

Práctica de laboratorio: Detectores de centelleo y Phoswich

El objetivo de esta práctica es familiarizar a los alumnos con el montaje de los detectores de centelleo desde sus piezas más básicas hasta, por ejemplo, acoplar el cristal centellador a un tubo fotomultiplicador y a un divisor de voltajes. Se continuará adaptando los parámetros específicos de un sistema de lectura electrónica digital para medir correctamente. Finalmente se medirá la respuesta de diferentes detectores a diferentes fuentes gamma estándar y se analizarán los datos obtenidos.

Introducción

Un centellador es un material que centellea, es decir, exhibe luminiscencia cuando por el pasa radiación ionizante. Hablamos de un detector de centelleo cuando unimos un material centellador a un sensor de luz, como por ejemplo un tubo fotomultiplicador (PMT) o un fotodiodo. El fotomultiplicador absorbe la luz emitida por el centellador y la re-emite como electrones por efecto fotoeléctrico, y a continuación hace que los electrones se multipliquen en una cascada de dinodos a mayor potencial eléctrico, produciendo así una corriente eléctrica.

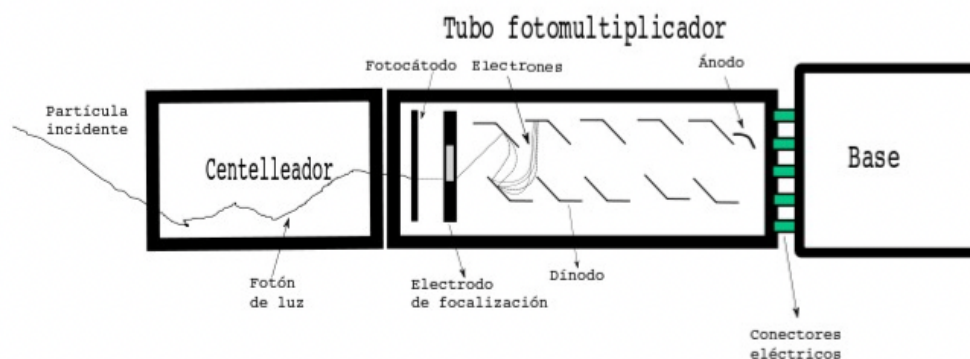


Figura 1. Esquema de un detector de centelleo con el fotomultiplicador asociado

Un detector de centelleo phoswich consiste en dos cristales acoplados en una estructura única de modo sándwich, uno detrás del otro, y acoplado a una única lectura común. Dado que los materiales emiten luz de distinta frecuencia y tienen tiempo de repuesto distinto, el pulso de medición puede dividirse en dos componentes, uno para cada material. Nuestro phoswich este hecho por dos materiales nuevos; LaBr₃ (Billance380) acoplado a un cristal LaCl₃ (Brillance350), siendo estos dos materiales muy higroscópicos y por eso ya vienen encapsulados de fábrica.

Hay varios tipos principales de lectura de los dispositivos utilizados como detectores de centelleo: Fotomultiplicador (PMT), fotodiodo (PD), Large Area Photo Diodes (LAPD) y SiPM.

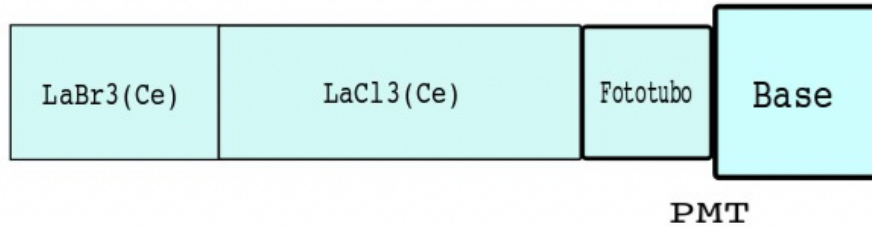


Figura 2. Esquema de nuestro detector de centelleo en configuración phoswich Objetivos

Objetivos

Familiarizar a los alumnos con los detectores de centelleo; montando, acoplado y probando detectores de características diferentes. Para ello se disponen de diferentes cristales centelladores, en particular cristales de $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$, $\text{LaCl}_3(\text{Ce})$ y de $\text{Lu}^{1.8}\text{Y}^{0.2}\text{SiO}_5:\text{Ce}$ (LYSO Prelude).

Se estudiará la señal eléctrica del detector a lo largo de toda la cadena electrónica con ayuda del osciloscopio y se expondrán los cristales centelladores (acoplados a un fotomultiplicador) a fuentes radioactivas gamma. Además, se analizarán los datos obtenidos de los diferentes cristales y sus diferentes respuestas.

Para finalizar, se analizará la respuesta del detector phoswich CEPA, compuesto por varios cristales de LaBr_3 de 7 cm acoplados a cristales de LaCl_3 de 8 cm, cambiando de posición la fuente para optimizar la respuesta en cada cristal.

