

Curso: “Dosimetría personal externa”

UNIDAD 2. Detectores de Radiaciones Ionizantes

Conferencia No.2.1

**METODOS DE MEDICION DE LAS
RADIACIONES IONIZANTES**

Daniel Molina Pérez
MSc. Ing. Físico Nuclear



FACULTAD DE
CIENCIAS

UDELAR | fcien.edu.uy



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

OBJETIVOS

01

Conocer los conceptos básicos y principios de detección de las radiaciones ionizantes.

02

Principios de funcionamiento y características de los diferentes de tipos de detectores. Ventajas y desventajas.

03

Ejemplificar algunas aplicaciones para la medición de tasas de dosis, dosis y contaminación.

CONTENIDO

- Elementos básicos de los métodos y principios de detección de los sistemas disponibles.

- Principio de funcionamiento, características y aplicaciones fundamentales de:
 - a) Detectores gaseosos: Cámaras de ionización, Contadores proporcionales y Geiger Müller.
 - b) Detectores de centelleo.
 - c) Detectores semiconductores.
 - d) Detectores fílmicos.
 - e) Detectores luminiscentes (TLD y OSL).

RESUMEN TEMA ANTERIOR

➤ La estimación de los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes se efectúa mediante las magnitudes de protección radiológica:

❑ Dosis efectiva (E)

❑ Dosis equivalente en un órgano o tejido (H_T),

➤ No son medibles directamente pero su valor se puede evaluar con las magnitudes dosimétricas operacionales para la vigilancia de área y ambiental o para la vigilancia individual de trabajadores expuestos:

❑ Dosis Equivalente Ambiental ($H^*(10)$) y Dosis Equivalente Direccional ($H'(10)$).

❑ Dosis Equivalente Personal ($H_p(d)$), $d=10$ mm, 0.07 mm y 3 mm

$$E \text{ (Sv)} = H_p(10) + E(50) = H_p(10) + \sum_j I_{j,\text{ing}} e(g)_{j,\text{ing}} + \sum_j I_{j,\text{inh}} e(g)_{j,\text{inh}}$$

Donde $I_{j,\text{ing}}$ es la incorporación (Bq) por ingestión

$e(g)_{j,\text{ing}}$ es el coeficiente de dosis (Sv/Bq) para ingestión

$I_{j,\text{inh}}$ es la incorporación (Bq) por inhalación

$e(g)_{j,\text{inh}}$ es el coeficiente de dosis (Sv/Bq) por inhalación

FUNDAMENTO DE LOS MÉTODOS DE MEDICIÓN

- La detección de las radiaciones ionizantes se basa en los dos mecanismos fundamentales de interacción:
 - ❑ **Excitación:** transferencia de energía
 - ❑ **Ionización:** creación de partículas cargadas.
- Procesos típicos de entrega de energía de la radiación al detector:
 - ❑ producción de calor,
 - ❑ producción de portadores de carga (pares electrón-ión o electrón-hueco),
 - ❑ excitación de átomos y moléculas => ulterior emisión de luminiscencia,
 - ❑ transformaciones químicas o procesos termodinámicos.

FUNDAMENTO DE LOS MÉTODOS DE MEDICIÓN

- En general, las partículas secundarias surgidas durante los procesos de ionización y excitación al paso de las radiaciones en el medio, constituye el fundamento de los métodos de medición.
- Tener en cuenta que los equipos detectores de la radiación ionizante pueden variar su respuesta en función del tipo y energía de la radiación, la tasa de emisión, la geometría y las condiciones ambientales en las que se realiza la medición.

SISTEMA DETECTOR

Dispositivo que transforma la energía de la radiación incidente en una señal (eléctrica, fotoquímica, etc.) que resulte fácilmente procesable desde el punto de vista tecnológico sin distorsionar la información original. Brindan información cualitativa o cuantitativa acerca de las radiaciones de interés

Generalmente la energía transferida en la interacción con el material del detector es pequeña como para poder medir efectos directamente. Por esto es necesario la **AMPLIFICACIÓN DE LA SEÑAL**. La amplificación puede ocurrir:

- en el propio medio detector (Ej. multiplicación gaseosa en detectores G-M),
- fuera del medio (ej. Fotomultiplicador).

Sistema detector:
Detector + Sistema
de procesamiento

DOSIMETRO

Un detector o sistema detector que es calibrado en alguna magnitud dosimétrica; es decir su respuesta o indicación se hace corresponder con el valor numérico de la magnitud en cuestión.

CLASIFICACION GENERAL SISTEMAS DE DETECCION

Modo de Operación

Activos o inmediatos

El tiempo de la transferencia de energía al detector puede considerarse cuasi-instantánea (nanosegundos en detectores gaseosos y picosegundos en detectores sólidos).

