



FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

| Datos de la asignatura | |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre completo | Procesamiento Digital de Señales |
| Código | DEA-GITT-324 |
| Título | Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación por la Universidad Pontificia Comillas |
| Impartido en | Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación y Grado en ADE [Tercer Curso] Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecom. y Grado en Análisis de Negocios/Business Analytics [Tercer Curso] Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación [Tercer Curso] |
| Nivel | Reglada Grado Europeo |
| Cuatrimestre | Semestral |
| Créditos | 6,0 ECTS |
| Carácter | Obligatoria (Grado) |
| Departamento / Área | Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones |
| Responsable | Carlos García de la Cueva |

| Datos del profesorado | |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Profesor | |
| Nombre | Carlos García de la Cueva |
| Departamento / Área | Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones |
| Correo electrónico | cgdecueva@icai.comillas.edu |
| Profesores de laboratorio | |
| Profesor | |
| Nombre | Francisco Moreno Fuentes |
| Departamento / Área | Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones |
| Correo electrónico | fmoreno@icai.comillas.edu |

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

| Contextualización de la asignatura |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aportación al perfil profesional de la titulación |
| El objetivo principal de la asignatura es dotar al alumno de los conocimientos sobre los sistemas basados en el procesado digital de señal, necesarios para abordar proyectos de implantación y para el análisis de planes de negocio en el sector de la provisión de servicios multimedia. |



Alcanzar estos objetivos implica estudiar y comprender las diferentes técnicas de procesado de señal y su implantación en los dispositivos multimedia que permiten una eficiente implantación de servicios y aplicaciones.

Con objeto de obtener un conocimiento práctico de la materia, los conocimientos teóricos estarán respaldados por prácticas de laboratorio que proporcionarán una visión real de los sistemas y de las aplicaciones multimedia.

Cuando el alumno haya finalizado con provecho el curso, conocerá el funcionamiento y las prestaciones técnicas y económicas de los actuales sistemas y aplicaciones basados en el procesado digital de señal y tendrá una perspectiva de su evolución futura. Esto le proporcionará la capacidad de decisión sobre implantación de sistemas y aplicaciones multimedia basadas en el procesado digital de señal y sobre sus posibles planes de negocio. Adicionalmente, el alumno tendrá una visión global del papel del proceso digital de señal en la sociedad actual.

Prerequisitos

Los prerrequisitos necesarios que el alumno debe tener para el seguimiento eficiente y fluido de la asignatura son: conocimientos de variable compleja, cálculo diferencial e integral y de sistema de tiempo continuo, análisis de circuitos y respuesta en frecuencia, capacidad de lectura de textos en inglés técnico, manejo de la herramienta de cálculo numérico Matlab.

Competencias - Objetivos

Competencias

GENERALES

| | |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CG03 | Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones. |
| CG04 | Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del ingeniero técnico de telecomunicación. |

ESPECÍFICAS

| | |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CETM01 | Capacidad de construir, explotar y gestionar las redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los servicios telemáticos. |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Resultados de Aprendizaje

| | |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| RA1 | Diseñar algoritmos de procesamiento digital de señal. |
| | Conocer las técnicas de conversión continuo discreto y discreto continuo. los aspectos de |



| | |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RA2 | Conocer las técnicas de control en sistemas discretos, sistemas continuos, los aspectos de implementación práctica. |
| RA3 | Conocer las técnicas de filtrado relativas a los sistemas lineales e invariantes, en particular los filtros FIR e IIR. |
| RA4 | Implantar dichos algoritmos en dispositivos programables y específicos para aquellos casos que necesiten altas prestaciones. |

BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

Contenidos – Bloques Temáticos

Bloque 1: SEÑALES CONTINUAS

Tema 1: ANÁLISIS DE SEÑAL EN TIEMPO CONTINUO

- 1.1 Transformada de Fourier. Propiedades.
- 1.2 Espectro de la señal.
- 1.3 Ejemplos.

Bloque 2: SEÑALES DISCRETAS

Tema 2: MUESTREO

- 2.1 Fundamentos de la teoría de muestreo: Teorema de muestreo.
- 2.2 Implementación: Cuantificación de la señal.
- 2.3 Conversión continuo-discreto.
- 2.4 Aliasing y solapamiento.
- 2.5 Espectro de la señal muestreada.
- 2.6 Conversión discreto-continuo.
- 2.7 Cambios en la frecuencia de muestreo.

