



Universidad  
de Alcalá

# GUÍA DOCENTE

## SEÑALES Y SISTEMAS

Grado en Física e Instrumentación Espacial

Universidad de Alcalá

**2022/2023**

**2º Curso – 2º Cuatrimestre**

## GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	<b>Señales y Sistemas</b>
Código:	<b>653018</b>
Titulaciones:	<b>Grado en Física e Instrumentación Espacial</b>
Departamento:	<b>Teoría de la Señal y Comunicaciones</b>
Área de Conocimiento:	<b>Teoría de la señal</b>
Carácter:	<b>Obligatoria</b>
Créditos ECTS:	<b>6</b>
Curso y cuatrimestre:	<b>2º Curso - 2º Cuatrimestre</b>
Profesorado:	José Sáez Landete (Coordinador)
Horario de Tutoría:	
Idioma en el que se imparte:	<b>Castellano</b>

### 1. PRESENTACIÓN

La generación, la transformación, el análisis y el intercambio de la información se han convertido en una de las bases de la sociedad moderna, como consecuencia, las herramientas que permiten realizar la gestión de la información están sometidas a una evolución permanente. En última instancia, la información está codificada en forma de señales, y todo mecanismo que actúa sobre una señal recibe el nombre de sistema. Para gestionar eficientemente la información es necesario, pues, comprender desde un punto de vista matemático las propiedades de las señales y de los sistemas. La asignatura de "Señales y Sistemas" constituye una introducción a los conceptos básicos de señal y sistema haciendo hincapié en su descripción en el dominio del tiempo como en los dominios transformados, teniendo en cuenta la relevancia de las transformaciones en aplicaciones como el almacenamiento, análisis y transmisión de información. En particular, dentro del Grado en Física e Instrumentación Espacial, esta asignatura resulta relevante para comprender los principales métodos de tratamiento de señal, siendo la base para el desarrollo e implementación de técnicas y algoritmos de adquisición, análisis y detección de señales, implementación de sistemas de preprocesado, acondicionamiento de señal, etc...

Para cursar esta asignatura es imprescindible que el alumno conozca el álgebra de números complejos, álgebra lineal, trigonometría, así como herramientas de análisis matemático, en particular: integración, derivación y suma de series de potencias.

## 1. INTRODUCTION

The generation, processing, analysis and exchange of information are becoming one of the foundations of modern society, as a result, the tools to perform information management are subject to continuous development. Ultimately, the information is encoded in the form of signals, and any mechanism that acts on a signal is called a system. To properly manage the information, it is necessary, therefore, to understand from a mathematical point of view the properties of signals and systems. This course, Signals and Systems, has been designed as an introduction to the basic concepts of signals and systems, emphasizing their descriptions in both time and transformed domains. These characterizations of the signals and systems play a special role for storage, processing and transmission of information. In particular, within the Physics and Space instrumentation degree, this course is particularly relevant, because it enables students to understand the main methods of signal processing. This way, they can analyze, develop and implement algorithms and software solutions for signal and image processing systems, information and communication systems, signal acquisition, detection and sensing projects.

To take this course, it is convenient that students are familiar with the algebra of complex numbers, linear algebra, trigonometry, and mathematical analysis tools, including: integration, derivation and summation of power series.

## 2. COMPETENCIAS

### Competencias básicas:

- **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.
- **CB5:** Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

### Competencias generales:

- **CG1:** Habilidad para manejar información y obtener datos relevantes sobre un problema a partir de búsquedas bibliográficas.
- **CG2:** Capacidad básica en el manejo de técnicas informáticas y de programación para la resolución de problemas sencillos.

### Competencias transversales:

- **CT1:** Capacidad de comunicación oral y escrita de los resultados de un trabajo, tanto propio como ajeno, a otros profesionales y a público general.
- **CT3:** Capacidad para valorar situaciones, tomar decisiones y diseñar la planificación de tareas de investigación o aplicadas a emprender.

