



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS y NATURALES



Universidad
Nacional
de Córdoba

Asignatura: **Procesamiento de Señales**

Código: 10-09212	RTF	6
Semestre: Séptimo	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Básicas	Horas de Práctica	48

Departamento: Bioingeniería

Correlativas:

- Análisis Matemático 3
- Informática y Cálculo Numérico
- Señales y Sistemas

Contenido Sintético:

- Análisis tiempo-frecuencia de señales no estacionarias
- Procesamiento Digital de Imágenes

Competencias Genéricas:

- CG2. Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG5. Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

Aprobado por HCD: 948-HCD-2025

RES: Fecha: 1/12/2025

Competencias Específicas:

- CE2: Interpretar y comprender señales e imágenes médicas y biológicas.
- CE7: Procesar señales e imágenes médicas y biológicas.
- CE8.B3: Realizar el análisis y procesamiento de señales en tiempo continuo y tiempo discreto.

Presentación

Procesamiento de señales es una materia de cuarto año (séptimo cuatrimestre) de la carrera de Ingeniería Biomédica.

Con el avance de las tecnologías digitales los contenidos abordados por la materia se resignifican y constituyen una introducción a una de las áreas de interés en las que el/la Ingeniero/a Biomédico/a puede dedicarse en su vida profesional.

En rasgos generales la materia se divide en dos grandes bloques temáticos, uno relacionado con Procesamiento de señales unidimensionales de comportamiento no estacionarios y el otro con Procesamiento de Imágenes Digitales (señales bidimensionales). Al momento de abordar los contenidos de esta asignatura, el/la estudiante ya ha cursado materias del ciclo básico adquiriendo herramientas conceptuales de álgebra lineal, física, cálculo real, cálculo complejo e informática y cálculo numérico.

En el quinto semestre, ha cursado la asignatura Señales y Sistemas en la que, con herramientas matemáticas adecuadas, ha logrado la capacidad de analizar señales en tiempo continuo y discreto, y entender cómo actúan sistemas lineales e invariantes en el tiempo.

En esta asignatura el/la estudiante profundizará el análisis de señales unidimensionales, abordando aquellas de tipo no estacionario (que son las más usuales en su disciplina). Mediante el uso de software adecuado será capaz de realizar un análisis e interpretación conjunto en tiempo y frecuencia de señales unidimensionales analizando su estacionariedad.

Por otro lado se introducirá en el estudio de imágenes digitales (señales bidimensionales), generalizando conceptos de 1D a 2D. Mediante el uso de software adecuado, podrá realizar procesos de mejora y restauración en imágenes digitales.

Contenidos

Eje temático 1: Módulo 1D. Señales unidimensionales.

Análisis tiempo-frecuencia de señales no estacionarias.

- Espacio vectorial de las señales.
- Limitaciones de la Transformada de Fourier.
- Señales no estacionarias.
- Transformada de Fourier a Tiempo Corto. Ventanas.
- Espectrograma. Interpretación.
- Introducción a la Transformada Wavelet. Concepto de multiresolución.

- Descomposición de una señal en aproximaciones y detalles.
- Aplicaciones en señales biomédicas.

Eje temático 2: Módulo 2D. Señales bidimensionales.

Procesamiento Digital de Imágenes.

- Las imágenes como datos bidimensionales. Representación de imágenes.
- Producto de convolución 2D.
- Transformada de Fourier 2D- La Transformada Discreta de Fourier 2D. Muestreo. Generalización del Teorema del Muestreo. Generalización del Teorema de Convolución.
- Etapas fundamentales en el procesamiento de imágenes.
- Introducción al Procesamiento de Imágenes, transformaciones.
- Transformaciones Espaciales.
- Relaciones Básicas entre píxeles. Conectividad. Geometría de la imagen.
- Transformaciones básicas. Transformaciones en el dominio espacial. Transformadas punto a punto . Histograma.
- Filtrado en el dominio espacial: filtros de suavizado, filtros de realce.
- Filtrado en el dominio de la frecuencia.
- Restauración de la Imagen.
- Modelo de degradación de la imagen. Modelos de ruido. Modelos de distorsión. Degradaciones lineales e invariantes a corrimientos. Deconvolución.

