

**Señales y Sistemas Discretos**

Código: 102712  
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2500895 Ingeniería Electrónica de Telecomunicación	OB	2	1
2500898 Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación	OB	2	1

La metodología docente y la evaluación propuestas en la guía pueden experimentar alguna modificación en función de las restricciones a la presencialidad que impongan las autoridades sanitarias.

**Contacto**

Nombre: Gonzalo Seco Granados  
Correo electrónico: Gonzalo.Seco@uab.cat

**Uso de idiomas**

Lengua vehicular mayoritaria: catalán (cat)  
Algún grupo íntegramente en inglés: No  
Algún grupo íntegramente en catalán: No  
Algún grupo íntegramente en español: No

**Otras observaciones sobre los idiomas**

Spanish could be also used indistinctly in classroom.

**Equipo docente**

Antonio Fuentes Cejudo  
Francisco Jose Fabra Cervellera  
Rafael Terris Gallego

**Prerequisitos**

Esta asignatura puede considerarse que es la continuación de la asignatura 'Fundamentos de Señales y Sistemas'; por lo tanto, se recomienda haber cursado y superado 'Fundamentos de Señales y Sistemas'.

**Objetivos y contextualización**

El tratamiento de secuencias de números, también conocidas como señales discretas, es una tarea presente en prácticamente la totalidad de sistemas de transmisión, procesamiento y almacenamiento de información, incluso cuando las señales de origen pueden ser analógicas. El objetivo de la asignatura es proporcionar al alumno los conocimientos fundamentales para describir las señales discretas y los sistemas que los tratan, tanto en el dominio temporal como en los dominios frecuenciales o transformados.

Los objetivos específicos son:

- Comprender la representación de señales discretas en el tiempo, así como sus propiedades.
- Analizar los sistemas para el tratamiento de señales discretas en el tiempo y proponer formas alternativas de describirlos.

- Representar las señales y los sistemas en dominios transformados: en el dominio frecuencial y en el dominio Z.
- Diseñar filtros digitales básicos.
- Relacionar las señales discretas con el muestreo periódico de señales analógicas y con su reconstrucción.
- Aplicar el entorno de programación Matlab para resolver problemas de procesamiento de señales digitales.
- Caracterizar señales discretas aleatorias.

## Competencias

### Ingeniería Electrónica de Telecomunicación

- Actitud personal
- Aprender nuevos métodos y tecnologías en base a sus conocimientos básicos y tecnológicos, con gran versatilidad de adaptación a nuevas situaciones.
- Comunicación
- Hábitos de pensamiento
- Hábitos de trabajo personal
- Redactar, desarrollar y firmar proyectos en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación, que tengan por objeto, la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas electrónicos.
- Resolver problemas con iniciativa y creatividad. Tomar decisiones. Comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del ingeniero técnico de telecomunicación.
- Trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe, y comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.
- Trabajo en equipo

### Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación

- Actitud personal
- Aprender nuevos métodos y tecnologías en base a sus conocimientos básicos y tecnológicos, con gran versatilidad de adaptación a nuevas situaciones.
- Comunicación
- Hábitos de pensamiento
- Hábitos de trabajo personal
- Redactar, desarrollar y firmar proyectos en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación, que tengan por objeto, según la especialidad, la concepción, el desarrollo o la explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación y electrónica
- Resolver problemas con iniciativa y creatividad. Tomar decisiones. Comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del ingeniero técnico de telecomunicación.
- Trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe, y comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.
- Trabajo en equipo

## Resultados de aprendizaje

1. Analizar y diseñar esquemas de procesado de señales digitales.
2. Comunicar eficientemente de forma oral y/o escrita conocimientos, resultados y habilidades, tanto en entornos profesionales como ante públicos no expertos.
3. Desarrollar el pensamiento sistémico.
4. Desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
5. Desarrollar la capacidad de análisis y de síntesis.
6. Desarrollar la curiosidad y la creatividad.
7. Hacer un uso eficiente de las TIC en la comunicación y transmisión de ideas y resultados.
8. Idear y buscar aplicaciones básicas del procesado de señal más allá de las comunicaciones.

