



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

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

**93000940 - Series Temporales**

### PLAN DE ESTUDIOS

09AT - Master Universitario En Teoria De La Señal Y Comunicaciones

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - 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.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	13

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	93000940 - Series Temporales
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Primer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Inglés/Castellano
<b>Titulación</b>	09AT - Master Universitario en Teoría de la Señal y Comunicaciones
<b>Centro responsable de la titulación</b>	09 - E.T.S. De Ingenieros De Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2025-26

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Angel Froilan Garcia Fernandez (Coordinador/a)		angel.garcia.fernandez@up m.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 Teoría de la Señal y Comunicaciones no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

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

- Deterministic Signals and Systems Theory
- Probability, Random Variables, and Stochastic Processes for Engineers
- Working knowledge of Python or MATLAB

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CB06 - 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

CB07 - 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

CB10 - 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

CE01 - Analizar y aplicar técnicas para el diseño y desarrollo avanzado de equipos y sistemas, basándose en la teoría de la señal y las comunicaciones, en un entorno internacional

CE03 - Valorar y contrastar la utilización de las diferentes técnicas disponibles para la resolución de problemas reales dentro del área de teoría de la señal y comunicaciones.

CT01 - Capacidad para comprender los contenidos de clases magistrales, conferencias y seminarios en lengua inglesa

CT03 - Capacidad para adoptar soluciones creativas que satisfagan adecuadamente las diferentes necesidades planteadas

CT04 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo

CT05 - 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

RA17 - Capacidad para aplicar conocimientos de modelado estadístico, técnicas de optimización y modelos de series temporales en el análisis de datos y como base para el desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático

RA18 - Knowledge of tools for description, analysis and modeling of discrete-time random processes

RA20 - Capability to choose the appropriate modeling and filtering tools in order to extract useful information from a time series

RA19 - Knowledge of tools to design optimal filtering and signal processing structures

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

This course is an introduction to the theory and practice of time series analysis, providing statistical tools to analyze random data that are ordered in time. It begins with a review of the theory of stochastic processes, which are the underlying mathematical description of time-varying random phenomena. Then, some classical parametric models for time series are presented, along with techniques to estimate their parameters. Time series are often analyzed in the frequency domain, so the course also covers topics on spectral estimation. Finally, the theory of optimal filtering and prediction is also presented, developed under the general framework of Bayesian estimation.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Random processes and sequences
  - 1.1. Basic definitions. Classification.
  - 1.2. Probabilistic descriptions.
  - 1.3. Special classes of processes.
  - 1.4. Stationarity. Power spectra.
  - 1.5. Linear systems.
  - 1.6. Ergodicity.
2. Time series modeling
  - 2.1. Linear stationary models: AR, MA, ARMA.
  - 2.2. Linear nonstationary models: ARIMA.
  - 2.3. Nonlinear models. ARCH, GARCH
  - 2.4. Parameter estimation.
3. Spectral estimation
  - 3.1. Autocorrelation estimation.
  - 3.2. Classic spectral estimation.
  - 3.3. Parametric methods.
4. Optimal filtering
  - 4.1. Bayesian estimation.
  - 4.2. Wiener filter.
  - 4.3. Linear prediction.
  - 4.4. Recursive estimation.
  - 4.5. Machine Learning for regression and forecasting

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1				
2				
3				
4		<b>Topic 1: Random processes and sequences</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		
5		<b>Topic 1: Random processes and sequences</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Topic 1: Random processes and sequences</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
6		<b>Topic 1: Random processes and sequences</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Topic 1: Random processes and sequences</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
7		<b>Topic 2: Time series modeling</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Topic 2: Time series modeling</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
8		<b>Topic 2: Time series modeling</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Topic 2: Time series modeling</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
9		<b>Topic 2: Time series modeling</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Topic 2: Time series modeling</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		

10		<p><b>Topic 3: Spectral estimation</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Topic 3: Spectral estimation</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		
11		<p><b>Topic 3: Spectral estimation</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Topic 3: Spectral estimation</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		
12		<p><b>Topic 4: Optimal filtering</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Topic 4: Optimal filtering</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		
13		<p><b>Topic 4: Optimal filtering</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Topic 4: Optimal filtering</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		
14		<p><b>Topic 4: Optimal filtering</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Topic 4: Optimal filtering</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Homework exercises</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Computer assignments</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p>
15				
16				
17				<p><b>Final examination</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Final examination</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Computer assignment</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Global No presencial Duración: 00:00</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del

plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
14	Homework exercises	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	25%	3.5 / 10	CB06 CB07 CB10 CT01 CT03 CT04 CT05 CE01 CE03
14	Computer assignments	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	25%	3.5 / 10	CB06 CB07 CB10 CT01 CT03 CT04 CT05 CE01 CE03
17	Final examination	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	3.5 / 10	CB06 CB07 CB10 CT01 CT03 CT04 CT05 CE01 CE03

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Final examination	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	75%	5 / 10	CB06 CB07 CB10 CT01 CT03 CT04 CT05 CE01

							CE03
17	Computer assignment	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	25%	5 / 10	CB06 CB07 CB10 CT01 CT03 CT04 CT05 CE01 CE03

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Final examination	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	75%	5 / 10	CB06 CB07 CB10 CT01 CT03 CT04 CT05 CE01 CE03
Computer assignment	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	25%	5 / 10	CB06 CB07 CB10 CT01 CT03 CT04 CT05 CE01 CE03

## 7.2. Criterios de evaluación

### Progressive assessment

Several homework assignments will be proposed to be delivered throughout the semester. Some of them will be exercises to be solved by the students (25% of final grade). Others will require the students to develop computer code (in Python or Matlab) to analyze more complex problems (25% of final grade).

