

**ANX-PR/CL/001-02**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Procesamiento digital de la señal

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2014-15 - Segundo semestre

**FECHA DE PUBLICACIÓN**

Diciembre - 2014

## Datos Descriptivos

---

|  |  |
|--|--|
| <b>Nombre de la Asignatura</b>             | Procesamiento digital de la señal      |
| <b>Titulación</b>                          | 10II - Grado en Ingeniería Informática |
| <b>Centro responsable de la titulación</b> | E.T.S. de Ingenieros Informaticos      |
| <b>Semestre/s de impartición</b>           | Sexto semestre                         |
| <b>Materia</b>                             | Optatividad                            |
| <b>Carácter</b>                            | Optativa                               |
| <b>Código UPM</b>                          | 105000043                              |

## Datos Generales

---

|                              |            |                                     |               |
|------------------------------|------------|-------------------------------------|---------------|
| <b>Créditos</b>              | 6          | <b>Curso</b>                        | 3             |
| <b>Curso Académico</b>       | 2014-15    | <b>Período de impartición</b>       | Febrero-Junio |
| <b>Idioma de impartición</b> | Castellano | <b>Otros idiomas de impartición</b> |               |

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Superadas

El plan de estudios Grado en Ingeniería Informática no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Ingeniería Informática no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

El coordinador de la asignatura no ha definido asignaturas previas recomendadas.

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

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

## 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.

## Resultados de 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.

## Profesorado

---

### Profesorado

| Nombre   | Despacho | e-mail                   | Tutorías        |
|--|----------|--------------------------|-----------------|
| Tabernero Galan, Antonio<br><b>(Coordinador/a)</b> | 5002     | antonio.tabernero@upm.es | Ver AulaVirtual |
| Dopazo Gonzalez, Esther                            | 5211     | esther.dopazo@upm.es     | Ver AulaVirtual |
| Crespo Del Arco, Jose                              | 2311     | jose.crespo@upm.es       | Ver AulaVirtual |

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

## Descripción de la Asignatura

---

En el campo de las comunicaciones y procesado de señal cada vez es más habitual que tareas que se realizaban en hardware se implementen 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 del procesado digital de la señal, así como su implementación (laboratorios en MATLAB). Asimismo se presentarán algunas aplicaciones que ilustren el interés de este tipo de técnicas.

## Temario

---

1. BLOQUE 1 / TEMA 1. Introducción al procesado digital. Operaciones básicas.
  - 1.1. Situación de la asignatura en el contexto del Grado en Informática.
  - 1.2. Introducción al DSP y sus operaciones básicas: convolución, filtrado, etc. y su implementación en MATLAB.
  - 1.3. Manejo / Adquisición de señales (audio, imágenes, video) en MATLAB.
2. BLOQUE 1 / Tema 2: Señales básicas. Dominio de frecuencias. Muestreo.
  - 2.1. Sinusoides: amplitud, frecuencia y fase. Uso de fasores y exponenciales complejas. Señales aleatorias, impulsos, escalón. Introducción a números complejos.
  - 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, aliasing, filtros antialiasing.
3. BLOQUE 1 / Tema 3: Sistemas digitales. Filtros IIR y FIR.
  - 3.1. Clasificación de sistema discretos. Respuesta de impulso de un SLI Respuesta en frecuencias: filtros pasabajo, pasoalto, etc.
  - 3.2. Teorema de convolución Sistemas Lineales Invariantes (SLI): ecuaciones en diferencias lineales.
  - 3.3. Parámetros básicos de filtros. Diseño de filtros con MATLAB
4. BLOQUE 1 / Tema 4: Transformada Discreta de Fourier
  - 4.1. Transformada discreta de Fourier (DFT). y algoritmo rápido de DFT (FFT).
  - 4.2. Transformada local de Fourier.
5. BLOQUE 2: IMPLEMENTACIÓN Y APLICACIONES
  - 5.1. Presentación de diversas aplicaciones de DSP.
  - 5.2. Realización de prácticas y trabajo en laboratorio durante el curso

