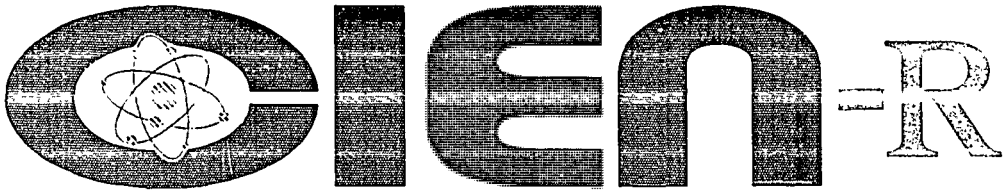


C V9600349

11-96



SISTEMA DE RETRODISPERSION,  $\beta$  DE PROPOSITOS ANALITICOS

ANALYTICAL PURPOSE ELECTRON BACKSCATTERING SYSTEM

Desdín, L.F.; Padrón, I.; Laria, J.

Centro de Estudios Aplicados al Desarrollo Nuclear

Ciudad de La Habana

CUBA

**SISTEMA DE RETRODISPERSION  $\beta$  DE PROPOSITOS ANALITICOS.**

**ANALITICAL PURPOSE ELECTRON BACKSCATTERING SYSTEM.**

**L. Desdín, I. Padrón, J. Laria**

**Centro de Estudios Aplicados al Desarrollo Nuclear (CEADEN)**

**Ciudad Habana**

**CUBA**

**SUBJECT CATEGORIES: B11.10**

**KEYWORDS:** Beta sources; backscattering, Geiger-Muller counters:M1; nondestructive testing; binary mixtures:Q1.

## SISTEMA DE RETRODISPERSION $\beta$ DE PROPOSITOS ANALITICOS.

**Resumen.** Se describe el sistema de retrodispersión  $\beta$  desarrollado en el CEADEN. Dicho sistema puede ser aplicado en el análisis rápido, exacto y no destructivo de mezclas binarias. El sistema es de utilidad en el análisis de las relaciones C/H en hidrocarburos y de Al/Cu, Al/Ni en aleaciones y otras aplicaciones.

**Abstract.** In this work an analytical purpose electron backscattering system improved at the Center of Applied Studies for Nuclear Development is described. This system can be applied for fast, exact and nondestructive testing of binary mixtures. The system is useful for the analysis of C/H ratio in hydrocarbons and Al/Cu, Al/Ni in alloys and for other applications.

### INTRODUCCION

Los métodos nucleares tienen amplio uso en el campo analítico. En algunas tareas específicas su rapidez, exactitud y el hecho de ser no destructivo contrasta notablemente con el carácter destructivo y la lentitud de los métodos químicos clásicos. En estos casos la aplicación de la técnica nuclear adecuada puede reportar grandes beneficios.

Entre los métodos nucleares se encuentra el basado en la retrodispersión de la radiación  $\beta$ . El método se fundamenta en la relación existente entre la capacidad de retrodispersión de una muestra y su composición elemental.

Para grosores de la muestra analizada superiores a determinado valor crítico  $X_0$  se produce un fenómeno de saturación en el cual la intensidad de la radiación retrodispersada deja de depender del grosor y depende exclusivamente del número atómico efectivo de la muestra  $Z_{eff}$ . Para lograr buena sensibilidad en la determinación de un elemento de número atómico  $Z$  en la muestra resulta conveniente que  $Z_{eff} - Z$  sea lo mayor posible.

En [1] se empleó la retrodispersión  $\beta$  para realizar el análisis de hidrocarburos. La instalación experimental constaba de una fuente  $\beta$  de  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  y una cámara de ionización conectada a un electrómetro. En el trabajo [2] se modificó el método introduciendo una segunda cámara de ionización con un circuito de compensación para reducir la influencia de los cambios de temperatura en su funcionamiento.

La retrodispersión  $\beta$  también puede ser utilizada en el análisis cuantitativo de elementos pesados y medios en aleaciones, concentrados minerales, pulpas, etc. En [3] se describe un equipo para tales fines. A diferencia de los trabajos anteriores, este equipo tiene un sistema de detección que emplea detectores Geiger-Müller.

