

# TRATAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES

Curso 2016/2017

(Código: 71013101)

## 1. PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

El Procesado Digital de Señales es un área de la ciencia, la técnica y la ingeniería que se ha desarrollado enormemente durante los últimos 30 años. Este rápido desarrollo es el resultado de los avances tecnológicos producidos tanto en los ordenadores digitales como en la fabricación de circuitos integrados de propósito específico.

El Tratamiento de Señal se encarga del estudio de las propiedades y características de las señales y de los sistemas y de las transformaciones que podemos emplear para convertirlas en otras señales, que manteniendo el mensaje original (visual, acústico o de cualquier otro tipo) tengan unas características más apropiadas para su transmisión o almacenamiento, o permitan reconstruir u obtener la información original que ha podido resultar distorsionada en la transmisión. Estas características deseables pueden ser desde una mayor inmunidad al ruido, facilitando su transmisión, hasta una representación más compacta, que disminuya sus necesidades de almacenamiento y el ancho de banda de emisión.

El Tratamiento de Señal es uno de los pilares básicos para las comunicaciones y/o el intercambio de información en general. Esta, que es sin duda un tipo de aplicación que por sí sola justificaría el desarrollo de esta disciplina, no es la única que hace uso de los conceptos básicos del Tratamiento de Señal. Recientemente han cobrado importancia otro tipo de aplicaciones que también tienen sus bases teóricas en el Tratamiento de Señal como son las relacionadas con el almacenamiento de información. Esto es especialmente importante con determinados tipos de señal (imagen, audio y video especialmente) ya que consumen un espacio de almacenamiento considerable. Las técnicas de compresión sin pérdida de información pueden reducir ligeramente el espacio necesario, pero una mayor compresión requiere el empleo de técnicas de compresión con pérdidas por lo que se hace necesario un estudio detallado de las señales originales y de los sistemas que las transforman de forma que las pérdidas resulten irrelevantes.

El objetivo general de la asignatura es proporcionar las bases en las que se asienta el TDS (Tratamiento Digital de Señal). Dada la característica cuatrimestral de la asignatura, no será posible abordar completamente ni estudiar todas las aplicaciones del TDS.

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS

El objetivo general de la asignatura es proporcionar las bases en las que se asienta el TDS (Tratamiento Digital de Señales).

La asignatura de Tratamiento digital de señal contribuye al desarrollo de distintas competencias genéricas y específicas de las planteadas en el plan de estudios del grado en el que se enmarca. Entre ellas se deben destacar

Competencias genéricas

- Competencias de gestión, planificación, iniciativa, motivación y organización: establecimiento de objetivos y prioridades, secuenciación, organización y manejo adecuado del tiempo.
- Competencias cognitivas superiores: selección y manejo adecuado de conocimientos, recursos y estrategias cognitivas de nivel superior apropiados para el afrontamiento y resolución de diversos tipos de tareas/problemas con distinto nivel de complejidad y novedad.



- Análisis y Síntesis: Aplicación de los conocimientos a la práctica y resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos.
  
- Pensamiento creativo, razonamiento crítico y toma de decisiones.
  
- Competencias de expresión y comunicación (a través de distintos medios y con distinto tipo de interlocutores): Comunicación y expresión escrita. Comunicación y expresión oral. Comunicación y expresión en otras lenguas (con especial énfasis en el inglés). Comunicación y expresión matemática, científica y tecnológica (cuando sea requerido y estableciendo los niveles oportunos).
  
- Competencias en el uso de las herramientas y recursos de la Sociedad del Conocimiento: Manejo de las TIC. Competencia en la búsqueda de información relevante. Competencia en la gestión y organización de la información. Competencia en la recolección de datos, el manejo de bases de datos y su presentación
  
- Trabajo en equipo, desarrollando distinto tipo de funciones o roles. En la Sociedad del Conocimiento, se presta especial atención a las potencialidades del trabajo en equipo y a la construcción conjunta de conocimiento, por lo que las competencias relacionadas con el trabajo colaborativo son particularmente relevantes. Habilidad para coordinarse con el trabajo de otros. Habilidad para negociar de forma eficaz. Habilidad para la mediación y resolución de conflictos. Habilidad para coordinar grupos de trabajo. Liderazgo (cuando se estime oportuno)

#### Competencias específicas

- Conocer los elementos y aspectos que se deben tener en cuenta para poner en práctica el diseño de sistemas de tratamiento digital de señales.
  
