

OSCILOSCOPIO VIRTUAL PARA PC: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SOPORTE HARDWARE

J. TORRES, F.J. QUILES, J.M. PALOMARES, J.I. BENAVIDES
Área de Arquitectura y Tecnología de Computadores. Dpto. Electrotecnia y Electrónica. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Córdoba. Av. Menéndez Pidal, S/N. 14071. Córdoba. España.

Se muestra el diseño y la implementación de la parte hardware de un osciloscopio virtual digital como proyecto fin de carrera en la titulación de Ingeniero Técnico Industrial en Electrónica. Este proyecto se engloba dentro de otro mayor que incluye también una parte software de manejo del osciloscopio como herramienta de laboratorio.

1. Introducción

El proyecto llevado a cabo es una tarjeta de expansión para PC-AT que funciona como un sistema de adquisición de datos. El diseño del sistema se ha enfocado específicamente para utilizarlo como soporte hardware de un dispositivo de instrumentación virtual que emule el funcionamiento de un osciloscopio digital. Este proyecto pretende englobarse en otro mayor que incluye una parte software para el manejo de esta placa. El conjunto de ambas partes constituirá un osciloscopio virtual de medida integrado dentro de un PC, que se instalará en cada uno de los puestos de laboratorio que actualmente el departamento posee para la impartición de las diversas asignaturas que requieren del uso de osciloscopios.

El proyecto se ha planteado como un complemento en la formación del Ing. Téc. Industrial de forma que el estudiante ponga en juego los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, complementándolos con aquellos nuevos conocimientos que precise para llevar a cabo la consecución de los objetivos establecidos. En ningún momento se ha pretendido el desarrollo de un dispositivo comercial, no obstante, se han conseguido alcanzar algunas características notables, como por ejemplo una frecuencia de conversión máxima de 40MHz.

A la hora de plantear el diseño de la tarjeta se ha considerado interesante el empleo de un dispositivo lógico programable que contuviera toda la lógica digital de la tarjeta y de esta forma simplificar tanto el diseño del sistema como el diseño de la placa de circuito impreso. Estos dispositivos, estudiados de forma teórica a lo largo de la titulación, si se encuentran alojados en un zócalo que permita su extracción, dan flexibilidad al sistema que los utiliza al permitir la modificación del hardware en cualquier momento del proceso de diseño con tan solo reprogramar el PLD. Además el uso de este tipo de

dispositivos presenta una serie de ventajas como son un menor tiempo de retardo, menor consumo y mayor fiabilidad. El CPLD que se utiliza en este diseño es el M4-128N/64-15JC, para cuyo manejo el alumno ha precisado adquirir conocimientos de un lenguaje de descripción de hardware que permita especificar el comportamiento de circuitos lógicos como es el ABEL-HDL. También se ha realizado la simulación temporal del comportamiento del dispositivo lógico para lo que el alumno tuvo que aprender el manejo del simulador correspondiente. Además como se ha llevado a cabo la implementación física del proyecto fue preciso que el alumno diseñara la placa de circuito impreso con una herramienta de trazado.

2. Características de la tarjeta

El proyecto consiste en una tarjeta de expansión para PC a través del bus AT que funciona como un sistema de adquisición de datos.

La tarjeta cuenta con dos canales de medida independientes, cada uno de ellos con su propia circuitería analógica de adaptación de la señal analógica de entrada, su propio convertidor analógico-digital (8 bits de resolución) y su propia memoria fifo (1K x 8bits). Además cuenta con una serie de bloques comunes que controlan el proceso de conversión y la comunicación con el PC. A excepción de toda la circuitería analógica, los ADC, las fifos, los transceivers que aíslan la tarjeta del bus AT y el detector de direccionamiento de la tarjeta por parte del microprocesador, todo lo demás se encuentra en el interior del CPLD.

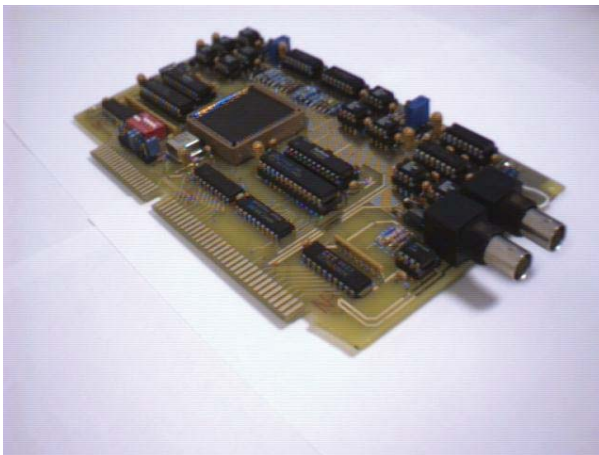


Figura 1: *Vista general de la tarjeta osciloscopio virtual*

La frecuencia de conversión del sistema es programable y varía entre un valor máximo de 20 Mmps¹ y un mínimo de 80 Kmps (modo canales independientes), o bien, un máximo de 40 Mmps y un mínimo de 160 Kmps (canal sobremuestreado) . El modo de canales independientes permite convertir a la vez dos señales analógicas de entrada diferentes, mientras que el modo sobremuestreo consiste en conectar una única señal analógica a medir a los ADC de ambos canales y que éstos tomen muestras de ella alternativamente.

Las muestras que toma la tarjeta son trasladadas de ésta al PC mediante transferencias de 16 bits por DMA o por polling del microprocesador, empleándose las interrupciones hardware en la comunicación tarjeta - PC.

Dependiendo del modo de funcionamiento seleccionado por el usuario, la conversión puede precisar de un disparo (que puede ser externo o interno). Además se da la posibilidad de elegir el flanco de disparo, tanto para disparo externo como para disparo

¹ mps = Muestras por segundo.

interno, así como la fuente que genera el disparo interno entre cualquiera de los dos canales de medida de la tarjeta.

Otra de las características de la placa es la posibilidad de seleccionar el número de datos que se toman previos al disparo. Para ello, en cuanto es puesto en marcha, el sistema almacena datos en la fifo hasta alcanzar el número de estos que precederán al disparo. La tarjeta sigue tomando muestras pero por cada nuevo dato que se almacena en la fifo se desecha el más antiguo. Tras esto, se completa el proceso de conversión.

3. Descripción funcional de la placa

La tarjeta se divide en los siguientes bloques funcionales:

- **Control.**

Se encarga de coordinar y configurar el funcionamiento de la placa, además de realizar la comunicación con el ordenador: realiza la interfaz de la placa con el bus AT, gobierna las transferencias de datos con la memoria principal del PC, con la ayuda del bloque controlador de interrupciones, fija todas las variables de los demás bloques, habilita el proceso de conversión.

- **Interfaz Analógica de Entrada.**

Dentro de este bloque se agrupan todos los circuitos analógicos que se utilizan en la tarjeta. La interfaz analógica de entrada se encarga de introducir en la tarjeta la señal analógica a medir y aplicar sobre ella las acciones que se realizan analógicamente: función AC/DC, adaptación de la señal de entrada analógica a las especificaciones de la entrada analógica del ADC y multiplexación analógica para función sobremuestreo.

- **Reloj.**

A partir de la salida de un oscilador, este bloque genera la señal de reloj de los ADC del bloque Conversor. La frecuencia de la señal de reloj de los conversores es programable por el usuario, variando su valor entre los 20MHz y los 80KHz aproximadamente.

- **Generador de Señal de Disparo.**

La función que desempeña este bloque es generar la señal de disparo del proceso de conversión.

- **Autómata Controlador de la Conversión.**

Este bloque gobierna la escritura de los datos de salida de los ADC del bloque Conversión en las fifos. Además coordina la lectura de datos de las fifos permitiendo o no, la retirada de datos de la fifo cuando se hacen accesos de lectura por parte del microprocesador o del controlador DMA. También se encarga de desechar los datos más antiguos que hay almacenados en las fifos, llevando a cabo la función que permite seleccionar el número de muestras previas al disparo en el total de muestras.

- **Conversor Analógico-Digital.**

Aquí se agrupan los dos ADC y las dos fifos de la placa. Realiza la conversión de los dos canales analógicos de entrada y almacena los resultados en las memorias fifo.

- **Controlador de Interrupciones.**

Este bloque controla la activación y la desactivación de las peticiones de interrupción que puede generar la placa.

- **Interfaz Bus AT.**

Este bloque realiza mediante transceivers la conexión entre el bus de datos de la placa y el bus AT y selecciona la petición de interrupción y el canal DMA que utilizará la placa.

De forma general el funcionamiento de la tarjeta es el que se describe a continuación:

- La señal analógica a medir se adapta a las especificaciones de entrada del ADC del bloque Conversor Analógico-Digital en el bloque Interfaz Analógica de Entrada.
- El ADC convierte la señal analógica presente a su entrada en un dato digital, a la frecuencia que marca el bloque Reloj.
- El bloque Autómata Controlador de la Conversión se encarga de escribir la salida del ADC en la fifo del bloque Conversor, donde se guardan los datos hasta que el PC va retirándolos de la tarjeta.
- El disparo del proceso de conversión de la tarjeta puede generarse mediante hardware en el bloque Generador de Señal de Disparo o puede ser iniciado a través de disparo externo.
- El bloque Control se encarga de fijar todos los parámetros de la conversión y, junto al Controlador de Interrupciones, controla la comunicación entre la tarjeta y el PC.

4. Descripción de los modos de funcionamiento

La tarjeta puede trabajar en cuatro modos de conversión distintos que pueden agruparse según el modo de realizar la transferencia de los resultados de la conversión en:

- Modos DMA. Realizan las transferencias de datos por DMA cuando se produce el disparo. Los dos modos son DMA continuo, que está continuamente mandando bloques de muestras al PC, y DMA single, que funciona igual que el modo DMA continuo solo que realiza una única transferencia de datos por DMA.
- Modos Polling. En estos modos es el microprocesador el que accede a la tarjeta a retirar los resultados de la conversión. Los modos Polling son el POLL Hardware, que precisa de disparo para iniciar el proceso de conversión, y el POLL Software, en el que la tarjeta funcionaría como un sistema de adquisición de datos en el que no se necesita disparo para iniciar la conversión.

5. Conclusiones

El alumno ha desarrollado un sistema real desde su planteamiento teórico hasta su implementación física para lo que ha precisado utilizar y afianzar los conocimientos ya adquiridos durante la titulación (diseño de circuitos analógicos, interacción con la interfaz PC-AT) así como ampliar y complementar dichos conocimientos con otros nuevos como son el aprendizaje de un lenguaje de descripción hardware, la utilización de herramientas para el manejo de CPLD, la utilización de herramientas de simulación temporal del CPLD, el uso de herramientas de trazado de placas de circuito impreso y el manejo y la programación del controlador DMA del PC.

Referencias

- [1] Orcad Inc. *Orcad Layout User's Guide* (1998)
- [2] Lattice Semiconductor Corporation. *ABEL Reference Manual Versión 7.0* (1998)
- [3] Lattice Semiconductor Corporation. *ABEL Design Manual Versión 7.0* (1998)
- [4] Vantis. *DesignDirect-CPLD User Guide* (1998)
- [5] Intel Corporation. *Intel PS2/aPC Bus Specification* (1989)
- [6] Howard Austerlitz. *Data Acquisition Techniques Using Personal Computers*. Academic Press, Inc.
- [7] William D. Cooper. *Instrumentación electrónica moderna: técnicas de medida*. Pretince Hall Hispanoamericana.