

Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación 30312 - Procesado digital de señales

Guía docente para el curso 2011 - 2012

Curso: 2, Semestre: 1, Créditos: 6.0

Información básica

Profesores

- **Santiago Cruz Llanas** cruzll@unizar.es
- **Esther Pueyo Paules** epueyo@unizar.es
- **Luis Vicente Borrueal** lvicente@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

El profesorado encargado de impartir la docencia durante el curso 2011_12 perteneciente al Área de Teoría de la Señal y Comunicaciones será:

Santiago Cruz Llanas cruzll@unizar.es
Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Edificio Ada Byron, despacho D3.19

Luis Vicente Borrueal lvicente@unizar.es
Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Edificio Ada Byron, despacho D2.06

Es recomendable que el alumno haya cursado la asignatura de *Señales y Sistemas* impartida en el segundo semestre del grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación.

Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura se imparte en el primer semestre del segundo 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.

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. 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

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:**
 - R1. Describe el diagrama de bloques de un sistema de procesado digital de señal en tiempo real enumerando los parámetros significativos de cada bloque.
- 1:**
 - R2. Utiliza el lenguaje Matlab para la programación de algoritmos de procesado digital de señal.
- 1:**
 - R3. Define correctamente la DFT y la relaciona con otras transformadas: Transformada de Fourier, Desarrollo en Series de Fourier. Transformada rápida de Fourier. Utiliza la DFT para el análisis espectral de secuencias.
- 1:**
 - R4. Define las estructuras básicas de los sistemas en tiempo discreto. Estructuras de respuesta impulsional infinita IIR, estructuras de respuesta impulsional finita FIR. Conoce los efectos de la precisión numérica finita.
- 1:**
 - R5. 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 impulsional.
- 1:**
 - R6. Describe los métodos básicos de diseño de filtros FIR e IIR.
- 1:**
 - 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.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura forma parte de la materia **Señal y Comunicaciones**, del módulo de formación común de la rama de Telecomunicación, al igual que la asignatura de *Señales y Sistemas*, que la precede y fundamenta. En esta asignatura se profundiza en las técnicas de procesado digital de señales desde varios puntos de vista: diseño de sistemas, implementación práctica, eficiencia y aplicaciones. Los sistemas de procesado digital fundamentales en que se centra la asignatura son los filtros digitales, tanto FIR como IIR, los sistemas multitasa y los bancos de filtros.

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 *Procesado Digital de Señal* es dotar al alumno de las metodologías básicas para 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.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura de *Procesado Digital de Señal* se imparte en el 3^{er} semestre del grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación. Junto a las asignaturas de *Señales y Sistemas* (2^o semestre), *Teoría de la Comunicación* (3^{er} semestre), *Propagación y Medios de Transmisión* (4^o semestre) y *Comunicaciones Digitales* (4^o 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 alumnos ya han cursado en el segundo semestre y que les ha dotado de las herramientas básicas para el estudio de sistemas y señales deterministas en los distintos dominios de análisis: temporal, frecuencial y transformado. En la presente asignatura se familiarizará al alumno con los sistemas de procesado digital de señal en tiempo real y la programación de algoritmos para su implementación. Se presentarán métodos básicos de diseños de filtros digitales, FIR e IIR, y se incidirá 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* (5^o semestre, común de la rama de Telecomunicación), *Aplicaciones de Procesado Digital de Señal* (5^o semestre, itinerario de Sistemas de Telecomunicación) y *Señales de Audio y Video* (5^o semestre, itinerario de Sonido e Imagen).

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

- 1:
 - C4: Resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico
- 2:
 - C5: Comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano
- 3:
 - C6: Usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma
- 4:
 - C11: Aplicar las tecnologías de la información y las comunicaciones en la Ingeniería
- 5:
 - CRT1. Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.
- 6:
 - CRT2. Utilizar aplicaciones de comunicación e informáticas (ofimáticas, bases de datos, cálculo avanzado, gestión de proyectos, visualización, etc.) para apoyar el desarrollo y explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación y electrónica.
- 7:
 - CRT3. Utilizar herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos o de información relacionada con las telecomunicaciones y la electrónica.
- 8:
 - CRT4. Analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones.
- 9:
 - 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.

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 que el alumno 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 ejercicio profesional del futuro ingeniero. Esta asignatura 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 procesado 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. Para superar la asignatura es necesaria una puntuación mínima de 4.5 puntos en el examen final.

2:

- **T1: Trabajos prácticos tutorizados (15%).**

Puntuación de 0 a 10 puntos. En la evaluación de los trabajos tutorizados propuestos a lo largo del semestre se tendrá en cuenta tanto la memoria presentada, como la idoneidad y originalidad de la solución propuesta. Los alumnos que no los realicen en las fechas asignadas deberán presentarse a una prueba alternativa en la misma fecha del examen final.

3:

- **T2: Prácticas de laboratorio (15%).**

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 las realicen en las fechas asignadas deberán presentarse a una prueba alternativa en la misma fecha del examen final.

