



Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación 30333 - Aplicaciones de procesamiento digital de señal

Guía docente para el curso 2013 - 2014

Curso: 3, Semestre: 1, Créditos: 6.0

Información básica

Profesores

- **Juan Pablo Martínez Cortés** jpmart@unizar.es
- **Alejandro Alcaine Otín** aalcaineo@unizar.es
- **Enrique José Masgrau Gómez** masgrau@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Los profesores encargados de impartir la docencia pertenecen al Área de Teoría de la Señal y Comunicaciones.

Es recomendable que el alumno haya cursado las asignaturas de *Señales y Sistemas*, *Probabilidad y Procesos*, *Procesado digital de señales*, *Teoría de la Comunicación* y *Comunicaciones Digitales*, impartidas en los dos primeros cursos del grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación.

Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura se imparte en el primer cuatrimestre del tercer curso de la titulación. Entre las principales actividades previstas se encuentran la exposición de los contenidos teóricos, el planteamiento y resolución de problemas, la realización de prácticas de laboratorio y la realización de trabajos prácticos tutorizados relacionados con los contenidos de la asignatura.

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 de Ingeniería y Arquitectura. Las fechas de entrega y seguimiento de los trabajos prácticos tutorizados 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/>

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:**
- R1. Conoce las particularidades, semejanzas y diferencias de los diversos tipos de señales unidimensionales y multidimensionales (señales de información visual, de voz, sonoras, radar, señales biológicas...).

- 2:** R2. Conoce varios campos de aplicación del procesamiento digital de la señal y comprende los problemas que se plantean en cada uno de ellos, identificando las tareas básicas de procesamiento de señal que pueden ayudar a solucionarlos.
- 3:** R3. Sabe caracterizar procesos estocásticos discretos en los dominios temporal y transformado y su interacción con sistemas lineales e invariantes en el tiempo.
- 4:** R4. Comprende y sabe utilizar los conceptos básicos generales de estimación de parámetros en procesos: ergodicidad, criterios de optimización, evaluación de prestaciones: sesgo y varianza de un estimador, intervalos de confianza.
- 5:** R5. Conoce y sabe aplicar los estimadores básicos para los momentos de primer y segundo orden de procesos estocásticos así como para su espectro.
- 6:** R6. Conoce los métodos básicos de detección de eventos y algunas de sus aplicaciones.
- 7:** R7. Comprende el concepto de filtrado lineal óptimo y su implementación adaptativa.
- 8:** R8. Sabe plantear y aplicar correctamente sistemas de filtrado lineal óptimo para diversos fines: filtrado y cancelación de ruido, modelado, predicción, ecualización.
- 9:** R9. Conoce y sabe aplicar correctamente los métodos más usuales de compresión de datos para distintos tipos de señales.
- 10:** R10. Comprende y sabe aplicar correctamente métodos básicos de filtrado no lineal.
- 11:** R11. Sabe implementar y aplicar sobre señales las técnicas estudiadas de procesamiento digital de la señal así como interpretar los resultados obtenidos.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura forma parte de la materia **Tratamiento de Información**, y es una asignatura obligatoria dentro del itinerario correspondiente a la tecnología específica de **Sistemas de Telecomunicación**.

En esta asignatura se profundiza en las técnicas de procesamiento digital de señales desde la perspectiva de sus aplicaciones más comunes: comunicaciones, señales biológicas, procesamiento del habla, radar... La asignatura se inicia con una introducción a las aplicaciones del procesamiento digital de señales, y los tipos de señales con que trabaja, así como a su caracterización de las señales como procesos estocásticos (0.5 ECTS), con énfasis en estimación de parámetros y aplicaciones de detección de eventos (2.5 ECTS), el filtrado lineal óptimo y sus aplicaciones (2 ECTS) y los sistemas de compresión de datos (1 ECTS).

