

Plan Docente de la asignatura “Procesado Digital de Señal”

I. Descripción y contextualización

<i>Identificación y características de la materia</i>			
<i>Denominación y código</i>	PROCESADO DIGITAL DE SEÑAL, 113380		
<i>Curso y Titulación</i>	4º - 5º, Ingeniero en Electrónica		
<i>Área</i>	Tecnología Electrónica		
<i>Departamento</i>	Electrónica e Ingeniería Electromecánica		
<i>Tipo</i>	Optativa (3T+3P ctos. LRU)	Avanzada (segundo ciclo)	
<i>Coeficientes</i>	Practicidad: 3 (Medio-alto, profesional)	Agrupamiento: 3	
<i>Duración ECTS (créditos)</i>	Segundo Cuatrimestre	4,8 ECTS (120 h)	
<i>Distribución ECTS (rangos)</i>	Grupo Grande: 25% 30 horas	Seminario-Lab.: 20% 24 horas	Tutoría ECTS: 5% 6 horas
<i>Descriptor (según BOE)</i>	Filtros digitales. Tratamiento en tiempo real. Sistemas adaptativos.		
<i>Coordinador-Profesor/ es</i>	José Luis Ausín Sánchez		
<i>Tutorías complementarias</i>	D1.8	Tel.: ext 6790	
	Lunes y Miércoles: 11:00 - 13:00, Jueves 18:00 - 20:00		

Contextualización curricular

Según Resolución de 27 de marzo de 2000 de la Universidad de Extremadura (B.O.E. de 18 de abril de 2000), aparece publicado el Plan de Estudios conducente a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica en nuestra Universidad. De acuerdo con el Plan de Estudios vigente en la UEx, para obtener esta titulación los alumnos deberán completar un total de 150 créditos (144 créditos, más 6 créditos que se otorgan al Proyecto Fin de Carrera) en dos cursos, ó cuatro cuatrimestres. Los créditos se distribuyen en: 82.5 Troncales (55%), 28.5 Obligatorios (19%), 24 Optativos (16%) y 15 de Libre Elección (10%).

Como consecuencia de la variada y diversa procedencia del alumno que, en general, cursa la titulación de Ingeniero en Electrónica en la UEx (Ingeniería Técnica Industrial especialidad Electrónica, Licenciatura en Ciencias Físicas, Ingeniería de Telecomunicación, etc), el Plan de Estudios fue elaborado de forma que el alumno proveniente de dicha Universidad, antes de alcanzar el último año, ha recibido cursos sobre *Diseño de Circuitos y Sistemas Electrónicos, Dispositivos Electrónicos, Instrumentación Electrónica Avanzada, Procesadores Avanzados, Microprocesadores y Señales y Sistemas*. Por consiguiente, está familiarizado con los fundamentos de los semiconductores, conceptos generales electrónicos, algunas técnicas de diseño e instrumentación, tratamiento de sistemas y señales en tiempo discreto y análisis de señales mediante la transformada discreta de Fourier.

La incorporación de la asignatura *Procesado Digital de Señal* al Plan de Estudios de Ingeniero en Electrónica fue motivada por el gran auge experimentado en el campo del tratamiento digital de la señal durante las últimas décadas. Actualmente la teoría de procesado digital de la señal forma parte de los Planes de Estudios ofertados por muchas universidades. Sin embargo, realizaciones en procesadores digitales de señal (DSPs, *Digital Signal Processors*), herramientas de desarrollo y aspectos de procesamiento en tiempo real parecen ser confinadas a cursos de doctorado o postgrado. Esto no responde a la situación de la industria actual, la cual emplea cada vez más diseños basados en DSPs. Sirva como dato estadístico las previsiones realizadas por la empresa consultora *Forward Concepts* (www.fwdconcepts.com), donde se estima que el mercado mundial de DSPs crecerá hasta alcanzar los 14 mil millones de dólares en el año 2006. De acuerdo con esta evolución, nuestro interés se ha centrado en incluir realizaciones DSP en el último año de la Ingeniería, lo cual proporcionará más oportunidades a nuestros estudiantes.

