

Tarjeta de Adquisición de datos USB para LabVIEW

DELGADO-GUERRERO, Sergio Humberto*† y GALLEGOS-RAMÍREZ, José Luis.

Recibido Enero 13, 2016; Aceptado Marzo 11, 2016

Resumen

El proyecto que se aborda es referente a un sistema electrónico capaz de monitorear variables físicas para ser enviadas a un ordenador personal para su posterior tratamiento, procesamiento o almacenamiento. Es una tarjeta de adquisición de datos, que tiene una amplia área de aplicación que se puede servir para el control de procesos de diversas áreas de la ingeniería, donde sea necesario el análisis de datos y la toma de decisiones. Es cierto que existen comercialmente este tipo de dispositivos, pero tienen el inconveniente que su precio es relativamente elevado para los estudiantes de ingeniería. En muchas ocasiones resulta prohibitivo para instituciones de educación el adquirir estos equipos, ya que no tienen los recursos económicos suficientes para adquirirlas. Lo que se pretende con este proyecto es proporcionar una opción económica para que los estudiantes y universidades dispongan con este tipo de herramienta, facilitando la impartición de clase en materias relacionadas a diversas materias de ingenierías. Las prestaciones son semejantes a las tarjetas comerciales realizando un aporte con el desarrollo de tecnología en el estado, fomentando el impulso a investigadores, catedráticos y estudiantes que requieran el uso de este tipo de dispositivos.

Tarjeta de adquisición de datos, control de procesos

Citación: DELGADO-GUERRERO, Sergio Humberto y GALLEGOS-RAMÍREZ, José Luis. Tarjeta de Adquisición de datos USB para LabVIEW. Revista de Sistemas Computacionales 2016, 2-3: 53-60

Abstract

The project is addressed concerning an electronic system capable of monitoring physical to be sent to a personal computer for further processing, or storage processing variables. It is a data acquisition card, which has a wide application context that can be used for process control in various areas of engineering, where data analysis and decision-making needed. It is true that there are these devices commercially, but have the disadvantage that its price is relatively high for engineering students. Often prohibitive for educational institutions to acquire such equipment because they do not have sufficient financial resources to acquire them. The aim with this project is to provide an economical option for students and universities have with this type of tool, facilitating the delivery of class on matters related to various context of engineering. The benefits are like to business cards and made a contribution with the development of technology in the state, encouraging boost to researchers, professors and students who require the use of these devices.

Data acquisition card, process control

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: sergio.delgado@utna.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En el presente documento se reporta el trabajo realizado para el desarrollo de tarjetas de adquisición de datos (DAQ) vía USB de bajo costo para los estudiantes y laboratorios de la UTNA.

Estas tarjetas DAQ se construyeron para solucionar el problema en su momento de la baja cantidad de tarjetas, que existía en los laboratorios La DAQ realizada para la adquisición de datos, es de bajo costo compatible con Windows 8 Windows 7 y Windows XP, la cual integra conocimientos de electrónica y programación, áreas de conocimiento que forman parte de los programas académicos que se imparte en las instituciones educativas del ECESTA y de la UTNA. Para la elaboración de esta se hace uso de componentes que se pueden adquirir sin problemas en el comercio local. La tarjeta desarrollada cuenta con protocolo de comunicación USB tipo RAW, a través de un microcontrolador de microchip (PIC18F2550), y una interfaz hombre máquina (HMI) que es un panel de control desarrollado en el software LabVIEW 2012 de National Instruments. La comunicación se logra gracias al conjunto de drivers, aplicaciones del microcontrolador; para el PIC se requiere un firmware especial diseñado como parte del proyecto en conjunto con las librerías USB del software CCS C Compiler y por su parte la PC requiere algunos de los drivers diseñados por un exprofesor para este proyecto (labview_usb) para Windows 7 y 8 o labview_usb_xp Windows Xp). La finalidad de esta tarjeta es convertirse en una herramienta de trabajo para los estudiantes de las carreras de ingenieras que requieran la adquisición de datos hacia la PC, el control sobre ciertos procesos y/o la simulación de diversos dispositivos, ya que es capaz de recolectar un conjunto de variables físicas para hacer la conversión en voltaje y la digitalización, de manera que se puedan procesar en la PC.

