

# Sistema multiparamétrico para la adquisición y procesamiento de datos nucleares con base en una computadora personal

René B. Toledo Acosta, Juan F. Osorio Deliz, Eduardo Arista Romeu, Reinaldo Pérez Sánchez, Ernesto López Torres\*

**S**e describe un Sistema Multiparamétrico de cuatro parámetros para la adquisición y procesamiento de datos nucleares el cual se caracteriza por su flexibilidad y relativamente bajo costo, garantizando además una capacidad de adquisición alta.

El sistema permite ser utilizado en modo multiparamétrico y en análisis de amplitud con cualquier combinación de estos modos por parámetro. Se describen el diseño electrónico y los programas del sistema.

Se ofrece una explicación general del funcionamiento y las características del sistema.

*A four-parameter Multiparametric System for the acquisition and processing of nuclear data is described. It is characterized for its flexibility and relatively low cost, also guaranteeing a high acquisition capacity. The system allows to be utilized] in a multiparametric manner, in pulse height analysis or in any combination of both for parameter. It is described the hardware and the software of the system.*

*It is offered a general explanation of the operation and the characteristics of the system.*

## Introducción

En múltiples sectores de la ciencia, la medicina y la industria existen determinados procesos o métodos en los cuáles es de gran utilidad conocer el comportamiento de parámetros que están involucrados en los mismos y que a su vez están estrechamente vinculados entre sí. La determinación de estos parámetros correlacionados entre sí es lo que definimos como **medición multiparamétrica** [1-5]. Un sistema de este tipo encuentra aplicación en el estudio de procesos como la fisión nuclear, para el cálculo de los parámetros de la distribución energética y angular de los fragmentos de fisión; en el estudio de los niveles excitados del núcleo y en la discriminación n- $\gamma$  por métodos digitales. Para estas aplicaciones nucleares son necesarios tractos espectrométricos de medición con características muy específicas y dísimiles de los empleados habitualmente en otros campos lo que encarece considerablemente estos sistemas y los hace prohibitivos para los países en desarrollo.

El problema que se planteó resolver fue desarrollar un Sistema Multiparamétrico (SMP) de bajo costo para la adquisición de datos nucleares empleando una computadora personal en la que se

\* Centro de Estudios Aplicados al Desarrollo Nuclear (CEADEN), La Habana, Cuba.

insertará una **Tarjeta Multiparamétrica**, la cual se encargará de la adquisición de la información espectrométrica proveniente de conversores análogo-digitales (A/D) espectrométricos en norma NIM y realizará el pre-procesamiento de los datos nucleares. Esto permitirá con un nivel de prestaciones moderado y usando el MS-DOS como sistema operativo, lograr el procesamiento en tiempo real de los espectros multiparamétricos con pérdidas mínimas por tiempo muerto.

### Descripción

El sistema desarrollado consta de una Tarjeta Multiparamétrica y un adaptador que une los conversores A/D espectrométricos. En la Tarjeta Multiparamétrica del SMP se realiza la adquisición y el pre-procesamiento de los

datos (formados por una palabra de 13 bits provenientes de los conversores A/D en norma NIM) con los cuales se interactúa con base en un protocolo normalizado con cada uno de los conversores aceptando una resolución máxima de 8192 canales.

Se utilizó el microprocesador de alta integración 80C186 de 16 bits y 12 MHz de frecuencia [6], 512 KB de memorias RAM de datos, 128 KB de PROM para programas y c.i. de lógica programable tipo ispLSI1016 [7] para las lógicas del circuito de coincidencia, de control del FIFO y de la interfaz Computadora-Tarjeta. Para disminuir el tiempo muerto del sistema se emplean memorias FIFO del tipo MSM518221 de 256Kx8 [8]. Todas las funciones y modos de trabajo de la tarjeta son programables y una vez inicializada la misma puede funcionar de forma autónoma.

