

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.

Competencias Genéricas:

a) Competencias genéricas: tecnológicas

CT1. Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería: nivel 2 de dominio.

CT4. Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería: nivel 2 de dominio.

CT5. Contribución a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas: nivel 1 de dominio.

b) Competencias genéricas: sociales, políticas y actitudinales

CS1. Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo: nivel 2 de dominio.

CS2. Fundamentos para una comunicación efectiva: nivel 2 de dominio.

CS3. Fundamentos para una actuación profesional ética y responsable: nivel 1 de dominio.

CS5. Fundamentos para el aprendizaje continuo y autónomo: nivel 2 de dominio.

Competencias Específicas:

CE 1.1. Diseñar, calcular y proyectar instalaciones, equipamientos e instrumental de tecnología biomédica, procesamiento de señales biomédicas y sistemas derivados de biomateriales utilizados en el área de salud: nivel 1 de dominio.

CE 1.2. Procesar señales e imágenes biológicas: nivel 3 de dominio.

Argumentación de aportes marcados en la matriz de competencias:

La asignatura aborda la aplicación de técnicas de procesamiento digital de señales clásicas (CT4, CE1.2) al contexto de señales biomédica. Esto permite identificar problemas y proponer soluciones (CT1, CE 1.1) a problemas de análisis y procesamiento digital de señales biomédicas, en particular señal de voz, electrocardiograma y electroencefalograma (CT 5).

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

Insercion de la Asignatura en el plan de Estudios:

El cursado de la asignatura está diseñado para promover el desarrollo de un grupo de competencias genéricas comprendidas en el Libro Rojo del Consejo Federal de Decanos de Ingenierías (CONFEDI), a saber:

- Competencias tecnológicas
 1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
 2. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.
 3. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.
- Competencias sociales, políticas y actitudinales
 4. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
 5. Comunicarse con efectividad.
 6. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
 7. Aprender en forma continua y autónoma.

Dado que la asignatura aborda el procesamiento digital de señales discretas generadas por sistemas biológicos y sus aplicaciones al campo biomédico, se promueve las siguientes competencias específicas de la carrera de Bioingeniería:

1. Diseñar, calcular y proyectar instalaciones, equipamientos e instrumental de tecnología biomédica, procesamiento de señales biomédicas y sistemas derivados de biomateriales utilizados en el área de la salud.
2. Procesar señales e imágenes biológicas.

Las asignaturas que aportan las bases para el desarrollo de Señales y Sistemas son las siguientes:

- "Cálculo en una variable", "Álgebra lineal y Geometría Analítica", "Funciones de variable compleja", "Cálculo vectorial" y "Ecuaciones diferenciales": aportan la base formal para la descripción matemática de los sistemas físicos y las herramientas aplicables al tratamiento de señales y sistemas.
- "Física mecánica", "Electricidad y magnetismo" y "Electrónica lineal": aportan la base conceptual para transcribir la realidad concreta a una versión abstracta y simplificada de la misma, permitiendo tomar en cuenta sólo los elementos relevantes al problema que se desea tratar.
- "Electrónica digital" y "Electrónica programable": trata sobre los dispositivos electrónicos necesarios para construir sistemas de adquisición y procesamiento de señales digitales.
- "Sistemas de Adquisición y procesamiento de señales: trata acerca del ruido y los distintos tipos de filtros

analógicos y digitales. Ver observación al final de la planificación.

- "Fundamentos de programación" y "Programación avanzada": permiten la implementación computacional de los modelos o técnicas desarrollados.
- "Biología molecular y celular", " Fisiología y Biofísica" y "Fisiopatología": son el ámbito de aplicación de estos modelos y técnicas; razón por la que es necesario que se tenga dominio sobre estos temas.
- "Inglés I" e "Inglés II": Una parte importante de la bibliografía está disponible en idioma Inglés, por lo cual es necesario que los alumnos posean una capacidad suficiente para la lectura y comprensión de textos en este idioma.
- "Control básico": trata acerca de los fundamentos de los sistemas de control, por lo tanto aporta nociones importantes de sistemas. Provee las bases para el análisis de sistemas fisiológicos con retroalimentación.
- "Probabilidad y estadística": presenta las nociones básicas para comprender los procesos y modelos estocásticos.

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.

Metodología Didáctica:

A través de las actividades prácticas planteadas en el dictado de la asignatura, y en el contexto temático de la misma, se promueve que el alumno identifique y resuelva problemas mediante técnicas y herramientas desarrolladas en el cursado. Esto se refuerza con el dictado en modalidad de aprendizaje basado en problemas (ABP) de los temas de aplicación de herramientas de procesamiento digital de señales (ODS). En menor medida se realiza una contribución a la generación de desarrollo y/o innovaciones tecnológicas debido a que se utilizan conceptos básicos de procesamiento digital de señales (PDS).

