



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

615001057 - Procesamiento Digital De La Señal

PLAN DE ESTUDIOS

61CI - Grado En Ingeniería De Computadores

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - 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 | 615001057 - 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 | Inglés/Castellano |
| Titulación | 61CI - Grado en Ingeniería de Computadores |
| Centro responsable de la titulación | 61 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería De Sistemas Informáticos |
| Curso académico | 2024-25 |

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

| Nombre | Despacho | Correo electrónico | Horario de tutorías * |
|--|-----------------|---------------------------|--|
| Juan Jose Martin Sotoca (Coordinador/a) | 2106 | juan.martin.sotoca@upm.es | Sin horario. Serán publicadas en moodle. |
| Luis Miguel Pozo Coronado | 2004 | lm.pozo@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

RA491 - Aplica métodos de DataScience en análisis de patrones temporales

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.

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.

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

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

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

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

With this subject, we intend to cover the mathematical foundations of Digital Signal Processing. The mathematical tools thus presented can also be applied in other fields, such as Systems Control and Image Processing. Matlab shall be the software used in the learning and evaluation activities.

Classes will be in English.

5.2. Temario de la asignatura

1. Introduction to Digital Signal Processing
2. Sinusoids and spectrum representation
3. Sampling and aliasing
4. FIR Filters and its frequency response
5. Discrete-time Fourier transform
6. Discrete Fourier Transform and Fast Fourier transform
7. z-transform
8. IIR Filters
9. Additional subjects: Adaptive filtering, voice analysis

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

| Sem | Actividad tipo 1 | Actividad tipo 2 | Tele-enseñanza | Actividades de evaluación |
|-----|--|---|----------------|---|
| 1 | Sesión teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Sesión de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | |
| 2 | Sesión teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Sesión de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Lab assignment 1 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 04:00 |
| 3 | Sesión teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Sesión de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Lab assignment 2 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 04:00 Moodle questionnaire ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:30 |
| 4 | Sesión teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Sesión de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | |
| 5 | Sesión teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Sesión de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Lab assignment 3 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 04:00 |
| 6 | Sesión teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Sesión de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Moodle questionnaire ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:30 |
| 7 | Sesión teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Sesión de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Lab assignment 4 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 04:00 |
| 8 | Sesión teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Theory test Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación | Sesión de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio Lab test Duración: 00:45 OT: Otras actividades formativas / Evaluación | | Theory test EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00 Lab test EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial |

| | | | | |
|----|---|---|--|---|
| | | | | Duración: 00:45 |
| 9 | <p>Sesión teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> | <p>Sesión de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> | | <p>Lab assignment 5 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 04:00</p> <p>Moodle questionnaire ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:30</p> |
| 10 | <p>Sesión teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> | <p>Sesión de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> | | <p>Lab assignment 6 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 04:00</p> |
| 11 | <p>Sesión teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> | <p>Sesión de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> | | |
| 12 | <p>Sesión teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> | <p>Sesión de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> | | <p>Lab assignment 7 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 04:00</p> <p>Moodle questionnaire ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:30</p> |
| 13 | <p>Sesión teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> | <p>Sesión de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> | | |
| 14 | <p>Sesión teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> | <p>Sesión de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> | | <p>Lab assignment 8 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 04:00</p> |
| 15 | <p>Sesión teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> | <p>Sesión de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> | | <p>Moodle questionnaire ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:30</p> |
| 16 | | | | |
| | | | | <p>Theory test EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:20</p> <p>Lab test EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:40</p> <p>Theory test EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> |

| | | | | |
|----|--|--|--|--|
| 17 | | | | <p>Evaluación Global Presencial Duración: 01:20</p> <p>Lab test EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Global Presencial Duración: 00:40</p> <p>Practical case TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Global Presencial Duración: 01:00</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.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

| Sem. | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|------|----------------------|--|---------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| 2 | Lab assignment 1 | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo | No Presencial | 04:00 | 6.25% | / 10 | CT12 OB08 OB09 |
| 3 | Lab assignment 2 | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo | No Presencial | 04:00 | 6.25% | / 10 | CT12 OB08 OB09 |
| 3 | Moodle questionnaire | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | No Presencial | 00:30 | 2% | / 10 | OB08 |
| 5 | Lab assignment 3 | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo | No Presencial | 04:00 | 6.25% | / 10 | CT12 OB08 OB09 |
| 6 | Moodle questionnaire | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | No Presencial | 00:30 | 2% | / 10 | OB08 |
| 7 | Lab assignment 4 | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo | No Presencial | 04:00 | 6.25% | / 10 | CT12 OB08 OB09 |
| 8 | Theory test | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 01:00 | 15% | / 10 | OB08 OB09 |
| 8 | Lab test | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | Presencial | 00:45 | 5% | / 10 | CT12 OB08 OB09 |

