

## 60938 - Tratamiento de señales biomédicas

### Información del Plan Docente

|                               |                                                              |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>Año académico</b>          | 2016/17                                                      |
| <b>Centro académico</b>       | 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura                   |
| <b>Titulación</b>             | 533 - Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación |
| <b>Créditos</b>               | 5.0                                                          |
| <b>Curso</b>                  | 2                                                            |
| <b>Periodo de impartición</b> | Primer Semestre                                              |
| <b>Clase de asignatura</b>    | Optativa                                                     |
| <b>Módulo</b>                 | ---                                                          |

### 1. Información Básica

#### 1.1. Recomendaciones para cursar esta asignatura

Los profesores encargados de impartir la docencia pertenecen al área de Teoría de la Señal y Comunicaciones.

Esta asignatura optativa del cuatrimestre de primavera requiere de conocimientos de tratamiento de señal, tanto básico como avanzado, que típicamente se han obtenido en el grado: Procesado digital de señales; Aplicaciones de procesado digital de señal, Laboratorio de señal y comunicaciones, o en alguna asignatura obligatoria del Master como, Tratamiento de señal para comunicaciones.

#### 1.2. Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura se imparte en cuatrimestre de primavera. Entre las principales actividades previstas se encuentran la exposición de los contenidos teóricos, el planteamiento y resolución de problemas, la realización de prácticas de laboratorio y la realización de trabajos prácticos tutorizados relacionados con los contenidos de la asignatura.

Las fechas de inicio y fin de las clases teóricas y de problemas, así como las fechas de realización de las prácticas de laboratorio y las pruebas de evaluación global serán las fijadas por la Escuela de Ingeniería y Arquitectura y publicadas en la página web de la escuela <https://eina.unizar.es/>. Las fechas de entrega y seguimiento de los trabajos prácticos tutorizados se darán a conocer con suficiente antelación en clase y en la página web de la asignatura en el anillo digital docente, <https://moodle.unizar.es/>.

### 2. Inicio

#### 2.1. Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

**R1.** Ser capaz de diseñar un sistema de acondicionamiento de señales biomédicas, teniendo en cuenta las características de esas señales y los requisitos del procesado posterior, con las restricciones que impone no deformar la información útil presente en las señales.

**R2.** Ser capaz de resolver problemas de detección o de estimación de parámetros clínicos de interés, planteándolos de forma óptima en el marco de la teoría de detección/estimación. En particular en el ámbito de la Electrocardiología,

## 60938 - Tratamiento de señales biomédicas

Electroencefalografía y Electromiografía.

**R3.** Ser capaz de interpretar las fuentes de información temporal y espacial para el diseño de sistemas de compactación de información, bien sea con el ánimo de compresión y comunicación, bien con el ánimo de clasificación/monitorización y toma de decisiones respecto al sistema subyacente (diagnostico/terapia).

**R4.** Ser capaz de extrapolar conceptos del tratamiento de señal al contexto biomédico, interpretando mezclas/separaciones espaciales y temporales de fuentes, muestreos no uniformes, sistemas variantes en el tiempo, extracción e interpretación de información estática y dinámica, etc.

### 2.2.Introducción

Breve presentación de la asignatura

La asignatura consta de 5 créditos ECTS o 125 horas de trabajo del alumno. Esta asignatura optativa forma parte de la materia de Asignaturas Optativas del Master en Ingeniería de Telecomunicación. Pretende dotar al estudiante de un conjunto de herramientas de tratamiento de señales, tanto generales con aplicación en señales biomédicas, como especialmente diseñadas en este campo, para que siendo consciente de sus posibilidades y limitaciones, pueda emplearlas correctamente para extraer información clínicamente útil de los distintos tipos de señales biomédicas.

Se realizará una contextualización del tratamiento de señal, guiado por la fisiología subyacente en cada caso, para lo cual se introducirán conceptos básicos de la fisiología que lleva a la generación de las señales bioeléctricas, Abriéndose así la puerta a la multidisciplinaredad, seña de identidad de la mayorías de las aplicaciones tecnológicas y especialmente remarcable en aplicaciones biomédicas.

