

# **ADQPCI: PLACA DE ADQUISICIÓN DE DATOS CON FINES DOCENTES**

F. J. QUILES, M. A. ORTIZ, C. D. MORENO, M. BROX, A. GERSNOVIEZ, M. A. MONTIJANO  
*Departamento de Arquitectura de Computadores, Electrónica y Tecnología Electrónica. Escuela  
Politécnica Superior. Universidad de Córdoba. España.*

*Las placas de adquisición de datos se utilizan ampliamente en los laboratorios de Electrónica, bien como parte de la Instrumentación Virtual o bien como parte de sistemas de control. En este trabajo presentamos una de las placas de adquisición de datos que hemos desarrollado con fines docentes para su utilización en prácticas y planteamos algunas de las ventajas e inconvenientes frente a la utilización de placas comerciales.*

## **1. Introducción**

En los laboratorios de Electrónica es habitual la utilización de placas de adquisición de datos como parte de la Instrumentación Virtual o como parte de los sistemas de control. Actualmente existe una amplia oferta comercial de Instrumentos Virtuales, que incluye incluso la correspondiente placa de adquisición de datos. Estos tienen el inconveniente de que suelen ser aplicaciones muy generales, por lo que no se adaptan completamente a nuestras necesidades docentes. Esto se soluciona haciendo un diseño a medida, según las necesidades de las prácticas a realizar en cada tipo de laboratorio. Existen numerosos trabajos que analizan las ventajas e inconvenientes de la Instrumentación Virtual frente a la tradicional. Nuestro grupo ha desarrollado también varios instrumentos virtuales en su vertiente hardware y software [1,2,3].

En cuanto a la utilización de las placas de adquisición en sistemas de control podemos dividir las prácticas en dos grupos. Un grupo de prácticas serían aquellas en las que el objetivo principal es realizar el software de control. En estas prácticas interesa que el alumno preste su atención en los lazos de control y se utiliza la placa de adquisición como un recurso más del computador. Se utilizan habitualmente librerías que abstraen al programador del hardware de la placa. El otro grupo de prácticas que podríamos denominar de informática industrial y/o de sistemas en tiempo real es importante conocer el proceso de adquisición de datos y por tanto es necesario conocer el hardware y el software que maneja este hardware. Para llevar a cabo este objetivo se requiere por tanto disponer de toda la información detallada de la placa de adquisición.

En este último grupo de prácticas disponer de una placa de adquisición con fines docentes, donde se conozca minuciosamente el hardware y se haya simplificado su programación, reduce el esfuerzo del alumno, centrando su atención en otros aspectos de las prácticas proporcionando una importante ayuda en la labor docente.

## **2. Ventajas e inconvenientes de la utilización de placas comerciales de adquisición de datos en las prácticas de Electrónica y Control.**

Una vez realizada una simple clasificación de las diferentes prácticas que se suelen realizar en los laboratorios de Electrónica cabe decir, en lo que se refiere a Instrumentación Virtual, que la mayoría de las veces se prefiere un sistema comercial por estar más depurado, tener numerosas prestaciones, y no tener que dedicar recursos a su diseño y desarrollo.

En el grupo de prácticas relativas a Informática Industrial y Sistemas en Tiempo Real se requiere tener unas placas de adquisición de datos que dispongan de toda la información relativa al hardware y modo de programación, ya que parte del objetivo de estas prácticas es que el alumno conozca como se lleva a cabo la adquisición de datos. Incluso se debería describir una placa de adquisición en la asignatura de Informática industrial de I.T.I. Electrónica Industrial como ejemplo de sistema de adquisición de datos, pudiéndose utilizar la misma placa que se empleará en prácticas.

Por otro lado, en la asignatura de Sistemas Informáticos en Tiempo Real de Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial se necesita tener una placa de adquisición que sea sencilla de programar para que el alumno centre su atención en la programación del sistema operativo y en el estudio de los tiempos de ejecución.

Independientemente de lo comentado anteriormente, a lo largo de los estudios, el alumno tiene que utilizar algún sistema operativo de propósito general y algún sistema operativo en tiempo real. En este caso es difícil encontrar un fabricante de placas de adquisición de datos que proporcione librerías adecuadas para todos los sistemas operativos utilizados. En el caso de la titulación de I. en Automática y Electrónica Industrial de la Universidad de Córdoba el alumno utiliza *Windows* [4] y el sistema operativo en tiempo real *Phar Lar ETS* [5]. Habitualmente se utilizan placas distintas por no disponer de librerías para estos sistemas operativos. Además en algunas asignaturas optativas también se utiliza el sistema operativo *VxWorks* [6]. Si se tiene una placa en la que se conozca el hardware y el mapa de registros, una vez escritas las funciones básicas se pueden adaptar a cualquier sistema operativo en tiempo real, y por tanto se simplifica el esfuerzo de programación del alumno.

