



MX9800044

MESA N° 8 : INSTRUMENTACION Y MEDICION

**INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
NUCLEARES**

PONENCIA: LABORATORIO DE DETECTORES DE RADIACIÓN

AUTOR : ING. FRANCISCO JAVIER RAMIREZ JIMENEZ

CURRICULUM VITAE:

Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del IPN. Labora en el grupo de Diseño Electrónico del ININ desde 1980 en el desarrollo de Instrumentación Electrónica Nuclear . Fue jefe del Departamento de Diseños Especiales de la Gerencia de Ingeniería del ININ de 1987 a 1994. Actualmente es encargado del Proyecto con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) sobre Reparación de Detectores de Radiación principalmente de semiconductor. Es considerado experto de ARCAL en electrónica analógica y candidato a experto del OIEA en instrumentación Nuclear

RESUMEN :

El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares ha logrado establecer un laboratorio de Detectores de Radiación en el que se puede proporcionar asesoría en el manejo y aplicaciones de los detectores de radiación nuclear; cuenta con equipo especializado para la reparación de detectores de radiación empleados en espectrometría como los de germanio hiperpuro para radiación gamma y de silicio litio para rayos x .

En este trabajo se presentan las diferentes facilidades del laboratorio que pueden ser aprovechadas por otras instituciones en las que se utilicen detectores de radiación.

El laboratorio fue creado para proporcionar servicio de asesoría, adiestramiento y reparación de detectores de radiación a nivel nacional y regional para América Latina

Las secciones del laboratorio son :

- Instrumentación electrónica nuclear. Donde se tienen todos los instrumentos necesarios para la medición y caracterización de los detectores: analizadores multicanal de altura de pulsos, computadora personal, amplificadores y preamplificadores de pulsos nucleares, generadores de pulsos nucleares, aleatorios, programas de cómputo para análisis de espectros de radiación, etc.
- Alto vacío. Se cuenta con un medidor de fugas de vacío, dos bombas de alto vacío para restablecer el vacío de los detectores, así como los medidores correspondientes y las herramientas necesarias.
- Limpieza de detectores. Se tiene una cámara anaeróbica para el manejo de los detectores en una atmósfera inerte. campana de extracción de humos para la limpieza con solventes de los detectores.
- Criogénica. Se cuenta con recipientes y herramientas para el manejo de nitrógeno líquido para enfriar los detectores que así lo requieran.

LABORATORIO DE DETECTORES DE RADIACIÓN

AUTOR: FCO. J. RAMÍREZ J.

INSTITUCIÓN: I N I N

INTRODUCCIÓN

El Laboratorio de Detectores de Radiación se creó inicialmente bajo la necesidad de mantener los detectores de radiación del Instituto en condiciones óptimas de operación, con tiempos de respuesta cortos, contando con instalaciones y personal altamente especializado en esa área.

La reparación de un detector de radiación por una compañía externa generalmente es costosa, se realiza en el extranjero, y los trámites de envío y recepción son muy tardados, al realizar esta actividad dentro del Instituto se ahorran trámites, tiempo y dinero.

El Laboratorio se estableció con la ayuda del Organismo Internacional de Energía Atómica, lo que le dio la responsabilidad de proporcionar sus servicios a nivel nacional y regional para América Latina.

Los detectores de radiación más costosos y delicados son los de semiconductor, por lo que se ha puesto énfasis en el empleo y reparación de este tipo de detectores.

Los servicios proporcionados por el laboratorio son los de:

- asesoría en la selección, instalación y manejo de los detectores y sistemas asociados.
- adiestramiento en la instalación y manejo de los detectores y sistemas asociados.
- mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo de los detectores.
- calibración de sistemas de detección.

DETECTORES DE RADIACIÓN

Existen diferentes tipos de detectores de radiación :

- detectores gaseosos
- detectores de centelleo
- detectores químicos
- detectores termoluminiscentes
- detectores de semiconductor

Los detectores de radiación más sensibles son los de semiconductor, utilizándose en aplicaciones donde se requiere saber con mucha precisión la energía y la actividad de la radiación. los sistemas que realizan esta función son llamados sistemas de espectrometría de la radiación y tienen aplicaciones industriales utilizando fluorescencia de rayos x, activación neutrónica y otras técnicas.

Los detectores de semiconductor más sensibles requieren operar a temperaturas de alrededor de -200°C . lo que complica su operación , ya que están enfriados en nitrógeno líquido y el detector está encerrado en un recipiente a alto vacío.

Los detectores de semiconductor pueden ser de barrera superficial, que no requieren ser enfriados y se utilizan para detectar partículas cargadas como radiación alfa o beta; los detectores enfriados son los de germanio hiperpuro para medición de radiación gamma y los de silicio-litio para medición de rayos x y radiación gamma de baja energía.

En la Fig. 1 se muestra un detector de germanio hiperpuro con su termo para contener el nitrógeno líquido.

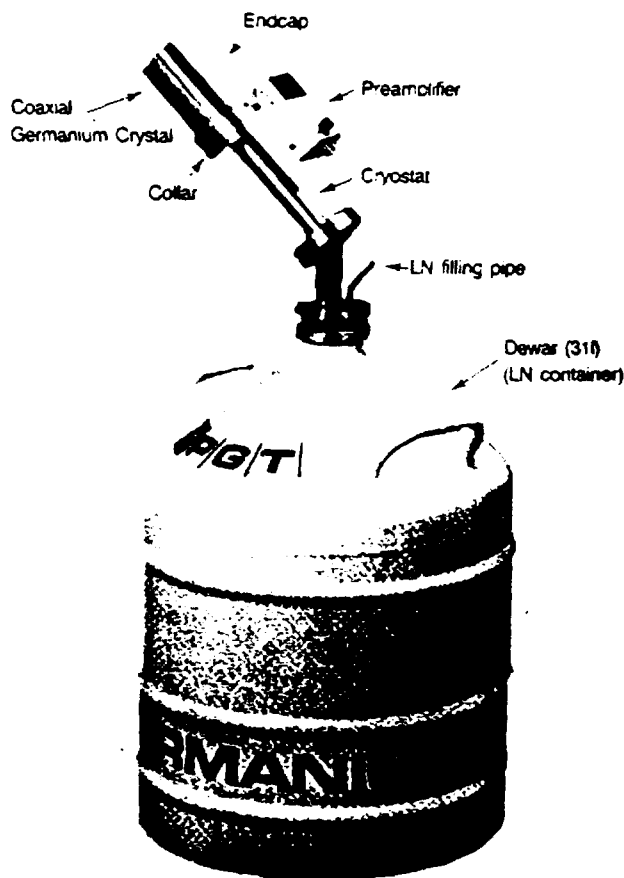


Fig.1.- Detector de germanio hiperpuro con termo

En la mayoría de los detectores de radiación nuclear, las señales eléctricas obtenidas a su salida son directamente proporcionales a la energía depositada por la radiación en el volumen sensible del detector, este hecho facilita la medición de las componentes de energía de las radiación ya que generalmente tienen una distribución de energías complicada, llamada espectro de energía.

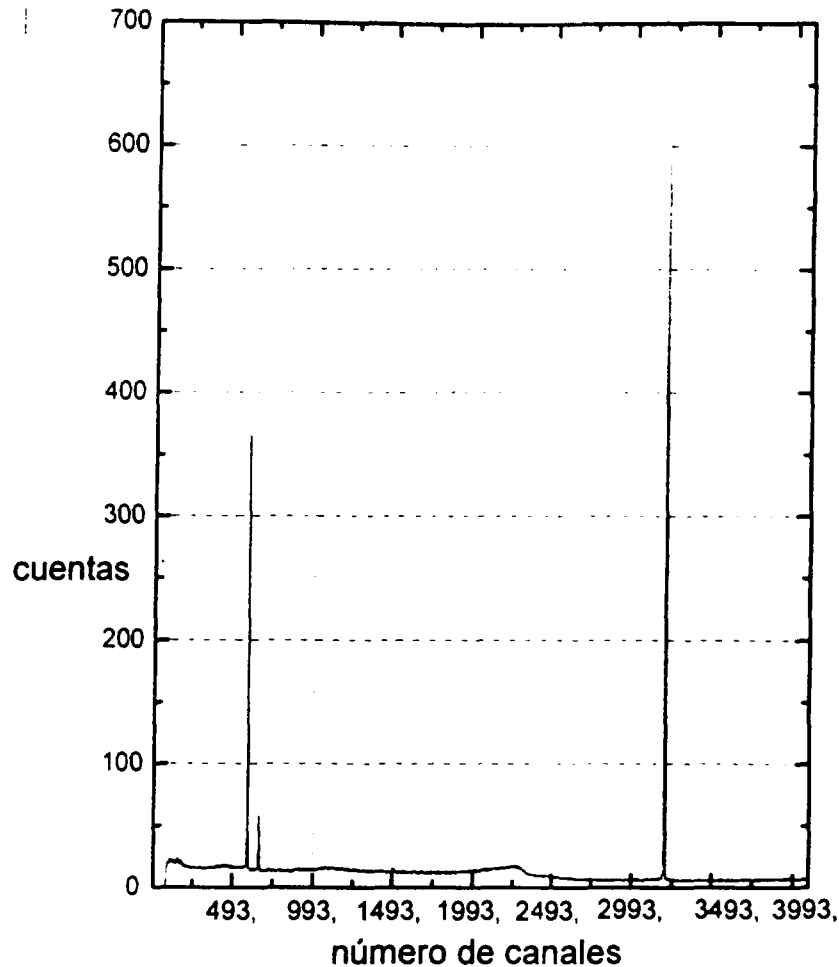


Fig. 2.- Espectro de energía del Cobalto-57 y Cesio-137

En la Fig.2 se muestra un espectro de energía como se obtiene en un analizador multicanal en el que en el eje horizontal cada canal representa un intervalo de voltaje proporcional a la energía de la radiación.

La información más importante en un sistema de espectrometría nuclear es el número de pulsos registrados y su energía correspondiente, de esta manera se puede calcular la actividad de una fuente radiactiva e identificar el material radiactivo que contiene ya que cada uno de ellos tiene una energía bien conocida en la que se presenta un máximo de cuentas que se registra en el espectro como un pico.

EL LABORATORIO DE DETECTORES DE RADIACIÓN DEL ININ

El laboratorio cuenta con cuatro secciones :

-Sección de Instrumentación electrónica nuclear. Aquí se miden las características eléctricas de los detectores y sistemas de espectrometría, utilizando electrómetros, trazadores de curvas, medidores de capacitancia e instrumentos modulares bajo la norma NIM (Nuclear Instrumentación Modules) de un sistema de espectrometría de referencia: fuentes de alto voltaje para polarización de detectores, analizador multicanal de altura de pulsos, computadora personal, amplificadores y preamplificadores nucleares, generadores de pulsos nucleares; y programas de cómputo para el análisis de espectros de radiación.



Fig.3.- Sección de instrumentación electrónica nuclear

En la Fig. 4 se muestra el diagrama a bloques de un sistema de espectrometría nuclear.

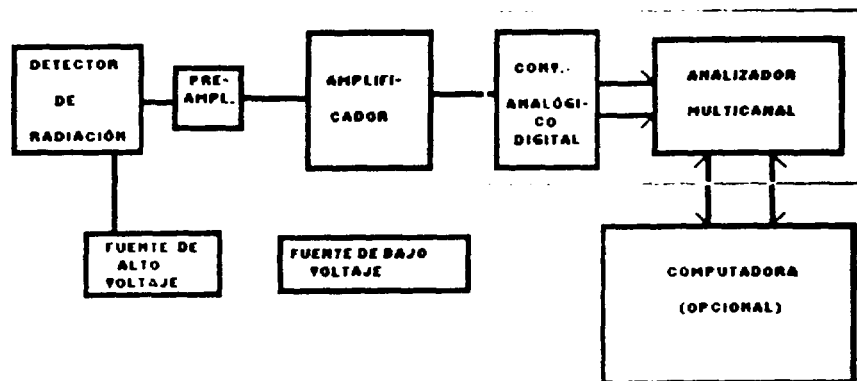


Fig.4.- Sistema de espectrometría nuclear.

-Sección de alto vacío. Se cuenta con un medidor de fugas de vacío, dos bombas de alto vacío y herramientas para restablecer el vacío perdido en los detectores, medidores de vacío tipo Pirani y de cátodo frío. En la Fig. 5 se muestra la bomba turbo-molecular de alto vacío.

