

DISEÑO DE CIRCUITOS Y SISTEMAS ELECTRÓNICOS

R. GADEA¹, R.J. COLOM¹ Y M.A. LARREA¹

¹*Departamento de Ingeniería Electrónica. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. Universidad Politécnica de Valencia. 46022-Valencia. España.*

Este documento describe la solución propuesta por la unidad docente de Telecomunicación del Departamento de Ingeniería Electrónica ante, las nuevas exigencias que el diseño de sistemas digitales va marcando en la actualidad. Esto es, capacitar al alumno para enfrentarse a especificaciones cada vez más complejas, acostumbrarlo al uso cada vez más extensivo de lenguajes de descripción de hardware e informarlo de los dispositivos programables y sus arquitecturas que puedan alojar y dar respuesta a tales necesidades.

1. Introducción

La asignatura Diseño de Circuitos y Sistemas Electrónicos es una de las materias troncales de segundo ciclo de los estudios de Ingeniero de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Valencia. Para muchos alumnos, con esta asignatura se da por concluida su formación con respecto a los conceptos de diseño microelectrónico. Durante el primer ciclo los alumnos aprenden conceptos de Electrónica Digital y desarrollan pequeños montajes en el laboratorio utilizando componentes digitales sencillos (puertas, registros, contadores, etc.)

En la asignatura Diseño de Circuitos y Sistemas Electrónicos, se pretende que el alumno aprenda métodos de diseño de sistemas digitales basados en dispositivos lógicos programables. Esto implica el conocimiento de las arquitecturas y recursos de los mismos y el uso, cada vez más extendido, de la entrada de diseño mediante los lenguajes de descripción de hardware.

2. Metodología Docente

La asignatura Diseño de Circuitos y Sistemas Electrónicos tiene una carga lectiva de 60 horas que se deben desarrollar a lo largo de un cuatrimestre, de las cuales se dedican 30 al desarrollo de conceptos teóricos mediante las clases magistrales. Las 30 horas restantes se dedican a la realización de prácticas en el laboratorio.

Las clases magistrales se imparten combinando los métodos didácticos tradicionales y los más modernos: pizarra, transparencias, presentaciones mediante cañón de vídeo. Independientemente de la forma de presentación utilizada todos los contenidos del curso están elaborados mediante presentaciones en PowerPoint, accesibles por los alumnos [3].

Las prácticas se desarrollan en un laboratorio dotado con 15 puestos de trabajo con el siguiente material: un ordenador con el software de Altera MAX+PLUS II versión estudiante 7.21, una fuente de alimentación, una placa del programa universitario de Altera, una placa complementaria de diseño propio y un motor paso a paso. Al utilizar un software en versión estudiantil, se facilita la labor de aprendizaje ya que los alumnos pueden hacer uso de él en sus propias casas para preparar las prácticas. La placa del programa universitario de Altera dispone de dos dispositivos, una CPLD de la familia MAX7000S y una FPGA de la familia FLEX10K20, los cuales pueden ser programados mediante un cable desde el ordenador. Esta placa también dispone de complementos como son displays 7 segmentos, diodos LED, microinterruptores y conectores de expansión. Los profesores de esta asignatura hemos aprovechado las capacidades de expansión de esta placa y la hemos complementado con un diseño propio, al cual hemos denominado MEPUA-1 (ver Figura 1).

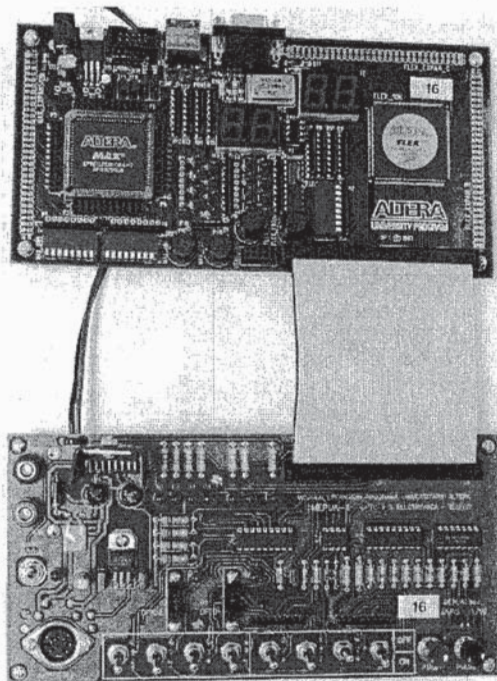


Figura 1: Fotografía del hardware utilizado.

