



## Guía docente de la asignatura

<b>Asignatura</b>	TEORÍA DE LA DETECCIÓN Y ESTIMACIÓN		
<b>Materia</b>	HERRAMIENTAS NUMÉRICAS Y DE SEÑALES AVANZADAS		
<b>Módulo</b>	MATERIAS ESPECÍFICAS DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
<b>Titulación</b>	GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
<b>Plan</b>	460	<b>Código</b>	45034
<b>Periodo de impartición</b>	2º CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OBLIGATORIA
<b>Nivel/Ciclo</b>	GRADO	<b>Curso</b>	4º
<b>Créditos ECTS</b>	6 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANO		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	CARLOS ALBEROLA LÓPEZ CÉSAR GUTIÉRREZ VAQUERO		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	TELÉFONO: 983 423000 ext. 5544 / ext. 5836 E-MAIL: <a href="mailto:caralb@tel.uva.es">caralb@tel.uva.es</a> , <a href="mailto:cesargv@mat.uva.es">cesargv@mat.uva.es</a>		
<b>Horario de tutorías</b>	Ver <a href="http://www.uva.es/export/sites/uva/2.docencia/2.01.grados/2.01.02.ofertaformativagrados/2.01.02.01.a1fabetica/Grado-en-Ingenieria-de-Tecnologias-de-Telecomunicacion/">http://www.uva.es/export/sites/uva/2.docencia/2.01.grados/2.01.02.ofertaformativagrados/2.01.02.01.a1fabetica/Grado-en-Ingenieria-de-Tecnologias-de-Telecomunicacion/</a>		
<b>Departamento</b>	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA MATEMÁTICA APLICADA		

## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

---

### 1.1 Contextualización

---

En general, cuando las señales se transmiten a través de canales de comunicación, o se reconstruyen a partir de mediciones, están afectadas por perturbaciones de naturaleza aleatoria (ruido), que afectan a sus propiedades originales y que dificultan su identificación. Entonces, es fundamental aprovechar la redundancia existente en los datos, así como todo el conocimiento previo de que se pueda disponer, para poder detectar la información originalmente enviada y/o reconstruir señales distorsionadas por ruido y otros efectos mediante procedimientos óptimos acordes con criterios preestablecidos. En esta asignatura, el alumno adquirirá competencias básicas para resolver esta clase de problemas en el ámbito de las Telecomunicaciones.

### 1.2 Relación con otras materias

---

La asignatura Teoría de la Detección y Estimación está íntimamente relacionada con la asignatura Señales Aleatorias y Ruido, dado que la segunda constituye la base de la primera. Además, la asignatura proporciona una visión integradora de conceptos desarrollados en asignaturas como Sistemas Lineales, Teoría de la Comunicación, Fundamentos de Transmisión por Radio, Tratamiento Digital de la Señal y Fundamentos de Sonido e Imagen.

### 1.3 Prerrequisitos

---

No existe ningún prerrequisito excluyente para cursar esta asignatura. Sin embargo, debido a su naturaleza, es fundamental haber cursado previamente las asignaturas Señales Aleatorias y Ruido y Sistemas Lineales. Del mismo modo son muy recomendables las competencias adquiridas en las asignaturas Álgebra Lineal y Cálculo.

## 2. Competencias

---

### 2.1 Generales

---

- GB1 Capacidad de razonamiento, análisis y síntesis.
- GB2 Capacidad para relacionar conceptos y adquirir una visión integrada, evitando enfoques fragmentarios.
- GB4 Capacidad para trabajar en grupo, participando de forma activa, colaborando con sus compañeros y trabajando de forma orientada al resultado conjunto, y en un entorno multilingüe.
- GB5 Conocimiento de materias básicas, científicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías.
- GBE2 Capacidad para aplicar métodos analíticos y numéricos para el análisis de problemas en el ámbito de las Telecomunicaciones y la Electrónica.
- GBE3 Capacidad para resolver problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- GBE4 Capacidad para diseñar y llevar a cabo experimentos, así como analizar e interpretar datos.
- GE3 Capacidad para desarrollar metodologías y destrezas de aprendizaje autónomo eficiente para la adaptación y actualización de nuevos conocimientos y avances científicos.
- GC1 Capacidad de organización, planificación y gestión del tiempo.



- GC2 Capacidad para comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.

## 2.2 Específicas

- T3 Capacidad para utilizar herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos o de información relacionada con las Telecomunicaciones y la Electrónica.

