

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Señales aleatorias

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Primer semestre

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Señales aleatorias
<b>Titulación</b>	09TT - Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicacion
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion
<b>Semestre/s de impartición</b>	Tercer semestre
<b>Módulos</b>	Comun rama
<b>Materias</b>	Señales y comunicacion
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Código UPM</b>	95000016
<b>Nombre en inglés</b>	Random signals

## Datos Generales

---

<b>Créditos</b>	4.5	<b>Curso</b>	2
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicacion no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicacion no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

Algebra

Calculo

Análisis vectorial

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

Esta asignatura debe cursarse simultáneamente con Señales y Sistemas.



CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación  
**PROCESO DE COORDINACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS**

ANX-PR/CL/001-01: GUÍA DE APRENDIZAJE



Código PR/CL/001

## Competencias

---

CECT4 - Capacidad de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones

CECT5 - Capacidad para evaluar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones, desde el punto de vista del espacio de la señal, las perturbaciones y el ruido y los sistemas de modulación analógica y digital

CG1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

CG2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CG5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

## Resultados de Aprendizaje

---

RA540 - Capacidad de aplicar las herramientas previamente adquiridas al análisis de señales presentes en sistemas de comunicaciones

RA53 - Comprensión y dominio de caracterización y descripción de las señales deterministas y aleatorias y su aplicación a la codificación de voz, datos, audio y vídeo y a la caracterización de las perturbaciones y del ruido.

RA536 - Conocimiento de herramientas matemáticas básicas de teoría de la probabilidad para analizar experimentos aleatorios.

RA538 - Conocimientos sobre el modelado matemático de señales aleatorias.

RA539 - Conocimiento del efecto de aplicar transformaciones a señales aleatorias, con especial énfasis en el caso lineal.

RA537 - Conocimiento y dominio de conceptos sobre variables aleatorias y sus descripciones probabilísticas.

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Alcazar Fernandez, Jesus	C-303	jesus.alcazar@upm.es	
Hernandez Gomez, Luis Alfonso	C-330	luisalfonso.hernandez@upm.es	
Lopez Gonzalo, Eduardo	C-330	eduardo.lopez@upm.es	
Garcia Otero, Mariano ( <b>Coordinador/a</b> )	C-327	mariano.garciao@upm.es	

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

## Descripción de la Asignatura

---

La asignatura proporciona instrumentos básicos para el estudio de fenómenos aleatorios (esto es, de resultado no conocido "a priori"); tales fenómenos constituyen el modelo para la mayoría de los entornos en los que está presente algún tipo de intercambio de información (comunicación), un vehículo (señal eléctrica) portador de ésta o una perturbación de la misma. Su contenido se estructura en tres partes:

- En primer lugar se procede a un repaso general de la Teoría de la Probabilidad, introduciendo el concepto axiomático de probabilidad y sus teoremas fundamentales.
- A continuación, se establece la idea de Variable Aleatoria como función numérica de resultado de un experimento aleatorio y se procede a su caracterización probabilística para los casos uni y multidimensional.
- Por último, los Procesos Estocásticos aparecen como secuencias de variables aleatorias ó familias de funciones temporales dependientes del resultado de un experimento aleatorio, cuyo estudio viene motivado por su aplicación al modelado de señales en comunicaciones. Se realiza especial énfasis en el filtrado lineal de procesos estacionarios.

## Temario

---

### 1. Teoría de la Probabilidad

- 1.1. Concepto de probabilidad. Espacio de probabilidad.
- 1.2. Probabilidad condicional y sucesos independientes. Teorema de la probabilidad total. Teorema de Bayes.
- 1.3. Experimentos compuestos. Ensayos de Bernouilli.

### 2. Variables Aleatorias Unidimensionales

- 2.1. Concepto de variable aleatoria. Clasificación.
- 2.2. Funciones de distribución y densidad.
- 2.3. Media y varianza. Momentos.
- 2.4. Función de una variable aleatoria.

### 3. Variables Aleatorias Multidimensionales

- 3.1. Concepto. Representación vectorial. Caso bidimensional.
- 3.2. Funciones de distribución y densidad.
- 3.3. Distribuciones condicionales. Independencia.
- 3.4. Esperanzas matemáticas. Momentos conjuntos. Incorrelación y ortogonalidad.
- 3.5. Funciones de variables aleatorias.
- 3.6. Secuencias de variables aleatorias. Teoremas asintóticos.