Contexto y competencias

Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

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

El objetivo de la asignatura *Aplicaciones de Procesado Digital de Señales* es dotar al alumno de metodologías avanzadas para la síntesis y evaluación de los sistemas digitales más utilizados en aplicaciones de procesamiento de señal. La asignatura se centra en el procesamiento estadístico de señales, modelando éstas como procesos estocásticos. Se enfatiza el uso de los sistemas estudiados en aplicaciones concretas así como consideraciones prácticas de su implementación. Las aplicaciones fundamentales consideradas son el procesamiento de señal en sistemas de comunicaciones, sistemas de procesamiento del habla, procesamiento de señales biomédicas, radar y procesamiento de imágenes.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura de *Aplicaciones del Procesado Digital de Señales* se imparte en el 5º cuatrimestre del grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación. Se trata de una asignatura obligatoria dentro del itinerario de la tecnología específica de Sistemas de Comunicación. Junto con la asignatura *Comunicaciones audiovisuales* (8º cuatrimestre) conforma la materia *Tratamiento de Información*.

Los objetivos de esta asignatura se construyen sobre los resultados del aprendizaje obtenidos en las asignaturas de la Materia "Señal y Comunicaciones": *Señales y Sistemas* (2º cuatrimestre), *Teoría de la Comunicación* (3º cuatrimestre), *Propagación y Medios de Transmisión* (4º cuatrimestre) y *Comunicaciones Digitales* (4º cuatrimestre).

Los estudiantes ya disponen de conocimientos de las herramientas básicas para el estudio de sistemas y señales deterministas en los distintos dominios de análisis: temporal, frecuencial y transformado (2º cuatrimestre, *Señales y Sistemas*), y están familiarizados con los sistemas de procesamiento digital de señal en tiempo real y la programación de algoritmos para su implementación (3º cuatrimestre, *Procesado Digital de Señales*). También conocen los elementos que forman parte de un sistema de comunicaciones y las señales asociada a dicho sistema, incluyendo las que lo perturban (ruido), (3º cuatrimestre, *Teoría de la Comunicación* y 4º cuatrimestre, *Comunicaciones Digitales*).

Las técnicas de procesamiento digital introducidas en esta asignatura se utilizarán en otras posteriores correspondientes a la tecnología específica de **Sistemas de Telecomunicación**, como Comunicaciones Audiovisuales, 6º cuatrimestre, y Servicios y sistemas de Telecomunicación, 6º cuatrimestre, así como las optativas que se oferten centradas en las aplicaciones del procesamiento de señal.

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

- 1:
C3: Combinar los conocimientos generalistas y los especializados de Ingeniería para generar propuestas innovadoras y competitivas en la actividad profesional.
- 2:
C4: Resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- 3:
C5: Comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano.
- 4:
C6: Usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma.
- 5:
C8: Trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe.
- 6:
C10: Aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
- 7:
ST1: Construir, explotar y gestionar las redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, transporte, representación, procesamiento, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.
- 8:
ST6: Analizar, codificar, procesar y transmitir información multimedia empleando técnicas de procesamiento analógico y digital de señal.

Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

La importancia de los resultados de aprendizaje diseñados para esta asignatura radica en la destreza que el alumno adquiere para el diseño, análisis e implementación de sistemas de procesamiento estadístico de señales digitales, incluyendo estimación y detección, filtrado óptimo y adaptativo, compresión de datos y filtrado no lineal, que son la base de un gran número de aplicaciones en distintos ámbitos de las tecnologías y servicios de telecomunicación. En la asignatura se abordarán algunas de estas aplicaciones. En esta asignatura se pretende asimismo dotar al alumno de capacidad crítica para la evaluación de distintas alternativas que se le presentarán a la hora de implementar sistemas de procesamiento digital.

Evaluación

Actividades de evaluación

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

1:

- **E1: Examen final (60%).**

Examen escrito, con puntuación de 0 a 10 puntos, común para todos los grupos de la asignatura. La prueba se divide en dos partes:

- E.1.1: Cuestiones teórico-prácticas: 50% de la nota del examen final, y duración estimada 1h 30 min.
- E.1.2: Problemas prácticos: 50% de la nota del examen final, y duración estimada 2 h.

