



PRESENTACIÓN

Breve descripción: Esta asignatura es una introducción al procesamiento de señales analógicas y digitales, un tema que forma parte integral de los sistemas de ingeniería en muchas áreas diversas, incluido el procesamiento de datos, comunicaciones, procesamiento de voz, procesamiento de imágenes, electrónica para productos de consumo, etc.

El curso presenta e integra los conceptos básicos para señales y sistemas tanto en tiempo continuo como en tiempo discreto, así como señales deterministas y aleatorias. Las representaciones de señales y sistemas se desarrollan tanto para el dominio del tiempo como para el de la frecuencia. Estas representaciones se relacionan a través de la transformada de Fourier y sus generalizaciones, las cuales se exploran en detalle.

Titulación (Módulo/Materia):

- Ingeniería en Sistemas de telecomunicación (Bloque Especializado de Sistemas de Telecomunicación/Teoría de la Señal)

Detalles:

- **ECTS:** 4 ECTS
- **Curso, semestre:** 2.º curso, 2.º semestre
- **Carácter:** Obligatorio
- **Idioma:** Castellano e Inglés

Profesores de la asignatura:

- Insausti Sarasola, Xabier / Profesor titular
- Rezola Garciandia, Ainhoa / Profesora Titular

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Competencias)

INGENIERÍA EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN

R23 - Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

R43 - Capacidad para construir, explotar y gestionar las redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.

R44- Capacidad para aplicar las técnicas en que se basan las redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación tanto en entornos fijos como móviles, personales, locales o a gran distancia, con diferentes anchos de banda, incluyendo telefonía, radiodifusión, televisión y datos, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.



R45 - Capacidad para analizar, codificar, procesar y transmitir información multimedia empleando técnicas de procesamiento analógico y digital de señal.

R5 - Comprensión y dominio de los conceptos básicos de sistemas lineales y las funciones y transformadas relacionadas, teoría de circuitos eléctricos, circuitos electrónicos, principio físico de los semiconductores y familias lógicas, dispositivos electrónicos y fotónicos, tecnología de materiales y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

PROGRAMA

Tema 1. Señales continuas en el tiempo

- Introducción
- Clasificación de señales continuas
- Operaciones con señales continuas
- Señales periódicas
- Señales continuas habituales

Tema 2. Sistemas analógicos

- Introducción
- Clasificación de sistemas
- Sistemas lineales e invariantes en el tiempo (LTI)
- Sistemas causales

Tema 3. Convolución continua

- Definición y propiedades
- Métodos para evaluar la convolución
- Respuesta al impulso de sistemas LTI
- Estabilidad y causalidad en sistemas LTI
- Correlación y autocorrelación
- Filtro adaptado

Tema 4. Transformada de Fourier

- Definición
- Transformada inversa de Fourier
- Existencia, unicidad y convergencia de la transformada de Fourier
- Propiedades de la transformada de Fourier
- Densidad espectral de energía y potencia
- Análisis de sistemas mediante la transformada de Fourier

Tema 5. Teorema de muestreo y aliasing

- Sistemas ortonormales completos
- Series de Fourier
- Teorema de muestreo
- Relación entre la Transformada de Fourier de una señal continua y su versión muestreada: aliasing

Tema 6. Ampliación de teoría de la probabilidad



Universidad de Navarra

- Espacio muestral
- La probabilidad de un evento
- Familia de subconjuntos medibles
- Asignación de probabilidades a subconjuntos
- Variables aleatorias y vectores aleatorios

Tema 7. Procesos estocásticos

- Conceptos básicos
- Descripción matemática de procesos estocásticos: Valor esperado y autocorrelación de un proceso estocástico, Procesos estacionarios, Procesos ergódicos.
- Procesos Gaussianos
- Densidad espectral de potencia de procesos estocásticos de potencia finita y Procesos estacionarios en sentido amplio.
- Proceso Gaussiano blanco

Chapter 1. Continuous-time signals

- Introduction
- Classification of Continuous-Time Signals
- Operations with Continuous-Time Signals
- Periodic Signals
- Common Continuous-Time Signals

Chapter 2. Analog systems

- Introduction
- Classification of Systems
- Linear Time-Invariant (LTI) Systems
- Causal Systems

