Información sobre la tarjeta de desarrollo ZedBoard Zynq^{TM}-7000

Dennis Hernando Núñez Fernández

23 de Julio del 2015

Índice general

1. Introducción de la ZedBoard Zynq™-7000 **1**

2. Aspectos generales de la ZedBoard Zynq™-7000 **3**

3. Descripción de la ZedBoard Zynq™-7000 **5**

4. Descripción de la Zynq™-7000 **7**

5. Aplicaciones de la ZedBoard Zynq™-7000 **11**

A. Fotografía de la ZedBoard **15**

B. Guias, Tutoriales y Projectos **17**

Bibliografía **19**

Capítulo 1

Introducción de la ZedBoard Zynq^{TM}-7000

Antes de comenzar con la descripción general de la ZedBoard se hará una breve descripción de lo que es la tecnología Soc ZynQ-7000 de Xilinx.

El SoC Zynq es el primer dispositivo comercial que combina microprocesadores de doble núcleo ARM Cortex-A9, estructura de FPGA y periféricos claves en un solo dispositivo. El procesador y la estructura del FPGA se comunican con más de 10,000 interconexiones internas, ofreciendo un rendimiento entre el microprocesador y FPGA que es físicamente imposible de lograr con un procesador discreto y un FPGA implementado en una tarjeta de circuito impreso.

El SoC Zynq no es llamado un "FPGA" porque es único en el sentido de que el sistema de procesamiento es el que está a cargo, en lugar de la estructura del FPGA. Es decir, el sistema de procesamiento arranca primero y controla la funcionalidad de la estructura del FPGA. Esto significa que los usuarios no tienen que estar profundamente familiarizados con técnicas de diseño de FPGA para ejecutar una aplicación en el subsistema del procesador del SoC Zynq. El SoC Zynq ofrece a los clientes la habilidad para crear sus diseños en C, C++ o SystemC usando el software de desarrollo de su elección y programar su diseño en el sistema de procesamiento del SoC Zynq. Si una parte de su diseño no se está ejecutando lo suficientemente rápido, los diseñadores pueden usar la herramienta Vivado High-Level Synthesis (HLS) de Xilinx o HANDEL-C de Mentor Graphics para traducir un

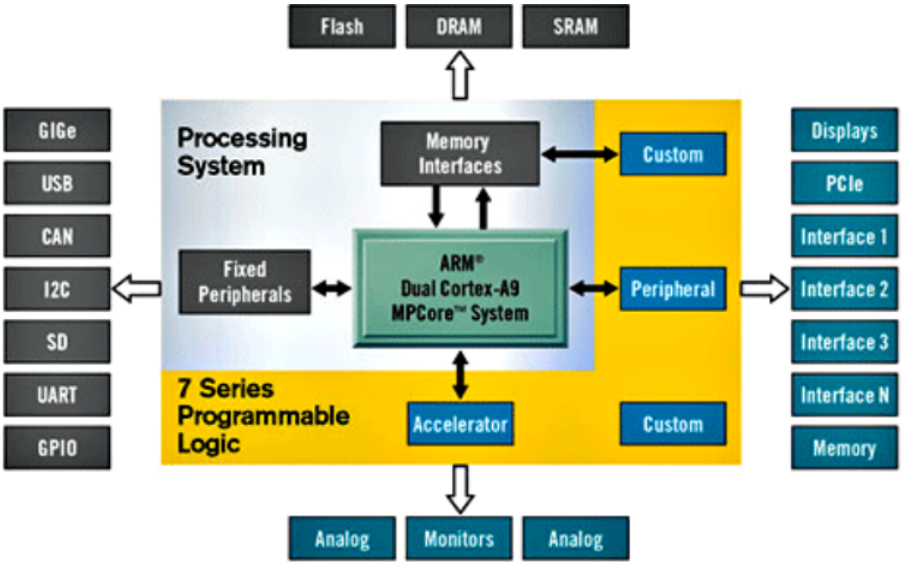

Figura 1.1: Diagrama de Bloques del SoC Zynq

algoritmo o parte de un algoritmo que desarrollaron a un nivel de C a VHDL y probar ese código ejecutándose en la sección de FPGA del SoC Zynq. Al descargar las funciones adecuadas del procesador a la estructura del FPGA y liberar el procesador para realizar las funciones que hace mejor, los clientes pueden alcanzar un incremento de 700 veces más rendimiento del sistema en comparación con los diseños basados en procesadores.

Capítulo 2

Aspectos generales de la ZedBoard Zynq™-7000

ZedBoard es una placa de desarrollo de bajo costo para la Xilinx Zynq™-7000 All Programable SoC (AP SoC). Esta placa contiene todo lo necesario para crear un diseño basado en Linux, Android, Windows o otro OS/RTOS. Además, varios conectores de expansión exponen el sistema de procesamiento y la lógica programable de E/S para el acceso fácil del usuario.

Aprovecha el sistema de procesamiento ARM® estrechamente acoplado al Zynq-7000 AP de SoC y la serie 7 de lógica programable para crear diseños únicos y de gran alcance con la ZedBoard. El kit ZedBoard es apoyada por la comunidad web www.zedboard.org donde los usuarios pueden colaborar con otros ingenieros también trabajando en diseños Zynq.

Se tiene las siguietes características y aplicaciones [1]:

- Características:
  - Zynq-7000 AP SoC XC7Z020-CLG484
  - Dual-core ARM Cortex A9
  - Memoria:
    - 512 MB DDR3
    - 256 Mb Quad-SPI Flash

    - 4 GB SD card
  - Onboard USB-JTAG Programming
  - 10/100/1000 Ethernet
  - USB OTG 2.0 and USB-UART
  - PS & PL I/O expansion (FMC, Pmod™, XADC)
  - Multiple displays (1080p HDMI, 8-bit VGA, 128 x 32 OLED)
  - I2S Audio CODEC
- Aplicaciones:
  - Video processing
  - Motor control
  - Software acceleration
  - Linux/Android/RTOS development
  - Embedded ARM® processing
  - General Zynq™-7000 AP SoC prototyping

En al Figura 2.1 se muestra la imagen de la tarjeta ZedBoard con los periféricos y componentes incorporados:

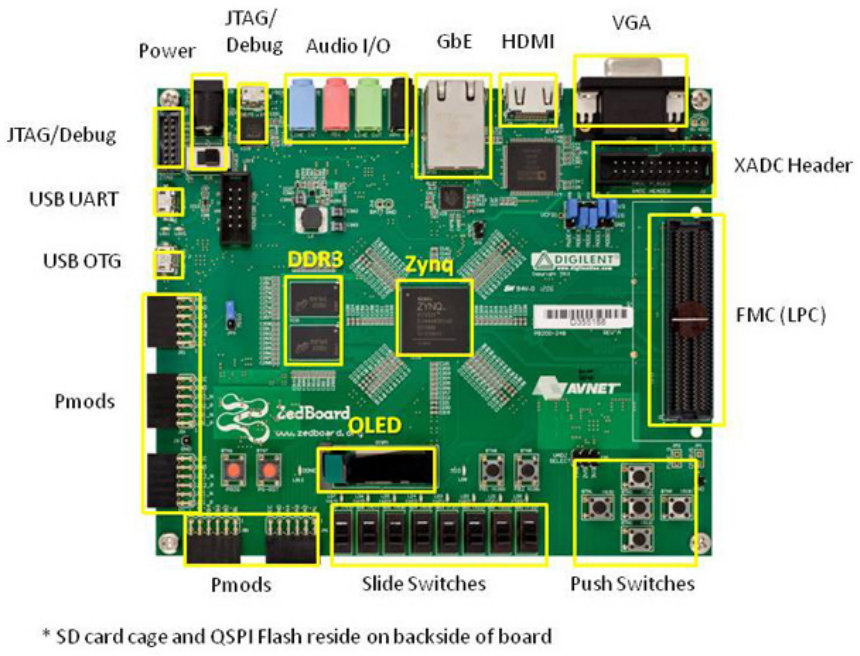

Figura 2.1: Imagen de la tarjeta ZedBoard

Capítulo 3

Descripción de la ZedBoard Zynq^{TM}-7000

De acuerdo a la Guia de Usuario de la ZedBoard [2] [3], la cual s enecuentra en la misma página de ZedBoard.org [4], la ZedBoard tiene las siguientes características:

- Xilinx® XC7Z020-1CSG484CES EPP
  - Primary configuration = QSPI Flash
  - Auxiliary configuration options
    - Cascaded JTAG
    - SD Card
- Memory
  - 512 MB DDR3 (128M x 32)
  - 256 Mb QSPI Flash
- Interfaces
  - USB-JTAG Programming using Digilent SMT1-equivalent circuit
    - Accesses PL JTAG
    - PS JTAG pins connected through PS Pmod
  - 10/100/1G Ethernet

    - USB OTG 2.0
    - SD Card
    - USB 2.0 FS USB-UART bridge
    - Five Digilent Pmod™ compatible headers (2x6) (1 PS, 4 PL)
    - One LPC FMC
    - One AMS Header
    - Two Reset Buttons (1 PS, 1 PL)
    - Seven Push Buttons (2 PS, 5 PL)
    - Eight dip/slide switches (PL)
    - Nine User LEDs (1 PS, 8 PL)
    - DONE LED (PL)
- On-board Oscillators
    - 33.333 MHz (PS)
    - 100 MHz (PL)
- Display/Audio
    - HDMI Output
    - VGA (12-bit Color)
    - 128x32 OLED Display
    - Audio Line-in, Line-out, headphone, microphone
- Power
    - On/Off Switch
    - 12V @ 5A AC/DC regulator
- Software
    - ISE® WebPACK Design Software
    - License voucher for ChipScope™ Pro locked to XC7Z020

Capítulo 4

Descripción de la Zynq^{TM}-7000

La familia Zynq-7000 de SoC aborda las aplicaciones del sistema integrado de gama alta, tales como video-vigilancia, asistencia automotriz-conductor, sistemas inalámbricos de última generación, y la automatización de fábrica. Zynq-7000 integra un completo con base del procesador Cortex-A9 de sistema de 28 nm. La arquitectura Zynq difiere de anteriores matrimonios de lógica programable y procesadores integrados al pasar de una plataforma FPGA centrada en un modelo de procesador céntrico. Para los desarrolladores de software, Zynq-7000 parece lo mismo que un procesador estándar, totalmente basado en ARM y SOC, arrancando de inmediato en el encendido y capaz de ejecutar una variedad de sistemas operativos con independencia de la lógica programable. En 2013, Xilinx introdujo el Zynq-7100, que integra el procesamiento de señal digital (DSP) para satisfacer las necesidades de integración de sistemas programables de la tecnología inalámbrica, difusión, médica y aplicaciones militares emergentes.

La nueva familia de productos Zynq-7000 planteó un desafío clave para los diseñadores de sistemas, ya que el software de diseño Xilinx ISE no se había desarrollado para manejar la capacidad y la complejidad del diseño con una FPGA con un núcleo ARM.7 El nuevo Vivado Design Suite abordó esta cuestión, ya que el software fue desarrollado para FPGAs de mayor capacidad, y que incluían la funcionalidad de síntesis de alto nivel que permite a los ingenieros para compilar los coprocesadores de una descripción basada en C.

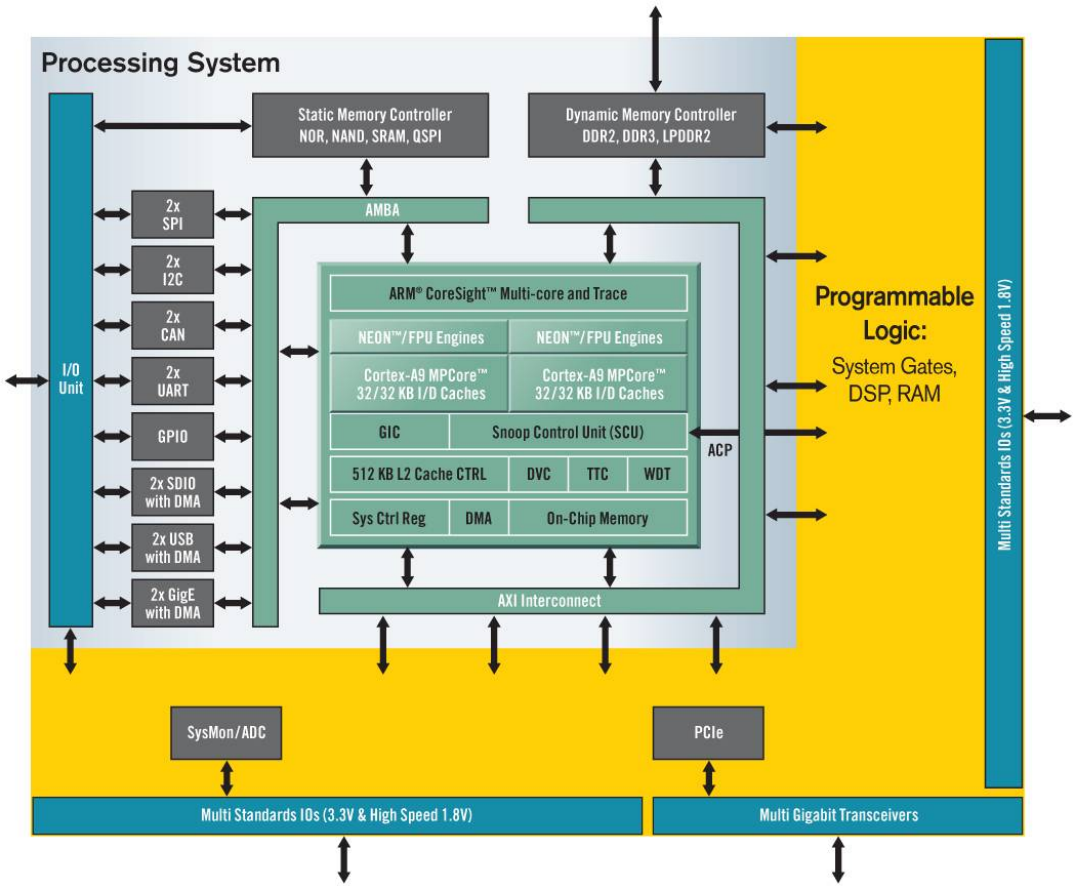

Figura 4.1: Arquitectura Zynq All Programmable SoC

El AXIOM, la primera cámara de cine digital del mundo que es el hardware de código abierto, contiene una Zynq-7000.

Como se puede observar en la Figura 4.1, la parte del sistema de procesamiento está formado por el microprocesador, la interfaz para la memoria RAM y parte de las interfaces para periféricos. Por otro lado la lógica programable, puede llevar algún acelerador necesario para la ejecución de código, como softprocessors, memoria, FPUs o cualquier dispositivo extra que sea capaz de sustituir la lógica programable [5].

La gestión de las señales de entrada/salida de las interfaces de periféricos comunes, están repartidas entre la lógica programable y la parte física, separándo la gestión de la entrada/salida entre las secciones PS (Processing System) y PL (Programmable Logic) del chip.

Para controlar las interfaces de los periféricos, en la parte PS tenemos un sistema multiplexado conocido como MIO (Multiplexed Input/Output), que controla las entradas/salidas de algunos dispositivos de un uso más habitual y general.

Por otro lado en la parte PL se controlarán las interfaces de otros periféricos que por norma general tendrán un menor uso o una mayor carga computacional. Adicionalmente en el caso de los las interfaces de Audio o HDMI y de algunos Pmods, la lógica programable también se encargará de implementar el CODEC de audio, o el transmisor HDMI y controladores intermedios necesarios. Resulta muy útil que los dispositivos menos habituales se puedan desactivar, y aprovechar esa parte de la lógica programable para otras utilidades como aceleradores.

En la Figura 4.2 se puede ver la composición del SoC utilizado y apreciar sus diferentes secciones.

El SoC siempre cargará su configuración inicial al encenderse desde la memoria Flash, cargando el contenido de su interior. Auxiliarmente el SoC, puede cargar la configuración inicial desde una tarjeta SD, permitiendo configuraciones de un mayor tamaño, pudiendo cargar un sistema operativo en su totalidad.

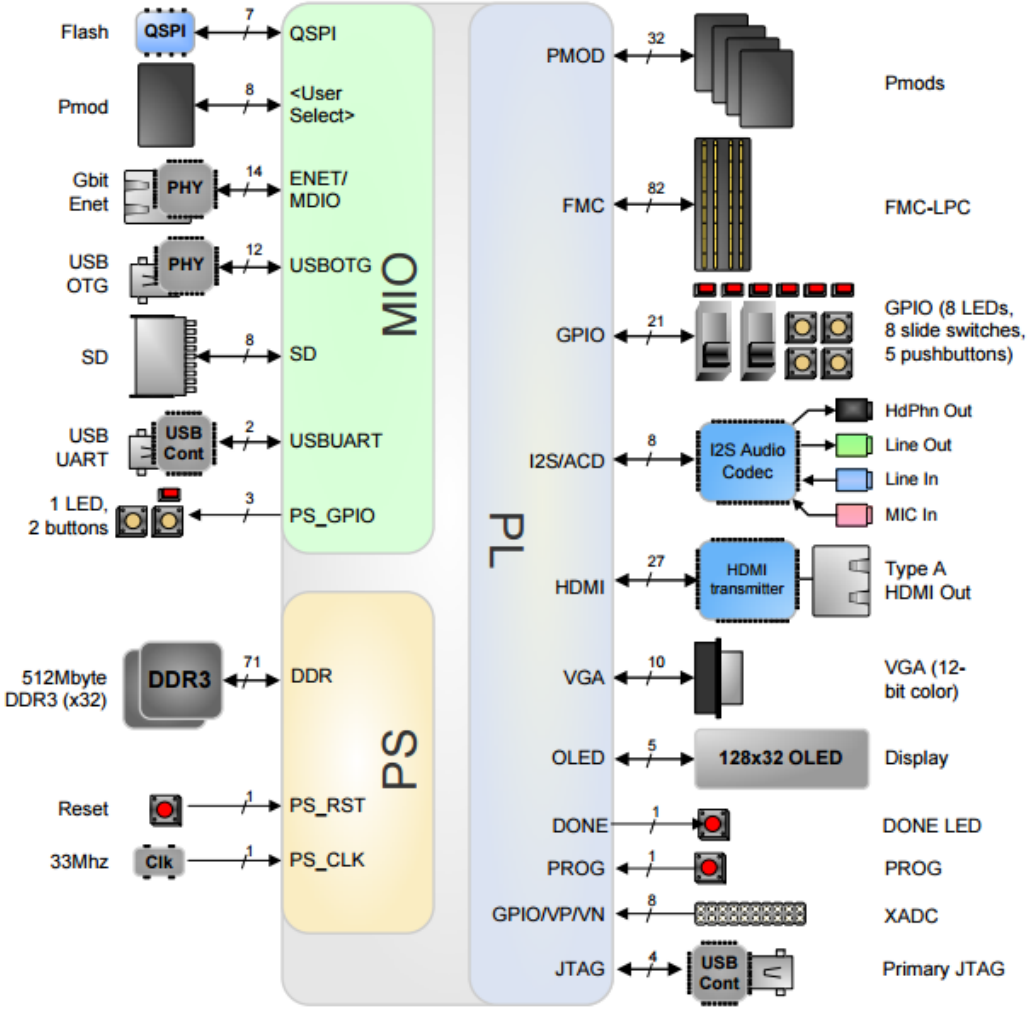

Figura 4.2: Diagrama de Bloques de la Zynq

Capítulo 5

Aplicaciones de la ZedBoard Zynq^{TM}-7000

Algunas áreas comunes que abarca la ZedBoard son la siguentes:

Figura 5.1: Áreas que abarca la Zynq

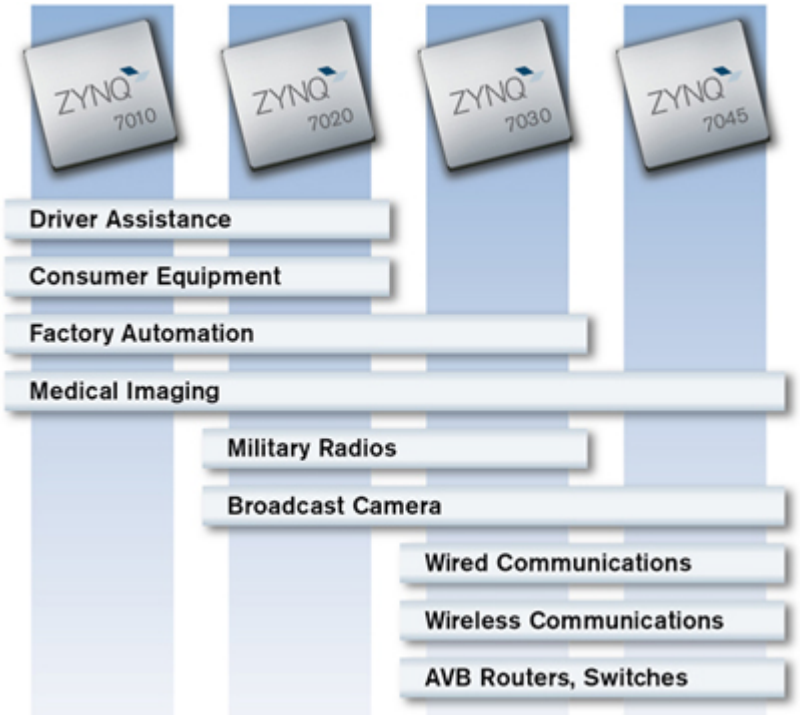

Figura 5.2: Uso de diferentes versiones de la Zynq de acuerdo a los requerimientos

La naturaleza flexible de la lógica programable y su estrecha integración con el sistema de procesamiento basado en ARM ofrece a los diseñadores la posibilidad de añadir prácticamente cualquier periférico que quieren y crear aceleradores para ampliar el rendimiento de los dispositivos Zynq-7000 AP SoC. Esto hace Zynq-7000 AP dispositivos SoC la solución ideal para muchas aplicaciones a través de múltiples mercados. La tabla a continuación se destacan algunas de las principales aplicaciones donde Zynq-7000 AP dispositivos SoC un valor único para los diseñadores de sistemas [6].

La convergencia continua de los sistemas digitales y de las aplicaciones intensivas de señales son ideales para Zynq-7000 AP SoC-based ya que son diseños ASIC tradicionales que necesitan de la potencia de cálculo disponible con nuevos niveles de flexibilidad. Las aplicaciones primarias importantes aprovechan la flexibilidad y el paralelismo de la lógica programable y el sistema y la capacidad del sistema de procesamiento [7].

Use Cases	Processing System	Programmable Logic
Intelligent Video	Operating System System Interface & Control Analytics & Manipulation Feature Implementation Graphic Overlay Memory Interface Connectivity	Video/Image Capture Video/Image Processing Custom Algorithms/Accelerators Connectivity Encode/Decode
Communications	Operating System Real Time Processing Parameter Updates Memory Interface Connectivity	Bitstream Conversion Crest Factor reduction Digital Pre-Distortion Connectivity
Control Systems	Operating System System Interface & Control Real Time Processing Diagnostics Analytics Floating Points Memory Interface Connectivity	Real Time Status, Response Data Acquisition Position Computing System Communications Human Interface & Graphics Connectivity
Bridging	Operating System System Interface & Control Real Time Processing Image Analysis Motor Vector Memory Interface Connectivity	Image Capture Image Processing Graphic User Interface Encode/Decode Connectivity