Cabe mencionar que este tipo de dispositivos es muy popular en ambientes industriales ya que básicamente es el principio de funcionamiento de diversos sistemas que gobiernan procesos de manufactura además se utilizarse en: investigación científica, el control de máquinas de producción, la detección de fallas y el control de calidad entre otras aplicaciones. De esta manera su utilización inducirá al estudiante a la familiarización con el uso y funcionamiento de este tipo de equipos. En las siguientes secciones muestra la metodología, desarrollo y resultados del proyecto Tarjeta de Adquisición de datos USB para LabVIEW.

Antecedente

La adquisición de datos (DAQ) es una etapa primordial en los procesos de control, a cualquier nivel, se comprende como la captura y digitalización de señales analógicas o digitales desde las fuentes de medición mediante una interface hacia un dispositivo de almacenamiento, procesamiento y presentación de información generalmente en una computadora; esta interface es la tarjeta DAQ.



Figura 1 Esquema general de adquisición y control de datos.

Las tarjetas DAQ se conectan hacia la computadora usando diversos puertos y protocolos, ha habido conectadas al puerto paralelo con comunicación directa binaria, conectadas al puerto serial con protocolo RS-232, conectadas directamente a la tarjeta madre a través de un puerto PCI y últimamente se encuentran conectadas vía puerto USB, Ethernet y usando protocolos de alta velocidad como PCI, PXI, PCI Express, PXI Express, PCMCIA, y actualmente las hay con canales de comunicación inalámbrica. (Travis, 2006)



Figura 2 Algunos dispositivos DAQ comerciales de NI Compac DAQ

Muchos fabricantes ofrecen diversas opciones de tarjetas DAQ, los cambios principales son en los protocolos de comunicación y su conexión a la computadora, los softwares que requieren para su configuración y manejo, sobre todo la cantidad de puertos o canales de conexión, la cantidad de muestras o capturas que pueden tomar por segundo y la resolución en sus convertidores analógicos digitales.

La aplicación de las tarjetas DAQ es tan simple en la mayoría de las veces, que desde hace décadas se han usado inclusive en salones de clase desde nivel medio superior a superior. En las instituciones de educación superior su aplicación con los estudiantes comprende la transferencia hacia el construccionismo en asignaturas de programación básica y avanzada, instrumentación y la implementación de sistemas de control retroalimentados (Travis, 2006)

Metodología a Desarrollar

1.- Análisis de necesidades. Se determinan características que debe poseer la tarjeta de adquisición en base a los requerimientos más comunes de las asignaturas donde se utilizará como material de apoyo en la impartición de cátedra. Se determinó que la DAQ propuesta para el prototipo debería cumplir inicialmente con las siguientes características técnicas

- a) Basada en un microcontrolador PIC
- b) Puerto de comunicación por USB
- c) Control/ Monitoreo desde la PC por LabVIEW.
- d) Disponer pines de entrada/salida digital
- e) Contar con entradas analógicas de hasta 10 KS / s

Energizada por puerto USB compatible con software de control y monitoreo, salidas con transistor a colector abierto

2.- Diseño de circuito electrónico. Esquemático que provee de los dispositivos necesarios para las terminales de entrada/salida entradas – analógicas. Salidas digitales con transistor a colector abierto con una capacidad de corriente de 600 mA cada uno.

La imagen 3 muestra el diseño del circuito electrónico para la DAQ, el cual es simulado para validar su funcionamiento en el software ISIS de la Suite Proteus; este esquemático cuenta con los componentes básicos para el funcionamiento del PIC y un arreglo RC requerido para el puerto USB. Las salidas digitales cuentan con transistores BC337 a colector abierto para aplicaciones que demanden una alta velocidad de conmutación. La programación del PIC18F2550 se realiza en CCS PICC.

