

Guía docente de la asignatura

Procesamiento de Señales Biomédicas (20511F1)



Fecha de aprobación: 28/06/2024

Grado	Grado en Ingeniería Electrónica Industrial	Rama	Ingeniería y Arquitectura
--------------	--	-------------	---------------------------

Módulo	Señales y Sistemas Biomédicos	Materia	Procesamiento de Señales Biomédicas
---------------	-------------------------------	----------------	-------------------------------------

Curso	4º	Semestre	2º	Créditos	6	Tipo	Optativa
--------------	----	-----------------	----	-----------------	---	-------------	----------

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

- Tener cursada la asignatura obligatoria de Tratamiento y Transmisión de Señales.

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Grado)

- Tipos de señales biomédicas.
- Adquisición y pre-procesado de señales biomédicas.
- Acondicionamiento de señales biomédicas: reducción de ruido y artefactos, filtrado lineal, no lineal y adaptable.
- Análisis de señales biomédicas: estimación espectral y extracción de información diagnóstica.

COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA

COMPETENCIAS GENERALES

- CG00 - Hablar bien en público

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE66 - Capacidad para interpretar señales biomédicas y relacionarlas con los fenómenos fisiológicos subyacentes.
- CE67 - Conocimiento y capacidad para realizar el acondicionamiento de señales biomédicas en el marco del filtrado lineal, no lineal y adaptable, con las restricciones que impone no distorsionar la información útil presente en las señales.
- CE68 - Conocimiento de las técnicas de análisis y estimación espectral de señales biomédicas.



- CE69 - Conocimiento y capacidad para la detección o estimación de parámetros clínicos de interés.
- CE70 - Conocimiento de las técnicas de compresión de datos aplicadas a señales biomédicas.
- CE85 - Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- CE86 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.
- CE90 - Capacidad para aplicar los principios y métodos de la calidad.
- CE92 - Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Capacidad para el uso y aplicación de las TIC en el ámbito académico y profesional
- CT02 - Capacidad para innovar y generar nuevas ideas. Creatividad.
- CT03 - Respeto a los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Conocimiento de técnicas de registro de señales e imágenes biomédicas.
- Capacidad para interpretar señales e imágenes biomédicas, así como su relación con los fenómenos fisiológicos subyacentes.
- Conocimiento y capacidad para acondicionar señales biomédicas con el objetivo de realizar una extracción de características eficiente.
- Conocimiento de técnicas de análisis y estimación espectral de señales e imágenes biomédicas.
- Conocimiento y capacidad para la detección o estimación de parámetros clínicos de interés.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

1. Fundamentos de procesado digital de señales.
 - 1.1. Introducción al procesado de señales biomédicas.
 - 1.2. Principios de registro.
 - 1.3. Análisis en los dominios del tiempo y de la frecuencia.
 - 1.4. Técnicas de reducción de ruido.
2. Procesamiento de señales biomédicas.
 - 2.1. Actividad eléctrica celular.
 - 2.2. El electrocardiograma (ECG).
 - 2.3. El electroencefalograma (EEG).
 - 2.4. Otras señales biomédicas.
3. Fundamentos de procesado digital de imágenes.
 - 3.1. Introducción al procesado de imágenes biomédicas.
 - 3.2. Técnicas básicas de procesado de imágenes.
 - 3.3. Detección de contornos y segmentación.



- 3.4. Algoritmos de agrupación y clasificación.
4. Procesamiento de imágenes biomédicas.
- 4.1. Principios de la tomografía computarizada.
 - 4.2. Rayos X.
 - 4.3. Imágenes de resonancia magnética.
 - 4.4. Otras imágenes biomédicas.

PRÁCTICO

Seminarios (S) y Talleres (T)

- S1. Problemas y actividades del tema 1.
- T1. Registro y análisis de señales de EEG: potenciales evocados auditivos.
- S2. Problemas y actividades del tema 3.
- T2. Registro y análisis de imágenes de otoscopia.

Prácticas de Laboratorio (P)

- P1. Detección del complejo QRS en señales de electrocardiograma (ECG).
- P2. Potenciales evocados auditivos en señales de electroencefalografía (EEG) de un único canal.
- P3. Oscilaciones cerebrales en señales EEG multicanal.
- P4. Segmentación de señales fisiológicas de polisomnografía.
- P5. Reconstrucción en 3D de imágenes de tomografía computarizada.
- P6. Segmentación y clasificación de imágenes de resonancia magnética (MRI).

