

Interfaz de Receptor de Bucle de 4-20mA en Aplicación con dsPIC

M.Sc. Carlos Valdivieso¹, Israel Pazmiño R², Andrés Torres³
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC)
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, vía Perimetral Km. 30.5, Guayaquil, Ecuador.

cvaldivi@fiec.espol.edu.ec¹, ipazmino@fiec.espol.edu.ec², atorres@fiec.espol.edu.ec³

Resumen

Este proyecto fue implementado con el objetivo de mostrar los beneficios de utilizar dsPIC en aplicaciones a larga distancia y desarrollar una comunicación física y funcional con el software LabVIEW. En este caso utilizamos el dsPIC para controlar la temperatura necesaria para la producción de enzimas en el proceso de maceración de la malta. El Receptor Bucle implementado recibe la señal de un sensor de temperatura en forma de voltaje, la cual es acondicionada y amplificada antes de ser transmitida una gran distancia en forma de corriente, para poder evitar la interferencia de señales parásitas. El receptor de corriente tiene una salida acondicionada de 0-5 VDC que se conecta a una entrada analógica del microcontrolador dsPIC30F4011 para leer los datos del sensor. En este proyecto se utiliza LabVIEW para monitorear la señal del sensor mediante un driver de puerto serial VISA y el módulo UART del dsPIC. Además el circuito integrado MAX232 se encarga de convertir las señales TTL del dsPIC a señales con niveles RS232 que lee la computadora.

Palabras claves: dsPIC, LabVIEW, VISA, DSC, Bucle, UART

Abstract.

This project was implemented with the aim of showing the benefits of using dsPIC applications in a long distance communication and develop a physical and functional software with LabVIEW. In this case we use the dsPIC to control the temperature required for the production of enzymes in the process of mashing malt. The loop receiver receives the signal from a temperature sensor in the form of voltage, which is conditioned and amplified before being transmitted as current over a long distance, in order to avoid interference from parasitic signals. The current receiver has an output of 0-5 VDC conditioned that connects to an analog input dsPIC30F4011 microcontroller to read the sensor data. This project will use LabVIEW to monitor the sensor signal through the VISA port driver and the dsPIC UART module. In addition the MAX232 integrated circuit is responsible for converting TTL signals to RS232 level signals that the computer reads.

Key Words: dsPIC, LabVIEW, VISA, DSC, Loop, UART

1. Introducción

En el ámbito industrial la mayoría de las ocasiones se tiene alejado el circuito que recibe la variable de interés en cada proceso de donde este ocurre, por lo general se lo tiene en un cuarto de control donde también existen ordenadores para visualizar dicho proceso.

La transmisión del voltaje continuo que es proporcional a la magnitud medida que los sensores entregan sólo se recomienda para cortas distancias, ya que en entornos industriales los bucles formados por los conductores captarán tensiones parásitas inducidas, las cuales podrán alterar totalmente las magnitudes de la señal medida.

La medición de bucles de corriente se efectúa convirtiendo la magnitud medida por el sensor en una corriente continua proporcional que se envía a través

de un conductor y se lee en el extremo receptor en forma de tensión usando una resistencia conocida.

En este proyecto, se reciben los datos leídos desde un sensor de temperatura en un horno, la señal de este sensor es acondicionada y luego enviada a través de un transmisor de corriente para finalmente llegar a un cuarto de control donde se encontrará un receptor de bucle y el controlador de la temperatura del horno.

La curva de temperatura y el proceso tendrán un sistema SCADA y será visualizada en LabVIEW.

2. Sensor de temperatura LM35

El LM35 es un sensor de temperatura con un factor de escala lineal de 10mV/°C y un rango que abarca desde -55°C a +150°C.

El sensor se presenta en diferentes encapsulados de igual forma que un típico transistor con 3 pines, dos de

ellos para alimentarlo (VCC y GND) y el tercero (VOUT) nos entrega un valor de tensión proporcional a la temperatura medida por el dispositivo. Es fabricado por Fairchild y National Semiconductor. [7]

2.1 Acondicionador de señal

El voltaje de salida en el LM35 va desde 0V hasta 1.5 VDC; es decir que antes de ingresar la señal al transmisor de corriente debe ser amplificada. Para este caso de estudio se realiza una amplificación para obtener 10 voltios que son necesarios en la entrada del transmisor de corriente. El circuito utilizado se muestra en la Figura 1.