- Analizar y valorar estrategias de tratamiento digital de señales mas adecuadas para tratar un determinado proceso físico.
  
- Entender y conocer las diferentes técnicas de transformadas de señales temporales.
  
- Conocer el método de diseño de filtros digitales no recursivos (FIR) y entender la problemática asociada a las ventanas.
  
- Conocer el método de diseño de filtros digitales recursivos (IIR) y comprender su problemática.



### 3. REQUISITOS PREVIOS REQUERIDOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA

El contenido de la asignatura, Tratamiento digital de señales, emplea un fuerte aparato matemático. Por ello se recomienda que los alumnos posean conocimientos matemáticos previos de ecuaciones diferenciales y variable compleja. Sin estos conocimientos previos, será difícil poder seguir el curso en un cuatrimestre como está previsto.

Por otro lado, para la resolución de los trabajos voluntarios, es necesario tener conocimiento básico de programación.

### 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Los resultados del aprendizaje que se obtienen con esta asignatura son:

- Conocer los elementos que necesarios y los aspectos a tener en cuenta para el diseño y la realización de sistemas de tratamiento digital de señales.
- Analizar y valorar la estrategia de tratamiento digital de señales más adecuada para tratar un determinado proceso físico.
- Conocer las diferentes técnicas de transformación de señales temporales.
- Conocer el método de diseño de filtros digitales no recursivos (FIR).
- Conocer el método de diseño de filtros digitales recursivos (IIR).

### 5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

#### Tema 1. Señales

Concepto de señal.

Tipos y clasificación de señales.

Señales elementales.

Muestreo y teorema del muestreo

Obtención de señales en tiempo discreto a partir de señales en tiempo continuo.

Distintas representaciones de las señales.

Cambio de dominio. Transformadas.

Operaciones y transformaciones de las señales.

#### Tema 2. Sistemas

Concepto de sistema.



Representación de sistemas mediante diagramas de bloques.

Sistemas elementales.

Composición de sistemas elementales para formar sistemas complejos.

Tipos y clasificación de sistemas.

Relación Entrada-Sistema-Salida y convolución discreta.

Propiedades de la convolución discreta.

Descripción de señales y sistemas mediante ecuaciones en diferencias.

### Tema 3. Transformada Z

Concepto, utilidad y propiedades.

Cálculo y ejemplos de transformadas Z.

Descomposición de funciones racionales en fracciones simples.

Transformada Z inversa.

Transformada Z unilateral.

Análisis de sistemas lineales e Invariantes en tiempo en el dominio Z.

### Tema 4. Análisis frecuencial de señales y sistemas

Serie de Fourier y transformada de Fourier.

Análisis frecuencial de señales en tiempo continuo.

Análisis frecuencial de señales en tiempo discreto.

Relación entre la transformada Z y la transformada de Fourier.

Propiedades de la transformada de Fourier.

Respuesta de un sistema a señales exponenciales complejas.

Función de respuesta en frecuencia.

Concepto de filtro.

Tipos de filtros: FIR (Respuesta Impulsional Finita) e IIR (Respuesta Impulsional Infinita).

Filtros pasabajo, pasoalto, pasobanda y eliminación de banda.

Transformación de filtros.

### Tema 5. Transformada de Fourier discreta



Muestreo en el dominio de la Frecuencia.

Transformada de Fourier discreta (DFT).

Relación de la DFT con otras transformadas.

Propiedades de la DFT.

## Tema 6. Implementación de sistemas en tiempo discreto

Estructuras para sistemas FIR

Estructuras para sistemas IIR.

