



Universidad
de Alcalá

GUÍA DOCENTE

Electrónica Biomédica

Grado en
Ingeniería Electrónica de Comunicaciones (GIEC)

Universidad de Alcalá

Curso Académico 2022/2023

4º Curso - 1^{er} Cuatrimestre (GIEC)

GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	Electrónica Biomédica
Código:	370013 (GIEC)
Titulación en la que se imparte:	Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones (GIEC)
Departamento y Área de Conocimiento:	Electrónica Electrónica
Carácter:	Optativa (Orientada) (GIEC)
Créditos ECTS:	6.0
Curso y cuatrimestre:	4º Curso - 1º Cuatrimestre (GIEC)
Profesorado:	Luciano Boquete Rafael Barea José Manuel Rodríguez Ascariz
Horario de Tutoría:	Consultar al comienzo de la asignatura
Idioma en el que se imparte:	Español

1a. PRESENTACIÓN

La asignatura de Electrónica Biomédica pretende introducir al alumno en el estudio de la instrumentación y metodología utilizada en la Ingeniería Biomédica.

Se estudian conceptos básicos de electrofisiología y de adquisición y procesado de señales biomédicas. Se diseñará, implementará y estudiarán circuitos de adquisición de biopotenciales: potenciales de acción, electrocardiograma, electroencefalograma, etc.

Para el buen aprovechamiento de la presente asignatura será recomendable tener los conocimientos previos adquiridos durante los cuatrimestres anteriores del Grado, en las asignaturas de Electrónica Básica, Electrónica Digital, Señales y Sistemas y Sistemas Electrónicos Digitales.

1b. COURSE SUMMARY

The subject of Biomedical Electronics aims to introduce students in the study of instrumentation and methodology used in Biomedical Engineering.

Basics of electrophysiology, acquisition and biomedical signal processing are studied. It will be designed, implemented and studied biopotential acquisition circuits: action potential, electrocardiogram, electroencephalogram, etc.

For the proper use of this subject it will be advisable to have previous knowledge acquired during the previous subjects of Basic Electronics, Digital Electronics, Signals and Systems and Digital Electronic Systems.

2. COMPETENCIAS

Competencias básicas, generales y transversales.

Esta asignatura contribuye a adquirir las siguientes competencias básicas, generales y transversales definidas en el apartado 3 del Anexo de la Orden CIN/352/2009:

TR1 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero Técnico de Telecomunicación y facilidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

TR3 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación.

TR4 - Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos en su ámbito específico de la telecomunicación.

TR5 - Facilidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

Competencias de Carácter Profesional

Esta asignatura proporciona la(s) siguiente(s) competencia(s) de carácter profesional definida(s) en el apartado 5 del Anexo de la Orden CIN/352/2009:

CSE1 - Capacidad de construir, explotar y gestionar sistemas de captación, transporte,

representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas electrónicos.

CSE4 - Capacidad para aplicar la electrónica como tecnología de soporte en otros campos y actividades, y no sólo en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Resultados de aprendizaje

Al terminar con éxito esta asignatura/enseñanza, los estudiantes serán capaces de:

RA1. Describir los conceptos básicos de aplicación de la electrónica en medicina.

RA2. Interpretar los fenómenos que provocan la generación de biopotenciales.

RA3. Construir sistemas de adquisición, procesado y análisis de señales bioeléctricas, considerando aspectos de seguridad y normativa eléctrica.

3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Total de horas
Tema 1: Introducción a la Bioingeniería. Definición. Breve historia. Objetivos. Áreas de aplicación. Instrumentación médica.	4 horas
Tema 2: Seguridad y normativa eléctrica. Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica sobre el organismo. Implicaciones en los circuitos, sistemas e instalaciones.	4 horas
Tema 3: Sistemas de Acondicionamiento y Adquisición de Señales Bioeléctricas. Conceptos básicos de Electrofisiología. Problemática de la captación de las señales bioeléctricas. Fuentes de ruido e interferencias en un bioamplificador. Especificaciones y diseño de bioamplificadores. Técnicas de amplificación y filtrado.	16 horas
Tema 4: Equipos de diagnóstico y monitorización. Sistemas de diagnóstico, monitorización y transmisión de señales biomédicas. Medidas en el sistema cardiovascular. Análisis del ECG (ritmo cardiaco, HRV). Sistemas de detección de arritmias. Marcapasos. Desfibriladores. Captura y procesado de EEG. Instrumentación y procesado de potenciales evocados.	30 horas

4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE. ACTIVIDADES FORMATIVAS

4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Número de horas presenciales:	58 horas (54 horas de clase presencial + 4 horas de evaluación)
Número de horas del trabajo propio del estudiante:	92 horas
Total horas	150 horas

4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

En el proceso de enseñanza-aprendizaje se realizarán las siguientes actividades formativas:

- Clases Teóricas.
- Clases Prácticas: resolución de problemas.
- Clases Prácticas: laboratorio.
- Tutorías: individuales y grupales.

