

Plataforma de Hardware Reconfigurable para el Diseño de Sistemas Digitales

Alexis Maximiliano Quiteros, Luis Alberto Guanuco, Sergio Daniel Olmedo

Centro Universitario de Desarrollo en Automoción y Robótica

Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Córdoba

Email: maximiliano.quinteros@gmail.com, lguanuco@electronica.frc.utn.edu.ar, solmedo@scdt.frc.utn.edu.ar

Resumen—La constante evolución de los sistemas electrónicos (digitales y analógicos) exige la búsqueda de nuevas herramientas para la formación académica. En el caso del diseño de sistemas digitales una excelente alternativa es el uso de placas de evaluación basadas en dispositivos lógicos programables (PLDs). En función de los requerimientos y necesidades académicas que demandan recursos de hardware, y las oportunidades concretas de desarrollar una plataforma personalizada a las necesidades plateadas es que se presenta una plataforma reconfigurable con especificaciones abiertas. Este diseño cuenta con periféricos básicos con que se pueda interactuar en la implementación de sistemas digitales, pero además cuenta con una FPGA que dispone de una gran cantidad de recursos internos para el uso en sistemas digitales avanzados que requieren gran capacidad de procesamiento. El proyecto se publica en forma libre (licencia GPL) buscando incentivar a otros grupos académicos en la modificación y adaptación de este trabajo a sus necesidades como así también proponer mejoras en versiones futuras de la plataforma.

I. INTRODUCCIÓN

Las áreas académicas vinculadas a la electrónica y la computación se encuentran en constante demanda de recursos educativos de hardware y software en virtud de potenciar los conocimientos de los estudiantes. En el caso de las tecnologías con poca difusión o implementación en la industria regional, la principal opción en la importación de plataformas educativas adquiridas a empresas destinadas a la manufacturación de sistemas embebidos. Estas plataformas comerciales se clasifican según su implementación por lo que no siempre cubren los requerimientos académicos, por ejemplo, los requerimientos de hardware para las cátedras iniciales difieren de las cátedras avanzadas. Esta situación presenta la oportunidad de desarrollar una plataforma a la medida de las necesidades de las instituciones académicas. Si se dispone de las especificaciones por parte de los docentes, con la articulación de otras unidades académicas como laboratorios y grupos de investigación, es posible obtener un desarrollo que cubra las expectativas y aliente a la producción regional mediante la transferencias de tecnología.

En el proceso de aprendizaje de las denominadas Técnicas Digitales necesariamente se debe implementar los diseños digitales. El Álgebra de Bool con operaciones digitales simples, hasta la implementación de un microprocesador son prácticas comunes de los sistemas digitales lógicos y resulta fundamental su ejercitación para concluir el ciclo de enseñanza.

Existen varios trabajos ya en la década de los 90s donde se plantaba [1] la necesidad de contar con una plataforma educativa que permitiera el estudio e implementación del diseño digital, sobre todo nuevas arquitecturas de microprocesadores. Si bien no se contaba con la capacidad de integración en la fabricación de circuitos integrados que se alcanzó en esta época, se apuntaba en aquel entonces al uso de nuevos dispositivos denominados FPGA[8]. Esta tendencia continuó al punto tal que se avanzaban con desarrollos de placas más avanzadas que ofrecían mucho más recursos debido al constante avance en el proceso de integración de los semiconductores. Se generaron proyectos académicos [2][4][6], abiertos [3][5] y comerciales [7].

En estas últimas décadas los sistemas embebidos han cobrado una gran importancia, en particular se hace referencia a los Dispositivos Lógicos Programables (PLDs, siglas en inglés). Estos dispositivos lógicos actualmente ofrecen grandes recursos de hardware debido a los avances en los procesos de integración en su fabricación, obviamente que ha beneficiado a todos los circuitos integrados (ICs, siglas en inglés) en general.

Los Dispositivos Lógicos Programables fueron introducidos a mediados de 1970s. Se basaba en la idea de construir circuitos lógicos combinatoriales que fueran programables. Contrariamente a los microprocesadores, los cuales pueden correr un programa sobre un hardware fijo, la programabilidad de los PLDs hace referencia a niveles de hardware. En otras palabras, un PLD es un chip de propósitos generales cuyo hardware puede ser reconfigurado dependiendo de especificaciones particulares del desarrollador.

Si bien las diferentes industrias (militar[REF], automotriz[REF], comunicaciones[REF], de consumo[REF], etc.) son quienes demandan constantemente avances tecnológicos, muchas veces el sector académico resulta ser el gestor de grandes desarrollos e investigaciones que beneficia a estas industrias. En nuestra región la tecnología PLDs se encuentra en su auge hace unos años. Instituciones gubernamentales de defensa[REF], aeroespaciales[REF], comunicaciones[REF] están implementando dispositivos como FPGAs y CPLDs en sus diseños. Además existe una constante actualización por parte de las instituciones académicas en los programas analíticos de las carreras relacionadas a los sistemas embebidos[REF].

En el estudio de nuevos sistemas digitales las herramientas

de software son eficientes, pues permiten realizar simulaciones que se asemejan a la implementación física. Pero muchas veces son necesarias las implementaciones en hardware y es ahí donde se hacen necesarias las plataformas evaluadoras. Estas placas disponen de un diseño que cubre un gran espectro de aplicación según la tecnología y la complejidad del desarrollo. Este concepto no solo se aplica a los sistemas embebidos, pues varias áreas científicas requieren de un gran porcentaje de laboratorio[REF].