El sistema electrónico asociado con el control y tratamiento de las señales debe permanecer en funcionamiento mientras es irradiado el detector.

Pasivos o retardados

Almacena la energía absorbida durante “mucho” tiempo.

El proceso de lectura del detector, mediante su sistema electrónico, ocurre con posterioridad a la irradiación.

CLASIFICACION GENERAL SISTEMAS DE DETECCION

Modo de Operación

Directos

- Utilizan la señal resultante de colectar los portadores de carga (iones, electrones o huecos) producidos por la radiación ionizante en dicho medio.
- Existe o se aplica un campo eléctrico para recoger los portadores de carga.
- La corriente eléctrica o señal recogida comienza en el mismo instante en que las cargas se mueven entre los electrodos.

Indirectos

- Aprovechan como señal de medida, la producida por otras transformaciones ocasionadas por la radiación ionizante en el medio, como por ejemplo: la excitación de estados ópticos, de vibración en una red, modificaciones en la estructura de niveles energéticos de la red, etc.

CLASIFICACION GENERAL SISTEMAS DE DETECCION

Detectores de Radiación

Detectores de ionización:

Detectores por excitación:

Detectores por emisión térmica

Detectores de trazas: neutrones, altas dosis

Detectores por reacciones químicas

Detectores de activación: neutrones

METODOS DE DETECCION

- ionización gaseosa,
- centelleo,
- semiconductores,
- fílmico,
- luminiscentes.

DETECTORES DE IONIZACION GASEOSA

Principio

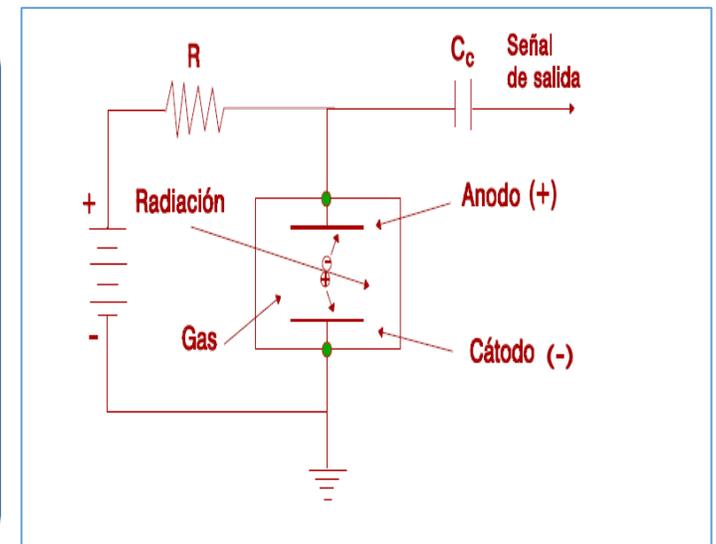
Radiación ionizante atraviesa un gas, provoca la ionización de una parte de sus átomos, liberación de iones positivos y electrones negativos.

El gas que originalmente es un aislante eléctrico, pasa a ser parcialmente conductor.

