



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Informaticos

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

105000043 - Procesamiento Digital De La Señal

PLAN DE ESTUDIOS

10II - Grado En Ingenieria Informatica

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.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	12

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	105000043 - Procesamiento Digital de la Señal
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Tercero curso
Semestre	Sexto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	10II - Grado en Ingeniería Informática
Centro responsable de la titulación	10 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Informaticos
Curso académico	2021-22

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Antonio Tabernero Galan (Coordinador/a)	5008	antonio.tabernero@upm.es	Sin horario. Se publicarán en Moodle
Esther Dopazo Gonzalez	5211	esther.dopazo@upm.es	Sin horario. Se publicarán en Moodle.

Jose Crespo Del Arco	2311	jose.crespo@upm.es	Sin horario. Se publicaran 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

- Algoritmica Numerica

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Se suponen conocimientos del entorno MATLAB, (al nivel de los adquiridos en la asignatura de ALGORITMICA NUMÉRICA en 3º semestre)

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CG-1/21 - Capacidad de resolución de problemas aplicando conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.

Ce 44 - Conocimiento de tecnologías punteras relevantes y su aplicación.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA366 - Manejo / Programación de MATLAB en aplicaciones de procesado digital.

RA367 - Conocer y comprender los fundamentos matemáticos de las técnicas de DSP.

RA368 - Resolver problemas y aplicar algoritmos en diversas aplicaciones de DSP.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

El abaratamiento de los sensores y el aumento de la capacidad de cálculo de los procesadores ha provocado un auge de las aplicaciones de adquisición y procesamiento de datos.

Por otra parte, debido a la flexibilidad del software es cada vez es más habitual que tareas que antes se realizaban en hardware se implementen ahora en software, bien sobre procesadores especializados (DSPs), dispositivos reprogramables (FPGAs), o simplemente sobre procesadores de carácter general (PCs).

En este curso se pretende dar una visión de los fundamentos y técnicas básicas de la adquisición de datos, su muestreo y el procesado digital de las señales resultantes. La parte práctica se desarrollará a través de laboratorios en MATLAB, presentando diversas aplicaciones que ilustren el interés de este tipo de técnicas.

5.2. Temario de la asignatura

1. ADQUISICIÓN DE DATOS

1.1. Sensores

1.2. Acondicionamiento de señal

1.3. Conversores Digital/Analógicos (introducción al muestreo y cuantificación)

2. SEÑALES BÁSICAS. REPRESENTACIÓN EN FRECUENCIA. MUESTREO.

2.1. Sinusoides: amplitud, frecuencia y fase. Uso de fasores y exponenciales complejas. Señales aleatorias, impulsos, escalón.

2.2. Descomposición en frecuencias de una señal: series de Fourier, transformadas de Fourier. Relación TF señal continua y discreta.

2.3. Teorema del muestreo: frecuencia Nyquist.

3. INTRODUCCIÓN al PROCESADO DIGITAL

3.1. Introducción al DSP y sus operaciones básicas: convolución, filtrado, etc. y su implementación en MATLAB.

3.2. Manejo y adquisición de señales en MATLAB.

4. SISTEMAS DISCRETOS

4.1. Introducción al procesamiento digital y sus operaciones básicas: filtrado, convolución, etc. Implementación y manejo de datos en MATLAB

4.2. Clasificación de sistemas discretos. Sistemas lineales invariantes. Teorema de convolución, etc.

4.3. Filtros FIR e IIR: parámetros básicos de un filtro. Diseño de filtros con MATLAB

4.4. Transformada discreta de Fourier (DFT) y algoritmo rápido de DFT (FFT).

5. IMPLEMENTACIÓN Y APLICACIONES (Prácticas y trabajo en Laboratorio durante el curso)

5.1. Presentación de diversas aplicaciones de DSP: Filtrado adaptativo, Transformada local de Fourier, Software Defined Radio, Compresión de datos.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Clase Aula Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Clase Lab: si no se dispone de aulas informáticas los alumnos realizarán estas prácticas en sus propios portátiles Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
2	Clase Aula Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Clase Lab: si no se dispone de aulas informáticas los alumnos realizarán estas prácticas en sus propios portátiles Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3	Clase Aula Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Clase Lab: si no se dispone de aulas informáticas los alumnos realizarán estas prácticas en sus propios portátiles Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	Clase Aula Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Clase Lab: si no se dispone de aulas informáticas los alumnos realizarán estas prácticas en sus propios portátiles Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	Clase Aula Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Clase Lab: si no se dispone de aulas informáticas los alumnos realizarán estas prácticas en sus propios portátiles Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Ejercicios a entregar durante el curso de la parte de teoría (de forma individual o por parejas). Pueden ser o no presenciales. OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00
6	Clase Aula Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Clase Lab: si no se dispone de aulas informáticas los alumnos realizarán estas prácticas en sus propios portátiles Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Tareas a entregar (ejercicios) durante el curso para los alumnos de evaluación única. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 00:00
7	Clase Aula Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Clase Lab: si no se dispone de aulas informáticas los alumnos realizarán estas prácticas en sus propios portátiles Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

