

Planificación de la Asignatura: Señales y Sistemas - Bioingeniería

Fecha: 23/10/2024 13:02

Código: B0830

Carrera: Bioingeniería

Departamento Académico: Bioingeniería

Docente a cargo:

Correo del docente a cargo: ruben.acevedo@uner.edu.ar

Régimen de Dictado: Cuatrimestral doble oferta

Carga Horaria Semanal: 6 horas semanales

Carga Horaria Total: 84 horas

Contenidos Mínimos:

Señales: conceptos y clasificación. Espacios de señales. Análisis lineal y estacionario de señales. Sistemas: concepto y clasificación. Sistemas lineales e invariantes en el tiempo. Respuesta al impulso y respuesta en frecuencia. Convolución discreta. Transformada Z. Modelado de señales. Introducción al análisis no estacionario. Aplicaciones a señales y sistemas biomédicos. Convolución bidimensional, Transformada de Fourier bidimensional, discretización y muestreo.

Correlativas Regulares para cursar:

Electrónica Digital

Fisiología y Biofísica

Funciones de Variable Compleja

Probabilidad y Estadística

Correlativas Aprobadas para cursar:

Ecuaciones Diferenciales

Programación Avanzada

Correlativas Aprobadas para promocionar o rendir el examen final:

Primer año completo

Funciones de Variable Compleja

Programación Avanzada

Objetivo General:

Que el alumno logre:

- Comprender los conceptos y métodos fundamentales de la teoría de señales y sistemas discretos.
- Comprender los conceptos y las estrategias básicas para el análisis y el modelado de señales.
- Aplicar estos conceptos, métodos y estrategias en casos de interés biomédico.
- Fortalecer el uso del marco conceptual-teórico en la resolución de problemas.
- Aumentar su capacidad para adquirir conocimientos en forma autónoma.
- Afianzar la capacidad de abstracción, razonamiento lógico y reflexión crítica.
- Aumentar su capacidad para trabajar con responsabilidad y compromiso en tareas grupales.
- Reconocer el esfuerzo y los logros obtenidos por todos aquellos que participaron en el desarrollo humano, científico y tecnológico que hoy disfrutamos, en particular dentro de las áreas de incumbencia de la asignatura.
- Reconocer su propia capacidad de aportar al desarrollo antedicho.

Objetivos Particulares:

Que el alumno logre:

- Comprender conceptos fundamentales de procesamiento de señales discretas y su aplicación en el campo de ingeniería biomédica.
- Comprender el concepto de espacio de señales y su importancia para la interpretación de transformaciones de señales.
- Comprender los conceptos más importantes del análisis de Fourier en señales discretas.
- Aplicar los conceptos del análisis de Fourier al análisis y procesamiento de señales de interés biomédico.
- Comprender los conceptos y propiedades fundamentales de los sistemas lineales y su aplicabilidad en sistemas de interés biomédico.
- Afianzar el concepto de convolución y su relación con los sistemas lineales invariantes en el tiempo.
- Aplicar las operaciones de convolución y deconvolución en el marco de problemas de interés biomédico.
- Comprender conceptos fundamentales de la Transformada Z.
- Utilizar la Transformada Z como herramienta para la discretización de sistemas representados mediante ecuaciones diferenciales ordinarias lineales a coeficientes constantes, para el análisis de estabilidad de sistemas discretos y para el diseño de filtros digitales.
- Comprender el problema de identificación de sistemas y los métodos básicos para la estimación de parámetros de sistemas lineales.
- Aplicar métodos de identificación de sistemas lineales a casos de interés biomédico.

- Comprender los fundamentos del análisis tiempo-frecuencia y su relación con las técnicas más recientes.
- Comprender la diferencia entre modelos de señales y modelos de sistemas.
- Conocer algunas nociones básicas de modelos avanzados de señales.
- Adquirir destrezas para aplicar los conocimientos adquiridos en diversas señales e imágenes del mundo real.
- Conocer diversas aplicaciones del procesamiento digital de señales e imágenes en las tecnologías biomédicas actuales.
- Utilizar con conocimiento y juicio crítico las herramientas computacionales disponibles.
- Comprender los fundamentos de las técnicas básicas de procesamiento digital de imágenes.

