Universidad de Navarra

Teoría de la Señal (Ing.Gr.)

Guía docente 2025-26

PRESENTACIÓN

Breve descripción:

En esta asignatura introducirán los conceptos de señal y sistema, y se estudiarán sus propiedades tanto en el dominio temporal como en el dominio de la frecuencia (transformada de Fourier).

Titulación (Módulo/Materia):

- Ingeniería en Sistemas de telecomunicación (Bloque Común a la Rama de Telecomunicación/Fundamentos de Sistemas de Transmisión)

Detalles:

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

Profesores de la asignatura:

- Vélez Isasmendi, Igone / Profesor colaborador
- Rezola Garciandia, Ainhoa / Profesor contratado doctor
- Zamora Cadenas, Leticia/ Profesor colaborador

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Competencias)

INGENIERÍA EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN

CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CG4 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación.

CE6 - Capacidad para aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.

CE7 - Capacidad de utilizar aplicaciones de comunicación e informáticas (ofimáticas, bases de datos, cálculo avanzado, gestión de proyectos, visualización, etc.) para apoyar el desarrollo y explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación y electrónica.

PROGRAMA

Tema 1. Señales continuas en el tiempo

- Introducción
- Clasificación de señales continuas basada en su duración
- Clasificación de señales continuas basada en su área
- Operaciones con señales continuas
- Clasificación de señales continuas basada en su simetría
- Clasificación de señales continuas basada en su energía y potencia
- Señales periódicas
- Señales continuas típicas: escalón unitario, rampa unitaria, función signo, pulso rectangular, pulso triangular,
- La señal senc
- La función impulso
- Aproximación de Señales mediante la función impulso

Tema 2. Sistemas analógicos

- Introducción
- Interconexión de sistemas
- Operadores
- Clasificación de sistemas
  - Sistemas lineales y no lineales
  - Sistemas invariantes y variantes en el tiempo
  - Sistemas lineales e invariantes en el tiempo (LTI)
  - Sistemas causales y no causales
  - Sistemas dinámicos y estáticos
  - Sistemas inversos
- Análisis de sistemas lineales e invariantes en el tiempo: respuesta a impulso de sistemas LTI, estabilidad

Tema 3. Convolución continua

- Definición
- Propiedades de la convolución
- Métodos para evaluar la convolución
- Respuesta a impulso de sistemas lineales e invariantes en el tiempo
- Estabilidad y causalidad en sistemas LTI definidos por su respuesta al impulso
- Convolución periódica o circular
- Correlación y autocorrelación
- Filtro adaptado

Tema 4. Señales discretas en el tiempo

- Introducción

- Notación
- Clasificación de señales discretas en el tiempo basada en su duración, área y energía
- Operaciónes con señales discretas en el tiempo
- Clasificación de señales discretas en el tiempo en base a su simetría
- Señales discretas comunes: escalón unitario, rampa unitaria, pulso rectangula, pulso triangular, señal impulso, senc, exponenciales
- Señales Sinusoidales de tiempo discreto: análisis de su periodicidad en el tiempo y en la frecuencia
- Teorema de muestreo y Aliasing

Tema 5. 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 lineales e invariantes en el tiempo
  - Sistemas causales y no causales
  - Sistemas dinámicos y estáticos
  - Sistemas inversos
- Análisis de sistemas LTI en Tiempo Discreto

Tema 6. Convolución discreta

- Definición
- Propiedades de la convolución
- Métodos para evaluar la convolución
- Respuesta a impulso de sistemas LTI discretos en el tiempo
- Estabilidad y Causalidad en Sistemas LTI definidos por su respuesta al impulso
- Convolución periódica o circular
- Convolución inversa
- Correlación discreta y autocorrelación discreta

Tema 7. Series de Fourier

- Definición de las series de Fourier
- Evaluación de los coeficientes
- Teorema de Parseval
- Espectro de señales periódicas
- Propiedades de las series de Fourier
- Método de la derivada
- Condiciones de Dirichlet
- Fenómeno de Gibbs y reconstrucción de señales
- Ventanas espectrales

