

ENTORNO INTEGRADO DIDÁCTICO DE APLICACIÓN Y TEST DE FPGA's

J. Mesas, S.A. Bota, R. Holgado, A. Herms

Departament d'Electrónica.Universitat de Barcelona
C/. Martí i Franques, 1. 08028 Barcelona

Tel. 93 402 90 68. Fax 93 402 11 48. email: sbota@el.ub.es

RESUMEN

La utilización de dispositivos lógicos programables en la implementación de sistemas digitales ha experimentado un progresivo aumento desde su aparición a mediados de los 80. Los fabricantes de estos productos han introducido mejoras constantes tanto en los circuitos semiconductores como en los entornos de desarrollo. Sin embargo, la gran variedad de encapsulado, patillaje, métodos de programación y lectura ... entre productos de diferentes fabricantes e incluso entre diferentes familias de un mismo fabricante encarece y dificulta el desarrollo de sistemas basados en este tipo de componentes. Para facilitar esta tarea, en este trabajo se describe el proceso de diseño y fabricación de un entorno integrado de aplicación y test de FPGAs destinado a entornos didácticos.

1. INTRODUCCIÓN

Los dispositivos FPGA (*Field Programmable Gate Arrays*) han experimentado una gran evolución desde su aparición como alternativa de implementación de sistemas electrónicos digitales a mediados de los a_os 80. El número de fabricantes que se dedica a comercializar este tipo de productos ha aumentado constantemente (debido al incremento de su volumen de ventas) y su campo de aplicaciones se ha ampliado a costa de otros tipos de ASIC reconfigurables mediante máscara [1].

Existe una gran diversidad de FPGAs; si nos centramos en su tecnología de programación

podemos dividirlos en tres grandes clases (i) FPGAs programables mediante antifusibles (ii) FPGAs programables mediante EEPROM (iii) FPGAs programables mediante celdas de memoria RAM estática (SRAM). En las FPGAs de la tercera clase es posible realizar la reprogramación *in-situ* del dispositivo, propiedad que resulta muy útil para el diseño de prototipos o de sistemas reconfigurables [2].

Teniendo presente el gran número de aplicaciones didácticas que puede tener un dispositivo reprogramable *in-situ* y que en la mayoría de ocasiones el fabricante tan sólo suministra las herramientas CAD de diseño, hemos creído conveniente desarrollar un equipo de desarrollo y test para este tipo de dispositivos que permita a los estudiantes de Electrónica implementar fácilmente sistemas digitales en el laboratorio, evitando el gran inconveniente que presentan las FPGAs basadas en tecnología SRAM: la pérdida de su configuración al interrumpir su polarización. Se pretende que los alumnos:

- Se familiaricen con el diseño de sistemas digitales con FPGAs
- Conozcan los modos de programación de las FPGAs
- Estudien las prestaciones que ofrecen diferentes fabricantes de FPGAs
- Conozcan las diferentes aplicaciones que pueden tener las FPGAs
- Consoliden los conocimientos teóricos de electrónica digital diseñando en el laboratorio sistemas digitales que se puedan implementar en las FPGAs y que, por lo tanto, se pueda comprobar su funcionamiento.

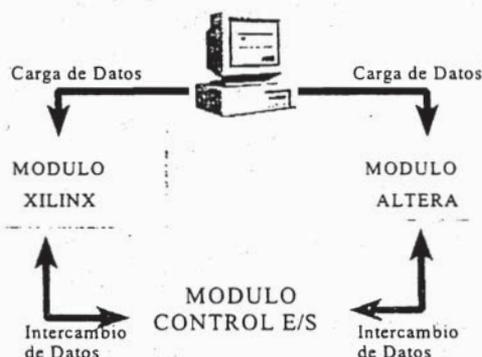


Figura 1 Diagrama del entorno integrado

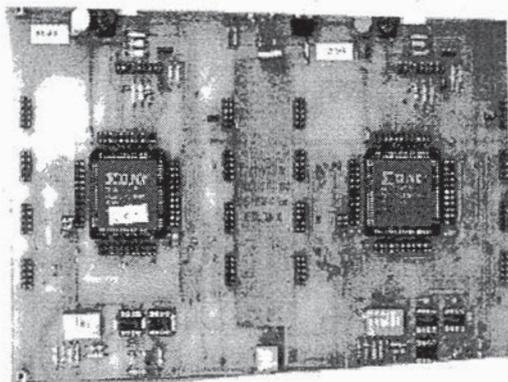


Figura 2. Módulo Xilinx

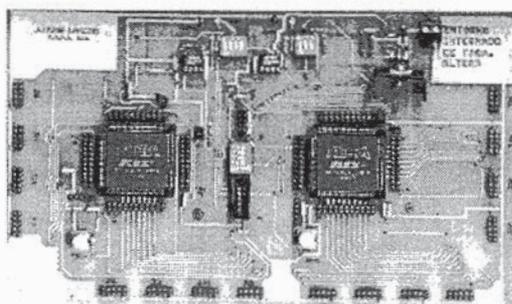


Figura 3. Módulo Altera

2. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO INTEGRADO

Nuestro objetivo ha consistido en diseñar e implementar un equipo de desarrollo para dispositivos SRAM de Xilinx [3] y Altera [4][5], por ser estos los dos fabricantes con mayor volumen de ventas y mejor red de distribución.

A la hora de implementar el entorno integrado se ha optado por dividirlo en módulos (figura 1): Se ha diseñado un módulo para FPGAs FLEX8000 de Altera, un módulo para FPGAs XC4000 de Xilinx y un módulo para generación de señales de entrada y observación de señales de salida.