Programa Analítico:**a. Señales**

Unidad 1: Introducción: Descripción de los objetivos generales de la materia. Breve presentación de los temas y su interrelación. Las señales y los sistemas, noción inicial de modelo. Diferencia entre el modelo y la realidad, ejemplos de problemas de aplicación. Modelos de sistemas y modelos de señales.

Unidad 2: Concepto de señal y ruido, clasificación de las señales y las técnicas de procesamiento digital. Operaciones básicas en señales. Digitalización de señales: muestreo, retención y cuantización, alias de muestreo en el dominio del tiempo. Caracterización de señales aleatorias: correlación, estacionariedad, ergodicidad.

Unidad 3: Espacio de señales: señales como vectores, normas y medidas de distancia, espacios vectoriales y espacios de señales, producto interno.

b. Transformaciones

Unidad 4: Independencia lineal, bases y transformaciones, ortogonalidad y ortonormalidad, el producto interno en las transformaciones, ejemplos de transformaciones lineales.

Unidad 5: Transformada de Fourier: series de Fourier, transformada continua de Fourier, transformada discreta de Fourier y su inversa, alias de muestreo en el dominio de la frecuencia, propiedades, algoritmos de cálculo.

c. Sistemas

Unidad 6: Concepto y clasificación de los sistemas. Ecuaciones diferenciales y en diferencias, diagramas en bloque y respuesta al impulso. Sistemas lineales e invariantes en el tiempo: propiedades, principio de superposición. Los sistemas como transformaciones lineales. Los sistemas como filtros.

Unidad 7: Convolución: definición e interpretación física, propiedades, métodos de cálculo. Deconvolución: definición, aplicación al control y la identificación de sistemas, métodos de cálculo.

Unidad 8: Funciones de transferencia: Transformada Z: definiciones, inversa, relación con la transformada de Laplace y la transformada de Fourier. Análisis de sistemas de tiempo discreto: transformaciones conformes, teorema del desplazamiento, diagramas en bloque.

Unidad 9: Identificación de sistemas (lineales): concepto y clasificación, predicción lineal mediante sistemas auto-regresivos, ecuaciones de Wiener-Hopf, algoritmo de Levinson-Durbin, estimación del orden, método

adaptativo de Widrow.

d. Aplicaciones

Unidad 10: Análisis tiempo-frecuencia (no estacionario): ventaneo, espectrogramas, distribuciones de Wigner-Ville, resolución tiempo-frecuencia y el principio de incertidumbre, introducción a la transformada onditas.

Unidad 11: Procesamiento de la señal de voz: producción y percepción del habla, análisis por tramos, aplicación de predicción lineal, escala de mel, procesamiento homomórfico, detección de la frecuencia fundamental.

Unidad 12: Procesamiento de señales de origen bioeléctrico: Electroencefalograma (EEG). Potenciales evocados (PE). Electrocardiograma (ECG) y Electromiograma (EMG). Ejemplos de técnicas para modelado, cancelación de artefactos, filtrado, detección, remoción de línea de base y análisis de las señales.

Listado de Actividades de Formación Práctica:

GTP1: "Introducción al procesamiento digital de señales",

GTP2: "Espacios de señales"

GTP3: "Transformada discreta de Fourier"

GTP4: "Sistemas y convolucion"

GTP5: "Funciones de transferencia"

GTP6: "Identificación de sistemas lineales"

GTP7: Guía de ABP: "Análisis tiempo frecuencia"

GTP8: Guía de ABP: "Procesamiento de la señal de voz"

GTP9: Guía de ABP: "Procesamiento digital del electrocardiograma"

GTP10: Guía de "Procesamiento digital del electroencefalograma"

Metodología de Evaluación Durante el cursado:

El acceso a las condiciones de regularidad y de promoción se efectuará a través de dos instancias distintas de evaluación:

- a) Evaluaciones de trabajos prácticos.
- b) Exámenes parciales teórico-conceptuales.

