

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Denominación de la asignatura	ESTIMACIÓN Y PROCESADO ADAPTATIVO		
Materia	TÉCNICAS DE TRATAMIENTO DE SEÑAL		
Módulo	ESPECIALIZACIÓN: TRATAMIENTO DE SEÑALES Y BIOINGENIERÍA (ME-TSB)		
Titulación	MÁSTER UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES		
Plan	371	Código	51305
Periodo de impartición	1º CUATRIMESTRE	Tipo/Carácter	OPTATIVA
Nivel/Ciclo	MÁSTER	Curso	1º
Créditos ECTS	5 ECTS		
Lengua en que se imparte	CASTELLANO		
Profesor/es responsable/s	MARCOS MARTÍN FERNÁNDEZ (1) LUIS MIGUEL SAN JOSÉ REVUELTA (2)		
Datos de contacto (e-mail, teléfono...)	(1): despacho 2D018, marcma@tel.uva.es , 983-423000, ext. 5548 (2): despacho 2D013, lsanjose@tel.uva.es , 983-423000, ext. 5543		
Horario de tutorías	Véase www.uva.es → Centros → Campus de Valladolid → Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación → Tutorías		
Departamento	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		
Área de conocimiento	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES		

SITUACIÓN / SENTIDO DE LA ASIGNATURA

Contextualización	El tratamiento de señales, cualquiera que sea su dimensión, tiene como objetivo llevar a cabo operaciones sobre ellas que permitan extraer la información que conllevan. La información, sin embargo, se encuentra enmascarada en un conjunto de perturbaciones que podemos calificar como <i>ruido</i> , cuya naturaleza es estocástica. Así pues, en esta asignatura se plantearán diversas metodologías que tienen el fin de <i>estimar</i> parámetros de señales (o las propias señales) a partir de las observaciones ruidosas. Esta estimación puede hacerse mediante una resolución analítica del problema planteado —lo cual será el objetivo de la primera parte de la asignatura— si existe información y capacidad de cómputo suficientes o, por el contrario, puede ser obtenida adaptativamente —lo cual será el objetivo de la segunda parte de la asignatura— cuando alguna de las condiciones anteriores no se cumplan.
Relación con otras asignaturas y materias	Esta asignatura optativa proporciona una base general para la resolución de problemas en los que se maneje información sobre la que exista incertidumbre, de forma que proporciona herramientas para otras muchas asignaturas del máster, en general, y del módulo TSB, en particular. Es pues una asignatura de carácter horizontal, con aplicaciones en todas las asignaturas del máster y, en concreto, el resto de asignaturas de TSB.
Prerrequisitos	No existen condiciones previas excluyentes para cursar esta asignatura, aunque sí se recomienda que el alumno disponga de conocimientos básicos de probabilidad, variables aleatorias y procesos estocásticos así como de procesado lineal, cálculo infinitesimal y álgebra lineal.

CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO DE COMPETENCIAS

Generales	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica hacia el conocimiento actual como medio imprescindible para la detección de nuevos retos a resolver y por eso evaluar crítica y constructivamente resultados de investigación de otros. [CG 1] • Capacidad de analizar y aplicar los conocimientos técnicos específicos de su área en nuevos entornos y contextos, teniendo en cuenta los parámetros y variables más significativas de cada nueva situación. [CG 5] • Capacidad de comunicar los resultados de investigación mediante artefactos escritos, propios de divulgación del conocimiento en el sistema de investigación regido por el sistema de revisión entre pares, o en otros términos, escribir artículos técnicos correctos tanto en el fondo como en la forma. [CG 8] • Capacidad de emplear las técnicas y medios más adecuados para la comunicación oral en diversos foros de la comunidad académica, científica o empresarial, así como para su divulgación en general en la sociedad, o en otros términos, preparar y realizar presentaciones orales correctas ante audiencias expertas y en contextos divulgativos. [CG 9] • Capacidad de conocer y emplear técnicas y herramientas relacionadas con el modelado, simulación, experimentación y validación de las propuestas técnicas, así como evaluarlas mediante unos parámetros de bondad establecidos. [CG 10] • Capacidad de desarrollar la capacidad de aprendizaje y trabajo en grupo tanto en entornos conocidos y restringidos, así como en consorcios internacionales en los que intervienen factores culturales. [CG 11]
Específicas	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para iniciarse en actividades de investigación en el campo del procesado de señal. [CE-TSB 1] • Capacidad de comprensión de las bases teóricas en las que se apoyan los conceptos propios de esta materia. [CE-TSB 2] • Capacidad de relacionar los diferentes conceptos, así como llevar a cabo un