4:

- **T3: Resolución de problemas en grupo (10%).**

Puntuación de 0 a 10 puntos. Los problemas resueltos en grupo serán evaluados por su solución, así como por su presentación y/o explicación. Los alumnos que no los realicen 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
 - M4: Aprendizaje basado en problemas
 - M8: Prácticas de aula
 - M9: Prácticas de laboratorio
 - M10: Tutoría
 - M11: Evaluación del progreso del estudiante
 - M13: Trabajos prácticos
-

La siguiente tabla recoge las distintas metodologías de enseñanza-aprendizaje y los correspondientes resultados de aprendizaje y competencias generales y de formación común de la rama de telecomunicación que se espera que adquieran los alumnos a través de las dichas metodologías:

Metodologías	Resultados	Competencias
M1	R1-R7	C4, C5, CRT2, CRT4-CRT5
M4	R1-R7	C4, C6, C11, CRT1-CRT5
M8	R1, R3-R7	C4, C5, CRT1, CRT2, CRT4, CRT5
M9	R1-R7	C4, C6, C11, CRT2, CRT4, CRT5
M10	R1-R7	C5, CRT3
M11	R1-R7	C4-C6, C11, CRT2, CRT4, CRT5
M13	R1-R7	CRT2, CRT4, CRT5

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:**
- **Clase magistral participativa.** Esta actividad se realizará de forma presencial en el aula (40 horas de duración) y en ella el profesor realizará la exposición de los contenidos de la asignatura, que abarcarán el siguiente temario:
 1. Procesado digital de señales analógicas.
 - 1.1. Introducción.
 - 1.2. Muestreo y reconstrucción de señales analógicas.
 - 1.3. Implementación de sistemas digitales.
 2. Transformada Discreta de Fourier (DFT) y aplicaciones.
 - 2.1. Definición y propiedades.
 - 2.2. Relación con otras transformadas.
 - 2.3. Algoritmo FFT.
 - 2.4. Aplicaciones.
 3. Diseño e implementación de filtros digitales.
 - 3.1. Definición y especificación de filtros. Fase lineal.
 - 3.2. Diseño de filtros FIR de fase lineal.
 - 3.3. Diseño de filtros IIR.
 - 3.4. Estructuras de filtrado.
 - 3.5. Efectos de la precisión numérica finita.
 4. Sistemas multitasa.
 - 4.1. Diezmado.
 - 4.2. Interpolación.

4.3. Cambio fraccional de la frecuencia de muestreo.

4.4. Identidades nobles.

4.5. Filtros polifase.

5. Bancos de filtros.

5.1. Procesado en subbandas

5.2. Banco QMF.

5.3. Banco de filtros uniforme DFT.

Como parte de la tarea expositiva de las clases magistrales, se presentarán a los alumnos variados ejemplos relativos a la utilización del software Matlab para la resolución de ejercicios y problemas.

- 2:**
- **Prácticas de laboratorio.** Esta actividad se realizará de forma presencial en un aula informática. Comprenderá 5 sesiones de 2 horas de duración cada una de ellas. Con carácter previo a la sesión de laboratorio, los alumnos realizarán un estudio previo con el que se familiarizarán con los conceptos que serán tratados en la práctica. Al finalizar la sesión, los alumnos presentarán un informe de resultados que recogerá las principales conclusiones del trabajo realizado.
- 3:**
- **Prácticas de aula.** Esta actividad se desarrollará en el aula (10 horas de duración) y será abordada por los alumnos de forma individual y/o en grupo. El profesor propondrá a los alumnos la resolución de problemas y casos prácticos relacionados con el temario de la asignatura y se encargará de la tutorización de los mismos. Los alumnos resolverán los problemas y casos propuestos y presentarán por escrito y/o de forma oral los resultados obtenidos.
- 4:**
- **Trabajos prácticos tutorizados.** En esta actividad el profesor propondrá a los alumnos la resolución de varios trabajos prácticos relacionados con los contenidos abordados en la asignatura. Los alumnos trabajarán de forma grupal en la aplicación de los conocimientos necesarios para resolver con éxito los casos prácticos planteados. Finalizada la realización del trabajo práctico, cada grupo de alumnos entregará un documento que recoja los resultados obtenidos. El profesor supervisará periódicamente el avance del estado del trabajo y resolverá las dudas que cada grupo de alumnos plantee en la resolución del mismo.

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

Bibliografía Recomendada

- Oppenheim, A.V., Schaffer, R.W. Tratamiento de señales en tiempo discreto. 2ª edición, Prentice Hall, 2000.
- Proakis, J.G., Manolakis, D. G. Tratamiento digital de señales. 4ª edición, Prentice Hall, 2007.
- Página de la asignatura en el anillo digital docente, <https://moodle.unizar.es/>

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Oppenheim, Alan Victor. Tratamiento de señales en tiempo discreto / Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schafer ; traducción Javier Portillo ; revisión técnica Emilio Soria Olivas, Luis Vergara Domínguez, Antonio Albiol Colomer ; revisión técnica para Latinoamérica Alejandro Furfaro ... et al.] . - 3ª ed. Madrid : Pearson Educación, D.L. 2011
- Proakis, John G.. Tratamiento digital de señales / John G. Proakis, Dimitris G. Manolakis ; traducción Vuelapluma . - 4ª ed. Madrid [etc.] : Pearson Educación, D. L. 2007