

GUÍA DE APRENDIZAJE

ANALISIS DE SEÑAL PARA COMUNICACIONES

MASTER UNIVERSITARIO EN INGENIERIA DE
TELECOMUNICACION

CURSO ACADÉMICO	CÓDIGO	CURSO	CRÉDITOS	CARÁCTER	SEMESTRE
2026-27	93000792	1	6 ECTS	OBLIGATORIA	PRIMER SEMESTRE
IDIOMA	CENTRO RESPONSABLE				
ESPAÑOL	E.T.S. DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION				
DEPARTAMENTO RESPONSABLE					
SEÑALES, SISTEMAS Y RADIOCOMUNICACIONES					

COORDINADOR/A

JUAN IGNACIO GODINO LLORENTE - ignacio.godino@upm.es

REQUISITOS OBLIGATORIOS

ASIGNATURAS REQUERIDAS

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS

ASIGNATURAS RECOMENDADAS

OTRAS RECOMENDACIONES

Conocimientos a nivel de grado de álgebra lineal, cálculo infinitesimal, sistemas lineales y señales aleatorias.

RESULTADOS

RD-1393/2007

Competencias

- CG2** Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CE1** Capacidad para aplicar métodos de la teoría de la información, la modulación adaptativa y codificación de canal, así como técnicas avanzadas de procesamiento digital de señal a los sistemas de comunicaciones y audiovisuales.
- CT5** Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente.
- CG1** Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CG5** Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
- CT4** Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.
- CT3** Capacidad para adoptar soluciones creativas que satisfagan adecuadamente las diferentes necesidades planteadas.

Resultados de aprendizaje

- RA134** Manejar con soltura las bases de álgebra lineal y cálculo infinitesimal necesarias para formular problemas de optimización.
- RA135** Conocer y dominar herramientas para la resolución de problemas fundamentales de optimización.
- RA137** Conocer y dominar herramientas para la resolución de problemas de estimación y detección.
- RA136** Manejar con soltura las bases del modelado matemático de señales aleatorias.

DESCRIPCIÓN

La asignatura proporciona herramientas avanzadas para el tratamiento de señales, con aplicaciones en sistemas de comunicaciones digitales. Su contenido se estructura en dos partes principales:

Optimización: En esta parte se exponen técnicas de optimización convexa, algoritmos de optimización con y sin restricciones y problemas de mínimos cuadrados.

Tratamiento estadístico de señales: Se realiza un repaso de los procesos y secuencias aleatorias para, a continuación, exponer elementos básicos de teoría de la estimación y tests de hipótesis estadísticas, con aplicaciones en estimación espectral, filtrado adaptativo y detección de señales en ruido.

TEMARIO

1. Optimización. Optimization

1.1. Introducción. Introduction

1.1.1. Breve revisión de álgebra lineal. Short review of linear algebra

1.1.2. Breve revisión de análisis multivariable. Short review of multivariate calculus

1.1.3. El problema general de optimización. The general optimization problem

1.2. Optimización convexa. Convex optimization

1.2.1. Conjuntos y funciones convexas. Convex sets and functions

1.2.2. Ejemplos de problemas convexas: programación lineal, programación cuadrática. Some special types of convex optimization problems. Linear programming, quadratic programming

1.2.3. Dualidad. El problema dual de Lagrange. Duality. The Lagrange dual problem

1.3. Algoritmos. Algorithms

1.3.1. Optimización sin restricciones. Unconstrained optimization

1.3.2. Optimización con restricciones de igualdad. Optimization with equality constraints

1.3.3. Optimización con restricciones en desigualdad. Optimization with inequality constraints

1.4. Problemas de mínimos cuadrados. Least-squares problems

1.4.1. Problema general. General problem

1.4.2. Aproximación en la norma euclídea. Euclidean norm approximation

1.4.3. Aproximación en normas no euclídeas. Non-Euclidean norms approximation

2. Tratamiento Estadístico de Señales. Statistical Signal Processing

2.1. Procesos y secuencias aleatorias. Random processes and sequences

2.1.1. Introducción. Introduction

2.1.2. Estadísticos. Statistical properties

2.1.3. Tipos especiales de procesos. Special types of processes

2.1.4. Estacionariedad. Stationarity

2.1.5. Espectros de potencia. Power spectra

2.1.6. Sistemas lineales. Linear systems

2.2. Estimación de parámetros. Parameter estimation

2.2.1. Introducción. Introduction

2.2.2. Información de Fisher y cota de Cramér-Rao. Fisher information and Cramér-Rao bound

2.2.3. Estimación de máxima verosimilitud. Maximum likelihood estimation

2.2.4. Estimador lineal de parámetros. Linear parameter estimator



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



2.2.5. Estimación de las propiedades estadísticas de un proceso estocástico. Estimation of the statistical properties of a stochastic process