Se promueve el trabajo en equipo debido a que las clases de trabajos prácticos se realizan en grupos y también en el dictado de los temas en la modalidad ABP, esto último promueve también el aprendizaje autónomo por parte del alumno. Durante el cursado se insiste en la responsabilidad profesional a la hora de incorporar módulos de PDS en productos médicos, así como también se fomenta la comunicación oral en la evaluación continua de los trabajos prácticos, la exposición de los temas desarrollados en modalidad ABP y en los exámenes finales.

La asignatura es la única dentro del plan de estudios en la cual se desarrollan temas relacionados con PDS aplicados a señales biomédicas, por lo tanto el nivel de dominio de la competencia "Procesar señales e imágenes biológicas" es el más alto. En menor medida se cubre el diseño, cálculo y proyecto de instalaciones de procesamiento de señales biomédicas.

La asignatura está orientada al estudio introductorio de las señales y los sistemas, con énfasis en los de tiempo discreto. Se presentan también temas más orientados a las aplicaciones en señales reales de origen biomédico.

La metodología actual comprende:

- clases de teoría (2 hs)
- clases de coloquio (1 hs)
- clases de trabajos prácticos (3 hs)
- consultas (1 hs opcional)

Las clases de teoría de la primera parte del programa serán exposiciones introductorias a cada uno de los temas, destacando los conceptos fundamentales, sus alcances y presentando brevemente sus raíces históricas. La mayoría de las clases de teoría de la segunda parte del programa se desarrollarán utilizando el

enfoque de ABP, en este caso se utilizará también el horario reservado para coloquio y práctica..

Las clases de coloquio refuerzan los conceptos teóricos más importantes de cada tema mediante la discusión de preguntas orientadoras. Antes de cada clase de teoría se destina aproximadamente una hora a esta actividad. Esto tiene como objetivo trabajar sobre las dificultades e inquietudes conceptuales que se presenten en los temas ya vistos en la teoría anterior y que en muchos casos han empezado a trabajarse también a nivel práctico. Estas clases se complementan con guías que permiten el estudio independiente de la extensa bibliografía existente para cada tema. Este enfoque obliga a una participación muy activa del alumno en su propia formación.

Las clases de trabajos prácticos se describen en "Formación Práctica".

Se proveen además horarios de consulta que permiten aclarar las dudas que no se cubran en el resto de las instancias. Eventualmente, estas clases pueden también brindar el medio para que los alumnos que lo deseen puedan profundizar en aquellos temas incluidos en la asignatura que les interesan.

Se toman dos exámenes parciales teórico-prácticos según se detalla en la ficha de evaluación. La discusión grupal de cada guía de ejercicios, la resolución de problemas numéricos y las evaluaciones de trabajos prácticos son también instancias de consolidación de los conceptos trabajados con anterioridad.

Formación Práctica:

Las clases de trabajos prácticos consisten en la implementación en computadora de métodos de análisis de sistemas y señales, así como la resolución de numerosos ejercicios y ejemplos (1 comisión). Al principio de cada clase se explican las características del trabajo a realizar por los alumnos, asociado al tema desarrollado previamente en la clase teórica. Los prácticos son intensivos, por lo que los alumnos reciben orientación y apoyo durante la clase práctica, pero deben desarrollar también actividad en forma autónoma en el contexto de un equipo de 2 o 3 miembros. Además de los ejercicios resueltos durante la práctica se proponen problemas adicionales para fomentar el autoaprendizaje. Para ello se indica el grado de dificultad relativo de cada uno. La incorporación paulatina de conceptos básicos a través de las sucesivas guías de trabajos prácticos permite lograr una visión integradora de todos los temas.

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"

Intensidad de la formación práctica

Detalle de la carga horaria total prevista para cada una de las siguientes actividades:

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 1: 10 horas

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 2: 20 horas

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 3: 10 horas

Horas totales de actividades de formación práctica: 40 horas

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.

Cronograma de parciales durante el primer Cuatrimestre:

Primer Examen Parcial: 30 de Abril de 2024

Segundo Examen Parcial: 04 de Junio de 2024

Tercer Examen Parcial: 18 de Junio de 2024

Recuperatorio 01: 11 de Junio de 2024

Recuperatorio 02: 11 de Junio de 2024

Cronograma de parciales durante el segundo Cuatrimestre:

Primer Examen Parcial: 17 de Septiembre de 2024

Segundo Examen Parcial: 22 de Octubre de 2024

Tercer Examen Parcial: 05 de Noviembre de 2024

Recuperatorio 01: 29 de Octubre de 2024

Recuperatorio 02: 29 de Octubre de 2024

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". KWAKERNAK, 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.

