

**FICHA IDENTIFICATIVA****Datos de la Asignatura**

Código	34892
Nombre	Procesado digital de señal
Ciclo	Grado
Créditos ECTS	6.0
Curso académico	2023 - 2024

Titulación(es)

Titulación	Centro	Curso	Periodo
1403 - Grado de Ingeniería Telemática	Escuela Técnica Superior de Ingeniería	3	Segundo cuatrimestre

Materias

Titulación	Materia	Caracter
1403 - Grado de Ingeniería Telemática	14 - Comunicaciones Digitales	Obligatoria

Coordinación

Nombre	Departamento
DOMINGO ESTEVE, JUAN DE MATA	240 - Informática
VEGARA MESEGUER, FRANCISCO	240 - Informática

RESUMEN

Esta asignatura se enmarca dentro de la materia “Comunicaciones Digitales”, siendo precedida de las asignaturas “Fundamentos matemáticos de las Comunicaciones” y “Teoría de la Comunicación”. Se asume que el alumno está familiarizado con las herramientas matemáticas necesarias (álgebra lineal, probabilidad y procesos estocásticos, optimización, señales y sistemas lineales) y con los conceptos básicos de la Teoría de la Comunicación (fuente, canal, modulación, codificación y decodificación). Esta asignatura representa también una continuidad natural de la asignatura de Señales y Sistemas Lineales, en la que la asunción general es que las señales, o entradas a los sistemas, son procesos deterministas. En muchas aplicaciones reales, sin embargo, resulta más apropiado modelar las señales como procesos estocásticos. Esto no implica o quiere decir que las señales son totalmente aleatorias, de hecho pueden tener mucha estructura, pero desde el punto de vista del diseño de sistemas, no pueden describirse de manera determinista. Un ejemplo clásico de tales procesos estocásticos son las señales ruidosas, observadas en cualquier sistema de comunicaciones. En esta asignatura se estudian los principales algoritmos de procesamiento de señal utilizados en los sistemas de Telecomunicaciones, analizando: a) los fundamentos teóricos, b) el diseño de los diferentes bloques funcionales de procesamiento, c) su aplicación a problemas encontrados en la práctica (comunicaciones, voz e imagen), así como los estándares asociados más importantes.



CONOCIMIENTOS PREVIOS

Relación con otras asignaturas de la misma titulación

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

Otros tipos de requisitos

Es necesario cumplir una de las siguientes dos condiciones: a) haber cursado en este Grado previamente la materia de Matemáticas, la asignatura de Señales y Sistemas lineales (de la materia de Señales, Sistemas y Servicios de Telecomunicación), las asignaturas de Fundamentos matemáticos de las Comunicaciones y Teoría de la Comunicación correspondientes a esta misma materia (Comunicaciones Digitales), b) haber concluido la Ingeniería Técnica Telemática del plan vigente hasta la actualidad.

COMPETENCIAS

1403 - Grado de Ingeniería Telemática

- R4 - Capacidad de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones.
- R5 - Capacidad para 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.
- R1 - Capacidad para aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.
- G4 - 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.
- G5 - Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos en su ámbito específico de la telecomunicación.
- G6 - Facilidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
- R8 - Capacidad para comprender los mecanismos de propagación y transmisión de ondas electromagnéticas y acústicas, y sus correspondientes dispositivos emisores y receptores.
- G1 - Capacidad para redactar, desarrollar y firmar proyectos en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la orden CIN/352/2009, la concepción y el desarrollo o la explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación y electrónica.