Chapter 3. Continuous convolution

- Definition and Properties
- Methods for Evaluating Convolution
- Impulse Response of LTI Systems
- Stability and Causality in LTI Systems
- Correlation and Autocorrelation
- Matched Filter

Chapter 4. Fourier Transform

- Definition
- Inverse Fourier Transform
- Existence, Uniqueness, and Convergence of the Fourier Transform
- Properties of the Fourier Transform
- Energy and Power Spectral Density
- System Analysis using the Fourier Transform

Chapter 5. Sampling Theorem and Aliasing



Universidad de Navarra

- Complete Orthonormal Systems
- Fourier Series
- Sampling Theorem
- Relationship between the Fourier Transform of a Continuous Signal and its Sampled Version: Aliasing

Chapter 6. Extension of Probability Theory

- Sample Space
- Probability of an Event
- Family of Measurable Subsets
- Assignment of Probabilities to Subsets
- Random Variables and Random Vectors

Chapter 7. Stochastic processes

- Basic Concepts
- Mathematical Description of Stochastic Processes: Expected Value and Autocorrelation of a Stochastic Process, Stationary Processes, Ergodic Processes
- Gaussian Processes
- Power Spectral Density of Finite Power Stochastic Processes and Wide-Sense Stationary Processes
- White Gaussian Process

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Los desarrollos teóricos irán acompañados por prácticas de Laboratorio con el programa Matlab, para que los estudiantes adquieran la capacidad de aplicar los conceptos teóricos en situaciones prácticas. Además, se plantearán problemas cada dos semanas para que los alumnos los resuelvan fuera del horario de clase.

Sesiones de teoría

Serán la columna vertebral de la asignatura y las que ocuparán las horas lectivas de la asignatura.

Problemas propuestos para el alumno

Se propondrá una lista de problemas por cada tema para que el alumno los resuelva en horario no lectivo. Se recomienda encarecidamente trabajar personalmente en los problemas propuestos, ya que su correcta comprensión es la mejor garantía de superar la asignatura con éxito. Al acabar cada tema, se organizarán seminarios fuera del horario de clase para resolver los problemas propuestos con la intervención de los alumnos. Serán el complemento a las clases teóricas para afianzar los conceptos.

Prácticas de laboratorio

Las prácticas se realizan con el programa Matlab y el alumno debe presentar los resultados al acabar cada práctica.

EVALUACIÓN



Universidad de Navarra

CONVOCATORIA ORDINARIA

- Prácticas de laboratorio: 20% de la calificación
- Examen final: 80% de la calificación (En la parte práctica del examen, se valorará la resolución y presentación de los problemas planteados)
- La participación activa en clase se valorará con hasta 0,5 puntos extra.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

- Examen final: 100% de la calificación

HORARIOS DE ATENCIÓN

Los profesores estarán disponibles para resolver dudas, previa petición de cita por correo electrónico.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica recomendada:

- **X. Insausti**, "Señales y Sistemas", Apuntes de la asignatura.
- **A. Lapidoth**, "A foundation in Digital Communication", Cambridge University Press, 2017. [Localízalo en la Biblioteca.](#) (versión electrónica)
- **A. Papoulis and S.U. Pillai**, "Probability, random variables and stochastic processes", McGraw-Hill, 2002. [Localízalo en la Biblioteca.](#)

Bibliografía complementaria sobre teoría de la señal y comunicaciones:

- **R.G. Gallager**, "Principles of Digital Communication", Cambridge University Press, 2008. [Localízalo en la Biblioteca.](#)
- **J.M. Wozencraft and I.M. Jacobs**, "Principles of Communication Engineering", Wiley, 1990. [Localízalo en la Biblioteca.](#)
- **B. Boashash**, "Time-Frequency Signal Analysis and Processing. A comprehensive reference", Amsterdam ; Boston : Elsevier, 2016. [Localízalo en la Biblioteca.](#) (versión electrónica)

Bibliografía complementaria sobre análisis matemático:

- **W. Rudin**, "Principles of Mathematical Analysis", McGraw-Hill, 1976. [Localízalo en la biblioteca](#)
- **W. Rudin**, "Real and Complex analysis", McGraw-Hill, 1974. [Localízalo en la biblioteca](#)