

## 69720 - Tratamiento avanzado de señales biomédicas

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2022/23

**Asignatura:** 69720 - Tratamiento avanzado de señales biomédicas

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 633 - Máster Universitario en Ingeniería Biomédica

**Créditos:** 3.0

**Curso:** 1

**Periodo de impartición:** Segundo semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

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

En la asignatura obligatoria "Tratamiento de Señales e Imágenes Médicas" 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 estadístico de señal tanto para detección como para estimación en cada dominio de aplicación. Se introducen los estimadores óptimos, el filtrado adaptativo, representaciones ortogonales y métodos tiempo frecuencia.

El estudiante comprenderá un abanico de técnicas de procesamiento estadístico de señales biomédicas, y será 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 estadístico de señales para extraer información clínicamente útil de los distintos tipos de señales biomédicas.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 3: Salud.
  - Meta 3.4. Para 2030, reducir en un tercio la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles mediante la prevención y el tratamiento y promover la salud mental y el bienestar
- Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos
  - Meta 8.2. Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra.
- Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras.
  - Meta 9.5. Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo.

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

La titulación de Ingeniería Biomédica pretende posicionar las herramientas de la Ingeniería en el contexto biomédico 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 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.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Esta asignatura optativa del cuatrimestre de primavera debe cursarse después de haber cursado las asignaturas obligatorias "Tratamiento de Señales e Imágenes Médicas" y "Bioestadística y Métodos Numéricos en Ingeniería Biomédica". Los profesores encargados de impartir la docencia pertenecen al área de Teoría de la Señal y Comunicaciones.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

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

Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación (CB. 6)

Que los estudiantes sepan 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 (CB.7)

Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimiento y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios (CB.8)

Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades (CB.9)

Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo (CB.10)

Poseer las aptitudes, destrezas y método necesarios para la realización de un trabajo de investigación y/o desarrollo de tipo multidisciplinar en cualquier área de la Ingeniería Biomédica (CG.1)

Ser capaz de usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la resolución de problemas del ámbito biomédico y biológico (CG.2)

Ser capaz de comprender y evaluar críticamente publicaciones científicas en el ámbito de la Ingeniería Biomédica (CG.3)

Ser capaz de aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo (CG.4)

Ser capaz de gestionar y utilizar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos, software y hardware específicos de la ingeniería biomédica (CG.5)

Ser capaz de analizar, diseñar y evaluar soluciones a problemas del ámbito biomédico mediante conocimientos y tecnologías avanzados de biomecánica, biomateriales e ingeniería de tejidos (CO.3)

### 2.2. Resultados de aprendizaje

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

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

las señales.

- 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.
- Ser capaz de emplear analizar señales biomédicas mediante técnicas de estimación espectral, seleccionando la técnica en función de la información disponible sobre el problema, y los requisitos de la aplicación, interpretando correctamente los resultados.
- Ser capaz de aplicar adecuadamente los métodos de análisis tiempo-frecuencia para analizar señales bioeléctricas, e interpretar los resultados obtenidos.

### 2.3. 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 Biomédico, 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.

## 3. Evaluación

### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

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

**E1. Examen escrito final de asignatura compuesto de dos partes (50% de la nota final; tiempo disponible: 2 horas).**

- Cuestiones tipo test (opción múltiple, cuatro respuestas con penalización por fallos).
- Cuestiones cortas.

Es imprescindible obtener al menos 5 puntos sobre 10 para poder superar la asignatura.

**E2. Trabajos prácticos tutorizados (ejercicios prácticos entregables).** A lo largo del curso se propondrán ejercicios prácticos que los estudiantes deberán entregar al profesor en las fechas estipuladas por el profesor. Estos ejercicios podrán consistir en cuestiones cortas, problemas o pequeñas tareas de programación, análisis e interpretación de métodos de procesado en señales proporcionadas por el profesor. El estudiante mostrará el grado de adquisición de las competencias correspondientes a la asignatura y proporcionará interpretaciones de los resultados. La calificación de esta prueba representará el 30% de la nota final. Tiempo total de dedicación: 20 horas.

