

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

Asignatura	SEÑALES BIOMÉDICAS		
Materia	SEÑALES E IMÁGENES MÉDICAS		
Módulo	--		
Titulación	GRADO EN INGENIERÍA BIOMÉDICA		
Plan	637	Código	47524
Periodo de impartición	2º CUATRIMESTRE	Tipo/Carácter	OBLIGATORIA
Nivel/Ciclo	GRADO	Curso	2º
Créditos ECTS	6 ECTS		
Lengua en que se imparte	CASTELLANO		
Profesor/es responsable/s	ROBERTO HORNERO SÁNCHEZ CARLOS GÓMEZ PEÑA DANIEL ÁLVAREZ GONZÁLEZ		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	TELÉFONO: 983 423000 ext. 5570 / ext. 3981 / ext. 3708 E-MAIL: robhor@tel.uva.es , carlos.gomez@tel.uva.es , daniel.alvarez.gonzalez@uva.es		
Departamento	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

Esta asignatura está enmarcada dentro de la materia “Señales e Imágenes Médicas”, que consta de cuatro asignaturas obligatorias (“Señales y Sistemas”, “Señales Biomédicas”, “Fundamentos de Imagen Médica” y “Procesado de Señal e Imagen Médica”) y dos asignaturas optativas (“Procesado Avanzado de Señales Biomédicas” y “Procesado Avanzado de Imagen Médica”) del Grado en Ingeniería Biomédica. La asignatura “Señales Biomédicas” se imparte en el segundo cuatrimestre del segundo curso.

El cuerpo humano se puede asimilar a un intrincado sistema, en el que diversos subsistemas coexisten e interaccionan. Como consecuencia de la actividad biológica se generan diversas señales de origen muy diverso que, con los sensores apropiados, pueden ser registradas, dando lugar a las señales biomédicas. Estas reflejan el funcionamiento del subsistema subyacente y pueden ser de gran utilidad para caracterizarlo, tanto cuando su comportamiento es normal como cuando este se encuentra alterado debido a alguna patología. En esta asignatura se van a estudiar las características de las señales biomédicas más utilizadas en la práctica clínica: electrocardiograma (ECG), electroencefalograma (EEG) y electromiograma (EMG). Actualmente, la mayoría de los médicos analizan los registros de actividad fisiológica mediante inspección visual, que es una tarea compleja y consume un elevado tiempo. Por tanto, es necesario el desarrollo de herramientas que faciliten o ayuden en el estudio e interpretación de estas señales. En este sentido, esta asignatura se iniciará con el análisis de estas señales biomédicas mediante los diferentes tipos de filtrado y cancelación de los artefactos y ruido que habitualmente están presentes en estas señales biomédicas. Adicionalmente, se estudiarán las características espectrales de estas señales. Estas tareas permitirían ahorrar tiempo, aumentar la objetividad y uniformidad de los análisis, así como facilitar futuras investigaciones en el ámbito de las señales biomédicas. Por tanto, surge la necesidad de formar profesionales capaces de, entre otras cuestiones, identificar y aplicar métodos de procesado de señal para abordar la caracterización de las señales biomédicas utilizadas en el diagnóstico y evaluación de diversos estados fisiológicos. En este contexto, se enmarca la asignatura de “Señales Biomédicas”.

1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura está relacionada con la asignatura “Señales y Sistemas”, del primer cuatrimestre del segundo curso, en el que se establecen las bases matemáticas necesarias para el análisis e interpretación de las señales biomédicas. Posteriormente, esta asignatura será la base para la asignatura obligatoria “Procesado de Señal e Imagen Médica”, que se imparte en tercer curso, y para la asignatura optativa “Procesado Avanzado de Señales Biomédicas”, que se imparte en cuarto curso.

1.3 Prerrequisitos

No existen condiciones previas excluyentes para cursar esta asignatura. Se recomienda haber cursado la asignatura “Señales y Sistemas”, del primer cuatrimestre del segundo curso.