## 3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Conocer y manejar los métodos básicos de estimación a partir de datos ruidosos.
- Comprender y diseñar sistemas de detección óptima en distintos escenarios.
- Plantear y resolver los problemas propios de la asignatura.
- Diseñar y realizar pruebas experimentales de los resultados teóricos adquiridos.
- Relacionar los contenidos de esta materia con otras disciplinas de las Telecomunicaciones y la Electrónica.
- Adquirir el hábito de la consulta bibliográfica y el contraste con las ideas y resultados expuestos en las lecciones magistrales.
- Ser capaz de formular e interpretar modelos matemáticos sencillos relacionados con las Telecomunicaciones y la Electrónica.
- Adquirir herramientas matemáticas necesarias para futuros estudios de posgrado.

## 4. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	30	Estudio y trabajo autónomo individual	60
Clases prácticas de aula (A)	12	Estudio y trabajo autónomo grupal	30
Laboratorios (L)	12		
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios (S)	6		
Tutorías grupales (TG)	0		
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)	0		
<b>Total presencial</b>	<b>60</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>90</b>



## 5. Bloques temáticos

### Bloque 1: Introducción a la teoría de la estimación

Carga de trabajo en créditos ECTS: 

3
---

#### a. 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.

#### b. Objetivos de aprendizaje

Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:

- 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.

#### c. Contenidos

##### TEMA 1: Introducción a la Teoría de la Estimación

- 1.1 Objetivos
- 1.2 Revisión de fundamentos de probabilidad, variables aleatorias y procesos estocásticos
- 1.3 Concepto de estimación y medida de prestaciones
- 1.4 Estimador insesgado de mínima varianza (MVUE)

##### TEMA 2: Obtención del MVUE

- 2.1 Objetivos
- 2.2 Cota de Cramer-Rao
- 2.3 Modelo lineal de datos
- 2.4 Estadístico suficiente
- 2.5 BLUE

##### TEMA 3: Estimador de Máxima Verosimilitud

- 3.1 Objetivos
- 3.2 Definición
- 3.3 Propiedades
- 3.4 Parámetros transformados
- 3.5 Inicialización. Método de los momentos

##### TEMA 4: Estimador de Mínimos Cuadrados

- 4.1 Objetivos
- 4.2 Definición e Interpretación geométrica
- 4.3 Mínimos cuadrados recursivos orden creciente
- 4.4 Mínimos cuadrados secuenciales

##### TEMA 5: Estimación Bayesiana

- 5.1 Objetivos



- 5.2 Definición
- 5.3 Funciones de riesgo y estimadores resultantes
- 5.4 Estimación lineal de mínimo error cuadrático medio. Filtro de Wiener

#### **TEMA 6: Filtro de Kalman**

- 6.1 Objetivos
- 6.2 Definición
- 6.3 Modelo dinámico de señal y derivación del filtro
- 6.4 Comparación con el filtro de Wiener

#### **d. Métodos docentes**

---

- Clase magistral participativa
- Resolución de problemas en grupo
- Simulación de supuestos de estimación y comparación, en su caso, con resultados analíticos

#### **e. Plan de trabajo**

---

Véase el Anexo I.

#### **f. Evaluación**

---

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Prueba(s) escrita(s) (40%)
- Prueba práctica de simulación (30%)
- 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 (10%)

#### **g. Bibliografía básica**

---

- C. Alberola López, *Probabilidad, variables aleatorias y procesos estocásticos: Una introducción orientada a las telecomunicaciones*, Universidad de Valladolid, Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial, 2004.
- S. M. Kay, *Fundamentals of Statistical Signal Processing. Estimation Theory*, 1st ed., Prentice-Hall Int. Ed., 1993.

#### **h. Bibliografía complementaria**

---

- A. Papoulis, *Probability, Random Variables, and Stochastic Processes*, 3rd ed., Mc-Graw Hill, 1991.
- P. Peebles, *Probability, Random Variables, and Random Signal Principles*, 4th ed., Mc-Graw Hill, 2001.
- H. Starks, J. W. Woods, *Probability, Random Variables and Estimation Theory for Engineers*, 2<sup>nd</sup> ed., Mc-Graw Hill, 1994.
- B. W. Lindgren, *Statistical Theory*, 4th ed. Collier-Macmillan Int. Ed., 1976.
- H. V. Poor, *An Introduction to Signal Detection and Estimation*, 2nd ed., Springer-Verlag, 1994.
- S. Haykin, *Adaptive Filter Theory*, 1st ed., Prentice-Hall Int. Ed., 1996.





## i. Recursos necesarios

Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:

- Entorno de trabajo en la plataforma *Moodle* ubicada en el Campus Virtual de la Universidad de Valladolid, u otro soporte web.
- Laboratorio de PCs.
- Documentación de apoyo.

