ANX-PR/CL/001-01
GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

615000951 - Procesamiento Digital de la Señal

PLAN DE ESTUDIOS

61CI - Grado en Ingenieria de Computadores

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - 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....4
6. Cronograma....6
7. Actividades y criterios de evaluación....9
8. Recursos didácticos....12
9. Otra información....13

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	615000951 - 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	61CI - Grado en Ingenieria de Computadores
Centro responsable de la titulación	61 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieria de Sistemas Informaticos
Curso académico	2019-20

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Francisco Diaz Perez (Coordinador/a)	4120	francisco.diazp@upm.es	Sin horario.
Miguel Angel Hombrados Lopez	4107	ma.hombrados@upm.es	L - 08:00 - 08:15

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Francisco Gomez Martín	francisco.gomez@upm.es	ETSISI

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Analisis Matematico

- Algebra

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

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

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB01 - 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

CB03 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

CB04 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

CE4 - Capacidad de diseñar e implementar software de sistema y de comunicaciones

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

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

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

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.

RA7 - Lee un texto un artículo científico de cierta complejidad, o maneja diferentes fuentes de información relativo a un tema no impartido previamente en clase, y distingue los conceptos principales de los secundarios, explica la relación entre dichos conceptos y sintetiza las ideas principales seleccionando la información relevante, realizando un resumen, mapa conceptual o esquema de mayor complejidad.

RA397 - Conoce y analiza la complejidad de un algoritmo

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

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

RA353 - Lee un texto científico-técnico de cierta complejidad o maneja diferentes fuentes de información relativa a un tema no impartido previamente en clase, y distingue los conceptos principales de los secundarios, explica la relación entre dichos conceptos y sintetiza las ideas principales seleccionando la información relevante, realizando un resumen, mapa conceptual o esquema de mayor complejidad.

RA354 - .Resuelve problemas abiertos, considerando varias alternativas posibles, valorándolas de forma razonada y argumentando su elección según los criterios especificados para su resolución. Para la alternativa elegida, identifica la información necesaria para su solución, elabora y desarrolla una estrategia eficaz para encontrarla, y presenta de forma clara el resultado y las conclusiones pertinentes

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

RA491 - Aplica métodos de DataScience en analisis de patrones temporales

RA16 - Aplica principios básicos de comunicación oral y organiza las distintas partes de una exposición oral corta sobre un tema estudiado.

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

5.2. Temario de la asignatura

1. Señales en tiempo discreto
   - 1.1. Señales discretas elementales
   - 1.2. Discretización de una señal
   - 1.3. Operaciones con secuencias
   - 1.4. Convolución de señales
   - 1.5. Sistemas lineales invariantes en tiempo discreto
2. Transformada z
   - 2.1. Definición y ejemplos
   - 2.2. Propiedades
   - 2.3. Transformada inversa
   - 2.4. Uso de Matlab para el cálculo de transformada z
   - 2.5. Aplicación al estudio de SLIT
3. Análisis de Fourier
   - 3.1. Series de Fourier
   - 3.2. Transformada de Fourier y transformada de Fourier en tiempo discreto (DTFT)

3.3. Transformada discreta de Fourier (TDF)

3.4. Propiedades y aplicaciones de la TDF

4. Transformada rápida de Fourier (FFT)

4.1. Algoritmo FFT

4.2. Análisis de la complejidad del algoritmo FFT

4.3. Aplicaciones del algoritmo FFT

5. Aplicaciones del PDS

5.1. Conversion A/D

5.2. Conversión D/A

5.3. Ventajas e inconvenientes del PDS

5.4. Arquitecturas de los procesadores digitales de señal

5.5. 1.5. Campos de aplicación del PDS

6. Filtros Digitales.

6.1. Filtros FIR, Filtros IIR. Filtros lineales en fase.

6.2. Especificación de los requerimientos del filtro. Calculo de los coeficientes

6.3. Método de la ventana. Elección de ventana. Tipos . Método de muestreo en frecuencia.

7. Filtrado adaptativo

7.1. Aplicaciones

7.2. Identificación de sistemas

7.3. Modelado de sistemas

8. Procesado de la Voz

8.1. Modelos de Producción y Percepción.

8.2. Representación en el dominio temporal.

8.3. Codificación LPC, Cepstrum

8.4. Representación Espectral. Espectrogramas

8.5. Extracción de Características. Formantes y Pitch. Triangulo vocálico

8.6. Algoritmos de reconocimiento del habla e identificación del locutor

8.7. Aplicaciones en la detección de enfermedades

8.8. Métodos de Data Science en el procesado de la voz

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	**Clase del Tema 1** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	**Práctica 1: Introducción a Matlab** Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		**Entrega de ejercicios** TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 02:00
2	**Clase del Tema 2** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	**Práctica 2: La transformada z con Matlab** Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		**Entrega de ejercicios** TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 02:00
3	**Clase teorico-práctica: SLIT** Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	**Práctica 3: SLIT** Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		**Entrega de ejercicios** TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 02:00 **Cuestionario on-line, temas 1 y 2** ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 01:00
4	**Taller de problemas del Módulo 1** Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			**Examen del Módulo 1 (con Matlab)** EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 02:00
5	**Clase del Tema 3** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	**Práctica 4: Series de Fourier** Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		**Entrega de ejercicios** TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 02:00
6	**Clase del Tema 3** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	**Práctica 5: Trasformada de Fourier y DTFT** Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		**Entrega de ejercicios** TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 02:30 **Cuestionario on-line, Series de Fourier** ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 01:00
7	**Clase del Tema 4** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	**Práctica 6:TDF yFFT** Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		**Entrega de ejercicios** TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 02:30 **Cuestionario on-line, Transformadas de Fourier** ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 01:00