9. Ilustrar los algoritmos de procesamiento de señal y comunicaciones utilizando un formalismo matemático básico.
10. Tomar decisiones propias.
11. Trabajar cooperativamente.
12. Trabajar de forma autónoma.
13. Trasladar conceptos de matemática discreta a las telecomunicaciones, en el área de procesamiento de series numéricas mediante filtros digitales.
14. Utilizar de forma básica aplicaciones informáticas para el procesamiento digital.

## Contenido

### 1. Señales y sistemas discretos

- Señales: propiedades, transformaciones y señales básicas
- Sistemas: propiedades, sistemas básicos
- Convolución
- Descripción de sistemas mediante ecuaciones en diferencias finitas

### 2. Representación frecuencial

- Transformada de Fourier (FT): definición, propiedades, teorema de convolución
- Transformada discreta de Fourier (DFT): definición, propiedades, convolución circular
- Correlación y espectro
- Diezmado e interpolación

### 3. Muestreo y reconstrucción

- Muestreo periódico
- Representación del muestreo en el dominio de la frecuencia
- Reconstrucción de señales de banda limitada: Teorema de Nyquist
- Modificación de la frecuencia de muestreo

### 4. Representación de señales y sistemas en el dominio Z

- La transformada Z: definición y propiedades
- La transformada Z inversa
- Función de transferencia y respuesta frecuencial

### 5. Análisis de sistemas

- Sistemas inversos, de fase mínima y pasa-todo
- Sistemas de fase lineal
- Introducción al diseño de filtros FIR e IIR

## Metodología

### Actividades presenciales:

- Clases de teoría: exposición de los contenidos teóricos
- Clases de problemas: resolución de problemas relacionados con la teoría, con la participación de los propios alumnos.
- Prácticas de laboratorio: aplicación de las técnicas presentadas en las clases de teoría a diferentes casos representativos de sistemas reales y puesta en práctica con un software estándar para procesamiento de señales digitales (Matlab).
- Exámenes parciales y final (recuperación).

### Actividades autónomas:

- Estudio de los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura. Resolución de problemas y elaboración de entregas con soluciones de algunos conjuntos de problemas. Preparación de los exámenes.
- Trabajos prácticos: realización y profundización de las prácticas de laboratorio. Preparación de la memoria de cada práctica.

Además, los alumnos podrán asistir a sesiones de tutorías individuales o colectivas para resolver dudas que puedan surgir durante el curso.

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

## Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases de problemas	12	0,48	1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 13, 12, 14
Clases de teoría	26	1,04	1, 3, 5, 8, 9, 13
Tipo: Supervisadas			
Prácticas de laboratorio	12	0,48	1, 2, 3, 5, 8, 10, 11, 12, 14
Tutorías	2	0,08	1, 2, 5, 6
Tipo: Autónomas			
Trabajo individual del alumno: estudio y resolución de problemas	74	2,96	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 12, 14
Trabajo individual del alumno: preparación de prácticas	12	0,48	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14

## Evaluación

### Principios de la evaluación

La evaluación se estructura de forma que los estudiantes pueden elegir un formato de evaluación continuada o un formato donde la mayor parte del peso de la evaluación se concentra al final del curso (que también puede servir como mecanismo de recuperación para la evaluación continuada). Esto permite que el alumno adapte el ritmo de realización de los elementos evaluativos a sus necesidades y preferencias.

### Elementos evaluativos

Habrán los siguientes elementos evaluativos:

- Actividades de seguimiento
- Prácticas
- Examen Parcial 1
- Examen Parcial 2
- Examen de Recuperación

Las actividades de seguimiento (NS) consistirán en la participación en clase, la realización de problemas en clase y/o en la entrega de problemas fuera de clase. La nota de seguimiento solo servirá para subir nota (máximo del 10%).

La nota de prácticas (NP) se calculará a partir de los informes que se deberán entregar al inicio y/o final de las sesiones de prácticas, del trabajo y posibles pruebas que se realicen durante o después de las sesiones, y de posibles entregas adicionales de ejercicios. No es necesario aprobar cada práctica individualmente. La realización de las prácticas de laboratorio es obligatoria. Las prácticas de laboratorio son una actividad no recuperable.

El examen parcial 1 (ExP1) se realizará aproximadamente en mitad del curso. No libera materia por que los contenidos de este curso son acumulativos; es decir, se han de dominar los primeros temas para poder seguir los últimos.