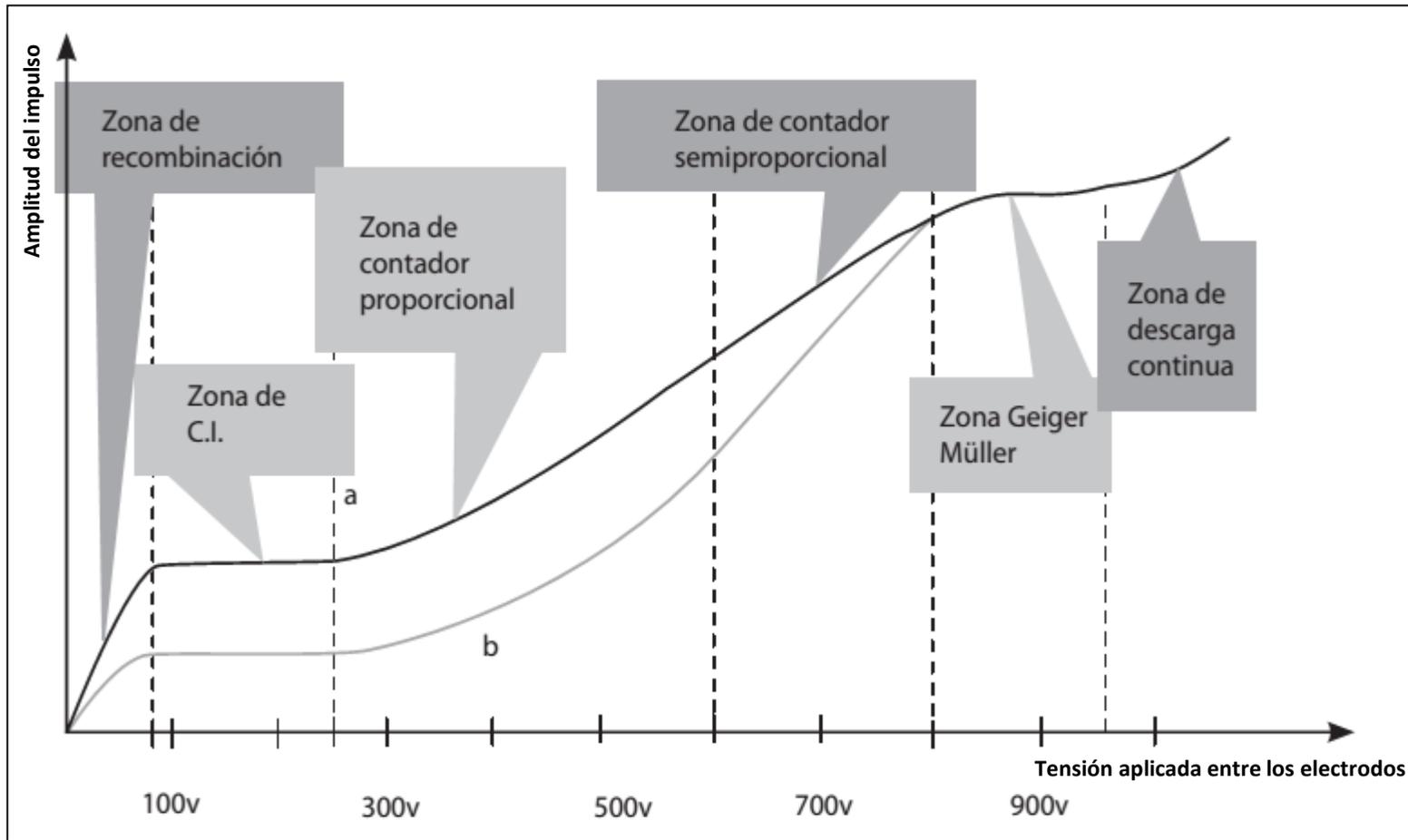
Midiendo la corriente eléctrica que circula, en determinadas condiciones, puede deducirse la intensidad de la radiación que lo atraviesa.

Se dispone un HV entre dos zonas de una cámara llena de gas, los iones positivos serán atraídos hacia el polo negativo del detector (el cátodo) y los e libres hacia el polo positivo (el ánodo).

Si ambos electrodos se conectan a un instrumento que mida la diferencia de potencial creada, aparecerá una señal tanto mayor cuanto mayor sea la dosis de radiación detectada por el instrumento.



Zona de Operación del Detector Gaseoso



Dada una interacción para un tipo de radiación ionizante y una energía determinada, la carga recogida varía en función de la tensión aplicada entre los electrodos. Según se incrementan los valores de tensión, van apareciendo diversas zonas que muestran un comportamiento similar dentro de cada una de ellas, pero cualitativamente diferente entre ellas.

DETECTORES GASEOSOS

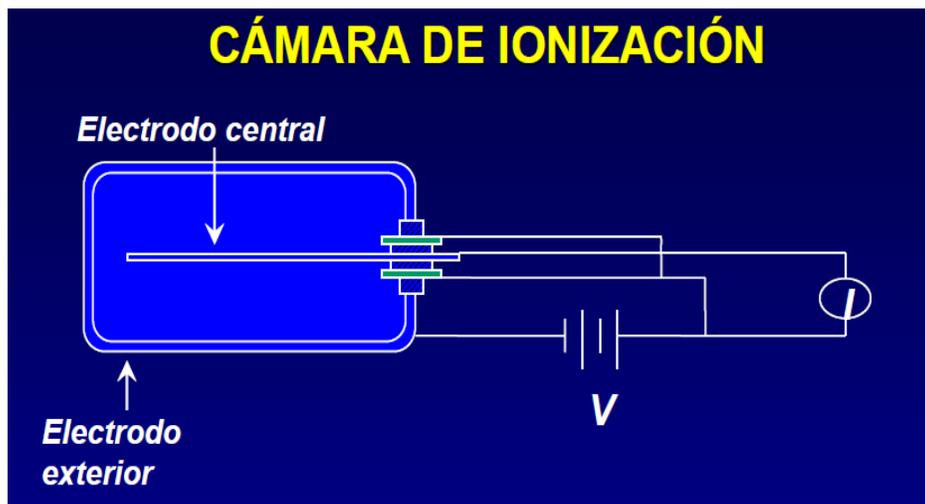
Zona de Recombinación

La tensión suministrada es pequeña pero suficiente para provocar el movimiento de las cargas hacia los electrodos de signo contrario. Sin embargo, no se puede evitar que ocurran procesos de recombinación de los iones y por tanto, no toda la carga producida es colectada ($Q_{colect} < Q_{prod}$). En la medida que la tensión aumenta se produce un incremento directamente proporcional de la carga colectada, antes de que pueda recombinarse.

