



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

**95000318 - Sistemas Y Señales**

### PLAN DE ESTUDIOS

09BM - Grado En Ingenieria Biomedica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Segundo 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.....	9
8. Recursos didácticos.....	12

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	95000318 - Sistemas y Señales
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Cuarto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	09BM - Grado en Ingeniería Biomedica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2021-22

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Gonzalo C. De Miguel Vela (Coordinador/a)	C-317	gonzalo.demiguel@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico
Javier Ignacio Portillo Garcia	C-318	javier.portillo.garcia@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

- Métodos Matemáticos
- Física II

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

- Concepto general de fasor
- Conceptos básicos sobre ecuaciones diferenciales lineales
- Conocimientos básicos sobre las Series de Fourier

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE21 - Conocer, comprender y utilizar herramientas informáticas para la resolución de problemas matemáticos y de simulación de sistemas.

CE42 - Conocer técnicas de muestreo y procesado de señales e imágenes para diversas aplicaciones en relación con la Ingeniería Biomédica.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA92 - Conocer los elementos que hacen falta y qué aspectos se deben tener en cuenta para poner en práctica el diseño de sistemas de tratamiento digital de señales

RA91 - Entender y conocer las diferentes técnicas de transformadas de señales temporales

RA94 - Ser capaz de analizar y valorar qué estrategia de tratamiento digital de señales sería la más adecuada para analizar las señales de determinado proceso físico

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Asignatura introductoria al procesado de señales. Presenta las herramientas generales para el estudio sistemático de la evolución temporal de magnitudes físicas y su procesado. Aquí nos centraremos principalmente en procesado de señales mediante transformaciones lineales (representadas por ecuaciones diferenciales lineales). Se trata de dar una visión general de las distintas técnicas de procesado y análisis de señal que luego podrán aplicarse a señales e imágenes médicas. Se comenzará por presentar las herramientas de análisis de señales continuas en el tiempo: análisis en el dominio temporal y el dominio espectral (Análisis de Fourier). A continuación se introducirán los conceptos de muestreo de señales para, seguidamente, describir las técnicas básicas de procesado de señales digitales. Se concluye la asignatura con un capítulo dedicado a la transformada Z con la finalidad de poder analizar sistemas digitales lineales no estables.

## 5.2. Temario de la asignatura

### 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 y 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: serie, paralelo y realimentada

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. Caracterización de sistemas SLI mediante la respuesta al impulso: operación de convolución

1.2.5. Propiedades del operador de convolución

### 2. Transformada de Fourier (TF) en tiempo continuo

2.1. La exponencial compleja y los sistemas SLI. Concepto de autofunción y de respuesta en frecuencia

2.2. Definición de transformada de Fourier y condiciones de existencia

2.3. Transformada de Fourier de señales periódicas

2.4. Propiedades de la TF

2.5. Análisis de sistemas SLI mediante TF

2.6. Definición de los tipos básicos de filtros y su aproximación mediante sistemas definidos por ecuaciones diferenciales. Ejemplos de algunos sistemas eléctricos y mecánicos representados por ecuaciones diferenciales lineales

### 3. Muestreo de señales y análisis de Fourier de señales y sistemas de tiempo discreto

#### 3.1. Muestreo de señales

3.1.1. Espectro de una señal continua muestreada

3.1.2. Teorema de Muestreo

3.1.3. Reconstrucción de la señal continua

#### 3.2. Transformada de Fourier (TF) en tiempo discreto

3.2.1. Definición de la TF y condiciones de existencia

3.2.2. TF de señales periódicas

3.2.3. Propiedades de la TF

3.2.4. Análisis de SLI mediante TF

3.2.5. Definición de los tipos básicos de filtros y su aproximación mediante sistemas definidos por ecuaciones en diferencias (filtros FIR e IIR)