Equipo de Cátedra:

Equipo de cátedra:

Dr. Hugo Leonardo Rufiner (Ded. Simple)

Dr. Rubén Acevedo (Ded. Simple)

Dr. César Martínez (Ded.Simple)

Mg. Carlos Pais (Ded. Parcial).

Bioing. José Tomás Molas (Ded. Parcial)

Mg. Bioing. Ivan Peralta (Ded. simple)

Las actividades de la cátedra tendrán lugar los siguientes días y horarios:

- Clase de teoría: Martes 10:00 a 12:00 hs (Aula 7, L. Rufiner, R. Acevedo, C. Pais).
- Clase de coloquio: Martes de 09:00 a 10:00 hs (Aula 7, L. Rufiner, R. Acevedo, C. Pais).
- Clase de práctica: Lunes 08:00 a 12:00 hs. (Lab. Comp. 3, I. Peralta)
- Clase de práctica: Martes 13:00 a 16:00 hs. (Lab. Comp. 3, C. Martínez y T. Molas)
- Reunión de Cátedra: Martes cada dos semanas, Anexo 1.
- Consultas presenciales: Jueves 13 hs (Anexo 1, Of. 1, Martínez), Martes 14 hs (Anexo 1, Of. 2, Rufiner), Jueves 9:00 hs (Anexo 1, Of. 2, Peralta), Lunes 14:00 hs (CIRINS, Acevedo), Viernes 17:00 hs (Anexo 1, Of. 1, Pais).

Actividades de Investigación Gestión y Extensión:**- Actividades de investigación**

Los integrantes de la asignatura integran/dirigen proyectos de investigación relacionados con la materia, lo que favorece la realimentación de las experiencias recogidas hacia los alumnos y facilita el intercambio de ideas y la producción de material teórico/práctico para el cursado.

Los proyectos de investigación vigentes con participación de integrantes de la asignatura son los siguientes:
COFECYT DETEM 2016-Vectores: Estimación de las políticas socio sanitarias óptimas de prevención de Dengue, Chikungunya y Zika para la ciudad de Paraná mediante técnicas innovadoras de modelado computacional. Disposición de elegibilidad DI-2017-87-APN-COFECYT MinCyT, Expediente 1528/16.

Director de Unidad Ejecutora: Mg. Bioing. Carlos Pais

PID 6187 IMPLEMENTACIÓN EN FPGA DE UNA RED NEURONAL PULSANTE PARA CLASIFICACIÓN DE HABLA Y ESTADOS EMOTIVOS: Director: Bioing. Iván "Peralta

PID 6235 "Aplicación de aprendizaje maquinal a problemas biomédicos en contexto de datos escasos".

Director Dr. Rubén Acevedo

Congresos nacionales e internacionales**- Congreso de la Sociedad Argentina de Bioingeniería****- Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica****Actividades de gestión:****- Dr. Rubén Acevedo: Director del CIRNS**

Requisitos de admisión para alumnos oyentes:

Los alumnos oyentes podrán concurrir normalmente a todas las clases de la asignatura. En algunas de las actividades se dará prioridad a los alumnos en condición de regulares, especialmente en aquellas en que los recursos de la cátedra estén limitados. Por ejemplo, los alumnos oyentes podrán rendir parciales y ser evaluados en los trabajos prácticos, pero ésta evaluación no tendrá ninguna validez a los fines de la aprobación de la materia, ajustándose a los tiempos y disponibilidad de los docentes.

Infraestructura, equipamiento y recursos necesarios:

EQUIPAMIENTO

Proyector de cañón con entrada SVGA Durante todo el cursado

Laboratorio: Computadoras tipo PC Pentium IV o superiores (al menos 1 cada 2 alumnos) c/ posibilidad de lectura/almacenamiento de datos para transporte (preferentemente Pendrive o CD-RW). Sistema operativo Linux o Windows (con los controladores correspondientes). Durante todo el cursado

Octave/Scilab o Matlab Durante todo el cursado

Conexión a Internet Durante todo el cursado

Periféricos para el registro y reproducción de audio (micrófono y parlantes) Durante todo el cursado

INSUMOS PARA LABORATORIOS

CDs/DVDs para datos y backup Durante todo el cursado

Marcadores de color de borrado en seco Durante todo el cursado

OTROS

Pizarra blanca Durante todo el cursado

Biblioteca y hemeroteca Durante todo el cursado

Espacio físico para tareas de Cátedra (aprox. 10 m²) con: 1 computadora PC Pentium IV o superior, 1 impresora láser, 2 escritorios, 1 armario, 1 archivero, 5 sillas, 1 pizarra, Consumibles varios: hojas, fibras, fotocopias, etc. Durante todo el cursado

Otros: