

Diseño e Implementación de Dispositivo Adaptador de Protocolo 4:20 mA a USB

Design and Implementation of Adapter Device 4:20mA Protocol to USB

Agustín Soto Otálora¹, y Wilmer Rolando Arcos Villamizar²

Resumen

Este artículo presenta el diseño e implementación de una tarjeta de adquisición como dispositivo adaptador del protocolo 4:20mA a USB. La tarjeta fue construida mediante un microcontrolador encargado de realizar la conversión análogo-digital y de establecer la conexión USB con el PC. Se utilizó el circuito integrado RCV420 especializado en la conversión de corriente en protocolo 4:20mA a voltaje de 0 a 5V.

La información enviada por la tarjeta al PC es exhibida mediante las interfaces gráficas desarrolladas en Labview® que tienen la capacidad de registrar los datos adquiridos en el disco duro de la PC y de posteriormente desplegar de manera gráfica lo captado en una sesión anterior.

Palabras clave: Protocolo 4:20 mA; USB; Tarjeta de adquisición; Labview

Abstract

This article presents the design and implementation of a data acquisition board as a protocol adapter device from 4-20 mA to USB. The board was built by a microcontroller that performs the analog-digital conversion and set the USB connection to PC. Also the integrated circuit RCV420 was employed, this chip is specialized in the transformation of protocol current 4:20mA to a voltage in a range of 0 to 5V.

The information sent by the board to the PC is displayed in the graphic interface developed in the computational tool LabView®. These interfaces have the ability to register the data acquired in the PC's hard drive and then displayed graphically what was captured in a previous session.

Keywords: Protocol 4:20 mA, USB, board acquisition, Labview

¹ Ingeniero Electrónico. Docente Universidad Surcolombiana Neiva. Av. Pastrana Borrero Carrera 1°. agussoto113@gmail.com

² Ingeniero Electrónico. Universidad Surcolombiana Neiva. Avenida Pastrana Carrera 1°. wilmer_r16@hotmail.com

1. Introducción

Actualmente se puede encontrar una gran variedad de tecnologías diseñadas para facilitar y agilizar procesos o procedimientos industriales; muchos de estos dispositivos son creados para la cuantificación de variables físicas inmersas en estos procesos.

Cuando de instrumentación se habla existe diversas formas de comunicación, como lo es el sistema de comunicación analógica 4:20mA, conocido como "Lazo de corriente de 4 a 20Ma" (Creus, 1997). En el mercado se hallan algunas tarjetas electrónicas que permiten el manejo de estas señales analógicas las cuales brindan una solución al problema, pero son muy costosas y en algunos casos su arquitectura no es flexible a las necesidades específicas del proceso industrial, del software o de la variable física, no haciéndola conveniente como elección para el usuario (Moreno y Moreno, 2004).

En el mercado actual existen muy pocos dispositivos de adquisición de datos transparentes al sensor que se utiliza, a un costo muy elevado. Lascar Electronics es un proveedor líder de instrumentos de panel digital, registradores de datos, diseño personalizado y soluciones de fabricación. Los registradores de datos EasyLog Lascar son los primeros registradores de datos de forma directa USB, proporcionando una solución fácil de usar con el método de grabación de datos de monóxido, de temperatura, humedad, voltaje, 4-20mA y carbono. Cuenta con amplia gama de instrumentos de panel y voltímetros para proporcionar soluciones de visualización para una amplia gama de aplicaciones dentro de la instrumentación y las industrias de sensores. En contra parte no se pueden visualizar los datos en tiempo real como lo realiza la tarjeta que se describe en este artículo (Elgar, 1999).

El dispositivo se diseñó para transformar el protocolo 4 a 20mA a USB, permitiendo la comunicación de cualquier sensor que utilice este protocolo con un ordenador de manera confiable, a bajo costo y con una instalación sencilla.

Se realizaron dos aplicaciones en Labview con el propósito de adquirir, almacenar en el disco duro y dar a conocer gráficamente la información obtenida por el sensor. Para darle mayor cobertura a las interfaces se dispusieron de tal forma que permitiera al usuario escoger tres tipos de magnitudes físicas generalmente medidas en la industria como son la presión, la temperatura y el caudal, de esta manera el sistema es transparente para cada una de estas magnitudes y sólo es cuestión de indicar cuál se desea trabajar (Lajara, 2007).

