

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

<b>Asignatura</b>	PROCESADO DE SEÑALES BIOMÉDICAS		
<b>Materia</b>	INGENIERÍA BIOMÉDICA		
<b>Módulo</b>	ESPECIALIZACIÓN: INGENIERÍA BIOMÉDICA (IB)		
<b>Titulación</b>	MÁSTER UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES		
<b>Plan</b>	371	<b>Código</b>	51307
<b>Periodo de impartición</b>	2º CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OPTATIVA
<b>Nivel/Ciclo</b>	MÁSTER	<b>Curso</b>	1º
<b>Créditos ECTS</b>	5 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANO		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	MARÍA GARCÍA GADAÑÓN CARLOS GÓMEZ PEÑA JESÚS POZA CRESPO		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	TELÉFONO: 983 423000 ext. 3983 / ext. 3981 / ext. 5569 E-MAIL: margar@tel.uva.es, cargom@tel.uva.es, jespoz@tel.uva.es		
<b>Departamento</b>	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

Actualmente, la mayoría de los médicos analizan las señales biomédicas mediante inspección visual, que es una tarea compleja y consume un elevado tiempo. Por tanto, sería muy útil el desarrollo de algún tipo de herramienta que le facilitara o ayudara en el estudio de estas señales para sus diagnósticos. Una idea muy interesante, para la realización de esta herramienta, sería la aplicación de algún tipo de procesado de señal, que permitiera destacar las características de las señales biomédicas y obtener de este modo patrones de normalidad y de diferentes tipos de patologías. Mediante estos análisis podría ocurrir que, determinados detalles que no se ven o que son difícilmente visibles con la señal sin procesar, se observaran tras realizar algún tipo de análisis. Esta tarea permitiría ahorrar tiempo, aumentar la objetividad y uniformidad, y facilitar futuras investigaciones. En este contexto se enmarca la asignatura de Procesado de Señales Biomédicas, donde se van a explicar los principales métodos de análisis aplicados a diferentes tipos de señales biomédicas.

### 1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura optativa está relacionada con las restantes asignaturas de la materia de "Ingeniería Biomédica" (IB): Procesado de imágenes médicas y Tecnologías de rehabilitación en bioingeniería.

### 1.3 Prerrequisitos

No existen condiciones previas excluyentes para cursar esta asignatura.



## 2. Competencias

### 2.1 Generales

- Capacidad de desarrollar la capacidad de aprendizaje y trabajo en grupo tanto en entornos conocidos y restringidos, así como en consorcios internacionales en los que intervienen factores culturales. [CG11]
- Capacidad de proseguir en un aprendizaje a lo largo de toda la vida (*Life Long Learning*) a través de la asimilación de las técnicas y actitudes propias del trabajo autónomo y auto-dirigido. [CG13]

### 2.2 Específicas

- Capacidad de comprensión de las bases teóricas en las que se apoyan los conceptos propios de esta materia. [CE-TS2]
- Capacidad de relacionar los diferentes conceptos, así como llevar a cabo un análisis crítico de los métodos desarrollados hasta llegar a comprender el estado del arte. [CE-TS3]
- Capacidad de análisis y síntesis de las técnicas propias de procesamiento de señal, así como su aplicación a la resolución de problemas prácticos. [CE-TS4]
- Capacidad de llevar a cabo simulaciones y experimentos mediante el uso de ordenadores y herramientas informáticas que permitan validar desde un punto de vista práctico los conceptos de esta materia y su aplicación en problemas. [CE-TS5]
- Capacidad de utilizar procedimientos eficaces de búsqueda de información científica relacionada, tanto en fuentes de información primarias como secundarias, incluyendo el uso de recursos informáticos. [CE-TS6]
- Capacidad para exponer un trabajo desarrollado por el alumno en un tema relacionado con esta materia. [CE-TS7]
- Capacidad para defender y argumentar las decisiones tomadas en los métodos y algoritmos usados en procesamiento de señal. [CE-TS8]
- Capacidad para iniciarse en actividades de investigación de la Ingeniería Biomédica. [CE-IB1]
- Capacidad para adquirir el conocimiento sobre el estado y las necesidades de la Ingeniería Biomédica. [CE-IB2]
- Capacidad de gestionar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos y software específicos de la ingeniería biomédica. [CE-IB3]
- Capacidad para realizar experimentos relacionados con la ingeniería biomédica en la resolución de proyectos de investigación. [CE-IB6]
- Capacidad para aplicar técnicas de procesamiento de señales biomédicas e imágenes médicas. [CE-IB7]



### 3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Conocer el estado y las necesidades de la Ingeniería Biomédica.
- Conocer el proceso de investigación científica en Ingeniería Biomédica.
- Conocer y aplicar técnicas de procesado de señal en problemas de Ingeniería Biomédica.
- Gestionar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos y software específicos de la ingeniería biomédica.
- Saber comunicar los resultados de investigación en el ámbito del procesado de señales biomédicas.