There is also a final examination at the end of the semester (50% of final grade).

A minimum grade of 3.5 (in a 0 to 10 scale) on every item (final examination, homework exercises and computer assignments) and a global average of 5.0 (in a 0 to 10 scale) will be required to pass the course.

### Global assessment test

Students who do not pass the progressive assessment may opt for a global assessment test (75% of final grade) and also submit the computer assignments (25% of final grade).

A minimum grade of 5.0 (in a 0 to 10 scale) both on the test and on the computer assignments will be required to pass the course.

### Extraordinary examination

Evaluation will assess if students have acquired all the competences of the subject. Thus, evaluation through extraordinary examination will be carried out considering all the evaluation techniques used in ordinary examination (EX, ET, TG, etc.).

Students taking the extraordinary examination (75% of final grade) should also submit the computer assignments (25% of final grade).

A minimum grade of 5.0 (in a 0 to 10 scale) both on the extraordinary examination and on the computer assignments will be required to pass the course.

Those students who had previously submitted the computer assignments throughout the semester and obtained

the minimum grade of 5.0 are not required to resubmit them.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Lecture slides and exercises.	Bibliografía	Course material available on Moodle
M. García Otero. Notes on Probability and Random Variables. SSR-ETSIT-UPM, 2020.	Bibliografía	Background material available on Moodle
C. W. Therrien. Discrete Random Signals and Statistical Signal Processing. Prentice-Hall, 1992.	Bibliografía	
H. Kobayashi et al. Probability, Random Processes, and Statistical Analysis. Cambridge University Press, 2011.	Bibliografía	
S. Särkkä and L. Svensson, Bayesian Filtering and Smoothing, 2nd ed. Cambridge University Press, 2023.	Bibliografía	
M. H. Hayes. Statistical Digital Signal Processing and Modeling. Wiley, 1996.	Bibliografía	
K. Sam Shanmugan, A. M. Breipohl. Random Signals: Detection, Estimation and Data Analysis. Wiley, 1988.	Bibliografía	
R. H. Shumway, D. S. Stoffer. Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples. Springer, 2017. ( <a href="http://www.stat.pitt.edu/stoffer/tsa4/">http://www.stat.pitt.edu/stoffer/tsa4/</a> )	Bibliografía	

M. Falk et al. A First Course on Time Series Analysis: Examples with SAS. University of Würzburg, 2012. ( <a href="http://www.mathematik.uni-wuerzburg.de/appliedstochastics/forschung/time-series/">http://www.mathematik.uni-wuerzburg.de/appliedstochastics/forschung/time-series/</a> )	Bibliografía	
P. J. Brockwell, R. A. Davis. Introduction to Time Series and Forecasting. Springer, 2002.	Bibliografía	
D.C. Cryer, K. Chan. Time Series Analysis with Application in R. Springer, 2008.	Bibliografía	
G. E. P. Box, G. M. Jenkins, G. C. Reinsel, G. M. Ljung. Time Series Analysis: Forecasting and Control. Wiley, 2015. ( <a href="https://ebookcentral.proquest.com/lib/upmes/reader.action?dclid=2064681">https://ebookcentral.proquest.com/lib/upmes/reader.action?dclid=2064681</a> )	Bibliografía	
Ben Auffarth, Machine Learning for Time-Series with Python, 2021 Packt Publishing	Bibliografía	
Aileen Nielsen, Practical Time Series Analysis, 2020, O'Reilly	Bibliografía	
Terence C. Mills, Applied Time Series Analysis, 2019 Academic Press	Bibliografía	
Jason Brownlee, Deep Learning for Time Series Forecasting, 2019, Machine Learning Mastery	Bibliografía	
Avishek Pal, PKS Prakash, Practical Time Series Analysis, 2017 Packt Publishing	Bibliografía	

Francesca Lazzeri, Machine Learning for Time Series Forecasting with Python, 2021, Wiley	Bibliografía	
N.D Lewis, Deep Time Series Forecasting with Python, 2016	Bibliografía	
Philip Hans Franses, Dick van Dijk, Non-linear time series models in empirical finance, 2000, Cambridge University Press	Bibliografía	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

This subject is related to the Sustainable Development Goals (SDG) 4 and 9:

- Target 4.4: Increase the number of people who have relevant skills, including technical and vocational skills, for employment and entrepreneurship.
- Target 9.5: Enhance scientific research and upgrade the technological capabilities of industrial sectors.