



## Guía docente

### 295121 - 295II331 - Análisis de Señales Biomédicas

Última modificación: 08/08/2024

**Unidad responsable:** Escuela de Ingeniería de Barcelona Este  
**Unidad que imparte:** 707 - ESAII - Departamento de Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INTERDISCIPLINARIA E INNOVADORA (Plan 2019). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO ERASMUS MUNDUS EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES AVANZADOS (Plan 2021). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2024      **Créditos ECTS:** 6.0      **Idiomas:** Inglés

#### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** ABEL TORRES CEBRIAN

**Otros:** Primer quadrimestre:  
BEATRIZ FABIOLA GIRALDO - Grup: T1  
JORDI SOLA SOLER - Grup: T1  
ABEL TORRES CEBRIAN - Grup: T1

#### CAPACIDADES PREVIAS

---

Los alumnos deben haber cursado la asignatura "Análisis de datos y reconocimiento de patrones".

Conocimientos básicos de análisis de señales y sistemas, estadística y Matlab

#### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

---

##### Específicas:

CEMUEII-17. Aplicar técnicas avanzadas de adquisición, procesado, análisis e interpretación de señales biomédicas para la identificación y monitorización de biomarcadores fisiológicos aplicados al proceso del diagnóstico. (Competencia específica de la especialidad Aplicaciones en Salud y Biomedicina / Healthcare and Biomedical Applications)

##### Genéricas:

CGMUEII-01. Participar en proyectos de innovación tecnológica en problemas de naturaleza multidisciplinar, aplicando conocimientos matemáticos, analíticos, científicos, instrumentales, tecnológicos y de gestión.

CGMUEII-05. Comunicar hipótesis, procedimientos y resultados a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades, tanto de forma oral como mediante informes, esquemas y diagramas, en el contexto del desarrollo de soluciones técnicas para problemas de naturaleza interdisciplinar.

##### Transversales:

05 TEQ. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

06 URI. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de la especialidad y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

03 TLG. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, que será preferentemente inglés, con un nivel adecuado de forma oral y por escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán las tituladas y los titulados en cada enseñanza.



## METODOLOGÍAS DOCENTES

El curso será de carácter práctico e interactivo. En las sesiones teóricas, los estudiantes aprenderán sobre diferentes métodos avanzados de procesamiento de señales y sus aplicaciones a varios ejemplos prácticos. En las sesiones de laboratorio, se desafiará a los estudiantes a programar sus propios algoritmos, facilitándoles la rápida aplicación de sus nuevos conocimientos. Finalmente, los estudiantes trabajarán en pequeños grupos en un proyecto biomédico global. Los resultados de este proyecto serán evaluados en una sesión de presentaciones orales.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Al final de este curso los estudiantes deben ser capaces de:

- Aplicar y evaluar la idoneidad de diferentes técnicas avanzadas de procesamiento de señales para diversos tipos de datos biomédicos, y extraer información relevante e interpretarla para obtener conclusiones clínicas.
- Desarrollar y comprender métodos avanzados para la eliminación de artefactos, detectar eventos, identificar filtros óptimos, representaciones tiempo-frecuencia y tiempo-escala, en señales biomédicas.
- Definir métodos para estimar y caracterizar los parámetros más relevantes, y patrones lineales y no lineales de un sistema biomédico.
- Diseñar un estudio estadístico apropiado para cada caso y poder analizar e interpretar sus resultados.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	108,0	72.00
Horas grupo grande	21,0	14.00
Horas grupo pequeño	21,0	14.00

**Dedicación total:** 150 h

## CONTENIDOS

### Introducción al análisis de señales biomédicas

#### Descripción:

Objetivos del análisis de señales biomédicas.

Ejemplos de señales biomédicas: orígenes y características.

Categorías de señales básicas: señales deterministas y estocásticas. Señales estacionarias y no estacionarias

Definiciones: media, covarianza, correlación y potencia.