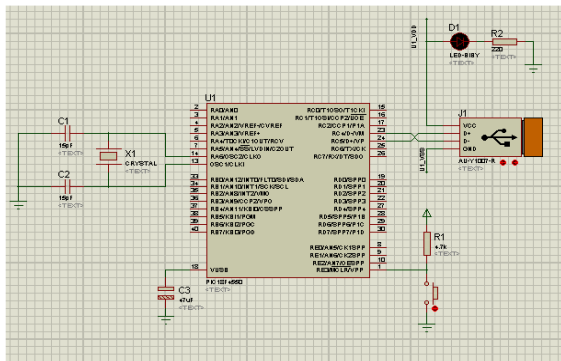


Figura 3 Diseño del circuito electrónico básico para la DAQ

Como en el software de diseño y simulación no se observan la distribución de los pines como lo sería de forma física, en la figura 4, se muestra los pines del Microcontrolador y puerto USB así como la forma de como quedaron repartidos puertos de entrada y salida tanto analógicos como digitales en el prototipo final.

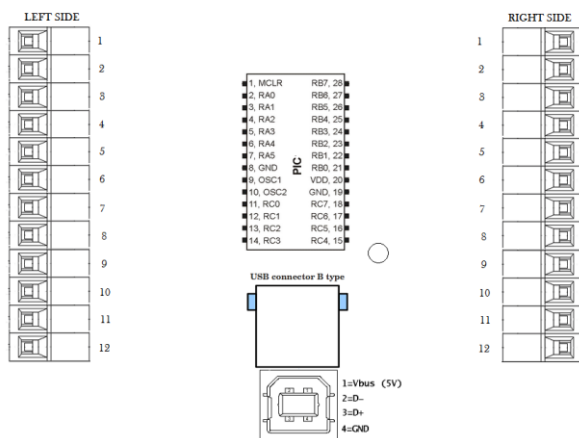


Figura 4 Distribución de entradas y salidas en prototipo final

La tabla 1 muestra la descripción de las entradas y salidas analógicas y digitales así como los terminales de alimentación.

LEFT SIDE		RIGHT SIDE	
1	+5V / 500 mA (Vbus)	1	Digital Input 7
2	0V (GND)	2	Digital Input 6
3	Digital Output 7	3	Digital Input 5
4	Digital Output 6	4	Digital Input 4
5	Digital Output 5	5	Digital Input 3
6	Digital Output 4	6	Digital Input 2
7	Digital Output 3	7	Digital Input 1
8	Digital Output 2	8	Digital Input 0
9	Digital Output 1	9	Analog Input 0
10	Digital Output 0	10	Analog Input 1
11	PWM output	11	+5V / 500 mA (Vbus)
12	Analogic Output 0	12	0V (GND)

Tabla 1 Descripción de entradas y salidas en prototipo final

El capacitor de 47uF electrolítico en la imagen 3 que está conectado a la entrada Vusb y referenciado a GND en la polaridad negativa, tiene como función regular la señal que se transmite entre los cables D+ y D-. Se debe tener mucho cuidado con el valor y polaridad de este capacitor, que regula un voltaje de aproximadamente 3.3V sin ruidos eléctricos, estos pueden provocar envíos de datos incorrectos, por lo que sin este capacitor el dispositivo no funciona correctamente y además no será reconocido por la computadora al momento de la comunicación.

3.- Delineación del PCB. Diseño que cumple con el esquemático del circuito electrónico y sus consideraciones para los dispositivos electrónicos que manejan señales de control a altas frecuencias. Parte del circuito esquemático para la tarjeta y se desarrolla en el software ARES de la suite Proteus. Después de una revisión profunda y minuciosa de la distribución de conexiones, vías y elementos, se imprime el dibujo del PCB en acetato y para su impresión en las placas fenólicas a serigrafiar. Las tarjetas se revelan usando cloruro férrico, se barrenaron y se soldaron los elementos.