El examen parcial 2 (ExP2) se realizará aproximadamente a la última semana de las actividades presenciales (clases teóricas).

El examen de recuperación (ExR) se realizará una vez finalizadas las actividades presenciales, durante el periodo de tiempo específicamente dedicado a exámenes.

Los exámenes pueden ser de tipo test o de resolución de problemas, o incluir las dos tipologías.

Cálculo de la nota final

- Nota de evaluación continuada:  $AC = \max\{0.4 \cdot ExP1 + 0.6 \cdot ExP2, ExP2\}$

- Nota global de los exámenes (NE):

- Si no se ha hecho la evaluación continuada o  $AC < 4.5$ , entonces  $NE = \max\{ExR, AC\}$ .

- Si  $AC \geq 4.5$  y se hace el examen de recuperación,  $NE = ExR$  (se descarta la nota de AC).

- Para aprobar es condición necesaria que  $NE \geq 4.5$  y que Nota Prácticas (NP)  $\geq 4.5$ . Se tiene que observar que si  $AC \geq 4.5$ , no es obligatorio presentarse al examen final.

- La nota final de la asignatura es:

- Si  $NE < 4.5$ ,  $NF = NE$ .

- Si  $NE \geq 4.5$  y  $NP < 4.5$ , entonces  $NF = \min\{4.5, 0.8 \cdot NE + 0.2 \cdot NP\}$ .

- Si  $NE \geq 4.5$  y  $NP \geq 4.5$ ,  $NF = \max\{0.8 \cdot NE + 0.2 \cdot NP, 0.9 \cdot (0.8 \cdot NE + 0.2 \cdot NP) + 0.1 \cdot NS\}$

- Para aprobar es necesario que  $NF \geq 5$ .

Alumnos repetidores

Se puede conservar la nota de prácticas de años anteriores. Esta es la opción por defecto que se aplica si los estudiantes repetidores no vuelven a hacer las prácticas.

Consideración de "No Evaluable"

La nota final será "No Evaluable" solo cuando el estudiante no se presente a ningún examen, ni los de la evaluación continuada ni el de recuperación.

Consideración en caso de copia o plagio

Sin perjuicio otras medidas disciplinarias que se estimen oportunas, y de acuerdo con la normativa académica vigente, se calificarán con un cero las pruebas o entregas donde el estudiante haya cometido las irregularidades (e.g. plagio, copia, engaño, el hecho de dejar copiar, etc.) que puedan conducir a una variación de la calificación.

Comunicación

El Campus Virtual es la plataforma que se usará para comunicarse con los estudiantes.

## Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Actividades Seguimiento	Hasta un 10%, si ayuda a subir la nota.	1	0,04	1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 13, 11, 14
Examen Parcial 1	32%	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 13, 12
Examen Parcial 2	48%	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 13, 12
Examen Recuperación	80%	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 13, 12
Prácticas	20%	5	0,2	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 11, 14

## Bibliografía

### Bibliografía recomendada

- Hsu P. Hwei, *Señales y sistemas*, 2a. edición, The McGraw-Hill Companies Inc, 2012.
- John G. Proakis, Dimitris G. Manolakis, *Tratamiento digital de señales*, 4ª edición, Pearson Prentice Hall, 2007.
- Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schafer, *Tratamiento de señales en tiempo discreto*, 3ª edición, Pearson, 2012.

### Otros recursos

- John G. Proakis, Dimitris G. Manolakis, *Digital Signal Processing*, Pearson, 2016.
- Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schafer, *Discrete-Time Signal Processing*, 3rd edition, Prentice-Hall, 2009.
- S. Haykin, B. Van Veen, *Signals and Systems*, Wiley, 2002.
- S. Haykin, B. Van Veen, *Señales y Sistemas*, Limusa, 2001.
- M. J. Roberts, *Señales y Sistemas*, Mc Graw Hill, 2005.
- J.B. Mariño Acebal, F. Vallverdú Bayés, J.A. Rodríguez Fonollosa, A. Moreno Bilbao, *Tratamiento Digital de la Señal: Una introducción experimental*, Edicions UPC, 1999.

## Software

Durante las sesiones prácticas se hará uso del software MATLAB.

Asimismo, MALTAB se utilizará también como soporte para las clases teóricas y de problemas.