



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería de  
Sistemas Informáticos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**615000951 - Procesamiento Digital De La Señal**

### PLAN DE ESTUDIOS

61CI - Grado En Ingeniería De Computadores

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - 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.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	11

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	615000951 - Procesamiento Digital de la Señal
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Sexto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	61CI - Grado en Ingeniería de Computadores
<b>Centro responsable de la titulación</b>	61 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería De Sistemas Informáticos
<b>Curso académico</b>	2022-23

## 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 Miguel Pozo Coronado (Coordinador/a)	2004	lm.pozo@upm.es	Sin horario. Serán publicadas en moodle.
Juan Jose Martin Sotoca	2106	juan.martin.sotoca@upm.es	Sin horario. Serán publicadas en moodle.

\* 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

- Analisis Matematico
- Algebra
- Probabilidad Y Estadistica

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

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Computadores no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CT12 - Uso de tecnologías de la información y las comunicaciones : Usar las tecnologías de la información y las comunicaciones en el ámbito de la ingeniería.

OB08 - Conocimiento de las materias básicas y tecnológicas, que capaciten para el aprendizaje y desarrollo de nuevos métodos y tecnologías, así como las que les doten de una gran versatilidad para adaptarse a las nuevas situaciones.

OB09 - Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad. Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA403 - Maneja los elementos básicos del tratamiento de señales discretas

RA390 - Maneja el algoritmo de transformada rápida para el cálculo eficiente de transformadas discretas de Fourier y convoluciones.

RA391 - Calcula y aplica transformadas  $z$  para el análisis y control de sistemas lineales en tiempo discreto.

RA37 - Utiliza adecuadamente software matemático en la resolución de problemas.

RA490 - Diseña y evalúa algoritmos para el procesado de la voz

RA491 - Aplica métodos de DataScience en análisis de patrones temporales

RA389 - Utiliza adecuadamente la transformada de Fourier para el análisis de señales

RA489 - Representa y analiza la voz en dominios de tiempo y frecuencia

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pretende dar los fundamentos matemáticos necesarios para el procesado digital de señal. Las herramientas matemáticas estudiadas también tienen aplicación en otros campos como el control de sistemas o el tratamiento de imágenes. Como herramienta software se utilizará Matlab en todas las actividades de aprendizaje y evaluación.

Las clases se impartirán en inglés.

Opcionalmente, aquellos alumnos que lo consideren apropiado pueden realizar las actividades prácticas en entornos de Python.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Introduction to Digital Signal Processing
2. Signals in discrete time
3. Z transform
4. Fourier transform, discrete Fourier transform
5. Fast Fourier transform
6. Digital Filters
7. Adaptive filtering
8. Voice analysis

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Sesión teórica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Sesión de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
2	<b>Sesión teórica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Sesión de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3	<b>Sesión teórica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Sesión de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega de práctica</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 06:00  <b>Cuestionario de moodle.</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 00:30
4	<b>Sesión teórica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Sesión de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	<b>Sesión teórica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Sesión de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6	<b>Sesión teórica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Sesión de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega de práctica</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 06:00  <b>Cuestionario de moodle.</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 00:30
7	<b>Sesión teórica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Sesión de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

8	<p><b>Sesión teórica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Sesión de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Examen parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:15</p> <p><b>Prueba de validación de prácticas</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 00:45</p>
9	<p><b>Sesión teórica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Sesión de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Entrega de práctica</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 06:00</p> <p><b>Cuestionario de moodle.</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 00:30</p>
10	<p><b>Sesión teórica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Sesión de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
11	<p><b>Sesión teórica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Sesión de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
12	<p><b>Sesión teórica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Sesión de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Entrega de práctica</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 06:00</p> <p><b>Cuestionario de moodle.</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 00:30</p>
13	<p><b>Sesión teórica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Sesión de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
14	<p><b>Sesión teórica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Sesión de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
15	<p><b>Sesión teórica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Sesión de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Entrega de práctica</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 06:00</p> <p><b>Cuestionario de moodle.</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 00:30</p>



