

LABORATORIO VIRTUAL DE BAJO COSTE PARA SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE SEÑALES

Luis Zorzano Martínez, José M^o Zorzano Martínez, Antonio Zorzano Martínez

*Universidad de La Rioja
Luis de Ulloa, 20. 26004 Logroño (La Rioja) España
Tel.: (941) 299485 Fax.: (941) 299478
luis.zorzano@die.unirioja.es, jose.zorzano@die.unirioja.es,
antonio.zorzano@die.unirioja.es*

Abstract: Se presenta un sistema (hardware y software) de bajo coste para la formación en sistemas de adquisición de señales e instrumentación virtual, que permite profundizar en el conocimiento de los mismos y llevar a cabo diseños prácticos desde los más elementales hasta otros más complejos. El objetivo de este tipo de formación es que el usuario maneje directa y fácilmente los circuitos de adquisición y los vincule de una forma rápida a un lenguaje de programación gráfica para instrumentación, como es LabVIEW. El sistema utiliza un microcontrolador BS2-IC de Parallax, para facilitar la interconexión entre programa y circuitos, eliminando la necesidad de utilizar circuitos lógicos adicionales.

Keywords: Laboratorios Virtuales, simulación, Hardware, LabVIEW

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de adquisición de señales (SAS) [1] constituyen un campo de la electrónica que resulta a la vez complicado e interesante. Complicado, por cuanto que para comprenderlo bien es preciso dominar aspectos muy variados de la ciencia en general y de la electrónica. Si se considera que el sistema de adquisición de señales comienza con la magnitud física que queremos medir se comprenderá fácilmente lo que se quiere decir. Hay que conocer la magnitud a medir, comprender el funcionamiento y especificaciones de los sensores para medir esta magnitud, y caracterizar la señal que produce el sensor [2]. Respecto al sistema de

adquisición de señales se debe conocer la estructura de estos sistemas, sus especificaciones, su funcionamiento y su programación. Afortunadamente, es fácil disponer de un ordenador en los puestos de laboratorio, a los que interconectar sensores y sistemas de adquisición [3][4].

El sistema presentado tiene como objeto esencial la disponibilidad de un mecanismo de aprendizaje de los sistemas de adquisición de señales que permita trabajar directamente con los componentes electrónicos propios de los SAS. Sin necesidad de incluir circuitería lógica adicional, permitiendo concentrar el esfuerzo de aprendizaje en los conceptos esenciales de los SAS.

2. DESCRIPCIÓN

La formación en campos de la instrumentación electrónica, como los que comprenden a los sistemas de adquisición de señales, se vuelve cada día más compleja y focalizada, de forma que se corre el riesgo de segmentar demasiado el conjunto de conocimientos y de provocar una formación muy profunda y sin embargo menos extensa.

Como complemento o alternativa a este tipo de formaciones se sugiere la utilización de laboratorios virtuales y, por tanto de bajo coste, tanto para instituciones educativas como, incluso, para estudiantes, en aspectos relativos a los sistemas de adquisición de señales que cubran el máximo número de aspectos educativos de este campo. Todo ello contemplado desde el principio de poder disponer de las primeras aplicaciones en un tiempo reducido, sin renunciar al desarrollo de aplicaciones más complejas. De esta forma el estudiante va asentando sus conocimientos gradualmente.

El conjunto de conocimientos que se pretende cubrir es el siguiente:

- Sensores
- Acondicionadores de señal
- Multiplexores analógicos
- Amplificadores de ganancia programable
- Convertidores A/D
- Procesado de señal
- Instrumentación virtual

El objetivo es la formación del estudiante en los sistemas de adquisición de una forma diferente: ni utilizando productos comerciales más o menos complejos que simplemente hay que programar, ni diseñando completamente el sistema de adquisición de señales. Para ello se ha decidido utilizar dos herramientas potentes y de bajo coste, que van a constituir la base sobre la que se creen las aplicaciones. Estas herramientas son:

- El microcontrolador BS2-IC (Parallax Inc.) [5]
- El programa LabVIEW Student Edition (National Instruments) [4][6]

Con el microcontrolador (interconectable al puerto serie de un PC) se pretende simplificar la realización de las funciones auxiliares de los sistemas de adquisición (selección de canal en el multiplexor analógico,

selección de la ganancia del amplificador, control del convertidor analógico-digital) supliendo circuitería por programación. Este microcontrolador se programa en PBASIC [7] (un dialecto BASIC creado por Parallax Inc.) de forma sencilla y potente.

Con el programa LabVIEW se llevan a cabo las funciones de intercomunicación con el microcontrolador, de control superior del sistema de adquisición, de representación de señales adquiridas, de procesado de las mismas y de diseño de instrumentos virtuales. Con todos estos ingredientes el esfuerzo que ha de desarrollarse en la elaboración de un sistema de adquisición de señales va desde lo más simple (diseñar un circuito mínimo de adquisición de señales eléctricas de voltaje, constituido por un convertidor analógico-digital) hasta el diseño del instrumento virtual más sofisticado.

