



# LIBRO DE RESÚMENES

DEL 7 AL 9 DE SEPTIEMBRE DE 2011  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA



Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de este libro pueden reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información o sistema de reproducción, sin permiso previo y por escrito de los titulares del copyright

Título: XI Jornadas de Computación Reconfigurable y Aplicaciones

Editores: Manuel Rodríguez y Eduardo Magdaleno  
Maquetación: Eduardo Magdaleno y Santiago Magdaleno  
Diseño de portada: Moisés Domínguez  
I.S.B.N.: 978-84-614-8814-8  
Depósito Legal: TF-751-2011  
Impresión: Fotocopias Mateo

**Prólogo del Libro de Actas de las  
XI Jornadas de Computación Reconfigurable y Aplicaciones (JCRA'11)**

Eduardo Boemo  
Universidad Autónoma de Madrid

Las Jornadas de Computación Reconfigurables y Aplicaciones (JCRA) reúnen anualmente a investigadores españoles y latinoamericanos que diseñan sistemas basados en FPGAs. El congreso, fundado por Sergio Cuenca de la Universidad de Alicante en 2001, es uno de los más antiguos del mundo. Sólo es superado por las “3F” (FPL, FPGA y FCCM) y por el RAW. El resto de la larga lista de reuniones en esta área es posterior al JCRA.

España sin duda es un país dado a las FPGAs. Esta relación probablemente se origina por la escasa implantación en la industria local de tecnologías alternativas como *Gate Arrays* o *Standard Cells*, que ya existían en los años '90. Los ingenieros españoles acogieron la lógica programable sin preconcepciones, y sin la necesidad de descartar opciones que de otro modo estarían formando parte de sus productos. En otros países, los usuarios de FPGAs debieron vencer durante años la resistencia de los especialistas en las tecnologías que estos dispositivos iban a reemplazar. Gracias a los esfuerzos de los ingenieros de producto de ATD y ADM comenzaron a ser utilizadas rápidamente por empresas punteras como PESA, CESELSA o Alcatel. También ayudó la rápida incorporación de estos chips en la docencia de grado. Como ejemplo, en 1989 ya eran obligatorios en el Laboratorio de Electrónica Digital de la ETSIT UPM.

Fabricar un ASIC programable por el usuario era un tema que estaba maduro en la década de los '80. Las primeras FPGAs de Xilinx - originariamente llamadas LCAs (*Logic Cell Arrays*) – salieron al mercado en 1985. La nueva idea era sencilla y se basaba en 3 conceptos conocidos. En primer lugar, utilizar multiplexores para realizar funciones lógicas, en lugar del típico arreglo de transistores P y N de los *gate arrays*. Esta aplicación particular de los multiplexores era transmitida de generación en generación a los estudiantes de Circuitos Lógicos desde la época de los TTL, pues que permitía ahorrar *chips*, soldaduras y pistas.

La segunda innovación también era sencilla y estaba a la vista de todos. La red telefónica de la época no requería tender un hilo de cobre fijo entre cada par de abonados. En su lugar, existía una interconexión matricial de cables que se iban conectando mediante conmutadores hasta formar una unión galvánica entre los puntos a enlazar. Lo que valía para teléfonos también valdría para los circuitos integrados: no era necesario realizar la metalización fija final de los *masked-programmed* chips para mapear un diseño particular sobre una estructura VLSI estándar. Sólo se necesitaba difundir en el silicio un patrón de pistas y un conjunto de recursos de interconexión. Entre ambos formarían caminos programables mediante multiplexores y llaves CMOS activadas por el usuario.

La última idea de las FPGAs era consecuencia de las anteriores: una memoria almacenaría todos los valores de configuración del dispositivo. En el caso de Xilinx, esta memoria era externa y se utilizaría una cadena de *scan-path* para ingresar los bits para configurar los multiplexores que mapeaban las funciones lógicas y los elementos que rutaban las señales internas. Altera sorteó el problema mediante una EPROM interna, Lattice con una EEPROM también interna, y Actel con antifusibles. Sin embargo, los inconvenientes evidentes de la solución de Xilinx no produjeron rechazo alguno: la utilización de una EPROM auxiliar para arrancar un circuito programable complejo era algo cotidiano para los miles usuarios de microprocesadores.