Los descriptores, según B.O.E., de la asignatura optativa *Procesado Digital de Señal* son los siguientes: Filtros digitales. Tratamiento en tiempo real. Sistemas adaptativos. Se centra pues en el diseño de sistemas lineales operando en tiempo discreto para el tratamiento digital de señales tanto deterministas como estocásticas. Esto otorga a la materia de enseñanza un carácter primordialmente práctico, no exenta de cierto nivel de abstracción y complejidad. Aun cuando somos conscientes de que la exposición de los conceptos abordados pudiera requerir de un mayor número de horas, no hemos renunciado a ofrecer al alumno la posibilidad de introducirse en esta materia. Por el contrario, hemos preferido abordar la asignatura mostrando la teoría y algoritmos necesarios, para posteriormente ilustrarlo con realizaciones reales.

II. Objetivos

<i>Relacionados con competencias académicas y disciplinares</i>	<i>Vinculación</i>
Descripción	<i>CET</i>
1.- Conocer y comprender las distintas etapas que conlleva el diseño de un sistema digital de procesado de señal.	1, 17, 18, 19
2.- Conocer la repercusión de los efectos negativos que limitan sus prestaciones, para deducir los rangos típicos de operación.	1, 8, 19
3.- Saber elegir el sistema y método de diseño más indicado entre diferentes soluciones, para la aplicación práctica que se le presente.	1, 17, 18
4.- Adquirir experiencia en el diseño y desarrollo de algoritmos de procesado digital de señal más comunes.	1, 8, 18, 19, 20
5.- Manejar adecuadamente instrumentación de medida, procesadores digitales de señal programables y programas de simulación.	1, 5, 12

<i>Relacionados con otras competencias personales y profesionales</i>	<i>Vinculación</i>
Descripción	CG
6.- Resolver problemas con creatividad y confianza en los propios conocimientos	1, 2
7.- Ser capaz de comunicar conocimientos especializados	1, 5
8.- Formarse y actualizar conocimientos de forma continuada.	1, 2, 4
9. Trabajar en equipo	1, 3

III. Contenidos

<i>Secuenciación de bloques temáticos y temas</i>
1. Introducción
1.1.- Evolución del sector industrial relacionado con aplicaciones basados en procesadores digitales de señal (DSP) 1.2.- Características generales de los sistemas basados en DSP 1.3.- Etapas en el diseño de filtros digitales utilizando DSP 1.4.- Procesadores con aritmética de coma fija y procesadores con aritmética de coma flotante
2. Visión general del procesador TMS320C5402
2.1.- Unidad de Procesamiento Central en la familia 2.2.- Arquitectura del TMS320C5402 2.3.- Procesamiento "pipeline" 2.4.- Organización de la memoria 2.5.- Modos de direccionamiento
3. Herramientas software y hardware
3.1.- Sistema de iniciación a la programación DSP basado en TMS320C5402 3.2.- Software para la programación de TMS320C5402 3.3.- Creación de proyectos
4. Diseño y realización de filtros digitales
4.1.- Revisión de sistemas discretos lineales e invariantes en el tiempo 4.2.- Diseño de filtros digitales FIR 4.3.- Método óptimo para diseño de filtros digitales FIR: rizado constante 4.2.- Utilización de estructuras circulares en la realización de filtros FIR 4.3.- Estructuras circulares utilizando el procesador TMS320C5402 4.4.- Realización de filtros IIR en procesadores DSP: forma directa tipo 1 y tipo 2 4.5.- Consideraciones de diseño para el procesador TMS320C5402
5. Filtro de Wiener discreto en el tiempo
5.1.- El problema del filtrado: señales aleatorias discretas en el tiempo 5.2.- Procesos aleatorios estacionarios 5.3.- Principio de ortogonalidad 5.4.- Ecuaciones de Wiener-Hopf 5.5.- Solución de las ecuaciones de Wiener-Hopf en filtros FIR 5.6.- Implementación DSP para cancelación de interferencias
6. Predicción lineal
6.1.- Predicción hacia adelante 6.2.- Ecuaciones de Wiener-Hopf 6.3.- Predicción hacia atrás 6.4.- Ecuaciones de Wiener-Hopf para señales estacionarias 6.5.- Relación entre ambas predicciones
7. Introducción al procesamiento adaptativo discreto
7.1.- Descenso por gradiente: Algoritmo LMS

7.2.- Prestaciones del filtro LMS
7.3.- Estructuras de filtro LMS: actualización doble y variación de adaptación
7.3.- Realización de filtro adaptativo para la identificación de sistemas
7.4.- Realización de filtro adaptativo para la cancelación de ruido