### 3.Contexto y competencias

#### 3.1.Objetivos

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

En la asignatura "Tratamiento de Señales Biomédicas" los alumnos habrán comprendido los orígenes eléctricos de las señales bioeléctricas, y la relación de los distintos tipos de señales en la superficie del cuerpo (ECG, EEG, EP, EMG). Siempre con los objetivos clínicos en mente, se presentan en esta asignatura técnicas de tratamiento de señal tanto para detección como para estimación en cada dominio de aplicación.

Se introducen los estimadores óptimos, y particularización de filtrado adaptativo, representaciones ortogonales y métodos tiempo frecuencia en cada dominio de aplicación. La asignatura debe llevar al estudiante a conocer un abanico de técnicas de procesado, particularmente estadístico, de señales biomédicas, y ser capaz de utilizarlas para obtener información clínica de las señales, teniendo en cuenta las particularidades de cada caso y tipo de señal, así como las posibilidades y limitaciones de dichas técnicas.

En consecuencia, el objetivo global de la asignatura es que el estudiante comprenda y sepa utilizar un conjunto de herramientas de tratamiento de señales para extraer información clínicamente útil de los distintos tipos de señales biomédicas.

#### 3.2.Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La titulación de Ingeniería Telecomunicación pretende, además de dar los fundamentos, posicionar las herramientas de tratamiento de información y comunicaciones en el contexto de sus aplicaciones. En el contexto de esta asignatura la aplicación es el campo biomédico, con aplicaciones tanto para diagnóstico, terapias, intervenciones, seguimientos, etc. Para ello, una parte importante de la Ingeniería trata de explotar al máximo las distintas fuentes de información que

## 60938 - Tratamiento de señales biomédicas

emanan de los sistemas vivos para, basándose en ella, tomar subsecuentes acciones y/o decisiones. Las señales biomédicas, y más en concreto bio-eléctricas, son una fuente rica en información sobre de los órganos o sistemas que las generan (cardíaco, neurológico, etc.). Esta asignatura pone al servicio de los profesionales las técnicas tanto deterministas como estadísticas de tratamiento y detección de eventos en señales discretas, para su uso sobre señales biomédicas en los contextos biomédicos donde estas señales puedan tener algún interés

### 3.3. Competencias

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

**CE15:** Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Ingeniería de Telecomunicación, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares como por ejemplo en bioingeniería, conversión fotovoltaica, nanotecnología, telemedicina.

**CB7:** Los estudiantes sabrán aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

**CG1:** Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.

**CG4:** Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.

**CG7:** Capacidad para la puesta en marcha, dirección y gestión de procesos de fabricación de equipos electrónicos y de telecomunicaciones, con garantía de la seguridad para las personas y bienes, la calidad final de los productos y su homologación.

**CG11:** Capacidad para saber comunicar (de forma oral y escrita) las conclusiones- y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

**CG12:** Poseer habilidades para el aprendizaje continuado, autodirigido y autónomo.

### 3.4. Importancia de los resultados de aprendizaje

La capacidad para interpretar señales de origen bioeléctrico, diseñar sistemas de mejora de la calidad de las señales, para modelar las mismas y aplicar las técnicas de estimación y detección estudiadas son relevantes para un Ingeniero de Telecomunicaciones trabajando en aplicaciones Biomédicas, ya que se encontrara previsiblemente con problemas de adquisición, filtrado, interpretación, automatización en un amplio número de contextos en entornos diagnósticos, terapéuticos, de seguimiento, etc.

### 4. Evaluación

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

#### E1: Presentaciones y debates de forma oral

Los alumnos habrán de preparar durante el curso la presentación de temas concretos, o la resolución de ejercicios

## 60938 - Tratamiento de señales biomédicas

especialmente seleccionados, que posteriormente serán presentados oralmente al conjunto de la clase. La evaluación de esta actividad supone el 10% de la nota final de asignatura.