La optimización de las mediciones de concentraciones en medios heterogéneos se analiza en [4]. En dicho trabajo se demostró que el error debido a la variación de la composición química puede ser reducido con una adecuada elección de la energía de la radiación  $\beta$  empleada.

En el presente trabajo se describe el sistema de retrodispersión  $\beta$  desarrollado en el Centro de Estudios Aplicados al Desarrollo Nuclear.

## MATERIALES Y METODOS

El sistema consta de 2 partes: cabezal de detección y radiómetro RM-4. La descripción del RM-4 se encuentra en [5]. El esquema del cabezal de medición se muestra en la figura 1.

La fuente  $\beta$  de  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  tiene forma de disco de diámetro = 25 mm y grosor = 1 mm, con una zona activa de diámetro = 10 mm, su actividad es de  $2 \times 10^5$  Bq y su energía máxima de 2.18 Mev. Dicha fuente se encuentra situada dentro de un colimador de plomo que conforma un haz cónico de partículas  $\beta$ . El colimador permite reducir el fondo indeseable en los detectores.

El portamuestra es de forma cilíndrica con un diámetro de 90 mm y una altura de 30 mm. En su parte inferior tiene una ventana fina de mylar con una densidad superficial de alrededor de 5 mg/cm<sup>2</sup> con el objetivo de que sea mínima la absorción de las partículas  $\beta$  en dicho fondo. En el caso de análisis de muestra sólidas como aleaciones, por ejemplo, no se requiere del uso del contenedor.

El registro de las partículas  $\beta$  retrodispersadas se realiza con 2 detectores proporcionales CB20M con un voltaje de trabajo de 300 V. Los mismos poseen un plateau muy estrecho ( $\pm 4$  V). Por tal razón, para poder utilizar una sola fuente de alimentación en ambos detectores fue necesario seleccionar 2 con igual plateau dentro de un grupo de detectores.

Los detectores se conectaron a un preamplificador con una configuración sumadora, de esta manera se pudo emplear un sólo canal de medición y la estadística se logró duplicar. El resto del canal de medición está constituido por un amplificador espectrométrico para adecuar los pulsos a un analizador monocanal. El umbral del discriminador se seleccionó de forma tal que elimina el ruido electrónico.

## RESULTADOS

Los datos básicos del sistema son los siguientes:

- Cantidad mínima de la muestra: 30 g.
- Tiempo de medición en segundos: 1, 100, 1000, control externo
- Capacidad máxima de conteo:  $10^6$  pulsos
- Fuente radioactiva:  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  con una actividad de  $2 \times 10^5$  Bq
- Peso: 4.2 Kg.
- Fuente de alimentación: CA 110 V.

La velocidad de conteo del sistema depende de la muestra a analizar. En la tabla 1 se muestra la velocidad de conteo para diferentes muestras, así como el tiempo necesario ( $T_{0.1\%}$ ) para lograr que el error estadístico sea de 0.1%. Los errores debido al cambio de la geometría de la muestra son despreciables. La reproducibilidad del sistema es de 0.6%

A manera de ilustración, en la figura 2 se muestra la curva de calibración ( $(1 - I_0)/I_0$  vs  $Z^{2/3}$  de muestras metálicas, donde  $I_0$  es la velocidad

de conteo sin muestra, mientras que  $v$  es la velocidad de conteo con la muestra.

## CONCLUSIONES

El sistema puede ser aplicado al análisis expreso de aleaciones binarias, concentrados minerales, pulpas, hidrocarburos, etc. Este sistema tiene entre sus ventajas que no requiere de personal calificado para su explotación, ni de preparación previa de las muestras para su análisis. Además, debido a la baja actividad de la fuente radioactiva  $\beta$  empleada (menor de  $1\mu\text{Ci}$ ), los requerimientos desde el punto de vista de la protección radiológica para el trabajo con el equipo son mínimos [6].

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Gray P. R. et al. Analytical chemistry, v. 31, N<sup>o</sup> 12, (1959), p. 2065.
- [2] Pomierny B. et al. Nukleonika, T. 11, N<sup>o</sup> 7-8, (1966), p. 258.
- [3] Balcharov N. S. et al. Isotopenpraxis, v. 19, N<sup>o</sup> 9, (1983), p. 312.
- [4] Burek R., Zurawicz J. K. Isotopenpraxis, v. 19, N<sup>o</sup> 11, (1983), p. 379.
- [5] Laria J. y otros. Preprint CEAC ( en vías de publicación ).
- [6] NC 69-01-81 Sistema Nacional de Protección Radiológica. Reglas Básicas de Seguridad La Habana (1981)

## Anexos

Muestra	Velocidad de conteo (seg.) <sup>-1</sup>	T <sub>0.1%</sub>
<b>Metales</b>		
Magnesio	46	250
Aluminio	49	200
Hierro	76	130
Cobre	83	120
Plomo	148	70
<b>Hidrocarburos</b>		
n-Octano	68	125
Ciclohexano	69	125
n-Decano	70	125
Benceno	74	125
Xileno	75	125
Butanol	76	125

Tabla 1. Velocidad de conteo y tiempo de medición para lograr un error estadístico de 0.1%.

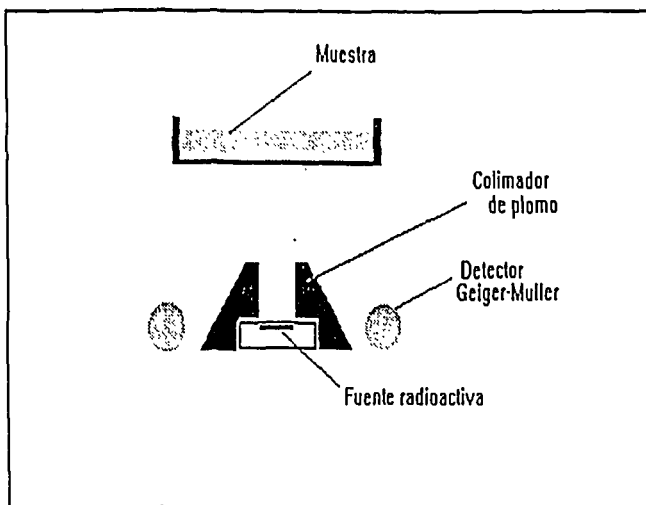


Fig. 1 Esquema del cabezal de medición del equipo.

	Mg	Al	Fe	Cu	Pb
$(I-I_0)/I_0$	0.57	0.74	1.68	1.93	4.22
$Z^{2/3}$	5.24	5.53	8.77	9.44	18.87

Tabla 2 Datos experimentales de la curva de calibración para muestras metálicas.

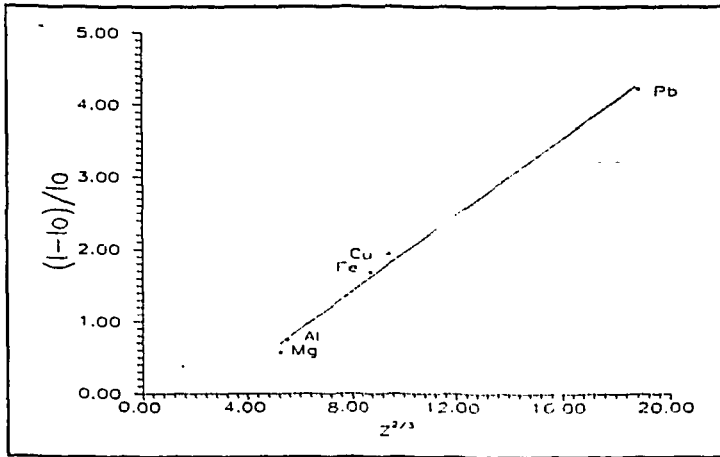
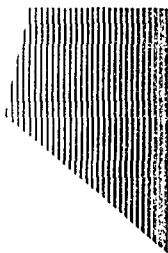


Figura 2 Calibración para muestras metálicas.



**CIEI**

**CENTRO DE INFORMACION  
DE LA ENERGIA NUCLEAR**

Calle 20 No. 4113 e/ 18A y 47, Playa

Tel.: 22-7527. Fax: 331188.

E mail: [cien@ceniai.cu](mailto:cien@ceniai.cu)