

# NUEVO CONVERTOR ANALOGO-DIGITAL DE TIPO WILKINSON DE 13 BIT PARA UN SISTEMA DE ADQUISICION EN NORMA NIM

R.B. Toledo Acosta, J. Osorio Deliz, E. J. Arista Romeu y J. L. Fernández,  
Centro de Estudios Aplicados al Desarrollo Nuclear (CEADEN)

## RESUMEN

Se describe un nuevo convertor A/D de 13 bit del tipo Wilkinson. El convertor es diseñado para la medición digital de los picos de las amplitudes de los pulsos con una distribución temporal estadística o periódica. El convertor A/D espectrométrico se utiliza en los sistemas espectrométricos modulares en norma NIM, en los sistemas espectrométricos modulares en norma NIM, en analizadores multicanales o en otro sistema similar controlado por la computadora. Se presentan los diagramas en bloques del convertor A/D. Las especificaciones detalladas están dadas por 10 referencias y 6 figuras.

## ABSTRACT

New 13 bit A/D converter is described. The Wilkinson conversion method has been used. The converter is designed for the digital measurement of the peak amplitudes of pulses with statistical or periodical time distribution. The spectrometric A/D converter may be used as well in NIM spectrometry systems as in other measurement systems controlled by computers. The block diagram of the A/D converter are presented. The detailed specification are given 10 refs and 6 figs.

## INTRODUCCION

El CAD es un convertor de alta resolución del tipo Wilkinson/1,2,3,4,5,6,7,8/ con un rango de conversión de 13 bits ó 8192 canales y una frecuencia de reloj de 100 MHz.

El convertor A/D Wilkinson es un instrumento importante para las investigaciones en el campo de la física nuclear experimental y en las aplicaciones de las técnicas nucleares en la medicina e industria formando parte de sistemas espectrométricos, analizadores multicanales y en sistemas de Fluorescencia de Rayos X.

El convertor A/D descrito se diseñó para incluirlo en un sistema electrónico modular para aplicaciones en espectrometría Nuclear y de Rayos X. Las características técnicas, tales como no linealidad integral y diferencial; velocidad de conversión permite utilizarlo con detectores de Si(Li) y Ge de alta resolución.

## DESCRIPCION

El convertor A/D Wilkinson tiene un rango de conversión de 13 bits y una frecuencia de reloj de

100 MHz muy útil para las investigaciones en la física nuclear experimental y para aplicaciones de las técnicas nucleares en la medicina e industria formando parte de sistemas espectrométricos, analizadores multicanales y en sistemas de Fluorescencia de Rayos X.

El convertor A/D consta de una sección analógica y otra digital .

La obtención de una excelente no linealidad integral y diferencial fue uno de los objetivos fundamentales del desarrollo del convertor A/D. Estos parámetros dependen principalmente de las características técnicas de la compuerta lineal y de los circuitos de carga y descarga del condensador de memoria C1. Para la compuerta lineal se utilizó un amplificador operacional ultra rápido (A1) LH0032/9/ con transistores J-FET en sus entradas diferenciales y diodos shottky (D1, D2 y D3) en los circuitos de retención y muestreo (SAMPLE & HOLD) y el de habilitación de la compuerta lineal.

El circuito de retención y muestreo o sensor de picos es el encargado de cargar al condensador

C1 al valor de la amplitud del pulso de entrada Vi. Para la disminución de la resistencia de salida del dispositivo de descarga, la carga del condensador C1 se realiza a través de un seguidor por los transistores T1, T2 y T3 capaz de suministrar una corriente de carga de varios miliamperes. El tiempo de carga del condensador C1 se determina por la velocidad de crecimiento del voltaje de salida del amplificador operacional (A1) LH0032. Cuando se alcanza el nivel máximo de amplitud los diodos shottky se polarizan en inverso por lo que la salida del Amplificador Operacional ultra rápido (A1) cambia a polaridad negativa.

Para un conversor de estas características la corriente de descarga debe ser producida por un generador de alta estabilidad, el oscilador debe controlarse por cuarzo y el condensador C1 no debe depender de la temperatura.

Se diseñó una lógica de control microprogramada en base a dos memorias PROM del tipo N8223S (32X8)

Durante la descarga lineal, los pulsos de reloj son contados por el contador rápido de 13 bits- que puede tener varios estados como los seleccionados por los conmutadores del desplazamiento (OFFSET) digital.

Cuando la descarga lineal cruza el nivel cero, la conversión cesa y detiene al contador rápido. Si el contador tiene un valor dentro del intervalo seleccionado, el mismo es almacenado en un registro de salida y se activa la señal DATA READY (DTRDY)- la que indica a la tarjeta analizadora o al módulo buffer que ha tenido lugar una conversión válida. Los datos pueden transferirse a la salida con una señal denominada DATA ACCEPTED (DAC) siempre y cuando DATA ENABLE (ENDATA) esté activada, ya que esta señal activa a los acopladores (BUFFERS) de salida.

