

PROGRAMA MSX-BASIC PARA EL ANALISIS DE ESPECTROS DE RADIACION GAMMA

E. Marín, M. Hernández y R. Soto, Dpto. de Física General, Facultad de Física, Universidad de La Habana

RESUMEN

Se describe un programa desarrollado en lenguaje MSX-Basic, denominado ESPEC-1, que realiza la evaluación de magnitudes espectrométricas características de la emisión radioisotópica gamma y su interacción con la sustancia. Por su fácil manipulación se hace muy apropiado para usos demostrativos y del laboratorio docente.

ABSTRACT

A MSX-Basic language program, called "ESPEC-1", which provides a very flexible data reduction facility during gamma spectrum analysis applications, is described. The program provides the performance needed for demonstrative uses, and ease of operation for the laboratory classroom.

INTRODUCCIÓN

A pesar de que los analizadores multicanales modernos /1/, han devenido instrumentos esenciales en el campo de la Física Nuclear aplicada, por su avanzada tecnología y flexibilidad, tanto en la adquisición como en el procesamiento preliminar de las distribuciones de alturas de pulsos y el alto grado de integración de funciones afines con los requerimientos de la espectrometría gamma, resulta cada vez más atractivo, desde el punto de vista instrumental y de costos, el montaje de espectrómetros multica-

nales basados en el esquema: "PC--CONVERTIDOR--ANALO-DIGITAL--DETECTOR", apoyado en complejos, pero versátiles programas de adquisición y procesamiento de espectros /2/, /3/, /4/.

En este trabajo se presenta un programa desarrollado en lenguaje MSX-Basic compatible /5/ destinado a dotar los laboratorios docentes, de las facilidades de análisis y procesamiento de espectros como paso previo a la aplicación de procedimientos analíticos de mayor complejidad cognoscitiva y especificidad.

DESARROLLO:

I. FACILIDADES GENERALES:

El programa mantiene facilidades ya descritas /6/, tales como entrada y salida de información (almacenamiento y/o lectura) en cassette, representación gráfica de espectros y comparación de dos sectores cualesquiera de la memoria.

II. OPERACIONES ESPECIALES:

El programa preve el registro permanente de cuatro espectros en la memoria de la PC, por ello, se incorporan totalmente protegidas contra cualquier error de manipulación de los datos las siguientes operaciones:

a) Calibración energética y en eficiencias de detección:

Se incorpora el ajuste por mínimos cuadrados con número seleccionable de puntos y criterio estadístico χ^2 normalizado para obtener los coeficientes de un polinomio de primer o segundo grado, según sea o no lineal la relación energía-canal.

Para el ajuste de eficiencias se utiliza el mismo método, pero tomando en cuenta que el polinomio es en general de tercer orden (pudiendo ser de orden superior) y adopta la forma:

$$E = \exp \left[A_0 + A_1 \cdot \ln(e) + A_2 \cdot (\ln(e))^2 + A_3 \cdot (\ln(e))^3 + \dots \right] \dots \dots (1)$$

donde:

E es la eficiencia de detección, e la energía de la radiación y A_0 , A_1 , A_2 , A_3 , etc., son los coeficientes de ajuste. /7/

b) Suavizamiento de espectros: Como el programa está orientado hacia las aplicaciones docentes, incluye facilidades de suavizamiento espectral /8/ con 3, 5 y cantidad variable de puntos hasta un valor máximo de 13. En este último caso, se incorporan criterios estadísticos /9/ que posibilitan trabajar con el 68 ó el 95 % de los puntos con que deben ser promediados los datos de cada canal. Las Figuras 1, 2 y 3 muestran el efecto del suavizamiento con 3, 5 y 13 puntos respectivamente sobre el espectro de ^{137}Cs adquirido en modo PHA y tiempo de medición igual a 1200 S, /6/.

Figura 1.

Espectro de ^{137}Cs suavizado con tres puntos. Modo de adquisición PHA y tiempo de medición corregido de 1200 S.