- E1 - 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.
- E5 - Capacidad de seguir el progreso tecnológico de transmisión, conmutación y proceso para mejorar las redes y servicios telemáticos.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Destrezas a adquirir

1. Determinar, dado un problema práctico de procesado estadístico de señal, si se trata de un problema de modelado, estimación paramétrica, estimación espectral, filtrado óptimo, y en este último caso, si es necesario el uso de un filtro adaptativo.
 2. Ser capaz de escoger, de entre los métodos abordados en el curso, cuál o cuáles pueden ser apropiados para la resolución del problema, y saber aplicarlos.
 3. Saber derivar modelos o representaciones compactas de señales estocásticas discretas, así como estimar parámetros de las mismas.
 4. Saber qué es y como estimar densidades espectrales de potencia de procesos estocásticos discretos.
 5. Saber derivar filtros óptimos para filtrado de mínimo error cuadrático en media (MMSE), predicción lineal, cancelación de ruido o equalización de canales.
 6. Saber diseñar algoritmos adaptativos de filtrado entendiendo la actualización óptima o eficiente de los coeficientes del filtro óptimo para seguir los cambios (variabilidad temporal) en la señal de entrada, adaptando dichos algoritmos a las aplicaciones concretas (igualación adaptativa, cancelador de ecos, cancelación de ruido, codificación adaptativa lineal predictiva).
 7. Ser capaz de diseñar un esquema apropiado de implementación (estructura de filtrado) y escoger el software apropiado para construir dicha implementación.
-
1. Saber diseñar e implementar algoritmos básicos de filtrado en 2D para tareas de análisis espectral y codificación eficiente de la información.
 2. Ser capaz de evaluar la calidad de la solución calculando las medidas de eficiencia apropiadas, y en caso de que la solución no sea satisfactoria, poder corregirla. En un caso extremo (el sistema es extremadamente complejo o enormemente variable) debería ser capaz de explicar por qué la solución no funciona correctamente y buscar alternativas en la bibliografía.



10. Capacidad para analizar, codificar, procesar y transmitir información multimedia empleando técnicas de procesado analógico y digital de señal.

Habilidades Sociales: Además de los objetivos específicos señalados con anterioridad, durante el curso se fomentará el desarrollo de diversas competencias genéricas, entre las cuales cabe destacar:

11. La capacidad de identificación de los sistemas tecnológicos actuales, así como la descomposición en los diversos subsistemas que lo forman.

Fomento del trabajo en equipo y de la organización en tareas y subtareas.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1. Motivación e Introducción

Aplicaciones del procesado digital estadístico de señal. Revisión de conceptos básicos de señales y vectores.

2. Muestreo y reconstrucción de señales

Análisis temporal y frecuencial de señales muestreadas: el teorema de muestreo. Aliasing. Reconstrucción de señales muestreadas y tipos de interpolación. Conversión A/D y D/A, Procesado digital de señales analógicas.

3. La Transformada discreta de Fourier

La T.F. de senyals periòdiques discretes (DFT). Sèries de Fourier discretes (DFS). Representació de senyals aperiòdiques discretes (DTFT). Correlació i Espectre. Relació entre les diferents transformades. Propietats i Teoremes fonamentals. Representació en domini freqüencial de sistemes LTI discrets. Càlcul de la DFT amb Matlab (Algorisme ràpid FFT).

4. La Transformada Z.

Definición y propiedades básicas. La TZ de señales básicas. Otras propiedades de la TZ Representación de señales y Análisis de sistemas discretos con TZ. La TZ. inversa. Resolución de ecuaciones en diferencia usando la TZ



5. Diseño de filtros digitales

Tipos y orden. Filtros Butterworth. Diseño básico a partir de especificaciones. Filtros digitales: Especificaciones básicas. Filtros FIR e IIR. Diseño de filtros digitales basados en a) discretización de filtros continuos, b) enventanado. Estructuras de filtrado e Implementación de filtros digitales

6. Estimación de parámetros en procesos discretos

Procesos estocásticos y sistemas lineales, el problema de la estimación de parámetros, Estimación MAP y ML, la calidad de un estimador, modelos racionales de procesos: AR, MA, ARMA

7. Filtrado óptimo

Estimación basada en error cuadrático, filtrado de Wiener en el dominio frecuencial, filtrado de Wiener a partir de los datos, predicción lineal, aplicaciones.

