

**DISEÑO DE CIRCUITOS Y SISTEMAS ELECTRÓNICOS. Módulo núm. 13074**  
**INGENIERÍA ELECTRÓNICA. UNIVERSIDAD DE VALENCIA**  
**CURSO: 2006-07**  
**PROFESORES: Manuel Bataller Mompeán. Alfredo Rosado Muñoz.**

**OBJETIVOS.**

**Módulo Teórico**

En este módulo se pretende proporcionar al alumno una formación adecuada en las bases teóricas del diseño de circuitos integrados y sistemas electrónicos, aportando los conocimientos básicos necesarios para que pueda afrontar con suficientes garantías tanto el análisis como la síntesis de circuitos y sistemas electrónicos, haciendo especial hincapié en los sistemas digitales. Asimismo, se introduce al alumno en las diversas tecnologías y dispositivos que permitan la implementación física de diseños electrónicos así como en los lenguajes de descripción hardware.

**Módulo Laboratorio**

En este módulo, el alumno recibe una formación de tipo práctico en el diseño de circuitos integrados y sistemas electrónicos, enfrentándose a los problemas que surgen al trasladar los conocimientos académicos al laboratorio. Así, el alumno puede comprobar los conceptos teóricos que se le han explicado y disponer de una nueva oportunidad para clarificar determinados conceptos que no haya podido asimilar. Principalmente, las prácticas consisten en el desarrollo de implementaciones hardware a nivel de diseño, simulación (basadas en PC) e implementación. Se presta especial atención a la programación de dispositivos lógicos programables (FPGA) mediante descripciones en VHDL.

**Módulo Proyecto**

Para superar la asignatura, es obligatorio la realización de un proyecto. Este proyecto se puede realizar por parejas y consiste en el diseño e implementación de un sistema digital sobre FPGA programado en VHDL. La temática de cada proyecto será definida de forma particular para cada grupo. Este proyecto será evaluado entre 0 y 1 punto sobre la nota final de la asignatura. Existen dos sesiones de seguimiento intermedio del proyecto para poder permitir una autorización del mismo por parte del profesor de laboratorio, adicionalmente, este proyecto se presentará oralmente en la sesión 10.

**Módulo de TEORÍA (7,5 créditos). PROGRAMA.**

**TEMA 1: INTRODUCCIÓN A LOS CIs.** Evolución histórica de los C.I. Estado actual. El transistor MOS: nociones complementarias. Modelos analítico, eléctrico y SPICE. Interruptores MOS y CMOS. Inversor CMOS: característica de transferencia, retardo de propagación, consumo de potencia, etc. Parámetros primarios y secundarios de la tecnología CMOS. Tendencias en la evolución tecnológica. Modelos de escalado: para dispositivos CMOS, para interconexiones, etc. Limitaciones de los modelos de escalado. Tendencias en la evolución tecnológica. Circuitos integrados BICMOS.

**TEMA 2: EL LENGUAJE VHDL.** Introducción. Elementos básicos: identificadores, operadores, etc. Tipos de datos. Instrucciones secuenciales y concurrentes. Asignación de señales: modelos de retardo. Subprogramas. Unidades de concepción: entidad, arquitectura, configuración y paquete. Genericidad. Atributos. Ejemplos.

**TEMA 3. 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: Inferencia de latches, inferencia de flip-flop. Tipos de descripción específicos: Puertas triestado y puertos bidireccionales, máquinas de estados, memorias.

**TEMA 4: LÓGICA PROGRAMABLE I: PLDs.** Introducción. Clasificación: PROM, PAL, PLA, GAL. Arquitecturas: ejemplos. Flujo de diseño. Especificación de tiempos.

**TEMA 5: LÓGICA PROGRAMABLE II: CPLDs y FPGAs.** Introducción. Clasificación. Tipos. Dispositivos programables de ALTERA: familia clásica, MAX y FLEX. Dispositivos programables de XILINX: familia de CPLDs y de FPGAs. Otros dispositivos (Lattice, Actel, etc.). Especificación de tiempos.

**TEMA 6. SISTEMAS EN CHIP (SoC).** Sistemas programables: FPSLIC (Field Programmable System Integrated Circuits) de Atmel. Diseño específico de sistemas en chip.

**TEMA 7: DISPOSITIVOS PROGRAMABLES ANALÓGICOS.** Introducción. Dispositivos TRAC, ispPAC y Anadigm: arquitectura, interconexiones, macros, fases de diseño, software de diseño, etc. Aplicaciones.

**TEMA 8: DISEÑO DIGITAL CMOS.** Introducción. Redes serie-paralelo: funciones de conducción. Lógica CMOS estática: lógica CMOS complementaria, con puertas de paso (CPL, DPL, LEAD) y CVSL. Lógica CMOS dinámica: introducción, ventajas e inconvenientes, circuitos precargados, lógica dominó, otras. Circuitos secuenciales estáticos y dinámicos: biestables, registros de desplazamiento, memorias, etc. Reglas de diseño: metodologías de diseño físico. Modelos de retardo: diseño eléctrico.

**TEMA 9: ASICs.** Introducción. Metodologías de diseño: Gate Array, Seas of Gates, Standard Cell y Full Custom. Generación automática de módulos. Diseño de ASICs: aspectos particulares (reparto de la señal de reloj, diseño de contadores, etc.) y etapas (fase de diseño de un GA, de un SC y de un circuito full-custom). Comparativa entre metodologías. Perspectivas actuales: Fabricantes, dispositivos, costes, etc.