16				
17				<p><b>Examen parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:15</p> <p><b>Prueba de validación de prácticas</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 00:45</p> <p><b>Examen, parte teórica</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:30</p> <p><b>Examen de validación de prácticas</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:30</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
3	Entrega de práctica	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	06:00	10%	/ 10	OB08 CT12
3	Cuestionario de moodle.	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	2%	/ 10	OB08
6	Entrega de práctica	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	06:00	10%	/ 10	OB08 CT12
6	Cuestionario de moodle.	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	2%	/ 10	OB08
8	Examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	15%	/ 10	OB08 OB09
8	Prueba de validación de prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:45	5%	/ 10	CT12 OB08 OB09
9	Entrega de práctica	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	06:00	10%	/ 10	OB08 CT12
9	Cuestionario de moodle.	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	2%	/ 10	OB08

12	Entrega de práctica	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	06:00	10%	/ 10	OB08 CT12
12	Cuestionario de moodle.	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	2%	/ 10	OB08
15	Entrega de práctica	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	06:00	10%	/ 10	OB08 CT12
15	Cuestionario de moodle.	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	2%	/ 10	OB08
17	Examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	15%	/ 10	OB08 OB09
17	Prueba de validación de prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:45	5%	/ 10	CT12 OB08 OB09

### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen, parte teórica	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	40%	/ 10	OB08 OB09
17	Examen de validación de prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	60%	/ 10	OB08 OB09 CT12

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen de validación de prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	60%	/ 10	OB08 OB09 CT12

Examen, parte teórica	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	40%	/ 10	OB08 OB09
-----------------------	-------------------------------------	------------	-------	-----	------	--------------

## 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación progresiva consta de pruebas teóricas (40% del peso) y pruebas prácticas (60% del peso).

Las pruebas teóricas constan de cinco cuestionarios telemáticos en la plataforma moodle, que totalizan un 10% de la nota, y dos exámenes parciales escritos, cada uno con un 15% del peso. El primer examen parcial y los cuestionarios telemáticos se pueden recuperar en la fecha de realización del segundo examen parcial, mediante la realización de un examen teórico global, que tendría un peso de un 40%.

Las pruebas prácticas constan de la entrega de cinco prácticas de laboratorio (que se pueden realizar por parejas), con un peso de un 10% cada una, más dos pruebas de validación de prácticas, individual, con un peso de un 5% cada una. Las entregas y la primera prueba de validación pueden recuperarse en la fecha de realización de la segunda prueba, mediante la realización de un examen global de prácticas, con un peso de un 60%.

La evaluación extraordinaria consta de un examen teórico escrito, con un peso de un 40%, y un examen de prácticas, con un peso de un 60%.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
BRIGHAM, E.O.: The fast Fourier transform and its applications. Prentice-Hall, 1988.	Bibliografía	Libro para estudiar aplicaciones del análisis de Fourier
CARTWRIGHT, M.: Fourier methods for mathematicians, scientists and engineers. Ellis Horwood, 1990.	Bibliografía	Texto complementario

OPPENHEIN, A.V.; SCHAFER, R.W. Tratamiento de señales en tiempo discreto. Prentice-Hall, 2000	Bibliografía	Texto básico para el estudio de métodos matemáticos para tratamiento de señales discretas
OPPENHEIN, A.V; WILLSKY, A.S.; HAMID, S. Signals and systems. Prentice-Hall, 1996.	Bibliografía	Texto para el estudio de métodos matemáticos para el tratamiento de señales discretas.
Moodle: <a href="https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales">https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales</a>	Recursos web	Plataforma de aprendizaje on line.  Información, actividades y material de apoyo.
Digital Signal Processing. Markus Kuhn (U. of Cambridge) (2009)	Recursos web	Curso similar de la U. de Cambridge accesible en <a href="http://www.cl.cam.ac.uk/teaching/0910/DSP/">http://www.cl.cam.ac.uk/teaching/0910/DSP/</a>  
Instrumentación de Laboratorio:	Equipamiento	Ordenadores personales
Matlab	Equipamiento	Software matemático con licencia UPM

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Las clases se impartirán en inglés.