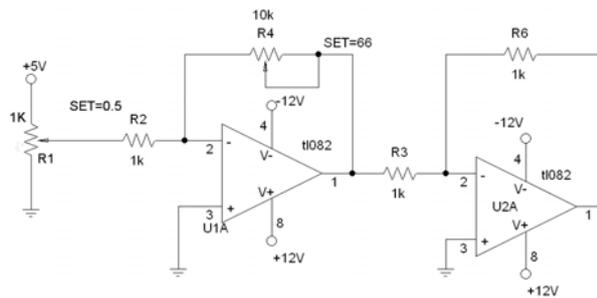


Figura 1. Acondicionador de señal

3. Diagrama de bloques del proyecto



Figura 2. Diagrama de bloques del proyecto

4. Receptor de Bucle

Existen diferentes sistemas para comunicar los sensores con los controladores y visualizadores pero depende de la velocidad, el ancho de banda o el factor de rechazo a las interferencias electromagnéticas. También debemos saber elegir el medio de transmisión más adecuado como por ejemplo: par trenzado, cable coaxial, línea telefónica, la fibra óptica entre otras.

La transmisión de voltaje sólo se recomienda a cortas distancias y si a esto le sumamos las tensiones parásitas que se generan en los entornos industriales se altera totalmente la medición. Los cables apantallados, los sistemas de tierra o la fibra óptica pueden solucionar este problema pero son sistemas muy costosos y complejos.

Los sistemas de bucle de corriente convierten el voltaje medido por el sensor en una corriente continua proporcional que se envía a través de un conductor y se lee en el extremo receptor en forma de voltaje. Para la comunicación en los sistemas de bucle se han normalizado las siguientes corrientes: 1 – 5mA, 0–5 mA, 4–20 mA, 0–20 mA, 2–10 mA y 10 –50 mA.

Este circuito recibe una corriente continua entre 4 y 20mA la cual se acopla óptimamente y entrega un voltaje proporcional a la misma en dos magnitudes de 0 – 5V y de 0 – 10V, además tiene un led indicador de fallo que indica si la corriente recibida es menor a 4mA o se rompió el cable de comunicación. [1]

4.1 Características Técnicas

- Entrada de corriente optoacoplada.
- Resistencia de entrada menor a 1 Ohmio.
- Corriente de medida entre 4 y 20 mA.
- Dos salidas análogas entre 0 y 5 VDC y entre 0 y 10 VDC.
- Salida digital de fallo.
- Factor de amplificación ajustable.
- LEDs indicadores de comunicación y fallo.

4.2 Diagrama De Bloques del receptor

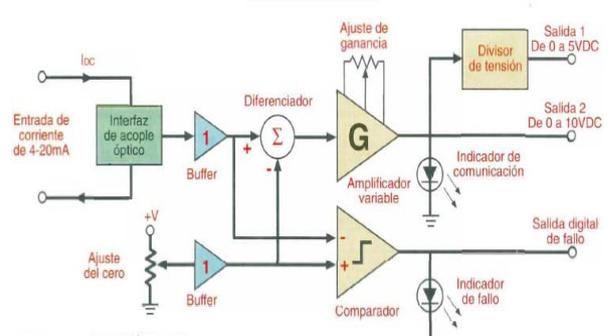


Figura 3. Diagrama de bloques del receptor

4.3 Diagrama Esquemático

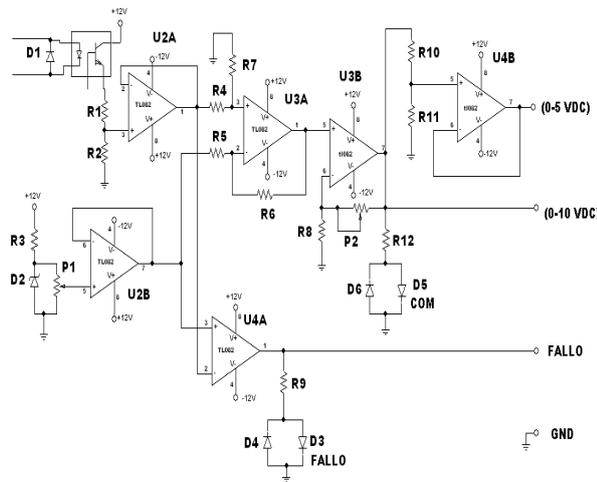


Figura 4. Diagrama esquemático

4.4 Funcionamiento

En el primer bloque se encuentra un optoacoplador que se encarga de aislar galvánicamente la corriente que ingresa y convertirla en un voltaje proporcional. Para esto el optoacoplador está configurado como un seguidor de emisor y trabaja en zona lineal.