Las evaluaciones de trabajos prácticos estarán destinadas a acreditar la comprensión de los aspectos conceptuales y de implementación previstos en cada guía de trabajos prácticos (GTP) y la relación existente entre ellos (además de conocer los fundamentos de las herramientas de software que pudieran emplearse). Los contenidos relacionados con la teoría de señales, transformaciones y sistemas se evaluarán luego de completar las guías de trabajos prácticos correspondientes. Consiste en una evaluación oral de todo el grupo de trabajo en su conjunto, debiendo cada integrante ser capaz de responder a las preguntas generales requeridas y a las relacionadas con su participación en el trabajo realizado.

Por su parte, los contenidos relacionados con las aplicaciones podrán evaluarse en una única instancia, como en el caso anterior, o luego de finalizar un determinado trabajo práctico. La opción adoptada será comunicada con la debida anticipación a los alumnos.

Las fechas de las 2 (dos) evaluaciones parciales teórico-prácticas se distribuirán durante las primeras 14 semanas del dictado de la asignatura como se especifica en el cronograma. Esta instancia permite comprobar que el alumno comprende y es capaz de relacionar e integrar los conceptos teóricos discutidos, como así también de razonar y resolver problemas relacionados con los mismos.

Para promover la integración de los contenidos desarrollados en la asignatura se propone una instancia de evaluación integradora final opcional que brinda la posibilidad de promoción directa de la asignatura. A esta instancia accederán los alumnos que hayan cumplido las condiciones de regularidad (descriptas mas adelante) al finalizar la semana 14 de cursado. (Observación: está indicada como 3er examen parcial).

Metodología de Evaluación en Exámenes Finales:

Evaluación del Alumno libre:

Todo aquel alumno que cuente con las materias correlativas aprobadas, podrá rendir de forma libre la asignatura. Para ello, debe comunicar de forma fehaciente a la cátedra con 15 días de anticipación su intención de rendir con esta modalidad.

De esta forma, para aprobar la práctica de la materia, la cátedra prepara un examen que debe ser

implementado en computadora y defendido ante la mesa examinadora en el correspondiente turno de examen. Si el alumno aprueba esta evaluación práctica entonces el mismo día puede pasar a la evaluación teórica, donde será examinado de la misma forma que un alumno regular.

Evaluación del alumno regular:

Los exámenes finales serán preferentemente tomados de forma oral con apoyatura de pizarrón, aunque si el número de alumnos inscriptos en un llamado en particular supera los 16, el examen se efectuará de forma escrita, pero siguiendo los mismos lineamientos que el examen oral.

En el examen final se evaluarán los conceptos teóricos vinculados a los temas desarrollados durante el cursado, para los alumnos regulares, y todos aquellos que figuran en el programa analítico, para el caso de los alumnos libres.

Se efectuarán un mínimo de dos preguntas conceptuales (una vinculada al primer eje temático y otra vinculada a las aplicaciones) que el alumno deberá explicar y desarrollar en pizarrón.

La calificación se obtendrá como el promedio de las notas de las respuestas a cada una de las preguntas formuladas al alumno.

Condiciones de Regularidad :**Regularidad:**

Para acceder a la condición de regularidad, el alumno deberá cumplir la totalidad de los siguientes requisitos:

- Asistir a al menos el 75 % de las clases de teoría y práctica.
- Obtener un mínimo de 60/100 puntos en cada una de las evaluaciones parciales teórico-prácticas, las cuales se implementarán utilizando el Campus Virtual de la facultad. El alumno tendrá la posibilidad de recuperar las 2 (dos) evaluaciones parciales teórico-prácticas al final del cursado.

Promoción:

La instancia de promoción es opcional para los alumnos que hayan alcanzado los requisitos exigidos para la regularidad sin necesidad de recuperar las evaluaciones teórico prácticas mencionadas anteriormente. Esta instancia es una evaluación integradora final que consiste en un coloquio oral individual (excepcionalmente escrito según la cantidad de alumnos) en el cual se evaluarán los contenidos en su totalidad.

Bibliografía Principal:

Se debe mencionar que no existe un libro que cubra por completo los contenidos presentados y es por ello que se debe recurrir a varios títulos que cubren aspectos parciales y varias veces desde ópticas y con aplicaciones diferentes. En general esto debe completarse con aplicaciones y ejemplos tomados de artículos de revistas especializadas ya sea del tipo tutorial o de investigación. Para la parte de fundamentos de señales, transformaciones y sistemas existe numerosa bibliografía de reciente aparición, sobre todo en el caso digital.

