



Plan 95 Adecuado

ASIGNATURA:	PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES	CODIGO:	95-0416
DEPARTAMENTO:	ELECTRÓNICA	CLASE:	ELECTIVA DE ESPECIALIDAD.
ÁREA:	SISTEMAS DIGITALES	HORAS SEM.:	4 HS.
		HORAS / AÑO:	64 HS.

Fundamentación:

La comprensión, análisis y diseño de sistemas digitales abarca varias ramas de las ciencias exactas y biológicas. Su metodología de análisis comprende diversas técnicas aplicables a distintos tipos de sistemas y es necesario el conocimiento de tales técnicas para su abordaje y resolución.

Por otro lado, esta es una asignatura donde se centran varias materias de la carrera de Ingeniería en Electrónica, en la cual el alumno aplica los conocimientos anteriores y los impartidos en el curso actual para resolver diferentes tópicos de procesamiento de señales digitales. Se motiva al alumno a adquirir un conocimiento en técnicas digitales de diseño de sistemas físicos que se extiende inmediatamente a la modelización de sistemas biológicos, al control y procesamiento de los mismos.

Objetivos:

Identificar distintos tipos de señales discretas, así también como la forma de abordaje para cada una de ellas.

Desarrollar una señal digital como sumatoria de funciones discretas mutuamente ortogonales mediante la Transformada de Fourier (DFT y FFT).

Diseñar y utilizar según criterio, filtros de fase cero.

Identificar el uso de ventanas de truncamiento y en que situaciones emplear distintos tipos de ellas.

Identificar distintos tipos de configuraciones de filtros digitales como así también el diseño y utilización de cada uno de ellas.

Interpretar el Procesamiento Adaptativo de señales y sus aplicaciones con filtros adaptativos LMS FIR e IIR.

Procesar distintos tipos de señales discretas mediante el uso de la Transformada Ondita en sus diferentes versiones (continua, discreta no decimada, discreta clásica)

Programa sintético:



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

Señales y Sistemas Discretos. Transformada de Fourier Discreta. Muestreo. Teorema de Shanon. Frecuencia de Nyquist. Submuestreo. Muestreo ponderado. Zero Padding. Transformada rápida de Fourier. Aplicaciones: Filtros de fase cero. Convolución circular. Convolución rápida. Ventanas temporales y frecuenciales. Aplicaciones. Filtros de media móvil (MA). Filtros autoregresivos y de media móvil (ARMA). Introducción a los filtros IIR y FIR. Introducción al filtrado adaptativo de señales. Combinador lineal adaptativo. Método del descenso más escalonado. Algoritmos LMS. Filtros recursivos adaptativos. Aplicaciones: cancelación de ruido en ECG, respuesta de pared arterial y cancelación de eco. Introducción a la Transformada Ondita. Aplicaciones uni y bidimensionales.

Programa analítico:

Unidad 1. Señales y Sistemas en tiempo Discreto

Señales y Sistemas temporales discretos. Convolución discreta. Convolución gráfica. Implementación algorítmica. Respuesta al impulso discreta. Transformada de Fourier Discreta. Convolución circular. Proyección a bases ortonormales. Teorema del muestreo.

Unidad 2. Transformada Rápida de Fourier

Propiedades de W_N . Diferentes algoritmos. FFT con partición en tiempo y partición en frecuencia. Aplicaciones. Data Smoothing. Truncamiento de señales en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Ventanas temporales y frecuenciales. Implementación algorítmica. Funciones de autocorrelación, correlación cruzada y autoespectro.

Unidad 3. Estimación Espectral

Representación de sistemas y señales discretos en el dominio de la frecuencia. Análisis espectral. Periodograma. Ventanas. Método de Bartlett y Welch.

Unidad 4. Filtros Digitales

Revisión de Transformada Z. Filtrado en el dominio temporal discreto. Filtros de media móvil (MA). Filtros IIR. Propiedades. Arquitectura y diseño de IIR mediante Transformada Bilineal. Estabilidad. Filtros FIR. Arquitectura y diseño. Método de ventanas. Minimización del error. Elección del tipo de filtro adecuado. Estructuras de FIR e IIR (Canónicas y Lattice). Filtros Pasa Todo. Filtros no lineales. Aplicaciones al procesamiento de la señal electrocardiográfica.