Tipos de ruido, interferencias y artefactos en señales biomédicas.

#### Objetivos específicos:

- Identificar diferentes tipos de señales biomédicas, sus orígenes y características.

- Comprender las diferentes categorías de señales y sus tipos de ruido, interferencias y artefactos asociados.

#### Actividades vinculadas:

Cuestionario individual relacionado con el Test Individual 1

#### Dedicación: 4h

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 2h

### Filtrado para eliminar artefactos

**Descripción:**

Señales digitales: muestreo, Shannon, frecuencia Nyquist  
Dispositivo de adquisición: filtro anti-aliasing.  
Transformada Z  
Filtros en dominio temporal  
Filtros en dominio frecuencial  
Diseño de filtros  
Técnicas de promediado de señal  
Filtrado óptimo  
Filtros adaptativos

**Objetivos específicos:**

Conocer, identificar y comprender diferentes métodos para el filtrado de varias señales biomédicas.

**Actividades vinculadas:**

Sesión de laboratorio 1: Eliminación de artefactos de las señales biomédicas

**Dedicación:** 8h

Grupo grande/Teoría: 4h

Aprendizaje autónomo: 4h

### Detección de eventos y ondas

**Descripción:**

Extracción de envolventes  
Análisis de actividad  
Detección de eventos temporales  
Análisis de correlación y correlación con plantillas

**Objetivos específicos:**

- Identificar y aplicar diferentes técnicas para caracterizar cada tipo de señal biomédica estudiada.
- Definir y aplicar métodos de detección de diferentes eventos y su análisis.

**Actividades vinculadas:**

Sesión de laboratorio 2: Algoritmos de detección para señales biomédicas

**Dedicación:** 4h

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 2h



### Caracterización en el dominio frecuencial

**Descripción:**

Espectro de Fourier  
Función de densidad espectral de potencia (DEP)  
Resolución espectral y dispersión.  
Periodograma de Welch  
Periodograma de Lomb  
Estimación espectral AR  
Medidas derivadas de PSD's: momentos y ratios de potencia.

**Objetivos específicos:**

Identificar y analizar métodos en el dominio de la frecuencia para la caracterización de las señales biomédicas estudiadas.

**Actividades vinculadas:**

Sesión de laboratorio 3: Análisis espectral de señales biomédicas

**Dedicación:** 8h

Grupo grande/Teoría: 4h  
Aprendizaje autónomo: 4h

### Análisis de señales no estacionarias

**Descripción:**

Señales no estacionarias  
Transformada de Fourier a corto plazo  
Transformada wavelet continua  
Función de ambigüedad  
Distribución de Wigner-Ville  
Distribuciones de tiempo-frecuencia de la clase de Cohen generalizada.

**Objetivos específicos:**

Conocer y comprender varias técnicas utilizadas en el análisis de las señales biomédicas no estacionarias.

**Actividades vinculadas:**

Sesión de laboratorio 4: Análisis tiempo-frecuencia y tiempo-escala de señales biomédicas

**Dedicación:** 8h

Grupo grande/Teoría: 4h  
Aprendizaje autónomo: 4h



### Procesos acoplados, complejidad y análisis dinámico no lineal.

**Descripción:**

Interacción cardio-respiratoria

Análisis espectro cruzado y de coherencia.

Técnicas matemáticas y herramientas computacionales para estudiar dinámicas caóticas no lineales y complejidad de sistemas biomédicos. Identificación y caracterización de sus patrones.

**Objetivos específicos:**

-Definir y conocer la relación entre los diferentes sistemas biomédicos.

-Aplicar técnicas de complejidad para caracterizar estas interacciones y el análisis de su dinámica.

**Actividades vinculadas:**

Sesión de laboratorio 5: Análisis de la interacción entre señales biomédicas (interacción cardio-respiratoria)

**Dedicación:** 6h

Grupo grande/Teoría: 3h

Aprendizaje autónomo: 3h

### Análisis estadístico de datos biomédicos

**Descripción:**

Estadística descriptiva: estadística utilizada para describir la muestra o resumir información sobre la muestra (tendencia central o ubicación, dispersión o variabilidad, curtosis, asimetría).