Como se apuntó anteriormente, buena parte de la bibliografía está disponible en inglés, por lo cual es necesario que los alumnos posean una capacidad suficiente para la lectura y comprensión de textos en este idioma.

A continuación se presenta la lista de libros ordenada por temas (todos disponibles en Biblioteca o en el Laboratorio de Cibernética. La bibliografía básica se ha remarcado en negrita para separarla de la complementaria):

Señales, transformaciones y sistemas:

- "Introducción a las señales y los sistemas discretos", MILONE, RUFINER, ACEVEDO, DI PERSIA, TORRES, Eduner, 2006.
- "Señales y sistemas lineales". GABEL, R.; ROBERTS, R. Limusa, 1994.
- "Señales y sistemas: modelos y comportamiento". 2ª Ed. MEADE, M.; DILLON, C.; POLO VELÁZQUEZ, A.; DUCHÉN SÁNCHEZ, G. Addison-Wesley, 1993.
- "Signals and systems". OPPENHEIM, A.; WILLSKY, A.; YOUNG, I. Prentice-Hall, 1987.
- "Señales y sistemas". OPPENHEIM, A.; WILLSKY, A.; YOUNG, I.; MATA HERNÁNDEZ, GLORIA. Prentice-Hall Hispanoamericana, 1994.
- "Modern Spectrum Analysis II", KESLER, S. IEEE Press, 1986.
- "Señales y sistemas". 2ª Ed. en Español. OPPENHEIM, A.; WILLSKY, A.; NAWAB, S.; MATA HERNÁNDEZ, G.; SUÁREZ FERNÁNDEZ, A. Prentice-Hall Hispanoamericana, 1998.
- "Modern signals and systems". KWAKERNAAK, H.; SIVAN, R.; STRIJBOS, R. C.W. Prentice Hall, 1991.
- "Continuous and discrete signals and systems". 2nd Ed. SOLIMAN, S.; SRINATH, M. Prentice Hall, 1998.
- "Señales y sistemas: continuos y discretos". 2ª Ed. SOLIMAN, S.; SRINATH, M. Prentice Hall, 1999.
- "Introducción a las señales y los sistemas". LINDNER, D.; ROZO C.; GARZÓN, A.; DÍAZ CHACÓN, R. McGraw-Hill/Interamericana, 2002.
- "Introducción a señales y sistemas". Kamen, E. CECSA, 1996.
- "Señales y sistemas". 1ª Ed. en Español. HAYKIN, S.; VAN VEEN, B. Limusa-Grupo Noriega Editores,

2001.

- "An introduction to the theory of random signals and noise". DAVENPORT, W.; ROOT, W. Wiley-IEEE Press, 1987.
- "Tratamiento digital de señales. Principios, algoritmos y aplicaciones". 3ª Ed. PROAKIS, MANOLAKIS. Prentice Hall, 1995.
- "Discrete-time processing of speech signals". Rep. ed. DELLER, J.; PROAKIS J.; HANSEN, J. Prentice Hall, 1993.
- "A wavelet tour of signal processing". 2nd Ed. MALLAT, S. Academic Press, 1999.
- "Theory and application of digital signal processing". RABINER, GOLD. Prentice Hall, 1975.
- "The Fast Fourier Transform and its applications". BRIGHAM, E. Prentice Hall, 1988.
- "Teoría de la señal". FRANKS, L. Reverté, 1975.
- "Álgebra lineal". Grossman, S. Grupo Ed. Iberoamericana, 1988.
- "Álgebra lineal aplicada". NOBLE, B., DANIEL, J. Prentice Hall, 1989.
- "Signal theory and processing". DE COULON, F. Artech House, 1986.
- "Digital processing of speech signals". RABINER, L.; SCHAFER, R. Prentice Hall, 1978.
- "Transformadas de Laplace para ingenieros en electrónica". HOLBROOK, J. Limusa, 1987.
- "Introducción a la Bioingeniería". Marcombo-Boixareu Eds, 1988.