2.3. Estimación bayesiana. Bayesian estimation

2.3.1. Introducción. Introduction

2.3.2. Estimación de una variable aleatoria. Random variable estimation

2.3.3. Estimación lineal en media cuadrática de una secuencia. Filtro de Wiener. LMMSE estimation of a sequence. Wiener Filter

2.3.4. Aplicaciones. Applications

2.4. Test de hipótesis. Hypothesis testing

2.4.1. Introducción. Introduction

2.4.2. Enfoque clásico: test de razón de verosimilitudes. Classical approach: Likelihood ratio test

2.4.3. Decisión bayesiana. Bayesian decision

2.4.4. Aplicaciones. Applications

ACTIVIDADES

Actividad evaluable Actividad formativa

Tema 1.1				SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO															
Presencial	04h 00m	Aula (en horario)	Normal															
METODOLOGÍA																		
Lección Magistral																		

Tema 1.2				SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO															
Presencial	04h 00m	Aula (en horario)	Normal															
METODOLOGÍA																		
Lección Magistral																		



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



 Tema 1.2		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO															
Presencial	04h 00m	Aula (en horario)	Normal															
METODOLOGÍA																		
Lección Magistral																		

 Tema 1.3		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO															
Presencial	04h 00m	Aula (en horario)	Normal															
METODOLOGÍA																		
Lección Magistral																		

 Tema 1.3		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO															
Presencial	04h 00m	Aula (en horario)	Normal															
METODOLOGÍA																		
Lección Magistral																		

 Tema 1.4		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO															
Presencial	04h 00m	Aula (en horario)	Normal															
METODOLOGÍA																		
Lección Magistral																		

 Tema 1.4		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO															
Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal															
METODOLOGÍA																		
Lección Magistral																		



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



	Tema 2.1	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO													
Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal													
METODOLOGÍA																
Lección Magistral																

	Tema 2.1	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO													
Presencial	04h 00m	Aula (en horario)	Normal													
METODOLOGÍA																
Lección Magistral																

	Tema 2.2	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO													
Presencial	04h 00m	Aula (en horario)	Normal													
METODOLOGÍA																
Lección Magistral																

	Tema 2.2	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO													
Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal													
METODOLOGÍA																
Lección Magistral																

	Tema 2.3	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO													
Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal													
METODOLOGÍA																
Lección Magistral																



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



Primer parcial			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA												
Presencial	01h 30m	Otro	Progresiva	50%	3.5												
METODOLOGÍA																	
Examen Escrito																	
RESULTADOS EVALUADOS																	
CG1 CG2 CG5 CT3 CT4 CT5 CE1																	

Tema 2.3			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO														
Presencial	04h 00m	Aula (en horario)	Normal														
METODOLOGÍA																	
Lección Magistral																	

Examen parcial			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO														
Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal														
TEMAS																	
T1																	
METODOLOGÍA																	
Otras actividades																	

Tema 2.3			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO														
Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal														
METODOLOGÍA																	
Lección Magistral																	

Tema 2.4			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO														
Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal														
METODOLOGÍA																	
Lección Magistral																	



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



 Tema 2.4			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																							
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																							
Presencial	04h 00m	Aula (en horario)	Normal																							
METODOLOGÍA																										
Lección Magistral																										

 Tema 2.4			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																							
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																							
Presencial	04h 00m	Aula (en horario)	Normal																							
METODOLOGÍA																										
Lección Magistral																										

 Examen extraordinario			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																							
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA																					
Presencial	04h 00m	Otro	Extraordinaria	100%	5																					
TEMAS																										
T1 T2																										
METODOLOGÍA																										
Examen Escrito																										
RESULTADOS EVALUADOS																										
CG1 CG2 CG5 CT3 CT4 CT5 CE1																										

 Segundo parcial			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																							
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA																					
Presencial	02h 00m	Otro	Progresiva	50%	3.5																					
TEMAS																										
T2																										
METODOLOGÍA																										
Examen Escrito																										
RESULTADOS EVALUADOS																										
CG1 CG2 CG5 CT3 CT4 CT5 CE1																										