MEPUA-1 dispone de un driver para el control de un motor paso a paso, dos optoacopladores y ocho interruptores de palanca. Este hardware permite realizar el diseño de una maquina de estados para controlar un motor paso a paso, también permite la implementación de un detector de paso utilizando los optoacopladores. Los interruptores permiten incrementar la polivalencia de la placa.

Cada una de las sesiones de prácticas, tiene una duración de 3 horas y está dividida en varias etapas: en primer lugar el profesor realiza una introducción de los conceptos más importantes que se van a ver en la práctica, a continuación se pasa al desarrollo de la misma, controlando el profesor en todo momento el buen hacer de los alumnos. La sesión práctica termina con la introducción a la siguiente sesión.

Las prácticas disponen de un manual realizado por los profesores [1], que no se limita a la especificación de los diseños a realizar, sino que incluye la introducción al VHDL, un tutorial completo del software utilizado, entrada de diseño, simulación y verificación temporal, opciones de síntesis y compilación, parametrización de diseños y programación y configuración.

El método utilizado para la evaluación de los alumnos, considera tres aspectos: El primero de ellos consiste en evaluar los conceptos teóricos aprendidos tanto en las clases magistrales como en las prácticas, la técnica utilizada consiste en un simple test. El segundo aspecto es su seguimiento a lo largo de la realización de las prácticas. Y el tercer punto a evaluar consiste en la realización de un examen práctico o examen de prácticas individual [2], el cual únicamente se puede realizar si han superado el test teórico.

3. Resultados

Esta asignatura se impartió por primera vez en el curso 1998/1999, en ella había un total de 161 matriculados obteniendo los siguientes resultados: 105 Aprobados (65%), 32 Suspendidos (20%) y 24 No presentados (15%). En el curso 1999/2000 tenemos un total de 258 alumnos.

En el ámbito personal los profesores quedamos bastante satisfechos con la tarea realizada y con los resultados obtenidos.

4. Conclusiones

Para concluir destacamos los siguientes aspectos de nuestro planteamiento:

- **Método de Evaluación.** Debido a que las prácticas suponen el 50 % de la asignatura, debían ser evaluadas correctamente y se optó por un examen individual. Los alumnos deben realizar un diseño digital mediante las herramientas de prácticas en un tiempo limitado. Los problemas aunque sencillos presentan la estructura de problemas más complejos, ya que están formados por dos partes, una de control a diseñar en VHDL y otra de procesamiento y encaminamiento de datos donde se pueden utilizar esquemáticos, macros y subsistemas descritos en VHDL.
- **Desarrollo e implementación de sistemas con cierta complejidad.** Esta asignatura es la última en la que la mayoría de los alumnos verán conceptos de diseño digital, como hasta este momento únicamente han realizado diseños usando componentes digitales estándares, tienen una limitada formación de resolución de un sistema. Esta asignatura, con la conjunción del CAD, del hardware y del apoyo teórico de las clases magistrales se

plantean problemas muy cercanos a los problemas reales. Practicando diversas alternativas de entrada de diseño.

- **Importancia de la arquitectura física soporte del diseño.** Se hace hincapié en la eficiencia del diseño, no sólo en cuanto a su funcionalidad, sino también en cuanto a la utilización de los recursos disponibles en función de la arquitectura del dispositivo.
- **Método de aprendizaje del VHDL práctico.** El método didáctico para enseñar VHDL en esta asignatura, consiste en realizar una introducción teórica de 4 horas y desarrollar el resto de conceptos en las prácticas, a lo largo de 15 horas.
- **Incorporación del CAD sin separarlo del hardware.** Las herramientas de CAD utilizadas, han sido complementadas con el hardware necesario para probar los diseños realizados en dispositivos programables. De este modo no limitamos la enseñanza a únicamente el software y las simulaciones, sino que se pueden probar los diseños en un prototipo real con todo lo que ello conlleva (adecuación de señales, metaestabilidades, conformaciones, asincronismos de señales, asignaciones, programación, etc.).

Referencias

- [1] M.A. Larrea, R. Gadea y R.J. Colom. *Diseño Práctico con FPGAs*. Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia (2000).
- [2] M.A. Larrea, R. Gadea y R.J. Colom. *Diseño de Circuitos y Sistemas Electrónicos: Problemas de Examen Resueltos*. Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia (2000).
- [3] M.A. Larrea, R. Gadea y R.J. Colom. *Diseño de Circuitos y Sistemas Electrónicos: Transparencias de Clase*. Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia (2000).