8	<p>Clase Aula Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Clase Lab: si no se dispone de aulas informáticas los alumnos realizarán estas prácticas en sus propios portátiles Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
9	<p>Clase Aula Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Clase Lab: si no se dispone de aulas informáticas los alumnos realizarán estas prácticas en sus propios portátiles Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
10	<p>Clase Aula Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Clase Lab: si no se dispone de aulas informáticas los alumnos realizarán estas prácticas en sus propios portátiles Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Prácticas/Tareas de la parte de Laboratorio. Se distribuirán durante el curso y se entregarán por grupos. Si no se dispone de Aulas Informáticas los alumnos realizarán estas prácticas en sus propios portátiles TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
11	<p>Clase Aula Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Clase Lab: si no se dispone de aulas informáticas los alumnos realizarán estas prácticas en sus propios portátiles Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Tareas a entregar (LABORATORIO / PRACTICAS) durante el curso para los alumnos de evaluación única. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 00:00</p>
12	<p>Clase Aula Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Clase Lab: si no se dispone de aulas informáticas los alumnos realizarán estas prácticas en sus propios portátiles Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Exámenes individuales de EJERCICIOS (en horas de clase) distribuidos durante el curso. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
13	<p>Clase Aula Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Clase Lab: si no se dispone de aulas informáticas los alumnos realizarán estas prácticas en sus propios portátiles Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
14	<p>Clase Aula Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Clase Lab: si no se dispone de aulas informáticas los alumnos realizarán estas prácticas en sus propios portátiles Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
15	<p>Clase Aula Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Examen/Test individual de LABORATORIO (realizado en horario de clase) EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>

16				
17				<p>Examen escrito de problemas. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:45</p> <p>Examen Laboratorio. EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:45</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
5	Ejercicios a entregar durante el curso de la parte de teoría (de forma individual o por parejas). Pueden ser o no presenciales.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	35%	3 / 10	CG-1/21
10	Prácticas/Tareas de la parte de Laboratorio. Se distribuirán durante el curso y se entregarán por grupos. Si no se dispone de Aulas Informáticas los alumnos realizarán estas prácticas en sus propios portátiles	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	35%	3 / 10	CG-1/21 Ce 44
12	Exámenes individuales de EJERCICIOS (en horas de clase) distribuidos durante el curso.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:00	15%	2 / 10	CG-1/21
15	Examen/Test individual de LABORATORIO (realizado en horario de clase)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	15%	2 / 10	CG-1/21

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	Tareas a entregar (ejercicios) durante el curso para los alumnos de evaluación única.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	25%	3 / 10	CG-1/21
11	Tareas a entregar (LABORATORIO / PRACTICAS) durante el curso para los alumnos de evaluación única.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	25%	3 / 10	CG-1/21 Ce 44
17	Examen escrito de problemas.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:45	25%	3 / 10	CG-1/21

17	Examen Laboratorio.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:45	25%	3 / 10	CG-1/21 Ce 44
----	---------------------	--	------------	-------	-----	--------	------------------

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen de problemas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	3 / 10	CG-1/21 Ce 44
Examen de Laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	50%	3 / 10	CG-1/21 Ce 44

7.2. Criterios de evaluación

En la convocatoria ordinaria el método de evaluación habitual de la asignatura es el de evaluación continua.

Conforme a la normativa prevista por la UPM, se admite también el método de evaluación única para aquellos que así lo deseen.

Evaluación continua:

Para poder ser evaluado de manera continua se requiere una asistencia regular a un 70% de las actividades de la asignatura. Hay dos partes que contribuyen a la evaluación continua de la asignatura, tal y como consta en las "ACTIVIDADES de EVALUACIÓN":

1. La primera (TEORÍA) se evalúa mediante ejercicios y problemas de concepto (35%) a realizar de forma individual o por grupos y que se entregarán en las fechas indicadas. Adicionalmente se realizará uno o dos exámenes individuales con ejercicios del mismo tipo que los resuelto en clase (15%).
2. La segunda (LABORATORIO) se evalúa mediante entregas de clase, prácticas y tareas de implementación (35%). También se hará una prueba individual computacional (15%) al final del semestre.