Tema 3: FILTROS FIR

- 3.1 Definición de filtro FIR.
- 3.2 Sistemas LTI en tiempo discreto.
- 3.3 Respuesta en frecuencia.
- 3.4 Diseño de filtros FIR.

Tema 4: TRANSFORMADA Y FILTROS IIR



- 4.1** Definición y propiedades.
- 4.2** La convolución y la transformada z.
- 4.3** Relación entre el dominio z y el dominio w.
- 4.4** Análisis y diseño de filtros FIR.
- 4.5** Respuesta en el dominio de la secuencia.
- 4.6** Función de transferencia.
- 4.7** Polos y ceros.
- 4.8** Respuesta en frecuencia.
- 4.9** La transformada z inversa y sus aplicaciones.
- 4.10** Consideraciones HW de los filtros discretos
- 4.11** Codificación subbanda de audio.

Tema 5: ANÁLISIS ESPECTRAL EN TIEMPO DISCRETO

- 5.1** Análisis espectral por filtrado.
- 5.2** Análisis espectral de señales discretas periódicas.
- 5.3** Análisis espectral de señales discretas no periódicas.
- 5.4** Transformada discreta de Fourier. DFT.
- 5.5** Transformada rápida de Fourier. FFT.
- 5.6** Técnicas de filtrado usando DFT

Tema 6: Filtrado Adaptativo

- 6.1** Introducción
- 6.2** Filtrado Óptimo
- 6.3** Algoritmos iterativos
- 6.4** Algoritmo LMS

Tema 7: APLICACIONES

- 7.1** Codificación de audio
- 7.2** Codificación de video
- 7.3** Estándares



7.4 Arquitecturas de proceso especializadas

Bloque 3: Prácticas de Laboratorio

Sesiones de Laboratorio

- 1.- Práctica 1: Muestreo.
- 2.- Práctica 2: Cuantificación no uniforme.
- 3.- Práctica 3: Cambios en la frecuencia de muestreo.
- 4.- Práctica 4: Implementación filtros FIR.
- 5.- Práctica 5: Implementación filtros IIR.
- 6.- Práctica 6: Consideraciones HW de los filtros IIR.
- 7.- Práctica 7: Filtrado con DFTs.
- 8.- Práctica 8: Filtrado Adaptativo.

METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Con el fin de conseguir la adquisición de las competencias propuestas, la materia se desarrollará teniendo en cuenta la actividad del alumno como factor prioritario. Ello implicará que tanto las sesiones presenciales como las no presenciales promoverán la implicación activa de los alumnos en las actividades de aprendizaje.

Metodología Presencial: Actividades

- 1.- **Lección expositiva:** El profesor explicará los conceptos fundamentales de cada tema incidiendo en lo más importante y a continuación se explicarán una serie de problemas tipo, gracias a los cuáles se aprenderá a identificar los elementos esenciales del planteamiento y la resolución de problemas del tema.
- 2.- **Resolución en clase de problemas propuestos:** En estas sesiones se explicarán, corregirán y analizarán problemas análogos y de mayor complejidad de cada tema previamente propuestos por el profesor y trabajados por el alumno.
- 3.- **Prácticas de laboratorio.** Se realizarán en grupos y en las aulas de laboratorio. En ellas los alumnos ejercitarán los conceptos y técnicas estudiadas utilizando para ello MATLAB y /oSIMULINK.

Metodología No presencial: Actividades

El objetivo principal del trabajo no presencial es que el alumno asimile los conceptos teóricos y domine la aplicación de procedimientos, rutinas y metodologías de los diferentes temas de la asignatura, llegando a ser capaz de poner en práctica estos conocimientos, destrezas y habilidades en la resolución de los diferentes problemas planteados.



Las principales actividades no presenciales a realizar serán:

- 1.- Estudio individual y personal por parte del alumno de los conceptos expuestos en las lecciones presenciales.
- 2.- Resolución de problemas prácticos que se corregirán en clase.
- 3.- Análisis de resultados y preparación de prácticas de laboratorio.