El alumno ha de obtener una puntuación mínima total de 4.5 puntos sobre 10 en el examen final. Se dispondrá de una prueba global en cada una de las convocatorias establecidas a lo largo del curso, en las fechas y horarios determinados por la Escuela.

2:

- **E2: Exámenes parciales.**

Durante el curso el alumno dispondrá de **dos pruebas escritas** con cuestiones teórico-prácticas que equivaldrán cada una al 25% de la nota del examen final (**E1**), y que liberarán la parte correspondiente en el examen final (**E1.1**) si el alumno lo desea. La nota final correspondiente a esta parte será la última evaluada. Por lo tanto, si se opta por realizar la parte E1.1 del examen final completo, se perderá la nota obtenida en estas calificaciones parciales. La duración aproximada de las mismas será de 45 minutos.

3:

- T1: Trabajos prácticos tutorizados (15%).
Puntuación de 0 a 10 puntos. En la evaluación de los trabajos tutorizados propuestos a lo largo del cuatrimestre se tendrá en cuenta tanto la memoria presentada, como la idoneidad y originalidad de la solución propuesta.
- T2: Prácticas de laboratorio (25%).
Puntuación de 0 a 10 puntos. La evaluación de las prácticas se realizará a través de los informes presentados en las mismas, así como del trabajo realizado en el laboratorio.

Los alumnos que no realicen las actividades de evaluación T1 y T2 en las fechas asignadas deberán presentarse a una prueba alternativa en la misma fecha del examen final.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

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

Con objeto de que los alumnos 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 (40 horas).** Exposición por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial. Para facilitar al alumno el aprendizaje práctico sobre la utilización de las herramientas de análisis de señales y sistemas se realizarán en el aula numerosos ejemplos prácticos con un software Matlab. Esta asignatura está diseñada para proporcionar a los alumnos los conocimientos teóricos que les permitan alcanzar los resultados de aprendizaje y las competencias especificadas.
- **M4: Trabajos prácticos tutorados (14 horas).** Según se avance en el desarrollo de la asignatura, el profesor irá solicitando entregas asociadas a la resolución en grupo de problemas prácticos correspondientes a las diversas partes del temario. Se rendirá cuenta de los resultados en la forma y fecha indicada por el profesor para cada entrega. Esta actividad está diseñada para consolidar todos los resultados de aprendizaje y competencias especificados y su desarrollo y resultado constituye una de las actividades de evaluación (T1).
- **M11: Supervisión de los trabajos prácticos tutorados (1 hora).** Durante la realización de los trabajos prácticos cada grupo de alumnos se reunirá periódicamente con el profesor para la supervisión del estado del trabajo, la evaluación del avance del mismo y la resolución de dudas. Los resultados de aprendizaje y competencias que el alumno adquiere mediante esta actividad son comunes a la actividad M4. Esta actividad constituye una parte de una de las actividades de evaluación (T1).
- **M9 y M15: Trabajo asociado a prácticas de laboratorio.** La parte presencial (M9) supone 10 horas en aula informática, distribuidas en 5 sesiones prácticas de 2 horas de duración. El aprovechamiento correcto de las prácticas requiere también de cierto trabajo previo de preparación de las mismas y de cierto trabajo posterior de análisis de resultados y asentamiento de conceptos (M15). Mediante estas actividades se afianzan y refuerzan todos los resultados de aprendizaje y competencias especificados. Aprenderán a utilizar herramientas de cálculo para implementar y simular sistemas de procesamiento digital de señales. En los guiones de cada práctica se detallarán de forma específica las actividades concretas a realizar (presenciales y no presenciales) y la forma en la que el alumno ha de demostrar la adquisición de los resultados y competencias correspondientes, puesto que este trabajo también constituye una de las actividades de evaluación (T2).
- **M10: Tutoría.** Horario de atención personalizada al alumno con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases tanto teóricas como prácticas.
- **M11: Evaluación.** Conjunto de pruebas escritas teórico-prácticas y presentación de informes o trabajos utilizados en la evaluación del progreso del estudiante. El detalle se encuentra en la sección correspondiente a las actividades de evaluación

Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

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

1:

1. Introducción

- 1.1. Técnicas y Aplicaciones de Procesado Digital de Señales.
- 1.2. Caracterización de procesos en tiempo discreto.