VOLUMEN DE TRABAJO

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Clases de teoría	30,00	100
Prácticas en laboratorio	20,00	100
Prácticas en aula	10,00	100
Elaboración de trabajos en grupo	9,00	0
Elaboración de trabajos individuales	23,00	0
Preparación de actividades de evaluación	18,00	0
Preparación de clases de teoría	26,00	0
Preparación de clases prácticas y de problemas	14,00	0
TOTAL	150,00	

METODOLOGÍA DOCENTE

1/ Trabajo presencial formado por:

1.1/ clases de teoría, las cuales consistirán en la presentación y explicación básica de la materia correspondiente. Periódicamente se propondrán actividades de corta duración, las cuales exijan la intervención de los alumnos con el objetivo de confirmar la comprensión de la teoría expuesta. (desarrolla las competencias G5, R4, R5, E1 y E5)



1.2/ clases de ejercicios, diseñadas para resolver problemas de mayor envergadura o bien conceptual o bien temporal. (desarrolla las competencias G4 y R1).

1.3/ clases de laboratorio pensadas para comprobar experimentalmente algunas de las cuestiones más relevantes vistas en las clases de teoría. (desarrolla las competencias G4, R1 y R4).

2/ Trabajo no presencial formado por:

2.1/ resolución y presentación de ejercicios. Se trata de resolver los boletines de ejercicios propuestos por el profesor y/o la exposición en público de la resolución de algunos de ellos. (desarrolla las competencias G4, R1 y R4)

2.2/ preparación de los exámenes. (desarrolla las competencias R1 y R4).

2.3/ preparación de las prácticas de laboratorio, para las que el alumno deberá haber leído y asimilado el contenido del boletín de prácticas, así como haber repasado la teoría relevante. (desarrolla las competencias E1 y E5).

3/ Tutorías individuales y/o colectivas:

Se establecen unas determinadas horas de tutorías no programadas individuales por semana a las que los alumnos podrán asistir para aclarar sus dudas, así como unas horas de tutorías programadas colectivas para la aclaración de las dudas surgidas durante las clases de ejercicios presenciales.

EVALUACIÓN

Los resultados fundamentales que se pretenden conseguir como consecuencia del aprendizaje de esta materia son esencialmente de tipo práctico, y vienen medidos por el grado en que el alumno ha adquirido las destrezas indicadas en el punto VIII. A tal efecto, la evaluación se basará fundamentalmente en la resolución de problemas prácticos, simplificados en el caso del examen o los ejercicios propuestos, y real en el caso del trabajo principal propuesto.

Se ha buscado dar al examen final una relevancia no excesiva, de acuerdo al nuevo modelo, pero sin llegar a una evaluación continua completa. El mecanismo de evaluación docente seleccionado está formado por los siguientes ítems y valoraciones:

Valoración de la participación (hasta un 5% de la nota final)

Asistencia, realización y en su caso evaluación mediante un examen de las prácticas (hasta un 15% de la nota final)



Resolución de ejercicios propuestos (hasta un 20% de la nota final)

Examen final (al menos el 60% de la nota final)

Para los alumnos que no puedan asistir regularmente a clase, se ofrece un modelo alternativo en el que la valoración de la asistencia a prácticas y participación se sustituirán por algún trabajo adicional y la asistencia a tutorías especiales, con un porcentaje total equivalente.

La nota final para este tipo de evaluación alternativa será por tanto:

Nota Final (evaluación alternativa) = Nota Examen Teoría (60%) + Nota Examen Prácticas (15%) + Nota Trabajos alternativos (25 %)

En la segunda convocatoria la nota se obtendrá promediando el examen con peso del 80% y el examen de prácticas acerca de las prácticas presentadas por los alumnos, con un 20%, en todos los casos. Además, en caso de haber suspendido las prácticas en la primera convocatoria, deberán presentarlas de nuevo de modo individual.