Si no se dispone de Aulas Informáticas los alumnos realizarán estas prácticas en sus propios portátiles.

Cada parte supone el 50% de la nota de la asignatura y **se debe obtener un mínimo de 3 en cada una de ellas.**

Los alumnos que no aprueben la asignatura durante la evaluación continua, pero obtengan una nota mayor o igual que 4 en una de las partes pueden conservar esa nota para la convocatoria extraordinaria de julio, pudiéndose examinar solo de la otra parte.

Evaluación única:

Conforme a la normativa UPM, se admite también el método de evaluación única para aquellos alumnos que así lo deseen. Para ello, deben solicitarlo por escrito al coordinador de la asignatura en un plazo no superior a 30 días a partir del inicio de las clases.

Al igual que en caso de evaluación continua, hay dos partes que contribuyen a la evaluación de la asignatura, tal y como consta en las "ACTIVIDADES de EVALUACIÓN" :

Ejercicios y problemas de teoría y conceptos: 50%

- 2/3 tareas a entregar durante el curso a través de Moodle (25%). Nota mínima 3/10
- Examen final de problemas (25%). Nota mínima 3/10

Ejercicios y prácticas de laboratorio 50%:

- 2/3 tareas o prácticas a entregar durante el curso (25%). Nota mínima 3/10
- Examen individual laboratorio (25%). Nota mínima 3/10

En el examen individual se asume que los alumnos han trabajado y están familiarizados con los ejercicios, laboratorios y prácticas publicadas durante el curso.

Examen Extraordinario de Julio:

La prueba consistirá de un examen de problemas y otro de laboratorio, cada uno con un peso del 50%. Se necesitará obtener una nota superior a 3/10 en cada uno de ellos y superior a 5/10 en la media de ambos.

En esta prueba se asume que los alumnos han trabajado y están familiarizados con los ejercicios, laboratorios y prácticas realizadas durante el curso durante el curso..

Los alumnos que hayan cursado la asignatura en evaluación continua podrán presentarse solo a una de las partes (problemas / laboratorio) si durante el curso han alcanzado una nota mínima de 4 en la otra

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Data Adquisition Handbook (https://www.mccdaq.com/pdfs/anpdf/data-acquisition-handbook.pdf)	Recursos web	
"Practical Electronics for Inventors", Paul Scherz (PDF)	Recursos web	
"DSP first, A multimedia approach" McClelland, Schafer, Yoder 1998 Prentice Hall	Bibliografía	
"Signal Processing using MATLAB" McClelland et al. MATLAB Curriculum Series, Prentice Hall	Bibliografía	

"Tratamiento de Señales en tiempo discreto", Oppenheim, Schafer Prentice Hall Processing Series	Bibliografía	
"Tratamiento Digital de Señales: Principios, Algoritmos y aplicaciones" John G. Proakis. Dimitris G. Manolakis, Prentice-Hall	Bibliografía	
"Schaum's Outline of Digital Signal Processing", Monson Hayes, McGraw-Hill, 2ª ed., 2011	Bibliografía	
"Schaum's Outline of Signals and Systems", Hwei Hsu, McGraw-Hill, 3ª ed., 2013.	Bibliografía	
http://web3.fi.upm.es/AulaVirtual	Recursos web	Curso Moodle de la asignatura.
Aula Informática (a determinar)	Equipamiento	

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Para el 2º semestre se prevé que la situación sanitaria causada por la pandemia COVID-19 haya mejorado lo suficiente como para permitir utilizar el aforo completo de las aulas. Debido a ello se ha planificado la docencia de este semestre en modo presencial, incluyendo las pruebas individuales.

Si las condiciones sanitarias no permitieran usar el aforo completo de las aulas, se pasará a una modalidad de presencialidad mixta por turnos, como el planteado en asignaturas de primer semestre, sin necesidad de modificar esta guía. En ese caso las pruebas individuales se realizarán de forma online o presencialmente dependiendo del turno del alumno.

Si es posible, las prácticas planificadas en horario de clase se realizarán en Aulas Informáticas. Si no se dispone

de Aulas Informáticas los alumnos realizarán estas prácticas en sus propios portátiles.

Para este fin, la Biblioteca del Centro dispone de un servicio de [préstamo de portátiles](#).