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- [Najarian 2012] Biomedical Signal and Image Processing, 2nd edition (2012). Najarian K, Splinter R. CRC Press Taylor & Francis Group (Boca Ratón, Florida, USA), 411 páginas. eBook ISBN: 9780429106774. Libro en Open access disponible en <https://doi.org/10.1201/b11978>.
- [Burkard 2012] Auditory Evoked Potentials: Basic Principles and Clinical Applications, 1st edition (2006). Burkard R, Don M, Eggermont JJ. Lippincott Williams & Wilkins (Baltimore, MD, USA), 736 páginas. ISBN: 0781757568.
- [Durrant 2023] Basic concepts of clinical electrophysiology in audiology, 1st edition (2023). Durrant JD, Fowler CG, Ferraro JA, Purdy SC. Plural Publishing (San Diego, California, USA), 475 páginas. ISBN: 9781635501759.
- [Oppenheim 2012] Tratamiento de señales en tiempo discreto, 3rd edition (2012). Oppenheim AV, Schafer RW. Pearson Educación S.A. (Madrid, España), 1108 páginas. ISBN: 9788483227183.
- [Sornmo 2005] Bioelectrical Signal Processing in Cardiac and Neurological Applications, 1st edition (2005). Sörnmo L, Laguna P. Academic Press Print Book ISBN : 9780124375529. Libro en Open access disponible en <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-437552-9.X5000-4>.
- [Proakis 2021] Digital signal processing: Principles, algorithms, and applications, 5th edition (2021). Proakis JG, Manolakis DG. Pearson. ISBN-13: 9780137348244.
- [Bruce 2001] Biomedical signal processing and signal modeling Eugene N. Bruce Wiley, 2001 - 520 páginas.
- [Semmlow 2004] Biosignal and Biomedical Image Processing MATLAB-Based Applications, 1st edition (2004). Semmlow JL. CRC Press, 448 páginas. ISBN: 0-8247-4803-4.



BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Valderrama JT, de la Torre A, Van Dun B. An automatic algorithm for blink-artifact suppression based on iterative template matching: Application to single channel recording of cortical auditory evoked potentials. *Journal of Neural Engineering* (2018) 15, 016008, 15p. doi: 10.1088/1741-2552/aa8d95. Disponible [aquí](#).
- Valderrama JT, de la Torre A, Alvarez IM, Segura JC, Sainz M, Vargas JL. A flexible and inexpensive high-performance auditory evoked response recording system appropriate for research purposes. *Biomedical Engineering/Biomedizinische Technik* (2014) 59, 447-459. doi: 10.1515/bmt-2014-0034. Disponible [aquí](#).
- Johnstone SJ, Jiang J, Zhang D, Rogers J, Valderrama JT, Sun L. Development of frontal EEG differences between eyes-closed and eyes-open resting conditions in children: Data from a single-channel dry-sensor portable device. *Clinical EEG & Neuroscience* (2021) 52, 235-245. doi: 10.1177/1550059420946648. Disponible [aquí](#).
- de la Torre A, Valderrama JT, Segura JC, Alvarez IM. Matrix-based formulation of the iterative randomized stimulation and averaging method for recording evoked potentials. *The Journal of the Acoustical Society of America* (2019) 146, 4545-4556. doi: 10.1121/1.5139639. Disponible [aquí](#).

ENLACES RECOMENDADOS

- [PhysioBank](#): Acceso web a colecciones de bases de datos de señales fisiológicas.
- [MIT OpenCourseWare](#): Curso sobre procesamiento de señales e imágenes biomédicas.
- [Procesamiento de señales biomédicas en Matlab](#).
- [Técnicas basadas en inteligencia artificial para clasificación de señales de electrocardiografía en Matlab](#).
- [FieldTrip](#): Toolbox compatible con Matlab para procesado de señales biomédicas.
- [GNU Octave](#): Software para cálculo numérico de libre acceso, utilizando un lenguaje mayormente compatible con MATLAB.

