



# Guía docente

## 820027 - PSB - Procesado 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:** GRADO EN INGENIERÍA BIOMÉDICA (Plan 2009). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2024      **Créditos ECTS:** 6.0      **Idiomas:** Catalán, Castellano

### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** MIGUEL ANGEL MAÑANAS VILLANUEVA

**Otros:** Primer quadrimestre:  
JOAN FRANCESC ALONSO LÓPEZ - Grup: M11, Grup: M12  
MIGUEL ANGEL MAÑANAS VILLANUEVA - Grup: M11, Grup: M12, Grup: M13, Grup: M14,  
Grup: M15  
ABEL TORRES CEBRIAN - Grup: M13

### CAPACIDADES PREVIAS

---

Habilidad en el cálculo de complejos, fundamentos matemáticos y teoría de sistemas continuos

### REQUISITOS

---

CONTROL INDUSTRIAL I AUTOMATITZACIÓ - Prerequisit  
SENSORS I CONDICIONADORS DE SENYALS - Irequisit

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

---

#### Específicas:

1. Aplicar las técnicas de análisis e interpretar señales e imágenes biomédicas.

#### Transversales:

2. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 3: Dirigir y dinamizar grupos de trabajo, resolviendo posibles conflictos, valorando el trabajo hecho con las otras personas y evaluando la efectividad del equipo así como la presentación de los resultados generados.

### METODOLOGÍAS DOCENTES

---

En las sesiones presenciales de aprendizaje el profesorado introducirá, mediante explicaciones teóricas y ejemplos ilustrativos, los conceptos, métodos y resultados de la materia. En las sesiones de resolución de problemas, el profesor guiará a los estudiantes en la realización de ejercicios y problemas relacionados con la materia. En las sesiones de laboratorio los estudiantes pondrán a la práctica los conceptos, métodos y resultados de la materia con la ayuda del profesor y trabajando directamente sobre señales biomédicas reales procedentes de diferentes sistemas biológicos. Los estudiantes, de forma autónoma, deberán estudiar para asimilar los conceptos y resolver los ejercicios propuestos, y trabajar un caso de aplicación en grupo que incluye su exposición en clase.

Finalmente, una componente importante del aprendizaje se basará en la realización en grupos de trabajo de un proyecto durante el curso y que se desarrollará conjuntamente con la asignatura de "Sensores y acondicionadores de señales" de forma que incluirá una parte de instrumentación/electrónica y otra de procesado/programación. Corresponderá a una actividad dirigida inicialmente, pero que después deberán de desarrollar de manera más autónoma si bien siempre con un soporte de tutorías



## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

1. Conocer las técnicas básicas de análisis e interpretación de señales biomédicas.
2. Comprender las relaciones entre las diferentes representaciones de las señales.
3. Identificar y extraer información de interés en las señales biomédicas.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	45,0	30.00
Horas grupo pequeño	15,0	10.00
Horas aprendizaje autónomo	90,0	60.00

**Dedicación total:** 150 h

## CONTENIDOS

### (CAST) INTRODUCCIÓN

**Descripción:**

- \* Señales, sistemas y procesado de señales
- \* Clasificación de las señales
- \* Concepto de frecuencia (tiempo continuo y tiempo discreto)
- \* Ejemplos de señales biomédicas

**Objetivos específicos:**

- \* Explicar el origen y las particularidades asociadas a las señales biomédicas.
- \* Conocer y saber clasificar las señales según su naturaleza

**Actividades vinculadas:**

Clases de explicaciones teóricas y laboratorio

**Competencias relacionadas:**

CEBIO-20. Aplicar las técnicas de análisis e interpretar señales e imágenes biomédicas.

**Dedicación:** 11h 30m

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h 30m

Aprendizaje autónomo: 5h



### (CAST) SEÑALES Y SISTEMAS DE TIEMPO DISCRETO

**Descripción:**

- \* Señales de tiempo discreto. Teorema del muestreo
- \* Sistemas de tiempo discreto y convolución de las señales
- \* Correlación de señales de tiempo discreto

**Objetivos específicos:**

- \* Enumerar las etapas de un sistema de adquisición de señales biomédicas.
- \* Entender y saber aplicar el Teorema del muestreo.
- \* Calcular e interpretar la convolución, correlación y autocorrelación de señales.