## Bloque 2: Introducción a la teoría de detección

Carga de trabajo en créditos ECTS:

### a. Contextualización y justificación

En este bloque se introducen los métodos clásicos de detección de señales, y se obtienen y estudian los detectores óptimos, en algún sentido a precisar, que resuelven determinados problemas propios de las Telecomunicaciones.

### b. Objetivos de aprendizaje

Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:

- Conocer y comprender los principios estadísticos que sustentan los métodos clásicos de detección.
- Resolver analíticamente problemas de detección.
- Diseñar detectores óptimos atendiendo a las características del problema.
- Evaluar la calidad de un detector analíticamente y/o experimentalmente mediante simulaciones.

### c. Contenidos

#### TEMA 7: Introducción a la Detección de Señales

- 7.1 Objetivos
- 7.2 El problema de detección. Ejemplos
- 7.3 Resumen

#### TEMA 8: Diseño de Detectores

- 8.1 Objetivos
- 8.2 Test de hipótesis
- 8.3 Criterio de Neyman-Pearson
- 8.4 Enfoque Bayesiano
- 8.5 Test de Razón de Verosimilitudes Generalizado
- 8.6 Resumen

#### TEMA 9: Detección de Señales Deterministas y Aleatorias

- 9.1 Objetivos
- 9.2 Detector correlación-réplica
- 9.3 Receptor de mínima distancia
- 9.4 Detector correlación-estimación
- 9.5 Resumen

#### TEMA 10: Detección de Señales Deterministas y Aleatorias con Parámetros Desconocidos



- 10.1 Objetivos
- 10.2 Detección sinusoidal
- 10.3 Señales aleatorias
- 10.4 Parámetros del ruido desconocidos
- 10.5 Resumen

---

#### **d. Métodos docentes**

- Clase magistral participativa
- Resolución de problemas
- Simulación de problemas de detección en laboratorio

---

#### **e. Plan de trabajo**

Véase el Anexo I.

---

#### **f. Evaluación**

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Prueba(s) escrita(s) (40%)
- Prueba práctica de simulación (30%)
- 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 (10%)

---

#### **g. Bibliografía básica**

- C. Alberola-López, *Probabilidad, variables aleatorias y procesos estocásticos: Una introducción orientada a las telecomunicaciones*, Universidad de Valladolid, Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial, 2004.
- S. M. Kay, *Fundamentals of Statistical Signal Processing. Detection Theory*, 1st ed., Prentice-Hall PTR., 1998.

---

#### **h. Bibliografía complementaria**

- M. Barkat, *Signal Detection and Estimation*, 2nd ed., Artech House, 2005.
- C. W. Helstrom, *Elements of Signal Detection and Estimation*, 1st ed., PTR Prentice Hall, 1995.
- B. C. Levy, *Principles of Signal Detection and Parameter Estimation*, 1st ed., Springer, 2008.
- H. V. Poor, *An Introduction to Signal Detection and Estimation*, 2nd ed., Springer-Verlag, 1994.
- H. L. Van Trees, *Detection, Estimation, and Modulation Theory, Part I: Detection, Estimation, and Linear Modulation Theory*, 1st ed., John Wiley & Sons, 2001.

---

#### **i. Recursos necesarios**

- Entorno de trabajo en la plataforma Moodle ubicado en el Campus Virtual de la Universidad de Valladolid, u otro soporte web.



- Laboratorio de PCs.
- Documentación de apoyo.

## 6. Temporalización (por bloques temáticos)

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: Introducción a la teoría de la estimación	3 ECTS	Semanas 1 a 7
Bloque 2: Introducción a la teoría de detección	3 ECTS	Semanas 8 a 15

## 7. Sistema de calificaciones – Tabla resumen

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL (Bloques 1 y 2)	OBSERVACIONES
Prueba(s) escrita(s)	40%	Para superar la asignatura es necesario obtener al menos 0.75 puntos por bloque en este apartado
Prácticas de laboratorio	30%	
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	10%	

En el caso de la convocatoria extraordinaria el alumno deberá hacer una prueba escrita que se establecerá a tal efecto, cuyo valor será el 40% de la nota final. Para superar la asignatura es necesario obtener al menos 0.75 puntos por bloque en esta prueba. El resto de calificaciones se entenderán que son calificaciones “por curso”.

## 8. Consideraciones finales

- El Anexo I mencionado en la guía, donde se describe la planificación detallada, se entregará al comienzo de la asignatura.
- Cada bloque supondrá el 50% de la nota final.