



PROGRAMA DE ASIGNATURA

Nombre del curso o actividad	ELECTIVO: PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES
Nombre del programa	Doctorado en Ciencias de la Ingeniería mención Automática
Descripción	<i>Código: 12503 / 12504 / 12506, Nivel: 2 o 3, Créditos SCT-Chile: 10, Tipo: Electiva, Res. Plan de Estudios: Resolución N°3618 del 15/07/25.</i> Proporcionar a los(as) estudiantes los fundamentos teóricos y prácticos del procesamiento digital de señales, incluyendo análisis en tiempo discreto, transformadas, diseño de filtros digitales y técnicas avanzadas de procesamiento, con aplicaciones en sistemas de control y automatización industrial.
Objetivos	Objetivo General: Desarrollar competencias avanzadas en el análisis, diseño e implementación de sistemas de procesamiento digital de señales, aplicando teorías matemáticas fundamentales y técnicas computacionales modernas para resolver problemas complejos en automatización, control y sistemas de ingeniería. Objetivos Específicos: • Analizar señales discretas mediante transformadas Z, de Fourier y DFT/FFT para caracterización en frecuencia. • Diseñar e implementar filtros digitales FIR e IIR utilizando técnicas analíticas y numéricas avanzadas. • Aplicar procesamiento multitasa, bancos de filtros y wavelets para análisis de señales complejas. • Evaluar técnicas de estimación espectral paramétrica y no paramétrica para análisis de sistemas. • Implementar algoritmos de procesamiento adaptativo y óptimo en aplicaciones de control e instrumentación.
Contenidos	Unidad 1: Fundamentos del Procesamiento Digital de Señales • Señales y sistemas discretos en tiempo. • Transformada Z: propiedades, región de convergencia y análisis de sistemas. • Transformada Discreta de Fourier (DFT) y Transformada Rápida de Fourier (FFT). • Análisis de frecuencia de señales discretas. Unidad 2: Diseño de Filtros Digitales • Especificaciones y clasificación de filtros digitales. • Diseño de filtros FIR: método de ventanas, muestreo en frecuencia y Parks-McClellan. • Diseño de filtros IIR: transformación de filtros analógicos, métodos de invarianza al impulso y bilineal. • Implementación de estructuras de filtros: directa, cascada, paralela y en celosía. Unidad 3: Procesamiento Multitasa y Bancos de Filtros • Diezmado e interpolación de señales. • Cambio de tasa de muestreo: <i>upsampling</i> y <i>downsampling</i>. • Bancos de filtros: QMF y perfecta reconstrucción.



	• Wavelets y análisis multirresolución. Unidad 4: Análisis Espectral y Procesamiento Avanzado • Estimación espectral no paramétrica: periodograma, Welch, Bartlett. • Estimación espectral paramétrica: modelos AR, MA, ARMA. • Procesamiento adaptativo: filtros LMS, RLS y Kalman. • Aplicaciones: cancelación de ruido, ecualización y predicción. • Wavelets y análisis multirresolución. Unidad 5: Implementación y Aplicaciones en Ingeniería • Implementación en Procesadores Digitales de Señales (DSP). • Efectos de cuantización y aritmética de punto fijo. • Aplicaciones en control digital y automatización. • Procesamiento en tiempo real: consideraciones y optimización.
Modalidad de evaluación	Estrategias Metodológicas: • Clases expositivas: Presentación de fundamentos teóricos mediante exposiciones magistrales con análisis de casos. • Sesiones prácticas: Implementación de algoritmos utilizando MATLAB/Python con toolboxes especializados. • Aprendizaje basado en proyectos: Diseño y desarrollo de sistemas completos de procesamiento digital. • Resolución de problemas: Ejercicios de diseño de filtros, análisis espectral y procesamiento adaptativo. • Seminarios técnicos: Exposiciones de aplicaciones actuales en control, comunicaciones e instrumentación. • Trabajo autónomo: Estudio independiente, programación de algoritmos y análisis de artículos científicos. Evaluación: • Tareas y ejercicios: Diseño de filtros, análisis de transformadas, implementación de algoritmos. Evalúa dominio teórico-práctico. • Experiencias prácticas: Implementación computacional de sistemas de procesamiento. Evalúa habilidades de programación y análisis de resultados. • Proyecto integrador: Desarrollo completo de un sistema de procesamiento digital aplicado a un problema real. Evalúa creatividad, rigor metodológico y presentación técnica. • Examen final: Evaluación integral de contenidos teóricos y aplicados. Evalúa comprensión profunda y capacidad de síntesis.
Resultados de aprendizajes esperados	Resultado de Aprendizaje General: Al finalizar el curso, el(la) estudiante será capaz de analizar, diseñar e implementar sistemas completos de procesamiento digital de señales, aplicando teorías matemáticas avanzadas y técnicas computacionales modernas, demostrando competencia en el desarrollo de soluciones prácticas para problemas complejos en automatización, control e instrumentación industrial. Resultados de Aprendizaje Específicos: • Aplicar transformadas Z, de Fourier y DFT/FFT para analizar señales y sistemas discretos, caracterizando su comportamiento en tiempo y frecuencia.



	• Diseñar e implementar filtros digitales FIR e IIR óptimos mediante técnicas analíticas y computacionales, evaluando su rendimiento en aplicaciones prácticas. • Utilizar técnicas de procesamiento multitasa, bancos de filtros y wavelets para análisis multirresolución de señales complejas. • Evaluar y aplicar métodos de estimación espectral paramétrica y no paramétrica, así como filtrado adaptativo, en aplicaciones de control y automatización. • Implementar algoritmos de procesamiento digital en plataformas computacionales, considerando efectos de cuantización y requisitos de tiempo real.
Bibliografía	Básica: • J. G. Proakis and D. G. Manolakis, <i>Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications</i>, 4th ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson, 2007. • A. V. Oppenheim and R. W. Schaffer, <i>Discrete-Time Signal Processing</i>, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson, 2010. • S. K. Mitra, <i>Digital Signal Processing: A Computer-Based Approach</i>, 4th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 2011. • M. H. Hayes, <i>Digital Signal Processing</i>. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 2011. • Artículos científicos relacionados con el tema de tesis del(de la) estudiante. Recomendada: • P. Stoica and R. Moses, <i>Spectral Analysis of Signals</i>. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson, 2005. • R. G. Lyons, <i>Understanding Digital Signal Processing</i>, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 2011. • M. Vetterli, J. Kovačević, and V. K. Goyal, <i>Foundations of Signal Processing</i>. Cambridge, U.K.: Cambridge Univ. Press, 2014.