**Actividades vinculadas:**

Clases de explicaciones teóricas con problemas

**Competencias relacionadas:**

CEBIO-20. Aplicar las técnicas de análisis e interpretar señales e imágenes biomédicas.

**Dedicación:** 20h 30m

Grupo grande/Teoría: 8h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h 30m

Aprendizaje autónomo: 10h

### (CAST) LA TRANSFORMADA Z

**Descripción:**

- \* Definición
- \* Propiedades de la transformada Z
- \* Transformada Z racionales
- \* Análisis en el dominio Z de los sistemas LTI

**Objetivos específicos:**

- \* Identificar las propiedades de un sistema en tiempo discreto.
- \* Explicar las características particulares de un sistema lineal e invariante (LTI).
- \* Representar la función de transferencia y el esquema de bloques de un sistema LTI.
- \* Interpretar la Transformada Z, y asociar los polos y ceros de un sistema LTI con el efecto del filtro sobre la señal biomédica de entrada

**Actividades vinculadas:**

Clases de explicaciones teóricas con problemas

Resolución y corrección de problemas en grupos mediante técnica puzzle

**Competencias relacionadas:**

CEBIO-20. Aplicar las técnicas de análisis e interpretar señales e imágenes biomédicas.

**Dedicación:** 13h

Grupo grande/Teoría: 5h

Aprendizaje autónomo: 8h



### (CAST) ANÁLISIS FRECUENCIAL DE SEÑALES

**Descripción:**

- \* Análisis frecuencial de señales de tiempo continuo (periódicas y aperiódicas)
- \* Análisis frecuencial de señales de tiempo discreto (periódicas y aperiódicas)
- \* Propiedades de la Transformada de Fourier de señales de tiempo discreto
- \* La Transformada de Fourier discreta (DFT)
- \* Análisis frecuencial de señales utilizando la DFT. Ventanas temporales

**Objetivos específicos:**

- \* Explicar en qué consiste la representación frecuencial de señales.
- \* Formular y representar gráficamente la densidad espectral de potencia (PSD) de una señal discreta.
- \* Entender las relaciones del dominio temporal y frecuencial, y ser capaz de extraer información relevante de las señales biomédicas en los dos dominios

**Actividades vinculadas:**

Clases de explicaciones teóricas con problemas y laboratorio.

**Competencias relacionadas:**

CEBIO-20. Aplicar las técnicas de análisis e interpretar señales e imágenes biomédicas.

**Dedicación:** 37h 30m

Grupo grande/Teoría: 15h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h 30m

Aprendizaje autónomo: 20h

### (CAST) FILTRADO E INTERPRETACIÓN DE SEÑALES BIOMÉDICAS

**Descripción:**

- \* Sistemas LTI como filtros selectivos en frecuencia
  - \* Filtros FIR
  - \* Filtros IIR
- \* Filtro adaptado y promediado de las señales

**Objetivos específicos:**

- \* Entender la función de filtro de un sistema LTI.
- \* Calcular y representar gráficamente la respuesta frecuencial de un sistema LTI.
- \* Diseñar diferentes tipos de filtros en el dominio discreto.
- \* Aplicar filtros discretos al análisis e interpretación de señales biomédicas.

**Actividades vinculadas:**

Clases de explicaciones teóricas con problemas y laboratorio.

**Competencias relacionadas:**

CEBIO-20. Aplicar las técnicas de análisis e interpretar señales e imágenes biomédicas.

**Dedicación:** 25h 30m

Grupo grande/Teoría: 10h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h 30m

Aprendizaje autónomo: 13h



### (CAST) EJEMPLOS DE PROCESADO DE SEÑALES BIOMÉDICAS

**Descripción:**

- \* Reducción de ruido y eliminación de artefactos.
- \* Detección de eventos de interés en señales biomédicas..

**Objetivos específicos:**

- \* Aplicar técnicas básicas de reducción de artefactos presentes en señales biomédicas.
- \* Proponer métodos para la detección de eventos de interés y extraer información relevante en señales biomédicas

**Actividades vinculadas:**

Clases de explicaciones teóricas con problemas y laboratorio.

**Competencias relacionadas:**

CEBIO-20. Aplicar las técnicas de análisis e interpretar señales e imágenes biomédicas.

