

Titulación	Tipo	Curso
Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación	OB	3

Profesor/a de contacto

Nombre : José A. Lopez Salcedo

Correo electrónico : jose.salcedo@uab.cat

Equipo docente

Sergi Locubiche Serra

Fran Fabra Cervellera

Idiomas de los grupos

Puede consultar esta información al [final](#) del documento.

Prerrequisitos

Se recomienda haber cursado con aprovechamiento las asignaturas de Cálculo, Álgebra, Estadística, Señales y Sistemas Discretos, así como Fundamentos de Comunicaciones.

Objetivos

Una vez cursada la asignatura, el alumno tendrá que ser capaz de:

- Utilizar con facilidad el álgebra de vectores y matrices.
- Operar con series numéricas y procesos estocásticos.
- Manipular con rigor diferentes herramientas probabilísticas.
- Estimar los parámetros de un modelo a partir de las muestras de señal observadas a su salida.
- Estimar la densidad espectral de potencia de un proceso aleatorio.
- Diseñar filtros óptimos en el sentido MMSE e implementarlos de forma eficiente mediante algoritmos iterativos/adaptativos.
- Aplicar técnicas de procesamiento de señal a situaciones reales.

Resultados de aprendizaje

1. Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos relacionados con el procesamiento digital de señal orientados a la concepción y desarrollo de sistemas de comunicaciones.
2. Proponer soluciones innovadoras a problemas relacionados con la transmisión, recepción y tratamiento digital de señales.
3. Adaptar los conocimientos y técnicas del tratamiento digital de señal en función de las características de los sistemas y servicios de comunicación así como de los escenarios de trabajo, ya sean fijos o

móviles.

4. Analizar y especificar los parámetros fundamentales de los subsistemas de comunicaciones desde el punto de vista de la transmisión, recepción y tratamiento digital de señales.
5. Desarrollar modelos matemáticos con los que simular el comportamiento de subsistemas de comunicaciones así como evaluar y predecir sus prestaciones.
6. Analizar las ventajas y desventajas de diferentes alternativas tecnológicas o de implementación de sistemas de comunicaciones desde el punto de vista del tratamiento digital de señal.
7. Capacidad para analizar, codificar, procesar y transmitir información multimedia empleando técnicas de procesamiento analógico y digital de señal.
8. Aplicar la teoría de la detección y la teoría de la estimación en el diseño de receptores de comunicaciones.
9. Aplicar el filtrado estadístico adaptativo y la teoría de control en el diseño de algoritmos dinámicos para la codificación, procesamiento y transmisión de información multimedia. Aplicar el procesamiento de señal multicanal en el diseño de sistemas de comunicaciones fijos y móviles basados en agrupaciones de antenas.
10. Describir los principios de funcionamiento de los sistemas de radionavegación, su arquitectura y las técnicas para combatir sus fuentes de error.
11. Aplicar el procesamiento de señal estadístico para la estimación de parámetros de sincronización en receptores digitales de comunicaciones y de radionavegación.
12. Desarrollar un pensamiento y un razonamiento crítico.
13. Desarrollar la capacidad de análisis y de síntesis.
14. Desarrollar el pensamiento científico.
15. Desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
16. Gestionar el tiempo y los recursos disponibles
17. Adaptarse a situaciones imprevistas.
18. Trabajar en entornos complejos o inciertos y con recursos limitados.
19. Desarrollar la curiosidad y la creatividad.
20. Generar propuestas innovadoras y competitivas en la actividad profesional.
21. Gestionar la información incorporando de forma crítica las innovaciones del propio campo profesional, y analizar las tendencias de futuro.

Contenidos

1. Introducción

- Procesos aleatorios discretos, representación frecuencial.
- Fundamentos de álgebra matricial.
- Correlación.

2. Teoría de la estimación

- Fundamentos y metodología orientada a modelo.
- Aproximación clásica vs. bayesiana.
- Propiedades deseables de los estimadores. Criterio MVU.
- Estimación de máxima verosimilitud. Criterio ML.
- Cota de Cramér-Rao.
- Métodos subóptimos de estimación.
- Aplicaciones en sistemas de comunicaciones y de posicionamiento.

3. Estimación espectral

- Métodos no-paramétricos.
- Método de Capon o mínima varianza.
- Métodos paramétricos.
- Métodos de super-resolución.

- Aplicaciones en codificación de voz y procesado de señal multi-antena.

4. Filtrado de Wiener y filtrado adaptativo

- Estimación minimum mean square error (MMSE).
- Predicción lineal.
- Método de steepest descent.
- Condiciones de convergencia.
- Método de Least Mean Square (LMS).
- Aplicaciones en cancelación de ruido.

