



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

**95000016 - Señales aleatorias**

### PLAN DE ESTUDIOS

09TT - Grado En Ingenieria De Tecnologias Y Servicios De Telecomunicacion

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	12

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	95000016 - Señales aleatorias
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Tercer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	09TT - Grado en ingeniería de tecnologías y servicios de telecomunicacion
<b>Centro en el que se imparte</b>	09 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2018-19

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Luis Alfonso Hernandez Gomez	C-330	luisalfonso.hernandez@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico
Jesus Alcazar Fernandez	C-303	jesus.alcazar@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico

Eduardo Lopez Gonzalo	C-330	eduardo.lopez@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico
Mariano Garcia Otero (Coordinador/a)	C-327	mariano.garciao@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico
Jose Luis Blanco Murillo	C-303	jl.blanco@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico

\* 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

- Algebra
- Calculo
- Analisis vectorial

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

- Esta asignatura debe cursarse simultáneamente con Señales y Sistemas.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. 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

### 4.2. Resultados del aprendizaje

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

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

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.

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.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. 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 o 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.

### 5.2. Temario de la asignatura

#### 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.

4.5. Espectros de potencia. Ruido blanco.

4.6. Sistemas lineales con entradas aleatorias.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
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>			
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>			
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>			
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>			
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>			
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>			



7	<p><b>Temas 3.1 y 3.2</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>			
8	<p><b>Temas 3.3 y 3.4</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>			<p><b>Trabajo en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:00</p>
9	<p><b>Tema 3.5</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>			
10	<p><b>Tema 3.6</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>			
11	<p><b>Tema 4.1</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>			
12	<p><b>Temas 4.2 y 4.3</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>			<p><b>1ª prueba parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:00</p>
13	<p><b>Temas 4.4 y 4.5</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>			
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>			

15				
16				
17				<p><b>2ª prueba parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:00</p> <p><b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00</p> <p><b>Presentación trabajo en grupo</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00</p>

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

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.

\* 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
8	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	10%	5 / 10	CECT4 CECT5 CG2 CG5 CG1
12	1ª prueba parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	45%	3.5 / 10	CECT4 CECT5 CG2 CG5 CG1
17	2ª prueba parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	45%	3.5 / 10	CECT4 CECT5 CG2 CG5 CG1

#### 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	02:00	90%	5 / 10	CECT4 CECT5 CG2 CG5 CG1
17	Presentación trabajo en grupo	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	5 / 10	CECT4 CECT5 CG2 CG5 CG1

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	90%	5 / 10	CECT4 CECT5 CG2 CG5 CG1
Presentación trabajo en grupo	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	5 / 10	CECT4 CECT5 CG2 CG5 CG1

## 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 completar en el Moodle de la asignatura la tarea titulada "Renuncia a la evaluación continua" antes de que transcurran 8 semanas desde la fecha de inicio del curso (la fecha concreta se anunciará en el Moodle).

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 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.

El trabajo en grupo se entregará antes del 31 de octubre y se expondrá públicamente en clase en la fecha que el profesor decida. Su evaluación se realizará a través de la documentación entregada y la exposición.

La segunda prueba parcial se realizará en la fecha oficial del examen final de la asignatura. Ese mismo día habrá también un examen de recuperación del primer parcial; presentarse a este examen supone renunciar a la nota que se obtuvo en el primer parcial.

Requisitos para aprobar:

- Entregar el trabajo en grupo y que sea calificado con al menos 5 puntos (sobre 10).
- Obtener al menos 3,5 puntos (sobre 10) en cada prueba parcial.
- Obtener una nota final mayor o igual que 5 puntos (sobre 10).

Evaluación por prueba final:

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 del trabajo en grupo.

El trabajo en grupo se entregará y expondrá públicamente en la fecha oficial del examen final de la asignatura y se evaluará a través de la documentación entregada y la exposición.

El examen final constará de dos partes, que cubren los temas correspondiente a los dos parciales de la evaluación continua.

Requisitos para aprobar:

- Entregar el trabajo en grupo y que sea calificado con al menos 5 puntos (sobre 10).
- Obtener al menos 3,5 puntos (sobre 10) en cada parte del examen final.
- Obtener una nota final mayor o igual que 5 puntos (sobre 10).

Convocatoria extraordinaria:

Se emplearán los mismos criterios que en la evaluación por prueba final de la convocatoria ordinaria.

No es necesario volver a presentar el trabajo si obtuvo una calificación de al menos 5 puntos (sobre 10) en la convocatoria ordinaria.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	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