8	**Taller de problemas del Módulo 2** Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			**Examen del Módulo 2 (con Matlab)** EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 02:00 **Entrega proyecto (Parte 1)** TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 21:00
9	**Tema 5.** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	**Tema 5.** Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		**Actividad Práctica de Laboratorio** TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 01:00
10		**Tema 6** Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio **Tema 6** Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		**Actividad Práctica de Laboratorio** TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 01:00 **Actividad Práctica de Laboratorio** TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 01:00
11		**Tema 6** Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio **Tema 6** Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		**Actividad Práctica de Laboratorio** TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 01:00 **Actividad Práctica de Laboratorio** TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 01:00
12		**Tema 7** Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio **Tema 7** Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		**Actividad Práctica de Laboratorio** TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 01:00 **Actividad Práctica de Laboratorio** TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 01:00
13	**Tema 8** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	**Tema 8** Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14		**Tema 8** Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio **Tema 8** Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		**Actividad Práctica de Laboratorio** TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 01:00 **Actividad Práctica de Laboratorio** TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 01:00
15		**Tema 8** Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio **Tema 8** Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de		**Actividad Práctica de Laboratorio** TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 01:00 **Actividad Práctica de Laboratorio** TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua

		Laboratorio		Duración: 01:00
16		**Tema 8** Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio **Tema 8** Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		**Actividad Práctica de Laboratorio** TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 01:00 **Actividad Práctica de Laboratorio** TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 01:00
17				**Examen final** EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Duración: 03:00 **Entrega proyecto (Parte 2)** TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 21:00 **Entrega proyecto (Parte 1 y Parte 2)** TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 21:00

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
1	Entrega de ejercicios	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	1.25%	/ 10	CB03
2	Entrega de ejercicios	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	1.25%	/ 10	CE4 CB03
3	Entrega de ejercicios	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	1.25%	/ 10	CE4 CB03
3	Cuestionario on-line, temas 1 y 2	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	2%	/ 10	CE4 CB03
4	Examen del Módulo 1 (con Matlab)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	12.5%	/ 10	CE4 CB03
5	Entrega de ejercicios	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	1.25%	/ 10	
6	Entrega de ejercicios	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:30	1.25%	/ 10	
6	Cuestionario on-line, Series de Fourier	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	1.5%	/ 10	CE4 CB03

7	Entrega de ejercicios	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:30	1.25%	/ 10	
7	Cuestionario on-line, Transformadas de Fourier	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	1.5%	/ 10	
8	Examen del Módulo 2 (con Matlab)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	12.5%	/ 10	
8	Entrega proyecto (Parte 1)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	21:00	12.5%	/ 10	CE4 CB03 CB04 CB01
9	Actividad Práctica de Laboratorio	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	1.5%	0 / 10	
10	Actividad Práctica de Laboratorio	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	3%	0 / 10	CT12 OB08 OB09
10	Actividad Práctica de Laboratorio	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	3%	0 / 10	OB08 OB09 CT12
11	Actividad Práctica de Laboratorio	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	3%	0 / 10	OB08 OB09 CT12
11	Actividad Práctica de Laboratorio	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	3%	0 / 10	OB08 OB09 CT12
12	Actividad Práctica de Laboratorio	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	3%	0 / 10	CE4 OB08 OB09 CT12
12	Actividad Práctica de Laboratorio	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	3%	0 / 10	OB08 OB09 CE4 CT12
14	Actividad Práctica de Laboratorio	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	3%	0 / 10	OB08 OB09 CB04 CT12

14	Actividad Práctica de Laboratorio	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	3%	0 / 10	OB08 OB09 CT12
15	Actividad Práctica de Laboratorio	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	3%	0 / 10	OB08 OB09 CT12
15	Actividad Práctica de Laboratorio	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	3%	0 / 10	OB08 OB09 CT12
16	Actividad Práctica de Laboratorio	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	3%	0 / 10	OB08 OB09 CT12
16	Actividad Práctica de Laboratorio	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	3%	0 / 10	OB08 OB09 CT12
17	Entrega proyecto (Parte 2)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	21:00	12.5%	/ 10	OB08 OB09 CE4 CB03 CB04 CT12 CB01

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	03:00	75%	/ 10	CE4 CB03 CB04 CB01
17	Entrega proyecto (Parte 1 y Parte 2)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	21:00	25%	/ 10	OB08 OB09 CE4 CB03 CB04 CT12 CB01

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen y entrega del proyecto para la convocatoria extarodinaria	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	03:00	100%	/ 10	OB08 OB09 CE4 CB03 CB04 CT12 CB01

7.2. Criterios de evaluación

Evaluación Continua: Los Criterios indicados en el cronograma

Ecaluación sólo Prueba Final: Dos parciales de 3,5% cada uno, y un trabajo de curso de 2,5%

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.; BUCK, J.R. Tratamiento de señales en tiempo discreto. Prentice-Hall, 2000	Bibliografía	Texto básico para el estudio de métodos matemáticos para tratamiento de señales discretas

Moodle: https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales	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 http://www.cl.cam.ac.uk/teaching/0910/DSP/
Instrumentación de Laboratorio:	Equipamiento	Ordenadores personales
Matlab	Equipamiento	Software matemático con licencia UPM

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Durante las 8 primeras semanas las clases se imparten en el laboratorio de Matemáticas, Local: 3103, mientras que en las 8 últimas semanas se imparten en el laboratorio 4401 del departamento de Sistemas Informáticios.