	<p>análisis crítico de los métodos desarrollados hasta llegar a comprender el estado del arte. [CE-TSB 3]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis de las técnicas propias de procesamiento de señal, así como su aplicación a la resolución de problemas prácticos. [CE-TSB 4] • Capacidad de llevar a cabo simulaciones y experimentos mediante el uso de ordenadores y herramientas informáticas que permitan validar desde un punto de vista práctico los conceptos de esta materia y su aplicación en problemas. [CE-TSB 5] • Capacidad de utilizar procedimientos eficaces de búsqueda de información científica relacionada, tanto en fuentes de información primarias como secundarias, incluyendo el uso de recursos informáticos. [CE-TSB 6] • Capacidad para exponer un trabajo desarrollado por el alumno en un tema relacionado con esta materia. [CE-TSB 7] • Capacidad para defender y argumentar las decisiones tomadas en los métodos y algoritmos usados en procesamiento de señal. [CE-TSB 8] • Capacidad para comprender y utilizar los distintos algoritmos de estimación tanto de parámetros como de variable aleatoria y su utilización en el mundo del procesamiento de señal. [CE-TSB 10] • Capacidad para comprender el uso y funcionamiento de los sistemas adaptativos y su aplicación en procesamiento de señal. [CE-TSB 11] • Capacidad para aplicar técnicas de procesamiento de señales biomédicas e imágenes médicas. [CE-TSB 21]
--	---

OBJETIVOS GENERALES DE LA ASIGNATURA

- Conocer y manejar los métodos básicos de estimación de parámetros y variables aleatorias a partir de datos ruidosos.
- Conocer y manejar los métodos básicos de procesamiento adaptativo de señales.
- Resolver analíticamente problemas en los ámbitos de estimación y procesamiento adaptativo.
- Diseñar y realizar experimentos mediante ordenador en los ámbitos de estimación y procesamiento adaptativo.
- Comunicar resultados de investigación en los ámbitos de estimación y procesamiento adaptativo mediante la exposición de un trabajo desarrollado por el alumno.
- Buscar fuentes bibliográficas de relevancia en los ámbitos de estimación y procesamiento adaptativo.

TABLA DE DEDICACIÓN DEL ALUMNO A LA ASIGNATURA

HORAS PRESENCIALES			
Clases teóricas	Clases prácticas	Laboratorios	Prácticas externas, clínicas o de campo
24	0	6	0
HORAS PRESENCIALES		HORAS NO PRESENCIALES	
Seminarios, tutorías y evaluación	Otras actividades	Estudio y trabajo autónomo individual	Estudio y trabajo autónomo grupal
20	0	60	15