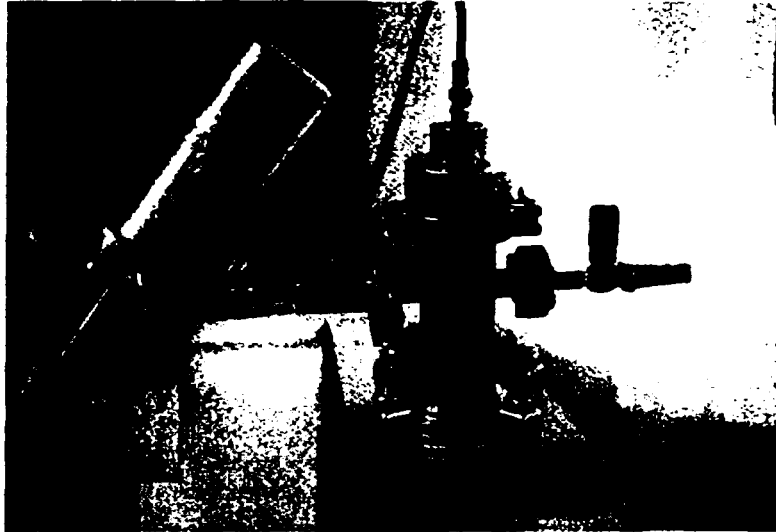


Fig.5.- Bomba turbomolecular

-Sección de limpieza de detectores. Se tiene una cámara anaeróbica. Fig. 6 , para el manejo de los detectores en una atmósfera inerte, asegurando que el detector no va a contaminarse con impurezas ya que los materiales utilizados en los detectores son de alta pureza y cualquier contaminación afecta notablemente sus características.



Fig.6 Cámara anaeróbica.

-Sección Criogénica. En esta sección se maneja el nitrógeno líquido que se encuentra a 200°C bajo cero, en recipientes especiales y con las herramientas necesarias para enfriar los detectores que así lo requieran.

SERVICIOS PROPORCIONADOS

Se proporcionan todos los servicios relacionados con detectores de radiación dentro del instituto y externamente a quien lo solicite.

- Asesoría en la selección, instalación y manejo de detectores y sistemas asociados para aplicaciones específicas. Se cuenta con la información necesaria de diferentes fabricantes de equipo nuclear.

- Adiestramiento en la instalación y manejo de los detectores y sistemas asociados. El laboratorio forma parte del Centro Regional de Entrenamiento en Reparación de Detectores de Radiación y Electrónica Analógica para América Latina que proporciona entrenamiento a científicos de la región.

- Mantenimiento preventivo y correctivo de los detectores. Se realizan mediciones especializadas en los detectores para verificación de operación y detección de degradación de sus características. Algunas de las mediciones realizadas en detectores de semiconductor son por ejemplo, la medición de la capacitancia del detector con respecto al alto voltaje aplicado. Fig. 7

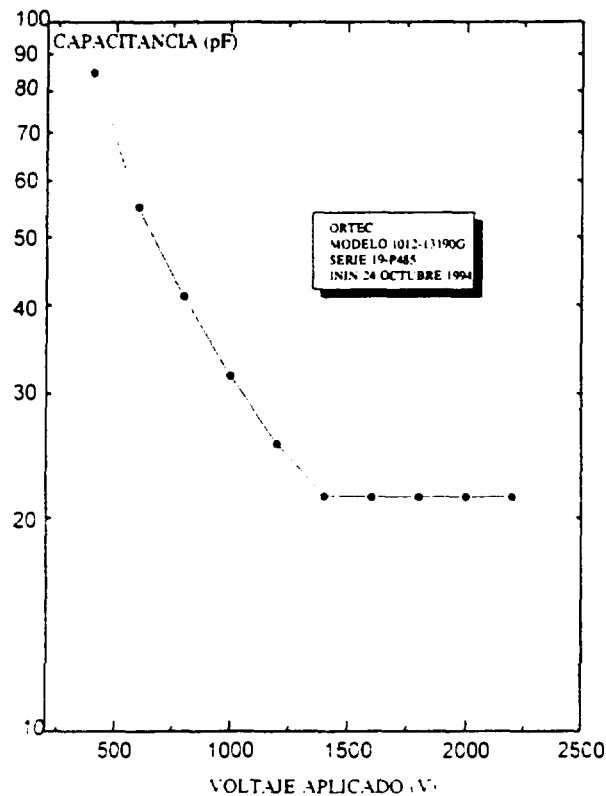


Fig.7. Capacitancia en función del voltaje aplicado en un detector de semiconductor.

Otra medición importante en un detector de semiconductor es la de la corriente inversa en función del voltaje aplicado. Fig. 8. Si esta corriente es excesiva, significa que el detector tiene contaminación en sus superficie y hay que limpiarlo.