## Competencias Específicas o de Carácter Profesional:

- **CE1:** Capacidad de evaluar la validez de modelos físicos a través del conocimiento y aplicación de teorías físicas generales y su aplicación en el ejercicio profesional en el ámbito de la Ciencias y la Instrumentación en el entorno espacial
- **CE2:** Capacidad de utilizar eficazmente y de forma rigurosa el formalismo y notación matemática así como del uso de métodos matemáticos y numéricos aplicados a la Física y la Instrumentación en el entorno del Espacio
- **CE4:** Capacidad de comprensión y dominio de los conceptos básicos de sistemas lineales y de las funciones y transformadas relacionadas
- **CE6:** Capacidad para la gestión, tratamiento, presentación y análisis de datos experimentales, sistematizando el uso de las herramientas informáticas propias de cada caso, especialmente las de uso general en el campo de la Física y la Instrumentación Espacial
- **CE7:** Capacidad para identificar los elementos esenciales de un proceso o situación compleja y para elaborar modelos simplificados que la describen con el nivel de aproximación adecuado aplicación en el ejercicio profesional en el ámbito de la Ciencias y la Instrumentación en el entorno espacial"

## Resultados del aprendizaje:

- **RA1:** Identificar las características y propiedades más importantes de las señales y los sistemas.
- **RA2:** Ser capaz de caracterizar un sistema LTI a través de la respuesta al impulso, extrayendo la información del sistema y calculando la señal de salida a través de la convolución.
- **RA3:** Entender y ser capaz de describir un sistema de tiempo continuo a través de su función de transferencia en el dominio de Laplace y de Fourier, extrayendo y analizando sus propiedades y la relación entre ambos.
- **RA4:** Ser capaz de muestrear una señal entendiendo sus consecuencias en los diferentes dominios.
- **RA5:** Entender y ser capaz de describir un sistema de tiempo discreto a través de su función del sistema en el dominio transformado Z y de Fourier, extrayendo y analizando sus propiedades y la relación entre ambos.
- **RA6:** Identificar los tipos de filtros más utilizados, sus características y sus efectos.
- **RA7:** Comprender el proceso de modificación de la frecuencia de muestreo de una señal, así como sus efectos en la frecuencia.
- **RA8:** Ser capaz de analizar el espectro de una señal mediante la DFT, el enventanado y el promediado.
- **RA9:** Identificar la utilidad de los conceptos básicos en cualquier aplicación relacionada con el procesamiento de señal.

### 3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Total de sesiones presenciales (6 ECTS)
<p><b>1. Señales, sistemas y espacios de señal.</b> Definición de señal en el contexto de un espacio normado de dimensión finita e infinita. Ejemplos de señales y sus propiedades. Tipos de sistemas y sus propiedades.</p>	<p>8 horas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 3h Grupo Grande</li> <li>● 5h Grupo Reducido</li> </ul>
<p><b>2. Caracterización temporal de sistemas lineales e invariantes en el tiempo.</b> Respuesta de un sistema LTI. Integral y suma de convolución. Propiedades de un sistema LTI. Sistemas descritos por ecuaciones en diferencias.</p>	<p>8 horas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 3h Grupo Grande</li> <li>● 5h Grupo Reducido</li> </ul>
<p><b>3. Representaciones integrales de señales y sistemas de tiempo continuo.</b> La transformada de Laplace. Diagrama de polos y ceros y sus propiedades. Función de transferencia. El desarrollo en serie de Fourier. La transformada de Fourier. Respuesta en frecuencia y filtrado. Muestreo de señales.</p>	<p>11 horas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 6h Grupo Grande</li> <li>● 5h Grupo Reducido</li> </ul>
<p><b>4. Representaciones de señales y sistemas de tiempo discreto</b> La transformada Z. Diagrama de polos y ceros y sus propiedades. Función del sistema. El desarrollo en serie de Fourier. La transformada de Fourier. Respuesta en frecuencia. Relación con la transformada de Fourier de tiempo continuo. La transformada discreta de Fourier (DFT)</p>	<p>17 horas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 12h Grupo Grande</li> <li>● 6h Grupo Reducido</li> </ul>
<p><b>5. Aplicaciones</b> Introducción al diseño de filtros. Modificación de la frecuencia de muestreo de señales: interpolación y diezmado. Introducción al análisis espectral.</p>	<p>11 horas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 4h Grupo Grande</li> <li>● 7h Grupo Reducido</li> </ul>

## 4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.

### 4.1. Distribución de créditos

Número de horas presenciales:	28 horas en grupo grande 28 horas en grupo pequeño  4 horas de examen
Número de horas del trabajo propio del estudiante:	92 horas que incluyen, entre otros, el estudio de los conceptos teóricos, la realización de ejercicios de auto-evaluación, el análisis de problemas, la preparación de memorias, la búsqueda y elaboración de información y la participación en actividades online.
Total horas:	150

### 4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

La estrategia docente se basa en un modelo de aprendizaje reflexivo de los conceptos teóricos, así como su aplicación a diferentes problemas planteados. Para tal fin se realizarán exposiciones de la teoría en los grupos grandes a partir del aprendizaje basado en problemas. La herramienta básica para esta parte será la clase magistral, apoyándose en medios como transparencias o demostraciones mediante aplicaciones informáticas.

