

Carrera INGENIERIA EN ELECTRONICA		
Asignatura [3731] - [Procesamiento Digital de Señales]		
Trayecto Electrónica Digital		
Año académico 2023		
Responsable / jefe de catedra Ing. Ignacio Zaradnik		
Carga horaria semanal 4hs	Carga horaria total 64hs	Créditos
Modalidad: Presencial		
Correlativas anteriores: [3725]		Correlativas posteriores: [3739]
Conocimientos necesarios		

Equipo docente		
Nombre	Cargo	Título
Ignacio José Zaradnik	Adjunto	Ingeniero en Electrónica
Facundo Martin Dominguez	Jefe de trabajos prácticos	Ingeniero en Electrónica

Descripción de la asignatura

Se puede considerar el procesamiento digital de señales como una disciplina dentro del área de las matemáticas, que tiene como objeto *operar o transformar* señales digitales con el fin de obtener información implícita o explícita que ellas poseen y/o un comportamiento deseado de un sistema.

Para lograr esto, luego de una introducción, se hablara del hardware de los sistemas de procesamiento digital de señales, se detallaran consideración a tener en cuenta en el momento de programación de los mismos, se presentaran herramientas de software para facilitar los cálculos, se presentaran técnicas para el análisis de sistemas y su posterior síntesis, se abordaran procedimientos para el diseño de filtros del tipo FIR y IIR, se analizara la utilidad de la transformada de Fourier Discreta y se planteara su implementación a través del algoritmo FFT. Todos estos temas se irán acompañando con casos concretos de su utilización.

Metodología de enseñanza

La actividad curricular se desarrolla según una metodología tradicional basada en: - Clases de exposición teórica por parte del docente a cargo del curso, apoyadas con proyección de diapositivas, pizarrón, hojas de datos, notas de aplicación de fabricantes de DSP y software de cálculo (Matlab/Octave/o similar).

Clases prácticas de resolución de problemas de ingeniería asociados con los temas tratados.

Clases prácticas en laboratorio para que el alumno obtenga una mejor comprensión de los temas tratados en las clases teóricas.

Proyecto integrador de realización individual o grupal.

Objetivos de aprendizaje

- Interpretar la utilidad de la técnica de procesamiento digital de señales y conocer los ámbitos de aplicación de misma.

- Comprender los conceptos básicos de la disciplina de Procesamiento Digital de Señales y las estructuras lógicas asociadas para su implementación.
- Entender los distintos métodos de diseño que se aplican en el Procesamiento Digital de Señales.
- Comprender las diferencias entre las arquitecturas de procesadores de uso general y procesadores digitales de señales.
- Adquirir herramientas para plantear la construcción de sistemas que posean alguna etapa de procesamiento de Señales y la habilidad de aplicar criterios de diseño en base a los conocimientos adquiridos.

Contenidos mínimos

Tipos de Señales y procesado sobre ellas

Muestreo y reconstrucción de señales

Convertidores Analógicos-Digitales (ADC) y Digitales-Analógicos (DAC) avanzados

Arquitectura de los procesadores digitales de señal (DSPs)

Convolución y correlación en sistemas digitales y sus aplicaciones

Análisis de sistemas discretos a través de ecuaciones en diferencia

Respuesta en frecuencia de sistemas digitales

Diseño e implementación de filtros digitales FIR e IIR

Transformada discreta de Fourier, propiedades y aplicaciones

Aplicaciones de Procesamiento Digital de señales

Competencias a desarrollar

Genéricas

Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería electrónica.

Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería electrónica.

Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería electrónica

Generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

Desempeño en equipos de trabajo.

Comunicación efectiva.

Aprendizaje continuo.

Desarrollo de una actitud profesional emprendedora.

Específicas

Proyecto, diseño y cálculo de sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de sistemas de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradiantes.

Diseño, proyecto y cálculo de circuitos y sistemas digitales.