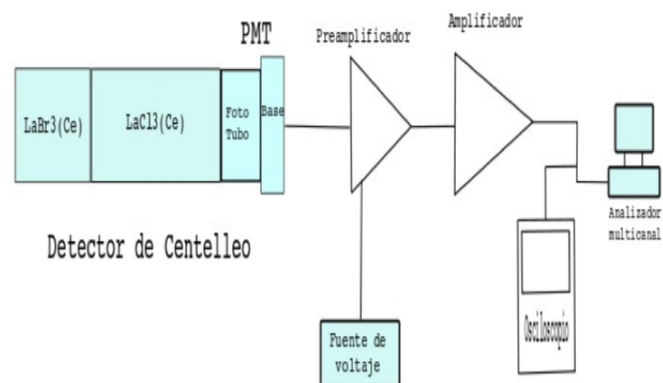
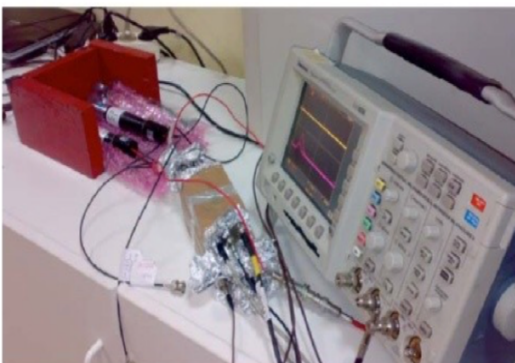


Figura 3. Dispositivo experimental empleado para el análisis de la señal eléctrica

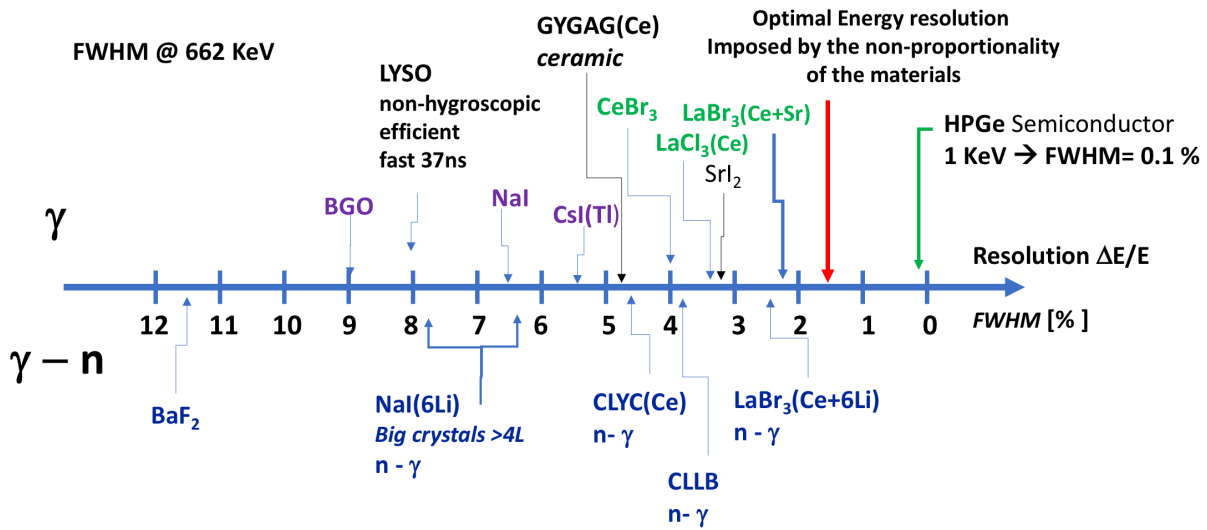


Figura 4. Resolución (%) de los distintos cristales centelleadores utilizados en detectores.

Materiales

Cristales de centelleo de LaBr₃(Ce) Brilliance380, de LaCl₃(Ce) Brilliance350 y de LYSO Prelude, además del detector phoswich CEPA y:

- ❖ Cinta aislante opaca
- ❖ Grasa óptica
- ❖ Tubo fotomultiplicador
- ❖ Base del fotomultiplicador
- ❖ Fuente de alimentación de alto voltaje
- ❖ Osciloscopio
- ❖ Preamplificador (en caso necesario)
- ❖ Amplificador
- ❖ Analizador multicanal (MCA)
- ❖ Fuentes estándar radiactivas gamma (¹³⁷Cs, ⁶⁰Co, ²²Na)



Figura 4. Material empleado para la fabricación del detector de centelleo

Realización

1. Se determinarán (internet, tablas, manuales...) las principales características físicas relevantes de los detectores y de la electrónica que se utilizará.
2. Se realizará el acoplo de los cristales con grasa óptica a la ventana del fotomultiplicador, con cinta aislante para protegerlos de la entrada de luz externa.
3. Realización de un esquema de la electrónica utilizada, identificando los componentes principales.
4. Visualización del espectro para una fuente gamma

- (1) de ^{137}Cs
- (2) de ^{22}Na
- (3) de ^{60}Co

con el analizador multicanal y para cada uno de los materiales centelladores, **¿cuantos picos observamos?** Explicación y comparación de resultados para los distintos cristales. Caracterización de cada señal obtenida.

5. Repetir el paso 4 para el detector phoswich CEPA, variando la posición de la fuente y compare los resultados.

Envío de resultados

Enviar los informes de la práctica por e-mail a: vicente.garcia@csic.es

Bibliografía

1. F.Knoll: "Radiation detection and measurement".
2. <http://www.hamamatsu.com>
3. <http://www.detectors.saint-gobain.com/MaterialsGasTubes.aspx>
4. <http://www.iem.csic.es/departamentos/nuclear/fnexp/r3b/r3bindex.html>