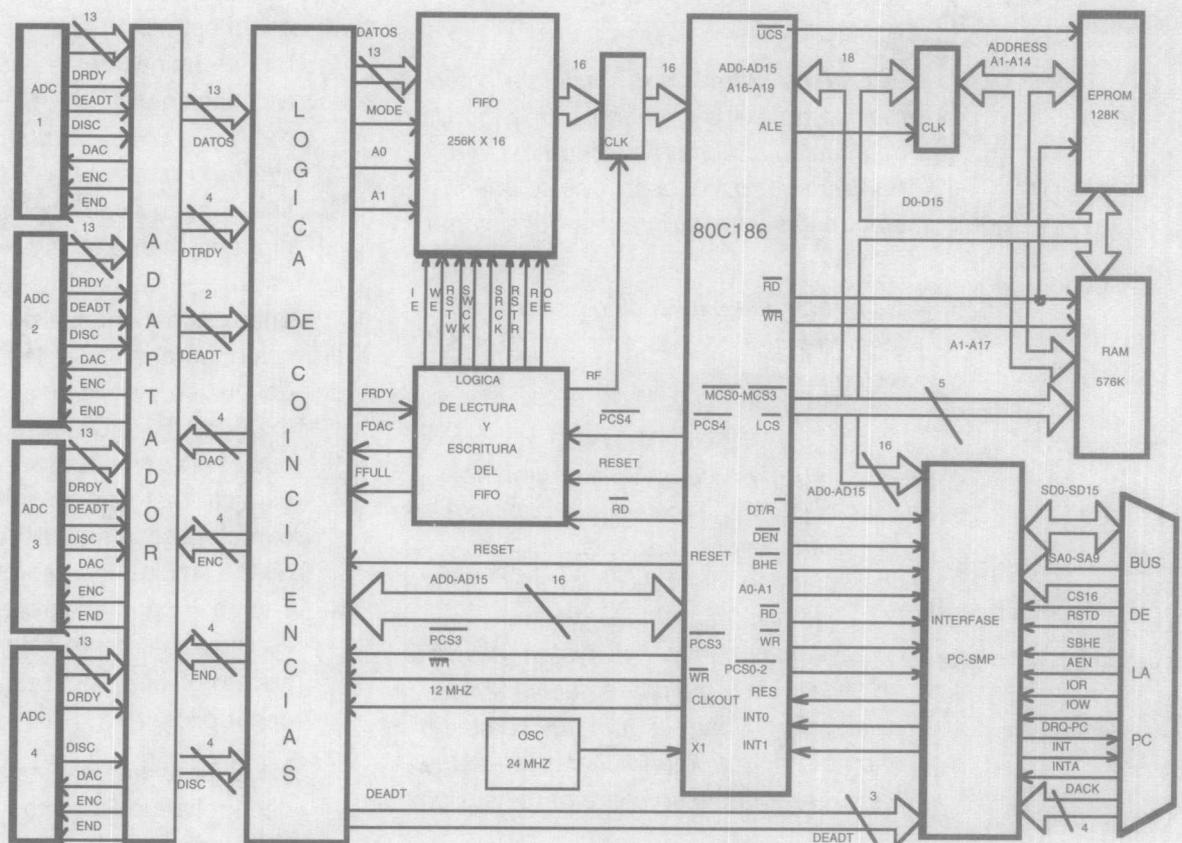


Figura 1. Esquema funcional del Sistema Multiparamétrico (SMP).

En la Figura 1 se muestra el esquema en bloques del hardware del SMP. Todas las señales de los conversores A/D [9] a través de un adaptador se reciben por la tarjeta Multiparamétrica Procesadora. Las señales tales como: DTRDY (Data Ready), DAC (Data Accept), ENC (Enable Conversion), END (Enable Data) y DISC (Señal del discriminador) se conectan en el Circuito de Coincidencia, encargado de establecer el criterio de coincidencia (no coincidencia) y genera unido a otras las señales correspondientes para el microprocesador, el FIFO y los buffers de salida. Las señales de salida de los discriminadores de los conversores A/D se toman para validar el trabajo de los conversores. Los 13 bits de datos se reciben por el FIFO cuando éste está habilitado. La lógica del circuito de coincidencia controla y chequea al FIFO y fija los modos de trabajo del mismo. Las señales de tiempo muerto (DEADT) se dirigen al circuito interfase entre la tarjeta y la computadora.

El programa diseñado consta de dos partes:

1. Programa para la tarjeta de adquisición y pre-procesamiento.

Este programa cumple la función de controlar la tarjeta de adquisición para el almacenamiento on-line de los datos en los conversores A/D según la configuración definida por el usuario y se encarga de procesar los eventos almacenados en la tarjeta (validación de sus parámetros) y de su extracción.

2. Programa principal:

Se encarga del almacenamiento en ficheros de toda la información según los criterios definidos por el usuario y de mostrar la información multiparamétrica en espectros uni- y biparamétricos para su análisis. Este fichero contiene todos los eventos registrados durante el tiempo de medición, donde cada evento consiste en la unión de N palabras de 16 bits,

