

TARJETA ADQUISIDORA DE DATOS MEDIANTE COMUNICACIÓN POR USB

Murillo-Arredondo Roberto (1) y González-García Andrés (1)

1 [Escuela de Nivel Medio Superior Centro Histórico León, Universidad de Guanajuato, Av. Álvaro Obregón No. 308, Col. Centro, C.P. 3700, León, Gto., México,] | [Dirección de correo electrónico: enms-chlrobertomurillo@hotmail.com, andres.gonzalez@ugto.mx]

Resumen

En la actualidad uno de los periféricos más empleado en los equipos de cómputo personalizados (PC) y dispositivos electrónicos es el puerto Bus Serial Universal (USB, por sus siglas del inglés). En este trabajo se muestra el desarrollo de una tarjeta adquisidora de datos, para ser empleado como un dispositivo auxiliar en los laboratorios de ciencias fisicomatemáticas impartidas en la ENMS-CHL. La tarjeta está conformada por un microcontrolador, que ofrece un puerto de comunicación USB para que pueda ser empujado como interfaz con un equipo PC. En este trabajo se abordará la realización del puerto USB para ser empujado como tarjeta adquisidora de datos empujando algunas herramientas como el MicroCode Studio, el EasyHID USB entre otros.

Abstract

Currently one of the most used peripherals in custom computer equipment (PC) and electronic devices is the Universal Serial Bus (USB) port. In, this work shows the development of a data acquisition card, to be used as an auxiliary device in the physical-mathematical sciences laboratories taught in the ENMS-CHL. The card is made up of a microcontroller, which offers a USB communication port so that it can be used as an interface with a PC. In, this work will address the realization of the USB port to be used as a data acquisition card by using some tools such as MicroCode Studio, EasyHID USB among others.

Palabras Clave

Microcontrolador; Tarjeta adquisidora de datos; Bits; Byte; DAC/ADC

INTRODUCCIÓN

El bus serial o USB es un puerto que sirve para conectar periféricos a un equipo de cómputo personal; este puerto fue creado en 1996 por siete empresas a saber; la IBM, Intel, Northern Telecom, Compaq, Microsoft, Digital Equipment Corporation y NEC. Para el diseño del USB se pretendía eliminar la necesidad de adquirir tarjetas separadas para poner en los puertos bus tipo ISA o PCI, mejora las capacidades *plug&play* permitiendo a esos dispositivos ser conectados o desconectados al sistema sin necesidad de reiniciar el PC. Sin embargo, en situaciones donde es necesario emplear grandes cantidades de datos (necesidad de anchos de banda muy grandes) se requiere de una robustez industrial [1]. Al conectar un nuevo dispositivo a un puerto USB, el servidor lo enumera y agrega el software para que pueda funcionar dependiendo del sistema operativo que use el PC. El USB se emplea en diversos dispositivos tales como; Ratones, teclados, escáneres, discos digitales, teléfonos móviles, reproductores multimedia, etc., algunos dispositivos requieren una potencia mínima por lo que pueden conectarse varios sin necesidad de fuentes de alimentación extra. Los dispositivos USB se clasifican en cuatro tipos según su velocidad de transferencia de datos;

- Baja velocidad (1.0). la transmisión de datos es de hasta 1.5 Mbps. Utilizando en su mayor parte por dispositivos de interfaz humana del inglés; Human interface device, como los teclados, los ratones, hornos microondas y artículos del hogar.
- Velocidad completa (1.1). la tasa de transmisión es de hasta 12 Mbps según este estándar, pero se dice en la literatura especializada que hay que revisar nuevamente las mediciones. Esta fue la más rápida antes de la especificación USB 2.0, y muchos dispositivos fabricados en la actualidad trabajan a esta velocidad. Estos dispositivos dividen el ancho de banda de la conexión USB entre ellos, basados en un algoritmo de impedancias LIFO.
- Alta velocidad (2.0). la tasa de transferencia es de hasta 480 Mbps, pero por lo general es de hasta 125 Mbps. Esta presenta casi en el 99% de los ordenadores actuales. El cable USB 2.0 dispone de cuatro líneas, un par para datos, una de corriente y una de toma de tierra.
- Super alta velocidad (3.0). actualmente se encuentra en fase experimental y tiene una tasa de transferencia de hasta 4.8 Gbps.