Tema 8. Transformada de Fourier

- Definición
- Transformada inversa de Fourier
- Espectro de magnitud y fase
- Existencia, unicidad y convergencia de la transformada de Fourier
- Propiedades de la transformada de Fourier
- Teoremas

    - Teorema de Parseval
    - Teorema de Plancherel
    - Teorema de la ordenada central
    - Teorema de tiempo limitado - banda limitada
- Densidad espectral de energía y potencia
- Análisis de sistemas mediante la transformada de Fourier

CONTENTS OF THE COURSE

Unit 1. Continuous-time Signals

- Introduction
- Signal classification by Duration and Area
- Operations on Signals
- Classification based on Signal Symmetry
- Classification based on the Energy and Power
- Harmonic Signals
- Commonly Encountered Signals: unit step, unit ramp, signum function, rectangular pulse, triangular pulse, sinc function, impulse function

Unit 2. Analog Systems

- Introduction
- Operators
- System Classification
    - Linear and Nonlinear Systems
    - Time-Invariant and Time-variant Systems
    - Linear and Time-Invariant (LTI) Systems
    - Causal and Non-causal Systems
    - Static and Dynamic Systems
    - Inverse Systems
- System Interconnection
- Analysis of LTI Systems
- The Impulse Response of LTI Systems
- System Stability

Unit 3. Continuous Convolution

- The Convolution process
- Convolution of some Common Signals
- Some properties of Convolution
- Graphical Convolution
- Impulse Response of LTI Systems
- Circular Convolution
- Correlation and Autocorrelation
- Matched Filter

Unit 4. Discrete-time Signals

- Introduction
- Notation
- Signal classification by Duration and Area
- Operations on Signals
- Decimation and Interpolation
- Classification based on Signal Symmetry

- Commonly Encountered Signals: unit step, unit ramp, rectangular pulse, triangular pulse, sinc function, impulse function, exponentials
- Discrete-Time Harmonics and Sinusoids: analysis of periodicity in Time and Frequency
- Aliasing and the Sampling Theorem

Unit 5. Discrete-Time Systems

- Introduction
- Operators
- System Classification
  - Linear and Nonlinear Systems
  - Time-Invariant and Time-variant Systems
  - Linear and Time-Invariant (LTI) Systems
  - Causal and Non-causal Systems
  - Static and Dynamic Systems
  - Inverse Systems
- System Stability

Unit 6. Discrete Convolution

- Discrete Convolution
- Convolution Properties
- Convolution of Finite Sequences
- Impulse Response of LTI Systems
- Circular Convolution
- Inverse Convolution
- Correlation and Autocorrelation

Unit 7. Fourier Series

- Definition
- Parseval`s Theorem
- The Spectrum of Periodic Signals
- Properties of Fourier Series
- The Dirichlet Conditions
- The Gibbs Effect and Signal Reconstruction
- Spectral Windows

Unit 8. The Fourier Transform

- Introduction
- The Inverse Fourier Transform
- The Fourier Transform of Real Signals
- Convergence of the Fourier Transform
- Properties of the Fourier Transform
- Parseval`s Theorem
- Plancherel's Theorem
- The Central Ordinate Theorem
- The time-limited, band-limited Theorem
- Energy and Power Spectral Density
- System Analysis using the Fourier Transform
- Frequency Response of Filters
- Ideal Filters

Universidad de Navarra

ACTIVIDADES FORMATIVAS

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

- Clases presenciales teóricas: 39 horas
- Clases presenciales prácticas, laboratorios o talleres: 11 horas
- Tutorías: 8 horas
- Estudio personal: 100 horas
- Realización de pruebas evaluadas: 10 horas

METODOLOGÍAS DOCENTES

- Clases expositivas
- Clases en salas de informática
- Trabajo individual
- Estudio del alumno basado en diferentes fuentes de información
- Realización de pruebas evaluadas

EVALUACIÓN

CONVOCATORIA ORDINARIA

La evaluación se desglosa en:

- **Exámenes parciales y final:** Tendrán un valor de 10 puntos de la nota final.
- **Prácticas:** Las prácticas en el ordenador tendrán un valor de hasta 0,5 puntos extra de la nota final.

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

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

Universidad de Navarra

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.