Zona de Cámara de Ionización

Cuando la tensión alcanza un valor suficiente, se recogen todos los iones formados. Se alcanza, una zona de respuesta plana, que permite conocer el número de pares de iones formados durante la interacción. **Esta zona corresponde al intervalo de las cámaras de ionización, o de recogida completa sin multiplicación.**

Características



Efecto de saturación por la total captación de los portadores de carga creados en la ionización primaria de la partícula incidente.

Consisten en un recipiente lleno de gas, con dos electrodos a los cuales se le aplica una diferencia de potencial. Como el gas es, teóricamente, un aislador perfecto, no habrá corriente eléctrica entre los electrodos.

La radiación interactúa con el gas provocando su ionización (creación de portadores de carga) y el campo eléctrico suministrado provoca el movimiento de dichas cargas a los electrodos de signos contrarios, creando una corriente que puede ser medida por un electrómetro. Cámara que contiene el gas o medio de detección.

Par de electrodos para la colección de las cargas eléctricas (Pared interior de la cámara recubierta con un material conductor, el otro situado en la parte central de la cavidad).

Características

Forma del detector:

Normalmente forma cilíndrica con una pared exterior hecha de material equivalente a tejido.

El tamaño de los instrumentos que se utilizan para la vigilancia radiológica de zona es mayor que los que se utilizan en física médica, para mejorar el rendimiento de detección, ya que en principio, se van a utilizar en haces con tasas de dosis absorbida muy inferiores a las producidas por un haz directo.

Normalmente la electrónica asociada con estos detectores opera en modo de corriente. Es necesario amplificar la señal, debido a que el número de iones producidos por una sola partícula es, en general, demasiado pequeño para dar origen a una cantidad detectable de carga.

Características y Aplicaciones

- Intervalo de medición: Desde fracciones de mSv/h hasta Sv/h.
- Resultan adecuados para medir tasas elevadas de equivalente de dosis ambiental o direccional.
- Requieren una o varias caperuzas de espesores adecuados para mejorar la eficiencia y alcanzar condiciones de equilibrio electrónico, cuando se emplean para medir fotones de alta energía es decir del orden de MV.
- Para medir fotones de baja energía, considerando como tales el rango 10–100 kV, y partículas beta, es necesario quitar la caperuza.

Aplicaciones



Medidores de actividad para cuantificar la cantidad de material radiactivo que se suministra a los pacientes en Medicina Nuclear.



Equipos para medir tasa de dosis durante el monitoreo de área y la evaluación de blindajes.

Dosímetros personales tipo condensador empleados para el control individual.

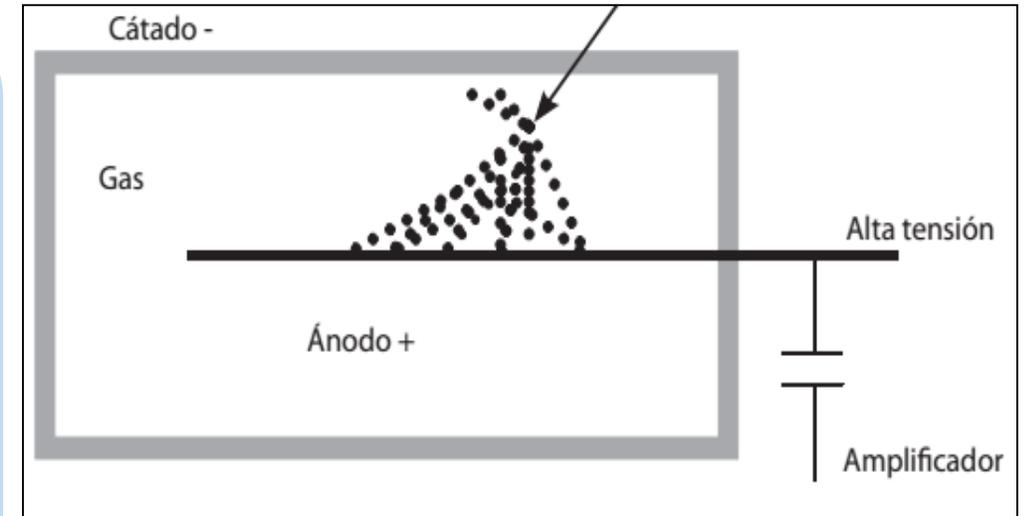
DETECTORES GASEOSOS

Detector Proporcional

Zona Proporcional

Si seguimos aumentando el voltaje los electrones producidos en el gas se aceleran fuertemente por la tensión aplicada, convirtiéndose ellos mismos en ionizantes y produciendo la formación de nuevos iones (ionización adicional) en el gas.