### E2: Trabajos tutorizados

Los trabajos tutorizados representan el 50% de la calificación final. En la calificación se valorará la capacidad analítica y crítica del alumno para estudiar un problema o aspectos concretos en una aplicación de tratamiento de señal biomédica, haciendo uso de las herramientas teóricas y prácticas aprendidas en la asignatura. Además se evaluará la originalidad de las soluciones, la capacidad para trabajar en grupo, la habilidad para coordinar el trabajo y de transmitir la información relevante de forma oral y escrita, ya que el trabajo realizado se presentará a través de un informe común al grupo y de una presentación oral.

### E3: Examen final

El examen final consistirá en una prueba escrita que representa el 40% de la calificación final. La prueba se divide en dos partes:

- **E3.1** : Cuestiones teórico-prácticas:

- **E3.2** : Problemas prácticos:

El alumno ha de obtener una nota de al menos un **4 sobre 10** en la nota del examen final (**E3**) para superar la asignatura.

El alumno dispondrá de una prueba global en cada una de las convocatorias establecidas a lo largo del curso. Las fechas y horarios de las pruebas vendrán determinadas por la Escuela.

## 5.Actividades y recursos

### 5.1.Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

**M1. Clases magistrales participativas** (36 horas). Exposición por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura, combinada con la participación activa del alumnado. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial. Esta metodología, apoyada con el estudio individual del alumno (M14) está diseñada para proporcionar a los alumnos los fundamentos teóricos del contenido de la asignatura.

**M4: Aprendizaje basado en problemas** (10 horas) en las que se realizan resolución de problemas y casos prácticos propuestos por el profesor de los fundamentos presentados en las clases magistrales, con posibilidad de exposición de los mismos por parte de los alumnos de forma individual o en grupos autorizada por el profesor. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial.

**M9: Prácticas de laboratorio** (4 horas). En las que los alumnos realizarán 2 sesiones de prácticas de 2 horas de duración en los Laboratorio de Señales y Sistemas 2.02 del Edificio Ada Byron. En grupos pequeños, se realizan una serie prácticas en las cuales se conocerán los bloques principales del sistema de adquisición de señales biomédicas que permitan consolidar el conjunto de conceptos teóricos desarrollados a lo largo de las clases magistrales. Esta actividad se realizará en el Laboratorio de forma presencial.

## 60938 - Tratamiento de señales biomédicas

**M13: Trabajos prácticos tutorados** (20 horas). Realización de un trabajo práctico en grupo y tutorizado por el profesor, basado en los contenidos de la asignatura.

**M14: Estudio teórico** (52 horas). Estudio de contenidos relacionados con las "clases teóricas": incluye cualquier actividad de estudio personal (estudiar exámenes, trabajo en biblioteca, lecturas complementarias, hacer problemas y ejercicios, etc.).

**M10: Tutoría.** Horario de atención personalizada al alumno con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases tanto teóricas como prácticas.

**M11: Evaluación.** (3 horas) Conjunto de pruebas escritas teórico-prácticas y presentación de informes o trabajos utilizados en la evaluación del progreso del estudiante.

### 5.2. Actividades de aprendizaje

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades**

- Clases magistrales, introduciendo los conceptos, las bases fisiológicas de cada tipo de señal y los objetivos de su estudio así como las particularidades o nuevos desarrollos de tratamiento de señal en estos contextos.
- Resolución de problemas, que se dan de forma individual al alumno, y posteriormente son presentados por este en alguna de las clases regladas
- Prácticas de Laboratorio, donde se vera de forma práctica alguna de las aplicaciones presentadas en clase.
- Trabajos tutorizados, en los cuales se planteara un caso de estudio, individual o preferiblemente en grupo, con unos datos reales, y el alumno desarrollara la aplicación correspondiente con un objetivo clínico concreto.