Aplicaciones:

- "Análisis y modelado digital de la voz: técnicas recientes y aplicaciones", H.L. Rufiner, Ediciones UNL, Colección Ciencia y Técnica, 2009.
- "Linear prediction: a tutorial review". MAKHOUL. Proc. IEEE, vol. 63, N°4, pp. 561-580, 1975.
- "Time Frequency Analysis: Theory and Applications". L. COHEN , Prentice-Hall, 1995.
- "Biomedical Signal Processing, Vol. I: Time and Frequency Analysis", COHEN, CRC Press, 1986.
- "Biomedical Signal Processing, Vol. II: Compression and Classification", COHEN, CRC Press, 1986.
- "Noise Reduction in Speech Applications", G. DAVIS (Ed.), CRC Press LLC. 2002.
- "Discrete-Time Processing of Speech Signals", J. DELLER, J. PROAKIS y J. HANSEN, Macmillan Publishing, 1993 .
- "Análisis y modelado digital de la voz. Técnicas recientes y aplicaciones", H.L. RUFINER, Ed. UNL, 2009.
- "Kalman Filtering: Theory and Practice using Matlab", M. GREWAL, John Wiley & Sons Ltd, 2001.
- "Audio Signal Processing for Next Generation Multimedia", Y. HUANG y J. BENESTY (Ed.), Kluwer Academic Publishers, 2004.
- "Applications of Digital Signal Processing to Audio and Acoustics", M. KAHRS y K. BRANDENBURG (Ed.), Kluwer Academic Publishers, 2002.

- "A Wavelet Tour of Signal Processing", S. MALLAT, Academic Press, 1999.
- "A Handbook of Time-Series Analysis, Signal Processing and Dynamics", D. POLLOCK, Academic Press, 1999.
- "Digital Processing of Speech Signal", L. RABINER y R. SCHAFER, Prentice- Hall, 1978.
- "Fundamentals of Speech Recognition", L. RABINER y B. JUANG, Prentice-Hall, 1993.
- "Advanced signal processing handbook: theory and implementation for radar, sonar, and medical imaging real-time systems", S. STERGIOPOULOS, CRC Press LLC, 2001.
- "Advanced Digital Signal Processing and Noise Reduction", S. VASEGHI, Second Edition, John Wiley & Sons Ltd, 2000.
- "Adapted Wavelet Analysis from Theory to Software", M. WICKERHAUSER, IEEE Press, 1994.
- "Digital Image Processing", R. GONZALEZ y R. WOODS, Prentice Hall, 2002.
- "Digital Image Processing", K. CASTLEMAN, Prentice-Hall, 1979.
- "Digital Image Processing", W. PRATT, J. Wiley & Sons, 1978.
- "Fundamentals of Statistical Processing, Vol. I: Estimation Theory", S. KAY, Prentice-Hall, 1993.
- "Fundamentals of Statistical Signal Processing, Vol. II: Detection Theory", S. KAY, Prentice-Hall, 1998.
- "Modern Spectrum Analysis II", S. KESLER (Ed.), IEEE Press, 1986.
- "The CRC Handbook of Modern Telecommunications", P. MORREALE y K. TERPLAN (Ed.), CRC Press LLC, 2001.
- "Adaptive Signal Processing", WIDROW y S. STEARNS, Prentice-Hall, 1985.

Bibliografía Complementaria:

- "Algebra Lineal", S. GROSSMAN, Grupo Ed. Iberoamericana, 1988.
- "Matemáticas Avanzada para Estudiantes de Ingeniería", W. KAPLAN, Fondo Educativo Interamericano, 1985.
- "Algebra Lineal Aplicada", NOBLE y J. DANIEL, Prentice-Hall, 1989.
- "Ingeniería de control moderna", K. OGATA, Prentice-Hall, 1993.
- "Sistemas y circuitos", PAPOULIS y M. BERTRAN, Marcombo, 1989.
- "Linear Systems Fundamentals", G. REID, McGraw-Hill, 1983.

Revistas Sugeridas:

Publicaciones del IEEE (Transactions on Biomedical Engineering, Signal Processing, Neural Networks, Speech and Audio Processing, Magazines), Medical & Biological Engineering & Computing, Medical Engineering & Physics, Mathematical Bioscience, Signal Processing, Digital Signal Processing, Speech Communication, Revista de la Sociedad Argentina de Bioingeniería, Revista de la Sociedad Mexicana de

Ingeniería Biomédica.