



POLITÉCNICA

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Telecomunicacion

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**93000792 - Analisis de señal para comunicaciones**

### PLAN DE ESTUDIOS

09AQ - Master Universitario en Ingenieria de Telecomunicacion

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2017-18 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos .....	1
2. Profesorado .....	1
3. Conocimientos previos recomendados .....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje .....	2
5. Descripción de la asignatura y temario .....	3
6. Cronograma .....	6
7. Actividades y criterios de evaluación .....	8
8. Recursos didácticos .....	13

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1 Datos de la asignatura

<b>Nombre de la Asignatura</b>	93000792 - Analisis de señal para comunicaciones
<b>Nº de Créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Primer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	09AQ - Master Universitario en Ingenieria de Telecomunicacion
<b>Centro en el que se imparte</b>	Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion
<b>Curso Académico</b>	2017-18

## 2. Profesorado

---

### 2.1 Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías*</b>
Javier Ignacio Portillo Garcia (Coordinador/a)	C-318	javier.portillo.garcia@upm.es	--
Santiago Zazo Bello	C-326	santiago.zazo@upm.es	--
Jose Ignacio Ronda Prieto	C-323	joseignacio.ronda@upm.es	--
Miguel Angel Garcia Izquierdo	B-408	miguelangel.garcia.izquierdo@upm.es	--

Mariano Garcia Otero	C-327	mariano.garciao@upm.es	- -
----------------------	-------	------------------------	-----

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

#### 3.1 Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería de Telecomunicacion no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

#### 3.2 Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

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

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1 Competencias que adquiere el estudiante al cursar la asignatura

CE1 - Capacidad para aplicar métodos de la teoría de la información, la modulación adaptativa y codificación de canal, así como técnicas avanzadas de procesado digital de señal a los sistemas de comunicaciones y audiovisuales.

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.

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.

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.

CT3 - Capacidad para adoptar soluciones creativas que satisfagan adecuadamente las diferentes necesidades planteadas.

CT4 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.

CT5 - Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente.

## 4.2 Resultados del aprendizaje al cursar la asignatura

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.

RA134 - Manejar con soltura las bases de álgebra lineal y cálculo infinitesimal necesarias para formular problemas de optimización.

RA136 - Manejar con soltura las bases del modelado matemático de señales aleatorias.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1 Descripción de la asignatura

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, problemas de mínimos cuadrados y técnicas de optimización en grafos, con aplicaciones en encaminamiento de redes, asignación de recursos y segmentación de imágenes.

- 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.

## 5.2 Temario de la asignatura

### 1. Optimización.

#### 1.1. Introducción.

- 1.1.1. Breve revisión de álgebra lineal.
- 1.1.2. Breve revisión de análisis multivariable.
- 1.1.3. El problema general de optimización.

#### 1.2. Optimización convexa.

- 1.2.1. Conjuntos y funciones convexas.
- 1.2.2. Ejemplos de problemas convexos: programación lineal, programación cuadrática.
- 1.2.3. Dualidad. El problema dual de Lagrange.

#### 1.3. Algoritmos.

- 1.3.1. Optimización sin restricciones.
- 1.3.2. Optimización con restricciones de igualdad.
- 1.3.3. Optimización con restricciones en desigualdad.

#### 1.4. Problemas de mínimos cuadrados.

- 1.4.1. Problema general.
- 1.4.2. Aproximación en la norma euclídea.
- 1.4.3. Aproximación en normas no euclídeas.

### 2. Tratamiento Estadístico de Señales.

#### 2.1. Procesos y secuencias aleatorias.

- 2.1.1. Introducción.
- 2.1.2. Estadísticos.
- 2.1.3. Tipos especiales de procesos.
- 2.1.4. Estacionariedad.
- 2.1.5. Espectros de potencia.
- 2.1.6. Sistemas lineales.

#### 2.2. Estimación de parámetros.

- 2.2.1. Introducción.

