

Una mirada a SCINTI-AR Primer radiómetro de rayos gamma portátil argentino con optimización matemática

SCINTI-AR¹ es otro desarrollo nacional importante, donde la electrónica se da la mano con las radiaciones ionizantes. Sin ser el primer radiómetro desarrollado en el país², se caracteriza por su alta precisión por incluir un novedoso algoritmo que ajusta el tiempo de medición de manera automática.

¿Qué es un radiómetro de rayos gamma portátil?

Desde el descubrimiento de las *radiaciones ionizantes*, y en particular de la *radiación gamma*, con muchas aplicaciones útiles en la industria, ha sido de gran interés su medición precisa y en diferentes condiciones. El instrumento desarrollado para cumplir dicha función se llama *radiómetro*³ y el más conocido mundialmente es el denominado *Contador Geiger-Müller*. A diferencia de este equipo, el recientemente desarrollado por la CNEA utiliza un detector conocido como centellador, haciéndolo todavía más sensible que el Geiger. El aparato contiene también un dispositivo fotomultiplicador y un sistema electrónico que hace funcionar el conjunto y visualizar / escuchar los resultados. Como está pensado para uso geológico, para mediciones de *mineral de uranio* en campo, fue menester su portabilidad. Por ello el equipo es de reducido tamaño y peso, cuenta con batería recargable incorporada, pantalla de cristal líquido y parlante, y está principalmente diseñado para medir la actividad radiactiva presente en el ambiente natural.



Radiómetro en plena medición.

Vamos por partes

La primera y fundamental parte de este radiómetro es el *centellador*, que actúa como detector, ubicado en la "nariz" del apa-



Autor

Juan Alarcón

Ingeniero en Electrónica (UTN-FRBA)

Especialista en Reactores Nucleares y Ciclo de Combustible

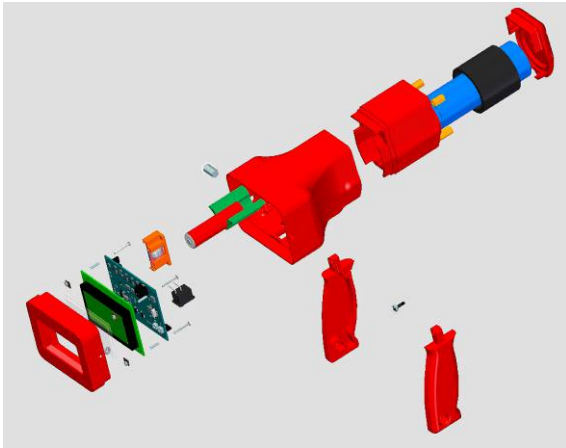
Docente Universitario (IDB y UTN-FRBA)

Integrante del grupo de Instrumentación y Control (CNEA) desde 2009

rato. Este es de un material muy sensible⁴. Por cada *fotón⁵ gamma* que interactúa con él, produce un destello (centelleo) de luz visible, proporcional a su energía. Un *fotomultiplicador* (amplificador) convierte este destello en un grupo de electrones (*fotoelectrones⁶*), los que generan un pequeño pulso eléctrico. Este pulso eléctrico debe ser multiplicado hasta un millón de veces por medio de un conjunto de electrodos especiales bajo un fuerte campo eléctrico⁷, para poder ser entonces medido por la electrónica asociada.

¿Por qué varían los resultados medidos?

Cada uno de los pulsos recibidos desde el conjunto "centellador + fotomultiplicador" proviene de un fotón gamma que interactuó inicialmente con el detector debido a una desintegración del material radiactivo bajo medición. El radiómetro cuenta la cantidad de estas desintegraciones que suceden por unidad de tiempo, pero esto no es todo. Es conocido que el fenómeno de desintegración nuclear es un hecho muy azaroso de la naturaleza, porque no se sabe en qué momento se va a desintegrar un



Despiece del aparato.

el promedio de las anteriores y aplicando los principios de estadística⁸ a los valores obtenidos, decide si el valor medido es aceptable o si cambió mucho y por lo tanto debe seguir midiendo.

Los prototipos

Con las premisas anteriores y contando con adecuada experiencia, SCINTI-AR fue desarrollado por la *Subgerencia de Instrumentación y Control* de la CNEA, a pedido y en estrecha colaboración con la *Gerencia de Exploraciones y Materias Primas*. Se fabricaron seis prototipos, con carcasa plástica impresa en impresora 3D. Cada unidad pesa 700 g y actualmente se encuentran a prueba en mano de sus usuarios finales.



