

Desarrollo del ejercicio de vigilancia tecnológica en arreglos lógicos programables por campo FPGA

Ilber Adonayt Ruge Ruge

MSc.(c) en Ingeniería de Control Industrial,
Universidad de Ibagué - CorUniversitaria
Docente Tiempo Completo, Investigador Grupo GITEINCO,
Universidad de Cundinamarca
Fusagasugá, Colombia
ilberruge@yahoo.es, iruge@unicundi.edu.co

Astridt González Ríos

Ingeniera Electrónica,
Universidad de Cundinamarca
Fusagasugá, Colombia
Investigador grupo CIDEI,
Universidad de Cundinamarca
astridrgonzalez@gmail.com

Javier Santana Garzón

Ingeniero Electrónico,
Universidad de Cundinamarca
Fusagasugá, Colombia
Investigador grupo CIDEI,
Universidad de Cundinamarca
jjaviersantana@gmail.com

Resumen— En la actualidad las pequeñas y medianas empresas a nivel mundial en eléctrica y electrónica invierten parte de su capital en ejercicios de vigilancia tecnológica a fin de monitorear con suficiente anterioridad los cambios científicos y tecnológicos que las puedan afectar positiva o negativamente en su negocio.

Es por esto que se realiza el ejercicio de vigilancia tecnológica en arreglo de compuertas programables en campo FPGA, con el fin de proporcionar información relevante y actualizada en cuanto a las características técnicas del dispositivo, sus tendencias, aplicaciones, casas fabricantes, familias ofrecidas por éstas, distribuidores, análisis de patentes, comportamiento en el mercado mundial, capacidades nacionales, expertos sugeridos y análisis de artículos.

Palabras Clave— Vigilancia Tecnológica, FPGA, Lógica programable, patentes.

Abstract— Currently small and medium businesses worldwide in electric and electronic part of their capital invested in technological surveillance exercises in order to monitor the changes well in advance of science and technology that can positively or negatively affect their business. That's why the exercise is performed under surveillance technology in field-programmable gate FPGA, to provide relevant and updated information about technical characteristics of the device, its trends, applications, home makers, families offered by these , distributors, patent analysis, global market performance, capacities, expertise and analysis suggested items.

Keywords— Technology Watch, FPGA, programmable logic, patents.

I. INTRODUCCIÓN

En empresas PYME¹ de países en desarrollo como Colombia, la Vigilancia Tecnológica está en una fase incipiente debido al desconocimiento de metodologías y herramientas para la realización de ejercicios en vigilancia tecnológica y debido también a la demanda de recursos (humanos, económicos y de tiempo) que requiere el mismo. Bajo este marco, los empresarios parte de la industria electro electrónica de Bogotá Región, a través de ASESEL² (Gremio que agrupa y representa a las empresas del sector), el CIDEI (Centro de Desarrollo Tecnológico de la Industria Electro Electrónica e Informática) y los Grupos de Investigación GITEINCO y GIGATT de la Universidad de Cundinamarca desarrollan el proyecto “Asociativamente establecer el servicio de vigilancia tecnológica en control e instrumentación del clúster de la Industria Electro Electrónica de Bogotá y Cundinamarca”, avalado por COLCIENCIAS (Convocatoria 370 de 2006),

¹ PYMEs: Las denominadas pequeñas y medianas empresas.

² ORGANIZACIONES QUE HACEN PARTE DEL PROYECTO “Asociativamente establecer el servicio de vigilancia tecnológica en control e instrumentación del clúster de la Industria Electro Electrónica de Bogotá y Cundinamarca”: ASESEL (Asociación de Empresas del Sector Electrónico), CIDEI (Asociación de entidades del sector electrónico), GITEINCO (Grupo de investigación en tecnologías de la información y las comunicaciones), GIGATT (Grupo de investigación en generación, apropiación y transferencia de tecnologías).

en adelante proyecto macro, con el objeto de establecer una metodología en vigilancia tecnológica como herramienta de desarrollo de las empresas del sector antes mencionado.

El ejercicio de vigilancia tecnológica se encamina a las áreas de Control e instrumentación, las cuales se dividen en grupos específicos de temas sobre los cuales se trabajara dicho ejercicio.