## Cronograma

**Horas totales:** 64 horas

**Horas presenciales:** 64 horas (41%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

| Semana    | Actividad Presencial en Aula  | Actividad Presencial en Laboratorio  | Otra Actividad Presencial | Actividades Evaluación   |
|-----------|---|--|---------------------------|--|
| Semana 1  | <b>Clase Aula</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Clase Lab</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           |  |
| Semana 2  | <b>Clase Aula</b><br>Duración: 02:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas | <b>Clase Lab</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           |  |
| Semana 3  | <b>Clase Aula</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Clase Lab</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           |  |
| Semana 4  | <b>Clase Aula</b><br>Duración: 02:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas | <b>Clase Lab</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           |  |
| Semana 5  | <b>Clase Aula</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Clase Lab</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           |  |
| Semana 6  | <b>Clase Aula</b><br>Duración: 02:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas | <b>Clase Lab</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           | <b>Problemas, pruebas de tipo test o cuestiones de respuesta corta. REPARTIDOS DURANTE el CURSO de forma individual o por parejas. Pueden ser o no presenciales.</b><br><br>Duración: 00:00<br>OT: Otras técnicas evaluativas<br>Evaluación continua<br>Actividad presencial |
| Semana 7  | <b>Clase Aula</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Clase Lab</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           |  |
| Semana 8  | <b>Clase Aula</b><br>Duración: 02:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas | <b>Clase Lab</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           |  |
| Semana 9  | <b>Clase Aula</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Clase Lab</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           |  |
| Semana 10 | <b>Clase Aula</b><br>Duración: 02:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas | <b>Clase Lab</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           |  |
| Semana 11 | <b>Clase Aula</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Clase Lab</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           |  |

|           |  |   |  |  |
|-----------|--|---|--|--|
| Semana 12 | <p><b>Clase Aula</b><br/>Duración: 02:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | <p><b>Clase Lab</b><br/>Duración: 02:00<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> |  | <p><b>Entregas de clase y Practicas de la parte de Laboratorio. SE DISTRIBUIRAN DURANTE el CURSO y se entregarán de forma individual o por parejas.</b><br/><br/>Duración: 00:00<br/>OT: Otras técnicas evaluativas<br/>Evaluación continua<br/>Actividad presencial</p>   |
| Semana 13 | <p><b>Clase Aula</b><br/>Duración: 02:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>  | <p><b>Clase Lab</b><br/>Duración: 02:00<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> |  |  |
| Semana 14 | <p><b>Clase Aula</b><br/>Duración: 02:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | <p><b>Clase Lab</b><br/>Duración: 02:00<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> |  |  |
| Semana 15 | <p><b>Clase Aula</b><br/>Duración: 02:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>  | <p><b>Clase Lab</b><br/>Duración: 02:00<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> |  |  |
| Semana 16 | <p><b>Clase Aula</b><br/>Duración: 02:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | <p><b>Clase Lab</b><br/>Duración: 02:00<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> |  | <p><b>Examen/Test individual de LABORATORIO.</b><br/><br/>Duración: 00:00<br/>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas<br/><br/>Evaluación continua<br/>Actividad presencial</p>   |
| Semana 17 |  |   |  | <p><b>Examen escrito de problemas</b><br/><br/>Duración: 01:45<br/>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br/>Evaluación sólo prueba final<br/>Actividad presencial<br/><br/><b>Examen Laboratorio</b><br/><br/>Duración: 01:45<br/>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas<br/><br/>Evaluación sólo prueba final<br/>Actividad presencial</p> |

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

| Semana | Descripción   | Duración | Tipo evaluación              | Técnica evaluativa                       | Presencial | Peso | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|--------|---|----------|------------------------------|--|------------|------|-------------|------------------------|
| 6      | Problemas, pruebas de tipo test o cuestiones de respuesta corta. REPARTIDOS DURANTE el CURSO de forma individual o por parejas. Pueden ser o no presenciales. | 00:00    | Evaluación continua          | OT: Otras técnicas evaluativas           | Sí         | 50%  | 3 / 10      | CG-1/21                |
| 12     | Entregas de clase y Practicas de la parte de Laboratorio. SE DISTRIBUIRAN DURANTE el CURSO y se entregarán de forma individual o por parejas.                 | 00:00    | Evaluación continua          | OT: Otras técnicas evaluativas           | Sí         | 35%  | 3 / 10      | Ce 44, CG-1/21         |
| 16     | Examen/Test individual de LABORATORIO.  | 00:00    | Evaluación continua          | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | Sí         | 15%  | 2 / 10      | CG-1/21                |
| 17     | Examen escrito de problemas   | 01:45    | Evaluación sólo prueba final | EX: Técnica del tipo Examen Escrito      | Sí         | 50%  | 3 / 10      | CG-1/21, Ce 44         |
| 17     | Examen Laboratorio  | 01:45    | Evaluación sólo prueba final | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | Sí         | 50%  | 3 / 10      | CG-1/21, Ce 44         |

