

DISEÑO DE UNA COMPUTADORA INDUSTRIAL DE ALTO DESEMPEÑO

Scotti, Noelia; Alamon, Diego
INTI Centro de Micro y Nanoelectrónica del Bicentenario
nscotti@inti.gov.ar

Introducción

En este trabajo se describe el diseño del circuito impreso de una computadora industrial de alto desempeño.

Este diseño nace dentro del marco del proyecto CIAA (Computadora Industrial Abierta Argentina) a partir de un requerimiento de ACSE (Asociación Civil de Sistemas Embebidos) y de CADIEEL (Cámara Argentina de Industrias Electrónicas, Electromecánicas y Luminotécnicas.), instituciones que tienen el propósito de promover el desarrollo de la industria electrónica nacional, incorporar valor agregado en los productos de la industria y sustituir importaciones.

Objetivo

Diseñar una computadora industrial de alto desempeño.

Diseñar un circuito impreso multicapa de alta velocidad y difundirlo abiertamente como *hardware libre*.

Brindar a las pymes argentinas una solución de alto valor agregado para que incorporen en sus productos.

Descripción

El proyecto CIAA

El proyecto CIAA¹ propone el diseño y la posterior aplicación de una computadora industrial, planteando el desarrollo colaborativo entre instituciones, academias y empresas.

Todo el trabajo resultante se publica como hardware abierto y software libre.

Se realizan las pruebas y validaciones necesarias y se buscan empresas interesadas en su aplicación. Para ofrecer distintas alternativas acordes a la experiencia técnica y comercial del usuario final, se abordan varios diseños con diferentes procesadores y alcances.

El presente trabajo trata sobre el desarrollo de la versión CIAA-ACC, una versión de alto desempeño, para ser utilizada en aplicaciones que requieran *high performance computing*. La CIAA-ACC se caracteriza por incluir un

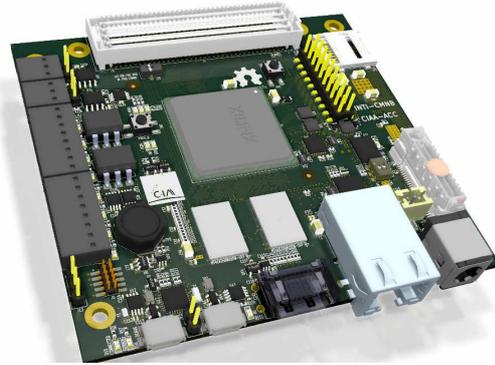


Figura 1: Vista 3D del circuito impreso.

procesador Xilinx Zynq-7000 (Dual ARM Cortex A9 @800 MHz + Kintex-7 FPGA). Ver Figura 1.

Campos de aplicación de la CIAA-ACC

Algunas aplicaciones de este sistema son: Radars, estaciones de telecomunicación, moduladores de televisión digital, *broadcasting*, control vehicular, seguridad biométrica, inspección óptica en líneas de producción, realidad aumentada, control de procesos de alta confiabilidad, instrumentación médica y procesamiento de grandes volúmenes de datos, entre otros.

Selección del hardware

Para definir la familia de microprocesadores se hizo un estudio focalizando en la potencia de cómputo, las interfaces de comunicación, los costos, la disponibilidad de documentación y la existencia de stock en los proveedores más conocidos.

Con esta información, se seleccionó la familia de microprocesadores Zynq-7000 de Xilinx y el número de parte de mayores prestaciones que permitiera el uso gratuito del software: el Zynq Z-7030.

Hardware	
CPU	Dual ARM Cortex A9 @800 MHz
FPGA	Kintex-7 (125 K celdas lógicas)
RAM	1GB DDR3
Flash	128 Mb QSPI + Micro SD
Video	HDMI dual role
Periféricos	Gb Ethernet, USB 2.0 OTG
	PCIe One Bank
	UART, RS485, CAN, SPI, I2C
GPIO	16 GPIO

Tabla 1: Características del hardware.

Software utilizado para el diseño

Debido a las características de hardware abierto que propone el proyecto, el diseño del circuito impreso se realizó con Kicad, un software libre con licencia GPL (*General Public License*). Este software posee herramientas para el diseño de esquemático, el ruteo del circuito impreso, calculadora de líneas de transmisión y visor 3D del diseño.