Los seguidores de tensión que se utilizan sirven para acoplar los voltajes entregados por el optoacoplador y el trimmer P1. El objetivo del trimmer es calibrar la salida a 0V.

La siguiente etapa es un amplificador diferencial de ganancia unitaria y su objetivo es restar la tensión equivalente a 0 V del voltaje de entrada proporcional a la corriente medida.

Este es un voltaje que será amplificado de 0 – 10V por el amplificador U3B de la figura [4] porque está configurado como amplificador no inversor de ganancia variable entre 1 y 10. Y esta salida del amplificador es la primera que tenemos de 0 – 10V y la segunda salida de 0-5V la obtenemos simplemente por un divisor de tensión que está colocado en otro amplificador que está configurado como un buffer.

El circuito también tiene un diodo Led detector de fallo que se activa en el momento que el bucle reciba una corriente menor a 4mA, o por la ruptura del cable de comunicación, mediante un valor digital igual a 12VDC proveniente del comparador inversor. [1]

4.5 Calibración

Para la calibración del circuito se necesita colocar los trimmer en su posición central. Alimentar el circuito con una fuente dual de +12V/0/-12V y aplicar una corriente de 4mA a través del conector de entrada y medir con un voltímetro DC en cualquiera de sus

salidas un voltaje igual a 0 VDC mientras se ajusta el trimmer P1.

Para finalizar el proceso de calibración, se hace circular a través de la entrada una corriente de 20mA y variar el trimmer P2 para modificar el factor de ganancia del amplificador hasta obtener en la salida 2 un voltaje igual a 10 VDC.

5. Registros de Control del DSPIC30F4011

Todos los pines del DSPIC tienen asociados directamente tres registros de control: TRIS, PORT y LAT.

Registros TRIS: Con este registro de control se configuran los pines de los puertos como entradas o salidas. Por defecto cada vez que hay un reset en el DSPIC este configura al puerto como entrada.

Registros PORT: En este registro se encuentra el valor actual de entrada o salida del DSPIC.

Registro LAT: Con los registros LAT se escribe o lee desde el registro cerrojo del DSPIC y no desde los pines físicos del mismo. [2]

El DSPIC es de 40 pines tiene multiplexada varias de sus pines:

Pines de Alimentación: VDD, VSS, AVDD, AVSS.

Señales Digitales de Entrada o Salida: Que están distribuidas en los puertos B, C, D, E, F.

Señales Analógicas de Entrada: Que están distribuidas en el puerto B desde la AN0 hasta la AN8.

Señales del tipo de Oscilador: OSC1, OSC0, SOS1, SOS0.

Señales para comunicación tipo: CAN, UART, SPI, RS485.

6. Módulo Analógico – Digital

La conversión analógica a digital (ADC) se realiza a través del dsPic30F4011, el cual se encarga de tomar una muestra de la señal analógica del sensor de temperatura LM35 y convertirla en un número digital de 8 bits.

El dsPic30F4011 posee un módulo conversor A/D de 10 bits y 500 Ksps, con 2 ó 4 muestras simultáneas y hasta 16 canales de entrada, incluso con conversión posible en el modo SLEEP. [2]

El dsPic30F4011 tiene 9 entradas analógicas; se usan desde el pin 2 hasta el pin 7 para el ingreso de las señales analógicas, en donde cada entrada del DsPic internamente tiene un condensador el cual se carga a un valor igual al voltaje de la señal de entrada, el voltaje almacenado por el condensador es la entrada al módulo interno de conversión analógico a digital del integrado, la conversión es realizada a través de aproximaciones sucesivas.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de los pines del dsPIC30F4011 utilizado. [6]

