

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

**ASIGNATURA**

Señales y sistemas

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Primer semestre

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Señales y sistemas
<b>Titulación</b>	09TT - Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación
<b>Semestre/s de impartición</b>	Tercer semestre
<b>Módulos</b>	Formación básica
<b>Materias</b>	Matemáticas
<b>Carácter</b>	Básica
<b>Código UPM</b>	95000015
<b>Nombre en inglés</b>	Signals and systems

## Datos Generales

---

<b>Créditos</b>	6	<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 Telecomunicación no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

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

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

Álgebra

Cálculo

Análisis vectorial

Introducción al análisis de circuitos

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

Conceptos generales de sistemas definidos por ecuaciones diferenciales y fasores

## Competencias

---

CEB1 - Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización

CEB4 - Comprensión y dominio de los conceptos básicos de sistemas lineales y las funciones y transformadas relacionadas, teoría de circuitos eléctricos, circuitos electrónicos, principio físico de los semiconductores y familias lógicas, dispositivos electrónicos y fotónicos, tecnología de materiales y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería

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

---

RA543 - Adquirir los conceptos fundamentales del análisis de señales y sistemas en el dominio temporal

RA544 - Metodología de análisis de señales y sistemas en tiempo continuo utilizando las transformadas de Fourier y de Laplace

RA546 - Metodología de conversión de señales y sistemas de tiempo continuo a sus equivalentes en tiempo discreto sin pérdida de información.

RA43 - Comprensión y dominio de los sistemas lineales y de las funciones y transformadas relacionadas

RA545 - Metodología de análisis de señales y sistemas en tiempo discreto utilizando las transformadas de Fourier y Z.

RA32 - Reconocer la importancia del razonamiento abstracto y la necesidad de trasladar los problemas de ingeniería a formulaciones matemáticas.

RA547 - Comenzar a utilizar una herramienta de programación matemática que permita realizar los métodos de análisis de señales y sistemas estudiados en un computador.

## Profesorado

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Miguel Vela, Gonzalo C. De <b>(Coordinador/a)</b>	C-317	gonzalo.demiguel@upm.es	L - 13:00 - 15:00 X - 16:00 - 18:00 V - 15:00 - 17:00  Es recomendable concertar la cita previamente por correo electrónico. También se pueden concertar citas en otros horarios.
Besada Portas, Juan Alberto	C-321	juanalberto.besada@upm.es	L - 15:00 - 16:00 M - 15:00 - 16:00 X - 15:00 - 16:00 J - 15:00 - 16:00 V - 15:00 - 16:00  Es recomendable concertar la cita previamente por correo electrónico. También se pueden concertar citas en otros horarios.
Portillo Garcia, Javier Ignacio	C-318	javier.portillo.garcia@upm.es	L - 11:00 - 13:00 X - 11:00 - 13:00 J - 11:00 - 13:00  Es recomendable concertar la cita previamente por correo electrónico. También se pueden concertar citas en otros horarios.
Zazo Bello, Santiago	C-326	santiago.zazo@upm.es	M - 11:00 - 13:00 X - 09:00 - 11:00 J - 11:00 - 13:00  Es recomendable concertar la cita previamente por correo electrónico. También se pueden concertar citas en otros horarios.
Alarcon Mondejar, Martin Javier	C-309	martin.alarcon@upm.es	J - 19:00 - 21:00  Es recomendable concertar la cita previamente por correo electrónico. También se pueden concertar citas en otros días a última hora de la tarde.

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Andina De La Fuente, Diego	C-310	d.andina@upm.es	X - 12:00 - 14:00  Es recomendable concertar la cita previamente por correo electrónico. También se pueden concertar citas en otros horarios.
Seijas Martinez-Echevarria, Juan Isidoro	C-319	juan.seijas@upm.es	V - 15:00 - 19:00  Es recomendable concertar la cita previamente por correo electrónico. También se pueden concertar citas en otros horarios dependiendo de la disponibilidad del profesor.
Torres Alegre, Santiago	C-319	santiago.torres@upm.es	L - 18:00 - 21:00  Es recomendable concertar la cita previamente por correo electrónico. También se pueden concertar citas en otros horarios dependiendo de la disponibilidad del profesor.

**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

---

Asignatura introductoria al procesamiento de señales. Presenta las herramientas generales para el estudio sistemático de la evolución temporal de magnitudes físicas y su procesamiento. Aquí nos centraremos principalmente en procesamiento de señales mediante transformaciones lineales (representadas por ecuaciones diferenciales lineales). Se trata de dar una visión general de las distintas técnicas de procesamiento y análisis de señal que luego podrán aplicarse a distintas señales en el ámbito de las comunicaciones. Se comenzará por presentar las herramientas de análisis de señales continuas en el tiempo: análisis en el dominio temporal y el dominio espectral. A continuación se introducirán las mismas herramientas de análisis para el caso de señales discretas en el tiempo. Se cerrará la asignatura con el capítulo dedicado al muestreo de señales y simulación discreta de sistemas continuos. Los conceptos teóricos se ilustrarán con una sesión de laboratorio en cada capítulo.