Las FPGAs fueron inventadas con la idea de evitar los riesgos de fabricar un *masked-ASIC*. Este proceso temible era parecido (y sigue siéndolo) a escribir un programa que se puede compilar una única vez. Por ello, la reconfigurabilidad se consideraba una característica esencial para poder corregir los errores de diseño. Pero hubo muchas sorpresas. Poner a disposición de miles de ingenieros e investigadores un producto como la FPGA, que permite probar soluciones sin más coste que el tiempo que lleva implementarlas, fue como soltar conejos en Australia.

Los usuarios de  $\mu P$  y DSPs descubrieron que solidificar los algoritmos en el silicio producía unas aceleraciones muy importantes. Poner 100 multiplicadores en lugar de pasar 100 veces los datos por el multiplicador de la ALU del procesador realmente cambiaba la cosa. Nacen así los primeros *custom DSPs*. Otros ingenieros montaron centenas de FPGAs en tarjetas y *racks*, junto con memorias, FIFOS y matrices de conmutación, de modo de poder abordar problemas de mayor tamaño. Surge así un nuevo acrónimo, FCCMs (*FPGA-based custom computer machines*), para indicar supercomputación a precios populares.

Diseñadores inquietos encontraron más aplicaciones ingeniosas. El hardware *upgrade* sólo requería enviar a un cliente una nueva EPROM o reconfigurar de manera remota. Se podía hacer que un equipo realice diferentes funciones a lo largo del tiempo (entre ellas, autoverificarse) simplemente mapeando diferentes configuraciones e ideando un mecanismo de carga. Si estas reconfiguraciones obedecían a causas externas, entonces se podía pensar en circuitos adaptativos e incluso evolutivos. Un procesador podía configurar una FPGA auxiliar antes correr un programa, obteniendo así un coprocesador *custom* con las funciones especiales requeridas para el cómputo. Otra idea novedosa era realizar un *autotest* y reprogramar la FPGA para evitar una parte defectuosa del *chip*, creándose así un hardware cicatrizable. Finalmente, desde el punto de vista de producción, la programabilidad de los dispositivos también resultó crucial para poder manejar el *stock* de componentes electrónicos en áreas como las telecomunicaciones, donde los cambios de estándares son aún vertiginosos. Y todas estas opciones estaban disponibles sin necesidad de asumir el riesgo de fabricar un circuito integrado. Como decía el irreplicable Peter Alfke de Xilinx: “nosotros fabricamos ASICs pero vendemos FPGAs”.

Hoy en día la tecnología FPGA es omnipresente en comunicaciones, discos duros, automoción, cómputo intensivo, aplicaciones militares, en incluso productos de consumo masivo. Las desventajas en velocidad y energía respecto a un *masked-ASIC* se compensan de dos modos. Por un lado, las compañías de FPGAs (todas *fabless*) debido a su alto volumen de producción y la regularidad de sus circuitos, acceden en primer lugar a nuevas *foundries* con las tecnologías de fabricación más avanzadas, Por otro lado, los dispositivos incluyen cada vez más bloques *hardwired* dentro del chip, que evitan el mayor retardo o consumo de la alternativa equivalente reprogramable. A ello se suman las nuevas combinaciones *on-chip* de procesador más FPGAs, que una y otra vez aparecen en la historia de estos dispositivos.

Este libro, editado por los profesores Manuel Rodríguez Valido y Eduardo Magdaleno Castelló de la Universidad de La Laguna, es una fotografía actual de la diversidad de temas de investigación y aplicaciones relacionados con FPGAs. Caben destacar las aportaciones en Diseño de System-on-Chips, Microscopía, Robótica, Custom DSPs, Procesamiento de Imágenes, Educación, Benchmarking, Supercomputación, Bioingeniería, Análisis Financiero, o codiseño HW. Los lectores de este volumen encontrarán 37 artículos separados en 9 capítulos, que con seguridad serán fuente de motivación y nuevas ideas para avanzar en este apasionante campo tecnológico.