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

| HORAS PRESENCIALES | | |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------|
| Clase magistral y presentaciones generales | Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado | Prácticas de laboratorio |
| 28.00 | 16.00 | 16.00 |
| HORAS NO PRESENCIALES | | |
| Estudio de conceptos teóricos fuera del horario de clase por parte del alumno | Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado | Prácticas de laboratorio |
| 56.00 | 32.00 | 32.00 |
| CRÉDITOS ECTS: 6,0 (180,00 horas) | | |

EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

| Actividades de evaluación | Criterios de evaluación | Peso |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Examen Final | <ul style="list-style-type: none">- Comprensión de conceptos.- Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.- Presentación y comunicación escrita. <p>Para aprobar la asignatura el alumno deberá obtener al menos 5 puntos sobre 10 en el</p> | 45 % |



| | | |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| | examen final de la asignatura. | |
| Examen intersemestral: | <ul style="list-style-type: none">- Comprensión de conceptos.- Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas. | 20 % |
| Control de prácticas | <ul style="list-style-type: none">- Comprensión de conceptos.- Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.- Dominio en la resolución de problemas con ayuda del ordenador y software específico.- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en los problemas resueltos con ordenador.- Capacidad de trabajo en grupo.- Presentación y comunicación escrita. | 30 % |
| Pruebas Parciales | <ul style="list-style-type: none">- Comprensión de conceptos.- Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas. | 5 % |

Calificaciones

Convocatoria Ordinaria

La calificación en la **convocatoria ordinaria** de la asignatura se obtendrá como:



- Un 45% la nota del examen final. En cualquier caso, para aprobar la asignatura se exigirá una nota mínima de 5 en este examen.
- Un 20% será la nota del Examen Intersemestral.
- Un 5% será la nota de las Pruebas Parciales.
- Un 30% será la nota de laboratorio. Se exigirá una nota mínima de 6.

Convocatoria Extraordinaria

En el caso de suspender el examen teórico, se guardará la nota del laboratorio.

La nota final se calculará como: 70% nota examen teoría convocatoria extraordinaria, 25% nota de laboratorio guardada y un 10% la nota del Examen Intersemestral. Será necesario tener una puntuación mínima de 5 en el examen teórico de esta convocatoria.

En caso de suspender el laboratorio, se hará un examen escrito al alumno con contenidos relacionados con el trabajo llevado a cabo en el laboratorio. En este caso, se aplicará el mismo baremo que en el caso de la convocatoria ordinaria.

Normas de asistencia

La asistencia a clase es obligatoria, según las Normas Académicas de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). Los requisitos de asistencia se aplicarán de forma independiente para las sesiones de teoría y de laboratorio:

- En el caso de las sesiones de teoría, el incumplimiento de esta norma podrá impedir presentarse a examen en la convocatoria ordinaria.
- En el caso de las sesiones de laboratorio, el incumplimiento de esta norma podrá impedir presentarse a examen en la convocatoria ordinaria y en la extraordinaria. En cualquier caso, las faltas no justificadas a sesiones de laboratorio serán penalizadas en la evaluación.

PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

| Actividades | Fecha de realización | Fecha de entrega |
|----------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lectura y estudio de los contenidos teóricos | Después de cada clase | |
| Elaboración de los informes de laboratorio | Después de la sesión de laboratorio | Antes de haber transcurrido una semana de la fecha de realización de la sesión de laboratorio. |
| | Semana anterior a la | |



Preparación de las pruebas que se realizarán durante las horas de clase.

Semana anterior a la realización de dichas pruebas

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica

- Apuntes de la asignatura colgados en la WEB.
- Tratamiento Digital de la Señal: teoría y aplicaciones, A. Albiol, Editorial Universidad Politécnica de Valencia, 2ª edición, 2007; accesible en <http://personales.upv.es/aalbiol/librotds/librotds07.pdf>

Bibliografía Complementaria

- A Digital Signal Processing Primer. K. Steiglitz. Addison-Wesley 1996.
- Concepts in Systems and Signals, J. D. Sherrick. Prentice-Hall 2001.
- *Discrete-Time Signal Processing (2nd Edition)*. Oppenheim, Schafer, Buck. Prentice-Hall.
- DSP First. McClellan, Schafer, Yoder. Prentice-Hall 1998.
- Digital Signal Processing Handbook. Vijay K. Madisetti, Douglas B. Williams. Chapman & Hall.
- Advanced Signal Processing Handbook. Editor Stergios Stergiopoulos. CRC Press.