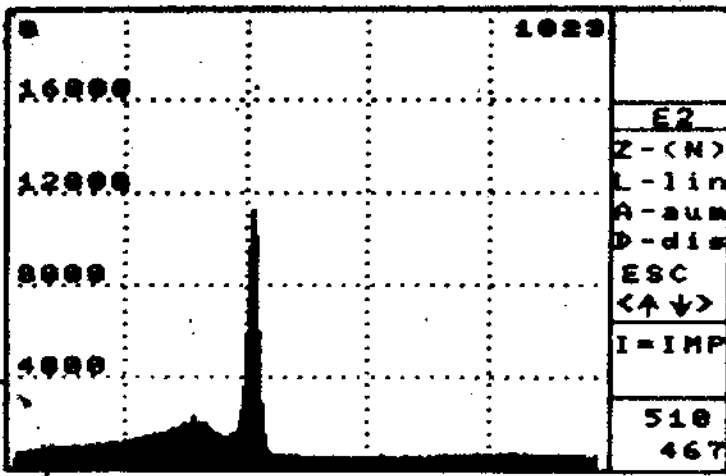


Figura 2.

Espectro de ^{137}Cs suavizado con cinco puntos obtenido bajo las mismas condiciones experimentales que el de la Figura 1.

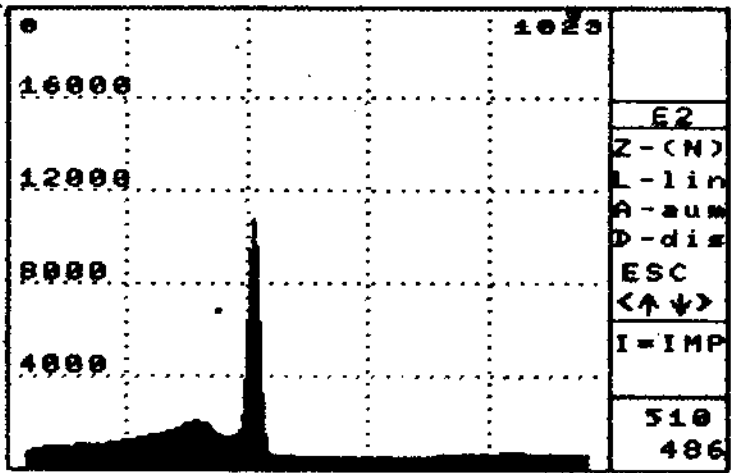
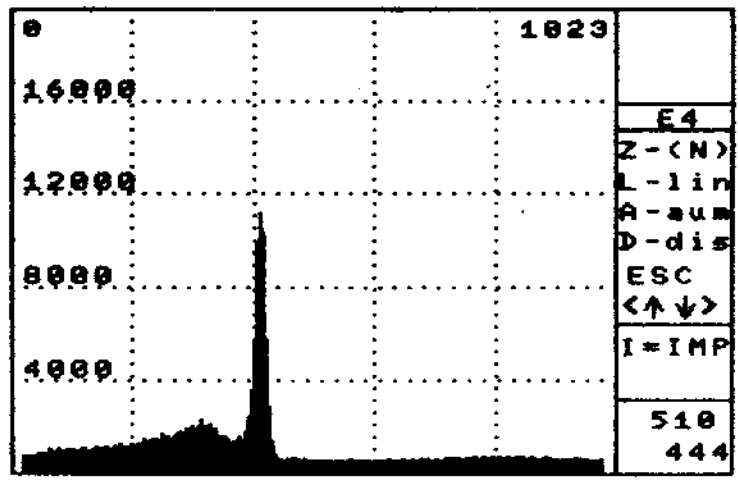


Figura 3.

Espectro de ^{137}Cs suavizado con cantidad variable de puntos hasta un máximo de trece.

El mejoramiento estadístico de los espectros utilizando el tratamiento matemático de los promedios móviles, implícito en el procedimiento de suavizamiento de estos, se puede apreciar en las Figuras 4, 5 y 6, las cuales muestran los respectivos fotopicos expandidos alrededor del máximo.

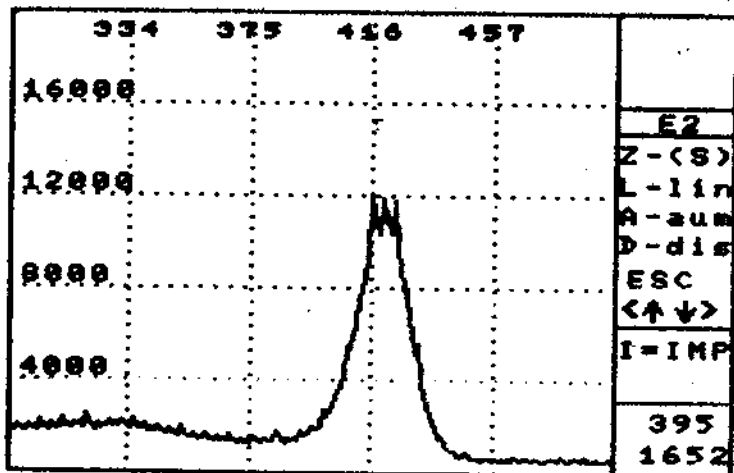


Figura 4.