## Criterios de Evaluación

El método de evaluación de la asignatura es el de evaluación continua.

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

### Evaluación habitual (continua):

Para poder ser evaluado de manera continua se requiere una asistencia del 70% a 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" y que también se

reflejan en la siguiente tabla:

| TIPO  | Carácter    | Mínimo | Porcentaje |
|---|-------------|--------|------------|
| 1) Ejercicios de concepto (en clase o para realizar en casa)    | Obligatorio | 3      | 50%        |
| 2) Entregas en el laboratorio, prácticas, examen computacional. | Obligatorio | 3      | 50%        |

1) Durante el curso se propondrán **problemas** a resolver por el alumno, **pruebas de tipo test o cuestiones** de respuesta corta. Según se indique, los problemas se realizarán de forma individual o por parejas y se entregarán en la fecha indicada. Las posibles pruebas se llevarán a cabo durante las horas de clase.

2) Igualmente, la parte de laboratorio (implementación) se evaluará a través de entregas de clases, prácticas y una prueba final (con ejercicios similares a los realizados durante el curso). Se trata de evaluar la capacidad de implementar los algoritmos y métodos aprendidos en el entorno de MATLAB. En las prácticas utilizaremos las técnicas aprendidas en varias aplicaciones



reales (Software Radio, Comunicaciones, señal GPS, filtros adaptativos, etc.) Las fechas de las entregas y pruebas serán debidamente anunciadas a través de Aula Virtual.

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

**Evaluación única (sólo prueba final):**

De acuerdo con la normativa de exámenes (artículo 20.2) de la universidad, se permite una evaluación única, no continua, para aquellos alumnos que así lo soliciten. Los alumnos que lo deseen deberán solicitarlo por escrito al coordinador de la asignatura en un plazo no superior a 30 días tras el inicio de las clases.

Esta evaluación consistirá en un examen con una parte de problemas/test y otra práctica (aula informática) cada una con igual peso, y que se realizará en las fechas establecidas por jefatura de estudios al final del semestre.

**Examen Extraordinario de Julio:**

Acorde a la normativa de la universidad, se establece una convocatoria extraordinaria que se evaluará a través del método de sólo prueba final.

## Recursos Didácticos

| Descripción  | Tipo         | Observaciones                  |
|--|--------------|--------------------------------|
| "DSP first, A multimedia approach" McClelland, Schafer, Yoder<br>1998 Prentice Hall  | Bibliografía |                                |
| "Signal Processing using MATLAB" McClelland et al. MATLAB<br>Curriculum Series, Prentice Hall                                    | Bibliografía |                                |
| "Tratamiento de Señales en tiempo discreto", Oppenheim, Schafer<br>Prentice Hall Processing Series                               | Bibliografía |                                |
| "Tratamiento Digital de Señales: Principios, Algoritmos y<br>aplicaciones" John G. Proakis. Dimitris G. Manolakis, Prentice-Hall | Bibliografía |                                |
| "Schaum's Outline of Digital Signal Processing", Monson Hayes,<br>McGraw-Hill, 2ª ed., 2011                                      | Bibliografía |                                |
| "Schaum's Outline of Signals and Systems", Hwei Hsu,<br>McGraw-Hill, 3ª ed., 2013.   | Bibliografía |                                |
| <a href="http://web3.fi.upm.es/AulaVirtual">http://web3.fi.upm.es/AulaVirtual</a>  | Recursos web | Curso Moodle de la asignatura. |
| Aula Informática (a determinar)  | Equipamiento |                                |