

**DESIGN, CONSTRUCTION AND EVALUATION OF A GENERIC  
MULTICHANNEL ANALYZER USED FOR SPECTROSCOPIC TECHNIQUES****DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE UN ANALIZADOR  
MULTICANAL GENÉRICO PARA TÉCNICAS ESPECTROSCOPICAS****Oscar Mauricio Hernández Gómez***Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia**Escuela de Ingeniería Electrónica**Calle 4S No 14-134*

maoshgom@yahoo.com

*Sogamoso*

**Abstract:** The following project is focuses toward the scientific instrumentation on the analysis field taking into account the properties of the materials. The concept of the Multichannel Analyzer (MCA) is expounded in this article as well as its characteristics of operation within a spectroscopy system. The project also present the design and construction of a Generic Multichannel Analyzer developed at the “Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia” . The Signal Processing and the Radiation Group of the University offer it cooperation to the project.

**Resumen:** El presente proyecto está orientado hacia la instrumentación científica en el campo del análisis de las propiedades de los materiales. Se plantea el concepto del Analizador Multicanal (MCA:Multichannel Analyzer) así como sus características de funcionamiento dentro de un sistema de espectroscopia, igualmente presenta el diseño y la construcción de un Analizador Multicanal Genérico desarrollado en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia con la colaboración del Grupo de Procesamiento de Señales y el Grupo de Radiación de la misma.

**Key words:** Multi-Channel Analyzer, Characteristic spectrum, Pulse Heigh Analyzer, Radioactivity detector

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos el hombre en su afán de búsqueda de respuestas a diversos interrogantes que le surgían en torno a eventos cotidianos y elementos desconocidos , ha indagado y formulado hipótesis,

así como métodos experimentales para lograr resolver las incógnitas planteadas.

Los métodos experimentales sin lugar a dudas han sido ampliamente usados por grandes científicos a lo

largo de sus investigaciones. Los equipos utilizados en su experimentación han pasado por colosales cambios en la medida del avance tecnológico.

La instrumentación científica dentro del desarrollo de las investigaciones experimentales ha jugado un papel importante ya que gracias a esta se ha facilitado el estudio de diversos fenómenos antes inalcanzables.

El presente proyecto está orientado hacia la instrumentación científica en el campo del análisis de propiedades de los materiales. En este campo el estudio de diversas variables físicas y químicas se torna bastante complicado de no contar con los elementos adecuados para su respectiva medición.

Para el estudio de las propiedades de los materiales usualmente se usa el análisis espectroscópico consistente en detectar la distribución de la intensidad en términos de la energía de la radiación emitida o dispersada por el material que se está analizando.

Dentro de la instrumentación para el desarrollo de la espectroscopia, se encuentra un sistema conocido como analizador multicanal (MCA: MultiChannel Analyzer), cuya función es almacenar, de acuerdo al valor de la energía, la intensidad (c.p.s., cuentas por segundo) de la radiación detectada.

El analizador multicanal se compone de: un subsistema discriminador que permite seleccionar la energía de la radiación cuya intensidad se va a medir; una memoria en la que se consigna la distribución de intensidades; y un subsistema para visualización del espectro. Es necesario tener en cuenta que la señal proveniente del detector tiene que ser acondicionada para que pueda ser transmitida correctamente hacia el analizador.

## 2. SISTEMA DE ESPECTROSCOPIA

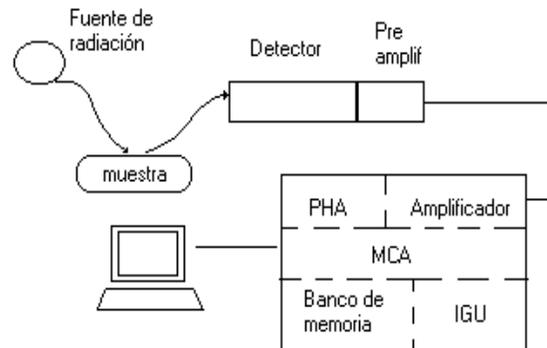
En la Figura 1 se presenta el esquema básico de un sistema de espectroscopia.

### 2.1 Fuente de radiación

La fuente de radiación primaria conocida es la encargada de emitir radiación de diferentes longitudes de onda que es dispersada por una muestra del material a analizar.

### 2.2 Muestra o blanco

La muestra es una parte del material desconocido que se quiere analizar, dependiendo de su naturaleza permitirá absorber y dispersar determinadas longitudes de onda características de los materiales



que la conforman.

Fig 1. Esquema básico de un sistema de espectroscopia

### 2.3 Detector de radiación

La radiación dispersada es recibida por un detector cuya salida es una señal de pulsos de corriente de amplitud proporcional a la energía del fotón incidente, a mayor energía recibida mayor será la amplitud del pulso de salida.

### 2.3 Analizador Multicanal

Su función principal es almacenar la intensidad o cantidad de eventos (pulsos de energía) ocurridos en determinado instante de tiempo, en términos de la energía de la radiación captada por medio del detector.

## 3. ANALIZADOR MULTICANAL

Como parte esencial de un sistema de espectroscopia el analizador multicanal a su vez está constituido por diferentes subsistemas. La figura 2 muestra un diagrama de los elementos que constituyen el MCA.

Se describirá a continuación cada una de las etapas que conforman el MCA.

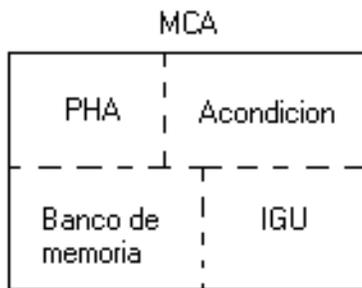
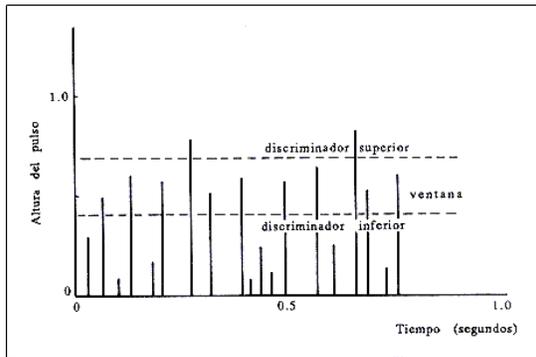


Fig 2. Elementos constituyentes de un MCA

### 3.1 Acondicionamiento de señal

La etapa de acondicionamiento de señal es la entrada al MCA de los pulsos de corriente provenientes del detector, en esta etapa se tienen diversos circuitos electrónicos entre los que se encuentran:

1. Circuito convertidor de corriente a Voltaje: Se encarga de transformar los pulsos de corriente provenientes del detector en pulsos de voltaje.
2. Circuito preamplificador: Le da pequeña ganancia de tensión a los pulsos de salida del convertidor I/V
3. Circuito amplificador: Termina de dar la ganancia adecuada a los pulsos para que puedan ser llevados a un sistema de adquisición de datos.
4. Conformador de pulsos: Como su nombre lo indica es el encargado de formar un pulso con ancho suficientemente grande, del orden de 4 microsegundos, comparados con los

pulsos preamplificados y amplificados que son del orden de 50 nanosegundos.

### 3.2 Analizador de altura de pulsos

En esta etapa conocida como PHA (PHA: Pulse Height Analyzer) se realiza la clasificación de los pulsos acondicionados de acuerdo a su amplitud. Se divide el máximo rango de voltaje de entrada en  $n$  intervalos iguales correspondientes al número de canales que tiene el MCA.

La división de la señal de entrada produce rangos o ventanas de energía con un nivel superior y otro inferior. El PHA se encarga de clasificar los pulsos acondicionados que se encuentran en dicho rango como se muestra en la figura 3, con el objeto de ser almacenados en la memoria.

Fig 3. Discriminador de altura de pulsos

### 3.3 Banco de Memoria

El sistema digital de memoria es el encargado de almacenar los eventos detectados, en posiciones de memoria específicas de acuerdo a la magnitud de la radiación recibida. El bloque de memoria se subdivide en cajones llamados canales, a cada uno de estos corresponde un nivel de tensión o su equivalente en energía del pulso de radiación detectado (Figura 4).