Como parte de estos temas y del proyecto Convocatoria 370 de 2006, surge la necesidad de trabajar el ejercicio de vigilancia tecnológica en arreglo de compuertas lógicas programables por campo FPGA, para identificar las amenazas y oportunidades de desarrollo en este mercado mediante la observación, análisis y difusión de la información a las empresas y organismos involucrados en el proyecto en mención.

II. VIGILANCIA TECNOLÓGICA

La vigilancia es el esfuerzo sistemático y organizado por parte de la empresa en pos de la observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos del entorno económico, tecnológico, social o comercial, relevantes para la misma por poder implicar una oportunidad u amenaza para ésta. Requiere una actitud de atención o alerta individual. De la suma organizada de estas actitudes resulta la función de vigilancia en la empresa. En definitiva la vigilancia filtra, interpreta y valoriza la información para permitir a sus usuarios decidir y actuar más eficazmente.

La misión de la vigilancia tecnológica es informar sobre la aparición y evolución de nuevas tecnologías, el impacto posible sobre el mercado y la empresa, oportunidades y amenazas tecnológicas y de negocio y acciones futuras de los competidores [1].

III. FPGA

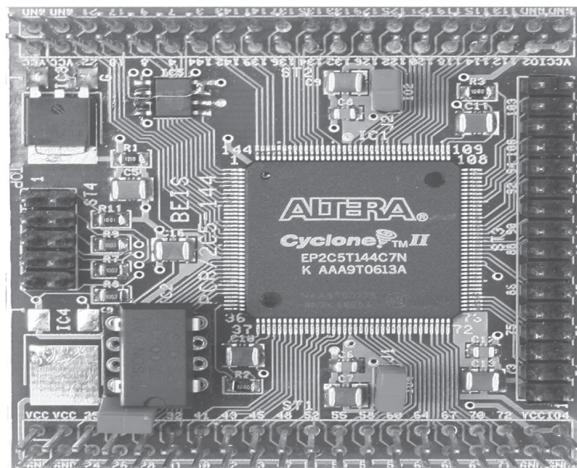
Un FPGA es un dispositivo semiconductor que contiene componentes lógicos programables e interconexiones entre ellos. La lógica programable puede reproducir desde funciones tan sencillas como las llevadas a cabo por una puerta lógica o un sistema combinacional hasta complejos sistemas en un chip.

Los FPGAs se utilizan en aplicaciones similares a los circuitos integrados de aplicaciones especifi-

cas (Application Specific Integrated Circuit, ASICs) sin embargo son más lentos, tienen un mayor consumo de potencia y no pueden abarcar sistemas tan complejos como ellos. A pesar de esto, los FPGA ofrecen ventajas tanto para los usuarios (por su reprogramación, bajo costo y fácil adquisición), como para los fabricantes por su corto tiempo de desarrollo.

Ciertos fabricantes cuentan con FPGA que sólo se pueden programar una vez, por lo que sus ventajas e inconvenientes se encuentran a medio camino entre los ASIC y los FPGA reprogramables. [2]

FIG. 1. ARQUITECTURA BÁSICA DE UN FPGA



Fuente: The Electronics Section of Beis.de [2]

IV. METODOLOGÍA

A. Factor Crítico de Vigilancia

La metodología de trabajo inició con la selección de las herramientas de vigilancia tecnológica, específicamente cienciometría, bibliometría, herramientas de búsqueda avanzada y el análisis de patentes; posteriormente se aplicaron estas herramientas con el fin de realizar la búsqueda, captación, análisis y validación de la información; para dar inicio a la investigación se plantearon una serie de preguntas para focalizar la búsqueda.

- ¿Cuáles empresas son líderes (que patentan) en el uso de esta tecnología?
- ¿Existen grupos de investigación especializados en estos temas en las Universidades?
- ¿Cuál es el estado del arte?
- ¿Qué proveedores existen en el mercado?
- ¿Qué tipos de software son empleados?

