



## PRESENTACIÓN

### Breve descripción:

Esta asignatura introduce los fundamentos del procesamiento de señales en tiempo discreto, esenciales en áreas como telecomunicaciones, control digital y procesamiento de audio. A lo largo del curso, se estudian las señales discretas y sus características, así como los sistemas que las procesan, con énfasis en los sistemas lineales e invariantes en el tiempo (LTI). Se abordan herramientas matemáticas como la Transformada Z y la convolución discreta para el análisis y diseño de sistemas. Además, se exploran conceptos clave del análisis en frecuencia, incluyendo la Transformada Rápida de Fourier (FFT) y la respuesta en frecuencia de sistemas. El curso proporciona una base sólida para comprender y aplicar técnicas modernas en el procesamiento digital de señales.

### Titulación (Módulo/Materia):

- Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación (Bloque Especializado de Sistemas de Telecomunicación / Teoría de la Señal)
- Ingeniería en Inteligencia Artificial (Inteligencia Artificial / Ciencia de Datos)

### Detalles:

- ECTS: 6 ECTS
- Curso, semestre: 2.º curso, 1.º semestre
- Carácter: Obligatorio
- Idioma: Castellano

### Profesores de la asignatura:

- Rezola Garciandia, Ainhoa / Profesora Titular

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Competencias)

### INGENIERÍA EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN

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.

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.

R25 - Capacidad de trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe y de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.



Universidad  
de Navarra

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 procesado analógico y digital de señal.

## **INGENIERÍA EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

R33 - Preprocesar datos recolectados de diferentes fuentes para facilitar su uso posterior.

R37 - Describir los fundamentos de la teoría de la información y el procesado de señal.

## **PROGRAMA**

### **Tema 1: Señales continuas en el tiempo**

Introducción

Clasificación de señales continuas en el tiempo

Señales periódicas

Señales continuas típicas

Función impulso

Aproximación de señales mediante la función impulso

### **Tema 2: Señales discretas en el tiempo**

Introducción

Notación

Clasificación de señales discretas en el tiempo

Operaciones con señales discretas

Señales discretas comunes

Señales sinusoidales de tiempo discreto

Teorema de muestreo y Aliasing



## **Tema 3: Sistemas en tiempo discreto**

Introducción

Operadores en tiempo discreto

Clasificación de sistemas

Sistemas lineales y no lineales

Sistemas invariantes y variantes en el tiempo

Sistemas causales y no causales

Sistemas dinámicos y estáticos

Análisis de sistemas LTI en Tiempo Discreto

## **Tema 4: Convolución discreta**

Definición y propiedades de la convolución

Métodos para evaluar la convolución

Respuesta a impulso de sistemas LTI discretos

Estabilidad y causalidad en sistemas LTI

Convolución periódica o circular

Correlación discreta y autocorrelación discreta

## **Tema 5: Transformada Z**

Definición de Transformada Z

Propiedades de la Transformada Z

Transformada Z-Racional

Métodos para la Inversa de la Transformada Z

Análisis de Sistemas LTI con la Transformada Z

## **Tema 6: Análisis de Frecuencia de Señales**

Análisis de Frecuencia de Señales Analógicas y Discretas

Dualidad Tiempo-Frecuencia



Universidad  
de Navarra

Muestreo de Señales en el Dominio Temporal y de Frecuencia

Transformada Rápida de Fourier (FFT)

Respuesta en Frecuencia de Sistemas LTI

Relación entre Z-Transformada y Respuesta en Frecuencia

---

## **Chapter 1: Continuous-Time Signals**

Introduction

Classification of continuous-time signals

Periodic signals

Common continuous-time signals

Impulse function

Approximation of signals using the impulse function

## **Chapter 2: Discrete Time Signals**

Introduction

Notation

Classification of discrete time signals

Operations with discrete signals

Common discrete signals

Discrete time sinusoidal signals

Sampling theorem and Aliasing

## **Chapter 3: Discrete Time Systems**

Introduction

Discrete time operators

System classification

Linear and non-linear systems

Time-invariant and time-variant systems

Causal and non-causal systems

Dynamic and static systems

Analysis of LTI systems in Discrete Time



Universidad  
de Navarra

#### Chapter 4: Discrete Convolution

Definition and properties of convolution

Methods to evaluate convolution

Impulse response of discrete LTI systems

Stability and causality in LTI systems

Periodic or circular convolution

Discrete correlation and discrete autocorrelation

#### Chapter 5: Z Transform

Definition of Z Transform

Properties of the Z Transform

Z-Rational Transform

Methods for the Inverse of the Z Transform

Analysis of LTI Systems with the Z Transform

#### Chapter 6: Frequency Analysis of Signals

Frequency analysis of Analog and Discrete Signals

Time-Frequency Duality

Sampling of Signals in the Time and Frequency Domain

Fast Fourier Transform (FFT)

Frequency Response of LTI Systems

Relationship between Z-Transform and Frequency Response

### ACTIVIDADES FORMATIVAS

La **dedicación de 150-180 horas** (6 ECTS) a la asignatura Incluye **clases teóricas presenciales** para la exposición de contenidos, y **laboratorios** que consisten en **prácticas en Matlab** para aplicar los conceptos aprendidos. Se complementa con **tutorías o seminarios** para resolver dudas y problemas propuesto, **estudio personal** y la **realización de una prueba evaluada** a mitad del cuatrimestre.

### EVALUACIÓN

CONVOCATORIA ORDINARIA



La evaluación se desglosa en:

- Prácticas de laboratorio: 20% de la calificación
- Examen parcial: 20% de la calificación
- Examen final: 60% de la calificación
- La participación activa en clase se valorará con hasta 0,5 puntos extra.

## CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

- Examen extraordinario: Tendrá un valor del 10 puntos de la nota. No se guardarán notas de la convocatoria ordinaria.

## HORARIOS DE ATENCIÓN

- Contactar por correo electrónico con los profesores de la asignatura.
- Se informará oportunamente de sesiones de atención de dudas o seminarios que puedan organizarse a lo largo del semestre.

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía básica

1. Apuntes varios de la asignatura: en las diferentes sesiones.
2. Alan V. Oppenheim y Alan S. Willsky, *Señales y Sistemas*, Prentice Hall, 1997. [Localízalo en la biblioteca](#)
3. Luis F. Chaparro, *Signals and Systems using Matlab*, Elsevier, 2014. [Localízalo en la biblioteca \(formato electrónico\)](#)
4. A. Ambardar, *Analog and Digital Signal Processing*, 2nd Edition, CL-Engineering, 1999. [Localízalo en la biblioteca](#)

### Bibliografía complementaria

1. H. Baer, *Analog and Digital Signal Processing*, John Wiley & Sons, 1990. [Localízalo en la biblioteca](#)
2. A. Papoulis, *Sistemas Digitales y Analógicos, Transformadas de Fourier, Estimación*, Marcombo, 1978. [Localízalo en la biblioteca](#)
3. R. A. Gabel, *Señales y Sistemas Lineales*, Limusa Wiley, 1975. [Localízalo en la biblioteca](#)
4. B. P. Lathi, *Signal Processing and Linear Systems*, 1998