

Curso Académico: 2021/22

## 30312 - Procesado digital de señales

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2021/22

**Asignatura:** 30312 - Procesado digital de señales

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 330 - Complementos de formación Máster/Doctorado

438 - Graduado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación

581 - Graduado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 581 - Graduado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación: 2

330 - Complementos de formación Máster/Doctorado: XX

438 - Graduado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación: 2

**Periodo de impartición:** Segundo semestre

**Clase de asignatura:** 581 - Obligatoria

438 - Obligatoria

330 - Complementos de Formación

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

El objetivo de la asignatura *Procesado Digital de Señal* es dotar al estudiante de las metodologías básicas para el análisis y la síntesis de los sistemas digitales más habituales de tratamiento de señal. El énfasis se centra en la realización práctica de los sistemas, incluyendo el caso de sistemas de tiempo real, y considerando especialmente la eficiencia de la implementación. La aplicación fundamental de estos sistemas se encuentra en los sistemas de comunicaciones y de acondicionamiento de señal.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos
  - Meta 8.2 Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra
- Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras
  - Meta 9.5 Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo.

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura de *Procesado Digital de Señal* se imparte en el 4º semestre del grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación. Junto a las asignaturas de *Señales y Sistemas* (3º semestre), *Teoría de la Comunicación* (4º semestre), *Comunicaciones Digitales* (5º semestre) y *Radiación y Propagación* (6º semestre), conforman la materia de **Señal y Comunicaciones** del módulo de formación común de la rama de Telecomunicación.

La asignatura de *Procesado Digital de Señal* supone una continuación de la asignatura *Señales y Sistemas*, que los estudiantes ya han cursado en el tercer semestre y que les ha dotado de las herramientas básicas para el estudio de sistemas y señales deterministas en los dominios de análisis temporal y frecuencial. En la presente asignatura se introduce

el análisis transformado Z y se familiariza al estudiante con los sistemas de procesado digital de señal en tiempo real y la programación de algoritmos para su implementación, tanto en dominio temporal como frecuencial. Además, se presentan métodos básicos de diseño de filtros digitales, FIR e IIR, y se incide en sus aplicaciones.

Las técnicas de procesado digital introducidas en esta asignatura se utilizarán en otras posteriores, como las restantes asignaturas de la propia materia de **Señal y Comunicaciones** de la que forma parte, o las asignaturas de *Sistemas Electrónicos con Microprocesadores* (5º semestre, común de la rama de Telecomunicación), *Procesado de Audio e Imagen* (6º semestre, itinerario de Sonido e Imagen) y *Aplicaciones de Procesado Digital de Señal* (7º semestre, itinerario de Sistemas de Telecomunicación).

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

El profesorado encargado de impartir la docencia pertenece al Área de Teoría de la Señal y Comunicaciones.

Es recomendable que el/la estudiante haya cursado con aprovechamiento la asignatura de *Señales y Sistemas* impartida en el tercer semestre del grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

**Al superar la asignatura, el/la estudiante será más competente para...**

[C4] Resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.

[C6] Usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma.

[C8] Capacidad para trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe.

[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

[CRT1] Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.

[CRT4] Analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones.

[CRT5] Evaluar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones, desde el punto de vista del espacio de la señal, las perturbaciones y el ruido y los sistemas de modulación analógica y digital.

### 2.2. Resultados de aprendizaje

**El/la estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

[R1] Conoce la representación y caracterización frecuencial de señales y sistemas, así como sus propiedades fundamentales.

[R2] Conoce el proceso de muestreo de una señal en tiempo continuo así como su reconstrucción a partir de muestras tomadas a intervalos regulares, tanto desde el punto de vista del dominio temporal como desde el punto de vista frecuencial. Entiende el concepto de aliasing.

[R3] Conoce la representación y caracterización de señales y sistemas en el dominio transformado Z, así como sus propiedades fundamentales.

[R4] Describe el diagrama de bloques de un sistema de procesado digital de señal en tiempo real enumerando los parámetros significativos de cada bloque.

[R5] Define las estructuras básicas de los sistemas en tiempo discreto. Estructuras de respuesta impulsional infinita IIR, estructuras de respuesta impulsional finita FIR.

[R6] Define y describe correctamente un filtro digital, sus aplicaciones fundamentales y diferencia los tipos de filtro digitales en función de las características de su respuesta frecuencial.

[R7] Define un sistema multitasa, plantea la solución a problemas de cambio de velocidad de muestreo y aplica el cambio racional de la velocidad de muestreo a la solución de problemas.

### 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

La importancia de los resultados de aprendizaje diseñados para esta asignatura radica en que el/la estudiante adquiere destreza para el diseño, análisis e implementación de sistemas de procesado digital, que son la base de un gran número de aplicaciones en distintos ámbitos de las tecnologías y servicios de telecomunicación. Algunas de estas aplicaciones se abordarán en esta asignatura y de un modo más extenso en asignaturas posteriores de la titulación, así como en el futuro ejercicio profesional. Esta asignatura pretende asimismo dotar al estudiante de capacidad crítica para la evaluación de distintas alternativas que se le presentarán a la hora de implementar sistemas de procesado digital.