Actividades formativas y Metodología

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Resolución de problemas	40	1,6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
Tutorías	15	0,6	7, 8, 9, 10, 11, 12
Clases de laboratorio	25	1	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15
Estudio	100	4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 21
Clases de problemas	15	0,6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
Preparación clases de laboratorio	30	1,2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 13, 15, 20, 21
Clases de teoría	60	2,4	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 19

Actividades dirigidas

- Clases de teoría: exposición de los contenidos teóricos
- Clases de problemas: resolución de problemas relacionados con la teoría, con participación de los propios alumnos.
- Prácticas de laboratorio: aplicación de las técnicas presentadas en las clases de teoría a través de ejercicios con Matlab.
- Realización de pruebas de evaluación escritas.

Actividades autónomas

- Estudio de los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura. Preparación de los problemas. Preparación de los exámenes.
- Trabajos prácticos: realización y profundización de las prácticas de laboratorio. Preparación de la memoria de cada práctica.

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

Evaluación

Actividades de evaluación continuada

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
--------	------	-------	------	---------------------------

Examen 1	35%	2,5	0,1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 21
Examen 2	35%	2,5	0,1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 17, 21
Laboratorio: evaluación in-situ	30%	10	0,4	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21

Evaluación continua

La evaluación continua se compone de dos tipologías de pruebas. Por un lado, dos exámenes parciales que evalúan la consecución de los conocimientos de la asignatura y que forman la "NotaTeoría". Ésta se calcula como el promedio de las notas de los dos exámenes parciales. Por otra parte, la evaluación que lleva a cabo el profesor de prácticas de forma in-situ, a lo largo de las ocho sesiones de prácticas programadas en la asignatura, y que forma la "NotaPrácticas".

A partir de las notas de teoría y de prácticas, la nota final de la asignatura se calcula como:

Si (NotaTeoría $\geq$ 3.5) --> **NotaEvaluaciónContinua** = (0.7 x NotaTeoría) + (0.3 x NotaPrácticas)

Si (NotaTeoría < 3.5) --> **NotaEvaluaciónContinua** = NotaTeoría

Por lo tanto, es necesario que el/la estudiante tenga una nota de teoría igual o superior a 3.5 para poder hacer promedio con la nota de laboratorio.

Evaluación única

Esta asignatura no considera el sistema de evaluación única.

Recuperación

El/la estudiante que haya suspendido la evaluación continua podrá presentarse al examen de recuperación que se llevará a cabo dentro del periodo de exámenes publicado por la Escuela, siempre y cuando la nota de teoría sea igual o superior a 2.5. En el examen de recuperación el estudiante podrá recuperar la parte correspondiente al Examen1, la parte correspondiente al Examen2 o ambas. La nota que se obtenga en cada parte del examen de recuperación (nota ExamenRecup1, notaExamenRecup2) sustituirá la nota que tuviera el estudiante en el examen de evaluación continua correspondiente. La nota de teoría recuperada se calculará según:

$$\text{NotaTeoriaRecup} = [0.35 \times \text{Nota} \{\text{Examen1 o ExamenRecup1}\} + 0.35 \times \text{Nota} \{\text{Examen2 o ExamenRecup2}\}] / 0.7$$

La nota final de la asignatura se calculará según:

Si (NotaTeoriaRecup $\geq$ 3.5) --> NotaFinal = (0.7 x NotaTeoriaRecup) + (0.3 x NotaPrácticas)

Si (NotaTeoriaRecup < 3.5) --> NotaFinal = NotaTeoriaRecup

Normativa de prácticas

- La asistencia a todas las prácticas de laboratorio es obligatoria.
- El informe de cada sesión de prácticas se tendrá que entregar obligatoriamente en el momento de

finalizar la sesión. Cualquier retardo en la entrega de los informes será penalizado en la nota del mismo. Igualmente, el profesor de prácticas irá evaluando "in-situ" el progreso real y el aprovechamiento de la sesión y esto tendrá un impacto en la nota del propio informe.

- No se permite el uso de inteligencia artificial para resolver las prácticas ni para redactar los informes.

Estudiantes repetidores

Si en cursos pasados aprobaron la parte de laboratorio de la asignatura, se les mantendrá la misma nota y no será necesario que vuelvan a repetir el laboratorio. Si algún/a estudiante repetidor/a quiere volver a realizar las prácticas, deberá informarlo explícitamente al profesor responsable. En caso contrario, no es necesario informar al profesor pues la opción de mantener la nota se presupone por defecto.