**E3. Memorias de prácticas:** Se pedirá a los estudiantes una memoria de las prácticas realizadas. La calificación de la memoria de prácticas representará el 20% de la nota final. Tiempo total de dedicación: 12 horas.

Los estudiantes tienen derecho a ser evaluados en una única prueba global que tendrá lugar en la fecha asignada por el centro para el examen final y en la que se evaluarán también los aspectos evaluados en E2 y E3. Igualmente, la segunda convocatoria consistirá en una única prueba escrita global que tendrá lugar en el periodo establecido a tal efecto en el mes de junio y julio.

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. Presentación metodológica general

La asignatura combina actividades teóricas y prácticas, en el aula, el aula informática y mediante trabajo personal. Las actividades presenciales consisten en 22 horas de clase magistral participativa, donde además de presentar los aspectos

teóricos se realizan ejemplos prácticos, demostraciones y problemas y 6 horas prácticas a realizar en un aula informática. Además, se realizarán práctico tutorado consistente en la programación, análisis y estudio de métodos de procesado de señales biomédicas sobre un conjunto de señales que se proporcionarán.

## 4.2. Actividades de aprendizaje

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

**A01 Clase magistral participativa (24 horas).** Exposición por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial. Durante las clases se realizarán ejemplos prácticos, demostraciones y problemas.

**A03 Prácticas de laboratorio (6 horas).** Se realizarán en un aula informática 3 sesiones prácticas de 2 horas cada una. Se deberá presentar una memoria de las prácticas, que será evaluada (E3).

**A05 Realización de trabajos prácticos de aplicación o investigación (20 horas).** Se realizarán ejercicios prácticos que los estudiantes deberán entregar en las fechas estipuladas por el profesorado. Estos ejercicios podrán consistir en cuestiones cortas, problemas o pequeñas tareas de programación, análisis e interpretación de métodos de procesado en señales proporcionadas. El estudiante mostrará el grado de adquisición de las competencias correspondientes a la asignatura y proporcionará interpretaciones de los resultados. En la evaluación (E2) se tendrá en cuenta la idoneidad y originalidad de la solución propuesta.

**A06 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.

**A08: Evaluación (2 horas).** La prueba escrita final y presentación de índices y trabajos. Ver la sección de actividades de evaluación.

## 4.3. Programa

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende los siguientes temas...

1. Conceptos básicos del tratamiento estadístico de señales.
2. Estimación de parámetros y detección de eventos. Aplicaciones: Promediado, Análisis de EMG, Retardos, Variabilidad del ritmo cardiaco, detección de eventos, detección de alternancias de onda T... Métodos: Estimación de parámetros. Sesgo y Varianza. Estimación óptima (máxima verosimilitud, Mínimos Cuadrados, Métodos Bayesianos).
3. Detección óptima. Aplicaciones: detección de eventos, detección de QRS, detección de cambios posturales. Métodos: Test del cocientes de verosimilitudes (LRT), criterio de Neyman-Pearson, evaluación de un detector.
4. Filtrado óptimo y adaptativo. Aplicaciones: filtrado y cancelación de ruido e interferencias, separación de componentes, estimación adaptativa. Métodos: Filtrado de Wiener, Filtrado Adaptativo, Algoritmo LMS.

## 4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

El calendario de la asignatura, tanto de las sesiones presenciales en el aula como de las sesiones de laboratorio, estará determinado por el calendario académico que el centro establezca para el curso correspondiente. El calendario de presentación de trabajos se anunciará convenientemente al inicio 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 del máster (<http://www.masterib.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/>.

## 4.5. Bibliografía y recursos recomendados

Bibliografía recomendada:

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=69720>

Además del material incluido en el anillo digital docente:

<https://moodle.unizar.es>