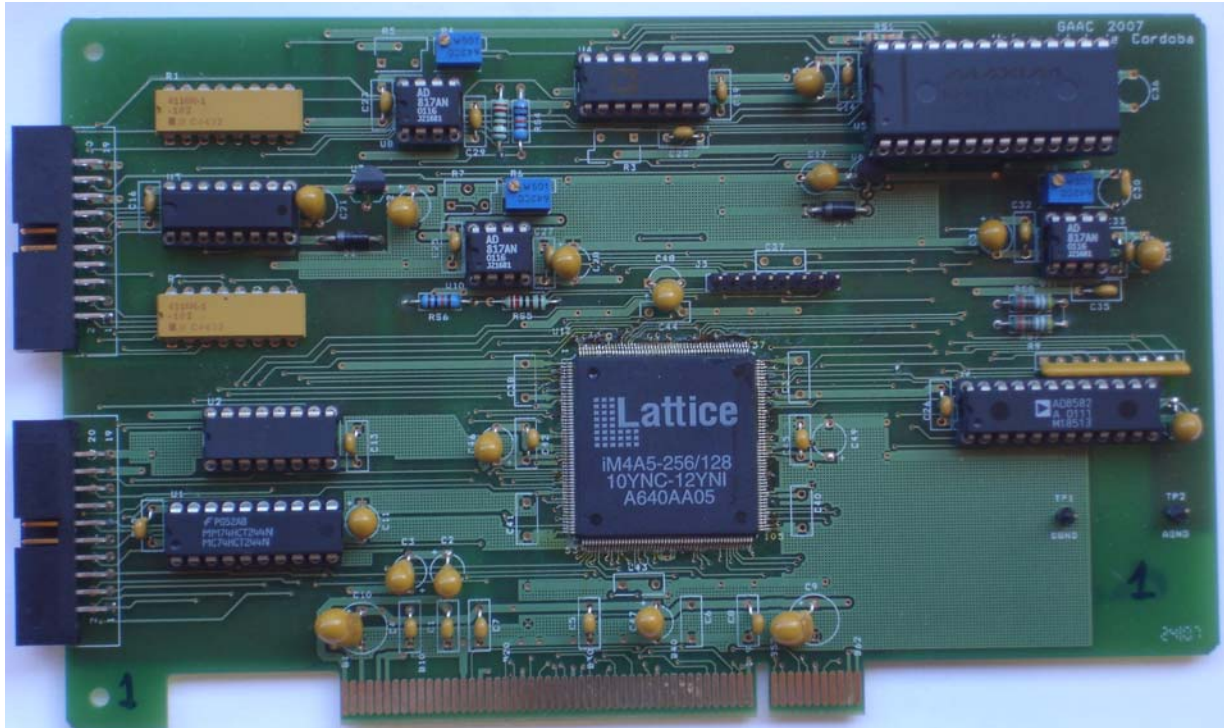
Por supuesto cabe decir que en muchos casos el esfuerzo de desarrollar una placa de adquisición de datos con fines docentes y el conjunto de unas librerías básicas para su manejo no está justificado y se opta por la compra de una placa comercial.

### 3. Características generales de la placa ADQPCI.

La placa diseñada se puede englobar en la gama medio-baja, pero incluye todo lo necesario para implementar multitud de aplicaciones de control y de Instrumentación Virtual. En la figura 1 se muestra una fotografía de la placa ADQPCI. Sus características más importantes son:

- *Conexión al bus PCI de 32 bits, 5V y 33MHz*
  - Los periféricos de han mapeado en el espacio de E/S.
  - Transferencias de 8 bits.
- *Conversión analógico-digital.*
  - 14 canales analógicos de entrada.
  - 8 bits de resolución.
  - Amplificador de ganancia programable: 1, 2, 4 , 8 y 16.
  - 1 LSB = 20 mV.
  - Control del fin de conversión por programa e interrupción.
- *Conversión digital-analógica.*
  - 2 canales analógicos de salida.
  - 8 bits de resolución.
  - 1 LSB = 20 mV.
- *Temporizador/contador de eventos de 16 bits.*
- *Registros de entrada y salida digitales.*
  - 8 entradas digitales dedicadas.