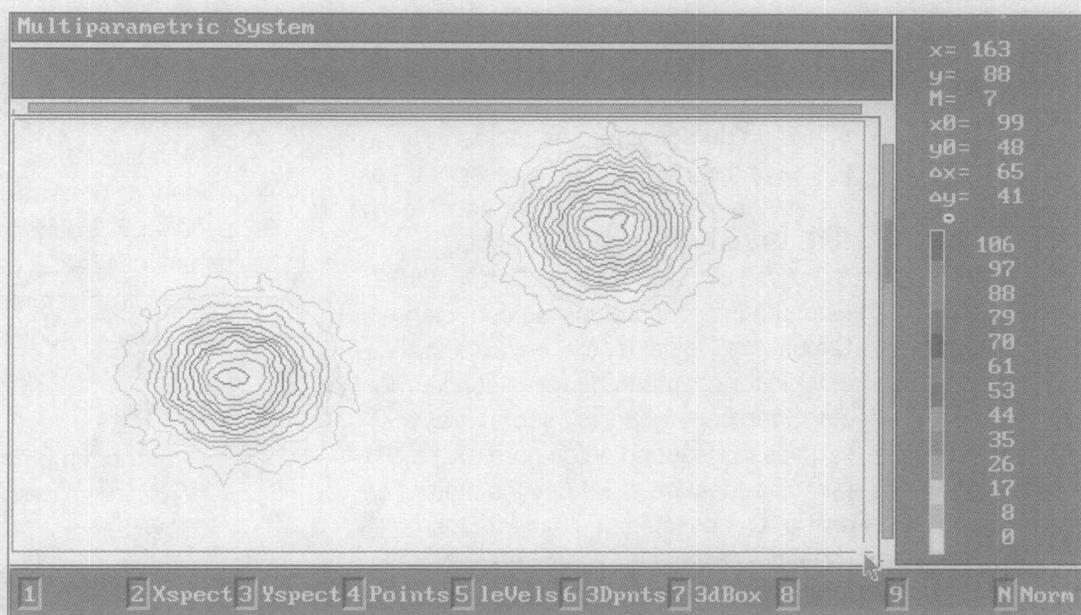
una por cada parámetro empleado en la medición.

Las operaciones necesarias están organizadas en un menú. Permite inspeccionar arreglos biparamétricos de hasta 512x256 palabras de 8 bits o de hasta 256x256 palabras de 16 bits para espectros con más estadística y además la adquisición de espectros de amplitudes de pulsos de hasta 8192 canales.

El programa permite definir todas las condiciones necesarias para el trabajo del sistema:

- a. El número de parámetros por evento.
- b. Los límites inferior y superior para cada parámetro.
- c. Las condiciones de validación de los eventos en forma de contornos.
- d. Los regímenes de trabajo:
  - Análisis amplitud de pulsos con hasta 8192 canales para cada conversor.
  - Espectro multiparamétrico de hasta 4 parámetros en coincidencia.
  - Definir el tipo de monitoreo de la medición.
  - Almacenamiento por tiempo definido.
- e. Definición de zonas de interés en el espectro biparamétrico.
- f. Procesamiento de los espectros multiparamétricos. Un grupo de funciones permite visualizar, transformar y obtener información de cualquier par de parámetros de un espectro multiparamétrico.
  - Mostrar el espectro biparamétrico en diversos modos: isograma (Figura 2), o con escala de color, y tridimensional isométrico.
  - Ampliar o reducir la región por examinar, marcar regiones

**Figura 2** Espectro de coincidencias g-g del radioisótopo  $^{95}\text{Mo}^*$ . Detalle de dos picos con curvas de nivel.



múltiples, calcular áreas netas e integrales, o ajustar libremente el ángulo de observación y las dimensiones y posición de la figura (tridimensional isométrico).

- g. Almacenamiento y carga de configuraciones de trabajo y de procedimientos.
- h. Diagnóstico de la tarjeta que incluye estado de la tarjeta y estado de los buffers.
- i. Carga de ficheros multiparamétricos según la configuración definida por el usuario.

El programa fue desarrollado en lenguaje C Microsoft v7.0 y Macroensamblador Microsoft v5.0 y probado con la siguiente configuración: computadora del tipo AT 486DX2 66 MHz con 16 MB de RAM, sistema operativo DOS v6.0 y tarjeta de video SVGA. Las pruebas realizadas al programa aunque preliminares, son suficientes para comprobar la operatividad de todas las partes del mismo.

El sistema será probado en su totalidad en el espectrómetro de tiempo de vuelo del Laboratorio de Análisis Nuclear del CEADEN.

**NOTA:**

Este trabajo fue financiado parcialmente por la Agencia Internacional de Energía Atómica por medio del Contrato CUB

**Bibliografía**

- [1] FINOCCHIARO P., "A computer system for on-line analysis, and monitor of a nuclear multidetector". *Nucl. Instr. & Meth.*, A305, pp 162-172, (1991).
- [2] AKIMOTO T., et al., "A dual-parameter multichannel analyzer using a personal computer", *IEEE Transactions on Nuclear Science*, V.36, No.3, pag. 1354 ,(1989).
- [3] SZEKELY G. et al., "A small multiparameter data acquisition system based on a VME-PC/AT". *Nucl. Instr. & Meth.* A36, pp. 540-543, (1991).
- [4] GROSZ T., et al., "PC controlled multidimensional data-collection system for a double time of flight (TOF) neutron spectrometer" *Computer Physics Communications*, 61, pp 234-238, (1980).
- [5] OMATA K., et al., "A data acquisition system based on a personal computer". Institute for Nuclear Study, University of Tokyo, Japan, INS-Rep.-884, July 1991.
- [6] Manual INTEL "Microprocessor 80C186-12" pag.1-59/1-127. (1989).
- [7] Data Sheets "Lattice Semiconductor Corp. June 1993.
- [8] Data Sheets "Oki Semiconductor" December 1992.
- [9] TOLEDO R., et al., "A 13-bits Wilkinson analog-digital Converter for NIM acquisition system". *Nucleus* No. 17, 1994.