BLOQUES TEMÁTICOS

Bloque 1: Introducción a la teoría de la estimación	
Contextualización y justificación	Este bloque constituye el primero de los dos en que esta asignatura se estructura y consta de los temas necesarios para que el alumno se familiarice con los métodos básicos de estimación, tanto de parámetros determinísticos desconocidos como de variables aleatorias.
Objetivos de aprendizaje	<p>Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolver analíticamente problemas de estimación. • Simular e implementar algoritmos de estimación. • Saber realizar un análisis crítico y comparativo de los resultados obtenidos mediante distintas técnicas de procesamiento de señal en los diversos campos de aplicación. • Saber presentar y defender un trabajo de investigación en estimación de parámetros y/o señales.
Contenidos	<p>TEMA 1: Introducción a la Teoría de la Estimación</p> <p>1.1 Revisión de fundamentos de probabilidad, variables aleatorias y procesos estocásticos.</p> <p>1.2 Concepto de estimación y medida de prestaciones.</p> <p>1.3 Estimador insesgado de mínima varianza (MVUE).</p> <p>TEMA 2: Obtención del MVUE</p> <p>8.1 Cota de Cramer-Rao</p> <p>8.2 Modelo lineal de datos.</p> <p>8.3 Estadístico suficiente</p> <p>8.4 BLUE</p> <p>TEMA 3: Estimador de Máxima Verosimilitud</p> <p>9.1 Definición</p> <p>9.2 Propiedades</p> <p>9.3 Parámetros transformados</p> <p>9.4 Inicialización. Método de los momentos.</p> <p>TEMA 4: Estimador de Mínimos Cuadrados</p> <p>4.1 Definición e Interpretación geométrica</p> <p>4.2 Mínimos cuadrados recursivos orden creciente</p> <p>4.3 Mínimos cuadrados secuenciales</p> <p>TEMA 5: Estimación Bayesiana</p> <p>5.1 Definición</p> <p>5.2 Funciones de riesgo y estimadores resultantes.</p> <p>5.3 Estimación lineal de mínimo error cuadrático medio. Filtro de Wiener.</p> <p>TEMA 6: Filtro de Kalman</p> <p>6.1 Definición</p> <p>6.2 Modelo dinámico de señal y derivación del filtro.</p> <p>6.3 Comparación con el filtro de Wiener.</p>
Métodos docentes	<ul style="list-style-type: none"> • Clase magistral participativa. • Resolución de problemas en grupo • Simulación de supuestos de estimación y comparación, en su caso, con resultados analíticos.
Plan de trabajo	Véase Anexo I.

Evaluación	<p>La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entrega de problemas solicitados (40%) • Prueba práctica de simulación (20%) • Trabajos e informes realizados por el alumno o grupo de trabajo (20%) • Exposición de trabajos seleccionados y capacidad de respuesta a las cuestiones que se le planteen (20%) <p>La exposición de trabajos será de asistencia obligatoria.</p>
Bibliografía básica	<ul style="list-style-type: none"> • Alberola-López C., <i>Probabilidad, variables aleatorias y procesos estocásticos: Una introducción orientada a las telecomunicaciones</i>, Universidad de Valladolid. Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial, 2004. • S. M. Kay, <i>Fundamentals of Statistical Signal Processing. Estimation Theory</i>, Prentice-Hall Int. Ed., 1st Ed., 1993.
Bibliografía complementaria	<ul style="list-style-type: none"> • Papoulis A., <i>Probability, Random Variables, and Stochastic Processes</i>, Mc-Graw Hill 3rd Ed., NY, USA, 1991. • Peebles P., <i>Probability, Random Variables, and Random Signal Principles</i>, Mc-Graw Hill 4th Ed., NY, USA, 2001. • Starks H., Woods J. W., <i>Probability, Random Variables and Estimation Theory for Engineers</i>, Mc-Graw Hill 2nd Ed., NY, USA, 1994. • B. W. Lindgren <i>Statistical Theory</i>, Collier-Macmillan Int. Ed., 4th Ed., 1976. • H. V. Poor, <i>An Introduction to Signal Detection and Estimation</i>, Springer-Verlag, 2nd Ed., 1994. • S. Haykin, <i>Adaptive Filter Theory</i>, Prentice-Hall Int. Ed., 1st Ed., 1996.
Recursos necesarios	<p>Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVA o el profesor:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entorno de trabajo en la plataforma <i>Moodle</i> u otro soporte web • Laboratorio de PCs • Documentación de apoyo.
Carga de trabajo en créditos ECTS	2,5 ECTS

Bloque 2: Procesado adaptativo	
Contextualización y justificación	<p>Este bloque constituye el segundo de los dos en que esta asignatura se estructura y consta de los temas necesarios para que el alumno se familiarice con los métodos básicos de estimación, tanto de parámetros deterministas desconocidos como de variables aleatorias. Se completa con el estudio de varias aplicaciones del procesado adaptativo en problemas de ingeniería.</p>
Objetivos de aprendizaje	<p>Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolver analíticamente problemas de estimación.

