

**GRUPOS:** A y B

**CÓDIGO:** 13114

**NOMBRE:** Introducción al Procesado Digital de Señales.

**TIPO:** Obligatorio

**TITULACIÓN:** Ingeniería Técnica de Telecomunicación, especialidad Sistemas Electrónicos.

**DEPARTAMENTO:** Ingeniería Electrónica

**CURSO RECOMENDADO:** segundo

**AÑO ACADÉMICO:** 2009-2010

**PERÍODO:** 1<sup>er</sup> cuatrimestre

**CRÉDITOS TEÓRICOS:** 4.5

**CRÉDITOS PRÁCTICOS:** 3

**PROFESORES RESPONSABLES:**

**Marcelino Martínez Sober**

([marcelino.martinez@uv.es](mailto:marcelino.martinez@uv.es)) (Grupo A)

**Emilio Soria Olivas**

([emilio.soria@uv.es](mailto:emilio.soria@uv.es)) (Grupo B)

**PAGINA WEB:** <http://www.uv.es/~martsobm/>

### **OBJETIVOS:**

En esta asignatura se introducen las nociones básicas del procesado digital de señales. Los temas desarrollados se inician en el proceso de muestreo de las señales analógicas. Se describen las herramientas para el estudio de los sistemas lineales, y se introducen la transformada Z como herramienta básica en el estudio de dichos sistemas. Se hace un análisis de los mismos en el dominio temporal y frecuencial. Dichos conceptos serán utilizados posteriormente por otras asignaturas que forman la titulación

### **PROGRAMA DE TEORIA**

#### Bloque 1. Fundamentos.

#### **TEMA 1:**

1. Introducción al procesado Digital de Señales.
  - 1.1. Perspectiva Histórica
  - 1.2. Aplicaciones del procesado digital de la señal.
  - 1.3. Ventajas de un sistema digital sobre uno analógico.
  - 1.4. Elementos básicos de un sistema de procesado digital.

#### **TEMA 2:**

2. Conversión A/D y D/A.
  - 2.1. Señales sinusoidales continuas.
  - 2.2. Conversión analógica digital
    - 2.2.1. Muestreo de Sinusoides.
    - 2.2.2. El Teorema de Muestreo. Discusión y Ejemplos
    - 2.2.3. Cuantización y Codificación de señales.
      - 2.2.3.1. Resolución de un conversor
      - 2.2.3.2. Relación señal ruido en la conversión AD
      - 2.2.3.3. Codificación de Señales
  - 2.3. Conversión D/A. Reconstructores.
    - 2.3.1. Funcionamiento del conversor Continuo Discreto: interpolación
    - 2.3.2. Reconstructor de orden 0
    - 2.3.3. Reconstructor de orden 1.
  - 2.4. Revisión de los elementos de un sistema de procesado digital.

#### **TEMA 3:**

3. Señales y sistemas en tiempo discreto.
  - 3.1. Secuencias discretas básicas: operaciones.
  - 3.2. Clasificación de señales en tiempo discreto

- 3.2.1. Señales de Energía y Señales de Potencia
- 3.2.2. Señales periódicas y aperiódicas.
- 3.2.3. Señales simétricas y antisimétricas
- 3.3. Sistemas en tiempo discreto.
  - 3.3.1. Definición. Ejemplos.
  - 3.3.2. Sistemas con y sin memoria.
  - 3.3.3. Sistemas Lineales.
  - 3.3.4. Sistemas Invariante Temporales.
  - 3.3.5. Sistemas Causales
  - 3.3.6. Sistemas Estables.
- 3.4. Representación se sistemas mediante diagramas de bloques
- 3.5. Sistemas lineales e invariantes en el tiempo (LTI)
  - 3.5.1. Descripción de señales utilizando impulsos.
  - 3.5.2. Convolución.
  - 3.5.3. Causalidad y estabilidad en sistemas LTI
  - 3.5.4. Sistemas con respuesta impulsional finita (FIR) e infinita (IIR)
  - 3.5.5. Sistemas recursivos y no recursivos.
- 3.6. Ecuaciones en diferencias con coeficientes constantes.
- 3.7. Correlación de señales
  - 3.7.1. Autocorrelación y correlación cruzada
  - 3.7.2. Relación entre correlación y convolución
  - 3.7.3. Coeficiente de Correlación
  - 3.7.4. Ejemplos de aplicación

## Bloque 2. Análisis e implementación de Sistemas Discretos

### **TEMA 4:**

- 4. Transformada Z.
  - 4.1. Definición: región de convergencia.
  - 4.2. Propiedades. Ejemplos
  - 4.3. La transformada Z inversa.
    - 4.3.1. Método de inspección.
    - 4.3.2. Descomposición en fracciones simples.
    - 4.3.3. Desarrollo en serie de potencias
  - 4.4. Análisis de sistemas LTI usando la transformada Z.
    - 4.4.1. Función de transferencia de un sistema.
    - 4.4.2. Diagrama de polos y ceros.
    - 4.4.3. Comportamiento temporal de un sistema según la localización de ceros y polos.
    - 4.4.4. Causalidad, estabilidad región de convergencia y diagrama de polos y ceros.

### **TEMA 5:**

- 5. Estructuras de sistemas en tiempo discreto.
  - 5.5. Introducción.
  - 5.6. Representación de ecuaciones en diferencias con coeficientes constantes mediante diagramas de bloques
  - 5.7. Forma directa I.
  - 5.8. Forma directa II.
  - 5.9. Formas traspuestas.
  - 5.10. Descomposiciones en paralelo.  
Descomposiciones en cascada.