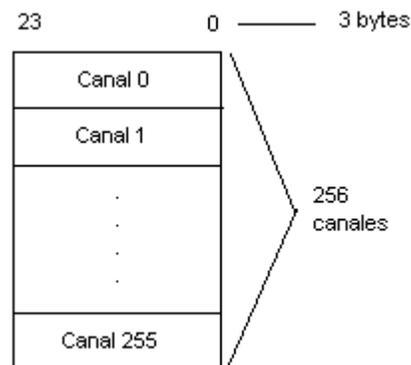


Fig .4: Organización de memoria en un MCA

El número de eventos que puede contar cada canal esta determinado por la cantidad de bits de resolución

del mismo, a mayor cantidad de bits se tienen más conteos por canal, así por ejemplo si la resolución del canal es de 24 bits se pueden contar  $2^{24}$  eventos o aproximadamente 16M.

### 3.4 Interfaz Gráfica de Usuario

La interfaz con el usuario para funcionamiento del MCA y visualización es la encargada de mostrar en una pantalla la forma del espectro de los datos que se han almacenado en la memoria, así como permitir ejecutar acciones de control sobre las formas de trabajo del MCA tales como el número de canales que se va a usar, tiempo de apertura del canal, entre otros.

### 3.5 Funcionamiento de Analizador Multicanal

Los canales del analizador multicanal, son abiertos secuencialmente un instante de tiempo determinado (to) durante el cual y con ayuda del PHA, se cuentan los pulsos que llegan con la cantidad de energía que le ha correspondido al canal abierto en ese momento, este conteo es sumado al número de eventos que estaban memorizados en dicho canal, en el instante en que termina to, el canal se cierra almacenando el nuevo conteo y dando paso a la apertura del canal consecutivo, el proceso se repite con los pulsos comprendidos en el nivel de energía del nuevo canal abierto un número de veces determinado por el usuario.

En los canales se ha almacenado la cantidad de eventos detectados en función de su energía, por tanto es posible visualizar estos datos en forma de espectro sobre un plano XY, donde la abscisa corresponde al número del canal y la ordenada representa la cantidad de eventos detectados, dicho espectro es característico de cada material analizado como se observa en la figura 5.

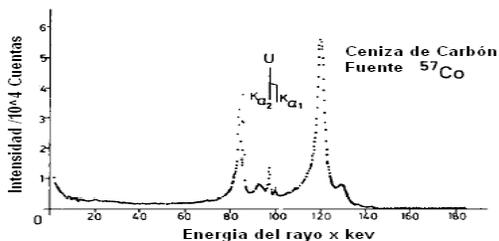


Fig 5: Espectro característico de una ceniza de carbón tomada con una fuente  $^{57}\text{Co}$

## 4. ANALIZADOR MULTICANAL GENERICO

En la Escuela de Ingeniería Electrónica de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, con la colaboración del grupo de Procesamiento de Señales de la misma, se desarrolló un sistema Analizador Multicanal Genérico como parte esencial de diferentes técnicas espectroscópicas que el grupo de Radiación de la Escuela esta interesado en implementar.

El término Genérico hace referencia a la posibilidad de interconectar el MCA con diferentes tipos de detectores de Radiación cuya salida sea una señal de pulsos de corriente tales como Tubos Fotomultiplicadores, Contadores Proporcionales, detectores semiconductores entre otros.

### 4.1 Sistema desarrollado

El sistema que se ha desarrollado esta soportado sobre una plataforma basada en lenguaje LabView y utilizando una tarjeta de adquisición de datos PCI 6024E de National Instruments, adicionalmente se tienen los circuitos de acondicionamiento de señales.

#### 4.1.1 Acondicionamiento de señal

La entrada de la etapa de acondicionamiento de señal es un circuito convertidor de corriente a voltaje implementado con un amplificador operacional LF412. Este circuito recibe los pulsos de corriente del orden de varios nanoamperios provenientes del detector y los convierte en pulsos de tensión de unos cuantos micro voltios de amplitud.

El LF412 también cumple la función de aumentar el ancho del pulso en su salida debido a los tiempos de respuesta inherentes del circuito.

A la salida del convertidor de corriente a voltaje le sigue una etapa de preamplificación y de amplificación cuya ganancia puede ser controlada según sea el deseo del usuario para la calibración del equipo. Esta basada en amplificadores operacionales MC33284.

Posteriormente se tiene el conformador de pulsos consistente en circuitos comparadores y detectores de

pico implementados con el circuito integrado LM119, la función de esta etapa es tener acondicionado el pulso tanto en amplitud como en duración para ser entregado al PHA. La figura 6 presenta el diagrama esquemático de la etapa del convertidor I/V.