2. Metodología

2.1 Diseño del hardware. El propósito de este proyecto fue diseñar una tarjeta de adquisición de datos, la cual tiene una entrada para un sensor con el estándar 4 - 20mA. En este caso el sensor de presión 423TB01243A0100-1000 (Figura 1), la información captada se puede visualizar por medio de una interfaz en Labview, que permite medir presión, temperatura, caudal o cualquier otra variable física mediante sensores que trabajen con el estándar 4 - 20mA.



Figura 1. Sensor de presión 423TB01243A0100-1000

Para la comunicación de los datos del sensor, primero se transforma la corriente en voltaje, este valor analógico de tensión es convertido a su correspondiente valor binario gracias al conversor analógico-digital del microcontrolador para después enviar los datos a la PC como se muestra en la figura 2 (Maloney, 1998).

Para hacer la conversión de corriente a voltaje se utilizó el circuito integrado RCV420. Este integrado convierte del estándar 4-20mA a un voltaje proporcional que va desde 0V a 5V dependiendo de la entrada de corriente.



Figura 2. Diagrama en bloques general

El circuito integrado RCV420 cuenta con 2 entradas de corriente, una para corriente negativa y la otra para trabajar con corrientes positivas como se observa en la figura 3, para el proyecto se utilizó la entrada de corriente positiva con la cual trabaja el sensor. Teniendo en cuenta que puede ser conectado sensores industriales a la tarjeta, y que estos pueden introducir ruido al sistema, se conectó a la salida del RCV420 un filtro pasa bajo (Brown, 1997).

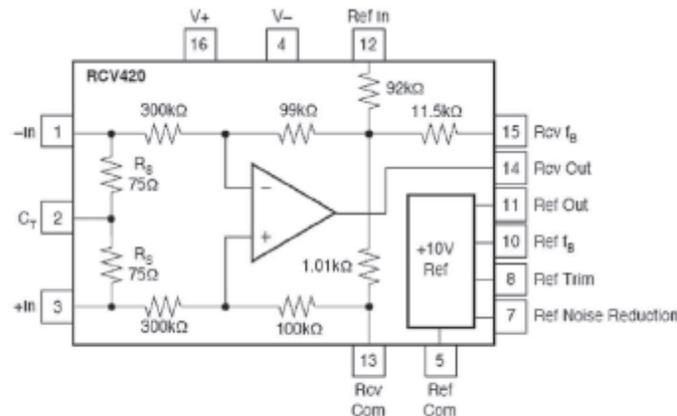


Figura 3. Diagrama RCV420

Después de que la información pasa por el conversor análogo-digital del micro, es enviada al computador por medio del puerto USB, utilizando la transferencia de datos tipo Bulk, la cual envía los datos por bytes (Angulo, 2000). La última etapa es la de alimentación, para no utilizar ningún tipo de fuente externa, se tomó la alimentación de fuente del PC que entrega por el puerto USB; teniendo en cuenta que el puerto USB suministra 5V y corriente máxima de 500mA. Para lograr polarizar de manera correcta el RCV420 y los amplificadores operacionales se utilizaron dos elevadores de tensión, debido a que el RCV420 necesita una fuente de +15V y -15V. El elevador de tensión disponible en el mercado y que se utilizó en este proyecto fue el NMA0515 que eleva la tensión de 5V a 15V y -15V (García, 2008).

Con la unión de las etapas de conversión de corriente a voltaje, el microcontrolador, la fuente de alimentación y la programación correspondiente se obtiene la finalización de la tarjeta de adquisición como se observa en la figura 4.

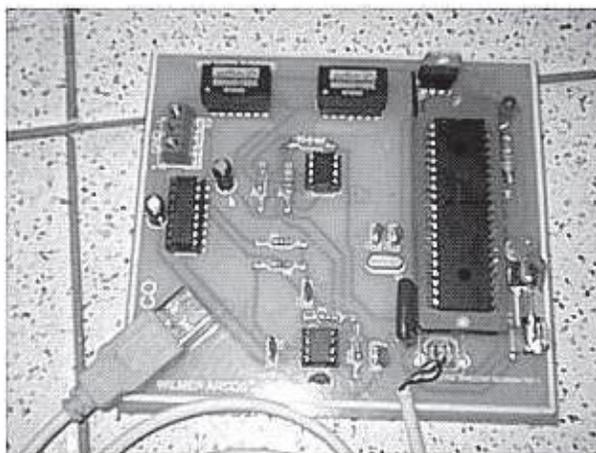


Figura 4. Tarjeta de adquisición terminada.