Programa analítico	
Unidad 1	<p>Introducción</p> <p>Definición de procesamiento digital de señales; Ejemplos de señales típicas; Clasificación de señales según sus características; Ventajas y desventajas de los sistemas digitales versus sistemas analógicos; Operaciones de procesamientos de señales típicas; Ejemplos de aplicaciones de procesamiento de señal y las operaciones que en esta se realizan.</p>
Unidad 2	<p>Hardware de los sistemas de procesamiento digital de señales. Arquitectura básica de un sistema de procesamiento digital de señales; Comparativa entre las propiedades de las señales continuas y señales discretas; Muestreo y reconstrucción de señales; Definición de conversor analógico-digital; Especificaciones estáticas de los conversores analógicos-digitales; Efectos del ruido en la medición de un conversor analógico-digital; Tipos de conversores analógicos-digitales; Especificaciones dinámicas de los conversores analógicos-digitales; Definición de los conversores digitales-analógicos; Especificaciones; tipos de conversores digitales-analógicos; Comparación entre microcontroladores, microprocesadores y DSP; Arquitectura de un DSP; Unidades computacionales y periféricos; Familias comerciales de DSP; Elementos de selección de un DSP; Aritmética fraccional vs. entera; Punto fijo versus punto flotante (Aritmética con signo); Técnicas de programación y depuración; Sobremuestreo y promedio; Ejemplo de cálculo de polinomios.</p>
Unidad 3	<p>Herramientas de software</p> <p>La importancia de las herramientas de software en el procesamiento digital de señales; Presentación de la herramienta de software; Operaciones básicas de la herramienta de software; Diseño de interfaz en computadora personal para procesamiento y representación de señales; Uso de puertos de comunicación para adquisición de datos/señales; Operaciones de procesamiento digital de señales de la herramienta de software.</p>
Unidad 4	<p>Análisis de sistemas discretos.</p> <p>Definición de sistemas; Clasificación de sistemas: estáticos-dinámicos, invariantes-variantes en el tiempo, lineales-no lineales, causales-no causales, estables-inestables, de respuesta finita-infinita al impulso, recursivos-no recursivos; Tipos de análisis: en dominio del tiempo, en dominio de la frecuencia; Ecuaciones en diferencia; Convolución en sistemas digitales; Correlación de sistemas digitales; Aplicaciones de la convolución y la correlación; Revisión de transformada Z; La transformada Z como herramienta para análisis de sistemas digitales; revisión de la transformada de</p>

	Fourier; La transformada de Fourier como herramienta para análisis de sistemas digitales;
Unidad 5	Filtrado Digital Características de filtros prácticos selectivos en frecuencia; Diseño de filtros a través de ubicación de polos y ceros; Comparativa entre filtros de respuesta finita al impulso (FIR) y filtros de respuesta infinita al impulso (IIR). Diseño de filtros tipo pasabajos FIR; Ventanas y sus características; Diseño de filtro tipo FIR sobre la base de los filtros pasabajos. Técnicas de diseño de filtros IIR. Técnica de aproximación de derivadas; Técnica de invarianza impulsional; Técnica de transformación bilineal; Técnica de macheo de polos y ceros.
Unidad 6	Transformadas y sus aplicaciones. Transformada de Fourier para señales discretas en el tiempo. Transformada rápida de Fourier. FFT con partición en tiempo y en frecuencia. Tipo de ventanas. Implementación y aplicaciones.
Unidad 7	Aplicaciones Monitor de pulso cardiaco; Software para detección de canciones; Detección de actividad física; Búsqueda y seguimiento de señales de GNSS (Global Navigation Satellite System); Detección de vibraciones; Medición de parámetros eléctricos;

Planificación de actividades					
Semana	Clase	Actividad	Tipo	Duración	Unidad
Semana 1	Clase 1	Exposición oral	Teórica	4hs	Unidad N1
Semana 2	Clase 2	Exposición oral	Teórica	4hs	Unidad N2
Semana 3	Clase 3	Exposición oral	Teórica	4hs	Unidad N2
Semana 4	Clase 4	Medición de circuitos	Practica Laboratorio	4hs	Unidad N2
Semana 5	Clase 5	Uso de Software	Practica Laboratorio	4hs	Unidad N3
Semana 6	Clase 6	Exposición oral	Teórica	4hs	Unidad N4
Semana 7	Clase 7	Exposición oral, Practica convolución / correlación	Teórica Practica Laboratorio	4hs	Unidad N4
Semana 8	Clase 8	Evaluación	-	4hs	-
Semana 9	Clase 9	Exposición oral	Teórica	4hs	Unidad N5
Semana 10	Clase 10	Exposición oral	Teórica	4hs	Unidad N5
Semana 11	Clase 11	Exposición oral, Practica filtros	Teórica Practica Laboratorio	4hs	Unidad N5
Semana 12	Clase 12	Exposición oral	Teórica	4hs	Unidad N6
Semana 13	Clase 13	Exposición oral Practica FFT	Teórica Práctica Laboratorio	4hs	Unidad N6