Diseño del circuito impreso

Se completaron las siguientes tareas:

- Cálculo de la fuente de alimentación.
- Diseño del circuito esquemático.
- Definición del stack-up y las reglas de diseño.
- Cálculos de impedancia de los pares diferenciales.
- Cálculos con el software Hyperlynx.
- Ruteo del circuito impreso.

Características generales del circuito impreso

PCB 12 capas	
Cantidad de capas	12 (6 para señal y 6 para GND/PWR)
Tamaño	95,9 x 90,2 mm (estándar PCIe-104)
Material	High Tg FR4
Mínimo espaciado	4 mils (0,1 mm)
Menor ancho de pista	3,5 mils (0,09 mm)
Agujero de vía	8 mils (0,2 mm)
Corona de vía	18 mils (0,46 mm)

Tabla 2: Características del circuito impreso.

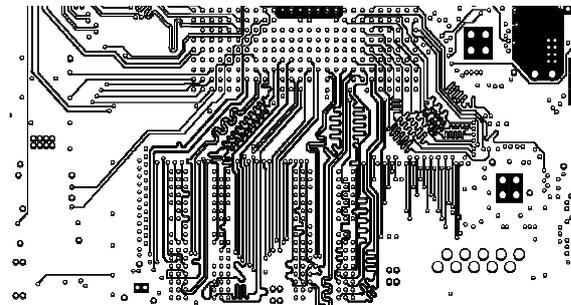


Figura 2: Detalle de la capa L10 del circuito impreso.

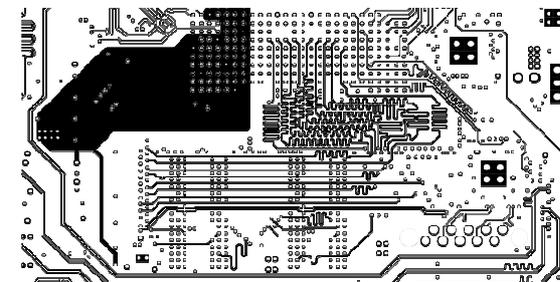


Figura 3: Detalle de la capa L2 del circuito impreso.

Impedancia controlada

Los circuitos digitales modernos poseen señales de alta velocidad y flancos menores al nanosegundo. Esto requiere tener

consideraciones adicionales en las pistas de cobre que interconectan los componentes más veloces de un circuito impreso, considerando a las mismas como líneas de transmisión con una impedancia característica que debe mantenerse en todo el recorrido de la señal. Estos cuidados son necesarios para evitar la degradación de las señales.

La técnica que considera estos aspectos de diseño se conoce como "Impedancia Controlada" e involucra el diseño del stack-up, el cálculo de anchos de pistas y los mecanismos de verificación posteriores a la fabricación, realizados por el usuario final o por el propio fabricante de PCBs.

Para el presente diseño se tuvieron en cuenta estos conceptos debido a que se incorporaron interfaces de alta velocidad como memorias *DDR3*, *Gigabit Ethernet*, *HDMI* y *PCI Express*.

En las figuras 2 y 3 se muestran en detalle algunas pistas de la memoria *DDR3* que evidencian el trabajo de ruteo en un espacio muy limitado.

Resultados

Se logró completar el diseño de un circuito impreso de alta velocidad con doce capas eléctricas en un espacio reducido incorporándole numerosas interfaces de comunicación. Este diseño requirió de conocimientos específicos sobre la temática integridad de señal para llevarse a cabo. Al momento de la elaboración del presente trabajo, se encuentran iniciadas las gestiones necesarias para la fabricación de los primeros diez prototipos.

Conclusiones

Se lograron cumplir los objetivos del trabajo, esperando en los próximos meses concluir la transferencia a la industria luego de verificar el funcionamiento de los primeros prototipos. Durante la etapa de diseño se lograron ampliar los conocimientos sobre ruteo de interfaces de alta velocidad y sobre el uso de las herramientas de simulación y cálculo sobre circuitos impresos.

Agradecemos a todos los colaboradores de la CIAA-ACC: Ariel Lutenberg, Pablo Ridolfi, Martín Ribelotta y Rodrigo Melo, así como también a las instituciones ACSE y CADIEEL.

Bibliografía

¹ Proyecto CIAA (Computadora Industrial Abierta Argentina) - www.proyecto-ciaa.com.ar