En cumplimiento de la normativa vigente en materia de **protección de datos de carácter personal**, le informamos y recordamos que puede consultar los aspectos relativos a privacidad y protección de datos que ha aceptado en su matrícula entrando en esta web y pulsando "descargar"

[https://servicios.upcomillas.es/sedelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792](https://servicios.upcomillas.es/sedeelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792)

PLANIFICACIÓN SEMANAL

| | | ACTIVIDADES PRESENCIALES | | | | | | ACTIVIDADES NO PRESENCIALES | | | | | | | |
|--------|-----|----------------------------------|-------------|-------|----------------|-------|--------------|-----------------------------|-----|------------------------------------------|-------|-------------------------|-------|-------------------------------------------------------------|-------|
| Semana | h/s | Clase teoría/problemas | Laboratorio | | Evaluación | | Horas teoría | Horas problemas | h/s | Estudio individual de conceptos teóricos | | Resolución de problemas | | Preparación previa e informe de prácticas de laboratorio | |
| | | | Sesion | Horas | Temas Eval | Horas | | | | Contenido | Horas | Contenido | Horas | Actividad | Horas |
| 1 | 4 | Presentación y Teoría Tema 1 | | | | | 4 | | 8 | Tema 1 | 8 | Tema 1 | 0 | | |
| 2 | 4 | Problemas tema 1 y teoría tema 2 | | | | | 2 | 2 | 8 | Tema 1 | 4 | Tema 1 | 4 | | |
| 3 | 4 | Teoría y problemas tema 2 | | | | | 2 | 2 | 8 | Tema 1 | 4 | Tema 1 | 4 | | |
| 4 | 4 | Teoría y problemas tema 2 | Lab1 | 2 | | | 1 | 1 | 8 | Tema 2 | 2 | Tema 2 | 2 | Preparación previa y realización del informe de la práctica | 4 |
| 5 | 4 | | Lab2 | 2 | Parcial 1 | 2 | | | 8 | Tema 3 | 0 | Tema 3 | 4 | Preparación previa y realización del informe de la práctica | 4 |
| 6 | 4 | Teoría y problemas tema 3 | Lab3 | 2 | | | 1 | 1 | 8 | Tema 3 | 2 | Tema 3 | 2 | Preparación previa y realización del informe de la práctica | 4 |
| 7 | 4 | Teoría y problemas tema 3 | | | | | 2 | 2 | 8 | Tema 3 | 4 | Tema 3 | 4 | | |
| 8 | 4 | Evaluación intersemestral | | | Intersemestral | 4 | | | 8 | Tema 4 | 0 | Tema 4 | 8 | | |
| 9 | 4 | Teoría y problemas tema 4 | | | | | 2 | 2 | 8 | Tema 4 | 4 | Tema 4 | 4 | | |
| 10 | 4 | Teoría y problemas tema 4 | Lab4 | 2 | | | 1 | 1 | 8 | Tema 5 | 2 | Tema 5 | 2 | Preparación previa y realización del informe de la práctica | 4 |
| 11 | 4 | Teoría y problemas tema 4 y 5 | Lab5 | 2 | | | 1 | 1 | 8 | | 2 | | 2 | Preparación previa y realización del informe de la práctica | 4 |
| 12 | 4 | Teoría y problemas tema 5 | Lab 6 | 2 | | | 1 | 1 | 8 | Tema 5 | 2 | Tema 5 | 2 | Preparación previa y realización del informe de la práctica | 4 |
| 13 | 4 | Teoría y problemas tema 6 | Lab 7 | 2 | | | 1 | 1 | 8 | Tema 6 | 2 | Tema 6 | 2 | Preparación previa y realización del informe de la práctica | 4 |
| 14 | 4 | Teoría y problemas tema 6 | Lab 8 | 2 | | | 1 | 1 | 8 | Tema 7 | 2 | Tema 7 | 2 | Preparación previa y realización del informe de la práctica | 4 |
| 15 | 4 | Teoría y problemas tema 7 | | | | | 2 | 2 | 8 | Tema 8 | 4 | Tema 8 | 4 | | |