- ¿Qué requerimientos mínimos se requiere para emplear esta tecnología?
- ¿Qué aplicaciones son típicas con esta tecnología?
- ¿En qué otros sectores se emplea esta tecnología?
- ¿Quiénes brindan capacitación?
- ¿Qué patentes existen en el tema?
- ¿Qué expertos nacionales o extranjeros hay en el tema?
- ¿Qué sugerencias de aplicaciones de esta tecnología existen en mi área de trabajo?

El levantamiento de la información se realizó por medio de ecuaciones de búsqueda las cuales daban solución a cada uno de estos cuestionamientos y cuyos resultados se consignaron en fichas de búsqueda, para seleccionar, organizar y posteriormente realizar el análisis de la información obtenida; estas fichas de búsqueda se establecieron de acuerdo a un formato determinado en el proyecto macro el cual está dividido en: una ficha de necesidades la cual especifica el objetivo, el tema, los subtemas, las palabras clave, expertos y fuentes sugeridas; una ficha de las herramientas de búsqueda; una ficha de pertinencia que contiene la herramienta y ecuación de búsqueda, número de registros encontrados, pertinencia del resultado y la fecha de búsqueda; y una ficha de la información encontrada la cual contiene información específica acerca del tema tratado, obteniendo resultados preliminares del proceso de investigación. Por último, se establecieron conclusiones acerca de la tecnología respecto a cada uno de los ítems investigados y se realizó el informe final.

V. RESULTADOS

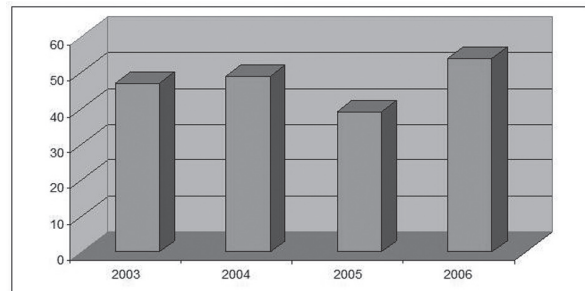
B. Análisis de Patentes

El análisis de patentes se realiza como un indicador que permite identificar diversos factores como fabricantes, aplicaciones, equipos patentados e inventores líderes, una herramienta útil para dicho análisis es el software Matheo Patent, el cual permite acceder a las bases de datos de la oficina de patentes de los Estados Unidos (USPTO) y de la oficina Europea de patentes (EPO) en su versión completa, mientras que en la versión de prueba solo es posible acceder a la oficina Europea de patentes.

Dicho software es de gran utilidad para el ejercicio de vigilancia tecnológica realizado para las empresas que integran el clúster de la industria electro electrónica de Bogotá ya que facilita la búsqueda de patentes que requieren menos tiempo en la búsqueda y brindan mayor efectividad en los resultados respecto a las búsquedas manuales.

Con esta herramienta de búsqueda de la USPTO Spacenet el número de patentes publicadas desde el año 2003 al 2006 fue en total 189, para el año 2003 fue de 46, para el 2004 hubo un leve incremento con 47 patentes, en el 2005 el número de publicaciones se redujo a 39 y en el año 2006 el número de patentes publicadas fue de 54.

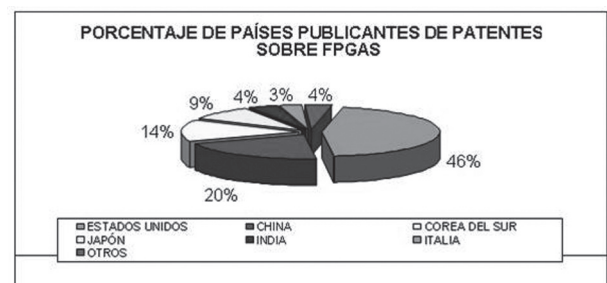
FIG. 2. PATENTES PUBLICADAS POR USPTO



Fuente: Autor del proyecto

El principal aplicante de patentes con FPGA a partir del 2003 hasta el 2006 es Xilinx Inc. Con el 21% del total de patentes publicadas representadas en 40 patentes, en segundo lugar se sitúa LG Electronics con un 9% del total representadas en 17 patentes, posteriormente se encuentra Actel Corporation con un 6% del total con 12 patentes, sigue ST Microelectronics con el 5% del total con 9 patentes, seguido de Samsung Electronics e IBM con un 4% cada una con 7 patentes, y por último se encuentran representadas otras compañías con un 51% del total de patentes con 100.

FIG. 3. PORCENTAJE DE LOS PRINCIPALES APLICANTES DE PATENTES DEL AÑO 2003 AL 2006

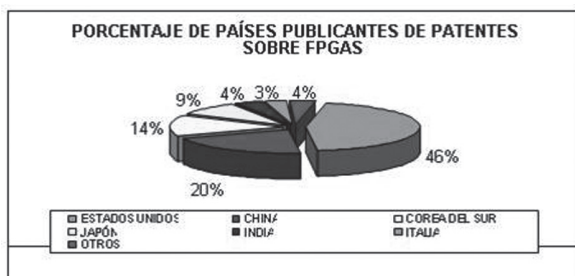


Fuente: Autor del proyecto

En cuanto a los principales inventores de patentes de los FPGA del año 2003 al 2006 encontramos a Steven Young de Estados Unidos liderando el número de publicaciones con un 5% del total de publicaciones con 10 patentes, seguido por Reno Sánchez de Estados Unidos con un 4% del total de publicaciones con 7 patentes y Trevor Bauer de Estados Unidos igualmente con un 3% del total de publicaciones con 6 patentes, el 88% restante está representado por gran cantidad de inventores de distintas nacionalidades, los cuales con 169 patentes publicadas.

En relación a países líderes en publicación de patentes Estados Unidos encabeza la lista con 114 patentes que representan un 46% del total de publicaciones, en segundo lugar se encuentra China con un total de 51 patentes publicadas, representan un 20%, en tercer lugar se encuentra Corea del Sur con 36 patentes que representan un 14%, en cuarto lugar se encuentra Japón con 22 patentes representando un 9%, posteriormente se encuentra India con 10 patentes publicadas que representan un 4%, seguido de Italia con 8 publicaciones que representan un 3% y por último se encuentran Alemania, Gran Bretaña, Israel, España y Francia los cuales aportan en un 4% del total de publicaciones.

FIG. 4. NÚMERO DE PATENTES POR PAÍSES

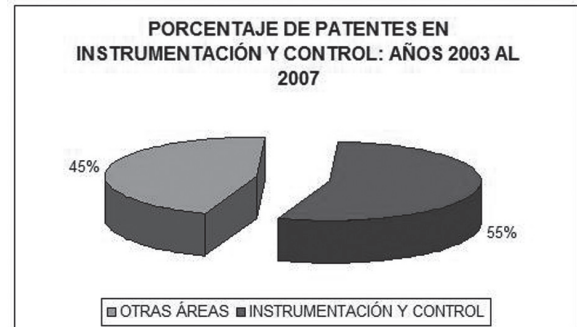


Fuente: Autor del proyecto

En el 2003 de 47 patentes publicadas 21 tienen relación a esta área, representan un 45%; Para el 2004 de 49 patentes publicadas 32 sobresalen en el área de instrumentación y control que representan un 65%. Para el 2005 de las 39 patentes publicadas 16 tienen relación con instrumentación y control representan un 42%, en el 2006 de 54 patentes publicadas 31 son de instrumentación y control representan un 58% y finalmente para el 2007 de 60 patentes publicadas 36 son de instrumentación y control que representan un 60% del total. En conclusión de 249 patentes re-

lacionadas con FPGA en diversas áreas 136 pertenecen al área de instrumentación y control, es decir dichas patentes representan un 55% en los últimos 5 años.

FIG. 5. PORCENTAJE DE PATENTES EN INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL: AÑOS 2003 AL 2007



Fuente: Autor del proyecto

C. Análisis de Fabricantes

El mercado de los FPGA se encuentra en un estado donde hay tres productores de propósito general que lo lideran: Xilinx Inc. Que desarrolla FPGA a bajo costo y de alto rendimiento en cuanto ahorro de energía, ofrece 16 familias de las cuales se derivan 20 series, Altera Corporation compete con los FPGA de mayor rendimiento, y un bajo costo con 8 familias de las que se derivan 11 y Lattice Semiconductor Corporation, compañía líder en tecnología no volátil ofrece a sus diferentes clientes FPGA con tecnología Flash, de alta velocidad de procesamiento y mejor aprovechamiento de energía con 7 familias de las que se derivan 9 series.

El mercado de los FPGA en los años 2004 al 2006 se encuentra segmentado de la siguiente manera: Xilinx Inc. Lidera el mercado con ventas aproximadas a US\$ 2500 millones [3], seguido por Altera Corporation con ventas aproximadas a los US\$ 2000 millones [4] y Lattice Semiconductor Corporation, con ventas superiores a los US\$ 600 millones [5].

Por otra parte existen compañías que desarrollan los FPGA para aplicaciones específicas como Actel Corporation cuyos productos se basan en tecnología flash con 11 familias de las que derivan 15 series, Atmel Corporation quien se enfoca en proveer microcontroladores AVR con los FPGA, estos microcontroladores consisten de una CPU de arquitectura Harvard, todo en el mismo encapsulado con 2 familias e igual número de series, Achronix Semiconductor Corporation se diferencia por ofrecer los

FPGA muy veloces con velocidades cercanas a los 2GHz ofreciendo 2 familias para ello y Quicklogic Corporation quien tiene productos para aplicaciones con tecnología wireless tiene 9 familias con 12 series.

Tabla I
Familias y series de los fabricantes líderes de FPGA

FAMILIAS Y SERIES DE LOS FABRICANTES LÍDERES DE FPGAs		
FABRICANTES	FAMILIA	SERIES
XILIX INC	VIRTEX 5	LX
		LXT
		SXT
		FXT
	VIRTEX 4	LX
		SX
		FX
	VIRTEX II	V
	VIRTEX II PRO	P
		PX
	VIRTEX II PRO X	P
		PX
	VIRTEX-E	E
	VIRTEX-E BM	E
	VIRTEX	-
	SPARTAN-XL	XL
	SPARTAN IIE	E
	SPARTAN II	-
	SPARTAN 3E	E
	SPARTAN 3 AN	AN
SPARTAN 3 DSP	SD	
SPARTAN 3A	A	
SPARTAN 3	-	
ALTERA CORPORATION	ARRIA GX	-
	CYCLONE	EP1C
	CYCLONE II	EP2C
	STRATIX	EP1S
	STRATIX II	EP2SGXC
		EP2SGXD
		EP2SGXE
		EP2SGXF
		EP2SGXG
	STRATIX III	EP3S2
P2SE		
STRATIX GX	EP1SGX	
LATTICE SEMICONDUCTOR CORPORATION	Isp XPGA	IspX PGA-E
	Lattice ECP & EC	EC
		ECP
	Lattice XP	LFXP
	Freedomchip	-
	Lattice CP2M	ECP
		ECP2M
	Lattice SC	LF S C
Lattice XP2	XP2	

Fuente: Autor del proyecto

Tabla II
Familias y series de otros fabricantes de FPGA

FAMILIAS Y SERIES DE OTROS FABRICANTES DE FPGA		
FABRICANTES	FAMILIA	SERIES
QUICKLOGIC CORPORATION	ECLIPSE	QL6
	ECLIPSE II	QL80
	ECLIPSE PLUS	QL7
	PASIC 3.2.1	QL3
		QL3E
		QL2
		QL8X
		QL16X
	QUICKRAM	QL24X
	QUICKRAM	QL40
MILITARY FPGA	QI3	
POLAR PRO	QL1 P	
ATEMEL CORPORATION	AT40K	AT40K
	AT40KAL	AT40KAL
ACTEL CORPORATION	RTSX-SU	RTSX
	RT	RT
		RTA
	IGLOO	AGL
	PROASIC 3	A3P
		A3P3
	EX	EX
	FUSION	AFD
	SX-A	A54SX
	PROASIC PLUS	APA
	RTAX-S	RTAX
		RTAXSL
	MX	A40MX
		A42MX
AXCELERATOR	AX	
ACHRONIX SEMICONDUCTOR	ACHRO NIX-ULTRA	-
	ACHRO NIX-XTREME	-

Fuente: Autor del proyecto

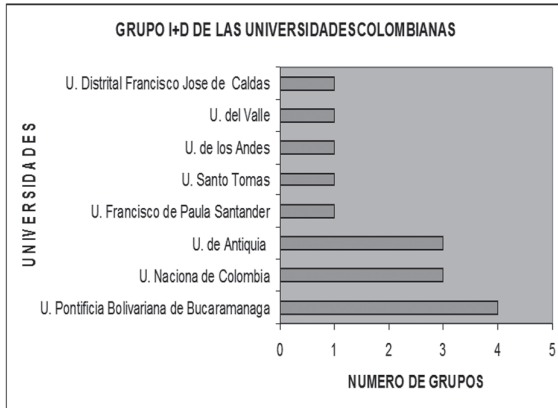
D. Análisis de Capacidades Nacionales

Actualmente la generación de nuevos grupos y el desarrollo de los ya establecidos en las universidades, instituciones y grupos independientes para la innovación, investigación y desarrollo en cuanto a los FPGA permiten establecer la tecnología con un nuevo campo de estudio y de trabajo para los nuevos profesionales en el área de electricidad y electrónica, fortaleciendo la comunidad científica a través de la generación de nuevo conocimiento y conformación de múltiples redes de investigación no solamente a nivel internacional sino también nacionalmente.

Aunque relativamente son pocos los grupos de I+D de las universidades colombianas (15 grupos

distribuidos en 8 instituciones) que trabajan con FPGAs, estos han establecido una nueva posibilidad de desarrollo y conocimiento por medio de esta tecnología.

FIG. 6. GRUPOS DE I+D DE LAS UNIVERSIDADES COLOMBIANAS



Fuente: Autor del proyecto

La importancia de estos grupos en las Universidades Colombianas radica en que sirven de apoyo a los programas académicos y de investigación a nivel de postgrado: Maestría y Doctorado en Ingeniería, teniendo como objetivo primordial impulsar actividades orientadas a la pre-incubación, generación de empresas y cooperación con empresas del sector de la electrónica mediante el desarrollo de proyectos de investigación aplicada.

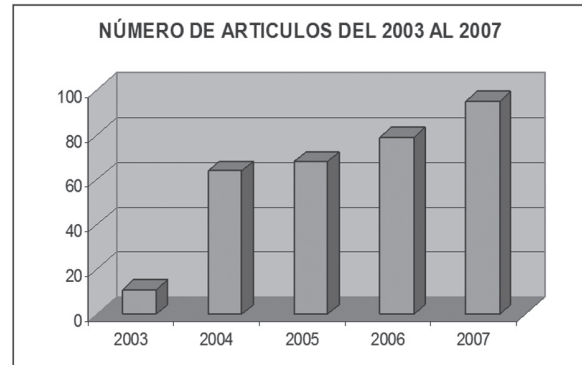
E. Análisis de Artículos

El análisis de la información obtenida en cuanto a publicaciones y artículos relacionados con los FPGA proporciona una visión clara y concisa sobre las tendencias, áreas de aplicación y expertos encontrados; las fuentes consultadas fueron la base de datos del instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos (Institute of electrical and electronics engineers Inc., IEEE), y principalmente la base de datos denominada FPGA and Programmable Logic Journal en el cual se encuentra un gran número de artículos y/o publicaciones.

En relación con los artículos sobre FPGAs desde el 2003 al 2007 se tiene que para el 2003 el número de artículos en la base de datos Estadounidense de FPGA and Programmable Logic Journal fue de 11, para el 2004 la publicación de artículos aumentó considerablemente 64, para el 2005 hubo un leve aumento respecto al 2004 con 68

artículos, en el 2006 la tendencia al aumento de publicación de artículos con 79 y finalmente para el 2007 el número de artículos fue de 95.

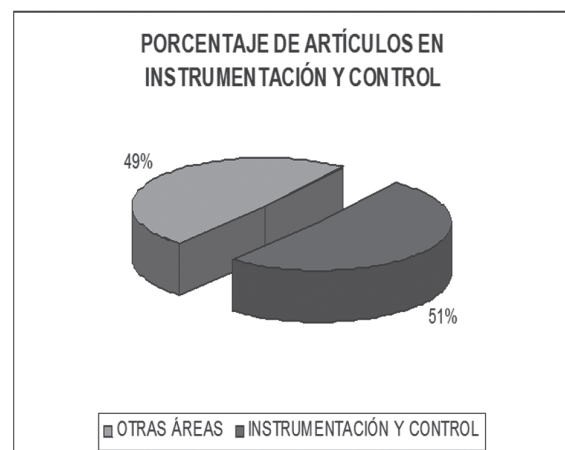
FIG. 7 ARTÍCULOS RELACIONADOS CON FPGAS PUBLICADAS DEL AÑO 2003 AL 2007 SEGÚN LA BASE DE DATOS FPGA AND PROGRAMMABLE LOGIC JOURNAL



Fuente: Autor del proyecto

De acuerdo al análisis realizado de acuerdo a la base de datos FPGA and Programmable Logic Journal de 317 artículos, 162 tienen relación con el área de instrumentación y control, representan un 52% del total de artículos publicados, dato aproximado o muy semejante al analizado anteriormente en lo referido patentes en instrumentación y control.

FIG. 8. PORCENTAJE DE ARTÍCULOS EN INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL: AÑOS 2003 AL 2007



Fuente: Autor del proyecto

VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Por medio del análisis se determinó que los FPGA se utilizan en aplicaciones similares a los ASIC con las desventajas de ser más lentos, tienen un mayor consumo de potencia y no pueden abar-

car sistemas tan complejos como ellos. Sin dejar atrás que ofrecen ventajas tanto para los usuarios por ser reprogramables a fin de corregir posibles errores, como para los fabricantes por su corto tiempo de desarrollo. [6]

Los FPGA tienden a combinar los bloques lógicos e interconexiones con microprocesadores y periféricos para formar un sistema programable en un chip, disminuyendo su volumen y soportando la reconfiguración parcial del sistema, permitiendo que una parte del diseño sea reprogramada, mientras las demás partes siguen funcionando. [7]

Respecto a las áreas de aplicación en las cuales son utilizados los FPGA se identificaron 8 principalmente: telecomunicaciones, industria automotriz, control e instrumentación industrial, aplicaciones en medicina, procesamiento de imágenes, televisión digital, industria militar e industria aeroespacial, hacia los cuales los fabricantes orientan sus familias de dispositivos.

Aunque está tecnología aún se encuentra en una etapa incipiente a nivel nacional la generación de nuevos grupos de investigación y desarrollo en Universidades, instituciones y grupos independientes son pocos; sin desconocer la existencia de 15 grupos en Universidades que sirven de apoyo a los programas académicos y de investigación a nivel de postgrado, Maestría y Doctorado en Ingeniería, teniendo como objetivo primordial impulsar actividades orientadas a la pre-incubación, generación de empresas y cooperación con empresas del sector de la electrónica mediante el desarrollo de proyectos de investigación aplicada.

Los artículos sobre los FPGA desde el 2003 han aumentado significativamente ya que para ese año la publicación de artículos fue casi 10 veces inferior a las publicaciones para el año 2007, donde aproximadamente la mitad de dichas publicaciones pertenecen al área de instrumentación y control.

VII. CONCLUSIONES

Mediante el estudio de mercado realizado se determinó que los fabricantes líderes en el mercado mundial de los FPGA son Xilinx Inc., el cual ofrece 16 familias de las cuales se derivan 20 series, Altera corporation con 8 familias de las que se derivan 11 y Lattice Semiconductor Corporation con 7 familias de las que se derivan 9 series las cuales

están orientadas para aplicaciones de propósito general; los demás fabricantes como Quicklogic Corporation ofrece 9 familias con 12 series, Atmel Corporation que ofrece 2 familias con igual número de series, Actel Corporation con 11 familias de las que derivan 15 series y por último encontramos a Achronix Semiconductor que ofrece 2 familias para aplicaciones específicas.

Se observó que entre las principales ventajas de los FPGA es su bajo costo unitario en el mercado con un valor mínimo de US\$1.40, bajo consumo de energía, mayor rendimiento que puede ser de 10 a 1000 veces superior al de una implementación en un DSP, además que proporcionan mayor flexibilidad respecto a otros dispositivos programables tanto para los fabricantes por su corto tiempo de establecimiento en el mercado (time to market), como para el usuario final por su mayor ciclo de vida útil, su menor costo.

De acuerdo al análisis de fabricantes y patentes se identificaron las siguientes áreas de aplicación: Telecomunicaciones, industria automotriz, control e instrumentación industrial, medicina, procesamiento de imágenes, televisión digital, industria militar e industria aeroespacial. Habida cuenta que algunos fabricantes desarrollan los FPGA para un propósito y/o aplicación específico. De acuerdo a la tendencia en el mercado de los FPGA se observó que Xilinx Inc., ofrece 40 plataformas de desarrollo que oscilan entre US\$ 225 y US\$ 5.995 aproximadamente. Altera Corporation ofrece 8 plataformas a sus consumidores para diversas aplicaciones que oscilan entre US\$ 150 y US\$ 4.995 aproximadamente y Lattice Semiconductor Corporation ofrece 8 plataformas que oscilan entre US\$ 149 y US\$ 1.795 aproximadamente.

A nivel nacional actualmente la generación de grupos de investigación y desarrollo en Universidades, instituciones y grupos independientes en cuanto a los FPGA son pocos ya que esta tecnología está en un proceso de establecimiento; existen 8 instituciones de educación superior de las que se desprenden 15 grupos de investigación, asimismo dichos grupos de investigación son quienes contribuyen en lo relacionado a publicaciones y artículos.

De acuerdo al análisis de patentes, se concluyó que el país que más aportes ha realizado en este campo en los últimos cinco años es Estados Unidos seguido por China, posteriormente se encuen-

tra Corea del Sur, Japón e India y en una menor proporción se encuentran España, Italia, Alemania, Gran Bretaña y Francia. En cuanto a campos de aplicación de las patentes obtenidas la búsqueda arrojó que en una gran proporción están relacionadas con procesamiento digital de datos, seguido por patentes relacionadas con tratamiento de señales, y en una menor proporción las relacionadas con dispositivos semiconductores, de medición y transmisión de datos.

REFERENCIAS

- [1] COTEC. "Vigilancia tecnológica". Cotec, 1999.
- [2] The Electronics Section of Beis.de. [on line].Beis.de.Noviembre 2007. Disponible online: http://www.beis.de/Elektronik/DPLCM/FPGA_930.jpg.
- [3] Dylan McGrath.Xilinx investing \$40 million in Singapore operations.[on line]. EE Times.15 Noviembre 2005. Junio 2009. Disponible online: <http://www.eetimes.com/showArticle.jhtml;jsessionid=LBNHYQHWCT4TAQSNLRSKHOCJUNN2JVN?articleID=173603113>.
- [4] Disponible on line: http://media.corporateir.net/media_files/irol/83/83265/reports/Altera_Corporation_annual_2006.pdf. Consultado en Julio de 2009.
- [5] Lattice semiconductor corporation. Annual report pursuant to section 13 or 15(d) of the securities exchange act of 1934 for the fiscal year ended december 31, 2005. Lattice semiconductor corporation. [on line]. 31 Diciembre 2005. Junio 2009. Hillsboro, Oregon Disponible on line: <http://www.latticesemi.com/documents/doc21524x64.pdf>
- [6] Diseño con FPGA's, Disponible on line: <http://laimbio08.escet.urjc.es/assets/files/docencia/EDII/Tema3FPGAs.pdf>. Consultado Octubre 2009.
- [7] Sistemas Integrados FPGA y VHDL, Disponible on line: [http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot271.nsf/VerityDisplay/C28B8F8FFDCE5891C125719A00254765/\\$File/70-74%202M637_SPA72dpi.pdf](http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot271.nsf/VerityDisplay/C28B8F8FFDCE5891C125719A00254765/$File/70-74%202M637_SPA72dpi.pdf). Consultado en Octubre de 2009.