Los mínimos requeridos para superar la asignatura serán el equivalente a un 4 sobre 10 tanto en el examen final como en la resolución de ejercicios. Los otros ítems evaluables no están sometidos a mínimo.

Esta asignatura requiere, en cualquier caso, la asistencia al laboratorio y la realización de ejercicios de modo progresivo, de acuerdo al paradigma básico del modelo de Bolonia. Por tanto, no puede ser admitido a examen un alumno que no los haya realizado, por no haber estado matriculado de la asignatura durante al menos una convocatoria, lo que excluye la posibilidad de convocatoria adelantada para tales alumnos.

La evaluación se ajustará a la Normativa de Calificaciones de la Universitat de València. En el momento de redacción de la presente guía docente, la normativa vigente es la aprobada por el Consejo de Gobierno de la UVEG de 27 de enero de 2004, que se ajusta a lo establecido a tal efecto por los Reales Decretos 1044/2003 y 1125/2003. En ella se establece básicamente que las calificaciones serán numéricas de 0 a 10 con expresión de un decimal y a las que se debe añadir la calificación cualitativa correspondiente a la escala siguiente:

De 0 a 4,9: “Suspenso”

De 5 a 6,9: “Aprobado”

De 7 a 8,9: “Notable”

De 9 a 10: “Sobresaliente” o “Sobresaliente con Matrícula de Honor”.

Cualquier copia entre alumnos detectada en la evaluación continua (C), en las pruebas objetivas (E) o en las prácticas (P) implica la pérdida de matrícula de primera y segunda convocatoria del presente curso.

Respecto a la realización de actividades fraudulentas

- El profesor puede expulsar del aula en un examen a alumnos que 1) No cumplan los procedimientos que garanticen la autenticidad y privacidad del ejercicio 2) Suplanten a otro alumno 3) Un alumno tenga el teléfono móvil o cualquier otro dispositivo o documento electrónico no autorizado.
- El profesor puede quedarse con la pruebas implicadas en incidencias durante un examen y dar traslado por escrito a la dirección del centro



- El profesor podrá calificar con “cero” una prueba de evaluación cuando: 1) Haya indicios de actuación fraudulenta en la prueba o parte de ella. 2) El alumno tenga el teléfono móvil o cualquier otro dispositivo o documento electrónico no autorizado.
- Además de todas estas medidas el profesor puede iniciar un procedimiento disciplinario contra el estudiante.

En cualquier caso, el sistema de evaluación se regirá por lo establecido en el Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de Valencia para Grados y Másteres (http://www.uv.es/graus/normatives/2017_108_Reglament_avaluacio_qualificacio.pdf).

REFERENCIAS

Básicas

- Hayes, M.H, Statistical digital signal processing and modelling, 1996, ISBN: 978-0471594314
- Manolakis, D.G., Ingle, V.K. and Kogon, S.M.: Statistical and adaptive signal processing, Ed. Artech House, Boston/London, 2005. ISBN 1-58053-610-7
<http://site.ebrary.com/lib/universvaln/detail.action?docID=10081926>

Complementarias

- Sayed, A.H., Adaptive Filters, IEEE Press/John Wiley & Sons, 2008, ISBN 978-0-470-25388-5
- Haykin, S.: Adaptive Filter Theory, Ed. Prentice Hall, 4th ed. 2001, ISBN 0130901261
- Poularikas A. D., Adaptive Filtering, CRC Press, ISBN 978-1-4822-5335-1
<http://proquest.safaribooksonline.com/9781482253351?uicode=valencia>
- Driscoll T.A., Learning MATLAB, 2009, ISBN: 978-0898716832
- Sigmon K., MATLAB Primer, Third Edition, 1993. <http://web.mit.edu/6.777/www/downloads/primer.pdf>
- Getting Started with MATLAB, ©The MathWorks, <http://es.mathworks.com/help/matlab/getting-started-with-matlab.html>