Además se podrán utilizar, entre otros, los siguientes recursos complementarios:

- Trabajos individuales o en grupo: conllevando además de su realización, la correspondiente exposición pública ante el resto de sus compañeros para propiciar el debate.
- Asistencia a conferencias, reuniones o discusiones científicas relacionadas con la materia.

A lo largo del curso al alumno se le irán proponiendo actividades y tareas tanto teóricas como prácticas. Se realizarán distintas prácticas coordinadamente con la impartición de los conceptos teóricos; de esta manera el alumno puede experimentar y consolidar así los conceptos adquiridos, tanto individualmente como en grupo.

Para la realización de las prácticas, el alumno dispondrá en el laboratorio de un puesto con instrumental básico (osciloscopio, fuente de alimentación, generador de señal), así como un ordenador con software de adquisición y procesamiento de señales biomédicas. En esta asignatura se propone que las prácticas se realicen en grupos de dos alumnos.

Durante todo el proceso de aprendizaje en la asignatura, el alumno deberá hacer uso de distintas fuentes y recursos bibliográficos o electrónicos, de manera que se familiarice con los entornos de documentación que en un futuro utilizará profesionalmente.

El profesorado facilitará los materiales necesarios para el seguimiento de la asignatura (fundamentos teóricos, ejercicios y problemas, manuales de prácticas, referencias audiovisuales, etc.) de manera que el alumno pueda cumplir con los objetivos de la asignatura, así como alcanzar las competencias previstas.

El alumno dispondrá a lo largo del cuatrimestre de tutorías grupales programadas, e individuales según las necesidades del mismo. Ya sea de manera individual o en grupos reducidos, estas tutorías permitirán resolver las dudas y afianzar los conocimientos adquiridos. Además, ayudarán a realizar un adecuado seguimiento de los alumnos y a evaluar el buen funcionamiento de los mecanismos de enseñanza- aprendizaje.

5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y calificación

Preferentemente se ofrecerá a los alumnos un sistema de evaluación continua que tenga características de evaluación formativa de manera que sirva de realimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte del alumno.

5.1. PROCEDIMIENTOS

La evaluación debe estar inspirada en los criterios de evaluación continua (Normativa de Evaluación de los Aprendizajes, NEA, art 3). No obstante, respetando la normativa de la Universidad de Alcalá se pone a disposición del alumno un proceso alternativo de evaluación final de acuerdo a la Normativa de Evaluación de los Aprendizaje (aprobada en Consejo de Gobierno de 24 de marzo de 2011 y modificada en Consejo de Gobierno de 5 de mayo de 2016) según lo indicado en su Artículo 10, los alumnos tendrán un plazo de quince días desde el inicio del curso para solicitar por escrito al Director de la

Escuela Politécnica Superior su intención de acogerse al modelo de evaluación no continua aduciendo las razones que estimen convenientes. La evaluación del proceso de aprendizaje de todos los alumnos que no cursen solicitud al respecto o vean denegada la misma se realizará, por defecto, de acuerdo al modelo de evaluación continua. El estudiante dispone de dos convocatorias para superar la asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria.

A continuación se detallan los procedimientos de evaluación correspondientes a las convocatorias ordinaria y extraordinaria.

1. Convocatoria Ordinaria: La evaluación en la convocatoria ordinaria debe estar inspirada en los criterios de evaluación continua atendiendo siempre a la adquisición de las competencias especificadas en la asignatura.

- a. Evaluación Continua: Consistente en la realización y superación de las pruebas de conocimiento, participación en las actividades de la asignatura y realización de trabajos de casos prácticos.
- b. Evaluación Final: Consistirá en la realización y superación de un examen final (dicho examen consistirá en una parte de cuestiones y otra de realización de una actividad de desarrollo de un caso práctico).

2. Convocatoria Extraordinaria: Consistirá en la realización y superación de un examen final (dicho examen consistirá en una parte de cuestiones y otra de realización de una actividad de desarrollo de un caso práctico).

5.2. EVALUACIÓN

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Se definen los siguientes Criterios de Evaluación:

CE1. El alumno muestra capacidad e iniciativa a la hora de resolver problemas prácticos de Electrónica Biomédica.

CE2. El alumno puede realizar un diseño completo de un sistema de adquisición, procesado y análisis de señales biomédicas, considerando aspectos de seguridad y normativa eléctrica.

CE3. El alumno ha adquirido conocimientos técnicos sobre sistemas de adquisición, procesado y análisis de señales bioeléctricas.

CE4. El alumno es capaz de desarrollar sistemas de estimulación eléctrica.

INSTRUMENTOS DE CALIFICACIÓN

Esta sección especifica los instrumentos de evaluación que serán aplicados a cada uno de los criterios de Evaluación.