2.2 Diseño del software. Uno de los objetivos del proyecto fue diseñar e implementar una interfaz gráfica que permitiera exhibir a través del tiempo la información enviada por la tarjeta, además se buscó la forma de almacenar esta información. Se desarrollaron dos interfaces para satisfacer estos requerimientos. El entorno gráfico que se usó para programar estas aplicaciones fue Labview, debido a su modularidad, es decir, la capacidad de utilizar bloques funcionales para la definición de la especificación. En las figuras 5 y 6 se presentan las interfaces de adquisición de protocolo 4:20 mA a USB en tiempo real y la exhibición de datos almacenados correspondientemente.

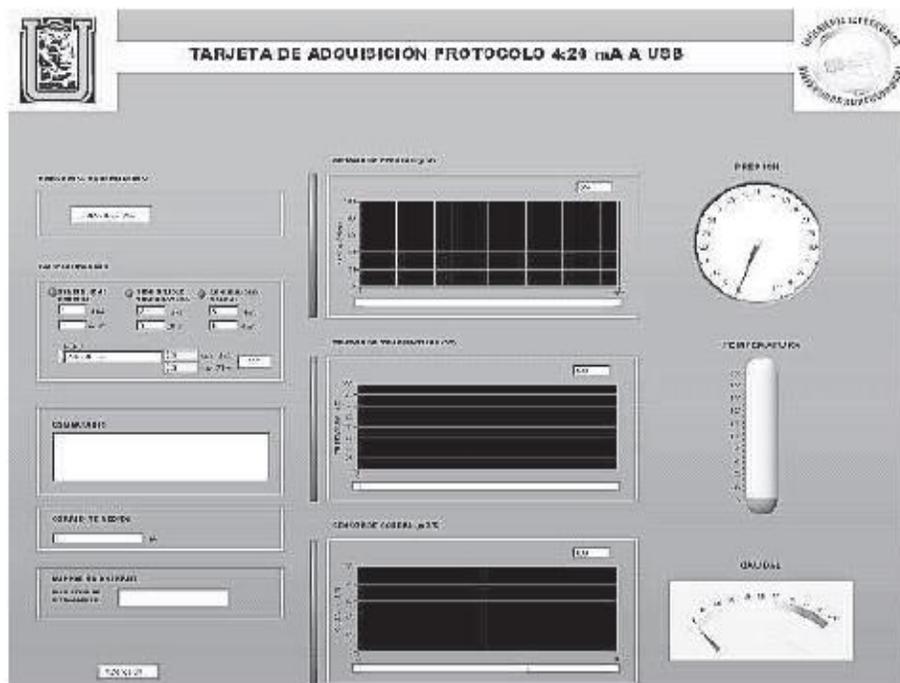


Figura 5. Interfaz de adquisición protocolo 4:20 mA a USB.



Figura 6. Interfaz de exhibición de datos almacenados.

3. Resultados

Para comprobar el buen funcionamiento de la tarjeta se realizó la conexión del sensor a la tarjeta y esta a su vez a un computador para observar las medidas de la variable física en la interfaz creada en Labview. En este caso se midió presión de aire suministrado por un compresor conectado a una tubería galvanizada.

Para la prueba experimental se fue incrementando la presión desde 0 hasta 100 psi. Los resultados obtenidos a través de la evaluación experimental se encuentran consignados en la tabla 1, comparando la medida suministrada por un manómetro incluido en el compresor, los datos de la tarjeta y la corriente que suministraba el sensor.

Tabla 1. Comportamiento de la adquisición de datos

Presión manómetro (Psi)	Presión adquirida por tarjeta. (Psi)	Corriente respectiva (mA)
0	0	4.00
20	20.03	7.21
40	39.94	10.38
60	60.01	13.60
80	80.06	16.80
100	100	20.00

Como se observa en la tabla 1 las diferencias entre la presión medida por el manómetro del compresor y la medida por el sensor y la tarjeta son mínimas, lo que indica que el sistema tiene un funcionamiento aceptable.

Sin embargo el resultado de toda medición siempre tiene cierto grado de incertidumbre. Esto se debe a las limitaciones de los instrumentos de medida, a las condiciones en que se realiza la medición, así como también, a las capacidades del observador. Es por ello que para tener una idea correcta de la magnitud con la que se trabaja, es indispensable establecer los límites entre los cuales se encuentra el valor real de dicha magnitud, por lo tanto se toman 20 valores medidos, adoptando como valor real o verdadero (Vv) el entregado por el manómetro del compresor que en este caso es 50 psi para las 20 mediciones. En la tabla 2 se observa las mediciones realizadas con su respectivo error absoluto y error relativo.