2. Estimación y Detección

- 2.1. Estimación de parámetros.
- 2.2. Estimación espectral.
- 2.3. Detección de eventos.

- 2.4. Aplicaciones.
- 3. Filtrado lineal óptimo
 - 3.1. Filtrado óptimo de Wiener FIR.
 - 3.2. Filtrado adaptativo.
 - 3.3. Aplicaciones.
 - 3.4. Modelado: predicción de señales de voz, ecualización de señales de comunicaciones
- 4. Transformadas ortogonales y compresión de datos
 - 4.1. Transformadas ortogonales.
 - 4.2. Compresión de datos.
 - 4.3. Aplicaciones.
- 5. Filtrado no lineal.
 - 5.1. Técnicas básicas de filtrado no lineal.
 - 5.2. Aplicaciones.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

El calendario de la asignatura, tanto de las sesiones presenciales en el aula como de las sesiones de laboratorio, estará determinado por el calendario académico que el centro establezca para el curso correspondiente.

Bibliografía y recursos

- M. H. Hayes. Statistical Digital Signal Processing and Modeling. John Wiley & Sons, Inc. 1996.
- D.G. Manolakis, V. K. Ingle, S. M. Kogon. Statistical and Adaptive Signal Processing. Spectral Estimation, Signal Modeling, Adaptive Filtering and Array Processing. 2000.
- J.G. Proakis y D. G. Manolakis. J. G. Proakis, D. G. Manolakis. Tratamiento Digital de Señales. Pearson – Prentice Hall. 2007.
- G. Zelniker, Z J. Taylor. Digital Signal Processing. Marcel Dekker. Inc. 1993.
- C. W. Therrien. Discrete random signals and statistical signal processing. Prentice Hall, 1992
- B. Widrow and S.D. Stearns, *Adaptive Signal Processing*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1985.
- N.S. Jayant, P. Noll, *Digital Coding of Waveforms. Principles and Applications to Speech and Video*. Prentice-Hall. 1984.
- S. M. Kay. Fundamentals of statistical signal processing: Estimation Theory. Prentice Hall. 1993.
- S. M. Kay. Fundamentals of statistical signal processing: Detection Theory. Prentice Hall. 1998.

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- 1. Hayes, Monson H.. Statistical digital signal processing and modeling / Monson H. Hayes New York [etc.] : John Wiley and Sons, cop. 1996
- 2. Manolakis, Dimitris G.. Statistical and adaptive signal processing : spectral estimation, signal modeling, adaptive filtering and array processing / Dimitris G. Manolakis, Vinay K. Ingle, Stephen M. Kogon Boston [etc.] : McGraw Hill, 2000
- 3. Proakis, John G.. Tratamiento digital de señales / John G. Proakis, Dimitris G. Manolakis ; traducción Vuelapluma . - 4ª ed. Madrid [etc.] : Pearson Educación, D. L. 2007
- 4. Zelniker, Glenn. Advanced digital signal processing : Theory and applications / Glenn Zelniker, Fred J. Taylor New York [etc.] : Marcel Dekker, cop. 1994

- 5. Therrien, C.W.. Discrete random signals and statistical signal processing / C. W. Therrien Prentice Hall, 1992
- 6. Widrow, Bernard. Adaptive signal processing / Bernard Widrow, Samuel D. Stearns Englewood Cliffs : Prentice-Hall, cop. 1985
- 7. Jayant, N.S.. Digital Coding of Waveforms. Principles and Applications to Speech and Video / N.S. Jayant, P. Noll, Prentice-Hall. 1984
- 8. Kay, Steven M.. Fundamentals of statistical signal processing : Estimation theory / Steven M. Kay Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice Hall International, cop. 1993
- 9. Kay, Steven M.. Fundamentals of statistical signal processing. Vol. II, Detection theory / Steven M. Kay Upper Saddle River (New Jersey) : Prentice Hall International, cop. 1993