Metodología de enseñanza

La materia se estructura con el desarrollo teórico-práctico de herramientas y técnicas de procesamiento de señales 1D y 2D.

Se propone una fuerte componente práctica de la misma y se diseñan actividades de laboratorio con uso de software libre, de modo que los/as estudiantes sean capaces de generar desarrollos tecnológicos, interpretar, comprender y procesar señales e imágenes médicas y biológicas.

Para ello la metodología se planifica del siguiente modo: se desarrollan conceptos matemáticos teóricos necesarios para analizar y procesar una señal (1D ó 2D). Luego se presentan ejemplos de dicha señales propios de la disciplina (por ejemplo, EEG o imagen de tomografía) y se muestra de forma teórica la aplicación de las técnicas de procesamiento presentadas. Se comparan las modificaciones obtenidas en la señal luego del proceso.

En clase de laboratorio y con software adecuado, se realiza a una señal dada, el mismo procesamiento presentado y discutido anteriormente de modo teórico. Para ello se propone el abordaje de un problema concreto, con una señal específica y una tarea requerida en la misma.

Se analizan y justifican cuales de las técnicas o herramientas teóricas son las adecuadas para el abordaje de dicha demanda y se resuelve de modo práctico el caso con uso de software.

Se analizan resultados y conclusiones contrastando diferentes propuestas para el ejemplo planteado.

Se propicia el desarrollo grupal del caso práctico que se formula como adaptación de casos reales que surgen en el área.

Evaluación

En el marco del abordaje teórico-práctico de la materia en cada uno de los Módulos temáticos 1D y 2D se propone una evaluación continua con tareas y evaluaciones parciales. Para ambas actividades la modalidad consiste en análisis y procesamiento de una señal que puede venir dada o que ellos/as mismos/as deben crear (señal de audio por ejemplo). Se plantea un problema específico para la señal dada, en la cual se debe optar por algún tipo de solución, fundamentando y describiendo conceptualmente las herramientas teóricas o técnicas que fueron involucradas.

Las tareas son grupales y las evaluaciones parciales son individuales.

Los criterios de evaluación son:

- Comprensión del problema, aporte y elaboración personal del mismo.
- Pertinencia y justificación en la elección de las herramientas apropiadas para su resolución.
- Coherencia en la resolución.
- Interpretación de los resultados, análisis propio, comentarios alusivos al caso.
- Expresión académica clara y pertinente.

Condiciones de aprobación

Condiciones de regularización.

- 80% de asistencia.
- Entrega del 100% de las tareas propuestas.
- Aprobación de la evaluación de **alguno** de los Módulos (Módulo 1D ó Módulo 2D)

Condiciones de aprobación por promoción directa (sin examen final).

- 80% de asistencia.
- Entrega del 100% de las tareas propuestas.
- Aprobación de la evaluación de **ambos** Módulos, tanto Módulo 1D como Módulo 2D.

Condiciones de aprobación por examen final.

- Aprobación de examen final donde son evaluados ambos Módulos, tanto Módulo 1D como Módulo 2D.

Aprobación de las evaluaciones o exámenes.

Las instancias evaluativas (parciales o exámenes) se califican con una escala de 0 a 10 puntos. La aprobación exige un mínimo de 4 puntos, correspondiente a una resolución correcta del 60% de las actividades propuestas en dicha evaluación.

Recuperación de las evaluaciones correspondientes a Módulos temáticos.

Se puede recuperar sólo una de las evaluaciones correspondientes a los módulos temáticos. (Módulo 1D ó Módulo 2D)

Actividades prácticas y de laboratorio

Las actividades prácticas de laboratorio constituyen el eje central y el espacio donde los/as estudiantes afianzan las herramientas teóricas y prácticas de la asignatura.

En dichas instancias se plantean casos prácticos típicos del quehacer profesional relacionado con el área y relativos a cada Módulo.