#### 4. Contenidos y/o bloques temáticos

##### Bloque 1: “Procesado de Señales Biomédicas”

Carga de trabajo en créditos ECTS: 5

###### a. Contextualización y justificación

La asignatura consta de un único bloque temático dividido en cinco temas. El Tema 1 proporciona una visión global del procesado de señales biomédicas. En él se van a describir los objetivos del procesado de señales biomédicas, los diferentes tipos de señales biomédicas, así como las principales etapas del procesado de señales biomédicas. El Tema 2 aborda el análisis de los diferentes tipos de ruido e interferencias que pueden afectar a las señales biomédicas y las técnicas más extendidas para su eliminación. En el Tema 3 se describen las principales transformadas utilizadas para analizar las señales en los dominios tiempo-frecuencia y tiempo-escala, como la transformada corta de Fourier y la transformada wavelet. El Tema 4 se centra en introducir los conceptos básicos de la dinámica no lineal, así como de estudiar los diferentes métodos no lineales útiles para analizar las señales biomédicas. En el Tema 5 se introducen las herramientas básicas de análisis estadístico y clasificación necesarias para interpretar los resultados obtenidos tras la etapa de extracción de características.

###### b. Objetivos de aprendizaje

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

- Conocer el estado y las necesidades de la Ingeniería Biomédica.
- Conocer el proceso de investigación científica en Ingeniería Biomédica.
- Conocer y aplicar técnicas de procesado de señal en problemas de Ingeniería Biomédica.
- Gestionar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos y software específicos de la ingeniería biomédica.
- Saber comunicar los resultados de investigación en el ámbito del procesado de señales biomédicas.

###### c. Contenidos

###### TEMA 1: Introducción al Procesado de Señales Biomédicas

- 1.1 Objetivos del procesado de señales biomédicas.
- 1.2 Clasificación de señales biomédicas.
- 1.3 Etapas del procesado de señales biomédicas.

###### TEMA 2. Filtrado y cancelación de artefactos

- 2.1 Ruido e interferencias
- 2.2 Filtros en el dominio del tiempo
- 2.3 Análisis de componentes independientes
- 2.4 Rechazo visual de artefactos

###### TEMA 3. Análisis no lineal

- 3.1 Introducción al análisis no lineal
- 3.2 Análisis no lineal de señales biomédicas
- 3.3 Parámetros no lineales aplicados a señales biomédicas

###### TEMA 3. Análisis espectral

- 4.1 Introducción al análisis espectral



- 4.2 Análisis espectral de señales biomédicas
- 4.3 Parámetros espectrales aplicados a señales biomédicas

#### **TEMA 5. Estadística y técnicas de clasificación**

- 5.1 Análisis descriptivo
- 5.2 Métodos de análisis estadístico
- 5.3 Clasificación

#### **d. Métodos docentes**

---

- Clase magistral participativa.
- Estudio de casos.
- Prácticas de laboratorio.

#### **e. Plan de trabajo**

---

Para este bloque hemos previsto realizar las siguientes actividades:

- Explicación teórica del temario.
- Prácticas de laboratorio para aplicar técnicas de procesado y/o de clasificación a señales biomédicas reales.
- Exposición sobre un trabajo de revisión del estado del arte en una técnica concreta de procesado de señales biomédicas.

#### **f. Evaluación**

---

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas.
- Valoración de la actitud y participación del alumno en las prácticas de laboratorio.
- Realización y exposición del trabajo de forma individual.

#### **g Material docente**

---

##### **g.1 Bibliografía básica**

---

- E. N. Bruce, *Biomedical signal processing and signal modeling*, Wiley, 2001.
- L. Sörnmo, P. Laguna, *Bioelectrical Signal Processing in Cardiac and Neurological Applications*, Academic Press, 2005.
- J.L. Semmlow, *Biosignal and medical image processing*, 2nd ed., CRC Press, 2009.
- R. M. Rangayyan, *Biomedical Signal Analysis: A Case--Study Approach*, IEEE Press and Wiley, 2002.

##### **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.



### **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.
- Entorno de trabajo en la plataforma *Moodle* ubicado en el Campus Virtual de la UVa.

En este bloque se utilizan herramientas docentes online para la docencia y la evaluación. En caso de un transcurso normal de la docencia estarán disponibles las aulas informáticas del centro. En caso de una afección por medidas sanitarias especiales, el alumno debe contar con medios informáticos y telemáticos suficientes para interactuar con el Campus Virtual y con los sistemas de videoconferencia.