Fotopico del ^{137}Cs expandido en el entorno del canal 420 donde se localiza a simple vista el máximo del espectro.

Figura 5.

Fotopico del ^{137}Cs suavizado con cinco puntos. Se aprecia que este suavizamiento prácticamente no mejora el perfil del espectro.

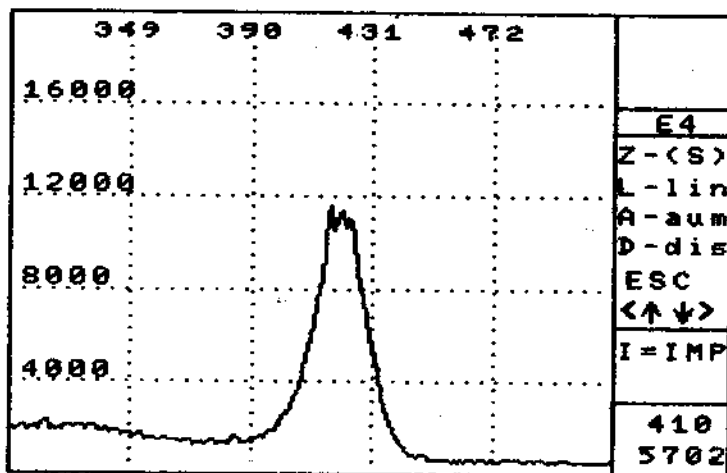
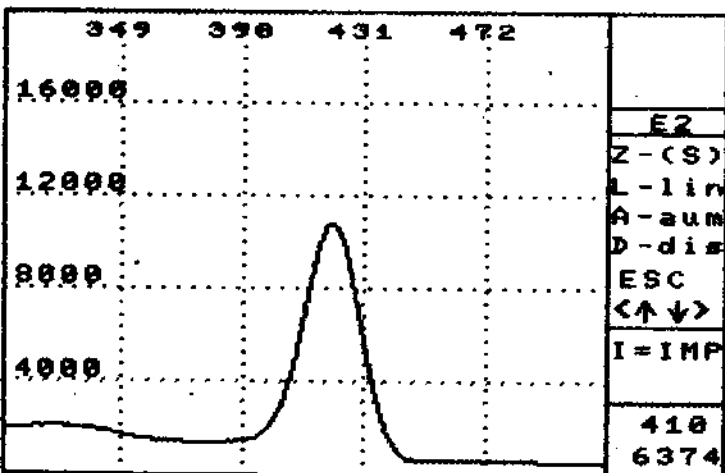


Figura 6.

La utilización de la subrutina de suavizamiento con cantidad variable de puntos beneficia notablemente el perfil del fotopico del ^{137}Cs representado en expansión de 50 canales alrededor del máximo.



c) Procesamiento del espectro:

Una vez seleccionada la banda del espectro, es decir, el pico a investigar (uno cada vez), el programa calcula la integral, el área neta por el método de los trapecios, su error, el fondo (habiendo ajustado la línea base mediante el método de mínimos cuadrados con cantidad seleccionable de puntos), el canal del centroide, su energía, el valor de la eficiencia que le corresponde, el intervalo de canales donde realiza los cálculos, el ancho del pico a su media altura, la resolución, y antes de pasar a una segunda tabla de resultados, solicita el intervalo de energías en torno del cual deberá localizar, de acuerdo con la calibración hecha y con los datos almacenados, el posible radioisótopo al que corresponde.

En una segunda tabla de resultados reporta la actividad en μCi , incluyendo su corrección por el tiempo de decaimiento de la fuente radiactiva, la actividad mínima detectable, la posición del borde Compton en (Kev), la velocidad de conteo en (cps), su error en por ciento, la dosis de radiación correspondiente expresada en (mR/h) y los coeficientes de ajuste para la energía /10/, /11/, /12/.