<i>Interrelación</i>			
Requisitos (Rq) y redundancias (Rd)		Tema	Procedencia
Conocimiento básicos de análisis de señales y sistemas en tiempo discreto	Rq	4-7	Señales y Sistemas (4º)
Conocimientos sobre la utilización de la Transformada de Fourier	Rq	4-7	Señales y Sistemas (4º), Tratamiento de Señales (5º)

IV. Metodología docente y plan de trabajo del estudiante

<i>Actividades de enseñanza-aprendizaje</i>				<i>Vinculación</i>	
<i>Descripción y secuenciación de actividades</i>	<i>Tipoⁱⁱ</i>		<i>Dⁱⁱⁱ</i>	<i>Tema</i>	<i>Objetivo</i>
1. Presentación de la asignatura	GG	C-E (I)	0,5	1-7	Todos
2. Encuesta de conocimientos previos	GG	C-E (I)	0,5	1-7	1
3. Exposición general de los sistemas digitales basados en DSP	GG	T (II)	2	1-7	1
4. Estudio de los contenidos explicados	NP	T (II)	1	1-7	1
5. Exposición general del procesador TMS30C5402	GG	T (II)	1	2.1-2.2	1, 5
6. Estudio de los contenidos explicados	NP	T (II)	1	2.1-2.2	1, 5
7. Exposición general del procesador TMS30C5402	GG	T (II)	3	2.3-2.6	1, 5
8. Explicación y discusión en clase sobre herramientas DSP	GG	T (II)	1	3.1	1,5
9. Estudio de los contenidos explicados	NP	T (II)	2	2.3-2.6, 3.1	1, 5
10. Explicación y discusión en clase sobre herramientas DSP	GG	T (II)	1	3.2, 3.3	1, 5
11. Estudio y planificación de práctica	NP	T (II)	1	3.2, 3.3	1, 5
12. Realización de una práctica sobre el entorno de desarrollo DSP	S	P (V)	2	2, 3	4, 5
13. Explicación y discusión diseño de filtros digitales	GG	T (II)	5	4	Todos
14. Estudio de los contenidos explicados	NP	T (II)	3	4	Todos
15. Realización de una práctica sobre modos de direccionamiento	S	P (V)	2	2, 3	4, 5
16. Elaboración de informe práctica	NP	T-P	1	2	Todos
17. Preparación de sesión de práctica	NP	T-P (II, V)	2	2-4	Todos
18. Realización de una práctica sobre aritmética de coma fija	S	P (V)	4	2-4	Todos
19. Planificación de sesión de práctica	Tut	T-P (III, V)	1	2-4	Todos
20. Selección y diseño de arquitectura de filtrado FIR	NP	T-P (II, IV)	4	2-4	Todos
21. Exposición del trabajo preparado. Debate	Tut	T-P, C-E (I, III)	2	2-4	Todos
22. Realización de una práctica filtro FIR	S	P (V)	3	2-4	Todos
23. Preparación sesión de practicas filtro IIR	NP	P (V)	4	2-4	Todos
24. Realización de una práctica filtro IIR	S	P (V)	2	2-4	Todos
25. Encuesta sobre desarrollo de la actividad docente	GG	C-E (I)	1	1-4	Todos
26. Explicación y discusión en clase filtro Wiener	GG	T (II)	4	5	2-4
27. Estudio de los contenidos explicados	NP	T (II)	2	5	2-4
28. Explicación y discusión en clase predicción lineal	GG	T (II)	3	6	2-4
29. Estudio de los contenidos explicados	NP	T (II)	2	6	2-4
30. Estudio de información técnica suministrada por el profesor	NP	P (II)	2	3	2, 5
31. Realización de una práctica empleando Codec	S	P (V)	3	4-7	4, 5
32. Elaboración de informe práctica	NP	T-P	3	2-4	Todos
33. Realización de una práctica filtro Wiener	S	P (V)	3	4, 5	3-5
34. Elaboración de informe práctica	NP	T-P	2	5	Todos
35. Realización de una práctica sobre predicción	S	P (V)	2	4, 6	3-5