Unidad 5. Técnicas Multirate

Diezmado e interpolación. Diseño de filtros de sub y sobremuestreo normalizado. Identidades de Noble. Sistemas sub y sobremuestreados. Filtros CIC. Implementación polyphase.

Estrategias Metodológicas:

- Modalidades de enseñanza empleadas según tipo de actividad (teórica-práctica)

La asignatura Procesamiento Digital de Señales se ajusta a un cronograma cuatrimestral. Las clases están divididas en teorías y prácticas durante 16 semanas.

La organización del curso está estructurada en unidades temáticas consistentes en fundamentos



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

teóricos, aplicaciones, ejercitación y programación de cada una de ellas.

En cada unidad temática en la cual se encuentra estructurada la asignatura, hay guías de trabajos prácticos a desarrollar por los alumnos e implementaciones de algoritmos a ser desarrollados en el lenguaje de programación MatLab. Cada unidad temática tiene un desarrollo aproximado de dos semanas.

La asignatura está diseñada de tal manera que los temas tratados se refuerzan entre sí. En forma lógica, se forma al estudiante desde las técnicas básicas del análisis en el dominio del tiempo discreto hasta las técnicas más abstractas en el dominio de la frecuencia discreta.

El desarrollo de las clases teóricas y prácticas tiene un denominador común: la implementación de técnicas operacionales para la adquisición por parte del alumno de una capacidad de razonamiento científico y diseño de sistemas digitales. Ello se logra integrando los conceptos teóricos y prácticos en el diseño de algoritmos en donde se pueden observar similitudes, diferencias y variaciones entre todos los métodos de análisis de señales y sistemas discretos.

Esta modalidad permite combinar el aprendizaje de conceptos con su inmediata aplicación práctica, de modo de ir fomentando la creatividad y el ingenio por parte del alumno, condiciones necesarias para el perfil de todo graduado en ciencias de la ingeniería.

- Recursos didácticos para el desarrollo de las distintas actividades (guías, esquemas, lecturas previas, computadoras, software, otros)

Para el desarrollo de las actividades prácticas de la asignatura, además de los contenidos impartidos en las clases teóricas, los alumnos cuentan con apuntes desarrollados por la cátedra. Los trabajos prácticos se desarrollan en el Lenguaje de Programación MatLab y constan de 6 actividades correspondientes a cada una de las unidades temáticas, a saber:

Trabajos Prácticos de Analíticos y de Programación:

- **TP#1:** Desarrollo, visualización y discretización de señales. Convolución discreta.
- **TP#2:** DFT. Filtros de Fase cero.
- **TP#3:** Implementación de rutina de cálculo de FFT, correlación y ventanas.
- **TP#4:** Implementación de Filtros Digitales FIR e IIR.
- **TP#5:** Implementación de rutinas de Filtrado Adaptativo.
- **TP#6:** Transformada Ondita. Implementación de rutinas y uso de toolbox.

Metodología de evaluación:

Modalidad (tipo, cantidad, instrumentos)

La asignatura tiene un examen parcial al final del cursado. El mismo tiene el carácter de examen integrador de conocimientos teóricos y prácticos y tendrá solamente una instancia de recuperación

Requisitos de regularidad



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

Los requisitos de regularidad de PDS requieren la entrega y aprobación de todos los Trabajos Prácticos desarrollados en el cuatrimestre y la aprobación del examen parcial integrador o su correspondiente recuperatorio en caso de la desaprobarción del examen parcial integrador.

Requisitos de aprobación

La asignatura Procesamiento Digital de Señales tiene como requisitos de aprobación en primer lugar, la regularidad de la asignatura, es decir, aprobación de los trabajos prácticos de programación y el parcial integrador y en segundo lugar, la aprobación del examen final con contenidos teórico – prácticos.

Promoción: El alumno podrá promocionar la asignatura cuando su calificación en el examen integrador alcance un valor de 8 (ocho) o más puntos.