	<ul style="list-style-type: none"> • Simular e implementación de algoritmos de estimación. • Saber realizar un análisis crítico y comparativo de los resultados obtenidos mediante distintas técnicas de procesamiento de señal en los diversos campos de aplicación. • Saber presentar y defender un trabajo de investigación en procesamiento de señal.
Contenidos	<p>TEMA 7: Estructuras de filtrado de señales discretas</p> <p>7.1 Revisión de conceptos básicos de señales y sistemas lineales discretos. 7.2 Filtros FIR: definición y diseño. 7.3 Filtros IIR: concepto y diseño</p> <p>TEMA 8: Filtrado adaptativo</p> <p>8.1 Definición y conceptos involucrados 8.2 Optimización mediante método de máxima pendiente 8.3 Filtro de Wiener-Hopf 8.4 Algoritmo LMS 8.5 Algoritmo RLS</p> <p>TEMA 9: Aplicaciones del filtrado adaptativo</p> <p>9.1 Igualación en sistemas de comunicaciones digitales. 9.2 Aplicación a señales biomédicas.</p>
Métodos docentes	<ul style="list-style-type: none"> • Clase magistral participativa. • Resolución de problemas en grupo • Simulación de supuestos de estimación y comparación, en su caso, con resultados analíticos.
Plan de trabajo	Véase Anexo I.
Evaluación	<p>La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entrega de problemas solicitados (20%) • Prueba práctica de simulación (20%) • Trabajos e informes realizados por el alumno o grupo de trabajo (40%) • Exposición de trabajos seleccionados y capacidad de respuesta a las cuestiones que se le planteen (20%) <p>La exposición de trabajos será de asistencia obligatoria.</p>
Bibliografía básica	<ul style="list-style-type: none"> • L.M. San José Revuelta, <i>"Introducción al Diseño de Filtros Eléctricos Selectivos en Frecuencia. Analógicos y Digitales"</i>, Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Valladolid, 2003. • S. Haykin, <i>Adaptive Filter Theory</i>, Prentice Hall Information and System Sciences Series, 3rd. Edition, 1996. Páginas: 1-6, 18-20, 34-39, 67-73, 79-86, 108-114. • V. Oppenheim and R. W. Schaffer, <i>Discrete-Time Signal Processing</i>, Prentice Hall Signal Processing Series, 1st. Edition, 1989. Páginas: 202-208, 290-297, 403-406, 444-461.
Bibliografía complementaria	<ul style="list-style-type: none"> • S. M. Kay, <i>Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume I: Estimation Theory</i> (v. 1), Prentice Hall Signal Processing Series,

	1993. <ul style="list-style-type: none"> • J.G. Proakis, <i>Digital Communications</i>, McGraw-Hill International Editions, Electrical Engineering Series, 3rd. Edition, 1995.. • R.A. Iltis, J.J. Shynk and K. Giridhar, <i>Bayesian Algorithms for Blind Equalization Using Parallel Adaptive Filtering</i>, IEEE Trans. on Comm., vol. 42, No. 2/3/4, pp. 1017-1032, Feb./Mar./Apr. 1994. • L.M. San José-Revuelta and J. Cid-Sueiro, <i>A Neuro-Evolutionary Framework for Bayesian Blind Equalization in Digital Communications</i>, Signal Processing, vol. 83, No. 2, pp. 325-338, Feb. 2003.
Recursos necesarios	Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVA o el profesor: <ul style="list-style-type: none"> • Entorno de trabajo en la plataforma <i>Moodle</i> u otro soporte web • Laboratorio de PCs • Documentación de apoyo.
Carga de trabajo en créditos ECTS	2,5 ECTS

CRONOGRAMA (POR BLOQUES TEMÁTICOS)

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: Introducción a la teoría de la estimación	2,5 ECTS	Semanas 5-11 y semanas 17-18 (primer cuatrím.)
Bloque 2: Procesado adaptativo	2,5 ECTS	Semanas 12-18 (primer cuatrím.)

EVALUACIÓN - TABLA RESUMEN

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL (Bloque 1)	PESO EN LA NOTA FINAL (Bloque 2)	OBSERVACIONES
Entrega de problemas solicitados	40%	20%	
Prácticas de laboratorio	20%	20%	
Trabajos e informes realizados por el alumno o grupo de trabajo	20%	40%	
Exposición de trabajos seleccionados y capacidad de respuesta a las cuestiones que se le planteen	20%	20%	

CONSIDERACIONES FINALES

Cada bloque supondrá el 50% de la nota final