

GUÍA DOCENTE

SISTEMAS HARDWARE

DE PROCESADO DE LA

SEÑAL

I.- DATOS INICIALES DE IDENTIFICACIÓN

Nombre de la asignatura:	Sistemas Hardware de Procesado de la Señal
Número de créditos ECTS:	3
Unidad temporal:	
Materia:	Tratamiento Digital de Señales
Carácter:	Obligatorio
Titulación:	Master en Ingeniería Electrónica
Ciclo:	Master
Departamento:	Ingeniería Electrónica
Profesores responsables:	

II.- COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Las competencias de la asignatura son:

Nº 2	Capacidad de analizar, especificar y diseñar sistemas de tratamiento digital de señales desde su concepción hasta su implementación en sistemas hardware de tiempo real.
Nº 3	Conocer las técnicas y herramientas de diseño digital. Técnicas de análisis y simulación.
Nº 4	Conocer las técnicas avanzadas de tratamiento de señales digitales y su realización en tiempo real

III.- INTRODUCCIÓN A LA ASIGNATURA

La asignatura Sistemas Hardware de Procesado de la Señal forma parte de la materia Tratamiento Digital de Señales cuyos contenidos abarcan desde la descripción de técnicas de tratamiento de datos hasta su implementación en sistemas hardware de tiempo real. Los contenidos de esta materia se organizan en 5 asignaturas de carácter obligatorio con una carga, cada una de ellas, de 3 créditos ECTS y que pueden agruparse en 3 bloques temáticos. El primer bloque se centra en introducir las técnicas de análisis exploratorio de datos, el segundo describe técnicas avanzadas de procesado digital de la señal y el tercero se centra en la implementación física de este tipo de sistemas con una especial incidencia en su ejecución en tiempo real.

La asignatura de la presente guía es obligatoria, de carácter cuatrimestral y se imparte en la titulación de Master en Ingeniería Electrónica. En el plan de estudios consta de un total de 3 créditos ECTS.

Una vez se han descrito en otras asignaturas de la materia Tratamiento Digital de Señales técnicas avanzadas de procesamiento digital de la señal, entre las que se pueden mencionar estimación espectral, predicción, técnicas de tiempo-frecuencia, diseño y análisis de filtros lineales y no lineales, filtros adaptativos lineales, etc. se plantea su implementación en sistemas físicos. Para ello, en esta asignatura se analizarán las necesidades de cálculo y memoria de las técnicas descritas y se describirán técnicas de diseño de sistemas digitales específicos, como las FPGA y System on Chip. Se prestará atención a la síntesis hardware de alto nivel, incluyendo las herramientas software más empleadas como VHDL, Verilog, System Generator, AccelDSP, SystemC y Handel-C. Se estudiarán técnicas de codiseño hardware-software y la integración de módulos funcionales en FPGA y los fundamentos del particionado software/hardware del diseño y la simulación y test de sistemas complejos. Se realizarán prácticas sobre lógica programable con FPGA.

IV.- CONOCIMIENTOS PREVIOS

Es recomendable poseer conocimientos de lenguaje VHDL

V.- VOLUMEN DE TRABAJO

La asignatura Sistemas Hardware de Procesado de la Señal consta de una dedicación de 3 ECTS, con un total de 75 horas de trabajo del estudiante distribuidas en 30 horas presenciales y 45 horas no presenciales.

La distribución prevista del trabajo es la siguiente:

	ACTIVIDAD	Horas/curso
HORAS PRESENCIALES	ASISTENCIA A CLASES TEÓRICAS	10
	ASISTENCIA A CLASES PRÁCTICAS/PROBLEMAS	3
	ASISTENCIA A CLASES DE LABORATORIO	12
	ASISTENCIA A SEMINARIOS	
	ASISTENCIA A EXÁMENES TEÓRICO-PRÁCTICOS	5
	TOTAL CLASES PRESENCIALES	30
HORAS NO PRESENCIALES	PREPARACIÓN CLASES TEÓRICAS	10
	PREPARACIÓN CLASES	5