## Temario

---

1. Análisis de señales y sistemas en el dominio del tiempo
  - 1.1. Conceptos básicos sobre señales
    - 1.1.1. Señales en tiempo continuo y discreto
    - 1.1.2. Operaciones básicas con señales
    - 1.1.3. Señales básicas: sinusoidal, exponencial, impulso unitario, escalón, rampa
    - 1.1.4. Parámetros asociados a una señal: valor medio, valor de pico, energía, potencia, periodo
  - 1.2. Conceptos generales sobre sistemas
    - 1.2.1. Asociación de sistemas
    - 1.2.2. Propiedades: memoria, invertibilidad, causalidad, estabilidad, linealidad e invariancia temporal
    - 1.2.3. Sistemas lineales e Invariantes en el tiempo (SLI)
    - 1.2.4. Sistemas definidos por ecuaciones diferenciales (o en diferencias) con condiciones de reposo inicial
    - 1.2.5. Caracterización de sistemas SLI mediante la respuesta al impulso: operación de convolución
    - 1.2.6. Propiedades del operador de convolución

2. Transformada de Fourier (TF) de señales en tiempo continuo
  - 2.1. Transformada de Fourier (TF) en tiempo continuo
    - 2.1.1. La exponencial compleja y los sistemas SLI. Concepto de autofunción y de respuesta en frecuencia
    - 2.1.2. Definición de la TF y condiciones de existencia
    - 2.1.3. TF de señales periódicas
    - 2.1.4. Propiedades de la TF
    - 2.1.5. Análisis de sistemas SLI mediante TF
    - 2.1.6. Definición de los tipos básicos de filtros
    - 2.1.7. Análisis de señales paso banda: envolvente compleja
  - 2.2. Definición de la transformada de Laplace: Bilateral y Unilateral
  - 2.3. Introducción a la transformada de Laplace bilateral
    - 2.3.1. Definición, concepto de región de convergencia y propiedades
    - 2.3.2. Análisis de sistemas descritos por ecuaciones diferenciales utilizando la Transformada de Laplace (diagramas polo-cero, invertibilidad, causalidad y estabilidad)
  - 2.4. Introducción a la transformada de Laplace unilateral
3. Transformada de Fourier (TF) de señales en tiempo discreto
  - 3.1. Transformada de Fourier (TF) en tiempo discreto
    - 3.1.1. La exponencial compleja y los sistemas SLI. Concepto de autofunción y de respuesta en frecuencia
    - 3.1.2. Definición de la TF y condiciones de existencia
    - 3.1.3. TF de señales periódicas
    - 3.1.4. Propiedades de la TF
    - 3.1.5. Análisis de sistemas SLI mediante TF
    - 3.1.6. Definición de tipos básicos de filtros discretos
  - 3.2. Definición de la transformada Z: Unilateral y Bilateral
  - 3.3. Introducción a la transformada Z bilateral
    - 3.3.1. Definición, concepto de región de convergencia y propiedades
    - 3.3.2. Análisis de sistemas descritos por ecuaciones en diferencias utilizando la Transformada Z (diagramas polo-cero, invertibilidad, causalidad y estabilidad)
  - 3.4. Introducción a la transformada Z unilateral
4. Muestreo: representación de una señal continua a partir de muestras equiespaciadas
  - 4.1. Muestreo ideal en el dominio temporal. Condición de Nyquist, interpolación temporal y solapamiento espectral
  - 4.2. Muestreos no ideales: Instantáneo y Natural
  - 4.3. Simulación en tiempo discreto de sistemas en tiempo continuo



5. Introducción al laboratorio de Señales

- 5.1. Introducción al MATLAB
- 5.2. Manejo de señales: desplazamiento y compresión/expansión temporal y convolución
- 5.3. Transformada de Fourier y de Laplace
- 5.4. Transformada de Fourier en tiempo discreto y muestreo

## Cronograma

**Horas totales:** 71 horas y 40 minutos

**Horas presenciales:** 71 horas y 40 minutos (45.9%)

**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</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1.1.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 2	<p><b>Tema 1.2.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Introducción al MATLAB</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 3	<p><b>Tema 1.2.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas tema 1</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 4	<p><b>Tema 2.1.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Prueba de seguimiento Práctica 1</b> Duración: 00:20 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua y sólo prueba final Actividad presencial</p>
Semana 5	<p><b>Tema 2.1.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 6	<p><b>Problemas Tema 2.1</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 2.2 y 2.3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