Estadísticas inferenciales: estadísticas utilizadas para hacer inferencias o generalizaciones sobre la población más amplia (pruebas de hipótesis y significación estadística: pruebas paramétricas y no paramétricas). Análisis de varianza, regresión y análisis de correlación, técnicas de clasificación. Precisión, sensibilidad, especificidad.

**Objetivos específicos:**

Identificar, definir y aplicar la prueba estadística adecuada en cada caso, según el tipo de datos, el tipo de señal biomédica a estudiar y el análisis (descriptivo, clasificación, modelado, etc.) que se realizará.

**Actividades vinculadas:**

Sesión de laboratorio 6: Análisis estadístico de datos biomédicos

**Dedicación:** 6h

Grupo grande/Teoría: 3h

Aprendizaje autónomo: 3h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Informes de laboratorio: 6x5%

Informe técnico del primer proyecto: 15%

Presentación oral del primer proyecto: 15%

Primera prueba individual: 10%

Informe técnico del segundo proyecto: 10%

Presentación oral del segundo proyecto: 10%

Segunda prueba individual: 10%

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

El informe de los laboratorios de investigación es en grupos de 2 estudiantes.

El proyecto grupal se realizará en grupos de 3-4 estudiantes.

La presentación escrita de los proyectos se realizará como un documento de revista científica (6-10 páginas) y se presentará en clase durante la última semana del curso (15 minutos de presentación + preguntas). Tras la presentación, se entregará una versión revisada del informe escrito.



## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Rangayyan, Rangaraj M. Biomedical signal analysis. 2nd ed. Piscataway [etc.]: IEEE press, 2015. ISBN 9780470911396.
- Sörnmo, Leif; Laguna, Pablo. Bioelectrical signal processing in cardiac and neurological applications [en línea]. San Diego: Academic Press, 2005 [Consulta: 14/04/2020]. Disponible a: <https://www.sciencedirect.com/science/book/9780124375529>. ISBN 9780124375529.
- Bruce, Eugene N. Biomedical signal processing and signal modeling. New York: John Wiley & Sons, 2001. ISBN 0471345407.
- Tinsley, Howard E. A.; Brown, Steven D. (ed.). Handbook of applied multivariate statistics and mathematical modeling [en línea]. San Diego: Academic Press, 2000 [Consulta: 14/04/2020]. Disponible a: <https://www.sciencedirect.com/science/book/9780126913606>.
- McLachlan, Goffrey J. Discriminant analysis and statistical pattern recognition. Wiley: New York, 2004. ISBN 0471691151.
- Rosner, Bernard. Fundamentals of biostatistics. 7th ed. Pacific Grove, Calif.: Brooks/Cole, Cengage Learning, 2011. ISBN 9780538733496.

### Complementaria:

- Pratt, John W.; Gibbons, Jean Dickinson. Concepts of nonparametric theory. Springer-Verlag: Springer, 1981. ISBN 0387905820.
- Weisberg, Sanford. Applied linear regression [en línea]. 4th ed. New York: Wiley, 2016 [Consulta: 14/04/2020]. Disponible a: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1574352>. ISBN 9781118594858.
- Riffenburgh, R. H. Statistics in medicine [en línea]. 2nd ed. Burlington, MA: Elsevier Academic Press, 2006 [Consulta: 14/04/2020]. Disponible a: <https://www.sciencedirect.com/science/book/9780120887705>. ISBN 0120887703.

## RECURSOS

---

### Otros recursos:

Sistema Biopac, dispositivos de detección Shimmer sensing  
Bases de datos biomédicas  
Laboratorio de ingeniería biomédica (A8.2)  
Matlab, IBM SPSS Statistics, software de adquisición AcqKnowledge