Matrículas de honor

Otorgar una calificación de matrícula de honor es decisión del profesorado responsable de la asignatura. Se otorgarán matrículas de honor sólo a alumnos que hayan mostrado un gran nivel de excelencia en la asignatura, y no por defecto en las notas más altas. La normativa de la UAB indica que las MH sólo podrán concederse a estudiantes que hayan obtenido una calificación final igual o superior a 9.00. Pueden otorgarse MH hasta un 5% del total de estudiantes.

Consideración de "No Evaluable"

El estudiante que no se presente a ninguno de los exámenes (ni los dos exámenes de evaluación continua ni tampoco al de recuperación) tendrá la consideración de "No Evaluable".

Uso de la IA

Todo el contenido entregado por las/los estudiantes (exámenes, informes, actividades de seguimiento, etc.) deberá ser original y generado únicamente por ellas/ellos, sin la intervención directa de herramientas de inteligencia artificial, salvo que se indique lo contrario. Esto no impide que las/los estudiantes puedan utilizar la IA como herramienta de aprendizaje o soporte para revisar el contenido, asistir en la creación de código o comparar resultados.

Comunicación

El Campus Virtual será la plataforma de comunicación con las/los estudiantes.

Consideraciones adicionales

Sin perjuicio de otras medidas disciplinarias que se estimen oportunas, y de acuerdo con la normativa vigente, se calificará con un cero las irregularidades cometidas por el/la estudiante que puedan conducir a una variación de la calificación de un acto de evaluación. Por lo tanto, copiar o dejarse copiar una práctica o cualquier otra actividad de evaluación implicará suspenderla con un cero y no se podrá recuperar en el mismo curso académico. Si esta actividad tiene una nota mínima asociada, entonces la asignatura quedará suspensa.

Si el/la estudiante reincide y comete irregularidades en varios actos de evaluación de la asignatura, ésta quedará suspendida con una nota final de 0 en virtud del punto 10, artículo 116, de la Normativa Académica.

Bibliografía

Básica:

- S. M. Kay, *Fundamentals of statistical signal processing. Estimation theory, vol. I*, Prentice-Hall, 1993. (temas 1 y 2)
- M. H. Hayes, *Statistical digital signal processing and modeling*, John Wiley and Sons, 1996. (temas 1, 3 y 4)
- P. Stoica and R. Moses, *Spectral analysis of signals*, Prentice-Hall, 2005. (tema 3)
- S. Haykin, *Adaptive filter theory*, Pearson, 2013. (tema 4)

Complementaria:

- A. H. Sayed, *Inference and learning from data. Foundations*, vol. I, Cambridge University Press, 2022. (tema 1)
- A. H. Sayed, *Inference and learning from data. Inference* vol. II, Cambridge University Press, 2022. (tema 2)
- D. G. Manolakis, V. K. Ingle, S. M. Kogen, *Statistical and adaptive signal processing: spectral estimation, signal modeling, adaptive filtering and array processing*, Artech-House, 2005. (temas 1, 3 y 4)
- S. M. Kay, *Fundamentals of statistical signal processing. Practical algorithm development, vol. III*, Pearson, 2013. (temas 1, 2 y 3)
- S. Lawrence Marple, *Digital spectral analysis*, Dover Publications, 2019. (tema 3)
- B. Widrow and S. D. Stearns, *Adaptive signal processing*, Prentice-Hall, 1985. (tema 4)
- A. Hjørungnes, *Complex-Valued Matrix Derivatives: With Applications in Signal Processing and Communications*, Cambridge University Press, 2011.
- Fundamentos previos:
 - S. M. Kay, *Intuitive probability and random processes using Matlab*, Springer, 2006.
 - V. K. Ingle and J. G. ProakisManolakis, *Digital signal processing using Matlab*, Cengage Learning, 2012.

Software

- En las sesiones de prácticas se utilizará el software MATLAB.

Grupos e idiomas de la asignatura

La información proporcionada es provisional hasta el 30 de noviembre. A partir de esta fecha, podrá consultar el idioma de cada grupo a través de este [enlace](#). Para acceder a la información, será necesario introducir el CÓDIGO de la asignatura

Tipo de docencia	Grupo	Idioma	Semestre	Turno
(TE) Teoría	330	Catalán/Español	primer cuatrimestre	mañana-mixto
(PAUL) Prácticas de aula	332	Catalán/Español	primer cuatrimestre	mañana-mixto
(PLAB) Prácticas de laboratorio	332	Catalán/Español	primer cuatrimestre	mañana-mixto
(PLAB) Prácticas de laboratorio	333	Catalán/Español	primer cuatrimestre	mañana-mixto
(PLAB) Prácticas de laboratorio	334	Catalán/Español	primer cuatrimestre	mañana-mixto