### 5.3. Programa

La distribución en unidades temáticas de la teoría de la asignatura será la siguiente:

TEMA 1. Introducción sobre el origen de las señales biológicas, sus tipos y características, así como los objetivos que las TIC permiten plantearse en este contexto.

TEMA 2 . Electrocardiograma (ECG): Descripción, parámetros de interés clínico, interpretación; Detección de eventos (latidos); cancelación de interferencias; análisis de la variabilidad de ritmo cardíaco; promediado de señal recurrente; Compresión de información y análisis tiempo-variante (representaciones tiempo-frecuencia); señales invasivas (Electrogramas) su uso y singularidades.

TEMA 3. Electroencefalograma (EEG): interpretación e información clínica, bandas frecuenciales; cancelación de artefactos; estimación espectral; Análisis de potenciales evocados (visuales, auditivos, etc).

TEMA 4 . Electromiograma (EMG): origen e interpretación; parámetros de interés y estimación óptima; aplicaciones.

TEMA 5. Otras señales biomédicas: Photoplestimograma (PPG), presión sanguínea (BP); Sus interacciones e

## 60938 - Tratamiento de señales biomédicas

implicaciones fisiológicas; Estimaciones de relaciones (causalidad, correlaciones, etc) multimodales (distintos tipos de señales) de parámetros clínicos.

### Resolución de problemas:

Esta actividad consiste en la resolución por parte del alumno de problemas, guiado por el profesor, y su posterior presentación en alguna de las clases regladas.

### Prácticas de Laboratorio:

Esta actividad se realizará de forma presencial en un aula informática. Comprenderá 2 sesiones de 2 horas de duración cada una de ellas. Los alumnos presentarán posteriormente un informe escrito que recogerá las principales conclusiones del trabajo realizado.

### Trabajos tutorizados

Los trabajos tutorizados se basarán en la comprensión, desarrollo e implementación de partes de un sistema de tratamiento de señales biomédicas propuestas por el profesor. Será realizado mediante un trabajo en grupo que incluirá la necesidad de coordinación y será evaluado mediante un informe escrito y una presentación oral.

## 5.4. Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

El calendario de la asignatura, tanto de las horas presenciales, como las sesiones de laboratorio estará definido por el centro en el calendario académico del curso correspondiente.

## 5.5. Bibliografía y recursos recomendados

- Sörnmo, Leif and Laguna, Pablo. Bioelectrical signal processing in cardiac and neurological applications / Leif Sörnmo, Pablo Laguna Burlington [Massachusetts] : Elsevier, Academic Press, cop. 2005
- Laguna, Pablo and Sörnmo Leif. Bioelectrical Signal Processing in Cardiac & Neurological Applications. Solutions Manual / P. Laguna, L. Sornmo .Academic Press, Elsevier, 2005
- Rangayyan, R.M . Biomedical signal analysis: A case-study approach / Rangayyan, R.M Wiley-Interscience, 2002
- Hayes, Monson H.. Statistical digital signal processing and modeling / Monson H. Hayes New York [etc.] : John Wiley and Sons, cop. 1996
- Manolakis, Dimitris G.. Statistical and adaptive signal processing : spectral estimation, signal modeling, adaptive filtering and array processing / Dimitris G. Manolakis, Vinay K. Ingle, Stephen M. Kogon Boston [etc.] : McGraw Hill, 2000
- Zelniker, Glenn. Advanced digital signal processing : Theory and applications / Glenn Zelniker, Fred J. Taylor New York [etc.] : Marcel Dekker, cop. 1994
- Kay, Steven M.. Fundamentals of statistical signal processing : Estimation theory / Steven M. Kay Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice Hall International, cop. 1993
- Gulrajani, Ramesh M. Bioelectricity and Biomagnetism / Gulrajani, Ramesh M John Wiley Sons 1998
- Malmivuo, Jaakko. Bioelectromagnetism: Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields / Malmivuo, Jaakko, Plonsey, Robert Oxford University Press 1995.