Figura 5.3: Aplicaciones y ejemplos primarios

Apéndice A

Fotografía de la ZedBoard

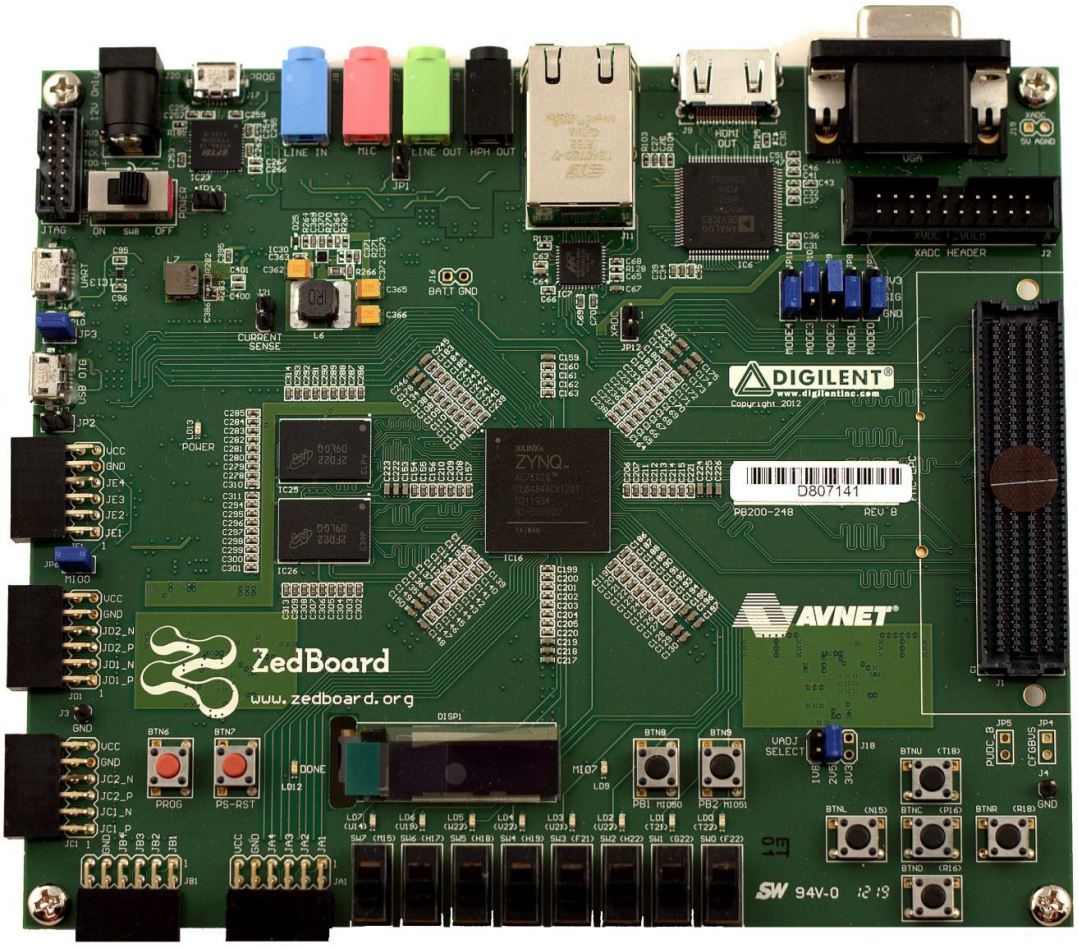

Figura A.1: Imagen completa de la ZedBoard

Apéndice B

Guias, Tutoriales y Projectos

- Xilinx ZYNQ Training Video-Book, contiene una serie de vídeos a través del cual se hace que el público se familiarice con la arquitectura del dispositivo Zynq. Se enseñar cómo se puede diseñar sistemas integrados para la Zynq utilizando el entorno Vivado. Cada video es acompañado por un conjunto de archivos, tales como diapositivas de la presentación, los diseños de la muestra y así sucesivamente. Cada uno de los temas mencionados pueden abarcar varios archivos de vídeo. Página web:
  `http://www.googoolia.com/wp/category/zynq-training/`

- El libro Zynq es sobre el All Sistema Xilinx Zynq®-7000 Programable on Chip (SoC) de Xilinx. El hogar en línea de El libro Zynq, está diseñado para dar a conocer el libro y mostrar los tutoriales que se acompañan. El libro Zynq es el primer libro sobre Zynq a escribirse en el idioma Inglés. Ha sido elaborado por un equipo de autores de la Universidad de Strathclyde, Glasgow, Reino Unido, con el apoyo de Xilinx. El libro Zynq es de lectura accesible que beneficiaría a las personas que empiezan con Zynq e ingenieros que ya trabajan con Zynq. El libro se puede descargar desde la misma página web con solo completar un formulario. Página web:
  `http://www.zynqbook.com/`