Mientras que los datos son cargados en los buffers de salida podrá tener lugar la siguiente conversión.

El conversor A/D cuenta con un circuito de corrección de las interferencias de altas frecuencias que pueden ocurrir en el primer

contador rápido. Este circuito adiciona a este contador un desplazamiento digital inicial que tomará valores entre 0 y 15. Después de finalizada la conversión es necesario restaurar el valor real del código digital producto de la misma.

Para el diseño del CAD Wilkinson se tomó como base la compatibilidad con el sistema MCD /10/ que contempla además del software un bloque NIM BUFFER que se conecta a la microcomputadora PC compatible mediante un puerto paralelo bidireccional.

## CARACTERISTICAS TECNICAS

### - Señal de entrada:

- polaridad: positiva y bipolar.
- Amplitud: desde 25mV hasta 10V.
- Impedancia de entrada: 1000 Ohm.
- Tiempo de crecimiento:  $\leq 0.1 \mu\text{seg}$ .
- Tiempo de caída: 80  $\mu\text{seg}$  máximo.
- Frecuencia del oscilador: 100 MHz.

### - Exactitud:

- Tiempo de conversión-  $(1.0 + 0.01N) \mu\text{seg}$ , donde N es la dirección del canal generada por el conversor, además, N se corresponde al offset digital seleccionado.

- Exactitud de la ganancia de conversión: 1 %.
- Nolinealidad integral al  $\pm 0.5 \%$  al 99 %.
- Nolinealidad diferencial  $\pm 1\%$  al 99 % de la escala.

- Desplazamientos en los conteos-  $\pm 1$  canal con 50 mil eventos (conteos) por segundo en 8 horas de trabajos continuo.

- Ganancia de conversión: 256, 512, 1k, 2k, 4k, 8k.
- Tiempo muerto- Variable.
- Umbrales:

Umbral inferior ( $U_{\text{INF}}$ ): Ajustable de + 20mV a + 10V.

Umbral superior ( $U_{\text{SUP}}$ ): Ajustable de +10V a + 20mV.

Umbral ITHR:  $U_{ITHR} < U_{INF}$

Umbral del cero: Ajustable a  $\pm 200\text{mV}$ .

#### - Medidas físicas del bloque.

El bloque del conversor A/D Wilkinson se instaló en un módulo simple ancho de la norma NIM.

#### CONCLUSIONES

Se obtuvo un conversor análogo-digital del tipo Wilkinson de 8192 canales con características técnicas adecuadas para aplicaciones en espectrometría Nuclear y de Rayos X. La validación del conversor A/D se realizó en el Laboratorio de Análisis Nuclear del CEADEN y en el Instituto de Ciencias y Tecnologías Nucleares ISCTN con un detector de Germanio puro de alta resolución energética de la firma CAMBERRA y el sistema MCD para el análisis de espectros.

Las soluciones técnicas estuvieron acorde con los requerimientos del diseño.

#### REFERENCIAS

- /1/ Tópicos selectos en Electrónica Nuclear. IAEA-TECDOC 363. Viena. 1988.
- /2/ GABRIEL, F.; A.I. KALININ; S.I. MERSLIAKOV, et al.(1978): CAMAC Universal C A/D. Comunicación JINR, P13-11-201, Dubná.
- /3/ SETSURO KINBARA (1973): Increase in Speed of Wilkinson-Type ADC and Improvement of Differential Non-Linearity. NIM 143 pp. 267-271.
- /4/ Instruction Manual for ADC Type 9060. Nuclear Enterprises Limited. Serial Nos. 280-299. 1980.
- /5/ Fast-Electronic GMBH. Instruction Manual for ADC Model 7070.
- /6/ ANTYUKHOV, V.A.; N.I. ZHURAVLEV; A.N. SINAIEV (1980): CAMAC 4096 Channels Pulse Height Analyzer. Comunicación JINR, Dubná.
- /7/ GULYAEV, V.A.; V.N. ZAMRIJ; V.S. IVANOV (1978): Analog-to-Digital Converter for module Systems. Comunicación JINR, Dubná.
- /8/ A 12 bit Spectrometric ADC type 713 for CAMAC Acquisition Systems. SINS-2083/P-3/E/B.Dec.1989.
- /9/ National Semiconductor Corporation. Linear applications Handbook, 1986, pag 658.
- /10/ Multichanel Data Processor. MCD/PC. Operator Manual. CMTE-FAST Daten System GMBH.