Las señales del USB se transmiten en un cable de par trenzado con impedancia característica de 90, cuyos hilos se denominan D+ y D-, colectivamente, utilizan señalización diferencial en full dúplex para combatir los efectos del ruido electromagnético en enlaces largos. Ambos suelen funcionar en conjunto y no son conexiones simples. Los niveles de transmisión de la señal varían de 0 a 0.3 V para estados bajos (0 lógico) y de 2.8 V a 3.6 V para estados altos (1 lógico). Este puerto solo admite la conexión de dispositivos de bajo consumo (100 mA máximo), por cada puerto; sin embargo, en caso de que estuviese conectado un dispositivo de permite cuatro puertos por cada salida USB (una extensión de máximo cuatro puertos), entonces la energía del USB se asignará en unidades de 100 mA hasta un máximo de 500 mA por puerto. A continuación, se describen cada uno de los pines que hacen parte de un puerto USB; la figura 1 muestra las diferentes configuraciones de puertos USB [2];

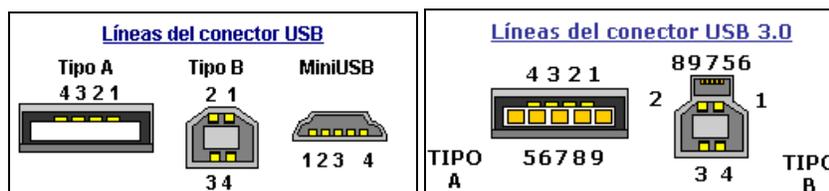


IMAGEN 1: Diferentes tipos de USB y conectores comerciales.

La descripción de cada línea de conexión para cada tipo de conexión USB comercial un puerto USB se detallan a continuación;

- Pin 1 (Vcc); de color rojo y significa el terminal a +5 V.

- Pin 2 (D-): de color blanco y significa datos (-).
- Pin 3 (D+): de color verde y significa datos (+).
- Pin 4 (GND): de color negro y significa el terminal a tierra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de esta tarjeta adquisidora de datos, se empleó la aplicación USB con el uso de un microcontrolador, el cual se emplea algunos programa complementarios. Estos programas se pueden bajar de la red de redes de forma gratuita y se pueden instalar en los equipos PC. El programa MPLAB IDE, se emplea como compilador para obtener el archivo con extensión (.hex), que el microcontrolador entiende. El programa MicroCode Studio es el otro software necesario para programar el microcontrolador USB, ya que viene con una herramienta denominada EasyHID. En internet hay una versión gratuita (versión 2.0), que se puede emplear para los propósitos de este trabajo. Al abrir el MicroCode Studio aparece un editor de códigos, el cual se debe configurar para que se puedan compilar con los programas PicBasic Pro y el MPLAB IDE. Al instalar el MicroCode Studio, este viene con una herramienta llamada EasyHID USB, cuya función es generar un programa base tanto para un microcontrolador como para un ordenador. El código generado para el microcontrolador lo genera para PicBasic PRO. Para obtener estos códigos, solo se tiene que abrir el EasyHID USB Wizard, que se encuentra en View del MicroCode Studio, y seguir los pasos que ahí se indican. En la imagen 2 se muestran los programas empleados para el diseño de la tarjeta adquisidora de datos;

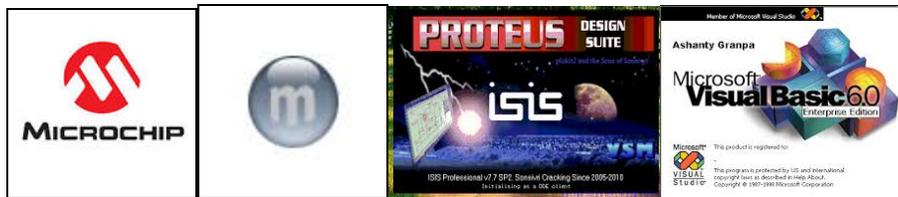


IMAGEN 2: Programas empleados en la programación del microcontrolador para el proyecto propuesto.

El diseño de la tarjeta adquisidora de datos se basa en el microcontrolador 18F4550 para establecer comunicación USB entre este microcontrolador y el PC. La imagen 3 muestra la configuración experimental para este trabajo.