En los grupos pequeños se propone una estrategia participativa y activa del alumno que enriquezca los conceptos de la teoría y ayude a verificar su evolución en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En los grupos reducidos se resolverán problemas de aplicación de los conceptos teóricos. Además, está previsto la realización de diferentes prácticas de laboratorio, donde se implementarán algoritmos de aplicación de los conceptos teóricos. También está previsto la realización de tutorías individualizadas y/o grupales para realizar el seguimiento del proceso de aprendizaje y aclarar dudas que se puedan producir durante el mismo.

Podrán emplearse herramientas digitales como apoyo a las actividades formativas (uso de Internet, foros y correo electrónico, materiales disponibles en el aula virtual, etc.) y como medio para completar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## 5. EVALUACIÓN

Preferentemente se ofrecerá a los alumnos un sistema de evaluación continua que tenga características de evaluación formativa de manera que sirva de realimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte del alumno.

## 5.1. Procedimientos

La evaluación debe estar inspirada en los criterios de evaluación continua (Normativa de Evaluación de los Aprendizajes, NEA, art 3). No obstante, respetando la normativa de la Universidad de Alcalá se pone a disposición del alumno un proceso alternativo de evaluación final de acuerdo a la Normativa de Evaluación de los Aprendizaje (aprobada en Consejo de Gobierno de 24 de marzo de 2011 y modificada en Consejo de Gobierno de 5 de mayo de 2016) según lo indicado en su Artículo 10, los alumnos tendrán un plazo de quince días desde el inicio del curso para solicitar por escrito al Director de la Escuela Politécnica Superior su intención de acogerse al modelo de evaluación no continua aduciendo las razones que estimen convenientes. La evaluación del proceso de aprendizaje de todos los alumnos que no cursen solicitud al respecto o vean denegada la misma se realizará, por defecto, de acuerdo al modelo de evaluación continua. El estudiante dispone de dos convocatorias para superar la asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria. En todas las circunstancias la calificación mínima necesaria para aprobar la asignatura será de 5,0 puntos sobre un máximo de 10,0.

### **Convocatoria Ordinaria:**

#### Evaluación continua:

Consistente en la realización y superación del trabajo continuado de la asignatura y la realización y superación de una prueba de evaluación final. El trabajo continuado de la asignatura consistirá en la resolución de problemas, prácticas de laboratorio o razonamientos teóricos entregados al profesor. Este trabajo continuado pretende fijar los aspectos importantes de cada tema a la vez que permite orientar al alumno en su progreso.

#### Evaluación Final:

Para aquellos alumnos que no opten por la evaluación continua, tal y como se recoge en la normativa reguladora de los procesos de evaluación de los aprendizajes, la evaluación consistirá en la realización de una prueba final, que consistirá en la resolución de una serie de problemas y una parte dedicada a la evaluación del laboratorio.

### **Convocatoria Extraordinaria:**

La convocatoria extraordinaria consistirá en la realización de una prueba final basada en la resolución de una serie de problemas y una parte dedicada a la evaluación del laboratorio. En cualquier caso, los resultados parciales correspondientes a la parte de evaluación continua que el alumno pudiera haber obtenido en la convocatoria ordinaria no serán tenidos en cuenta.

## 5.2. Criterios de Evaluación

Los Criterios de Evaluación deben atender al grado de adquisición de las competencias por parte del estudiante. Para ello se definen los siguientes:

**CEV1:** El alumno muestra capacidad e iniciativa para analizar las características de las señales y los sistemas en el dominio del tiempo.

**CEV2:** El alumno es capaz de obtener la respuesta de un sistema LTI y comprender los efectos del sistema sobre la señal de entrada.

**CEV3:** El alumno muestra capacidad e iniciativa para analizar las características de las señales y sistemas de tiempo continuo en el dominio de Laplace y de la frecuencia.

**CEV4:** El alumno conoce los efectos de la conversión de tiempo continuo a tiempo discreto de las señales y entiende las consecuencias en el dominio de la frecuencia.