A continuación se reportan los resultados obtenidos al efectuar el procesamiento del fotopico del ^{137}Cs , entre los canales 394 y 445, con 5 puntos para el ajuste de fondo y 0.20 m de distancia fuente-detector:

* Canal del Centroide: 414

* Energía (Mev): 0.653

* FWHM: 33.7

* Resolución: 9.3 %

* Eficiencia: 0.4463

y en forma comparativa, el resto de las magnitudes, para diferente cantidad de puntos tomados en el suavizamiento:

SUAVIZAMIENTO

MAGNITUDES REPORTADAS	3 PUNTOS	5 PUNTOS	13 PUNTOS
Integral	272746	272747	273610
Area neta	212693	213561	215572
Error (%)	0.630	0.625	0.614
Fondo	60052	59185	50038
Actividad (μCi)	126.27	126.78	126.99
Actividad corregida (μCi)	128.38	128.90	129.01
Actividad mínima detectable	0.436	0.433	0.422
Borde Compton (Kev)	469.45	469.56	455.70
Velocidad de conteo (c/S)	177.24	177.97	179.64
Error (%)	0.36	0.36	0.36
Dosis (mR/h)	0.0011	0.0011	0.0012

Coefficientes de ajuste energético:

$$A_0 = 0.1992478$$

$$A_1 = 0.0007731$$

$$A_2 = 0.0000008$$

$$A_3 = 0$$

III. CONCEPCIÓN GENERAL DEL PROGRAMA

La organización parte de un programa principal que contiene los menús correspondientes, además, posibilita limpiar los sectores de memoria a voluntad, pues debido a la reducida capacidad de memoria de la computadora, se hace necesario almacenar el espectro suavizado en uno de los segmentos, por consiguiente, antes de procesar un nuevo espectro debe acudir a la subrutina de borrado.

Por otra parte, como el programa está orientado hacia las aplicaciones docentes, hace continua previsión de los posibles errores de manipulación del estudiante evitando así la necesidad de abortar el trabajo.

CONCLUSIONES

Se desarrolló un programa MSX-Basic compatible para la operatoria básica previa al procesamiento analítico de los espectros de radiación gamma, el cual incluye, además de la identificación cualitativa del isótopo estudiado, el cálculo de las magnitudes más relevantes empleadas en la caracterización cuantitativa de los mismos.

El uso del software descrito posibilita que se incorpore al sistema de conocimientos y habilidades de los estudiantes los rudimentos de la espectrometría gamma, sin que por ello haya que realizar grandes inversiones ni que utilizar instrumentación mayormente destinada a las investigaciones.

Por su versatilidad y alta velocidad de corrida, se hace útil no sólo en el laboratorio docente, sino también en usos demostrativos que propician la motivación vocacional y profesional de los estudiantes.

REFERENCIAS

- Camberra, "Catálogo sobre Instrumentación Nuclear", 7ma Edición.
- Knoll, G. (1978): "Radiation Detection and Measurement", John Wiley & Sons, N.Y.
- De Soete, D., R. Gijbels and J. Hoste (1972); "Neutron Activation Analysis", Volume 34 on Chemical Analysis: A Series of Monographs on Analytical Chemistry and its Applications. John Wiley & Sons. N.Y.
- Quittner, P. (1972): "Gamma-Ray Spectroscopy", Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Sato, T., P. Mapstone e I. Muriel (1989): "MSX Guía del programador y Manual de referencia". Editora Revolucionaria.
- Hernández, M., E. Marín y R. Soto. "Diseño y Caracterización de una Interface para la Adquisición de Espectros de Radiación Gamma" [inédito].
- Raics, P. (1982): "Radiation Detectors. IEAE Training Course on utilization of Neutron Generators, Debrecen.
- Savitzky, A. and M. Golay (1964): Anal. Chem. 36, 1627.
- Yule, H. (1967): Nucl. Instr., 54, 61.
- Siegbahn, L. (ed.) (1955): "Beta and Gamma Ray Spectroscopy", North-Holland, Amsterdam.
- England, B. (1974): "Techniques in Nuclear Structure Analysis", MacMillan, London.
- Gunnink, R. and J. Niday (1972): "Computerized Quantitative Analysis by Gamma-Ray Spectrometry", TID-4500, UC-4, Lawrence Livermore Laboratory.