3. APLICACIONES

Las aplicaciones que pueden desarrollarse pueden ser muy variadas, dependiendo de si se está adquiriendo unos principios básicos sobre los sistemas de adquisición o se está trabajando con conceptos más amplios. Como ejemplo de posibles aplicaciones pueden citarse:

- Análisis de parámetros de los multiplexores analógicos (R_{ON} , C_{DS} , t_{ON} , t_{OFF} , diafonía, etc.)
- Control de un multiplexor analógico
- Implementación de un convertidor analógico/digital de doble rampa
- Control de un convertidor analógico/digital
- Control de un amplificador de ganancia programable
- Medidas de temperaturas con uniones semiconductoras
- Medidas de temperaturas con termistores
- Medidas de temperaturas con sensores integrados
- Control de un sistema de adquisición de temperaturas
- Representación de señales adquiridas
- Almacenamiento de señales adquiridas
- Registrador de datos
- Diseño de instrumentos virtuales (voltímetro, frecuencímetro, osciloscopio, analizador de espectros, filtrado digital, ...)

Fundamentalmente, el microcontrolador se emplea con dos finalidades:

- Como elemento de interconexión con el PC para transmitirle resultados
- Como elemento de control, generando señales que actúan directamente sobre diferentes dispositivos electrónicos o controlando interruptores analógicos de uso en los multiplexores analógicos, amplificadores de ganancia programable, convertidores digital/analógico y convertidores analógico/digital.

Además, el microcontrolador puede utilizarse en numerosas prácticas de forma autónoma. Es decir, en aquellos casos en que los puestos de laboratorio no dispongan de un PC, se programan los microcontroladores previamente con el código correspondiente a la práctica a desarrollar y se adjunta una información escrita de la función que desarrolla cada pin del microcontrolador. Basta con realizar el montaje del circuito de adquisición de señales correspondiente a la práctica e interconectarlo al microcontrolador para poder estudiar su comportamiento utilizando la instrumentación adecuada.

Como ejemplo de aplicación se presenta la descripción detallada del diseño de un sistema de adquisición de señales aplicado a la medida de temperaturas, con funciones de adquisición, representación, almacenamiento, y procesado de las medidas efectuadas.

El circuito adicional que se va a utilizar es el convertidor analógico/digital TLC1549CP de Texas Instruments (Fig. 1). Es un convertidor de 10 bits con salida serie. Para su control dispone de una señal de selección de chip (/CS) de una señal de reloj (I/O CLOCK) para obtener los datos en serie. Los datos se obtienen en la línea DATA OUT.

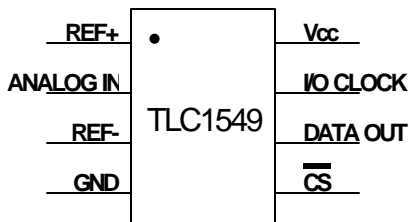


Fig. 1 Esquema del convertidor

Uno de los modos de operación de este convertidor consiste en activar la línea /CS, durante los 10 pulsos

de reloj que se aplican en la línea I/O CLOCK, obteniendo los 10 bits en cada flanco positivo de la señal de reloj.

```

* (STAMP BS2)
* Programa: TLC1549_BS2
* Este programa controla el convertidor AD TLC1549 (Texas Instruments)
* mediante la interconexión serie.

Adres  var  word  ' Resultado del ADC: 1 word.
CS     con  0     ' Chip select conectado al pin 0.
Adata  con  1     ' Salida datos ADC conectado al pin 1.
CLK    con  2     ' Clock conectado al pin 2.

high CS      ' Deselecciona ADC para arrancar la conversión.

' En el bucle siguiente hay 3 líneas de código para leer el TLC1549
' La instrucción Shiftin realiza la mayor parte del trabajo.
' Shiftin requiere especificar un pin de datos (Adata), un pin de
' reloj (CLK), un modo de generación de señales (msbpost),
' una variable (Adres) y un número de bits (10). El modo especifica si
' el primer bit es MSB o LSB y si se muestrea el bit de dato antes o
' después del reloj. En este caso se elige MSB y post-clock

bucle:
low CS      ' Activa el TLC1549.
shiftin Adata,CLK,msbpost,[Adres*10] ' Desplazamiento del dato.
high CS     ' Deselectiva TLC1549.
debug ? Adres ' Muestra resultado.
pause 1000   ' Espera un segundo.
goto bucle   ' Comienza de nuevo.
  
```

Fig. 2 Programa en PBASIC para controlar el convertidor A/D

Para controlar este convertidor analógico-digital se desarrolla el programa descrito en la Fig. 2 en PBASIC para el microcontrolador BS2-IC. Con este programa el microcontrolador envía a través del puerto serie las lecturas del convertidor A/D. Estos datos son recogidos por un instrumento virtual diseñado en LabVIEW (ver Fig. 3 y Fig. 4).