36. Elaboración de informe práctica	NP	T-P	1	6	Todos
37. Explicación y discusión en clase	GG	T (II)	5	7	1-4
38. Estudio de los contenidos explicados	NP	T (II)	2	7	1-4
39. Planificación trabajo final	Tut	P (V)	1	4-7	Todos
40. Selección de arquitectura óptima y elaboración de resultados previos	NP	T-P (II, IV)	5	4-7	Todos
41. Exposición y debate	Tut	T-P (III, VI)	2	4-7	Todos
42. Preparación sesión de prácticas final	NP	P (V, VI)	2	3	5
43. Realización DSP y prueba del sistema propuesto	S	P	3	2-7	Todos
44. Elaboración cuaderno de prácticas final	NP	T-P	3	1-7	Todos
45. Estudio y preparación del examen final	NP	T-P (VII)	17	1-7	Todos
46. Examen final y entrega de memoria de practicas	GG	C-E (I)	3	1-7	Todos

<i>Distribución del tiempo (ECTS)</i>		<i>Dedicación del alumno</i>		<i>Dedicación del profesor</i>		
<i>Distribución de actividades</i>		<i>Nº alumnos</i>	<i>H. presenc.</i>	<i>H. no presenc.</i>	<i>H. presenc.</i>	<i>H. no presenc.</i>
Grupo grande (Más de 20 alumnos)	Coord./evaluac.	10	5	-	5	5+5+1
	Teóricas	10	25	13	25	25
	Prácticas	10	-	-	-	-
	Subtotal	10	30	13	30	36
Seminario- Laboratorio (6-20 alumnos)	Coord./evaluac.	5	-	-	-	30
	Teóricas	5	-	-	-	6
	Prácticas	5	24	29	48	8+6
	Subtotal	5	24	29	48	50
Tutoría ECTS (1-5 alumnos)	Coord./evaluac.	5	-	-	-	12
	Teóricas	5	1	-	2	8
	Prácticas	5	5	-	10	-
	Subtotal	5	6	-	12	20
Tutoría comp. y preparación de ex.		1		18	5	12
Totales			60 (2,4 ECTS)	60 (2,4 ECTS)	95	118

V. Evaluación

<i>Criterios de evaluación*</i>	<i>Vinculación*</i>	
	<i>Objetivo</i>	<i>CC^{iv}</i>
1. Demostrar la adquisición, comprensión de los principales conceptos de la asignatura	1-4, 7, 8	20%
2. Resolver problemas de diseño aplicando conocimientos teóricos y mostrar resultados experimentales basados en realizaciones	Todos	30%
3. Analizar críticamente y con rigor los resultados de las prácticas	Todos	10%
4. Preparar con rigor y diseñar un posible proyecto de aplicación DSP	1-4, 6-9.	30%
5. Exponer con claridad el diseño realizado y los resultados obtenidos	1, 3-5, 7, 9	10% (N.R.)

<i>Actividades e instrumentos de evaluación</i>		
Seminarios y Tutorías ECTS	<ul style="list-style-type: none"> • La valoración de las actividades registradas en el cuaderno de prácticas, junto a la evaluación continua del trabajo y dedicación en el desarrollo de las mismas (30%). Será necesario tener aprobadas las prácticas para aprobar la asignatura. • Elaboración y exposición pública del trabajo de diseño tutorizado (40% de la calificación final) 	70%
Examen final	<ul style="list-style-type: none"> • La evaluación final constará de una prueba de desarrollo escrito, con varios problemas de diseño 	30%

VI. Bibliografía

<i>Bibliografía o documentación de apoyo seleccionada</i>
<p>- J. G. Proakis y D. G. Manolakis. <i>Tratamiento Digital de Señales: Principios, algoritmos y aplicaciones</i>. Prentice Hall, 1995.</p> <p>- S. W. Smith, <i>The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing</i>, California Technical Publishing, 1999. (www.dspguide.com)</p> <p>- S. Haykin. <i>Adaptive Filter Theory</i>. Prentice Hall, 1996.</p> <p>- Code Composer Studio User's Guide (SPRU328B).</p> <p>- TMS320C54x Reference Set Volume 1: CPU and Peripherals (SPRU131)</p>
<i>Bibliografía de ampliación</i>
<p>- A. V. Oppenheim y R. W. Shafer. <i>Discrete-Time Signal Processing</i>. 2ª Ed. Prentice Hall, 1999.</p> <p>- S. J. Orfanidis, <i>Introduction to Signal Processing</i>, Prentice Hall, 1996.</p> <p>- B. Porat, <i>A Course in Digital Signal Processing</i>, Wiley, 1996.</p>