Los dos primeros módulos, contienen dos zócalos para dos FPGAs. Éstas se pueden configurar desde memorias OTP-PROM disponibles en cada módulo o desde un PC. Para la configuración desde PC de las FPGAs de Xilinx se debe utilizar el equipo diseñado por este fabricante (XACT) [6]. Para la configuración desde PC de las FPGAs de Altera existen dos posibilidades: se puede utilizar el programa desarrollado por Altera (MAX+PLUS II), o bien se puede utilizar un software propio desarrollado expresamente, que funciona en entorno DOS.

Una de las condiciones perseguidas ha sido que después de configurar los dispositivos desde PC los módulos se pueden desconectar de éste y trabajar de forma autónoma.

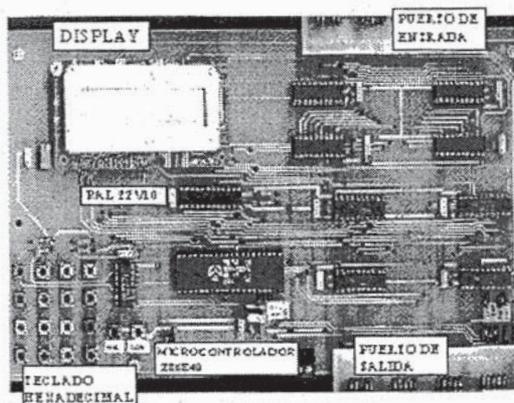


Figura 4. Módulo de control

Todas las aplicaciones que se implementan sobre FPGAs basan su funcionamiento en introducir una serie de entradas lógicas en el dispositivo para que éste devuelva, tras procesar sus entradas, unos valores de salida. Estos valores de entrada y de salida pueden ser fijos o variables con el tiempo. Se ve, por lo tanto, la necesidad de ofrecer al usuario una forma rápida y cómoda de gobernar las entrada lógicas que se apliquen a los módulos de test de las FPGAs y de visualizar las salidas de éstos. Fruto de esta necesidad se ha implementado un tercer módulo: el módulo de control (Figura 4). El alumno puede gobernar el estado de hasta 32 entradas de las FPGAs mediante un teclado hexadecimal y puede leer el estado de hasta 32 salidas a través de un *display* inteligente de cuarzo. El módulo está controlado mediante un microcontrolador Z86E40 de ZILOG y dispone además de dos comparadores analógicos y dos relojes de 8 y 4 MHz.

El diseño modular permite que el módulo de control pueda ser utilizado para futuras placas entrenadoras (por ejemplo para la familia FLEX 10K de Altera).

3. CARACTERÍSTICAS DE CADA MÓDULO

Cada módulo dispone de:

- Dos zócalos para FPGAs. Estas dos FPGAs pueden trabajar de modo independiente o de forma conjunta si se configuran las dos en modo *daisy-chain* con un solo programa.
- Memorias OTP-PROM serie para la configuración en el modo *Master Serial* de Xilinx o en el modo *Active Serial* de Altera.
- Conectores para comunicación con el PC durante la configuración en modo *Slave Serial* de Xilinx o en el modo *Passive Serial* de Altera.
- Selectores del modo de trabajo
- Pulsadores de programación y Reset
- Indicadores del estado de cada FPGA
- Dieciséis puertos de entrada salida de ocho bits cada uno
- Un regulador de tensión para la alimentación

4. APLICACIONES DIDÁCTICAS

Los módulos diseñados están destinados a facilitar la realización de prácticas de Sistemas Digitales, asignatura de la titulación de Ingeniería Electrónica. Los pasos que deberá seguir el alumno a la hora de desarrollar una aplicación son:

1. Evaluación de las especificaciones de diseño.
2. Realizar el diseño práctico de la solución adoptada mediante los programas XACT o MAX+PLUS II. Para ello se podrán utilizar diferentes métodos: entrada gráfica del diseño, entrada del diseño mediante programación utilizando los lenguajes AHDL, VHDL o VeriLog HDL o entrada del diseño mediante formas de onda.
3. Simular el circuito diseñado con las herramientas de los programas XACT o MAX+PLUS II. Si los resultados no son óptimos se vuelve al punto 1 ó 2.
4. Una vez que con la simulación se obtengan los resultados esperados se crearán los ficheros necesarios para la implementación física del diseño en las FPGAs.

5. Configuración de las FPGAs de los módulos de aplicación desde PC.
6. Estudio del funcionamiento mediante el módulo de control.
7. Cuando se obtengan los resultados óptimos se dará por correcto el diseño realizado y se podrá grabar en memorias OTP-PROM para insertarlas en los módulos de aplicación y quedar así el diseño grabado de forma permanente.

5. CONCLUSIONES

Con este trabajo hemos pretendido desarrollar un producto de gran utilidad para la realización de prácticas de laboratorio en asignaturas del área de sistemas digitales. Su concepción, basada en su flexibilidad, permite un fácil uso para la implementación de una gran variedad de prototipos diseñados por los alumnos a muy bajo coste. Además, el equipo puede aplicarse en otros sectores en los que intervengán sistemas digitales (sector del automóvil, robótica, demótica ...)

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M.J.S. Smith. "Application-Specific Integrated Circuits". Ed. Prentice Hall, cap. 4-8. 1998.
- [2] S. Hauck. "The role of FPGAs in Reprogrammable Systems". Proc. IEEE, vol 86, nº 4, pp 615-636, 1998.
- [3] www.xilinx.com
- [4] www.altera.com
- [5] Altera Data Book. 1996
- [6] Xilinx. XC4000 Series Field Programmable Gate Arrays. 1996.