



## PRESENTACIÓN

### Titulación (Módulo/Materia):

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

### Detalles:

- **ECTS:** 6 ECTS
- **Curso, semestre:** 3.º curso, 1.º semestre
- **Carácter:** Obligatorio
- **Idioma:** inglés

### Profesores de la asignatura:

- Irizar Picón, Antonio/Profesor colaborador
- Iturbe Olleta, Nagore/Personal investigador en formación

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Competencias)

### INGENIERÍA EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN

CG3 - 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.

CG9 - 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.

CE21 - 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.

CE22 - 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.

CE26 - Capacidad para analizar, codificar, procesar y transmitir información multimedia empleando técnicas de procesado analógico y digital de señal.

## CONTENTS OF THE COURSE

### Discrete Signals & Systems

- Frequency in Discrete Signals
- Sampling of Analog Signals
- Discrete Signals
- Discrete Systems
- Analysis of LTI Discrete Systems



# Universidad de Navarra

- Correlation of Discrete Signals

## Z-Transform

- Definition of Z-Transform
- Properties of the Z-Transform
- Rational Z-Transform
- Methods for the Inverse Z-Transform
- One-sided Z-Transform
- LTI System Analysis with the Z-Transform

## Frequency Analysis of Signals

- Frequency Analysis of Analog Signals
- Frequency Analysis of Discrete Signals
- Time-Frequency Duality
- Sampling Signals in Time and Frequency Domain
- The Fast Fourier Transform (FFT)
- Frequency Response of LTI Systems
- Response to Complex Exponentials
- Relation between Z-Transform and Frequency Response
- Phase Delay and Group Delay

## Digital Filter Design

- Classification of Digital Filters

## IIR Filter Design

- Design Methodology
- Specs Conversion to LowPass
- Analog Butterworth Filter
- Analog Chebyshev-I Filter
- Analog Chebyshev-II Filter
- Convert LowPass Filter to Original Filter
- Transformations from s-plane to z-plane
- Summary of IIR Filter Design

## FIR Filter Design

- Symmetric Sequences
- Fourier Series Method

## Implementation of Digital Filters

## Quantization effects in Digital Filters

## ACTIVIDADES FORMATIVAS

La dedicación de 150-180 horas (6 ECTS) a la asignatura se divide en las siguientes actividades formativas:

- Clases presenciales teóricas: 40 horas
- Clases presenciales prácticas, laboratorios o talleres: 20 horas
- Trabajos dirigidos: 30 horas
- Estudio personal: 90 horas

## EVALUACIÓN



# Universidad de Navarra

## CONVOCATORIA ORDINARIA

### Mid Term Exam (MTE, /2)

- **Activity:** Exam
- **Description:** Matlab exercises about chapters 1 to 3
- **Weight in final qualification:** 2/10

### Individual Homework - Lab related (Labs, /1)

- **Activity:** Weekly Homework Assignments (~9, 10)
- **Description:** Matlab exercises to enforce DSP concepts
- **Qualification:** Every assignment is marked between 0-1.
- After adding all 9-10 assignments the final qualification is given between **0-1** in final qualification

### Final Exam (FE, /7)

- **Written Exam (WE, 4/7)**
- **Content:** Problems questioning and applying theoretical concepts of DSP
- **Matlab Exam (ME, 3/7)**
- **Content:** Exercises about filter design
- **Total/10:**  $WE^{0.57} * ME^{0.43}$
- **Weight in Final Qualification:** 7/10

**Total:**  $MTE + Labs + 0.7 * (WE^{0.57} * ME^{0.43})$

### Extra Exam Call

## CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

The exam will have the same form as the Final Exam of a normal call.

The qualifications of both the Labs and the MidTerm exam will be maintained and added to the result of the above mentioned exam.

The student can apply for a repetition of the Labs. The type, schedule and presentation of the new labs will be decided by the Lecturer according to the deadlines given by the University.

## METODOLOGÍAS DOCENTES

- Clases expositivas
- Clases en salas de informática
- Trabajo individual, resolución de problemas e informes de laboratorio
- Realización de pruebas evaluadas

## HORARIOS DE ATENCIÓN

Se informará oportunamente de las sesiones de atención de dudas y seminarios que se organicen a lo largo del semestre

## BIBLIOGRAFÍA

**Basic Bibliography:**



# Universidad de Navarra

- "Introduction to Digital Signal Processing", John G. Proakis and Dimitris G. Manolakis, Macmillan Publishing Company, 1988. [Localízalo en la biblioteca](#)
- "Analog and Digital Signal Processing", Ashok Ambardar", PWS Publishing Company, 1995. [Localízalo en la biblioteca](#)

## **Additional Bibliography:**

- "Digital Signal Processing: A Computer-Based Approach", Sanjit K. Mitra, McGraw-Hill, 1998.
- "Señales y Sistemas", Alan V. Oppenheim and Alan S. Willsky, Prentice-Hall Hispanoamericana, 1983.
- "Digital Signal Processing using MATLAB", Vinay K. Ingle and John G. Proakis, PWS Publishing Company, 1997.
- "Digital Filters and Signal Processing", Leland B. Jackson, Kluwer Academic Publishers, 1986.
- "Digital Audio Signal Processing", Udo Zölzer, John Wiley & Sons, 1995.

## **Web Resources**

[The Scientist & Engineer's Guide to Digital Signal Processing \(Steven W. Smith\)](#)

[The Fourier Transform and its Applications by Professor Brad Osgood \(Stanford University Course\)](#)