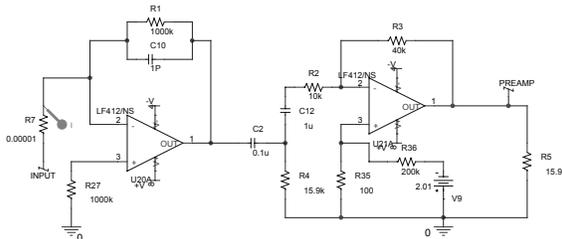


Fig. 6: Diagrama esquemático del convertidor I/V

#### 4.1.2 Analizador de Altura de Pulsos

El analizador de altura de pulsos se desarrolló con base en un microcontrolador PIC16C770 de Microchip, cuya programación fue implementada en la plataforma Mplab.

El programa de control para el PHA implementado con el micro permite realizar los cambios de canal para clasificar los pulsos de llegada según su amplitud, trabaja con base en el número de canales elegidos por el usuario, permite pulsos de llegada con intervalo de 50 $\mu$ S.

#### 4.1.3 Interfaz gráfica

Presenta los controles del MCA tales como el número de canales que elige el usuario entre 256,512,1024 o 2048, el tiempo de duración de apertura por canal, visualiza la forma del espectro adquirido permitiendo determinar el número de cuentas por canal entre otros. La figura 7 muestra la sección de la interfaz que visualiza el espectro obtenido.

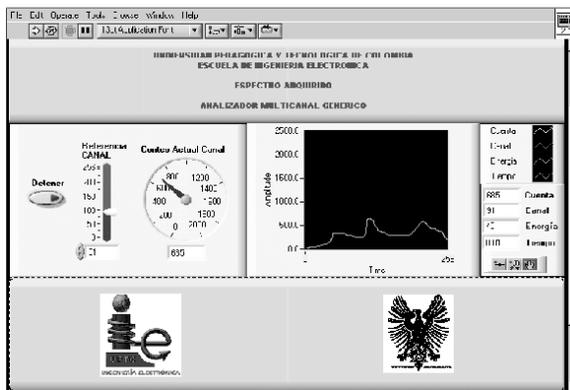


Fig. 7: Pantalla de visualización del espectro

## 5. CONCLUSIONES

1. La elección de los amplificadores operacionales usados en los circuitos de acondicionamiento de señal debe hacerse con sumo cuidado, ya que los niveles de las señales de entrada al sistema son de muy bajo valor y pueden ser afectadas por los niveles de corrientes y tensiones de polarización de los operacionales.
2. La calibración del equipo debe ser realizada por el usuario con el fin de permitir una correcta adquisición del espectro característico que se desee medir teniendo en cuenta la fuente de radiación usada así como el tipo de detector empleado.
3. El intervalo de tiempo entre dos pulsos de llegada consecutivos está limitado principalmente por el tiempo de procesamiento del analizador de altura de pulso, ya que en esta etapa se produce la clasificación de la magnitud de la energía detectada para ser almacenada o no en su canal correspondiente.
4. El equipo cuenta con la facilidad para ser configurado por el usuario en el uso de variables tales como el número de canales, tiempo de apertura por canal, que permitirán obtener mayor o menor resolución en el espectro obtenido.

## REFERENCIAS

- C.D.Spencer y P. Mueller. *Multichannel Analyzer built from a microcomputer*. Department of physics Ithaca College. Ithaca New York 14850.
- Diefendufur A. James. *Instrumentación Electrónica*. Editorial Interamericana Segunda edición. México 1987 Página 385
- Malvino Albert Paul. *Principios de electrónica* Mc Graw Hill/Interamericana de España 6° Edición 1999
- National Semiconductor. *Linear Applications Handbook 2003*
- Ortec. *Modular Pulse-Processing Electronics*. Advanced Measurement Technology [www.ortec-online.com](http://www.ortec-online.com)
- Sanchez Assef, Alberto. *Diseño y construcción de un Analizador Multicanal Mössbauer y su aplicación*

*al estudio de sistemas metálicos.* Universidad del Valle, Cali 1997.

Valkovic, Vladivog, Orlic, Ivica, Makganik, Jagoda, Reudic y Dubravco. *Comparison of different modes of excitation in X-ray emission spectroscopy in the detection of trace elements in coal and coal ash.* In: Nuclear instruments and methods in physics research B4, North Holland Amsterdam, p 127-131.