## Tema 7. Diseño de filtros digitales

Causalidad y consecuencias.

Características de los filtros prácticos.

Diseño de filtros FIR de fase lineal usando ventanas.

Diseño de filtros FIR de fase lineal mediante muestreo en frecuencia.

Diseño de filtros FIR óptimos.

Características de los filtros analógicos (Butterworth, Chebyshev y Elípticos).

Diseño de filtros IIR mediante aproximación de derivadas.

Diseño de filtros IIR mediante invarianza al impulso.

Diseño de filtros IIR mediante la transformación bilineal.

Diseño de filtros IIR mediante la transformada  $z$  adaptada.

Transformaciones de frecuencia en el dominio digital.

Diseño de filtros por mínimos cuadrados.

## 6.EQUIPO DOCENTE

- [MIGUEL ANGEL RUBIO GONZALEZ](#)
- [VICTORINO SANZ PRAT](#)

## 7.METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

La metodología empleada en esta asignatura es la propia del Espacio Europeo de Enseñanza Superior, adaptada a la naturaleza de la UNED, con el apoyo tutorial y de sistemas telemáticos y presenciales implementados para tal fin. El estudiante contará con materiales que permiten el trabajo autónomo.



Los medios necesarios para el aprendizaje son:

- Bibliografía Básica. El estudio de esta asignatura se realizará a través del texto básico al que se hace referencia en el apartado de Bibliografía básica. Se ha procurado facilitar el estudio de esta asignatura ajustando plenamente los temas al texto básico recomendado.

- Bibliografía complementaria. El alumno puede encontrar en ella información adicional para completar su formación.

- Curso Virtual de la asignatura donde el alumno encontrará:

- Una guía de la asignatura.
- Un conjunto de soluciones de los problemas propuestos en el texto de la *Bibliografía básica*.
- El enunciado de la actividad práctica voluntaria propuesta y material auxiliar de apoyo a su realización.
- Un calendario, en el que se indicará la fecha de entrega de la actividad práctica voluntaria.
- Los foros por medio de los cuales los profesores y/o tutores aclararán las dudas de carácter general y que se usarán también para comunicar todas aquellas novedades que surjan a lo largo del curso. Este será el principal medio de comunicación entre los distintos participantes de la asignatura.

## 8.EVALUACIÓN

- La principal actividad de evaluación de la asignatura consiste en un examen presencial final escrito de dos horas de duración. El examen constará de cuatro problemas. Este examen es obligatorio y se celebrará en todos los Centros Asociados, de manera coordinada, al final del cuatrimestre. En el examen será posible la utilización del texto base de la asignatura.

Este examen supondrá como máximo el 90% de la calificación final.

- La práctica voluntaria propuesta por el equipo docente en el curso virtual tendrá una calificación máxima del 10% de la calificación total de la asignatura.

La práctica voluntaria es de naturaleza práctica y se resolverá mediante la realización de un programa en Matlab ó Scilab.

## 9.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9788483220009

Título: TRATAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES. PRINCIPIOS, ALGORITMOS Y APLICACIONES (3ª)

Autor/es: Manolakis, Dimitri G. ; Proakis, John ;

Editorial: PRENTICE-HALL

Buscarlo en Editorial UNED

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

ISBN(13): 9788483223475

Título: TRATAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES. PRINCIPIOS, ALGORITMOS Y APLICACIONES (4ª ed.)

Autor/es: Proakis, John ; Manolakis, Dimitri G. ;

Editorial: PRENTICE-HALL

Buscarlo en Editorial UNED



Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

## Comentarios y anexos:

El contenido de la signatura se puede seguir por cualquiera de las dos ediciones del libro, ya que el contenido de ambos es igual pero con el índice ligeramente distinto (se muestra mas abajo).

Este texto es voluminoso, pero no debe intimidar al alumno por dos motivos: En primer lugar, el texto contiene algunos temas que, por motivos de tiempo, no forman parte del temario de la asignatura y en segundo lugar, por que describe los conceptos de forma completa y detallada, además de incluir numerosos ejemplos resueltos.