2.2.2. Información de Fisher y cota de Cramér-Rao.

2.2.3. Estimación de máxima verosimilitud.

2.2.4. Estimación lineal de parámetros.

2.2.5. Estimación de estadísticos de un proceso estocástico.

2.3. Estimación bayesiana.

2.3.1. Introducción.

2.3.2. Estimación de una variable aleatoria.

2.3.3. Estimación lineal en media cuadrática de una secuencia. Filtro de Wiener.

2.3.4. Aplicaciones.

2.4. Test de hipótesis.

2.4.1. Introducción.

2.4.2. Enfoque clásico: test de razón de verosimilitudes.

2.4.3. Decisión bayesiana.

2.4.4. Aplicaciones.

## 6. Cronograma

### 6.1 Cronograma de la asignatura\*

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades de Evaluación
1	<b>Tema 1.1</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 1.2</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 1.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 1.3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Tema 1.3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Tema 1.3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Tema 1.4</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	<b>Tema 1.4</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2.1</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	<b>Tema 2.1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2.1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	<b>Tema 2.2</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	<b>Tema 2.2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2.3</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			



11	<p><b>Tema 2.3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Primer parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:30</p> <p><b>Examen de prácticas</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 00:30</p>
12	<p><b>Tema 2.3</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2.4</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
13	<p><b>Tema 2.4</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
14	<p><b>Tema 2.4</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
15				
16				
17				<p><b>Segundo parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:30</p> <p><b>Examen de prácticas</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 00:30</p> <p><b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 03:00</p> <p><b>Examen de prácticas</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Duración: 01:00</p>

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1 Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1 Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
11	Primer parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	45%	3.5 / 10	CG5 CT4 CG1 CT3 CG2 CE1 CT5
11	Examen de prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	5%	3.5 / 10	CG5 CT4 CG1 CT3 CG2 CE1 CT5
17	Segundo parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	45%	3.5 / 10	CG5 CT4 CG1 CT3 CG2 CE1 CT5
17	Examen de prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	5%	3.5 / 10	CG5 CT4 CG1 CT3 CG2 CE1 CT5

#### 7.1.2 Evaluación sólo prueba final

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	90%	3.5 / 10	CG5 CT4 CG1 CT3 CG2 CE1 CT5

17	Examen de prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	10%	3.5 / 10	CG5 CT4 CG1 CT3 CG2 CE1 CT5
----	---------------------	--	------------	-------	-----	----------	---

### 7.1.3 Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	90%	3.5 / 10	CG1 CT3 CG2 CE1 CT5 CG5 CT4
Examen de prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	10%	3.5 / 10	CG5 CT4 CG1 CT3 CG2 CE1 CT5

## 7.2 Criterios de Evaluación

Los estudiantes serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. El estudiante que desee renunciar a la evaluación continua y optar a la evaluación por prueba final (formada por una o más actividades de evaluación global de la asignatura), deberá comunicarlo por escrito al coordinador de la asignatura, mediante solicitud dirigida al Coordinador de la Asignatura que se entregará en el Registro de la Escuela, antes de que transcurran cuatro semanas de la fecha de inicio del curso.

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación mediante prueba final usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación continua (EX, ET, TG, etc.), y se realizarán en las fechas y horas de evaluación final aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre, salvo aquellas actividades de evaluación de resultados del aprendizaje de difícil calificación en una prueba final. En este caso, se podrán realizar dichas actividades de evaluación a lo largo del curso.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará exclusivamente a través del sistema de prueba final.

### Convocatoria ordinaria

#### Evaluación continua:

La evaluación continua consta de 2 exámenes parciales y 4 prácticas que se realizarán a lo largo del curso. En los exámenes parciales habrá una parte de teoría y otra de prácticas.