- 8 salidas digitales dedicadas accesibles a nivel de bit.



**Figura 1.** Vista superior de la placa ADQPCI.

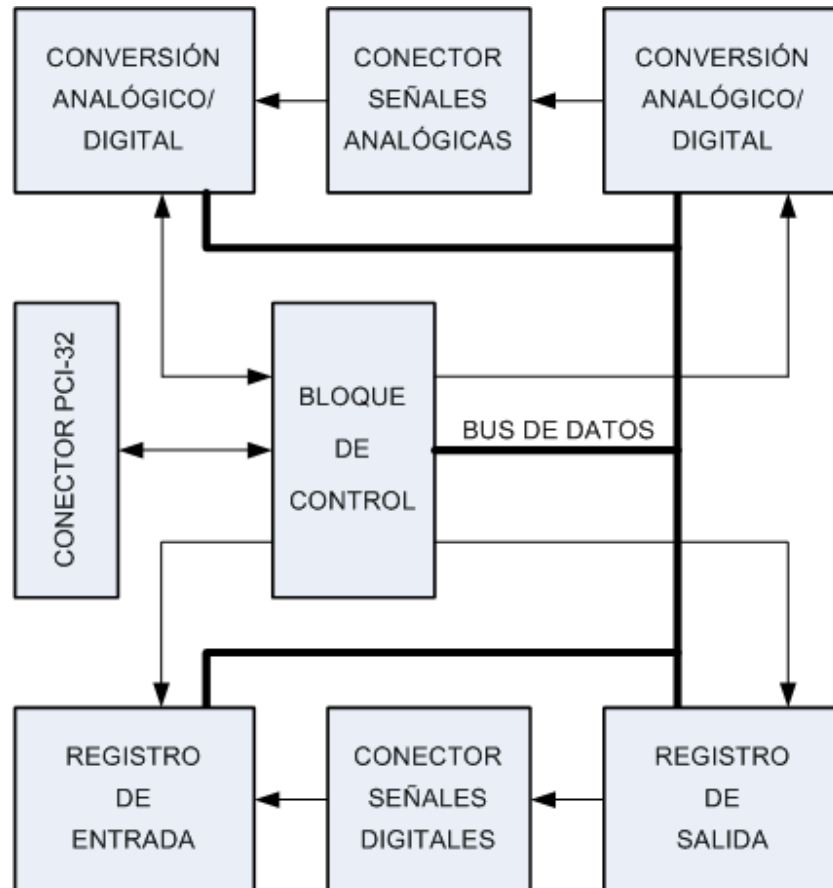
Otra característica que se consideró imprescindible en el diseño, es que fuese muy fácil de programar, tratando de reducir al mínimo posible los pasos a seguir en la configuración. Por eso, se ha incluido dos registros digitales independientes, uno de entrada y otro de salida. De esta forma sólo hay que realizar el acceso de lectura (entrada) o de escritura (salida).

#### **4. Descripción de la placa ADQPCI**

En la figura 2 se indica el diagrama de bloques de la placa ADQPCI. El bloque de conversión analógico/digital consta de un convertor MAX118, que tiene 7 canales de entrada utilizables y 8 bits de resolución, un multiplexor analógico de 8 a 1, 74HC4051, y un amplificador de ganancia programable (AGP), AD526. Los 8 primeros canales analógicos de entrada se multiplexan mediante el 74HC4051 y la salida se éste se conecta al AGP. La conversión de estos 8 canales se realiza a través del primer canal de entrada del convertor. Los otros 6 canales de entrada se conectan a los restantes canales del convertor. Por tanto, sólo se puede configurar la ganancia en los 8 primeros canales de entrada. Para seleccionar el canal a convertir se debe configurar adecuadamente las entradas de selección, tanto del multiplexor como del convertor. La señal de fin de conversión se conecta al bloque de control.

El bloque de conversión digital/análogo consta de un convertor con 2 salidas (AD8582), que incluye el generador de tensión de referencia, y 3 amplificadores operaciones. Dos se usan para proteger y amplificar el nivel de salida, de forma que se obtenga una resolución de 20mV por LSB. El otro operacional se usa para generar la tensión de referencia al MAX118.

