágenes Médicas.

### 1.3 Prerrequisitos

Se requiere que el alumno conozca los conceptos de Física y Matemáticas que forman parte del curriculum de ESO y Bachillerato. Asimismo, se requieren conocimientos previos de las asignaturas básicas del primer curso para el adecuado seguimiento del temario.



## 2. Competencias

### 2.1 Generales, básicas y transversales

- CG1. Adquirir conocimientos y habilidades adecuados para analizar y sintetizar problemas básicos relacionados con la ingeniería y las ciencias biomédicas, resolverlos utilizando el método científico y comunicarlos de forma eficiente.
- CG2. Conocer las bases científicas y técnicas de la ingeniería biomédica, de modo que se facilite el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como el desarrollo de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- CG3. Adquirir la capacidad de resolver problemas con iniciativa y creatividad, así como de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética, social y profesional de la actividad del ingeniero biomédico.
- CG4. Trabajar de forma adecuada en un laboratorio, incluyendo los aspectos de seguridad, manipulación de materiales y eliminación de residuos.
- CG9. Redactar, representar e interpretar documentación científico-técnica.
  
- CB1. Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
- CB2. 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.
- CB4. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
  
- CT2. Capacidad de organizar y planificar su trabajo tomando las decisiones correctas basadas en la información disponible, reuniendo e interpretando datos relevantes para emitir juicios dentro de su área de estudio.
- CT3. Desarrollar capacidades de aprendizaje autónomo y de por vida.
- CT5. Comunicar los conocimientos oralmente y por escrito, ante un público tanto especializado como no especializado.

### 2.2 Específicas

- CE5. Conocer los fundamentos matemáticos, físicos y químicos de la Ingeniería Biomédica.
- CE7. Comprender y resolver problemas de electrostática, magnetostática y electromagnetismo en la Ingeniería Biomédica
- CE19. Conocer las herramientas informáticas para analizar, calcular, representar y gestionar información en Ingeniería Biomédica.
- CE23. Integrar conocimientos multidisciplinares asociados a la ingeniería, biología y medicina.



### 3. Objetivos

- Comprender los fenómenos bioeléctricos y bioelectromagnéticos que tienen lugar en el organismo.
- Comprender las diferentes técnicas de diagnóstico, seguimiento y terapia médica derivadas de fenómenos bioeléctricos y bioelectromagnéticos.
- Aprender a usar herramientas de simulación para modelar fenómenos bioeléctricos y bioelectromagnéticos del organismo.
- Tomar conciencia de los posibles efectos adversos de los campos eléctricos y electromagnéticos en el cuerpo humano.

### 4. Contenidos y/o bloques temáticos

#### Bloque 1: "Bioelectromagnetismo"

Carga de trabajo en créditos ECTS:

6

#### c. Contenidos

##### Tema 1. Fundamentos de Electromagnetismo: fenómenos estáticos.

1. Campo eléctrico.
2. Corriente eléctrica. Ley de Ohm.
3. Campo magnético.

##### Tema 2. Fundamentos de Electromagnetismo: fenómenos dependientes del tiempo.

1. Inducción electromagnética.
2. Ecuaciones de Maxwell.
3. Régimen cuasiestático: Teoría de circuitos.
4. Régimen propagante: Líneas de transmisión. Propagación en torno a fronteras.
5. Dominios del tiempo y de la frecuencia: Espectro electromagnético.
6. Propiedades eléctricas, magnéticas y de transporte de los materiales.

##### Tema 3. Fenómenos eléctricos en sistemas biológicos.

1. Biopotenciales.
2. Canales iónicos.
3. Potenciales de acción.
4. Propagación del impulso nervioso.

##### Tema 4. Interacción del campo electromagnético con sistemas biológicos: Sistemas de pequeño tamaño comparado con la longitud de onda

1. Campos inducidos por campos eléctricos incidentes.
2. Campos inducidos por campos magnéticos incidentes.
3. Medida de campos eléctricos y magnéticos de baja frecuencia.



**Tema 5. Interacción del campo electromagnético con sistemas biológicos: Sistemas de tamaño comparable a la longitud de onda**

1. Propagación libre.
2. Propagación guiada.
3. Resonancias y efectos asociados.
4. Medida de campos eléctricos y magnéticos de media frecuencia.

**Tema 6. Interacción del campo electromagnético con sistemas biológicos: Sistemas grandes comparados con la longitud de onda.**

1. Propagación a frecuencias ópticas.
2. Absorción de radiación.
3. Profundidad de penetración.
4. Medida de campos eléctricos y magnéticos de alta frecuencia.