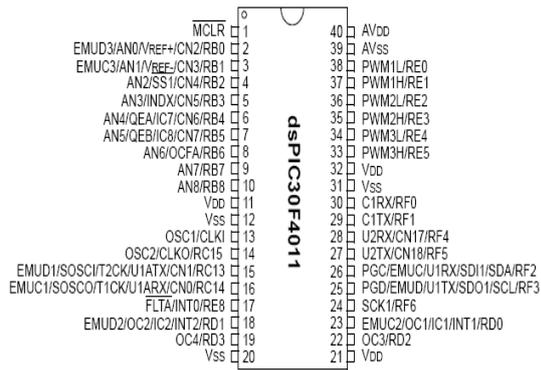


Figura 5. Diagrama del **DSPIC 30F4011**

7. Módulo UART

El UART (Transmisor Receptor Universal Asíncrono) es un módulo para la comunicación serie asíncrona disponible en los dsPIC30F. Funciona como un sistema de comunicación full-duplex o bidireccional asíncrono que puede adaptarse a multitud de periféricos, como ordenadores personales o interfaces RS-232 y RS-485. Entre las principales características se encuentran las siguientes:

La transmisión de datos es de 8 o 9 bits.

Trabajar con paridad impar, par o sin paridad.

Uno o dos bits de STOP.

Tiene un generador de baudios con un preescalador de 16 bits que se encarga de dar la frecuencia de trabajo al módulo.

Buffer de transmisión con capacidad para cuatro caracteres.

Buffer de recepción con capacidad para cuatro caracteres.

Posibilidad de emplear interrupciones para indicar la finalización de la transmisión o recepción.

Pines específicos Tx y Rx para transmitir y recibir

8. Transmisión de la información

Para la comunicación entre dispositivos podemos transmitir los datos de forma serial como RS232, USB y de forma paralela como GPIB o VIX. Como ya sabemos la comunicación serie es menos costosa, puede transmitir a mayor distancia y necesita de poco hardware. La comunicación serie es en ráfagas y asíncrona por lo que suelen delimitarse con un bit de start y un bit de stop.

El RS232 se diseñó y desde entonces ha tenido varias revisiones, comenzó a ser usado para la comunicación para un módem y una impresora de teletipo. Desde entonces se usó en ordenadores, impresoras, instrumentos de test y en casi todos los dispositivos electrónicos que necesitaban comunicarse.[3]

8.1 Circuito Integrado Para Conversión De Niveles

El MAX232 es un circuito integrado que convierte los niveles de las líneas de un puerto serie RS232 a niveles TTL y viceversa. Lo interesante es que sólo necesita una alimentación de 5V, ya que genera internamente algunas tensiones que son necesarias para el estándar RS232. Otros integrados que manejan las líneas RS232 requieren dos voltajes, +12V y -12V.

El MAX232 soluciona la conexión necesaria para lograr comunicación entre el puerto serie de una PC y cualquier otro circuito con funcionamiento en base a señales de nivel TTL/CMOS. El circuito integrado posee dos convertidores de nivel TTL a RS232 y otros dos que, a la inversa, convierten de RS232 a TTL.

Estos convertidores son suficientes para manejar las cuatro señales más utilizadas del puerto serie del PC, que son TX, RX, RTS y CTS. TX es la señal de transmisión de datos, RX es la de recepción, y RTS y CTS se utilizan para establecer el protocolo para el envío y recepción de los datos. [8]

9. Diseño De La Interfaz Gráfica

Para la visualización de este proyecto se usa como herramienta el software de National Instrument; LabVIEW el cual posee una librería de interfaz simple para controlar VXI, GPIB, RS-232 llamado VISA. El estándar VISA unifica la industria para hacer software que pueda ser interpretado y usado por más tiempo, sin importar el tipo de operación de su instrumento. [5]

El Módulo Datalogging and Supervisory Control (DSC) de National Instruments es la mejor manera de desarrollar interactivamente sus sistemas distribuidos de monitoreo y control. Con el Módulo LabVIEW DSC, usted puede extender su aplicación de LabVIEW para ver datos históricos y en tiempo real, configurar y administrar alarmas y eventos, establecer seguridad a sus aplicaciones. [4]

El Módulo LabVIEW DSC también contiene asistentes intuitivos y cajas de diálogo para ayudarle a desarrollar aplicaciones más rápidas y mejor. Ya sea que necesite construir un sistema industrial de automatización y control a gran escala o una aplicación de registro de datos de muchos canales o necesite monitorear y registrar docenas de puntos E/S para colección histórica, el Módulo LabVIEW DSC le proporciona las herramientas para que usted sea más productivo.