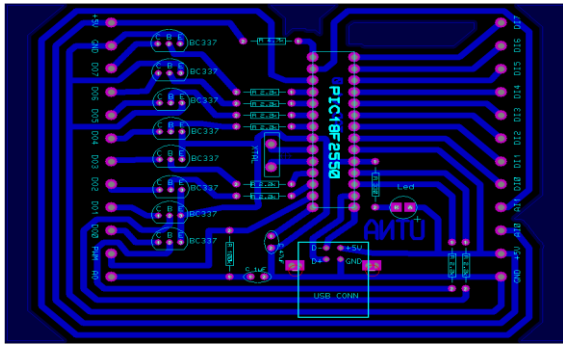


Figura 4 PCB de la DAQ Pic_Usb, desarrollada en Isis Proteus

4.-Programa en PICC para el microcontrolador. El siguiente paso consiste en el desarrollo del programa del microcontrolador que administra el flujo de información de entrada y salidas de datos desde los diferentes puertos del PIC, a través del puerto USB. El nombre del archivo es el: PIC_USB_18F2550. Se ha generado una versión del programa del PIC propia para uno de la misma familia pero más grande y con más prestaciones, como el PIC18F4550. Aunque no se diseñó un PCB para este PIC, se decidió ofrecer el programa para éste, ya que también es muy usado entre los estudiantes de la institución. El archivo es PIC_USB_18F4550. La imagen 5 muestra el archivo HEX abierto en el compilador CCS PICC.

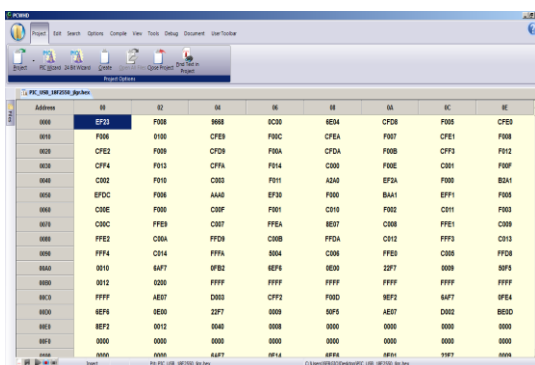


Figura 5 Archivo hex para PIC18F2550

5.-Desarrollo del drivers para LabVIEW. La tarjeta DAQ creada requiere de un controlador que permita a LabVIEW su reconocimiento, para así poder establecer el flujo de información entre la interface HMI y microcontrolador, el cual es el cerebro principal de la tarjeta de adquisición. Otras versiones de este tipo de tarjetas DAQ, cuya información es libre en internet, han sido diseñadas únicamente para Windows XP o Windows 7.

Con el afán de tener la tecnología de actualizada aplicada a esta tarjeta se procede a desarrollar un driver para Microsoft Windows 8 y XP este último para ordenadores no recientes que posean este funcional sistema operativo, los driver creados son: labview_usb y labview_usb_xp respectivamente. Estos drivers permiten al usuario de LabVIEW verificar desde el NI MAX la correcta comunicación entre LabVIEW y la tarjeta DAQ por medio de la realización de pruebas de lectura y escritura a los puertos analógicos y digitales de la tarjeta desde las funciones propias inherentes al NI MAX. Para poder llevar a cabo la comunicación exitosa entre la tarjeta DAQ y la PC es necesario que LabVIEW tenga instalados todos los componentes de su librería VISA. Para facilitar al estudiante el cumplimiento de este último requisito y como parte de este proyecto, también se desarrolla una aplicación instalable que tiene una doble funcionalidad, durante su instalación también quedan instalados todos los componentes nativos de NI VISA y una vez instalado posibilita un primer acercamiento al uso de la tarjeta DAQ y verificación de funcionamiento pero desde el entorno LabVIEW.

6.-Crear SubVi para control del puerto USB. En este proyecto se presenta la comunicación USB de tipo RAW Transfer utilizando LabVIEW y un microcontrolador de Microchip.

Con este método se pueden enviar y recibir datos masivos de información hasta una velocidad de 12 Mbps. La comunicación se realiza a través de un Subvi (PIC_USB) creado desde el mismo LabVIEW. La imagen 6 muestra el panel frontal con los parámetros a definir por el usuario, así como una guía para su correcta configuración.

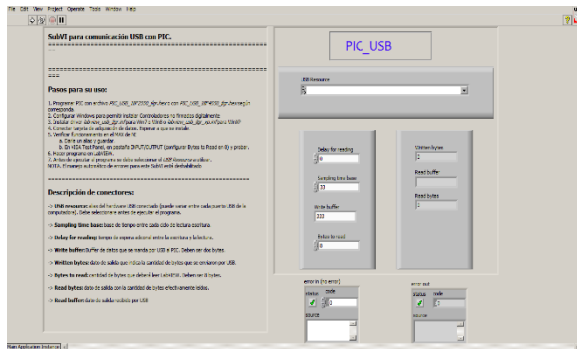


Figura 6 Panel frontal del Sub VI PIC_USB

Se realizaron algunos programas base para la comunicación entre la DAQ y LabVIEW, para probar las entradas/salidas analógicas y digitales. El uso del Sub VI indicado en la sección anterior se muestra en el diagrama de bloques de la imagen 7. Este ejemplo permite al usuario realizar pruebas básicas de lectura y escritura de datos a los puertos de entrada y salida de la tarjeta DAQ. Primero se tiene que seleccionar el USB Resource Alias correspondiente a la tarjeta DAQ el cual es asignado desde el NI MAX. Posteriormente se oprime el botón [START USB COMM] para empezar el proceso de escritura o lectura de datos a los puertos. En este caso solo se muestra el y diagrama de bloques del VI.

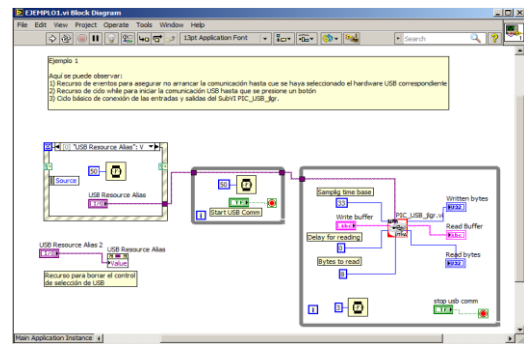


Figura 7 Diagrama a bloques del VI ejemplo 1

7.-Procedimiento para instalación y uso de la DAQ. Se desarrolla un tutorial para el usuario, que muestre el procedimiento de puesta en marcha de la tarjeta, precauciones y consideraciones para el correcto funcionamiento de la misma así como la instalación de los drivers. La imagen 8 muestra una parte del manual de usuario para la instalación y uso.



Figura 2.4.2

c. Dar clic en uso general como se muestra en la figura 2.4.3

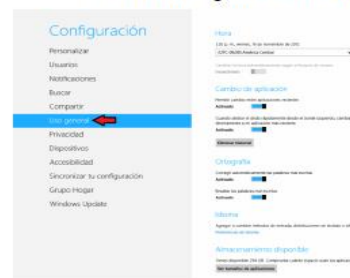


Figura 2.4.3

Figura 8 Manual de usuario para instalación de DAQ.

8. Desarrollo del prototipo. El diseño del pcb, el microcontrolador y el resto de los dispositivos son montados y soldados en la placa para integrar la DAQ. Se realizaron pruebas finales en cada uno de sus puertos generando programas en LabVIEW que hicieran solicitudes de información de manera cíclica y a altas velocidades que al mismo tiempo permitan manipular las salidas de forma continua como en los programas de ejemplos desarrollados en Labview. La imagen 11 muestra el producto terminado, con el PCB impreso sobre la placa fenólica, habiéndose soldado los dispositivos y el código correspondiente en CCS para el microcontrolador PIC18F2550. Para este momento la PC donde de desee probar debe tener los componentes NI VISA y el driver labview_usb o labview_usb para la comunicación USB. Las imágenes 10 y 11 muestran la evolución en del desarrollo de la tarjeta hasta obtener el producto final lista para su uso.

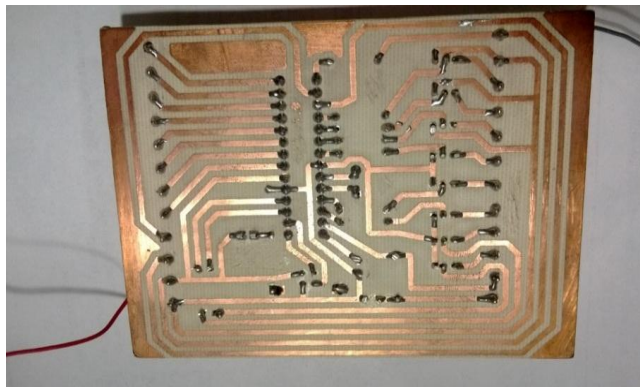


Figura 9 PCB de la DAQ impresa en la placa de cobre con los dispositivos soldados.