Como consecuencia, aumenta la carga colectada más allá de la correspondiente **Corriente de Saturación**. La razón entre la carga colectada y la que se hubiera recogido en la zona de trabajo en modo Cámara de Ionización se llama **Factor de Multiplicación** aumenta proporcionalmente con la tensión aplicada.



El número de cargas colectadas se mantiene **PROPORCIONAL** al número de cargas primarias producida por radiación

Características y Aplicaciones

Los impulsos producidos por una sola interacción son detectables, pero muy pequeños, y necesitan ser amplificados. El nombre de contadores es debido a que pueden distinguir las interacciones ocurridas en el detector de forma individual y de esta manera proceder a su recuento.

Son obviamente más sensibles que las cámaras de ionización.

Este tipo de detector permite realizar espectrometría para los rayos x o gamma de baja energía, ya que la señal detectada es proporcional a la energía liberada por la partícula incidente.

DETECTORES GASEOSOS

Zona de contador semiproporcional o proporcionalidad limitada

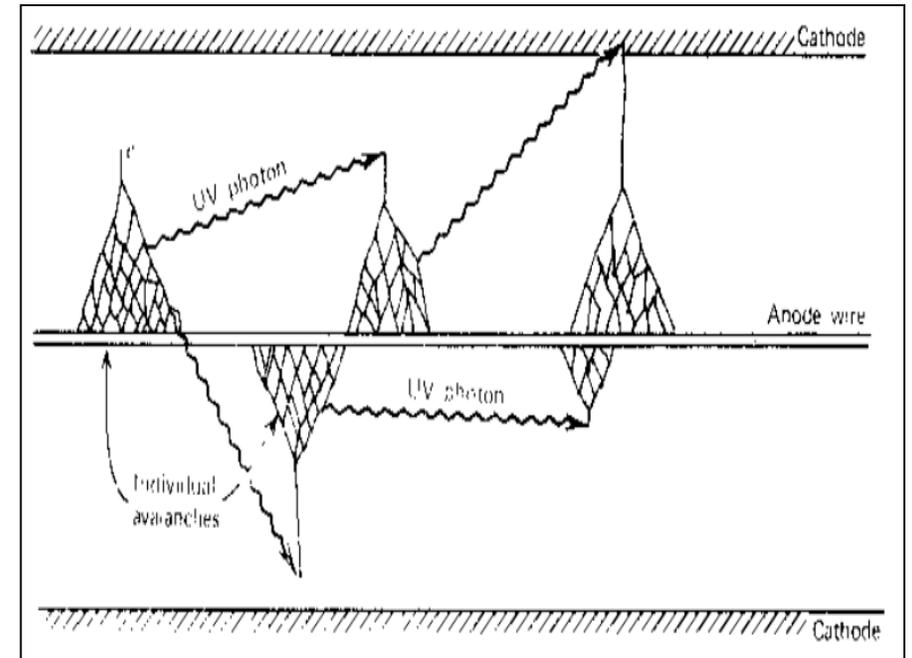
Cuando la tensión sigue aumentando, también aumenta la amplitud del pulso pero se pierde la respuesta lineal, es decir, se pierde la proporcionalidad entre la energía disipada por la radiación y el tamaño del impulso. Esto se debe a que para valores de multiplicación elevados, la avalancha crea una acumulación de carga en las proximidades del hilo central (Carga Espacial), que tiende a disminuir localmente el campo eléctrico y dificulta el proceso de multiplicación.

DETECTORES GASEOSOS

Zona Geiger-Muller

Si se sigue incrementando la tensión llegamos a una segunda meseta que ocurre debido a que la propagación de la descarga se realiza a lo largo de todo el electrodo.

Este fenómeno conocido como “Avalanchas de Townsend”, es producido por fotones ultravioleta que se generan como consecuencia de la primera multiplicación o avalancha, los cuales dan lugar al desprendimiento en las proximidades, de algún fotoelectrón que originará una nueva avalancha.