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



Examen final

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

Presencial

DURACIÓN TOTAL

04h 00m

LUGAR

Otro

EVALUACIÓN

Global

PONDERACIÓN

100%

NOTA MÍNIMA

5

TEMAS

T1

T2

METODOLOGÍA

Examen Escrito

RESULTADOS EVALUADOS

CG1

CG2

CG5

CT3

CT4

CT5

CE1

PLANIFICACIÓN SEMANAL

Actividad evaluable

Actividad formativa

Semana con actividad

E

 Período de exámenes

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
Tema 1.1																
Tema 1.2																
Tema 1.2																
Tema 1.3																
Tema 1.3																
Tema 1.4																
Tema 1.4																
Tema 2.1																
Tema 2.1																
Tema 2.2																
Tema 2.2																

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
 Tema 2.3										•						
 Primer parcial											•					
 Tema 2.3											•					
 Examen parcial											•					
 Tema 2.3												•				
 Tema 2.4												•				
 Tema 2.4													•			
 Tema 2.4														•		
 Examen extraordinario																•
 Segundo parcial																•
 Examen final																•

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios Generales

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación en la convocatoria extraordinaria usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación de la convocatoria ordinaria (EX, ET, TG, etc).

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Evaluación progresiva

Criterios de evaluación

La evaluación continua consta de 2 exámenes parciales. La calificación de la asignatura se obtendrá del siguiente modo:

50% de la nota del primer parcial correspondiente con la parte de optimización

50% de la nota del segundo parcial correspondiente con la parte de tratamiento estadístico de señales

Requisitos para aprobar la asignatura:

Obtener al menos 3,5 puntos (sobre 10) en cada examen parcial. En caso contrario, la nota que figurará en el acta será la mínima de las dos partes.

Obtener una nota final mayor o igual que 5 puntos (sobre 10).

La primera prueba se realizará en la semana 11 del curso.

La segunda prueba parcial se realizará en la fecha oficial del examen final de la asignatura.

Actividades

- Primer parcial (50%)
- Segundo parcial (50%)

■ Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Prueba global**Criterios de evaluación**

La calificación de la asignatura se obtendrá del siguiente modo:

100% de la nota del examen final.

El examen final tendrá 2 partes: Una de optimización y otra de tratamiento estadístico de señales.

Requisitos para aprobar la asignatura:

Obtener al menos 3,5 puntos (sobre 10) en cada una de las 2 partes del examen. En caso contrario, la nota que figurará en el acta será la mínima de las dos partes.

Obtener una nota final mayor o igual que 5 puntos (sobre 10).

Actividades

- Examen final (100%)

■ Criterios de Evaluación en Convocatoria Extraordinaria**Criterios de evaluación**

La convocatoria extraordinaria usará el mismo procedimiento de evaluación sólo por prueba final de la convocatoria ordinaria.

La calificación de la asignatura se obtendrá del siguiente modo:

100% de la nota del examen extraordinario.

El examen final tendrá 2 partes: Una de optimización y otra de tratamiento estadístico de señales.

Requisitos para aprobar la asignatura:

Obtener al menos 3,5 puntos (sobre 10) en cada una de las 2 partes del examen. En caso contrario, la nota que

figurará en el acta será la mínima de las dos partes.
Obtener una nota final mayor o igual que 5 puntos (sobre 10).

Actividades

- Examen extraordinario (100%)

RECURSOS

Bibliografía

Apuntes y ejercicios de la asignatura

Disponibles en plataforma moodle

Linear and Nonlinear Programming, 2nd ed. D. G. Luenberger. Addison-Wesley, 1984

Engineering Optimization, Theory and Practice, 4th ed. S. S. Rao. John Wiley & Sons, 2009

Mathematical Methods and Algorithms for Signal Processing. T. K. Moon. Prentice-Hall, 2000

Probability, Random Variables, and Stochastic Processes, 4th ed. A. Papoulis, S. U. Pillai. McGraw-Hill, 2002

Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume 1: Estimation Theory. S. M. Kay. Prentice Hall, 1993

Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume 2: Detection Theory. S. M. Kay. Prentice Hall 1998

Adaptive Filter Theory, 5th ed. S. O. Haykin. Pearson, 2013

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Educación de calidad

Industria, innovación e
infraestructura

OTRA INFORMACIÓN

En términos más generales, la matemática aplicada se emplea de forma exhaustiva en ingeniería y, en particular, incidirá en todo lo relativo a las infraestructuras de telecomunicaciones (ODS 9). La asignatura ayudará también a los subobjetivos 4.4: Aumentar considerablemente el número de personas con las competencias profesionales y técnicas necesarias para acceder al empleo y al emprendimiento; y 4.7: Asegurar que todos los estudiantes adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible.