



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Telecomunicación

UPCT



GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA:

TRATAMIENTO DIGITAL DE SEÑAL

(DIGITAL SIGNAL PROCESSING)

Titulación/es: Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación

1. Datos de la asignatura

Nombre	Tratamiento digital de señal (Digital Signal Processing)				
Materia*	Tratamiento Digital de Señal				
Módulo*	Tecnología específica: Sistemas de Telecomunicación				
Código	504104001				
Titulación	Grado en Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación				
Plan de estudios	2010				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación				
Tipo	Obligatoria				
Periodo lectivo	Cuatrimstral (C1)	Cuatrimestre	1	Curso	4
Idioma	Español				
ECTS	6	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	180

* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	Rafael Verdú Monedero		
Departamento	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones		
Área de conocimiento	Teoría de la Señal y Comunicaciones		
Ubicación del despacho	Despacho 1, edificio Antigones (primera planta)		
Teléfono	968 32 6530	Fax	968 32 5973
Correo electrónico	rafael.verdu@upct.es		
URL / WEB	www.tic.upct.es/rafael.verdu/		
Horario de atención / Tutorías	Consultar en la web del departamento TIC: http://www.tic.upct.es/index.php/tutorias/		
Ubicación durante las tutorías	En el despacho		

Perfil Docente e investigador	Profesor Titular de Universidad Ingeniero de Telecomunicación por la UPV (2000) Doctor por la UPCT en Teoría de la Señal (2005)
Experiencia docente	Profesor en la UPCT desde el curso 2001-2002. Quinquenios docentes reconocidos (3): <ul style="list-style-type: none"> • 1º: 2001-2006, • 2º: 2007-2011, • 3º: 2012-2016 Asignaturas: Sistemas Lineales, Tratamiento Digital de la Señal, Procesado de Señales Acústicas e Imágenes
Líneas de Investigación	Sexenios de investigación reconocidos (2): <ul style="list-style-type: none"> • 1º: 2001-2006, • 2º: 2007-2012 Grupo de investigación: Teoría y Tratamiento de la Señal (GTTS) Temas de investigación: Procesado digital de imagen, segmentación de imagen, Morfología matemática, modelos deformables, registro de imagen
Experiencia profesional	Desarrollo de proyectos relacionados con procesado de señal
Otros temas de interés	innovación docente

Profesor	Juan Morales Sánchez		
Departamento	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones		
Área de conocimiento	Teoría de la Señal y Comunicaciones		
Ubicación del despacho	Despacho 10, edificio Antigones (primera planta)		
Teléfono	968 33 5372	Fax	968 32 5973
Correo electrónico	juan.morales@upct.es		
URL / WEB			
Horario de atención / Tutorías	Consultar en la web del departamento TIC: http://www.tic.upct.es/index.php/tutorias/		
Ubicación durante las tutorías	En el despacho		

Perfil Docente e investigador	Profesor Titular de Universidad Doctor por la UPCT en Teoría de la Señal
Experiencia docente	Tratamiento Digital de la Señal, Teoría de la Comunicación, Procesado de Señales Acústicas e Imágenes
Líneas de Investigación	Registro de imagen
Experiencia profesional	Desarrollo de proyectos relacionados con procesado de señal
Otros temas de interés	

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

Esta asignatura pretende familiarizar al alumno con los sistemas discretos digitales. Para ello comienza revisando los conceptos básicos de señales y sistemas discretos, así como mostrando ejemplos prácticos de aplicaciones habituales de audio e imagen. A continuación se introduce al alumno las herramientas para el análisis de señales y sistemas discretos en el dominio transformado, con el objetivo de dotarle de otro punto de vista además del que poseen del dominio del tiempo. Por último, el objetivo de la asignatura es que el alumno relacione los aspectos teóricos y prácticos aprendidos para que sea capaz de diseñar un sistema discreto muy frecuente en las aplicaciones de comunicaciones del mundo real: un filtro paso-bajo digital.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

El programa de la asignatura se ha estructurado en tres bloques temáticos :

1. Fundamentos y procesamiento discreto de señales.
2. Transformadas de señales discretas.
3. Aplicaciones del procesamiento digital de señal.

Con esta asignatura se proporcionará la competencia “Diseño y construcción de los subsistemas que integran los sistemas de comunicación, como son los circuitos y subsistemas de radiofrecuencia, los circuitos y subsistemas de Microondas, las antenas, los sistemas de procesamiento digital de la señal” para el perfil profesional.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura extiende conceptos y herramientas de análisis y diseño de señales y sistemas discretos (digitales), algunos de ellos previamente introducidos en las asignaturas “Sistemas Lineales” (2º curso, 1º cuatrimestre) y “Teoría de la Comunicación” (2º curso, 2º cuatrimestre). Estas asignaturas proporcionan una formación básica en aspectos relacionados con Teoría de la Señal al alumno del Grado en Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación.

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se recomienda haber cursado las asignaturas: Sistemas Lineales, Teoría de la Comunicación, Comunicaciones Digitales y Análisis y Diseño de Circuitos.

3.6. Medidas especiales previstas

Tal como recoge el artículo 6 de la Normativa de Evaluación de la UPCT, el Vicerrectorado correspondiente podrá establecer adaptaciones especiales en la metodología y el desarrollo de enseñanzas para los estudiantes que padezcan algún tipo de discapacidad o alguna limitación, así como para estudiantes extranjeros que puedan tener dificultades con el idioma, a efectos de posibilitarles la continuación de los estudios.



Estos alumnos deben ponerse en contacto con el profesor responsable de la asignatura al principio del cuatrimestre en el que se imparte.

4. Competencias y resultados del aprendizaje

4.1. Competencias básicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

CG3 - Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CG3 - Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

4.3. Competencias específicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

ST6 - Capacidad para analizar, codificar, procesar y transmitir información multimedia empleando técnicas de procesamiento analógico y digital de señal.

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

TR3 - Aprender de forma autónoma

TR5 - Aplicar a la práctica los conocimientos adquiridos

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

Al finalizar el programa formativo, el estudiante debe ser capaz de:

- Diseñar un sistema que procese señales continuas mediante un sistema discreto.
- Analizar los espectros de las secuencias en cada punto del diagrama de bloques atendiendo a parámetros como frecuencia de muestreo, y cambio de dicha frecuencia mediante bloques interpoladores y diezmadores.
- Diseñar sistemas de procesamiento por bloques con secuencias en tiempo real.
- Resolver problemas de análisis de sistemas lineales e invariantes en el tiempo mediante la transformada Z y justificar sus propiedades.
- Aplicar los métodos teóricos de diseño de filtros paso bajo digitales para obtener dicho filtro mediante software matemático.
- Relacionar el efecto sobre las señales de los diferentes filtros diseñados.
- Trabajar las representaciones tiempo-frecuencia de señales y comprender sus limitaciones de resolución.

**** Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Análisis de Fourier aplicado señales y sistemas en tiempo discreto. Transformada discreta de Fourier (DFT). Implementación de rápida de la DFT: algoritmo FFT. Transformada Z aplicada al análisis de sistemas lineales e invariantes en tiempo discreto. Técnicas de diseño de filtros en tiempo discreto.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

Unidad didáctica I.- Fundamentos y procesado discreto de señales

Tema 1. Fundamentos de señales y sistemas en tiempo discreto

- 1.1. Señales en tiempo discreto en 1D y 2D. Secuencias elementales.
Operaciones básicas con secuencias.
- 1.2. Sistemas en tiempo discreto en 1D y 2D. Propiedades de sistemas.
- 1.3. Sistemas lineales e invariantes en el tiempo. Propiedades de la convolución.
Extensión a 2D.
- 1.4. Ecuaciones en diferencias lineales de coeficientes constantes. Sistemas IIR.
Sistemas FIR.
- 1.5. Transformada de Fourier de secuencias en 1D y 2D. Propiedades de la transformada de Fourier.

Tema 2. Procesado discreto de señales en tiempo continuo

- 2.1. Introducción.
 - Propósito del procesado discreto de señales en tiempo continuo.
- 2.2. Muestreo periódico de señales en tiempo continuo
 - Concepto de muestreo periódico o uniforme de señales en tiempo continuo.
 - Modelo matemático del muestreo periódico. Conversión a tiempo discreto.
 - Análisis y representación del muestreo en el dominio del tiempo y de la frecuencia.
- 2.3. Reconstrucción de señales en tiempo continuo a partir de sus muestras.
 - Reconstrucción del muestreo periódico. El Teorema de muestreo o de Nyquist. Conversión a tiempo continuo.
 - Análisis y representación de la reconstrucción en el dominio del tiempo y de la frecuencia.
- 2.4. Procesado en tiempo discreto de señales de tiempo continuo
 - Sistema equivalente en tiempo continuo.
- 2.5. Cambio de la frecuencia de muestreo mediante procesado discreto.
 - Diezmado por un factor entero. Análisis y representación en el dominio del tiempo y de la frecuencia.
 - Interpolación por un factor entero. Análisis y representación en el dominio del tiempo y de la frecuencia.
 - Cambio por un factor racional. Análisis y representación en el dominio del tiempo y de la frecuencia.



Unidad didáctica II.- Transformadas de señales discretas

Tema 3. La transformada discreta de Fourier

- 3.1. Introducción.
- 3.2. El desarrollo en series de Fourier discreto. Relación con la Transformada de Fourier. Propiedades del desarrollo en series de Fourier discreto.
- 3.3. Muestreo de la Transformada de Fourier.
- 3.4. La transformada discreta de Fourier (DFT). Propiedades de la DFT. Convolución lineal mediante DFT. Procesado por bloques. La DFT 2D.
- 3.5. La transformada rápida de Fourier (FFT). Algoritmos de diezmado en el tiempo. Algoritmos de diezmado en la frecuencia. Coste computacional.
- 3.6. La transformada discreta del coseno (DCT). Coste computacional.

Tema 4. La transformada Z y su uso en el análisis de sistemas LTI

- 4.1. Introducción.
- 4.2. La transformada Z (TZ). Definición y convergencia. Propiedades de la región de convergencia (ROC). Relación entre la transformada Z y la transformada de Fourier. Propiedades de la transformada Z. Transformadas básicas
- 4.3. Transformada Z inversa. Expansión de funciones racionales.
- 4.4. Sistemas LTI definidos por ecuaciones en diferencias. Representación de sistemas discretos mediante diagramas bloques.
- 4.5. Análisis de sistemas LTI mediante la transformada Z. Causalidad. Estabilidad. Sistema inverso. Sistema de fase mínima. Sistema paso todo.
- 4.6. Respuesta en frecuencia de un sistema LTI. Respuesta en frecuencia de un cero. Respuesta en frecuencia de un polo.
- 4.7. Fase lineal de sistemas FIR.

Unidad didáctica III.- Aplicaciones del procesado digital de señal

Tema 5. Diseño de filtros digitales

- 5.1. Introducción
- 5.2. Proceso de realización de un filtro digital.
- 5.3. Diseño de filtros digitales IIR. Colocación de polos y ceros. Método de invarianza al impulso. Método de la transformación bilineal. Revisión diseño filtros analógicos.
- 5.4. Diseño de filtros digitales FIR. Método de las ventanas. Diseño óptimo de filtros FIR.

Tema 6. Análisis tiempo-frecuencia de señales discretas

- 6.1. Análisis espectral mediante DFT. Resolución espectral.
- 6.2 Transformada de Fourier dependiente del tiempo. El espectrograma.
- 6.3 Análisis de Fourier de señales aleatorias estacionarias. El periodograma.

5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

Información común a todas las prácticas de la asignatura:

- Las prácticas se realizarán en el laboratorio TSC-2.
- Son de carácter obligatorio.

Práctica 1. MATLAB y las señales y sistemas discretos.

En primer lugar se utilizará el entorno de programación MATLAB para generar y representar señales discretas básicas: la señal escalón, delta, sinusoides y exponencial compleja. El alumno repasará la forma de crear funciones en MATLAB para implementar la señal delta y escalón. También comparará señales sinusoidales discretas y continuas para comprobar la variación temporal de esas señales al aumentar su frecuencia. A continuación se trata la forma de manipular sistemas discretos en MATLAB, para ello se proporcionará la respuesta al impulso de los sistemas y habrá que determinar la ecuación en diferencias. Se filtrarán secuencias con varios sistemas discretos y se comprobarán las propiedades de asociatividad de los sistemas LTI.

Entregable 1.1. Memoria de resultados

Actividad 1.1. Test de seguimiento

Práctica 2. Muestreo. Interpolación y diezmado. Reconstrucción de señales en tiempo continuo.

En esta práctica se profundizará en el muestreo de señales continuas para obtener secuencias (proceso de conversión continuo/discreto) y en la reconstrucción de señales continuas a partir de sus muestras (proceso de conversión discreto/continuo). Ambos procesos serán estudiados visualizando las señales que intervienen en el dominio del tiempo y sus respectivos espectros en el dominio de la frecuencia. También se estudiarán y se implementarán los bloques del sistema que permite reducir la frecuencia de muestreo por un factor entero (sistema compresor y sistema diezmador) y los bloques del sistema que aumenta la frecuencia de muestreo por un factor entero (sistema expansor y sistema interpolador). A continuación se compararán las alternativas en el orden de los bloques para cambiar la frecuencia de muestreo por un factor racional, considerando las ventajas e inconvenientes de cada opción.

Entregable 2.1. Memoria de resultados

Actividad 2.1. Test de seguimiento

Práctica 3. Estudio de la transformada rápida de Fourier (FFT). Filtrado lineal mediante FFT.

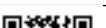
Con esta práctica el alumno debe entender las propiedades de la DFT y su utilidad en el procesamiento digital de señales, así como afianzar sus conocimientos sobre los algoritmos FFT y comprobar su eficiencia. En la primera parte de esta práctica el alumno va a comprobar la eficiencia de la FFT comparándola con el método directo de cálculo de la DFT. Se programará el método directo de la DFT y el algoritmo de diezmado en tiempo para la programación eficiente de la FFT. En la segunda parte de la práctica se estudiará el filtrado lineal utilizando DFT's. Para ello se programará una función MATLAB que implemente la convolución circular y se compararán las salidas que genera con las producidas por la convolución lineal. Por último se implementará la técnica de procesamiento por bloques mediante el método de "solape y almacenamiento" para filtrar secuencias de larga duración con filtros FIR.

Entregable 3.1. Memoria de resultados

Actividad 3.1. Test de seguimiento

Práctica 4. Análisis de sistemas lineales e invariantes en el tiempo mediante la transformada Z.

En esta práctica se pretende que el alumno se familiarice con el manejo en MATLAB de funciones de transferencia racionales haciendo uso de las funciones de manejo de polinomios de MATLAB. Para ello inicialmente programará dos funciones MATLAB, una



función para la representación en el plano complejo de las raíces de numerador y denominador de la función de transferencia, ceros y polos, respectivamente, y otra función que calcule la respuesta en frecuencia en módulo y fase, dados los coeficientes del numerador y denominador de la función de transferencia. Utilizando estas funciones se comprobarán en la práctica las principales propiedades de los sistemas LTI discretos (sistema real, fase lineal, estabilidad, sistemas paso-todo, sistema de fase mínima) y su relación con los diagramas de ceros y polos de su transformada Z. Por último se estudiará la respuesta en frecuencia, tanto en módulo como en fase, de un cero y un polo.

Entregable 4.1. Memoria de resultados

Actividad 4.1. Test de seguimiento

Práctica 5. Diseño de filtros digitales.

El objetivo de esta práctica es que el alumno implemente en MATLAB los métodos de diseño de filtros digitales que ha estudiado en teoría. Se diseñarán filtros IIR y filtros FIR y se comprobará que el filtro obtenido satisface los requerimientos establecidos en su diseño. Los métodos para filtros IIR que se estudiarán son el método de invarianza al impulso y el método de la transformación bilineal. Ambos utilizarán la aproximación de Butterworth para el prototipo analógico. Finalmente se estudiarán las propiedades de los principales tipos de ventanas (Rectangular, Triangular, Hamming y Hanning) y se implementará el método de las ventanas para el diseño de filtros FIR.

Entregable 5.1. Memoria de resultados

Actividad 5.1. Test de seguimiento

Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

I.- Fundamentals of discrete-time signal processing

1. Fundamentals of discrete-time signals and systems
2. Discrete-time processing of continuous-time signals

II.- Transforms of discrete-time signals

3. Discrete Fourier transform
4. The Z-transform

III.- Applications of digital signal processing

5. Design of digital filters
6. Time-frequency analysis of discrete-time signals

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Unidad didáctica I.- Fundamentos y procesamiento discreto de señales

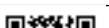
1. Conocer los fundamentos de señales y sistemas en tiempo discreto en 1D y 2D
2. Aprender los conceptos teóricos del procesamiento discreto de señales en tiempo continuo: muestreo, reconstrucción, y cambio del periodo de muestreo usando procesamiento discreto.
3. Distinguir las consideraciones prácticas de los conceptos del punto anterior

Unidad didáctica II.- Transformadas de señales discretas

4. Conocer la representación de secuencias y sistemas en un dominio transformado
5. Estudiar e implementar algoritmos eficientes para el obtener dicha representación.
6. Utilización de la DFT para el procesamiento por bloques de señales en tiempo real

Unidad didáctica III.- Aplicaciones del procesamiento digital de señal

7. Conocer los diversos métodos teóricos de diseño de filtros digitales
- Estudiar algunas de las herramientas para el análisis tiempo-frecuencia de señales discretas



6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clase expositiva empleando el método de la lección. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes.	<u>Presencial convencional</u> : Toma de apuntes. Planteamiento de dudas.	29
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia	60
Resolución de ejercicios	Se plantea cada ejercicio y se resuelve de forma colaborativa e interactuando con los alumnos.	<u>Presencial convencional</u> : Participación activa. Resolución de ejercicios. Planteamiento de dudas	14
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	20
Prácticas de laboratorio	Prácticas en el ordenador para comprobar los conceptos estudiados en clase. En los experimentos y simulaciones se variarán los parámetros para que el alumno vaya asimilando los conceptos.	<u>Presencial convencional</u> : Participación activa. Planteamiento de dudas	14
		<u>No presencial</u> : Instalación del programa en casa. Manejo del mismo. Estudio de la materia	25
Tutorías	Resolución de dudas sobre teoría, ejercicios y el trabajo de laboratorio.	<u>Presencial no convencional</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías.	2
		<u>No presencial</u> : Planteamiento de dudas por correo electrónico.	1
Actividades de evaluación formativa de teoría	Se realiza una prueba con problemas tras completar cada unidad didáctica. Se realiza en clase y se resolverá a continuación. Se dispone así de un seguimiento del grado de asimilación de los contenidos.	<u>Presencial no convencional</u> : Realización de la prueba de evaluación	2
Actividades de evaluación formativa de prácticas	Se realiza una prueba tras completar cada práctica. Se realiza en clase. Se dispone así de un seguimiento del grado de asimilación de los contenidos.	<u>Presencial no convencional</u> : Realización de la prueba de evaluación	1
Exámenes	Evaluación escrita (examen oficial) sobre los conceptos y problemas explicados en clase así como de las prácticas de laboratorio	<u>Presencial no convencional</u> : Asistencia al examen oficial.	3
		<u>No presencial</u> : Preparación y estudio para el examen	9
			180



6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1) (opcional)

		Resultados del aprendizaje (4.5)						
Actividades formativas (6.1)		1	2	3	4	5	6	7
Clase de teoría		X	X	X	X	X	X	X
Resolución de ejercicios		X	X	X	X	X		X
Prácticas de laboratorio		X			X	X	X	X
Actividades evaluación formativa		X	X	X	X	X	X	X
Exámenes		X	X	X	X	X	X	X



7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Examen final escrito	x	x	Actividad de carácter obligatorio para superar la asignatura. Esta actividad se realizará en el aula.	60%	1 a 7
Entregables de prácticas de laboratorio	x	x	Actividad de carácter obligatorio para superar la asignatura. Esta actividad se realizará en el laboratorio.	20%	1 a 7
Entregables de resolución de problemas	x	x	Actividad de carácter opcional para superar la asignatura. Esta actividad se realizará en el aula.	20%	1 a 7

Comentarios adicionales:

- Para superar la asignatura es necesario satisfacer los siguientes criterios:
 - Haber entregado la memoria de resultados correspondiente a cada una de las prácticas
 - Haber asistido a todas las sesiones de prácticas
 - Haber obtenido una calificación igual o superior a 5 en el examen final escrito
 - Que la media ponderada de los distintos instrumentos de evaluación sea igual o superior a 5
 - La nota correspondiente a los entregables de resolución de problemas se conservará durante un curso académico (las convocatorias de febrero, junio y septiembre posteriores a su entrega).
 - La nota correspondiente al trabajo de las prácticas se conservará durante dos cursos académicos consecutivos, esto es, las siguientes seis convocatorias posteriores a su evaluación.
- Los alumnos a los que, excepcionalmente, se le haya concedido la realización de una prueba final de carácter global*, deberán realizar, adicionalmente al examen final escrito común a todos los alumnos, las siguientes pruebas complementarias:
 - Examen oral de prácticas en el laboratorio (peso: 20%). Es necesario obtener una calificación igual o superior a 5 (sobre 10) en esta prueba.
 - Presentación oral, en el despacho del profesor, de uno de los problemas entregables propuestos a lo largo del cuatrimestre (peso: 20%). Es necesario obtener una calificación igual o superior a 5 (sobre 10) en esta prueba

*Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

Actividades de evaluación formativa de teoría.

Actividades de evaluación formativa de prácticas.

Tutorías individuales o en grupo.



8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

- A.V. Oppenheim y R.W. Schafer, Tratamiento de Señales en Tiempo Discreto. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 3a edición, 2011.

Localización en la Biblioteca de la UPCT:

http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=212852{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user_id=WEBSERVER

- A.V. Oppenheim y R.W. Schafer, Discrete-Time Signal Processing. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 2a edición, 1999.

Localización en la Biblioteca de la UPCT:

http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=19566{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user_id=WEBSERVER

8.2. Bibliografía complementaria*

- J. García de Jalón, J. I. Rodríguez y J. Vidal, Aprenda Matlab 7.0 como si estuviera en primero. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. UPM. 2005.

Localización en la Biblioteca de la UPCT:

http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=154565{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user_id=WEBSERVER

8.3. Recursos en red y otros recursos

- Prácticas y documentación de la asignatura depositada en reprografía y Aula Virtual