- La colección de vídeos de capacitación de Xilinx Zynq®-7000 All Programable SoC está diseñado para que se familiarice rápidamente con los dispositivos Zynq-7000 y el amplio ecosistema de herramientas de desarrollo, OS/RTOS, plataformas de desarrollo y periféricos/aceleradores

disponibles. Página web:
http://www.xilinx.com/training/zynq/index.htm

- Xilinx ofrece varios cursos en su página web, estos cursos son acerca del desarrollo de sistemas usando las herramientas de Xilinx, los cursos toman de dos dias a una semana en completarlos y solo tiene que registrarse en su página web de Xilinx para llevarlos. En estos cursos se puede encontrar información valiosa acerca de cómo usar las herramientas de Xilinx como Vivado® para programar el Zynq de la ZedBoard. Página web:
http://www.xilinx.com/training/courses.htm

- Blog de Digilent Inc., éste blog robee información acerca de la ZedBoard como algunos workshops, tutoriales y proyectos. Página web:
http://blog.digilentinc.com/index.php/tag/zedboard/

- Referencia de Diseño/Tutoriales de la página de ZedBoard.org, en esta página se encuentra información importante acerca del uso de las herramientas de Xilinx para hacer uso de la ZedBoard. Además en ésta página hay guias, ejemplos, tutoriales y más, sólo basta con registrarse y se podrá acceder a toda la información. Página web:
http://zedboard.org/support/design/1521/11

- Proyectos de la comunidad de ZedBoard.org en donde se encuentran proyectos realizados con la ZedBoard en diferentes áreas como Embedded Vision, Wireless Communications, Video / Multimedia, Test / Measurement y otros. Página web:
http://zedboard.org/projects/1521

- Blog de la universidad alemana DHBW Mannheim, en el cual el Prof. Dr. Rüdiger Heintz desarrolla una serie de tutoriales donde describie la selección, la configuración y el uso de un entorno de desarrollo para Zynq. Página web:
http://blog.fakultaet-technik.de/development-with-zynq-part-1/

- Documentación de Architech de la ZedBoard, en donde se puede encontrar un tutorial completo de cómo inicar a usar la ZedBoard, así como la descripción completa de la ZedBoard. Página web:
http://architechboards-zedboard.readthedocs.org/en/stable/

- Blog de Sven Andersson, en éste blog se encuentra bastante información de cómo usar la plataforma de desarrollo ZedBoard. Página web:
http://svenand.blogdrive.com/archive/160.html#.VbsepHUViko

Bibliografía

[1] Digilent Inc. *ZedBoard Zynq^{TM}-7000 Development Board*. http://www.digilentinc.com/Products/Detail.cfm?NavPath=2,400,1028&Prod=ZEDBOARD&CFID=14114116&CFTOKEN=add208b827677600-212EB4C4-5056-0201-029EFB1C501E788D.

[2] Xilinx Inc. *ZedBoard Hardware User's Guide*. http://zedboard.org/sites/default/files/ZedBoard_HW_UG_v1_1.pdf.

[3] ZedBoard. *Getting Started Guide*. http://zedboard.org/sites/default/files/documentations/GS-AES-Z7EV-7Z020-G-V7.pdf.

[4] ZedBoard. *ZedBoard Documentation*. http://zedboard.org/support/documentation/1521.

[5] Javier Castrejón Torrejón. *Evaluación y desarrollo de módulo hardware en SoC programable*. http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/17883/PFC_Javier_Castrejon_Torrejon.pdf?sequence=1.

[6] Xilinx Inc. *Zynq-7000 Family Use Cases and Markets*. http://www.xilinx.com/products/silicon-devices/soc/zynq-7000/use-cases-and-markets.html.

[7] Xilinx Inc. *A Flexible Scalable Platform Addressing a Wide Range of Applications*. http://zedboard.org/content/xilinx.