Tabla 2. Error absoluto y relativo

Nº de medida	Valor medido	Error absoluto $V_a = V_v - V_m $	Error relativo $V_r = (V_a/V_v) * 100\%$
1	50.02	0.02	0.04 (4%)
2	50.00	0.00	0.00 (0%)
3	50.02	0.02	0.04 (4%)
4	50.01	0.01	0.02 (2%)
5	49.99	0.01	0.02 (2%)
6	50.00	0.00	0.00 (0%)
7	50.00	0.00	0.00 (0%)
8	50.04	0.04	0.08 (8%)
9	50.01	0.01	0.02 (2%)
10	49.98	0.02	0.04 (4%)
11	50.00	0.00	0.00 (0%)
12	50.01	0.01	0.02 (2%)
13	50.01	0.01	0.02 (2%)
14	50.03	0.03	0.06 (6%)
15	50.03	0.03	0.06 (6%)
16	50.03	0.03	0.06 (6%)
17	50.00	0.00	0.00 (0%)
18	50.01	0.01	0.02 (2%)
19	49.99	0.01	0.02 (2%)
20	50.00	0.00	0.00 (0%)
Error absoluto medio $V_{am} = (\sum V_a)/n$		0.013	

Esto indica que la medida puede estar 0.013 psi por encima o por debajo del valor que se ha tomado como verdadero, 50 ± 0.013 psi. También hay que tener en cuenta el error de paralaje que se origina en la falta de perpendicularidad entre el rayo visual del observador y la escala respectiva o aguja del manómetro.

4. Conclusiones

Se diseñó e implementó una tarjeta de adquisición como un dispositivo adaptador del protocolo 4:20mA a USB. Se logró establecer la comunicación bidireccional por USB entre la tarjeta de adquisición y las interfaces desarrolladas en Labview.

La tarjeta diseñada es muy versátil debido a que se alimenta directamente del puerto USB sin necesidad de una fuente de voltaje externa haciéndola idónea para realizar mediciones en la industria.

Las aplicaciones desarrolladas permiten exhibir de manera grafica la medida adquirida por la tarjeta, con la capacidad de registrar la información captada en el disco duro de la PC facilitando su posterior despliegue. De esta manera se podrán localizar posibles errores en la planta o niveles de la variable física no permitidos en cualquier momento sin necesidad de la presencia constante de un operario.

En la evaluación experimental del sistema de adquisición se obtuvieron resultados que demuestran que la tarjeta y las interfaces desarrolladas tienen un funcionamiento correcto. Los lugares donde se realizan las mediciones pueden ser hostiles para el dispositivo conversor, por lo tanto es posible utilizar materiales más robustos que minimicen daños a la tarjeta.

El error es pequeño lo cual hace que la tarjeta de adquisición sea confiable en cualquier proceso industrial.

5. Referencias Bibliográficas

1. Angulo, J.M., 2000. Microcontroladores PIC - Diseño práctico de aplicaciones. MC Graw Hill, Vol. 2. Es. 89-105 pp.
2. Brown, B., 1997. RCV420 Precision 4mA to 20mA Current Loop Receiver. Consultado el 13 de mayo de 2011. <http://www.burr-brown.com/>.
3. Creus Solé, A., 1997. Instrumentación Industrial. Marcombo S.A, vol. 6. Barcelona, Es. 71-87 pp.
4. García Breijo, E., 2008. Compilador C CCS Y Simulador Proteus Para Microcontroladores. Marcombo S.A. Barcelona, Es. 60-70 pp.
5. Lajara Vizcaino, J., 2007. Labview Entorno Grafico de Programación. Marcombo S.A. Barcelona, Es. 372 pp.
6. Maloney Timothy, j., 1998. Electrónica Industrial Moderna. Prentice Hall S.A. vol.3. 123-127 pp.
7. Elgar, P., 1999. Sensors For Measurement And control. Logran. Paperback S.A. 165 pp.
8. Moreno Herrera, A., Moreno Herrera, J., 2004. Estudio Sobre La Implementación de un Sistema de Pesaje Electrónico Con Tolva Para la Dosificación de Dolomita. Universidad Surcolombiana Facultad de Ingeniería. Huila, Co. 222pp.