#### 4. Señales y Secuencias Aleatorias

- 4.1. Concepto de proceso aleatorio. Clasificación.
- 4.2. Estadísticos y funciones de correlación.
- 4.3. Procesos gaussianos.
- 4.4. Estacionariedad y ergodicidad.
- 4.5. Espectros de potencia. Ruido blanco.
- 4.6. Sistemas lineales con entradas aleatorias.

## Cronograma

**Horas totales:** 44 horas

**Horas presenciales:** 44 horas (37.6%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<p><b>Presentación de la asignatura</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1.1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 2	<p><b>Temas 1.2 y 1.3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 3	<p><b>Tema 2.1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 4	<p><b>Tema 2.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 5	<p><b>Tema 2.3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 6	<p><b>Tema 2.4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			



Semana 7	<p><b>Temas 3.1 y 3.2</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 8	<p><b>Temas 3.3 y 3.4</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Trabajo en grupo</b></p> <p>Duración: 00:00</p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>
Semana 9	<p><b>Tema 3.5</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 10	<p><b>Tema 3.6</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 11	<p><b>Tema 4.1</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 12	<p><b>Temas 4.2 y 4.3</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>1ª prueba parcial</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 13	<p><b>Temas 4.4 y 4.5</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

Semana 14	<p><b>Tema 4.6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 15				
Semana 16				
Semana 17				<p><b>2ª prueba parcial</b> Duración: 01:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p> <p><b>Examen final</b> Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Actividad presencial</p>

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
8	Trabajo en grupo	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	10%		CG2, CECT4, CECT5, CG5, CG1
12	1ª prueba parcial	01:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	45%	3.5 / 10	CG2, CECT4, CECT5, CG5, CG1
17	2ª prueba parcial	01:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	45%	3.5 / 10	CG2, CECT4, CECT5, CG5, CG1
17	Examen final	02:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	100%	5 / 10	CG2, CECT4, CECT5, CG5, CG1

## Criterios de Evaluación

### Evaluación continua:

Los alumnos serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. En cumplimiento de la Normativa de Evaluación de la Universidad Politécnica de Madrid, los alumnos que lo deseen serán evaluados mediante una única prueba final siempre y cuando lo comuniquen al Director del Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones mediante solicitud presentada en el registro de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación antes del día 31 de octubre de 2016. La presentación de este escrito supondrá la renuncia automática a la evaluación continua.

La calificación de la asignatura para estos alumnos se obtendrá del siguiente modo:

45% de la nota del primer parcial + 45% de la nota del segundo parcial + 10% de la nota del trabajo en grupo.

Requisitos para aprobar:

Presentar el trabajo en grupo.

Obtener al menos 3,5 puntos (sobre 10) en cada prueba parcial.

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

El trabajo en grupo se expondrá públicamente en clase en la fecha que el profesor decida.

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 hubieran obtenido la nota mínima exigida.

### Evaluación sólo por prueba final:

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

100% de la nota del examen final.

### Convocatoria extraordinaria:

La calificación de la asignatura en la convocatoria extraordinaria se obtendrá del siguiente modo:

100% de la nota del examen final.

## Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
Principios de Probabilidad, Variables Aleatorias y Señales Aleatorias, 4ª ed. Peyton Z. Peebles, Jr. Mc graw-Hill, 2006.	Bibliografía	Texto
Probability, Random Variables, and Random Processes, 3ª ed. Hwei Hsu. McGraw Hill, 2014.	Bibliografía	Problemas
Intuitive Probability and Random Processes Using MATLAB. Steven M. Kay. Springer, 2006. ( <a href="http://www.ele.uri.edu/faculty/kay.html">http://www.ele.uri.edu/faculty/kay.html</a> )	Bibliografía	Consulta (trabajos)
Probability, Random Variables, and Stochastic Processes, 4ª ed. A. Papoulis y S. U. Pillai. McGraw-Hill, 2002.	Bibliografía	Consulta
Probability, Random Signals and Statistics. X. Rong Li. CRC Press, 1999.	Bibliografía	Consulta
Probabilidad, Variables Aleatorias y Procesos Estocásticos. C. Alberola López. Universidad de Valladolid, 2004.	Bibliografía	Consulta
Probability, Statistics, and Random Processes for Electrical Engineering, 3ª ed. Alberto Leon-Garcia. Prentice Hall, 2008.	Bibliografía	Consulta
Probability and Random Processes with Applications. S. L. Miller y D. G. Childers. Elsevier, 2004	Bibliografía	Consulta
Probability and Stochastic Processes. R. D. Yates y D. J. Goodman. John Wiley&Sons, 2005.	Bibliografía	Consulta