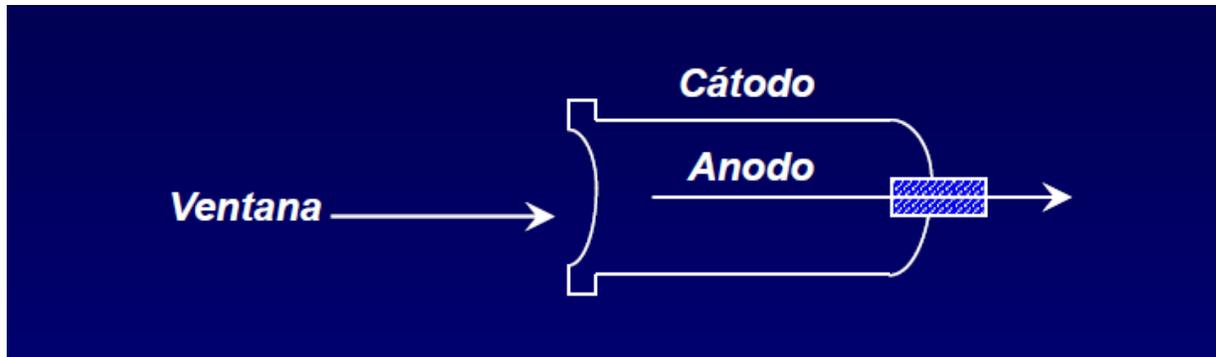
Se obtiene entonces un impulso de gran amplitud, independiente de la energía absorbida por el detector. La razón entre la carga colectada y la que se hubiera recogido en la zona de trabajo en modo Cámara de Ionización alcanza valores entre 10^8 y 10^{10} .

Características

Los impulsos eléctricos se amplifican y se extienden a todo el volumen del detector debido a la diferencia de potencial tan alta entre sus electrodos.

Multiplicación Gaseosa en descarga y la cantidad de portadores de carga formados permite obtener pulsos de salida elevados. [La electrónica asociada en estos detectores es sencilla.](#)

El impulso tiene una amplitud independiente de la energía y naturaleza de la partícula incidente.



Características

- Muy utilizado en el ámbito de la protección radiológica.
- Los monitores GM son más pequeños que los anteriores, debido a que este tipo de detector es mucho más sensible y necesita menor volumen activo.
- La energía liberada por la partícula incidente no interviene en absoluto en las características del impulso producido, por lo que este equipo no sirve para espectrometría, es decir funciona siguiendo el principio del todo o nada y no determina las propiedades de la partícula detectada.
- Presentan un tiempo muerto elevado, que típicamente está comprendido entre los 10 y los 100 ms. Algunos modelos pueden utilizar sistemas de corrección por pérdida de cuentas. Con tasas suficientemente altas, la lectura puede indicar cero. En un caso así, un equipo bien diseñado debería indicar que se encuentra en estado de saturación, sin embargo se pueden encontrar equipos que no lo indican. **Por estos motivos, estos equipos no se aconsejan para medir en campos de radiación procedentes de haces pulsados.**

Aplicaciones

Inicialmente usados solamente para la detección cuantitativa de campos de radiación (monitores de área, alarmas gamma, etc.)

Actualmente se han construido algunos con paredes cubiertas por diferentes materiales que proporcionan una compensación energética adecuada para mediciones de determinadas magnitudes dosimétricas (medidores de contaminación superficial, equipos medidores de tasas de dosis, etc.)



- Monitor de Radiación Portátil RadAlert100/Digilert100 basado en un detector Geiger-Müller, apropiado para la medición de tasa de dosis de radiaciones alfa, beta, gamma y rayos-X en inspecciones ambientales.
- Dosímetro Personal Compacto PM1604 basado en un detector Geiger-Müller que mide dosis equivalente (DE) personal Hp(10) y tasa de dosis de radiación de rayos-X y gamma.

Aplicaciones

Monitores Portátiles

Monitores de Contaminación Serie GP con sondas Geiger-Müller externas:

GP-100 para el control de fuentes β y γ ;

GP-200 para el control de contaminación β y γ ;

GP-300, control de fugas de rayos-X (generadores de rayos-X y aparatos de alto voltaje);