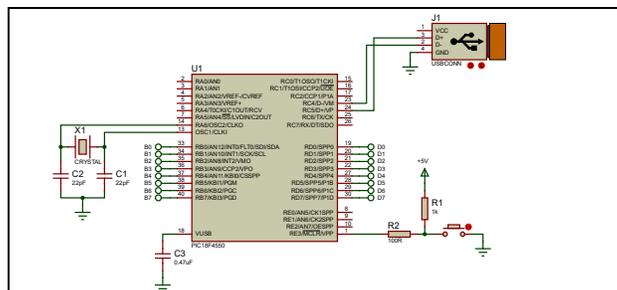


IMAGEN 3: Circuito experimental bajo prueba.

Como se observa en la imagen 3, el circuito muestra una comunicación con los pines C4 (D-) y C5 (D+), que se conectan a los pines 3 y 2 del puerto USB respectivamente, el pin 4 del conector USB se debe colocar a tierra. Se puede emplear la tensión del conector USB, teniendo presente que la máxima corriente que puede entregar el puerto USB es de 500 mA, para los propósitos de este proyecto es una corriente que no presenta problemas. El capacitor de 0.47µF que se conecta en el pin 18 (VUSB) del microcontrolador tiene la finalidad de regular la tensión interna a 3.3 V para el funcionamiento de la comunicación vía USB. Para la modificación de las archivos, es recomendable que se verifiquen que le archivo generado por el *EasyHID USB*, no contiene errores, para ello primero se abre el archivo y se compila para observar si posee errores de código. Los

archivos que son necesarios son; *18F4550.ba*, *18F4550.bas*, *usb18.asm*, *usb18mem.asm*, *USBDESC.asm* y *usb18*. La imagen 4 muestra el subprograma *EasyHID Wizard* de *MicroCode Studio*, empleado en el desarrollo de este proyecto.

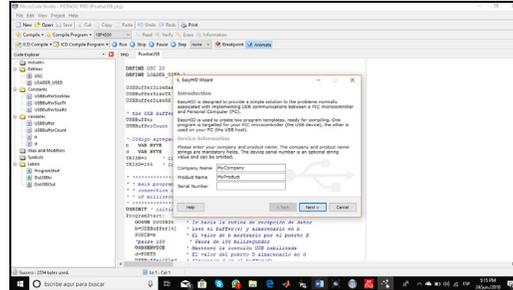


IMAGEN 4: Empleo de la función *EasyHID Wizard* de *MicroCode Studio*.

Los archivos anteriores se llevan a la carpeta donde se ubica el nombre del archivo del proyecto. El resultado es hacer la compilación u observar que no hay errores de compilación. Como se muestra en la imagen 5.

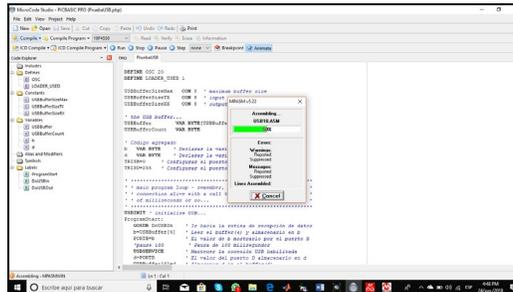


IMAGEN 5: Compilación del programa USB.

Para el diseño electrónico, la idea es realizar una tarjeta adquisidora de datos que lea y escriba datos de hasta 8 bits, esto quiere decir que se manipularan 8 entradas y 8 salidas. En la imagen 6 se muestra el diseño electrónico desarrollado en Proteus, donde se observan los pines de los puertos B y D para así manipular las entradas digitales (puerto D) y salidas digitales (puerto B)

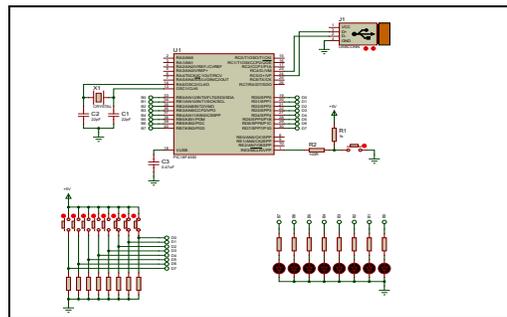


IMAGEN 6: Circuito experimental propuesto.