## Bloque 3. Diseño de Sistemas discretos

### **TEMA 6:**

- 6. Análisis de Fourier para Señales y Sistemas Discretos.

- 6.5. Respuesta en frecuencia de un sistema LTI: transformada de Fourier
- 6.6. Propiedades de la transformada de Fourier.
- 6.7. Periodicidad de la respuesta en frecuencia.
- 6.8. Respuesta de un sistema LTI ante una senoide: funciones propias de un sistema.
- 6.9. Respuesta de un sistema LTI ante la aplicación súbita de exponenciales complejas: Respuesta transitoria y estacionaria.
- 6.10. Relación entre la transformada de Fourier y la transformada Z.
- 6.11. Cálculo de la respuesta en frecuencia para sistemas LTI.
  - 6.11.1. Sistemas de primer orden.
  - 6.11.2. Sistemas de segundo orden.
- 6.12. Interpretación geométrica de la respuesta en frecuencia a partir del diagrama de polos y ceros.

#### Bloque 4. Aplicaciones

#### TEMA 7:

- 7. Técnicas de diseño de filtros.
  - 7.5. Filtros: Definición y tipos.
  - 7.6. Diseño de filtros por ubicación de ceros y polos.
    - 7.6.1. Resonadores Digitales
    - 7.6.2. Osciladores sinusoidales
    - 7.6.3. Filtros ranura (*notch filters*)
    - 7.6.4. Filtros peine (*comb filters*)
  - 7.7. Ejemplos de diseño.

#### LABORATORIO:

	<b>Semana</b>
<b><u>Práctica 1.</u></b> - Introducción al programa MATLAB.	28 Sep
<b><u>Práctica 2.</u></b> - Muestreo de Señales.	19 Oct
<b><u>Práctica 3.</u></b> - Cuantificación.	26 Oct
<b><u>Práctica 4.</u></b> - Convolución y ecuaciones en diferencias.	02 Nov
<b><u>Práctica 5.</u></b> - Mini Proyecto Sesión 1. Búsqueda de información, reparto de tareas y adquisición de señales	09 Nov
<b><u>Práctica 6.</u></b> - La transformada Z.	16 Nov
<b><u>Práctica 7.</u></b> - Mini Proyecto Sesión 2. Programación y verificación de algoritmos, adquisición de señales.	23 Nov
<b><u>Práctica 8.</u></b> - Respuesta en frecuencia de los sistemas discretos.	30 Dic
<b><u>Práctica 9.</u></b> - Mini Proyecto Sesión 3. Análisis de resultados, elaboración de la memoria.	14 Dic
<b><u>Práctica 10.</u></b> - Examen de Laboratorio.	11 Ene

Las semanas del 5 de octubre 7 de diciembre y 4 de enero no habrá laboratorio.

#### EXAMEN:

**El examen de laboratorio de la convocatoria oficial se realizara al acabar el examen teórico**

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

### Teoría

"Tratamiento de Señales en Tiempo Discreto". Oppenheim, A.V.; Schafer, R.W.; Buck J.R. Prentice Hall, 2000. ISBN: 84-205-2987-7

"Tratamiento Digital de Señales: Principios, Algoritmos y Aplicaciones". Proakis, J.G.; Manolakis, D.G. Prentice Hall, 1998. ISBN:84-8322-000-8

"Introduction to Signal Processing". Orfanidis, S.J. Prentice-Hall. 1996. ISBN: 0-13-240334-X

"Señales y Sistemas". Oppenheim, A.V.; Willsky, A.S.; Young, I.T. Prentice-Hall. 1997. ISBN: 970-17-0116-X

### Problemas resueltos

"Tratamiento Digital de Señales: Problemas y Ejercicios Resueltos". Soria, E., Martínez M., Francés, J.V., Camps, G., Pearson Prentice-Hall. 2003. ISBN: 84-205-3559-1X

"Schaum's Outlines of Theory and Problems of Digital Signal Processing". Monson H. Hayes. McGraw-Hill 1999. ISBN:0-07-027389-8

"Digital Signal Processing Using Matlab". Ingle, V., Proakis J.G. Brooks/Cole Thomson Learning. 2000. ISBN:0-534-37174-4

## MÉTODO DE EVALUACIÓN:

### Módulo teórico:

Se evaluará mediante la realización de un examen al final del cuatrimestre, consistente en cuestiones relacionadas con los temas estudiados. El valor de cada cuestión aparecerá en la hoja de examen

### Módulo de laboratorio:

Se realizará un examen, para los alumnos que asistan al laboratorio, en la sesión número 10, cuyo valor será el 50% de la nota de laboratorio. Se realizará un miniproyecto supondrá el 40% de la nota y el 10% restante se obtendrá de la evaluación continua de cada una de las sesiones.

Habrà un examen de laboratorio, el día de la convocatoria oficial, al que podrán presentarse los alumnos que no hayan asistido a las sesiones de laboratorio o que deseen mejorar su nota que constituirá el 100% de la nota de laboratorio.

La nota final del módulo será la media ponderada (por número de créditos) de ambas calificaciones. **Para calcular dicha media será imprescindible obtener, al menos, una nota de 4 en ambos exámenes.** De no cumplirse esta condición, la calificación total será de Suspenso.

La puntuación será:

<5: Suspenso [5-7[: Aprobado [7-8.5[: Notable [8.5-10]: Sobresaliente

La concesión de matrículas de honor (hasta un máximo de 1 por cada 20 alumnos o fracción), es facultativa, y será adjudicada, en todo caso, entre los alumnos que obtengan las puntuaciones más altas (calificación mínima de Sobresaliente).

**PRERREQUISITOS RECOMENDADOS:** No los hay.