Semana 7	<p><b>Tema 2.3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2.4</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas tema 2.2, 2.3 y 2.4</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 8	<p><b>Tema 3.1</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Prueba de seguimiento Práctica 2</b> Duración: 00:20 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua y sólo prueba final Actividad presencial</p>
Semana 9	<p><b>Tema 3.1</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas tema 3.1</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Práctica 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Prueba de seguimiento Práctica 3</b> Duración: 00:20 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua y sólo prueba final Actividad presencial</p>
Semana 10	<p><b>Tema 3.2 y 3.3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 11	<p><b>Tema 3.3 y 3.4</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas 3.2, 3.3 y 3.4</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Examen Capítulos 1 y 2</b> Duración: 01:20 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 12	<p><b>Tema 4.1.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 13	<p><b>Tema 4.2.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Prueba de seguimiento Práctica 4</b> Duración: 00:20 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua y sólo prueba final Actividad presencial</p>
Semana 14	<p><b>Tema 4.3.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas Tema 4</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 15				
Semana 16				

Semana 17				<p><b>Exámen capítulos 3 y 4</b></p> <p>Duración: 01:30</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p> <p><b>Examen Final</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación sólo prueba final</p> <p>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
4	Prueba de seguimiento Práctica 1	00:20	Evaluación continua y sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	5%		CEB1, CEB4, CG2, CG5, CG1
8	Prueba de seguimiento Práctica 2	00:20	Evaluación continua y sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	5%		CEB1, CEB4, CG2, CG5, CG1
9	Prueba de seguimiento Práctica 3	00:20	Evaluación continua y sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	5%		CEB1, CEB4, CG2, CG5, CG1
11	Examen Capítulos 1 y 2	01:20	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	40%	4 / 10	CEB1, CEB4, CG2, CG5, CG1
13	Prueba de seguimiento Práctica 4	00:20	Evaluación continua y sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	5%		CEB1, CEB4, CG2, CG5, CG1
17	Exámen capítulos 3 y 4	01:30	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	40%	4 / 10	CEB1, CEB4, CG2, CG5, CG1
17	Examen Final	03:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	80%	4 / 10	CEB1, CEB4, CG2, CG5, CG1

## Criterios de Evaluación

Los alumnos serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. La calificación de la asignatura se realizará del siguiente modo:

NOTA FINAL = 40% Examen Cap 1 y 2+ 40% Examen Cap 3 y 4 +20% Nota del laboratorio

En cada uno de los exámenes sobre la parte teórica se exigirá una nota mínima de 4.0 sobre 10.0 para poder hacer media con el resto de los componentes de la nota. Los alumnos que no hayan superado esta nota en el primer control (temas 1 y 2) podrán presentarse a una segunda convocatoria que se hará en las mismas fechas que el control de los temas 3 y 4.

La evaluación del laboratorio se realiza mediante un control de conocimientos sobre cada práctica. La nota se obtiene como la media de los controles de las prácticas. Debe ser superior a un 4.0 para poder hacer media con la nota de de teoría.

Aquel que tenga una nota superior a un 4.0 en el laboratorio se le conservará para cursos posteriores. Si repite la asignatura no necesitará hacer el laboratorio.

La asistencia al Laboratorio es obligatoria tanto para los que elijan evaluación continua como para los de un solo examen final. 2 faltas de asistencia sin justificar suponen el suspenso del Laboratorio.

-----

En cumplimiento de la Normativa de la Universidad Politécnica de Madrid, los alumnos que lo deseen serán evaluados mediante un único examen final siempre y cuando lo comuniquen al Coordinador de la Asignatura mediante solicitud escrita enviada directamente por correo electrónico antes del día 21 de octubre de 2016. Esta opción supone la renuncia a la evaluación continua. En este caso la calificación se obtendrá utilizando la siguiente fórmula:

NOTA FINAL = 80% Nota del examen final + 20% Nota del laboratorio

-----

Para TODOS los alumnos que tengan que acudir al examen EXTRAORDINARIO de la asignatura la calificación final se obtendrá como:

NOTA FINAL = 80% Nota del examen de teoría + 20% Nota del laboratorio

Cuando se haya suspendido el laboratorio en la convocatoria ordinaria se deberá realizar un examen especial de laboratorio.

## Recursos Didácticos

---

Descripción	Tipo	Observaciones
"Signals and Systems" , segunda edición, de A.V. Oppenheim, A.S. Willsky y S.H. Nawab, editorial Prentice Hall, 1997.	Bibliografía	Es el que se utiliza como bibliografía fundamental
"Signals and Systems", Simon Haykin, Barry Van Veen. Editorial John Wiley 1999.	Bibliografía	
"MATLAB for Engineers", Holly Moore. Editorial Pearson Education 2009.	Bibliografía	
Página web de la asignatura <a href="http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales">http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales</a>	Recursos web	
Laboratorio de señales A.202-L	Equipamiento	Laboratorio en el que se realizan las prácticas de la asignatura