**CEV5:** El alumno muestra capacidad e iniciativa para analizar las características de las señales y sistemas de tiempo discreto en el dominio de Z y de la frecuencia.

**CEV6:** El alumno sabe identificar las propiedades de los diferentes tipos de filtros y sabe utilizarlos para manipular y analizar señales.

**CEV7:** El alumno es capaz de modificar la frecuencia de muestreo de una señal analizando sus consecuencias en el espectro.

**CEV8:** El alumno sabe analizar el espectro de una señal mediante la DFT, identificando las frecuencias y su representación.

### Instrumentos de Calificación.

Esta sección se especifican los instrumentos de evaluación que serán aplicados a cada uno de los criterios de Evaluación:

1. Pruebas de Evaluación Intermedia (PEI): consistente en la resolución de problemas teórico-prácticos durante el curso.
2. Prácticas de laboratorio (PL): consistentes en la simulación de los conceptos teóricos mediante algoritmos prácticos.
3. Pruebas de Evaluación Final (PEF): consistente en la resolución de problemas teórico-prácticos al final del curso de carácter voluntario.
4. Prueba de Evaluación del laboratorio (PEL): consiste en la realización de un ejercicio de simulación en el laboratorio.

## 5.1. Criterios de calificación

Esta sección cuantifican los criterios de evaluación para la superación de la asignatura.

### Convocatoria Ordinaria con Evaluación Continua

En la convocatoria ordinaria la relación entre los criterios, instrumentos y calificación es la siguiente:

Competencia	Resultado Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de Evaluación	Peso en la calificación
CB1,2,5 CG1,2 CT1,3 CE1,2,4,6,7	RA1,2,3,4	CEV1,2,3,4	PEI	35%
	RA2,4,5,6,7,8,9	CEV2,4,5,6,7,8	PL	25%
	RA5,6,7,8,9	CEV5,6,7,8	PEF/ recuperación PEI (opcional)	40% / 75%

Criterios generales para la convocatoria ordinaria con evaluación continua:

- Se considerará “No presentado” al alumno que no realice la prueba de evaluación final (PEF).

### Convocatoria Ordinaria con Evaluación Final y convocatoria extraordinaria

En este caso solo existe una única prueba de evaluación final:

Competencia	Resultado Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de Evaluación	Peso en la calificación
CB1,2,5 CG1,2 CT1,3 CE1,2,4,6,7	RA1-9	CEV1-8	PEF	75%
	RA2,4,5,6,7,8,9	CEV2,4,5,6,7,8	PEL	25%

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía básica:

- Signals and Systems. A.V. Oppenheim, A.S. Willsky y S.H. Nawab. Pearson, 2013.
- Signals and Systems. Hwei P. Hsu. Schaum Outline Series. Mcgraw-Hill, 2019
- Digital Signal Processing, John Proakis, Pearson, 2006
- Discrete-Time Signal Processing, A. Oppenheim, R.Schafer, Pearson, 2009.
- Schaums Outline of Digital Signal Processing Monson H. H. Hayes, Mcgraw-Hill, 2011
- Mertins, Alfred, and Dr Alfred Mertins. *Signal analysis: wavelets, filter banks, time-frequency transforms and applications*. John Wiley & Sons, Inc., 1999.

### Bibliografía complementaria:

- Signals, Systems and Transforms. Leland B. Jackson. Addison-Wesley, 1991.
- Continuous And Discrete Signals and Systems (Segunda edición). S.S. Samir y M.D. Srinat. Prentice Hall, 1997.
- Signal Processing and Linear Systems. B. P. Lathi. Oxford University Press, 2000. ISBN: 9780195219173.
- Boggess, Albert, and Francis J. Narcowich. A first course in wavelets with Fourier analysis. John Wiley & Sons, 2015.
- Alt, Hans Wilhelm. "Linear functional analysis." *An Application-oriented Introduction* (2016).

### Direcciones electrónicas de interés:

- <http://www.jhu.edu/~signals>
- <http://mit.ocw.universia.net/6.003/OcwWeb/Electrical-Engineering-and-Computer-Science/6-003Fall-2003/CourseHome/index.htm>

## NOTA INFORMATIVA

La Universidad de Alcalá garantiza a sus estudiantes que, si por exigencias sanitarias las autoridades competentes impidieran la presencialidad total o parcial de la actividad docente, los planes docentes alcanzarían sus objetivos a través de una metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación en formato online, que retornaría a la modalidad presencial en cuanto cesaran dichos impedimentos.