Semana 14	Clase 14	Exposición oral	Teórica	4hs	Unidad N7
Semana 15	Clase 15	Evaluación	-	4hs	-
Semana 16	Clase 16	Recuperatorio	-	4hs	-

Evaluación			
Descripción del proceso evaluativo desarrollado por la catedra			
<p>Procesamiento digital de señales es la materia final del trayecto de electrónica digital, en ella se consolidarán los temas tratados en las materias previas, así como temas de otros trayectos. Del alumno se evaluarán tanto competencias tecnológicas como sociales, políticas y actitudinales. Esto se realizará por medio de dos evaluaciones (con un recuperatorio). Las evaluaciones, y su correspondiente recuperatorio, pueden ser un examen escrito en donde se pida resolución de problemas y desarrollo de un punto teórico o pueden ser la presentación de un trabajo encargado por la catedra y su correspondiente defensa. Ya sea a través de del examen escrito o la presentación del trabajo, los temas evaluados en cada instancia estarán alineados con los temas detallados en las unidades del programa analítico, las competencias a desarrollar en la catedra y el cronograma de dicho periodo. El primer examen abarca contenidos de las unidades 1 a la 4, mientras que el segundo examen incluirá las unidades restantes.</p> <p>Para reforzar el esquema de evaluación, de manera complementaria y no obligatoria, se desarrollarán trabajos prácticos.</p>			
Primera evaluación	Semana 8	Escrito – Oral	Duración: 3hs, horario: 19:00hs
Segunda evaluación	Semana 15	Escrito - Oral	Duración: 3hs, horario: 19:00hs
Recuperatorio	Semana 16	Escrito - Oral	Duración: 3hs, horario: 19:00hs

Bibliografía obligatoria				
Título	Autor	Editorial	Edición	Año
Tratamiento digital de señales	Proakis	Pearson España	4ta	2007
Tratamiento digital de señales: problemas y ejercicios resueltos	Soria Olivas	Madrid Pearson Educación	1ra	2003
A Digital Signal Processing Primer: with	Kenneth Steiglitz	Dover Publications,	1ra	2020

Applications to Digital Audio and Computer Music		INC. Mineola, New York		
Digital Signal Processing 101: Everything You Need to Know to Get Started	Michael Parker	Elsevier Inc.	2da	2017
Digital Signal Processing (DSP) with Python Programming	Maurice Charbit	ISTE LTD	1ra	2017
Digital Signal Processing using Arm Cortex-M based Microcontrollers	By Cem Ünsalan, M. Erkin Yücel, H. Deniz Gürhan	ARM Education Media	1ra	2018

Bibliografía complementaria recomendada				
Título	Autor	Editorial	Edición	Año
The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing (www.dspguide.com).	Steven W. Smith	California Technical Publishing	1997	1ra
FFT ROUTINES FOR THE C8051F12X FAMILY, AN142 Silicon Laboratories	Silicon Laboratories	Silicon Laboratories	2003	Rev1.1
Using Microcontrollers in Digital Signal Processing Applications AN219 Silicon Laboratories	Silicon Laboratories	Silicon Laboratories	2008	Rev0.2
Understand SINAD, ENOB, SNR, THD, THD + N, and SFDR so	Walt Kester	Analog Device	2008	Rev.A

You Don't Get Lost in the Noise Floor				
MATLAB® para ingenieros	Holly Moore	Pearson Education	2007	1ra

Otros recursos obligatorios	
Nombre	

Nombre	