La mayoría de las plataformas de evaluación comerciales son fabricadas en el exterior del país. Se han encontrado desarrollos nacionales pero no son comercializados sino usados en laboratorios universitarios. Entre las empresas fabricantes de sistemas embebidos basados en dispositivos PLDs, se destacan: Xilinx, Altera y Digilent. Los principales perfiles de sus desarrollos se encuentran orientados a,

- Sistemas de comunicaciones
- Procesamiento de Señales Digitales (DSP)
- Automovilismo

En la Figura [REF] se pueden ver tres diferentes plataformas orientadas al diseño de sistemas digitales ¹. Los recursos de hardware que ofrecen estos desarrollos son:

- Puerto USB
- Four 6-pin Pmod connectors
- VGA
- PS/2

Atmel AT90USB2 Full-speed USB2 port providing board power and programming/data transfer interface Xilinx Platform Flash ROM to store FPGA configurations 8 LEDs, 4-digit 7-segment display, 4 buttons, 8 slide switches PS/2 port and 8-bit VGA port User-settable clock (25/50/100MHz), plus socket for 2 clock Four 6-pin header expansion connectors ESD and short-circuit protection on all I/O signals.

II. ELECCIÓN DEL PLD

III. INTERFAZ JTAG

A. Hardware

B. Software

IV. CARACTERÍSTICAS

A. Periféricos

B. Potencia

V. SOFTWARE

A. XC3Prog

B. OpenOCD

VI. IMPLEMENTACIÓN

VII. CÓDIGO ABIERTO

VIII. DISCUSIÓN

Existen dos formas de solventar esta demanda, la primera opción es la adquisición de estos recursos a empresas que

ofrecen plataformas educativas que cumplan con las especificaciones, pero aquí se presenta una segunda opción que es generar estas plataformas personalizadas a las necesidades de la región. Actualmente se dispone de los conocimientos necesarios para emprender un ciclo de trabajo donde las mismas unidades académicas cubren sus demandas a través de diferentes espacios como son los grupos de investigación y laboratorios

IX. CONCLUSIONES

ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to thank...

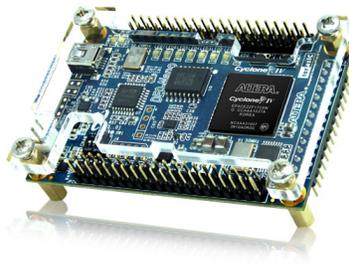
REFERENCES

- [1] Hiroyuki Ochi, *ASaver.1: An FPGA-Based Education Board for Computer Architecture/system Design*, Design Automation Conference 1997. Proceeding of the ASP-DAC'97. Asia and South Pacific. January 1997.
- [2] C. Chang, C. Huang, Y. Lin, Z. Huang and T. Hu, *FPGA Platform for CPU Design and Applications*, 5th. IEEE Conference on Nanotechnology. Nagoya, Japan. July 2005.
- [3] A. Cicuttin, M. Crespo, A. Shapiro, N. Abdallah, *Building an Evolvable Low-Cost HW/SW Educational Platform – Application to Virtual Instrumentation*, IEEE International Conference on Microelectronic Systems Education, MSE'07. 2007.
- [4] D. Kang, S. Hwang, K. Jhang, K. Yi, *A Low Cost and Interactive Rapid Prototyping Platform For Digital System Design Education*, IEEE International Conference on Microelectronic Systems Education, MSE'07. 2007.
- [5] J. Lockwood, N. McKeown, G. Watson, G. Gibb, P. Hartke, J. Naous, R. Raghuraman and J. Luo, *NetFPGA - An Open Platform for Gigabit-rate Network Switching and Routing*, IEEE International Conference on Microelectronic Systems Education, MSE'07. 2007.
- [6] J. Xing, W. Zhao and H. Hu, *An FPGA-Based Experiment Platform for Multi-Cores System*, 9th. International Conference for Young Computer Scientists, ICYCS'08. 2008.
- [7] Z. Qingguo, Y. Qi, L. Chanjuan, H. Bin, *Port Embedded Linux to XUP Virtex-II Pro Development Board*, IEEE. 2009.
- [8] K. Parnell and N. Mehta, *Programmable Logic Design Quick Start Handbook*, Rev. 4. Xilinx Inc. 2004.

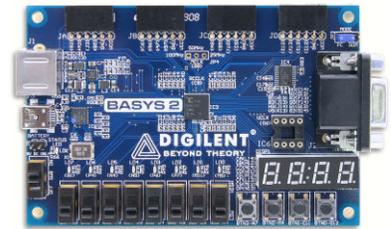
¹Alguna de estas plataformas disponen de módulos conversores ADC y DAC, por lo que se podría decir que también permiten la implementación de sistemas analógicos en dominio discreto.



(a) Avnet Spartan-6 LX150T (Xilinx/Avnet)



(b) DE0-Nano (Altera)



(c) BASYS2 (Digilent)

Fig. 1. Plataformas de desarrollo educativas basadas en FPGAs