En este proyecto se envía señales desde el controlador hacia LabVIEW para simular los sensores de nivel alto y bajo en los tanques, además de las señales para encender el motor de la mezcladora y boiler.

10. Resultado final

Al finalizar este proyecto, se obtuvo un instrumento que cumple con los objetivos propuestos, lográndose manejar un microcontrolador en una aplicación para largas distancias con un diseño simple, confiable y de bajo costo.

En la figura 6 se muestra la interfaz desarrollada.

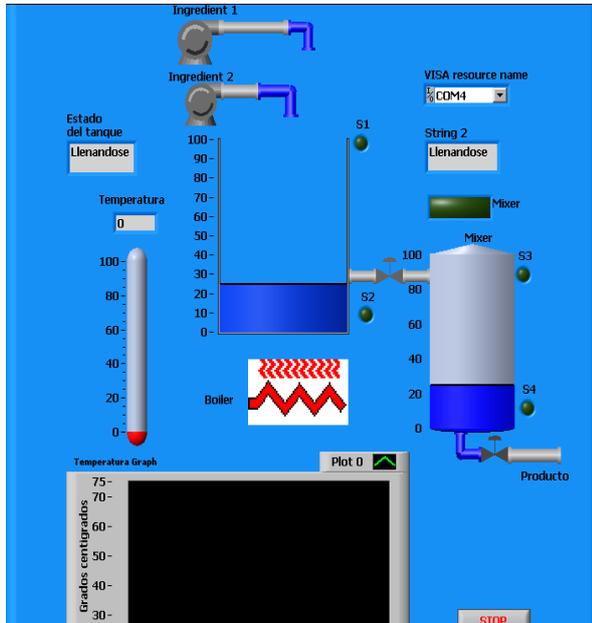


Figura 6. Interfaz gráfica.

5. Conclusiones

Para simular y monitorear un proceso industrial no es necesario tener todos los elementos físicos como motores, sensores o electroválvulas ya que se los puede incorporar gracias a la plataforma de LabVIEW en comunicación con un controlador en este caso el dsPIC.

Se llegó a desarrollar un sistema de gran utilidad para un ambiente industrial logrando integrar hardware y software de una manera muy práctica con elementos a los que se tuvo fácil acceso.

Los DSP son mucho mejores en cuanto a velocidad de procesamiento, ya que tiene incorporada una unidad de multiplicación de un ciclo de instrucción, con lo que se puede hacer muy fácilmente filtros y controladores digitales rápidos.

El ruido es una de las principales consideraciones que se deben tomar en cuenta cuando se va a diseñar un instrumento de precisión como el desarrollado. El receptor debe tener un alto rechazo al ruido, esto se obtiene utilizando filtros bien diseñados.

6. Referencias

[1] Ing. Ramos Guillermo, Ing. Hernández Jorge, Ing. Castaño Juan Andrés. Curso Práctico de

Electrónica Industrial Y Automatización: Proyectos, Tomo 3. CEKIT S.A. 2002 Pereira – Colombia. Pag: 193-196.

[2] Angulo Usátegui José, Begoña García Zapirain, Sáez Javier Vicente y Angulo Martínez Ignacio. Microcontroladores Avanzados dsPIC: Diseño práctico de aplicaciones, 1era edición. Ed. McGraw-Hill. Pag: 54-55, 308-310, 336-337, 364-366.

[3] Lajara Vizcaíno José, Pelegrí José. Labview, Entorno Gráfico de Programación, primera edición, Marcombo, Barcelona, España, 2007. Pag 115,116

[4] Módulo LabVIEW Datalogging and Supervisory Control, disponible en: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/1010>

[5] Arquitectura de software para instrumentos virtuales disponible en: <http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/8C5F1FDC45A30155862570E500711955>

[6] Hoja de datos del dsPIC30F4011, disponible en : ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/70135C.pdf

[7] Hoja de datos del sensor de temperatura LM35 disponible: http://www.datasheetcatalog.net/es/datasheets_pdf/L/M/3/5/LM35.shtml

[8] Comunicación - MAX232 - Conversor TTL-RS232 Descripción por Eduardo J. Carletti disponible en: http://robotsargentina.com.ar/Comunicacion_max232.htm