Para lograr el total funcionamiento de la tarjeta se tiene que modificar el código del programa inicial. Primero se modifica la configuración del cristal para el microcontrolador a 48 MHz, luego se definen las variables *d* y *k* como *byte*, y el puerto B como *salida* y el puerto D como *entrada*. La aplicación también se le desarrollo un

código en Visual Basic 6.0, que también genera el programa *EasyHID USB Wizard*. Inicialmente, el formulario se presenta vacío, sin ningún componente adicional (ver imagen 7).

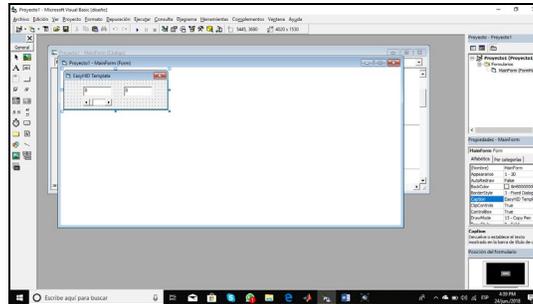


IMAGEN 7: Formulario en visual Basic propuesto.

Además del código, se carga un módulo que se denomina *HIDDLLInterface.mdl*, que contiene la librería del controlador *HID* del *USB*. En la tabla 1 se muestran los valores de las propiedades de cada uno de los componentes del formulario de comunicación por *USB*.

Tabla 1. Valores para cada una de las propiedades para el formulario en Visual Basic.

Objeto	Propiedades	Valor
Formulario	Nombre	FrmPrueba
	Caption	Prueba
	Border	1
Caja de texto 1	Nombre	TxtTx
	Text	0 (transparente)
Caja de texto 2	Nombre	TxtRx
	Text	0 (transparente)
Barra Horizontal	Nombre	HScDato
	Min	0
	Max	255

Una vez colocado las características del formulario de *Visual Basic*, se genera una barra horizontal que dará los valores en un rango de 0 a 255 byte, para ser enviados al puerto USB, esto se hace capturando el valor de la barra horizontal *HScDato* en el *BufferOut* (5) o dato de salida, luego se habilita el servicio del puerto con *hidWriteEx*. Para la escritura, simplemente se capta el valor del *Buffer* (7) o dato de entrada para luego ser almacenado en la caja de texto *TxtRx.Text*; finalmente, se habilita el servicio del puerto USB. En la figura xxx se muestra el formulario funcionando, de acuerdo con el valor que registre se activaran los diodo emisores de luz (LED, *por sus siglas en inglés*) en la tarjeta adquisidora de datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se dispuso a realizar un circuito, el cual cubriera las necesidades del proyecto. Se propuso un circuito basado en el microcontrolador 18F8550, el cual fue elegido por la capacidad de dicho equipo a crear una interfaz por vía USB, fue diseñado primeramente en el programa Proteus para reducir el factor de fallo en el momento del montaje. Una vez creado el circuito se continuó con la creación del programa, basado en la interfaz de conexión vía USB, dicha programación fue creada en MicroCode Studio, una vez obtenido el programa sin ningún error, se dispuso a quemar el programa y las librerías necesarias al microcontrolador. Después se creó una interfaz que mandara bits de información en un rango de 0-255 bits, la cual, también, sería la vía de conexión entre el dispositivo y el PC. Se dispuso a hacer el montaje en una tabla electrónica, el montaje se

realizó en dos partes fundamentales: la primera fue montar el microcontrolador con las necesidades que ello implicaba y la segunda sería la instalación de un DAC (Digital Analogic-Convensor) y un circuito integrado operacional. En la primera parte se instaló el microcontrolador con sus respectivas entradas y salidas, en las salidas se añadieron LEDs y en las entradas botones para simular la entrada y salida de información, esto, para poder verificar que tanto el microcontrolador y el circuito estuvieran funcionando correctamente. Después se le fue instalada la vía USB, en donde se verifico que la interfaz creada estuviera funcionando correctamente y que la información enviada desde el ordenador llegara correctamente al microcontrolador y el proceso fuera el correcto (ver imagen 8).

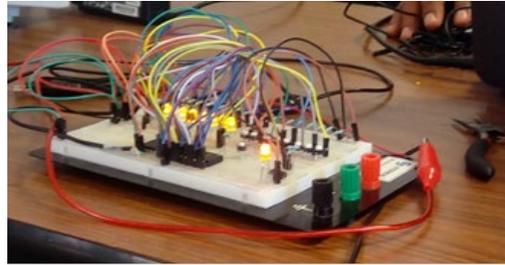


IMAGEN 8. Montaje experimental del circuito.