El registro de entrada se implementa mediante un buffer 74HC244 y el de salida mediante un latch 74HC259.



**Figura 2.** Diagrama de bloques de la placa ADQPCI.

El bloque de control se ha realizado mediante el CPLD ispM4A5-256/128 de Lattice Semiconductor [7], que es programable a través del conector JTAG. Realiza las siguientes funciones:

- Un interfase básico al bus PCI, que incluye el espacio de configuración y un segmento de E/S de 256 bytes para poder acceder a los distintos periféricos de la placa.
- Decodificador de direcciones que genera las señales de selección de los periféricos.
- Generador de estados de espera al bus PCI según el periférico al que se acceda.
- Obtener un bus de datos de 32 bits para el espacio de configuración y otro de 8 bits que conecte a todos los componentes de la placa.
- Temporizador/contador de eventos de 16 bits.
- Registro de lectura para determinar el estado de la placa: fin de conversión y fin del timer.
- Controlador de interrupciones, que incluye un bit de máscara y un EOI (fin de interrupción) para cada una de las dos peticiones: fin de conversión y fin de cuenta del timer.
- Registro de selección de canal analógico de entrada y conversor de código.

Para facilitar al programador la selección del canal a convertir, se ha realizado un conversor de código, que a partir del contenido del registro de selección genera adecuadamente las señales de selección al multiplexor y al conversor A/D. Así, el programador solamente tiene que escribir en el registro de selección el número binario del 0 al 13 que identifica el canal.

El descripción del diseño del CPLD se ha realizado en VHDL [8] y se ha sintetizado mediante la herramienta ispLEVER Starter V6 [9]. La programación se realizó a través del conector JTAG mediante la herramienta ispVM SYSTEM V16 [10]. Ambas son proporcionadas gratuitamente por Lattice Semiconductor.

## 5. Conclusiones

La placa ADQPCI ha sido diseñada priorizando la simplicidad y la sencillez sin perder prestaciones. Se tiene en una sola placa conversión A/D, conversión D/A, puertos digitales y *timers*. Se han utilizado conectores simples y robustos que facilitan la labor del alumno en los laboratorios de electrónica. Se conoce con detalle los mapas de registros y los tiempos de adquisición y está pensada para que se programe simple y fácilmente y así el alumno pueda aprovechar mejor el tiempo de prácticas.

La utilización de la placa de adquisición de datos que hemos desarrollado presenta numerosas ventajas en su utilización en la Asignatura de Informática Industrial de la titulación de I.T.I. Electrónica y en la asignatura de Sistemas Informáticos en Tiempo Real de la Titulación de I. en Automática y Electrónica Industrial presentando una serie de ventajas frente a una placa comercial debido a su sencillez. Por un lado se tiene un ejemplo real y permite describirla con detalle en la asignatura de Informática Industrial y por otro lado su utilización en las prácticas de la asignatura de Sistemas Informáticos en Tiempo Real ahorra esfuerzo al profesor y al alumno por la sencillez de su programación y permite además realizar prácticas con la misma placa en distintos sistemas operativos en tiempo real.

## Referencias

- [1] F. J. Quiles y otros. *Analizador lógico virtual para ordenador persona*. VII Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica, Madrid (2006).
- [2] J. Torres y otros. *Osciloscopio Virtual para PC: diseño e implementación del soporte hardware*. V Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica. Las Palmas de Gran Canarias (2002).
- [3] F. J. Quiles y otros. *Puesto de Instrumentación Virtual Digital*. II Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica, Sevilla (1996).
- [4] Microsoft Company. *Windows*. <http://www.microsoft.com>
- [5] Ardence Company. *Phar Lap ETS – Real-time Operating System*. <http://www.ardence.com/embedded>.
- [6] Wind River Company. *VxWorks – Real-time Operating System*. <http://www.windriver.com/vxworks>.
- [7] Lattice Semiconductor Corporation. ispMACH 4A Data Sheet, (2006). <http://www.latticesemi.com>
- [8] P. J. Ashenden. *The Designer's Guide to VHDL*. Morgan Kaufmann (1996)
- [9] Lattice Semiconductor Corporation. Quick Start Guide for ispLEVER Software. <http://www.latticesemi.com>
- [10] Lattice Semiconductor Corporation. In System Programming Usage Guidelines for ispJTAG Devices. <http://www.latticesemi.com>