Fig. 3 Panel frontal del instrumento virtual que lee 4 dígitos del puerto serie

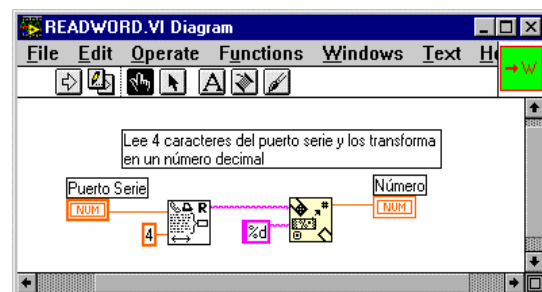


Fig. 4 Diagrama del instrumento virtual que lee 4 dígitos del puerto serie

Hasta aquí se ha diseñado el esquema mínimo para constituir un sistema de adquisición de señales elemental. Las variantes que pueden desarrollarse sobre estos circuitos incluyen la adición de sensores (por ejemplo, termistores), acondicionadores de señal (amplificadores diferenciales, de instrumentación), multiplexores analógicos y/o amplificadores de ganancia programable

En la Fig. 5 se observa el panel frontal del instrumento virtual que ilustra el funcionamiento del convertidor A/D TLC1549. Puede observarse los terminales de este convertidor, las tensiones aplicadas a los mismos y las señales de interés para llevar a cabo la conversión y obtener el dato.

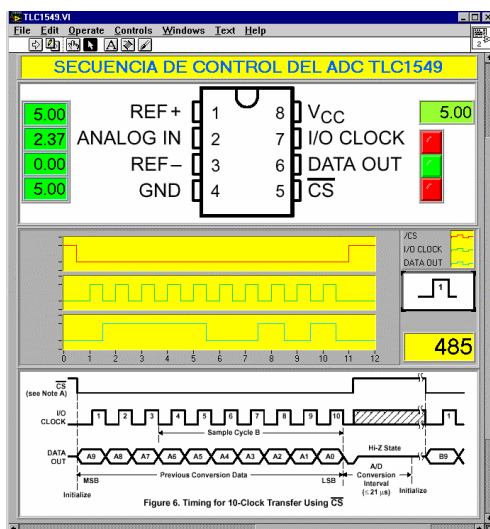


Fig. 5 Panel frontal del instrumento virtual del convertidor A/D TLC1549

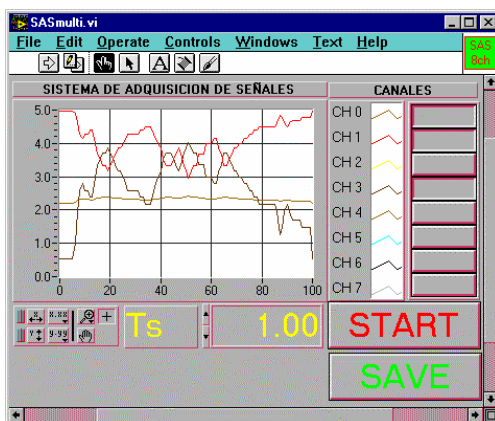


Fig. 6 Panel frontal del instrumento virtual un sistema de adquisición de señales multicanal.

Desde el panel frontal de este instrumento se puede ejecutar paso a paso la secuencia de control y observar el resultado en pantalla. En la Fig. 5 se representa el panel frontal que sirve para controlar un sistema de adquisición de señales multicanal (8 canales), pudiendo seleccionar, independientemente, los canales a muestrear y el periodo de muestreo. Está dotado de función para poder almacenar las señales en fichero.

4. CONCLUSIONES

En conclusión, se ha elaborado un sistema para la formación en conceptos de sistemas de adquisición de señales e instrumentación, que permite utilizar fácilmente los dispositivos electrónicos que forman parte de la cadena de adquisición, comprender de una forma visual su funcionamiento, a la vez que comprender el concepto de instrumento virtual así como utilizar y diseñar instrumentos virtuales, abarcando todo el conjunto de conocimientos que van desde el sensor hasta el ordenador. El sistema está dotado de los instrumentos virtuales que garantizan la conexión entre LabVIEW y el microcontrolador BS2-IC, por lo que los usuarios pueden diseñar de una forma fácil sus propios instrumentos virtuales.

REFERENCIAS

- [1] R. Pallás Areny, *Adquisición y distribución de señales*, Ed. Marcombo, Barcelona, 1993.
- [2] R. Pallás Areny, *Sensores y Acondicionadores de Señal*, Ed. Marcombo, Barcelona, 1993.
- [3] W. J. Tompkins, J. G. Webster, *Interfacing Sensors to the IBM PC*, Ed. Prentice-Hall, New-Jersey, 1988.
- [4] P. H. Garret, *Advanced Instrumentation and Computer I/O Design*, IEEE Pres, New-York, 1994
- [5] Página Web de Parallax, <http://www.parallaxinc.com/>
- [6] Lisa K. Wells, *The LabVIEW Student Edition: user's guide*, Ed. Prentice-Hall, New-Jersey, 1995.
- [7] Parallax, Manual de Basic STAMP, <http://www.parallaxinc.com/downloads/Documentation/Basic%20Stamps/BASICStamp%20Manual%20v2.0.pdf>