Con el microcontrolador y la interfaz funcionando correctamente, fue necesario instalar un DAC, específicamente el DAC0808, el cual se encargaría de la conversión de las señales digitales recibidas desde el PC a señales analógicas, realizando un proceso digital-analógico, a lo que se quería llegar en este proyecto. Por último, se le fue agregado un circuito integrado, específicamente el LM358 [3], el cual sería el responsable en integrar los datos analógicos recibidos desde el DAC y transformarlos en una sola señal de salida, la que sería vista por los estudiantes en el computador para su estudio. Un ejemplo de esto fue el experimento que se realizó, se sometió a prueba el dispositivo mandando bits de información que iban de 0-255 con respecto al voltaje de entrada que va desde los 0-5 V, los bit eran los que mandaba la interfaz diseñada anteriormente en Visual Basic, se diseñó una ecuación matemática para explicar lo que en ese momento estaba realizando el dispositivo, la cual resultó (ecuación 1):

$$V_{sal} = \frac{(adc)V_{cc}}{255} \quad (1)$$

Donde *adc* es el estado del dato, V_{cc} voltaje de referencia, V_{sal} tensión de salida analógica la ecuación 1 relaciona los bits con el voltaje de salida, después de calcular los datos, se procedió a graficar los datos la imagen 9 muestra la conversión de datos digitales a analógicos (imagen 9 izquierda) y un sum del proceso de conversión (imagen 9 derecha)

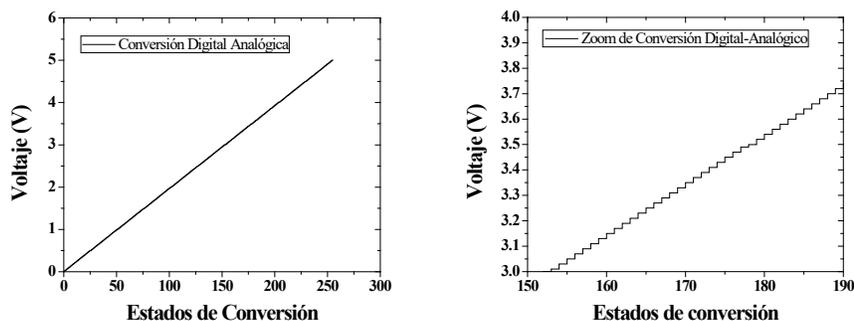


IMAGEN 9. Gráfica de Conversión Digital-Analógica (izquierda). Zoom de la gráfica de conversión Digital Analógico (derecha).

CONCLUSIONES

Se demuestra el desarrollo de una tarjeta adquisidora de datos, para 8 bit (input/output) de datos, el uso de esta tarjeta ayudara a mejorar la actividad académica de los profesores de ciencias fisicomatemáticas, impartidas en las escuela de Nivel Medio Superior de la Universidad de Guanajuato. Por su facilidad en el uso se puede emplear para demostrar diversos laboratorios den las materias de física y matemáticas, desarrollando laboratorios acorde a las necesidades del profesor, como por ejemplo, demostración de las constantes de fricción estático y cinético (Física I), estudio de la variación de temperatura en materiales (Física II), , demostración lineal del principio de Ohm (Física III), estudio de la ley del seno y coseno en aplicaciones reales (Geometría Analítica), análisis estadísticos de datos (Estadísticas) y muchas otras aplicaciones necesarias para que las y los estudiantes se beneficien en su quehacer académico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las autoridades de la Escuela de Nivel Medio Superior Centro Histórico león, por todo el apoyo recibido para el desarrollo de este trabajo, asimismo a los organizadores por la divulgación de los resultados.

REFERENCIAS

- [1] Barra Zapata Omar Enrique (2011). Microcontroladores PIC con Programación PBP (Primera Edición) México, Alfaomega Ra-Ma.
- [2] A- Reyes Carlos (2010). Microcontroladores PIC con programación Basic (tercera Edición, Volumen I) Quito, RISPERGRAF.
- [3] Ignacio Sahuquillo Miguel, et al. (1993). Practicas con sistemas electrónicos (Primera edición). España, McGraw-Hill