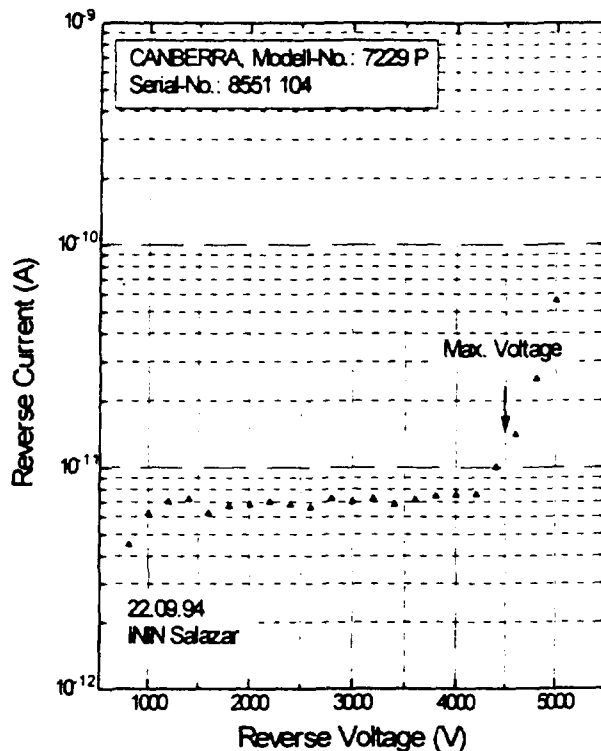


Fig. 8 Corriente inversa en función del voltaje aplicado.

Desde el punto de vista de espectrometría de la radiación, se realizan mediciones utilizando fuentes radiactivas de calibración con energías y actividades conocidas, que proporcionan información del comportamiento real del detector o sistema. Una de las características de interés en estas mediciones es la resolución en energía del sistema. En la Fig. 9 se tiene una relación de la resolución del sistema respecto al voltaje aplicado.

En la primera gráfica se utilizó un generador de pulsos nucleares para simular la fuente radiactiva.

En la segunda gráfica se utilizó una fuente radiactiva de radiación gamma de Cobalto-60.

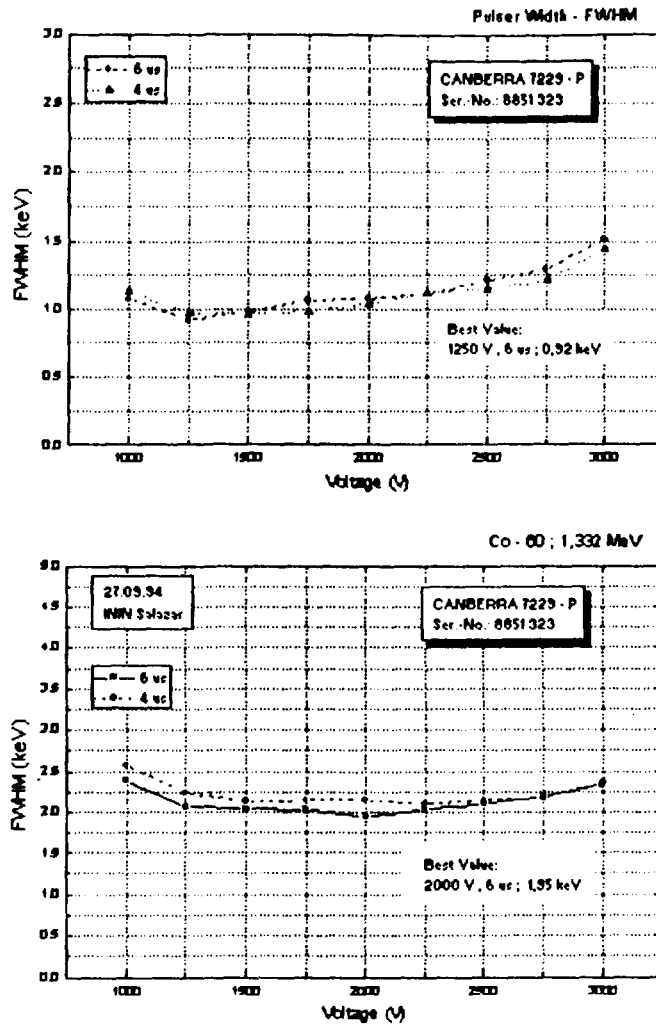


Fig. 9 Resolución en función del voltaje aplicado, utilizando un generador de pulsos y una fuente radiactiva.

INTERACCION CON LOS OTROS INSTITUTOS

Los servicios proporcionados por el ININ en el área de detectores de radiación pueden ser aprovechados por los otros institutos en aquellas actividades en que se utilicen técnicas nucleares por ejemplo, hay aplicaciones en que la única forma de medir niveles, espesores, humedad, es por medios nucleares. La medición no destructiva de aleaciones se realiza por fluorescencia de rayos x.

Se pueden también establecer proyectos conjuntos de desarrollo o transferencia de tecnología para optimizar la utilización de los especialistas de cada institución en su área específica.