

# SISTEMA DE ADQUISICIÓN PARA LABORATORIOS DE ENSEÑANZA

W. Zaninetti\*, C. Meriles\*, V. Sbarato\*\*

Facultad de Matemática, Astronomía y Física (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC),  
Ciudad Universitaria, (5000), Córdoba, Argentina.

Se ha desarrollado un sistema de adquisición de datos mediante PC para aplicación en laboratorios de enseñanza de Física General. Utilizamos un conversor A/D, dos puertos para programación y tres para lectura de datos y estado del sistema. El control del sistema se realiza mediante software específico elaborado con tal propósito. En este trabajo pueden encontrarse también algunas aplicaciones ilustrativas.

## I. SISTEMA DE ADQUISICIÓN

El control de experiencias y la adquisición y manejo de información se realiza en la actualidad empleando una computadora personal como intermediario. El sistema desarrollado permite, con muy bajo costo, dotar a los laboratorios de enseñanza de un equipo que, sumado a un computador (del tipo PC-XT o PC-AT) resulta de mucha utilidad y permite introducir al estudiante en la comprensión y manejo de sistemas más sofisticados. En lo que sigue, se detallan sus características más salientes.

### - HARDWARE

En el esquema de la Fig. 1 puede verse una descripción general. El conversor A/D es del tipo doble rampa de 12 bits con bits de signo y rebasamiento independientes. El rango de entrada es

de 4 voltios en sentido positivo y negativo. La cantidad máxima de conversiones por segundos que se pueden realizar es 30 sobre un canal.

Para acondicionar las señales de entrada se dispone de un amplificador de ganancia programable, ancho de banda de 2,5 MHz y ocho entradas seleccionables. Su empleo hace posible la lectura de hasta ocho señales simultáneas, cada una multiplicada por un factor de ganancia apropiado. El amplificador también posee un circuito de protección que limita el voltaje de entrada a +/- 6V.

El sistema se comunica y controla mediante 5 puertos, a saber:

1- LSByte del dato.

Dirección: 181 h (385)

2- MSNibble del dato + signo + rebasamiento.

Dirección: 182 h (386)

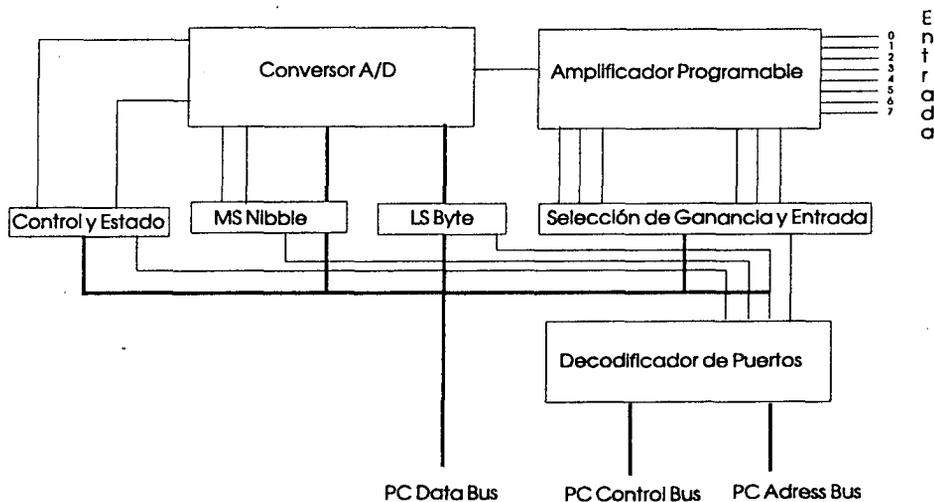


Fig. 1: (Ver texto)

\* Docentes de FAMAF.

\*\* Estudiante de tercer año de física de FAMAF.

3- Programación (Sólo escritura):  
Dirección: 184 h (388);

En la Tabla que sigue, representamos el byte de programación (a la izquierda el bit menos significativo).

Con Gi y Ci indicamos los bits que fijan la ganancia y el canal de adquisición respectivamente.

Esquema para el byte de programación							
X	X	G2	G1	G0	C2	C1	C0
	Valor		Ganancia				Canal
	000		1				0
	001		2				1
	010		5				2
	011		10				3
	100		20				4
	101		50				5
	110		80				6
	111		100				7

4- Status (Sólo lectura):

Dirección: 183 h (387)  
Bit 0 = 0 = Conversor detenido (Hold);  
Bit 0 = 1 = Conversión en curso (Run);  
Bit 1 = Entrada digital.

5- Comando (Sólo escritura):

Dirección: 180 h (384);  
Bit 0 = 0 = Conversor detenido (Hold);  
Bit 0 = 1 = Comienza la conversión. El estado Bit 0 = 1 debe ser mantenido durante toda la conversión.

La conversión se ordena desde el puerto de comando. La lectura repetida del puerto de estado permite conocer el final de la digitalización. De aquí en más, el dato está disponible y puede ser incorporado a la computadora.

El sistema cuenta también con salida y entrada digitales conectadas directamente a los puertos de programación y lectura respectivamente que se emplean para el control externo de la experiencia.

Finalmente notemos que el bloque decodificador asigna las direcciones necesarias para ubicar el sistema en el mapa de puertos de la computadora.

- SOFTWARE

El control de la plaqueta se realiza mediante software elemental. En nuestro caso se ha empleado una combinación de Turbo Pascal y Assembler pero puede desarrollarse sin problemas usando el lenguaje Basic (rutinas Peek y Poke). Los tres procedi-

mientos de relevancia en nuestro programa se transcriben más abajo. Son de alta simpleza -ya que sólo emplean los registros Ax y Dx del microprocesador- a la vez que permiten poner de manifiesto la secuencia lógica de operaciones involucradas en la lectura y escritura de datos.

SUBROUTINAS

Notación:

Dx: registro de datos; se emplea generalmente para almacenar direcciones.

Ax: acumulador; es el registro de tránsito obligado para los datos. Se lo emplea también en operaciones de tipo matemático. A1 indica el byte menos significativo del registro (16 bits).

Procedure InPort (Dirección: Word; Var Valor: Byte);  
(Lectura de puertos).

Var  
Val: Byte;

Begin

Asm

Mov Dx, Dirección (Carga en Dx la dirección \*del puerto)

In Ax, Dx (Carga en Ax el dato con dirección Dx)

Mov Val, A1 (Lectura del puerto)

End; (Asm)

Valor: = Val;

End; (InPort)

Procedure OutPort (Dirección: Word; Valor: Byte);  
(Escritura de datos en puerto)

Begin

Asm

Mov A1, Valor (Carga en A1 la orden con Valor)

Mov Dx, Dirección (Carga en Dx la dirección del puerto)

Out Dx, A1 (Programación del puerto)

End; (Asm)

End; (OutPort)

Procedure Espera; (Espera hasta que se complete la conversión. Ésto sucede cuando el bit menos significativo del puerto de estado toma valor 1)

Var

Status: Byte;

Begin

Repeat

Asm

Mov Dx, Dir-Status(Cargo en Dx la dirección del puerto estado)

In A1, Dx (Cargo A1 con el dato de estado)

And A1, 01 h (Anulo todos los bits salvo el menos significativo)

Mov Status, A1(Lectura del byte de estado)

End; (Asm)

Until Status = 0;

End; (Espera)

## II. APLICACIONES

El equipo desarrollado se empleó en algunas experiencias conocidas en laboratorios de Física General como muestra de su versatilidad y potencial utilidad en el diseño de nuevos Trabajos Prácticos:

### -ÓPTICA

En este caso medimos el patrón de difracción de doble rendija generado por un haz láser mediante un fotoreceptor montado sobre un banco de barrido (ver Fig. 2). La posición del detector se determina mediante un nivel de voltaje obtenido de un divisor resistivo (helipot) adosado al banco, y su movimiento se regula mediante un motor "paso a paso" que se controla desde la salida digital del sistema de adquisición. Con dos canales de entrada registramos la posición relativa del fotoreceptor y la intensidad luminosa respectivamente.

### -CALORIMETRÍA

Hemos medido con termocuplas la distribución de temperatura en una barra metálica que en uno de sus extremos se expone a una llama. Los datos se adquirieron por siete canales simultáneamente y muestran la evolución del proceso hasta alcanzar el estado estacionario. El comportamiento en etapas intermedias puede apreciarse en el gráfico correspondiente (Fig. 3). La frecuencia de muestreo se reduce convenientemente para evitar acumular datos inútiles.

### -ELECTRICIDAD

En este caso, hemos medido la descarga de un capacitor comandado desde el sistema de adquisición. Esta aplicación aprovecha la velocidad de lectura del sistema que, en el limite, puede llegar hasta 15 conversiones por segundo (Fig. 4).

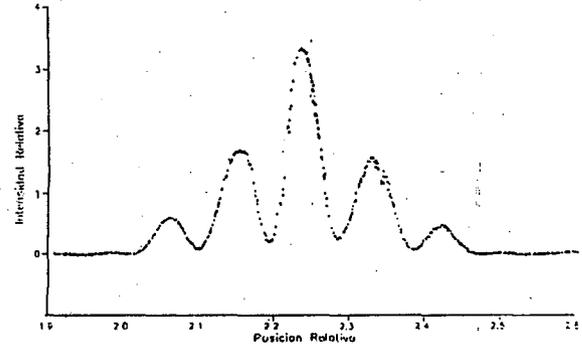


Fig. 2: Patrón de difracción de doble rendija.

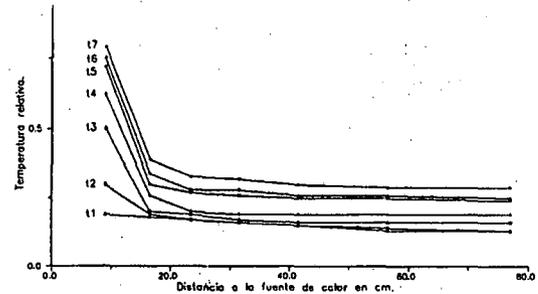


Fig. 3: Evolución de la distribución de calor en una barra metálica.

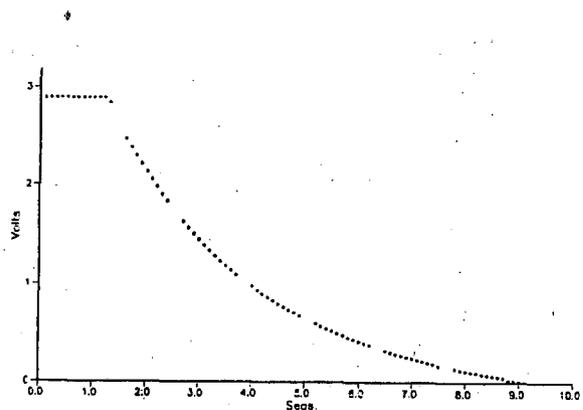


Fig. 4: Descarga de un capacitor.

### III. COMENTARIO FINAL

Se ha desarrollado un sistema de adquisición de datos y control de experiencias usando PC. Su versatilidad y simpleza le dan un gran valor didáctico que sirve como primera aproximación para familia-

rizar al estudiante en el manejo de una herramienta muy útil que resulta indispensable en los laboratorios modernos de experimentación.