**Tema 7. Dosimetría.**

1. Modelos humanos.
2. Métodos numéricos.
3. Legislación relevante.

**Tema 8. Técnicas electromagnéticas en Medicina: Diagnóstico**

1. Técnicas eléctricas.
2. Magnetoencefalografía.
3. Técnicas de imagen: Radiografía, TAC y Resonancia Magnética
4. Otras técnicas.

**Tema 9. Técnicas electromagnéticas en Medicina: Tratamiento**

1. Estimulación eléctrica.
2. TENS y aplicaciones neuromusculares.
3. Desfibriladores y marcapasos.
4. Diatermia.
5. Iontoforesis.
6. Aplicaciones emergentes.

---

**g Material docente**

---

**g1. Bibliografía básica**

- CYNTHIA FURSE, DOUGLAS A. CHRISTENSEN, CARL H. DURNEY, JAMES NAGEL: "Basic Introduction to Bioelectromagnetics", Third Edition-Chapman and Hall\_CRC (2018) ISBN 9781498780018
- JAAKKO MALMIVUO & ROBERT PLONSEY: "Bioelectromagnetism – Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields", (<http://www.bem.fi/book/>)
- ROBERT PLONSEY, ROGER C. BARR: "Bioelectricity: A Quantitative Approach", Springer (2007) ISBN 978-0-387-48865-3
- Young, Hugh D.; Freedman, Roger A.: "Física universitaria con física moderna", vol. 2, Pearson (2018) ISBN 978-607-32-4440-4

## g2. Bibliografía complementaria

- Handbook of Biological Effects of Electromagnetic Fields, vol 1: Biological and medical aspects of electromagnetic fields” Edited by Ben Greenebaum and Frank Barnes, CRC Press (2019) ISBN 9780849395383.
- “Handbook of Biological Effects of Electromagnetic Fields, vol.2: Bioengineering and biophysical aspects of electromagnetic fields” Edited by Ben Greenebaum and Frank Barnes. CRC Press (2019) ISBN 9781138735309.
- “Fundamentals of Engineering Electromagnetics”, edited by Rajeev Bansal, Taylor and Francis (2006). ISBN 0-8493-7360-3.

## g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

Se indicarán en la plataforma del Campus Virtual.

## h. Recursos necesarios

- Aula con proyector y pizarra para las clases de teoría.
- Plataforma virtual para publicar material didáctico, ejercicios, soluciones, tareas, etc.
- Aula de laboratorio con el equipamiento necesario para llevar a cabo las sesiones prácticas.
- Acceso al material bibliográfico recomendado.

## 5. Métodos docentes y principios metodológicos

Clase magistral participativa: exposición teórica y debate.

Seminarios, problemas y tutorías: resolución de ejercicios y casos prácticos; aprendizaje cooperativo.

Sesiones prácticas de laboratorio.

Utilización de diferentes recursos didácticos en la plataforma virtual

## 6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases de teoría	30	Trabajo individual	75
Prácticas de laboratorio (dos sesiones)	5	Trabajo en grupo	15
Seminarios, problemas, tutorías y evaluación	25		
<b>Total presencial</b>	<b>60</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>90</b>

## 7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO / PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Examen final	70%	Según la convocatoria
Prácticas de laboratorio (informes)	10%	De carácter obligatorio
Tareas realizadas durante el desarrollo de la asignatura (pruebas escritas, entrega de ejercicios, trabajos...)	20%	Según la convocatoria



### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Las prácticas de laboratorio serán evaluadas mediante la realización de los correspondientes y breves informes de las mismas. **La asistencia y realización de las dos sesiones prácticas de laboratorio programadas en el curso presente es de carácter obligatorio, por lo que resulta ser un requisito imprescindible para superar la asignatura.** Las calificaciones de las prácticas de laboratorio sí se pueden conservar en cursos posteriores.

Cuando un alumno no pueda asistir a alguna de las sesiones programadas por cualquiera de las causas contempladas en el R.O.A. (enfermedad, cumplimiento de un deber público...), deberá comunicar tal circunstancia a los profesores con anterioridad a la fecha prevista (siempre que sea posible) y, en todo caso, **justificar adecuadamente dicha imposibilidad** (mediante certificado médico, documento oficial...). Asimismo, **el alumno deberá, una vez justificada su falta, concertar con los profesores una fecha alternativa en la que realizar dicha sesión. En caso contrario, como se ha indicado en el párrafo anterior, el alumno no podría superar la asignatura.**

- **Convocatoria Ordinaria:** la calificación se obtendrá según los porcentajes de la tabla anterior.
- **Convocatoria Extraordinaria:** no se tendrán en cuenta las posibles tareas realizadas durante el curso, de forma que para la nota de esta convocatoria se considerará la nota de Prácticas (10%) y la del examen final (90%).