

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**Departamento de Electrónica y Automática**



**Universidad Nacional  
de San Juan**

**Trabajo Final**  
**DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN**  
**PUERTO USB 2.0 DE ALTA VELOCIDAD PARA**  
**FPGA A TRAVÉS DE UN PUENTE ESPECÍFICO**  
**Informe**

**Edwin Barragán**  
Autor

**Ing. Cristian Sisterna**

**Mg. Martín Pérez**  
Asesores

**Dr. Marcelo Segura**

---

# Agradecimientos

Acá le agradezco a todos los miembros de la prestigiosa y gloriosa Comisión de Trabajo Final por sus incontables aportes a la causa. Si pongo punto y meto enter no se vé en el documento. Si escribo barra barra hago un salto de línea pero no cambio de párrafo.

Si doy doble enter, coloca sangría, pero no hace el salto de línea para el párrafo.

Este último sí que es un párrafo decente!

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
1.1. Motivación . . . . .	3
1.2. Objetivos . . . . .	4
1.2.1. Objetivo General . . . . .	4
1.2.2. Objetivos Particulares . . . . .	4
1.3. Estructura del Informe . . . . .	5
<b>2. USB 2.0</b>	<b>6</b>
2.1. Introducción . . . . .	6
2.2. La especificación USB 2.0 . . . . .	6
2.3. Topología USB . . . . .	7

# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1. Motivación

En el mes de Noviembre de 1994, un comité conformado por seis de los más grandes fabricantes de computadoras emitieron los primeros lineamientos de un protocolo de comunicación de arquitectura abierta que permitiese la comunicación entre dispositivos de diferentes vendedores.

Sobre finales del mes de Abril del 2000, Compaq, Hewlett-Packard, Intel, Lucent, Microsoft, NEC y Philips lanzaron las especificaciones del Universal Serial Bus 2.0, ampliamente conocido como USB 2.0 con los objetivos específicos de ser una forma de comunicar teléfonos y computadoras personales, fácil de usar, de puerto expansible y que tenga la velocidad suficiente para operar los dispositivos disponibles hasta ese año y que bastó durante mucho tiempo después.

Esta norma fue ampliamente aceptada por el mercado y con el paso de los años se transformó en la forma de comunicación estándar de cualquier producto electrónico de consumo masivo que requiriese interacción con una PC.

La evolución de la computadora personal, así como el desarrollo de lenguajes y software cada vez más potentes, la han posicionado como la herramienta fundamental en cualquier área. Hoy por hoy, es posible encontrar sistemas tan diversos y específicos como uno desee, desde programas que realizan operaciones de cálculo muy básicas hasta sistemas operativos completos dedicados al control de redes de sensores y datos sumamente complejos.

En este sentido, las posibilidades son casi infinitas, y se encuentran en el mercado miles de herramientas de diseño personalizado en la materia que al usuario se le ocurra, ya sea gráfica, audiovisual, mecánica, inmobiliaria, de infraestructura y un sinnúmero de etcéteras.

De esto no han quedado exenta la industria electrónica en general y actualmente se encuentran desde programas que permiten calcular componentes, dibujar circuitos impresos, compilar códigos para memorias, controladores y/o procesadores e incluso permiten diseñar circuitos integrados. También se puede encontrar software que realiza adquisición de señales, gráfica de variables, simulación de sistemas, entre una gama muy amplia que hacen de la informática en general y de la computadora en particular, un equipo indispensable para algún desarrollo específico.

A su vez, el avance tecnológico que ha logrado la industria de los semiconductores sobre el desarrollo de circuitos integrados cada vez más potentes, rápidos y eficientes ha logrado que lleguen a manos de cualquier persona con ánimos de trabajar circuitos integrados programables de bajo costo que permiten avanzar sobre el desarrollo de sistemas a la medida de cualquier cliente que esté disponible. En este sentido, es posible adquirir micro-controladores ( $\mu C$ ), dispositivos lógicos programables (PLD's), arreglos de compuertas lógicas (GAL's), arreglos de compuertas programables en campo (FPGA's), entre otros dispositivos, a bajo costo y que posibilita el desarrollo sistemas de baja o alta complejidad a precios competitivos y tiempos de entrega acordes.

Uno de los más interesantes y desarrollados de estos sistemas programables disponibles en el mercado es, sin dudas, el FPGA, dado que brinda la flexibilidad necesaria al desarrollador de diseñar, implementar, probar y depurar sistema digitales a medida de alta velocidad y/o elevada complejidad. Sin embargo, este tipo de chips son relativamente caros, si se los compara con cualquier otro tipo de circuito programable, y se torna de suma importancia aprovechar al máximo su capacidad.

Debido a la versatilidad del FPGA y su creciente adopción es de suma utilidad realizar una comunicación fluida del sistema en desarrollo con un PC a través de un puerto USB. El presente informe da cuenta de lo realizado por el autor de este trabajo por lograr esta tarea.

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo General

El objetivo del presente trabajo es realizar una correcta comunicación de datos entre un sistema basado en FPGA y una computadora personal a través de un puerto USB.

### 1.2.2. Objetivos Particulares

Para la concreción del Objetivo General descripto anteriormente, se procedió a lograr los siguientes objetivos específicos.

- Adaptación del framework provisto por Cypress Semiconductors para distribuciones de sistemas operativos Linux basados en Debian.
- Configuración del kit de desarrollo CY3684 de Cypress.
- Configuración de un FPGA de la familia Spartan de Xilinx.
- Interconexion entre las distintas placas de desarrollo y la PC.
- Validación de la conexión

## **1.3. Estructura del Informe**

## Capítulo 2

# USB 2.0

### 2.1. Introducción

Desde su primera especificación, lanzada en 1996, hasta la fecha la norma USB ha ido adquiriendo importancia y relevancia, debido a la aceptación que tuvo por parte de los fabricantes y los usuarios.

USB, acrónimo de Universal Serial Bus (o Bus Serie Universal, en español) es una norma de comunicación pensada originalmente para comunicar periféricos con la computadora. Sin embargo, hoy en día brinda la posibilidad no solo de obtener diferentes dispositivos que se comunican de manera simple, robusta y veloz con cualquier PC, sino que, además permite al usuario obtener una fuente segura y confiable de energía para cualquier aparato electrónico que así lo requiera. Por este motivo, se está transformado en la única de comunicación de cualquier dispositivo de consumo másivo.

Observando las especificaciones, USB es una comunicación que posee una complejidad mucho mayor que la que presentan los sistemas serie o paralelo tradicionales. Introduce nuevos términos, tales como extremos, isocronismo o enumeración, y le da nuevo significado a términos ya conocidos, como configuración, interrupción o interfaz. No obstante esto, está muy bien separada por capas que facilitan el trabajo de la implementación del sistema y pueden ser vistas como sistemas aislados.

A continuación se describen algunos detalles técnicos de esta norma, que son parte fundamental del trabajo realizado.

### 2.2. La especificación USB 2.0

En el año 2000, el comité conformado por seis de las más grandes compañías de la industria informática del momento, Compaq, Intel, Microsoft, NEC, Lucent, Hewlett-Packard y Philips; lanzó el documento final que describe las especificaciones de la versión USB 2.0. El documento puede ser descargado de forma gratuita desde el sitio: [www.usb.org](http://www.usb.org).

## **2.3. Topología USB**

Cualquier sistema de comunicación USB está distribuido de manera centralizada con respecto al USB jose gomez