**Dedicación:** 9h 30m

Grupo grande/Teoría: 3h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h 30m

Aprendizaje autónomo: 4h

### (CAST) SISTEMA DE MEDIDA DE PRESIÓN ARTERIAL NO INVASIVA

**Descripción:**

- \* Proyecto conjunto con la asignatura de "Sensores y Acondicionadores de Señal"
- \* Estimación de la presión sistólica y diastólica a partir del análisis temporal y frecuencial de la señal de presión y de los sonidos de Korotkoff

**Objetivos específicos:**

- \* Trabajo en equipo, resolviendo posibles conflictos, priorizando la efectividad del equipo así como la presentación de los resultados generados.
- \* Comparación de los resultados obtenidos con diferentes métodos y extracción de conclusiones
- \* Capacidad para resolver problemas, tomar iniciativas y compartir habilidades con los otros miembros del equipo

**Actividades vinculadas:**

- \* Conocimiento del estado del arte en el tratamiento de la presión sistólica y diastólica así como los sonidos de Korotkoff
- \* Análisis de las señales y determinación de la información a extraer
- \* Desarrollo de algoritmos para el procesado de las señales
- \* Escritura del informe y presentación

**Competencias relacionadas:**

05 TEQ N3. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 3: Dirigir y dinamizar grupos de trabajo, resolviendo posibles conflictos, valorando el trabajo hecho con las otras personas y evaluando la efectividad del equipo así como la presentación de los resultados generados.

**Dedicación:** 32h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h 30m

Aprendizaje autónomo: 30h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

---

La evaluación se llevará a cabo mediante la valoración por parte de los profesores del trabajo del estudiante, individual y/o en grupo, realizado de forma presencial y no presencial. Se llevará a cabo ponderando convenientemente las siguientes actividades:

- \* Entrega de ejercicios durante el curso y Prácticas de Laboratorio incluyendo los informes entregados de cada sesión. (Nota de esta actividad es Nep),
- \* Una prueba parcial consistente en dos partes (La nota de esta prueba es Npp):
- \* Proyecto relacionado con procesado de señales biomédicas a realizar conjuntamente con la asignatura de "Sensores y acondicionadores de señales" y que se entregará al final del cuatrimestre. La nota de este proyecto es Npr
- \* Un examen final, consistente en consistente en dos partes (La nota de esta prueba es Nef).

La nota final de la asignatura, Nfinal, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$N_{\text{final}} = 0,40 N_{\text{ef}} + 0,20 N_{\text{pr}} + 0,20 N_{\text{pp}} + 0,20 N_{\text{ep}}$$

Esta asignatura no tiene reevaluación.

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

---

Para el examen parcial y final, constarán de dos partes:

- \* cuestiones de tipo conceptual o que requieren razonamientos cualitativos básicos y
- \* resolución de problemas (para esta última parte se podrá disponer de una hoja formulario DIN A4 por ambas caras y calculadora)

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Proakis, John G.; Manolakis, Dimitris G. Tratamiento digital de señales. 4ª ed. Madrid [etc.]: Prentice-Hall, 2007. ISBN 9788483223475.
- Bruce, Eugene N. Biomedical signal processing and signal modeling. New York: John Wiley & Sons, 2001. ISBN 0471345407.

### Complementaria:

- Sörnmo, Leif; Laguna, Pablo. Bioelectrical signal processing in cardiac and neurological applications. Burlington [etc.]: Elsevier Academic Press, cop. 2005. ISBN 0124375529.
- Semmlow, John L. Biosignal and biomedical image processing : MATLAB-based applications. New York: Marcel Dekker, 2004. ISBN 0824748034.
- Bronzino, Joseph D. The Biomedical engineering handbook. Boca Raton [Fla.]: CRC Press, cop. 2000.
- Najarian, Kayvan; Splinter, Robert. Biomedical signal and image processing. 2nd ed. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis, 2012. ISBN 9781439870334.
- Tompkins, Willis J. Biomedical digital signal processing : C-language examples and laboratory experiments for the IBM PC. Englewood Cliffs [etc.]: Prentice Hall, 1993. ISBN 0130672165.

## RECURSOS

---

### Enlace web:

- <http://ieeexplore.ieee.org/>. Base de dades d'articles de revistes i congressos científics de la Societat IEEE
- <http://www.sciencedirect.com>. Base de dades d'articles de revistes i congressos científics de l'editorial Elsevier
- <http://www.pubmed.com>. Base de dades d'articles de revistes i congressos científics en el camp de l'Enginyeria Biomèdica i la Medicina