2. Competencias

2.1 Generales

- 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.
- CB3. Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- CB4. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
- 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.
- CG5. Adquirir, analizar, interpretar y gestionar información.
- CG6. Elaborar informes y emitir juicios basados en un análisis crítico de la realidad.
- CG9. Redactar, representar e interpretar documentación científico-técnica.
- CT1. Desarrollar capacidades de comunicación interpersonal y aprender a trabajar en equipos multidisciplinares, multiculturales e internacionales.
- 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.
- CT4. Conocer cómo se deben realizar búsquedas de información técnica y científica en bases de datos específicas.
- CT5. Comunicar los conocimientos oralmente y por escrito, ante un público tanto especializado como no especializado.
- CT6. Desarrollar técnicas de comunicación oral y escrita más específicas del entorno profesional de la Ingeniería Biomédica (comunicación de resultados técnicos, redacción de informes, etc.)



2.2 Específicas

- CE9. Comprender las técnicas existentes de tratamiento de señales biomédicas para obtener información de las mismas.
- CE19. Conocer las herramientas informáticas para analizar, calcular, representar y gestionar información en Ingeniería Biomédica.
- CE20. Implementar algoritmos en lenguajes de programación modernos y especialmente relevantes en Ingeniería Biomédica.
- CE22. Utilizar instrumentación y equipamiento necesarios para el desarrollo de proyectos en Ingeniería Biomédica.
- CE23. Integrar conocimientos multidisciplinares asociados a la ingeniería, biología y medicina.
- CE27. Desarrollar habilidades para comunicarse con los profesionales de la salud y entender sus necesidades en relación a productos y servicios biomédicos.
- CE28. Desarrollar habilidades para integrarse en equipos de trabajo con profesionales de la medicina y la biología para el desarrollo de investigaciones, productos y servicios en biomedicina.





3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Adquirir conocimientos para reconocer e interpretar las características de las señales biomédicas más importantes.
- Conocer el objetivo y las etapas de análisis de señales biomédicas.
- Aplicar técnicas básicas de cancelación de artefactos y análisis espectral en problemas de señales biomédicas.
- Manipular equipos de adquisición de diferentes tipos de señales biomédicas.
- Gestionar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos y *software* específicos de señales biomédicas.





4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: “Señales Biomédicas”

Carga de trabajo en créditos ECTS: 6

a. Contextualización y justificación

La asignatura consta de un único bloque temático dividido en seis temas. El Tema 1 proporciona una visión global de las señales biomédicas, donde se describe su origen, los diferentes tipos de señales y su clasificación, así como las principales etapas del procesado. El Tema 2 aborda la etapa de preprocesado de señales biomédicas, en la que se pretende eliminar diferentes tipos de artefactos y ruido que habitualmente están presentes en las señales biomédicas. En el Tema 3 se estudian las características espectrales de las señales biomédicas. En los siguientes temas se estudian las características de las principales señales biomédicas. Concretamente, el Tema 4 está dedicado al electrocardiograma (ECG), el Tema 5 al electroencefalograma (EEG) y el Tema 6 al electromiograma (EMG). En cada uno de estos temas, se estudia la generación de estas señales biomédicas, sus ritmos y morfología características, una introducción sobre su procesado y sus principales aplicaciones.

b. Objetivos de aprendizaje

Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:

- Adquirir conocimientos para reconocer e interpretar las características de las señales biomédicas más importantes.
- Conocer el objetivo y las etapas de análisis de señales biomédicas.
- Aplicar técnicas básicas de cancelación de artefactos y análisis espectral en problemas de señales biomédicas.
- Manipular equipos de adquisición de diferentes tipos de señales biomédicas.
- Gestionar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos y *software* específicos de señales biomédicas.

c. Contenidos

TEMA 1: Introducción

- 1.1 Conceptos básicos de señales biomédicas
- 1.2 Biopotenciales: potencial de reposo y potencial de acción
- 1.3 Clasificación de señales biomédicas
- 1.4 Adquisición y procesado de señales biomédicas
- 1.5 Objetivos y etapas del procesado de señales biomédicas

TEMA 2: Filtrado y cancelación de artefactos en señales biomédicas

- 2.1 Caracterización de ruidos e interferencias
- 2.2 Filtros en el dominio del tiempo
- 2.3 Filtros en el dominio de la frecuencia
- 2.4 Filtros adaptativos
- 2.5 Separación de fuentes