| | | | | | | | |
|----|----------------------|--|---------------|-------|-------|------|----------------------|
| 9 | Lab assignment 5 | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo | No Presencial | 04:00 | 6.25% | / 10 | CT12 OB08 OB09 |
| 9 | Moodle questionnaire | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | No Presencial | 00:30 | 2% | / 10 | OB08 |
| 10 | Lab assignment 6 | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo | No Presencial | 04:00 | 6.25% | / 10 | CT12 OB08 OB09 |
| 12 | Lab assignment 7 | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo | No Presencial | 04:00 | 6.25% | / 10 | CT12 OB08 OB09 |
| 12 | Moodle questionnaire | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | No Presencial | 00:30 | 2% | / 10 | OB08 |
| 14 | Lab assignment 8 | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo | No Presencial | 04:00 | 6.25% | / 10 | CT12 OB08 OB09 |
| 15 | Moodle questionnaire | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | No Presencial | 00:30 | 2% | / 10 | OB08 |
| 17 | Theory test | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 01:20 | 15% | / 10 | OB08 OB09 |
| 17 | Lab test | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | Presencial | 00:40 | 5% | / 10 | CT12 OB08 OB09 |

7.1.2. Prueba evaluación global

| Sem | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|-----|-------------|--|------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| 17 | Theory test | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 01:20 | 40% | / 10 | OB08 OB09 |
| 17 | Lab test | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | Presencial | 00:40 | 10% | / 10 | CT12 OB08 OB09 |

| | | | | | | | |
|----|----------------|---|------------|-------|-----|------|----------------------|
| 17 | Practical case | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | Presencial | 01:00 | 50% | / 10 | CT12 OB08 OB09 |
|----|----------------|---|------------|-------|-----|------|----------------------|

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

| Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|----------------|--|------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| Lab test | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | Presencial | 00:40 | 10% | / 10 | CT12 OB08 OB09 |
| Theory test | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 01:20 | 40% | / 10 | OB08 OB09 |
| Practical case | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | Presencial | 01:00 | 50% | / 10 | CT12 OB08 OB09 |

7.2. Criterios de evaluación

Progressive evaluation consists of theory (40 %) and lab (60%) activities.

Theory activities include five online questionnaires to be answered using the moodle platform. The account for 10% of the final grade. There are also two written tests, each of one weighing 15% of the final grade. The first written test and the online questionnaires can be taken again in the date of the second written test, by taking a global theory test, which would account for 40 % of the final grade.

Lab activities consist of eight lab assignments, that can be done individually or in pairs and account for 6.25 % of the final grade each, and two lab tests, that must be taken individually and have a weight of 5 % each. It is possible to recover from a failure in the first lab test in the date of the second lab test, by taking a global lab test that accounts for 10 % of the final grade.

In case of choosing evaluation by final test only, the student will have to take the global theory test (40 %), the lab test (10 %), and the global practical case (50 %) that consists in solving two lab activities on the test day.

Extraordinary evaluation will also consist on the realization of the global theory (40 %) and lab (10 %) tests, and the

global practical case (50 %) that consists in solving two lab activities on the test day.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre | Tipo | Observaciones |
|---|--------------|--|
| McCLELLAN, J; SCHAFER, R; YODER, M: DSP First. Pearson, 2017. | Bibliografía | Textbook. |
| BRIGHAM, E.O.: The fast Fourier transform and its applications. Prentice-Hall, 1988. | Bibliografía | Supplementary textbook |
| CARTWRIGHT, M.: Fourier methods for mathematicians, scientists and engineers. Ellis Horwood, 1990. | Bibliografía | Supplementary textbook |
| OPPENHEIN, A.V.; SCHAFER, R.W. Tratamiento de señales en tiempo discreto. Prentice-Hall, 2000 | Bibliografía | Supplementary textbook |
| OPPENHEIN, A.V; WILLISKY, A.S.; HAMID, S. Signals and systems. Prentice-Hall, 1996. | Bibliografía | Supplementary textbook |
| 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 | Online course, available in http://www.cl.cam.ac.uk/teaching/0910/DSP/ |
| Lab Equipment | Equipamiento | Personal Computers |
| Matlab | Equipamiento | Mathematical Software with UPM license. |

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

This subject is taught in English.