


# “Método de calibración y obtención de resolución en energía de detectores de equipos de tomografía”

MX/a/2023/012355

## Descripción de la Tecnología




Los equipos de tomografía por emisión de positrones (PET por sus siglas en inglés) convencionales suelen utilizar fuentes de radiación gamma externas de una energía determinada para calibrar sus detectores. La calibración típica de cada módulo detector se basa en la comparación de la señal de salida de todos los elementos del arreglo de fotodetectores. Se debe ajustar la ganancia en la electrónica de amplificación de cada fotodetector para que la amplitud de la señal de salida sea aproximadamente la misma en todos, esto exponiendo a los detectores a una fuente emisora de positrones que resulte en la emisión de fotones de 511 keV (comúnmente se emplea  $^{68}\text{Ge}$ ).

El cristal centellador más utilizado actualmente en los detectores de equipos de PET es el oxiortosilicato de lutecio (LSO), o su variante oxiortosilicato de lutecio con itrio (LYSO). Los cristales LSO/LYSO poseen una densidad alta de 7.4 y 7.1 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente, una emisión de luz de 32000 fotones por cada MeV depositado y un tiempo de respuesta rápido, es decir, un tiempo de decaimiento de 40 ns. Estas propiedades físicas de este material son apropiadas para detectar los fotones de aniquilación de 511 keV. Debido a su composición, el LSO/LYSO contienen el elemento lutecio. El lutecio natural está constituido de 97.4%  $^{175}\text{Lu}$ , que es un isótopo estable, y el 2.6% es  $^{176}\text{Lu}$ , un isótopo del lutecio que es radioactivo y que tiene una vida media muy larga (de aproximadamente 40 mil millones de años).

Por otra parte, también se ha propuesto el uso de la radiactividad de fondo del LSO/LYSO para aplicaciones útiles. Por ejemplo, se han desarrollado métodos de autocalibración usando el espectro de fondo como protocolo de control de calidad diario en sistemas de detectores complejos utilizando la posición de uno de los picos en el espectro en energía de fondo

## Aplicaciones, usos y beneficios de la tecnología




A la fecha, nadie ha utilizado la estructura completa del espectro del  $^{176}\text{Lu}$  para la calibración de detectores PET que utilizan cristales centelladores de LSO/LYSO. En el método propuesto se utiliza la información completa del espectro de fondo (la posición de los picos y valles, así como su intensidad relativa) para calibrar de manera precisa a los detectores utilizando un continuo de puntos de calibración. Este método no requiere el uso de fuentes externas, ya sean fuentes convencionales de rayos gamma o un cristal de LSO/LYSO externo como fuente.

El presente método propone el uso del espectro analítico del  $^{176}\text{Lu}$ . El espectro del radioisótopo  $^{176}\text{Lu}$  se obtiene de un modelo teórico que explica la forma y estructura del espectro de fondo con excelente acuerdo con los espectros experimentales. Además, en este modelo analítico se entiende que la estructura del espectro mismo depende del tamaño del cristal LSO/LYSO utilizado, como se ha observado experimentalmente.

Los beneficios del uso de este método son de dos tipos: económico y de seguridad. En el primero no se necesita el uso de otro cristal centellador lo cual es un ahorro en costo para la empresa que realiza el servicio de calibración. En el segundo no es necesario hacer la calibración en condiciones que extremen la seguridad radiológica del personal que realiza la calibración ya que la fuente radioactiva se encuentra dentro del mismo equipo y la cual está previamente aislada para garantizar seguridad al operador.


## Nivel de madurez de la tecnología



Hasta el momento se cuenta con la tecnología validada en el laboratorio, pero en condiciones de un entorno relevante, en donde, la integración de los componentes empieza a ser de alta confiabilidad. Los componentes tecnológicos básicos se integran con elementos de soporte razonablemente realistas para que puedan probarse en un entorno simulado.

Considerando lo anterior, se estima que en este caso el Technology Readiness Level (TRL) de acuerdo con la escala de la NASA es de: 5.

## Información de mercado



De acuerdo con la agencia de investigación de mercados Research & Markets, el mercado global de servicios de calibración alcanzó la cifra de ventas de USD 5,500 millones y se espera que a una tasa media de crecimiento anual (TMCA) del 7.0% alcance en 2026 la cifra de USD 8,200 millones.

Un servicio de calibración identifica cualquier inexactitud o variación en los equipos mecánicos o de alta precisión. La necesidad de las empresas de mejorar la eficiencia y la eficacia de las operaciones reduciendo el tiempo de inactividad de los equipos o sistemas es el principal motor de crecimiento del mercado de servicios de calibración. En el crecimiento del mercado influyen factores internos como la acreditación del laboratorio, la calidad del servicio y la experiencia del personal, junto con factores externos como las condiciones económicas generales y la base instalada de instrumentos de proceso.

El mercado mundial de servicios de calibración de las unidades PET, se estima que en 2021 fue de USD 93.5 millones (1.7% del mercado mundial) y el mercado latinoamericano de calibración de unidades PET estaría alrededor de USD 6.3 millones. Este servicio comúnmente es realizado por los fabricantes de los equipos.