Figura 10 Vista superior de la tarjeta y verificación de los componentes

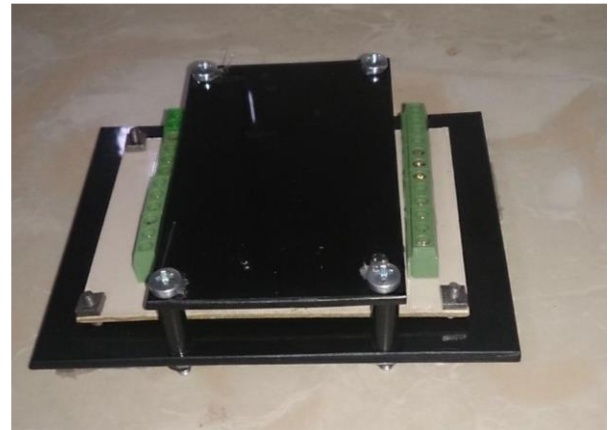


Figura 11 Tarjeta de la DAQ con carcasa protectora

Resultados

Los resultados se pueden resumir en los siguientes puntos y se obtienen después de pasar por las etapas de su diseño, construcción y pruebas.

a) Una DAQ funcional desarrollada con componentes fácil de conseguir en el mercado local y de bajo costo, con prestaciones semejantes a DAQs comerciales de importación.

b) Ofrece una opción factible para la disposición de tarjetas DAQ en los laboratorios de la UTNA apta para las primeras experiencias de los estudiantes con este tipo de dispositivos.

c) Brindar una tarjeta DAQ con prestaciones que permiten su uso en asignaturas básicas de programación y en asignaturas del área de electrónica y mecatrónica de cuatrimestres intermedios y finales.

d) Desarrollo tecnológico. Al crear drivers propios para tarjeta que sean compatibles con las versiones de Windows XP y Windows 8 que brinda la posibilidad de ser reconocida y probada por NI-MAX, así como la creación de un Sub VI (picusb) que sea el intérprete entre el LabVIEW y la DAQ.

Conclusiones

El desarrollo de este tipo de dispositivo refuerza en los jóvenes la integración de conocimientos en el área de programación, electrónica analógica y micro controladores ya que da como resultado un herramienta que les será útil para el desarrollo de futuros proyectos en diversas asignaturas de la especialidad de mecatronica.

La DAQ resulta ser un dispositivo robusto y sencillos en su construcción, cuyo mantenimiento ante fallas o daños podrá ser efectuado sin mayor complicación y sin la necesidad de invertir cantidades mayores 180 pesos en caso de un daño mayor.

Este dispositivo aporta al desarrollo tecnológico regional y del estado, en el área instrumentación y automatización, ya que en su momento las versiones que DAQ que se encontraban en disponibles en sitios web o foros de académicos y estudiantes solo eran compatible con Windwos 7 y XP.

Haciendo uso de tecnologías comerciales de consumo popular y con el apoyo de aportaciones de por parte de las comunidades tecnológicas es posible seguir desarrollando este tipo de dispositivos cada vez más actualizados y mayores prestaciones técnicas.

Como punto de mejora se propone usar una interface de potencia más elaborada, donde se dispongan algunos de pines de salida con optoacopladores y relevadores, dejando otros con salida a colector abierto para aplicaciones que demanden una frecuencia de conmutación elevada. De forma adicional se puede hacer uso otro microcontrolador que ofrezca más prestaciones como, mayor cantidad de canales analógicos de salida, frecuencias de reloj más elevadas y agregar algún módulo con indicadores leds en el puerto de entradas digitales, como luces pilotos de la correcta recepción de la señal digital.

Referencias

Bates, Martin P., Programming 8-bit PIC microcontrollers in C: with interactive hardware simulation. Newnes. ISBN: 978-0-7506-8960-1

Hoja de datos del PIC18F2455/2550/4455/4550 consultada el 15/Jun/2013 en ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39632e.pdf

Travis, J., et al. LabVIEW for Everyone: Graphical Programming Made Easy and Fun, Third Edition, 2006 ISBN-10: 0-13-185672-3