	PRÁCTICAS/PROBLEMAS	
	PREPARACIÓN CLASES DE LABORATORIO	10
	PREPARACIÓN EXAMENES	10
	ELABORACIÓN DE TRABAJOS A ENTREGAR	10
	ELABORACIÓN DE PROYECTOS	0
	TOTAL CLASES NO PRESENCIALES	45
	TOTAL VOLUMEN DE TRABAJO	75

VI.- OBJETIVOS GENERALES

La finalidad de esta asignatura es dotar a los alumnos de un conjunto de conocimientos que le permitan diseñar y materializar en un dispositivo físico descripciones de alto nivel de algoritmos de procesamiento digital de señal. Para ello, se estudiarán algunas de las herramientas software existentes en el mercado como VHDL, Verilog, System Generator, AccelDSP, SystemC y Handel-C. Se estudiarán, también, técnicas de codiseño hardware-software, la integración de módulos funcionales en FPGA (módulos IP o similares) y la simulación y test de sistemas complejos. Se realizarán prácticas donde se desarrollarán diseño de síntesis de algoritmos de procesamiento de señal sobre lógica programable con FPGA mediante su descripción en VHDL u otros lenguajes de descripción hardware.

VII.- CONTENIDOS

Los principales contenidos de la asignatura son los siguientes:

- Sistemas Programables Digitales: FPGA. Sistemas en Chip (SoC). Aplicaciones y tipos.
- Lenguajes de descripción hardware.
- Lenguajes de descripción hardware basados en C.
- Herramientas de descripción de alto nivel.
- Técnicas de diseño hardware para algoritmos de procesamiento de señal.

VIII.- DESTREZAS A ADQUIRIR

El estudiante debe ser capaz de:

- Conocer diferentes tipos de dispositivos hardware que se encuentran en el mercado a la hora de abordar un diseño electrónico.
- Seleccionar el tipo de hardware más apropiado según las necesidades del diseño.
- Hacer el diseño teórico de un sistema electrónico que cumpla un conjunto de especificaciones funcionales.

- Diseñar cada uno de los subsistemas que lo componen. Construir el algoritmo correspondiente en forma de pseudocódigo.
- Optimizar las unidades computacionales a emplear dependiendo de los requisitos del sistema (bajo consumo de recursos o altas prestaciones).
- Realizar la descripción VHDL y/o Verilog de un algoritmo de procesamiento digital de señal y su correspondiente simulación.
- Realizar la descripción de un algoritmo de procesamiento digital de señal utilizando lenguajes de descripción hardware basados en C.
- Realizar la descripción de un algoritmo de PDS mediante las herramientas System Generator de Xilinx y/o AccelDSP.
- Diseñar sistemas de intercambio de datos entre el dispositivo diseñado y convertidores A/D y D/A.
- Realizar la implementación física mediante dispositivos programables y verificar su funcionamiento real.
- Abordar proyectos en los que se vean involucrados varios tipos de dispositivos electrónicos, para realizar el diseño de interconexión entre ellos y desarrollar la programación necesaria para realizar una funcionalidad concreta.
- Resolver adecuadamente las limitaciones que impone el cálculo de operaciones aritméticas en dispositivos hardware, sin que ello afecte el buen funcionamiento del sistema hardware.

IX.- HABILIDADES SOCIALES

Además de los objetivos específicos señalados con anterioridad, durante el curso se fomentará el desarrollo de diversas competencias genéricas, entre las cuales cabe destacar:

- Adquirir experiencia en el trabajo de laboratorio, fomentando el trabajo con dispositivos hardware de uso habitual para un Ingeniero Electrónico.
- Aplicar el método científico en la resolución de trabajos experimentales
- Capacidad de análisis y de síntesis.
- Capacidad para argumentar desde criterios racionales y lógicos.
- Capacidad para expresarse de forma correcta y organizada.
- Capacidad para desarrollar un problema de forma sistemática y organizada.
- Capacidad de construir un documento escrito comprensible y organizado que defina un proyecto.
- Capacidad de gestión de la información.
- Capacidad para el trabajo personal y la distribución del tiempo.
- Capacidad para el trabajo en grupo.
- Habilidades en las relaciones interpersonales.

- Uso adecuado de términos científico-técnicos.