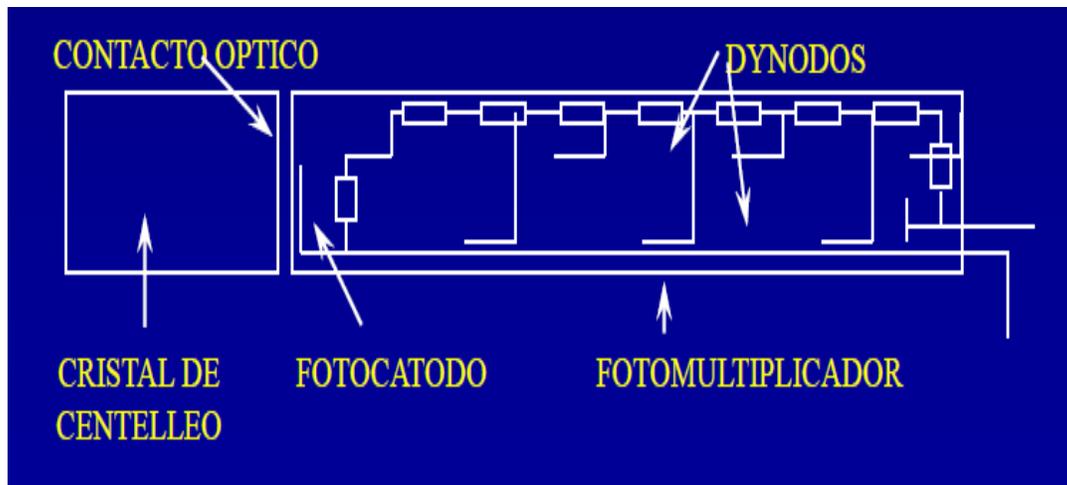
GP-400, posee una sonda Geiger-Müller con ventana extrema de 100 cm² para mediciones de alta sensibilidad de radiación α , β y γ .



DETECTORES DE CENTELLEO

Principio

- Registro de la luz fluorescente emitida por algunos materiales al recibir la acción de las radiaciones ionizantes.
- El material centelleante se acopla ópticamente a un fotomultiplicador para transformar la señal lumínica en impulsos eléctricos y su posterior amplificación.
- Ambos conforman el sistema de detección o sonda, que se acopla a la electrónica necesaria para la selección y cuantificación de los impulsos.



El funcionamiento de un contador de centelleo puede dividirse en dos pasos:

1. Absorción de la energía de radiación incidente por el centelleo y la producción de fotones en la parte visible del espectro electromagnético.
2. Amplificación de la luz por el tubo fotomultiplicador y producción del pulso de salida

DETECTORES DE CENTELLEO

Características

- Fotomultiplicador es la pieza fundamental del detector (dos partes):
 - ❑ **Fotocátodo:** Análogo a una célula fotoeléctrica, emite electrones cuando es expuesto a la luz.
 - ❑ **Dispositivos multiplicadores de electrones:** los electrones producidos en el fotocátodo son atraídos hacia una placa cargada positivamente llamada **dinodo**. Cada dinodo, al recibir el impacto de un electrón, devuelve a su vez varios electrones por efecto de multiplicación. Conectando una serie de dinodos, unos 100, a potenciales crecientes para que los electrones formados siempre sean atraídos hacia el siguiente, se puede alcanzar un factor de multiplicación del orden de 10^{10} . Así, la carga eléctrica recogida es proporcional al número de fotones luminosos que han llegado al fotocátodo, que a su vez es proporcional a la energía liberada en el cristal por la partícula incidente.

DETECTORES DE CENTELLEO

Características

Tipos de centellantes

- Inorgánicos (sólidos)
- Orgánicos (líquidos, gel, plásticos)

Características deseadas en los materiales centellantes:

1. Elevada eficiencia de centelleo (η_c)
 - η_c : fracción de la energía depositada por la radiación que se transforma en luz de centelleo.
2. Transparente a su propia luminiscencia.
3. Buena linealidad en energías (la luz producida es proporcional a la energía entregada por la radiación).
4. Tiempo de decaimiento corto (Elevada velocidad de respuesta y pulsos generados rápidos).
5. Buenas cualidades ópticas y fácil de producir.
6. Índice de refracción del centellante similar al del vidrio (~ 1.5), lo que permite una buena eficiencia de acople con fotomultiplicador.

DETECTORES DE CENTELLEO

Mejor sensibilidad a la radiación gamma que los detectores gaseosos debido a la mayor densidad del material centelleante

Por este motivo son más eficaces en los campos de baja fluencia, siendo muy apropiados para la detección de contaminaciones o la búsqueda de fuentes perdidas. Por otro lado, al presentar un tiempo muerto menor que los GM, (en el orden del ms), son más apropiados para campos de radiación de alta fluencia.

Otras aplicaciones

- Radioinmunoanálisis (contadores de centelleo, cristal de pozo).
- Medicina Nuclear (Cámaras gamma).

En la vigilancia radiológica individual para la determinación de la contaminación interna de radionucleidos emisores de radiación β y γ .

Mediciones in vitro



Mediciones in vivo



DETECTORES DE CENTELLEO

Monitores portátiles



El NukeAlert es un monitor pequeño y ligero para avisar cuando los niveles de radiación ambiental son superados. Basado en un detector de centelleo de CsI(Tl) con alarma sonora y vibrante.