Objetivos:

- Implementar conocimientos teóricos en un caso real fundamentando la aplicación de los mismos
- Fomentar el trabajo y la discusión grupal en el abordaje de un problema concreto.
- Introducir a los/as estudiantes en el abordaje completo de una situación técnica (adaptada) propia del área, que involucra resolución, justificación y comunicación escrita del caso.

Resultados de aprendizaje

A continuación se indican las competencias genéricas y específicas abordadas por la asignatura y los resultados de aprendizaje relacionados:

Competencias	Resultados de aprendizaje
CG2. Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).	<ul style="list-style-type: none">• Ser capaz de diseñar proyectos de ingeniería, relacionado con el área de procesamiento de señales 1D o 2D.
CG5. Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	<ul style="list-style-type: none">• Ser capaz de generar desarrollos tecnológicos con software adecuado que permitan procesar señales biomédicas.
CE2: Interpretar y comprender señales e imágenes médicas y biológicas.	<ul style="list-style-type: none">• Comprender las particularidades en tiempo y frecuencia de señales 1D.• Comprender y modelar las imágenes como datos bidimensionales.
CE7: Procesar señales e imágenes médicas y biológicas.	<ul style="list-style-type: none">• Identificar técnicas de procesamiento de señales 1D que permitan extraer información de las mismas y analizar su estacionariedad.• Comprender y distinguir herramientas de procesado de imágenes usadas en procesos de mejora y restauración de las mismas.

<p>CE8.B3: Realizar el análisis y procesamiento de señales en tiempo continuo y tiempo discreto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender y ser capaz de fundamentar los conceptos matemáticos teóricos utilizados en el procesamiento de señales 1D y 2D. • Comprender y utilizar transformadas adecuadas para analizar la estacionariedad en señales 1D. • Comprender y analizar señales 1 D en tiempo continuo y discreto. • Comprender la particularidad espacial de las señales 2D y la información que las mismas guardan. • Ser capaz de realizar procesos de mejora en una imagen. • Ser capaz de realizar procesos de restauración en una imagen.
--	--

Bibliografía

- Vera de Payer E. (2010). Procesamiento de Señales. Apunte de Cátedra
- Metin Akay. (Ed) (1998). Time frequency and wavelets in biomedical signal processing IEEE Press series in biomedical engineering. New York, NY : IEEE Press 1998.
- Metin Akay. (Ed) (1994) Biomedical Signal Processing. 1st Edition
- Proakis J, Manolakis D (2000). Tratamiento Digital de Señales. Madrid, ES : Prentice-Hall
- Gonzalez RC, Woods RE (2002) Digital image processing. Prentice-Hall, 2002
- Strang G, Nguyen T. (1997). Wavelets and Filter Banks. Wellesley (Massachusetts) : Wellesley-Cambridge Press
- Qian S, Chen D (1996). Joint Time-Frequency Analysis. Prentice Hall
- Kaiser G (1999). A Friendly Guide to Wavelets Gerald Kaiser – Ed. Boston : Birkhäuser.
- Daubechies I (2006). Ten Lectures on Wavelets. Series CBMS-NSF Regional Conference series in applied mathematics ; 61. Philadelphia, US : Society for Industrial and Applied Mathematics , 2006
- Biswas, P., Sana, S., & Bushra, N.Z. (2025). ECG Signal Classification Using Continuous Wavelet Transform and Deep Neural Network. 2025 International Conference on Electrical, Computer and Communication Engineering (ECCE), 1-5. DOI:10.1109/ECCE64574.2025.11013968
- Peng Y, Tang Y, Lee S, Zhu Y, Summers RM, Lu Z. COVID-19-CT-CXR: A Freely Accessible and Weakly Labeled Chest X-Ray and CT Image Collection on COVID-19 From Biomedical Literature. IEEE Trans Big Data. 2021 Mar 1;7(1):3-12. doi: 10.1109/tbdata.2020.3035935. Epub 2020 Nov 4. PMID: 33997112; PMCID: PMC8117951.
- R. C. González y R. E. Woods, Tratamiento digital de imágenes, Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, 2022.