### **i. Temporalización**

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
5 ECTS	Semanas 1 a 15



## 5. Métodos docentes y principios metodológicos

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

- a. **Teoría.** Se combinarán las explicaciones de los profesores, el debate en clase y la consulta de recursos bibliográficos (libros, artículos, etc.), con la realización de tutorías individuales o en grupo para explicar y discutir los contenidos más complejos de la asignatura. Esta parte de la asignatura se abordará fundamentalmente mediante estudio/trabajo personal, si bien durante las tutorías de cada tema se podrán analizar diversos aspectos teóricos de especial relevancia o dificultad. Se desarrollarán fundamentalmente competencias relacionadas con: la capacidad de proseguir en un aprendizaje a lo largo de toda la vida (*Life Long Learning*) a través de la asimilación de las técnicas y actitudes propias del trabajo autónomo y auto-dirigido (CG13); la capacidad de comprensión de las bases teóricas en las que se apoyan los conceptos propios de esta materia (CE-TS2); y la capacidad para adquirir el conocimiento sobre el estado y las necesidades de la Ingeniería Biomédica (CE-IB2).
- b. **Seminarios.** En los seminarios de la asignatura se abordará el estudio de casos sobre el análisis de señales biomédicas. Los alumnos trabajarán en grupos pequeños. Se desarrollarán competencias relacionadas con: la capacidad de desarrollar la capacidad de aprendizaje y trabajo en grupo tanto en entornos conocidos y restringidos, así como en consorcios internacionales en los que intervienen factores culturales (CG11); la capacidad de relacionar los diferentes conceptos, así como llevar a cabo un análisis crítico de los métodos desarrollados hasta llegar a comprender el estado del arte (CE-TS3); la capacidad de utilizar procedimientos eficaces de búsqueda de información científica relacionada, tanto en fuentes de información primarias como secundarias, incluyendo el uso de recursos informáticos (CE-TS6); la capacidad para exponer un trabajo desarrollado por el alumno en un tema relacionado con esta materia (CE-TS7); la capacidad para iniciarse en actividades de investigación de la Ingeniería Biomédica (CE-IB1); y la capacidad para realizar experimentos relacionados con la ingeniería biomédica en la resolución de proyectos de investigación (CE-IB6).
- c. **Laboratorio.** Las prácticas de laboratorio complementan los contenidos teóricos tratados en cada uno de los temas de la asignatura. En ellas, se utilizará equipamiento y herramientas software específicas para comprender mejor las diferentes etapas del procesado de señales biomédicas. Los alumnos trabajarán en grupo con el fin de desarrollar competencias relacionadas con: la capacidad de análisis y síntesis de las técnicas propias de procesado de señal, así como su aplicación a la resolución de problemas prácticos (CE-TS4); la capacidad de llevar a cabo simulaciones y experimentos mediante el uso de ordenadores y herramientas informáticas que permitan validar desde un punto de vista práctico los conceptos de esta materia y su aplicación en problemas (CE-TS5); la capacidad para defender y argumentar las decisiones tomadas en los métodos y algoritmos usados en procesado de señal (CE-TS8); la capacidad de gestionar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos y software específicos de la ingeniería biomédica (CE-IB3); y la capacidad para aplicar técnicas de procesado de señales biomédicas e imágenes médicas (CE-IB7).



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

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA <sup>(1)</sup>	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	20	Estudio de los contenidos teóricos	25
Clases prácticas de aula (A)	0	Programación de métodos de procesado de señales biomédicas	20
Laboratorios (L)	20	Interpretación de resultados	10
Prácticas externas, clínicas o de campo	0	Escritura de informes	20
Seminarios (S)	10		
Tutorías grupales (TG)	0		
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)	0		
<b>Total presencial</b>	<b>50</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>75</b>
<b>TOTAL presencial + no presencial</b>			<b>125</b>

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor para otro grupo presente en el aula.

## 7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas en aula	10%	
Cuestionarios de evaluación de los contenidos teóricos	30%	
Realización de las prácticas de laboratorio	40%	
Realización y presentación de un trabajo sobre un tema de procesado de señales biomédicas	20%	

### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria extraordinaria:**
  - Se mantiene la calificación obtenida en los tres últimos ítems de la tabla anterior, siempre que los cuestionarios, las prácticas y el trabajo final hayan sido entregados en las fechas establecidas y se hayan alcanzado las puntuaciones mínimas indicadas anteriormente. En este caso, cada uno de estos ítems pasa a tener un valor del 15%. En este caso, sólo será necesario realizar el examen escrito, que tendrá un peso del 55%.
  - En caso de que no se hayan realizado los cuestionarios, las prácticas y el trabajo final, el alumno tiene la posibilidad de presentarse al examen final de la asignatura. Por lo tanto, en este caso, la calificación del alumno en la asignatura será la obtenida en el examen escrito. Puesto que el examen escrito tiene un peso del 55%, la máxima calificación que podrá obtenerse en este caso es de 5.5 puntos sobre 10.

## 8. Consideraciones finales

El Anexo I, mencionado en esta guía, donde se describe la planificación detallada, se entregará al comienzo de la asignatura.