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 - EXPOSICIONES EN CLASE POR PARTE DEL PROFESOR. Podrán ser de tres tipos: 1) Lección magistral: Se presentarán en el aula los conceptos teóricos fundamentales y se desarrollarán los contenidos propuestos. Se procurará transmitir estos contenidos motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y tratando de formarle una mentalidad crítica 2) Clases de problemas: Resolución de problemas o supuestos prácticos por parte del profesor, con el fin de ilustrar la aplicación de los contenidos teóricos y describir la metodología de trabajo práctico de la materia. 3) Seminarios: Se ampliará y profundizará en algunos aspectos concretos relacionados con la materia. Se tratará de que sean participativos, motivando al alumno a la reflexión y al debate.
- MD02 - PRÁCTICAS REALIZADAS BAJO SUPERVISIÓN DEL PROFESOR. Pueden ser individuales o en grupo: 1) En aula/aula de ordenadores: supuestos susceptibles de ser resueltos de modo analítico o numérico. Se pretende que el alumno adquiera la destreza y competencias necesarias para la aplicación de conocimientos teóricos o normas técnicas relacionadas con la materia. 2) De laboratorio/laboratorio virtual: supuestos reales relacionados con la materia, principalmente en el laboratorio aunque, en algunos casos, se podrá utilizar software de simulación a modo de laboratorio virtual. El objetivo es desarrollar las habilidades instrumentales y las competencias de tipo práctico,



enfrentándose ahora a la complejidad de los sistemas reales. 3) De campo: se podrán realizar visitas en grupo a empresas relacionadas, con el fin de desarrollar la capacidad de contextualizar los conocimientos adquiridos y su implantación en una factoría, teniendo en cuenta los valores e intereses de la actividad empresarial.

- MD03 - TRABAJOS REALIZADOS DE FORMA NO PRESENCIAL: Podrán ser realizados individualmente o en grupo. Los alumnos presentarán en público los resultados de algunos de estos trabajos, desarrollando las habilidades y destrezas propias de la materia, además de las competencias transversales relacionadas con la presentación pública de resultados y el debate posterior, así como la puesta en común de conclusiones en los trabajos no presenciales desarrollados en grupo. Las exposiciones podrán ser: 1) De problemas o casos prácticos resueltos en casa 2) De trabajos dirigidos
- MD04 - TUTORÍAS ACADÉMICAS: podrán ser personalizadas o en grupo. En ellas el profesor podrá supervisar el desarrollo del trabajo no presencial, y reorientar a los alumnos en aquellos aspectos en los que detecte la necesidad o conveniencia, aconsejar sobre bibliografía, y realizar un seguimiento más individualizado, en su caso, del trabajo personal del alumno.
- MD05 - EXÁMENES. Se incluye también esta actividad, que formará parte del procedimiento de evaluación, como parte de la metodología.

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

Con objeto de evaluar la adquisición de los contenidos y competencias a desarrollar en la materia, se utilizará un sistema de evaluación diversificado, seleccionando las técnicas de evaluación más adecuadas para las asignaturas en cada momento, que permita poner de manifiesto los diferentes conocimientos y capacidades adquiridos por el alumnado al cursar cada asignatura. De entre las siguientes técnicas evaluativas se utilizarán alguna o algunas de las siguientes:

- Exámenes orales o escritos, parciales o finales: Evaluación de los conocimientos y competencias adquiridas, tanto de los contenidos teóricos como de las habilidades para la resolución de problemas, de forma individualizada. El peso de este apartado es de un 40%.
- Actividades en clase: asistencia, participación activa, trabajo realizado en clase, etc. El peso de este apartado es de un 10% de la calificación final.
- Presentación de trabajos: problemas, casos prácticos o trabajos dirigidos, realizados de forma individualizada o en grupo, expuestos en clase o entregados por escrito al profesor. Tendrá un peso de hasta el 20% de la calificación.
- Evaluación de las prácticas, tanto del trabajo desarrollado durante las sesiones prácticas en presencia del profesor como de las memorias. Tendrá un peso de un 30%.
- La calificación global corresponderá a la puntuación ponderada de los diferentes aspectos y actividades que integran el sistema de evaluación. Así, el resultado de la evaluación será una calificación numérica obtenida mediante la suma ponderada de las calificaciones correspondientes a una parte teórica, una parte práctica y, en su caso, una parte relacionada con el trabajo autónomo de los alumnos, los seminarios impartidos y el aprendizaje basado en proyectos.
- Para aquellos alumnos que así lo soliciten el examen de teoría y problemas constituirá la única herramienta de evaluación para superar la asignatura, si bien se requerirá igualmente la realización y entrega de las prácticas.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA



- Para el caso de la convocatoria extraordinaria, el alumno se examinará de la parte teórica teniendo el mismo peso que en la convocatoria única, y hará entrega de las prácticas, trabajos y actividades de la asignatura con el mismo peso que en la citada convocatoria.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

- Para el caso de la convocatoria única final el alumno realizará un examen a nivel teórico y práctico de la asignatura con una ponderación del 50% en cada sección.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos \(https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad\)](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

SOFTWARE LIBRE

- [GNU Octave](#).
- [FieldTrip](#).