3.2.6. Muestreo en el dominio de la frecuencia (Transformada Discreta de Fourier)

3.2.7. Filtrado rápido

#### 4. Transformada Z

4.1. Definición de la Transformada Z bilateral

4.1.1. Definición y región de convergencia

4.1.2. Propiedades básicas

4.1.3. Transformadas de funciones básicas

4.1.4. Transformada Z unilateral

4.2. Análisis de filtros definidos por ecuaciones en diferencias

4.2.1. Función de transferencia, diagrama de polos y ceros y respuesta al impulso

4.2.2. Causalidad, estabilidad e invertibilidad de filtros

#### 5. Prácticas de laboratorio

5.1. Introducción al entorno matemático MATLAB

5.2. Señales en el tiempo y la frecuencia

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	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: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p><b>Tema 1.1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1.1</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
3	<p><b>Tema 1.2</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
4	<p><b>Tema 1.2</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
5	<p><b>Tema 2</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
6	<p><b>Tema 2</b> Duración: 03:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Prueba de seguimiento del tema 1</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:30</p>
7	<p><b>Tema 2</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Introducción a las prácticas de laboratorio</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
8	<p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Trabajo sobre la práctica 1</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 02:00</p>



9	<p><b>Tema 3.1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3.2</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Prueba de seguimiento del tema 2</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:30</p>
10	<p><b>Tema 3.2</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
11	<p><b>Tema 3.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3.2</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p><b>Tema 3.2</b> Duración: 03:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Introducción a la práctica 2 de laboratorio</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
13	<p><b>Tema 4.1</b> Duración: 03:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Prueba de seguimiento del Tema 3</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:30</p> <p><b>Trabajo sobre la prácticas 2</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 02:00</p>
14	<p><b>Tema 4.1</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 4.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4.2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
15				
16				
17				<p><b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:30</p> <p><b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:30</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.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 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
6	Prueba de seguimiento del tema 1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	10%	0 / 10	CE42
8	Trabajo sobre la práctica 1	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	10%	0 / 10	CE21
9	Prueba de seguimiento del tema 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	10%	0 / 10	CE42
13	Prueba de seguimiento del Tema 3	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	10%	0 / 10	CE42
13	Trabajo sobre la prácticas 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	10%	0 / 10	CE21
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	50%	4 / 10	CE42

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
8	Trabajo sobre la práctica 1	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	10%	0 / 10	CE21

13	Trabajo sobre la prácticas 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	10%	0 / 10	CE21
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	80%	5 / 10	CE42

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Prueba completa de toda la asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE42

## 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 la fecha de realización de la prueba de seguimiento del capítulo 1.

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 realizará del siguiente modo:

**30 % de los controles de seguimiento de la asignatura+**

**20 % del trabajo del laboratorio+**

**50 % de la evaluación del examen final**

La calificación se obtiene promediando la nota de los ejercicios de evaluación realizados en clase (uno por cada capítulo), de los informes sobre las prácticas de laboratorio y del examen final. Para poder realizar esta media se necesita sacar más de un cuatro en el examen final.

-----

### **Convocatoria ordinaria - Evaluación mediante prueba final**

La calificación final se obtendría de acuerdo a la siguiente fórmula:

**20 % nota de laboratorio+**

**80 % nota examen final**

Los alumnos que se presenten a la prueba final deben realizar también los informes sobre las prácticas de laboratorio, que se pueden realizar en casa.

-----

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

como:

**20 % nota de laboratorio+**

**80 % nota examen final**

Todo aquel que no haya entregado los informes de las prácticas de laboratorio durante el curso o desee subir nota deberá realizar la parte del examen correspondiente al laboratorio.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
"Signals and Systems" , segunda edición, de A.V. Oppenheim, A.S. Willsky y S.H. Nawab. Editorial Prentice Hall, 1997.	Bibliografía	Libro principal. De él se extraerán muchos de los ejercicios resueltos en clase.
"Signals and Systems", Simon Haykin, Barry Van Veen. Editorial John Wiley 1999.	Bibliografía	
"MATLAB for Engineers", Holly Moore. Editorial Pearson Education 2009.	Bibliografía	Libro general sobre el uso de MATLAB.