X.- TEMARIO Y PLANIFICACIÓN TEMPORAL

Tema	Título y contenido	Número de horas presenciales
1	SISTEMAS PROGRAMABLES DIGITALES Descripción de dispositivos FGPA. Introducción a los sistemas en chip (SoC). Sistemas programables FPSLIC (Field Programmable System Integrated Circuits).	2
2	TÉCNICAS DE DISEÑO HARDWARE PARA PDS Adquisición de señales analógicas. Gestión y control de operaciones aritméticas. Ejemplos de traducción de algoritmos de procesado software a sistemas hardware.	1
3	LENGUAJE DE DESCRIPCIÓN HARDWARE VHDL Introducción y justificación a los lenguajes de alto nivel: VHDL. Componentes. Instrucciones secuenciales y concurrentes. Bancos de pruebas. Ejemplos.	3
4	LENGUAJES DE DESCRIPCIÓN HARDWARE ORIENTADOS A SÍNTESIS Herramientas de síntesis: cómo trabajar con ellas y modo de funcionamiento. Síntesis de lógica combinacional. Síntesis de lógica secuencial.	1
5	HERRAMIENTAS DE DESCRIPCIÓN DE ALTO NIVEL Introducción a entornos de Diseño hardware de Alto Nivel: System Generator y AccelDSP. Elementos del Generador de Sistemas ("System Generator") de Xilinx. Ejemplos.	3
6	LENGUAJES DE DESCRIPCIÓN HARDWARE BASADOS EN C Introducción. SystemC: elementos del lenguaje, tipos de datos, puertos. Ejemplos. Handel-C: variables, operadores, bucles y condiciones. Ejemplos.	3
	LABORATORIO DE SISTEMAS HARDWARE DE PDS Descripción VHDL de sistemas de procesado de señal. Descripción en SystemC de subsistemas combinacionales y secuenciales. Herramientas de descripción de alto nivel.	12 (6+6) (4 sesiones de 3 horas cada una)

XI.- BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

Bibliografía básica:

1. Altera Devices. <http://www.altera.com/products/devices/dev-index.jsp>
2. Bhasker, J. "A SystemC Primer". Star Galaxy Publishing. 2005
3. Black, D.C.; Donovan, J.; Bunton, B.; Keist, A. "SystemC: From the Ground Up". Springer. 2010.
4. Deschamps, J.P.: "Síntesis de circuitos digitales. Un enfoque algorítmico". Thomson-Paraninfo, 2002.
5. Grötter, T.; Liao, S.; Martin, G.; Swan, S. "System Design with SystemC". Springer. 2002.
6. Kamat, R.; Shinde, S.; Shelake, V. "Unleash the System On Chip using FPGAs and Handel C". Springer. 2009.
7. Lipsett-Schaefer-Ussery: "VHDL: Hardware Description and Design". Kluwer Academic, 1989.
8. Mandado, E.; Jacobo Álvarez, L.; Valdés M. D.: "Dispositivos Lógicos Programables y sus aplicaciones". Thomson-Paraninfo, 2002.
9. Parhi, K.K. "VLSI Digital Signal Processing Systems, Design and Implementation". John Wiley. 1999.
10. Teres, LL.; Torroja Y.; Olcoz S.; Villar, E. "VHDL: Lenguaje estándar de diseño electrónico". McGraw-Hill. 1997.
11. Xilinx Devices. http://www.xilinx.com/products/silicon_solutions/
12. Xilinx Devices. "Xilinx System Generator for DSP: Getting Started Guide". Xilinx Inc. 2008.
13. Xilinx Devices. "AccelDSP Synthesis Tool: User Guide". Xilinx. 2008
14. Zeidman, B. "Designing with FPGA & CPLD". CMP Books. 2002.

Bibliografía complementaria:

15. Alfonso-Pérez, S.; Soto, E.; Fernández, S.: "Diseño de sistemas digitales con VHDL". Thomson-Paraninfo, 2002.
16. Oldfield, J. ; Dorf, R. "Field Programmable Gate Array". John Wiley. 1995
17. Zwolinski, M. "Digital System Design with VHDL". Pearson Education. 2000.

XII.- METODOLOGÍA

El desarrollo de la asignatura se estructura en torno las clases de teoría, las tutorías, las prácticas de laboratorio y la realización de trabajos.