Prototipos fabricados

REFERENCIAS

- 1 El diseño de la electrónica del radiómetro fue realizado por el autor en colaboración con el Ing. Claudio Verrastro y en el diseño del equipo el autor colaboró con el técnico Oscar Comito.
- 2 El primer radiómetro desarrollado por la CNEA es de 1965, se llamó "Prospector Aéreo Transistorizado" y fue diseñado para la prospección de mineral de uranio desde un avión.
- 3 Un radiómetro permite medir la cantidad de fotones gamma que llegan al detector, en un determinado intervalo de tiempo.
- 4 Este radiómetro emplea como centellador 28 cm³ de cristales de ioduro de sodio dopado con talio (NaI(Tl)).
- 5 Fotón es la partícula portadora de todas las formas de radiación electromagnética (incluyendo rayos gamma, rayos X, luz ultravioleta, luz visible, luz infrarroja, microondas y ondas de radio).

determinado átomo. Esto es un hecho fundamental que debe tenerse en cuenta en toda medición de carácter nuclear porque pocas cuentas por unidad de tiempo tienen asociado un error grande, y los valores de las mediciones variarán mucho. Entonces nos preguntamos: ¿varía lo que queremos medir o estamos midiendo con mucho error? Una solución sería medir durante más tiempo, para obtener una cantidad suficiente de resultados hasta que el error de medición sea aceptable. Pero no siempre se puede medir durante tiempos arbitrariamente largos. El radiómetro es un instrumento a ser usado por una persona y le debe mostrar el resultado a cada segundo en la pantalla del aparato y mediante "bips" en su parlante. La solución aplicada en SCINTI-AR es la más segura: hacer que la electrónica del radiómetro tenga la relevante tarea de elegir automáticamente el intervalo de tiempo a medir. En base a ello, el radiómetro mide los pulsos nucleares durante un lapso relativamente pequeño, luego compara esa medición con

- 6 El fotomultiplicador genera electrones por el efecto fotoeléctrico, descubierto por Heinrich Hertz y explicado por Albert Einstein. Por este efecto, cuando un fotón impacta con suficiente energía en cierto tipo de materiales con electrones superficiales débilmente ligados, el electrón es arrancado del material y pasa a estar libre, lo que genera una pequeña carga eléctrica.
- 7 Un fuerte campo eléctrico guía los fotoelectrones y una serie de dispositivos llamados dinodos (electrodos de un tubo fotomultiplicador) generan electrones por un mecanismo conocido como emisión secundaria. Esta se produce cuando una partícula acelerada "choca" con suficiente energía contra la superficie de un sólido, arrancando electrones ("secundarios"). En este caso, cada electrón puede generar típicamente entre 5 y 10 electrones. Estos electrones vuelven a ser acelerados por el campo eléctrico aplicado, llegando a otro dinodo (típicamente existen entre 8 y 10 dinodos), donde se repite el proceso, generándose aún más electrones. En el último dinodo es posible medir el pequeño pulso de corriente multiplicado, mediante la electrónica que cuenta el número de pulsos por unidad de tiempo y los muestra por medio de una pantalla al operador.
- 8 El radiómetro calcula automáticamente la "varianza", recurso de la estadística que indica cuán dispersos están los datos de una media dada.

ABREVIATURAS

- CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica
 IDB: Instituto Dan Beninson (CNEA - UNSAM)
 UNSAM: Universidad Nacional de San Martín
 UTN - FRBA: Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires



Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable
Comisión Nacional de Energía Atómica

Tel: 011-4704-1485 www.cnea.gov.ar/ieds
 Av. del Libertador 8250 (C1429BNP) C. A. de Buenos Aires - República Argentina
 Año de edición: 2019/3º ISBN: 978-987-1323-12-8

Publicación a cargo del Dr. Daniel Pasquevich y la Lic. Stella Maris Spurio.
 Comité Asesor: Ing. Hugo Luis Corso - Ing. José Luis Aprea.
 Responsable Científico: Dr. Gustavo Durfo.
 Versión digital en www.cab.cnea.gov.ar/ieds
 Los contenidos de este fascículo son de responsabilidad exclusiva del autor.