1. **Pruebas de Evaluación Intermedia (PEI1, PEI2):** El alumno debe demostrar los conocimientos adquiridos en las clases de teoría y en las pruebas de laboratorio realizadas hasta ese momento. La PEI2 coincide en fecha y hora con la PEF de la modalidad "Convocatoria Ordinaria, Evaluación Final".
2. **Pruebas de laboratorio (PL):** En las mismas el alumno debe implementar en la práctica circuitos que den solución a los problemas planteados integrando los conocimientos adquiridos y haciendo uso de los recursos bibliográficos y herramientas informáticas a su alcance. Además debe ser capaz de generar documentación correctamente redactada, clara y precisa sobre el trabajo realizado en el laboratorio.
3. **Pruebas Examen final (PEF):** Consistente en la resolución de problemas y cuestiones relativas al contenido completo de la asignatura, tanto a nivel teórico como a nivel práctico.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Esta sección cuantifica los criterios de evaluación para la superación de la asignatura.

Convocatoria Ordinaria, Evaluación Continua

En la convocatoria **ordinaria – evaluación continua** la relación entre los criterios, instrumentos y calificación es la siguiente:

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
CSE4, TR5, TR4	RA1, RA2	CE1, CE3	PEI1, PEI2	PEI1: 30% PEI2: 30%
TR1, TR3, TR4, TR5, CSE1, CSE4	RA3	CE2, CE4, CE3	PL	40%

Se considerará que los alumnos han superado la asignatura (demostrando la adquisición de las competencias de carácter teórico-práctico) siguiendo la evaluación continua si se cumplen los siguientes requisitos:

- Han asistido al menos al 50% de las clases teóricas.
- Se han presentado a las dos pruebas de evaluación intermedia (PEI1, PEI2).
- Han superado satisfactoriamente la evaluación de las competencias relacionadas con las prácticas de laboratorio. Se entenderá que un alumno adquiere satisfactoriamente estas competencias, si completa satisfactoriamente todas las prácticas.
- Han superado satisfactoriamente la evaluación de las competencias relacionadas con el conjunto de todas las pruebas teóricas (PEI1, PEI2). Se entenderá que un alumno adquiere satisfactoriamente estas competencias, si su calificación en el conjunto las pruebas relacionadas es igual o superior al 50% de la nota máxima obtenible en las pruebas teóricas.

El alumno que siga el modelo de evaluación continua se considerará no presentado en la convocatoria ordinaria, cuando no se presente a alguna de las pruebas PEI.

Convocatoria Ordinaria, Evaluación Final

En la convocatoria **ordinaria – evaluación Final** la relación entre los criterios, instrumentos y calificación es la siguiente:

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
TR1, TR3, TR4, TR5, CSE1, CSE4	RA3	CE2, CE4, CE3	PL	40%
CSE4, TR5, TR4	RA1, RA2	CE1, CE3	PEF	60%

Para superar la asignatura por este modelo, el alumno deberá obtener en cada una de las dos pruebas (LABORATORIO, PEF) una calificación igual o superior al 50% de la nota máxima obtenible en cada una de ellas.

Convocatoria extraordinaria

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
TR1, TR3, TR4, TR5, CSE1, CSE4	RA3	CE2, CE4, CE3	PL	40%
CSE4, TR5, TR4	RA1, RA2	CE1, CE3	PEF	60%

Finalmente, los alumnos que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria, dispondrán para superarla de la convocatoria extraordinaria, que consistirá en una prueba global con el mismo esquema que la del modelo de evaluación no continua.

Aquellos alumnos que hayan sido evaluados de las prácticas de laboratorio en la convocatoria ordinaria y no las hayan superado, deberán volver a repetirlas y superarlas. En el supuesto de alumnos que se presenten directamente a la convocatoria extraordinaria sin haberse presentado a la ordinaria deberán presentar las mismas prácticas que estos hayan realizado.

Los alumnos que en la convocatoria ordinaria hayan superado la parte teórica o la práctica, podrán conservar la nota de la parte superada.

Para superar la asignatura por este modelo, el alumno deberá obtener en cada una de las dos pruebas (LABORATORIO, PEF) una calificación igual o superior al 50% de la nota máxima obtenible en cada una de ellas.

6. BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía básica

- Documentación preparada por el profesorado para la asignatura, que será proporcionada a los alumnos de manera directa, o con su publicación en la Web de la asignatura.
- Medical instrumentation. J.G. Webster; editor, 2nd edition. John Wiley & Sons, Houghton Mifflin Company, Boston, 1995.
- Bioelectrónica. José M^a Ferrero Corral. Ed. Universidad Politécnica de Valencia, 1994.
- Páginas web sobre la temática de la asignatura que serán previamente seleccionadas por el profesorado.
- Introduction to Biomedical Engineering, Denis Enderle, Joseph D. Bronzino, Elsevier, 2012.
- Biosensors for Medical Applications, Séamus Higson, Woodhead Publishing Limited, 2012.
- Medical Device Technologies, Gail Baura, Academic Press, 2011.
- Introduction to Biosensors, From Electric Circuits to Immunosensors. Jeong-Yeol Yoon, Springer, 2013.

6.2. Bibliografía complementaria

NOTA INFORMATIVA

La Universidad de Alcalá garantiza a sus estudiantes que, si por exigencias sanitarias las autoridades competentes impidieran la presencialidad total o parcial de la actividad docente, los planes docentes alcanzarían sus objetivos a través de una metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación en formato online, que retornaría a la modalidad presencial en cuanto cesaran dichos impedimentos.