En las sesiones de teoría y problemas se utilizará el modelo de lección magistral. En las sesiones teóricas el profesor expondrá los contenidos fundamentales de la asignatura utilizando para ello los medios audiovisuales a su alcance (presentaciones, transparencias, pizarra). Las clases prácticas de problemas se desarrollarán siguiendo dos modelos. En algunas de las clases será el profesor el que resuelva una serie de problemas tipo para que los estudiantes aprendan a identificar los elementos esenciales del planteamiento y resolución del problema. En otras clases de problemas serán los estudiantes, individualmente o distribuidos en grupos, los que deberán resolver problemas análogos bajo la supervisión del profesor. Una vez concluido el trabajo, los problemas serán recogidos, analizados y corregidos por el profesor o por los propios estudiantes.

Los alumnos disponen de un horario de tutorías cuya finalidad es la de resolver problemas, dudas, orientación en trabajos, etc. El horario de dichas tutorías se indicará al inicio del curso académico. Además tendrán la oportunidad de aclarar algunas dudas mediante correo electrónico o foros de discusión mediante el empleo de la herramienta "Aula Virtual", que proporciona la Universitat de Valencia.

Las sesiones de prácticas de laboratorio se organizan en torno al diseño, simulación e implementación en un dispositivo físico de un determinado sistema digital. Su duración estimada será de 3 horas y los grupos de prácticas estarán formados por dos personas como máximo. Los estudiantes dispondrán de los guiones de prácticas y la experimentación será llevada a cabo íntegramente por ellos bajo la supervisión del profesor.

Durante el curso, se realizarán algunos Trabajos que complementarían lo explicado durante el mismo. Los Trabajos consistirán en la resolución completa de un proyecto real u otro tipo de propuestas que el profesor estime oportunas. En general, estos trabajos serán entregados por los alumnos para su revisión por parte del profesor.

Para poder llevar a buen término la metodología docente descrita, el alumno dispondrá en el Aula Virtual de un conjunto de documentos que le faciliten el aprendizaje de la materia objeto de la presente guía docente.

XIII.- RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Los resultados del aprendizaje de la asignatura son:

1. Conocimiento y utilización de Sistemas programables Digitales (FPGA).
2. Conocimiento y capacidad de utilización de Sistemas en Chip (SoC).
3. Conocimiento y aplicación de los fundamentos de lenguajes de descripción de dispositivos hardware.
4. Conocimiento y aplicación de los fundamentos de lenguajes de descripción de dispositivos hardware basados en C.
5. Manejar las herramientas de descripción de alto nivel.
6. Aplicar tecnologías digitales para la resolución de problemas y aplicaciones en diversos campos de aplicación, especialmente en la implementación de algoritmos de procesado digital de la señal.
7. Conocer y manejar técnicas de diseño hardware

XIV.- EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Se evaluará el aprendizaje de la parte de teoría y de la parte de laboratorio, con un peso sobre la nota final del 40% y el 30% respectivamente. Para promediar las notas de teoría y de laboratorio será necesario que la nota de cada una de ellas por separado sea igual o superior a 4. La nota final se obtiene a partir de las siguientes consideraciones:

- La nota de teoría surgirá como resultado de la realización en las fechas indicadas en el calendario oficial del examen escrito. Constará de cinco cuestiones de carácter teórico-práctico y un problema. Todas las preguntas estarán relacionadas con los contenidos del temario, y con dificultad similar a las cuestiones y problemas realizados en clase.
- La nota de laboratorio surgirá como resultado de la realización de un examen individual a la finalización del cuatrimestre que constará del diseño, simulación e implementación en un dispositivo físico de un sistema digital. Se evaluará la destreza demostrada, el dominio en el uso de los equipos de laboratorio y el desarrollo del diseño a lo largo de la sesión.
- Finalmente, se evaluarán todos los Trabajos realizados durante el cuatrimestre con un peso del 30%.

La nota final de la asignatura saldrá de la siguiente expresión:

$$Nota\ Final = NotaTeoria * 0.4 + NotaLaboratorio * 0.3 + NotaTrabajos * 0.3$$