La calificación de la asignatura se obtendrá del siguiente modo:

45% de la nota de teoría del primer parcial + 45% de la nota de teoría del segundo parcial + 10% de la evaluación de las prácticas.

Las prácticas se evaluarán mediante la documentación entregada al profesor y las notas de los exámenes de prácticas.

Requisitos para aprobar la asignatura:

Presentar todas las prácticas y que éstas sean consideradas como aptas para ser calificadas.

Obtener al menos 3,5 puntos (sobre 10) en la parte de teoría de cada examen parcial.

Obtener al menos 3,5 puntos (sobre 10) en la parte de prácticas de cada examen parcial.

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

Para liberar el primer parcial se requiere haber superado las notas mínimas en las dos partes (teoría y prácticas).

La segunda prueba parcial se realizará en la fecha oficial del examen final de la asignatura. Ese mismo día habrá también examen de recuperación del primer parcial para los alumnos que no lo hayan liberado.

### **Evaluación sólo por prueba final:**

Los alumnos que opten por este método de evaluación deberán realizar las prácticas y presentarlas en la fecha oficial del examen final de la asignatura.

La calificación de la asignatura para los alumnos que renuncien a la evaluación continua se obtendrá del siguiente modo:

90% de la nota del examen final + 10% de la nota de prácticas.

Las prácticas se evaluarán mediante la documentación entregada al profesor y las notas de los exámenes de prácticas.

El examen final tendrá 4 partes: 2 de teoría y 2 de prácticas.

Requisitos para aprobar la asignatura:

Presentar todas las prácticas y que éstas sean consideradas como aptas para ser calificadas.

Obtener al menos 3,5 puntos (sobre 10) en cada una de las 4 partes del examen.

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

**Convocatoria extraordinaria:**

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

No es necesario volver a presentar las prácticas que hayan sido consideradas aptas en la convocatoria ordinaria. Sí será necesario volver a presentar las prácticas que no hayan sido consideradas aptas en la convocatoria ordinaria.

La calificación de la asignatura se obtendrá del siguiente modo:

90% de la nota del examen extraordinario + 10% de la nota de prácticas.

Las prácticas se evaluarán mediante la documentación entregada al profesor (de las prácticas finalmente consideradas como aptas, teniendo en cuenta las consideradas como aptas en la convocatoria ordinaria y las que hubiera sido necesario volver a presentar en la convocatoria extraordinaria) y las notas de los exámenes de prácticas.

El examen final tendrá 4 partes: 2 de teoría y 2 de prácticas.

Requisitos para aprobar la asignatura:

Presentar todas las prácticas que no hubieran sido consideradas aptas en la convocatoria ordinaria y que las nuevas prácticas presentadas sean consideradas como aptas para ser calificadas.

Obtener al menos 3,5 puntos (sobre 10) en cada una de las 4 partes del examen.

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

## 8. Recursos didácticos

### 8.1 Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes y ejercicios de la asignatura	Bibliografía	Disponibles en plataforma moodle
Linear and Nonlinear Programming, 2nd ed. D. G. Luenberger. Addison-Wesley, 1984	Bibliografía	
Engineering Optimization, Theory and Practice, 4th ed. S. S. Rao. John Wiley & Sons, 2009	Bibliografía	
Mathematical Methods and Algorithms for Signal Processing. T. K. Moon. Prentice-Hall, 2000	Bibliografía	
Probability, Random Variables, and Stochastic Processes, 4th ed. A. Papoulis, S. U. Pillai. McGraw-Hill, 2002	Bibliografía	
Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume 1: Estimation Theory. S. M. Kay. Prentice Hall, 1993	Bibliografía	
Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume 2: Detection Theory. S. M. Kay. Prentice Hall 1998	Bibliografía	
Adaptive Filter Theory, 5th ed. S. O. Haykin. Pearson, 2013	Bibliografía	
Matlab	Otros	Software necesario para las prácticas. La UPM dispone de licencia de campus a disposición de los alumnos.