## 3. Evaluación

### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

El/la estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

#### E1: Examen de convocatoria oficial (60%).

Examen escrito con puntuación de 0 a 10 puntos. Para superar la asignatura es necesaria una puntuación mínima de 4.5 puntos en el examen final.

#### T1: Tareas con entregas asociadas (20%).

Puntuación de 0 a 10 puntos. Aquí se valorará la calidad del material entregado (código fuente, soluciones de problemas o informes) solicitado durante el desarrollo de la asignatura. No se incluye el material asociado a las prácticas de laboratorio que computa en T2. Como se indica en el apartado de actividades de aprendizaje programadas, se trata de entregas a realizar con una periodicidad quincenal de naturaleza diversa (resolución de problemas, uso de herramientas software, elaboración de informes). Cada vez que se plantee una actividad de este tipo se fijará una fecha tope de entrega que ha de ser respetada. Los estudiantes que no realicen o no superen estas actividades de evaluación tendrán la posibilidad de presentarse a una prueba alternativa en la misma fecha del examen final.

#### T2: Trabajo asociado a prácticas de laboratorio (20%).

Puntuación de 0 a 10 puntos. En este apartado se tendrá en cuenta tanto la actitud y aptitud observada en el desarrollo de las sesiones de laboratorio como la calidad de la documentación solicitada al respecto. Esta documentación debe ser aportada en su momento: al inicio de cada sesión de prácticas los documentos de estudio previo y al final de la misma los resultados de los cuestionarios correspondientes. Los estudiantes que no realicen o no superen estas actividades de evaluación tendrán la posibilidad de presentarse a una prueba alternativa en la misma fecha del examen final.

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

Con objeto de que los estudiantes alcancen los resultados de aprendizaje descritos anteriormente y adquieran las competencias diseñadas para esta asignatura, se proponen las siguientes metodologías de enseñanza-aprendizaje:

- [M1] Clase magistral participativa
- [M4] Aprendizaje basado en problemas
- [M8] Prácticas de aula
- [M9] Prácticas de laboratorio
- [M10] Tutoría
- [M11] Evaluación del progreso del estudiante
- [M13] Trabajos prácticos

### 4.2. Actividades de aprendizaje

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

**Sesiones de teoría y problemas.** En esta actividad se engloban las clases magistrales participativas, mediante las que se imparte el temario (40 horas de duración), y las prácticas de aula, consistentes en la proposición y resolución de ejemplos y problemas asociados a dicho temario (10 horas de duración).

**Prácticas de laboratorio.** Esta actividad se realizará preferentemente de forma presencial en un aula informática. Comprenderá 5 sesiones de 2 horas de duración cada una de ellas. Antes de la realización de cada sesión, los estudiantes realizarán y entregarán un estudio previo con el que se familiarizarán con los conceptos que serán tratados en la práctica. Tras la realización de la práctica, los estudiantes deberán responder a un cuestionario de evaluación de la misma.

**Tareas con entrega asociada.** Aparte de las prácticas de laboratorio, con una periodicidad aproximada de 2 semanas se pedirá que se realice una entrega evaluable. Con relación a los contenidos que se han impartido durante ese periodo, lo que se puede solicitar para estas entregas es: (a) resolución de problemas (habitualmente de convocatorias de examen de años anteriores); (b) resolución de ejercicios y proyectos usando herramientas informáticas apropiadas para la asignatura, como Matlab; (c) informes del trabajo realizado o informes de evaluación para una entrega realizada anteriormente (en este caso, se proporcionarían soluciones de los profesores para comparar). Para este tipo de tareas con entregable asociado se establecerán grupos de 3 estudiantes para que trabajen conjuntamente y/o pongan en común sus puntos de vista a la hora de afrontar la tarea encomendada.

### 4.3. Programa

El temario referido comprende los puntos:

1. Representación frecuencial de señales discretas

- 1.1 Transformada de Fourier de tiempo discreto
- 1.2 Transformada discreta de Fourier (DFT)
- 1.3 Implementación y aplicaciones
- 2. Muestreo y reconstrucción de señales
  - 2.1 Muestreo y reconstrucción de señales analógicas
  - 2.2 Cambio de la frecuencia de muestreo
  - 2.3 Sistemas multitasa: aplicaciones
- 3. Análisis transformado de sistemas
  - 3.1 Transformada Z
  - 3.2 Función de transferencia
  - 3.3 Respuesta frecuencial
  - 3.4 Sistemas especiales
- 4. Diseño de filtros digitales
  - 4.1 Filtros ideales y reales
  - 4.2 Diseño de filtros FIR de fase lineal
  - 4.3 Diseño de filtros IIR

#### **4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave**

##### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

Las fechas de inicio y fin de las clases teóricas y de problemas, así como las fechas de realización de las prácticas de laboratorio y las pruebas de evaluación global serán las fijadas por la Escuela. Para las tareas con entregas asociadas las fechas tope correspondientes a dichas entregas se darán a conocer con suficiente antelación en clase y en la página web de la asignatura en el anillo digital docente, <https://moodle.unizar.es/>.

##### **4.5. Bibliografía y recursos recomendados**

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=30312>