Por otro lado, el conocimiento requerido en esta asignatura es esencialmente práctico, por lo que no es necesario el estudio memorístico del texto para su exposición en el examen, dado que el texto puede ser consultado en su realización.

Las partes del texto de la 4ª edición, tienen la siguiente correspondencia del programa:

Capítulo 1.

Capítulo 2 (Secciones 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5).

Capítulo 3.

Capítulo 4.

Capítulo 5 ( Sección 5.4).

Capítulo 7 (Secciones 7.1, 7.2).

Capítulo 9 (Secciones 9.1, 9.2, 9.3).

Capítulo 10 (Secciones 10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 10.5).

En la 3ª edición, las partes del texto que corresponden al programa son:

Capítulo 1.

Capítulo 2 (Secciones 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5).

Capítulo 3.

Capítulo 4.

Capítulo 5 (Secciones 5.1, 5.2).

Capítulo 7 (Secciones 7.1, 7.2, 7.3).

Capítulo 8 (Secciones 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5).

## 10. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9780073048376

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



C43847D0B5E42D6133F646D618FECCFA

Título: DIGITAL SIGNAL PROCESSING (3rd edition)  
Autor/es: Sanjit Mitra ;  
Editorial: McGraw-Hill

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9788420529875  
Título: TRATAMIENTO DE SEÑALES EN TIEMPO DISCRETO  
Autor/es: Schafer, Ronald ; Oppenheim, Alan V. ;  
Editorial: PEARSON ALHAMBRA

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9789701701164  
Título: SEÑALES Y SISTEMAS  
Autor/es: Oppenheim, Alan V. ; Nawab, S. Hamid ; Willsky, Alan S. ;  
Editorial: PEARSON-PRENTICE HALL

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

#### Comentarios y anexos:

Estos textos permiten complementar el contenido del texto base de la asignatura y ofrecen numerosos casos prácticos.

## 11. RECURSOS DE APOYO

Los alumnos dispondrán de los siguientes recursos de apoyo al estudio:

- Guía de la asignatura. Incluye el plan de trabajo y orientaciones para su desarrollo. Esta guía será accesible desde el curso virtual.
- Curso virtual. A través de esta plataforma los alumnos tienen la posibilidad de consultar información de la asignatura, realizar consultas al equipo docente y/o tutores a través de los foros correspondientes y consultar e intercambiar información con el resto de los compañeros. Además, en él, se accederá al enunciado de la práctica voluntaria de la asignatura.





- Tutorías. El estudiante deberá consultar si existe la posibilidad de asistir a tutorías en el Centro Asociado al que pertenece. Estas tutorías pueden ser de gran ayuda para aclarar, orientar y resolver dudas.
- Biblioteca. El estudiante tendrá acceso tanto a las bibliotecas de los Centros Asociados como a la biblioteca de la Sede Central, en ellas podrá encontrar un entorno adecuado para el estudio, así como bibliografía útil para el proceso de aprendizaje.

## 12.TUTORIZACIÓN

Las consultas sobre los contenidos y funcionamiento de la asignatura se plantearán principalmente en los foros del curso virtual que serán atendidas tanto por el Equipo Docente como por los tutores de la asignatura.

Para contactar directamente con el equipo docente se utilizará preferentemente el correo electrónico, pudiéndose también realizar consultas telefónicas y entrevista personal (previa cita) en los horarios establecidos.

Datos equipo docente:

- Miguel Ángel Rubio González  
marubio@dia.uned.es  
lunes de 15 a 19 horas  
913987154

- Victorino Sanz Prat.  
vsanz@dia.uned.es  
lunes de 10 a 12 horas y de 14 a 16 horas  
913989469

Dirección postal:

Departamento de Informática y Automática  
ETS. Ingeniería Informática. UNED  
C/ Juan del Rosal 16  
28040-Madrid