Articulación Horizontal y vertical con otras materias:

La asignatura se encuentra enmarcada dentro del Área de Sistemas Digitales. La articulación vertical se realiza con las asignaturas Análisis de Señales y Sistemas, Informática II y Técnicas Digitales III. Se realizarán reuniones periódicas del área de Sistemas Digitales y docentes y Director de la cátedra Análisis de Señales y Sistemas, asignatura íntimamente ligada a la asignatura presente.

Por otro lado, con algunos docentes de una de las articulaciones verticales inferiores, Análisis de Señales y Sistemas (Profesores, JTPs y auxiliares), se realizan seminarios internos sobre avances en el Procesamiento y Análisis de Señales Digitales, alguno de los cuales integran nuestro PID actual del Departamento de Electrónica "Ingeniería de la Interacción Sangre-Pared: Detección precoz de la Aterosclerosis.

Bibliografía:

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

Stephane_Mallat, 2009. *A_Wavelet_Tour_of_Signal_Processing*. Francia. Editorial Prentice Hall, Second Edition. (Unidad 6). *Carácter Aplicado y Complementario*.

Bernard Widrow and Samuel Sterns, 2005. *Adaptive Signal Processing*. Inglaterra. Editorial Prentice Hall UK. (Unidad 5). *Carácter Aplicado y Complementario*.

Damián Craiem. Ricardo Armentano, 2003. *Análisis de Sistemas Lineales*. Buenos Aires. Ediciones Nuevos Tiempos. (Unidades 1 a 6). *Carácter Básico*.

Ricardo Armentano, Javier Fochesatto, Marcelo Risk, 2001 *Análisis de Señales y Sistemas*. Tomo I y II. Buenos Aires. Editorial Rocamora. (Unidades 1 a 4). *Carácter Básico*.

Lennart Ljung, 1999. *System Identification, Theory for the User*. New Jersey, USA. Editorial Prentice Hall, Second Edition. (Unidades 4 y 5). *Carácter Aplicado y Complementario*.

Stéphane Mallat, 1997. *Signaux et Systèmes*. Francia. Département de Mathématiques Appliquées. (Unidades 2, 3 y 6). *Carácter Complementario*.



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

Zoher Z. Karu, 1995. Signals and Systems. Made Ridiculously Simple. Editorial ZiZI Press. (Unidades 2 y 3). *Carácter Complementario.*

Alan Oppenheim. Alan Willsky. Withian Young, 1994. Señales y Sistemas. New York. Prentice Hall Hispanoamericana S.A. (Unidades 1, 2 y 3). *Carácter complementario.*

Robert A. Gabel y Richard A. Roberts, 1993. Señales y Sistemas Lineales. Editorial Limusa. 1993. (Unidades 1 y 2). *Carácter Básico.*

Athanasios Papoulis, 1993. Sistemas Digitales y Analógicos, Transformadas de Fourier. Estimación Espectral. Editorial Marcombo. Boixareu Editores. (Unidades 2, 3 y 6). *Carácter Básico y Complementario.*

A. Papoulis, 1989. Probability, Random Variables and Stochastic Process. New York. Editorial Jamsa. (Unidad 1 y 2). *Carácter Básico y Complementario.*

Alan Oppenheim, 1994. Digital Signal Processing. Editorial Prentice Hall. (Unidades 1 a 5). *Carácter Complementario.*

Julius S. Bendat and Allan G. Piersol, 1980. Engineering Applications of Correlation and Spectral Analysis. New York. Editorial John Wiley and Sons. (Unidades 3, 4 y 5). *Carácter Complementario.*

Misha Schwartz. Leonard Shaw, 1975. Signal Processing: Discrete Spectral Analysis, Detection and Estimation. New York. Editorial Mc Graw-Hill. (Unidades 2, 3 y 5). *Carácter Complementario*

Correlativas:

Para cursar:

Cursada: Informática II

Análisis de Señales y Sistemas

Aprobada:

Para rendir:

Aprobada: Informática II

Análisis de Señales y Sistemas