TEMA 3: Caracterización en el dominio de la frecuencia

- 3.1 Muestreo de señales biomédicas
- 3.2 Métodos de estimación de la densidad espectral de potencia basados en la DFT
- 3.3 Conceptos de resolución en frecuencia y “leakage”
- 3.4 Momentos espectrales
- 3.5 Transformada Corta de Fourier
- 3.6 Transformada wavelet

TEMA 4. Electrocardiograma (ECG)

- 4.1 Sistema cardiaco
- 4.2. Generación y registro del ECG
- 4.3 Ritmos cardiacos y morfología
- 4.4. Introducción al procesado del ECG
- 4.5. Variabilidad del ritmo cardiaco (HRV)
- 4.6. Aplicaciones del ECG

TEMA 5. Electroencefalograma (EEG)

- 5.1 Introducción
- 5.2 Sistema nervioso
- 5.3 Registro del EEG
- 5.4 Ritmos y formas de onda del EEG
- 5.5 Pre-procesado del EEG
- 5.6 Introducción al procesado de EEG
- 5.7 Aplicaciones del EEG

TEMA 6. Electromiograma (EMG)

- 6.1 Sistema muscular
- 6.2 Generación y registro del EMG
- 6.3 Tipos de señales EMG
- 6.4 Introducción al procesado de EMG
- 6.5 Aplicaciones del EMG

PRÁCTICA 1. Introducción a las señales biomédicas

PRÁCTICA 2. Filtrado y cancelación de artefactos

PRÁCTICA 3. Caracterización en el dominio de la frecuencia

PRÁCTICA 4. Electrocardiograma (ECG)

PRÁCTICA 5. Electromiograma (EMG)

d. Métodos docentes

A lo largo de la asignatura se emplearán los siguientes métodos docentes:

- Clase magistral participativa.
- Resolución de problemas en las prácticas de aula.
- Prácticas de laboratorio.

e. Plan de trabajo

La siguiente Tabla refleja la distribución orientativa de actividades en Aula. Las horas de teoría y prácticas en aula se ponen de forma conjunta, mientras los laboratorios se especifican para cada práctica.

Temas	Duración aproximada (horas presenciales)	Periodo previsto de desarrollo
Presentación de la asignatura	1 hora	14/02/2022
TEMA 1. Introducción	3 horas	14/02/2022 – 18/02/2022
TEMA 2. Filtrado y cancelación de artefactos	10 horas	21/02/2022 – 07/03/2022
TEMA 3. Caracterización en el dominio de la frecuencia	11 horas	08/03/2022 – 04/04/2022
TEMA 4. Electrocardiograma (ECG)	7 horas	04/04/2022 – 25/04/2022
TEMA 5. Electroencefalograma (EEG)	7 horas	26/04/2022 – 10/05/2022
TEMA 6. Electromiograma (EMG)	6 horas	16/05/2022 – 24/05/2022
PRÁCTICA 1. Introducción a las señales biomédicas	2 horas	24/02/2022
PRÁCTICA 2. Filtrado y cancelación de artefactos	4 horas	10/03/2022 – 24/03/2022
PRÁCTICA 3. Caracterización en el dominio de la frecuencia	4 horas	31/03/2022 – 21/04/2022
PRÁCTICA 4. Electrocardiograma (ECG)	2 horas	05/05/2022
PRÁCTICA 5. Electromiograma (EMG)	2 horas	12/05/2022



f. Evaluación

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Examen sobre contenidos teóricos y prácticos.
- Cuestionarios sobre cada una de las prácticas de laboratorio.
- Examen práctico de laboratorio al final de cuatrimestre.

g Material docente

Se puede consultar la “Lista de Lectura” de la asignatura en la plataforma Leganto de la biblioteca de la UVa a través del siguiente enlace:

- <https://buc-uva.alma.exlibrisgroup.com/leganto/readinglist/searchlists/5011820780005774>

g.1 Bibliografía básica

- L. Sörnmo, P. Laguna, *Bioelectrical Signal Processing in Cardiac and Neurological Applications*, Academic Press, 2005.
- M. R. Rangayyan, *Biomedical signal analysis*, 2nd ed., IEEE press, 2015.
- A. Subasi, *Practical Guide for Biomedical Signals Analysis Using Machine Learning Techniques: A MATLAB Based Approach*, 1st ed., Edition, Academic Press, 2019.
- K. Najarian, R. Splinter, *Biomedical Signal and Image Processing*, 2nd ed., CRC Press, 2012.

g.2 Bibliografía complementaria

- F. Hlawatsch, F. Auger, *Time-Frequency Analysis. Concepts and Methods*, Wiley, 2008.
- J. Bronzino, *The Biomedical Engineering Handbook*, 3rd ed., CRC Press, 2006.
- E. N. Bruce, *Biomedical signal processing and signal modeling*, Wiley, 2001.
- J.L. Semmlow, *Biosignal and medical image processing*, 2nd ed., CRC Press, 2009.

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

Todos los recursos telemáticos necesarios para cursar la asignatura se enlazarán a través de la página de la asignatura en el Campus Virtual.

h. Recursos necesarios

Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:

- Documentación de apoyo.
- Pizarra, ordenador y cañón de proyección en las aulas para las clases magistrales participativas.
- Entorno de trabajo en la plataforma *Moodle* ubicado en el Campus Virtual de la UVa.
- Acceso a revistas científicas y técnicas cuya temática esté relacionada con las señales biomédicas, a través de la Biblioteca de la UVa.



i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
6 ECTS	Semanas 1 a 14

5. Métodos docentes y principios metodológicos

A lo largo de la asignatura, se combinarán diferentes métodos docentes para conseguir que los alumnos adquieran las competencias indicadas en el Apartado 2:

- Actividades presenciales:
 - Clases de teoría. Lección magistral participativa y debate.
 - Resolución de problemas.
 - Prácticas de laboratorio.
- Actividades no presenciales:
 - Trabajo individual. Estudio/trabajo personal.
 - Trabajo en grupo. Se desarrollarán competencias de trabajo en equipo, así como la resolución práctica de problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.



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

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	30	Estudio de los contenidos teóricos	55
Clases prácticas de aula (A)	13	Estudio y trabajo en grupo	20
Laboratorios (L)	15	Realización de las prácticas	15
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios (S)	0		
Tutorías grupales (TG)	0		
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)	2		
Total presencial	60	Total no presencial	90
TOTAL presencial + no presencial			150

7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Cuestionarios de laboratorio	15%	Un 15% de la nota final se evalúa mediante cuestionarios planteados al final de cada práctica correspondiente. Los cuestionarios se realizarán de forma individual. Estos cuestionarios están destinados a evaluar el grado de comprensión por parte del alumno de toda una serie de conceptos relacionados con las señales biomédicas. En este caso, no se permite el uso de ningún material de apoyo distinto a los proporcionados por el profesor.
Examen práctico de laboratorio	15%	Un 15% de la nota final se evalúa mediante un examen práctico que se lleva a cabo en la última sesión práctica del cuatrimestre. El examen se realiza en grupo, con el objetivo de evaluar la capacidad para trabajar en grupo, colaborando con sus compañeros/as de prácticas de forma orientada al resultado conjunto. Consiste en la resolución de un problema de "Señales Biomédicas" similar a los planteados en las prácticas de la asignatura. Se permite que los alumnos utilicen libros, apuntes y los programas desarrollados durante el curso.
Examen final	70%	El 70% de la nota final se calificará mediante un examen de cuestiones y problemas sobre los diversos aspectos de la asignatura. Se realizará de forma individual. Se pretende comprobar si el alumno conoce y entiende los conceptos básicos de la asignatura. En esta prueba no se permite el uso de ningún material de apoyo distinto a los proporcionados por el profesor.



CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - La calificación de la convocatoria ordinaria se obtendrá mediante la suma de las calificaciones obtenidas en los instrumentos de evaluación indicados en la tabla anterior.
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - Se mantiene la calificación obtenida en el examen práctico de laboratorio y en los cuestionarios de los laboratorios. El 70% restante de la calificación se obtendrá mediante la realización del examen final de la asignatura.

8. Consideraciones finales

En el curso del Campus Virtual de la UVa correspondiente a la asignatura se incluirá la programación semanal de la asignatura, los enlaces indexados a la bibliografía y a otras páginas web de interés para la materia, así como los recursos necesarios para los alumnos: presentaciones de cada tema, enunciados de problemas y soluciones resumidas de los problemas, entre otros.