**TEMA 10: EL TEST EN LOS CIs.** Introducción. Necesidad. Tipos de fallos. Simulación de fallos: serie, paralela, etc. Métodos de generación automática de vectores de test. Diseño para la testabilidad (DFT).

**TEMA 11. DISEÑO MIXTO ANALÓGICO-DIGITAL.** Necesidad de sistemas mixtos analógico-digitales. Circuitos integrados analógicos no lineales: Comparadores y multiplicadores. Diseño con capacidades conmutadas. Conversión A/D y D/A. Recomendaciones básicas en el diseño de sistemas mixtos.

### **Módulo de LABORATORIO (4,5 créditos). PROGRAMA.**

**PRÁCTICA 1.** Introducción al diseño en VHDL con Xilinx ISE.

**PRÁCTICA 2.** Diseño de máquinas de estados en VHDL: control de acceso.

**PRÁCTICA 3.** Diseño de un cronómetro en VHDL.

**PRÁCTICA 4.** Diseño e implementación de un filtro de media móvil de orden 4.

**PRÁCTICA 5.** Lectura/escritura de un conversor A/D serie.

**PRÁCTICA 6.** Tutorías PROYECTO.

**PRÁCTICA 7.** Tutorías PROYECTO.

**PRÁCTICA 8.** Diseño digital CMOS. Primera sesión Microwind.

**PRÁCTICA 9.** Diseño digital CMOS. Segunda sesión Microwind (y última).

**PRÁCTICA 10.** Lectura PROYECTO.

**PRÁCTICA 11.** EVALUACIÓN.

### **SISTEMA de EVALUACIÓN de TEORÍA.**

El alumno dispondrá de dos convocatorias anuales, a celebrarse en los meses de Junio y Septiembre. Se realizará un único examen en cada convocatoria que incluya todo el contenido del módulo, y constará de un determinado número de cuestiones de tipo teórico y práctico de acuerdo con el nivel de enseñanza impartido. Se realizará una prueba de examen parcial en la convocatoria de Febrero que elimina materia si la calificación es superior a cinco puntos sobre diez.

### **SISTEMA de EVALUACIÓN de LABORATORIO.**

El alumno dispondrá de dos convocatorias anuales, a celebrarse en los meses de Junio y Septiembre. Se realizará un único examen individual en cada convocatoria que incluya todo el contenido del módulo, y constará del diseño, implementación y comprobación de un circuito electrónico, debiendo el alumno realizar la comprobación mediante las herramientas empleadas en el laboratorio.

### **CALIFICACIÓN FINAL DE LA ASIGNATURA.**

Es necesario una nota mínima de 4 en cada parte (teoría y laboratorio) para poder promediar ambas calificaciones.

La nota final se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{NOTA} = \text{NotaTeo} * 0,65 + \text{NotaLab} * 0.25 + \text{NotaProy} * 0.1$$

La calificación aprobada de laboratorio se mantiene durante el curso académico siguiente.

## BIBLIOGRAFÍA.

1. ABEL-HDL Entry: [http://www.uv.es/~rosado/ch\\_04.pdf](http://www.uv.es/~rosado/ch_04.pdf)
2. Abramovici, M.; Brever, M.; Friedman, A.: "Digital Systems Testing and Testable Design". IEEE Press. 1990.
3. Alfonso-Pérez, S.; Soto, E.; Fernández, S.: "Diseño de sistemas digitales con VHDL". Thomson-Paraninfo, 2002.
4. Altera. Data Book. 1995. <http://www.altera.com/literature/lit-index.html>
5. Bota, S.; Carrabina, J.; Herms, A.: "Introducció al Disseny CMOS VLSI". Publicaciones Universitat de Barcelona, 1997.
6. Deschamps, J.P.: "Síntesis de circuitos digitales. Un enfoque algorítmico". Thomson-Paraninfo, 2002.
7. Deschamps, J.P.: "Diseño de circuitos integrados de aplicación específica ASIC". Paraninfo, 1993.
8. Fabricius, E.: "Introduction to VLSI Design". McGraw Hill, 1990.
9. Floyd, T.L.: "Fundamentos de Sistemas Digitales.". Prentice Hall, 1997.
10. Lipsett-Schaefer-Ussery: "VHDL: Hardware Description And Design". Kluwer Academic, 1989.
11. Mandado, E.; Jacobo Álvarez, L.; Valdés M. D.: "Dispositivos Lógicos Programables y sus aplicaciones". Thomson-Paraninfo, 2002.
12. Oldfield, J. ; Dorf, R. "Field Programmable Gate Array". John Wiley. 1995.
13. Pardo, F.; Boluda, J.A. "VHDL: Lenguaje para síntesis y modelado de circuitos". Rama, 1999.
14. Pucknell, D.; Eshraghian, K. "Basic VLSI Design". Prentice-Hall. 1994.
15. Schilling-Belove. "Circuitos electrónicos discretos e integrados". Mc Graw-Hill, 1993.
16. Tavernier, Ch. "Circuits logiques programmables". Ed. Dunod. 1992.
17. The Programmable Logic Jump Station. <http://www.optimagic.com>
18. Wakerly, J.P. "Diseño Digital: Principios y Prácticas". Prentice Hall, 1992.
19. Weste, N.; Eshraghian, K. "Principles of CMOS VLSI design. A systems perspective". Addison Wesley, 1993.
20. Xilinx. "The Programmable Logic Data Book". 1995. <http://www.xilinx.com/partinfo/databook.htm>
21. Zeidman, B. "Designing with FPGA & CPLD". CMP Books. 2002.
22. Zwolinski, M. "Digital System Design with VHDL". Pearson Education. 2000.