Monitor Gamma/ Pager PM1703M usado en la lucha contra el tráfico ilícito de materiales radioactivos por la policía de fronteras en varios países. Basado en un detector de centelleo de CsI(Tl).

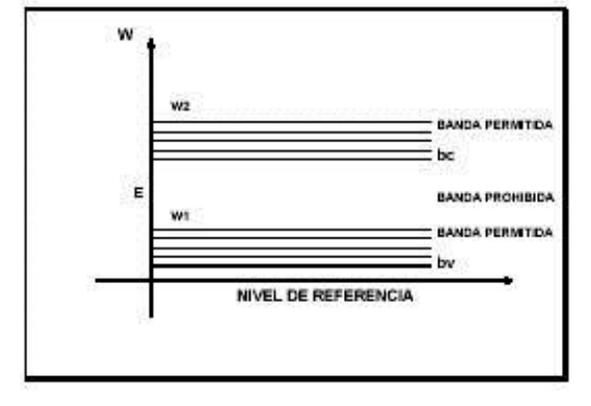
DETECTORES SEMICONDUCTORES

Principio

El principio de funcionamiento de los detectores semiconductores puede asemejarse al de las cámaras de ionización, donde el medio ionizable, en vez de un gas, consiste en un material semiconductor (sólidos cristalinos) de alta resistividad.

1. La radiación ionizante ingresa al volumen sensible del detector e interactúa con el material semiconductor.
2. La partícula que pasa a través del detector ioniza los átomos del semiconductor, produciendo los **pares de electrones**. El número de pares de electrones es proporcional a la energía de la radiación al semiconductor. Como resultado, se transfieren varios electrones desde la banda de valencia a la banda de conducción, y se crea un número igual de agujeros en la banda de valencia.
3. Bajo la influencia de un campo eléctrico, los electrones y los agujeros viajan a los electrodos, donde producen un **pulso** que se puede medir en un circuito externo

Este pulso lleva información sobre la energía de la radiación incidente original. El número de tales pulsos por unidad de tiempo también proporciona información sobre la intensidad de la radiación.



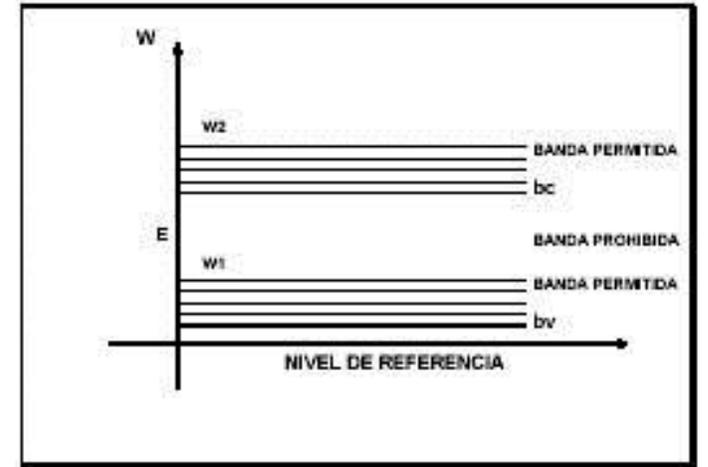
DETECTORES SEMICONDUCTORES

Principio

El principio de funcionamiento de los detectores semiconductores puede asemejarse al de las cámaras de ionización, donde el medio ionizable, en vez de un gas, consiste en un material semiconductor (sólidos cristalinos) de alta resistividad.

Las energías de los e de un átomo aislado, poseen valores discretos y por consecuencia, un número finito de niveles de energías (diferentes entre sí) tales, que solo pueden ser ocupados por e cuyas energías sean iguales a la de los niveles en cuestión .

En los sólidos cristalinos, las distancias entre átomos es muy pequeña, por lo que su interacción es considerable y un nivel dado se desdobra en varios, dando lugar a lo que se denomina “bandas de energía”. Entre bandas permitidas existen bandas prohibidas, o sea niveles de energía que los e de los átomos del cristal no pueden ocupar.



DETECTORES SEMICONDUCTORES

Ventajas y Desventajas

VENTAJAS

- Alta resolución energética
- Pequeño tamaño.
- Rápida colección de cargas.

DESVENTAJAS

- Ruido electrónico asociado.
- Necesidad de sistema de enfriamiento.
- Elevado costo.

Aplicaciones

Los detectores de semiconductores se utilizan ampliamente en [la protección contra la radiación](#) , el ensayo de materiales radiactivos y la investigación física porque tienen algunas características únicas, se pueden fabricar de forma económica pero con buena eficiencia, y pueden medir tanto la intensidad como la energía de la radiación incidente. Estos detectores se emplean para medir la energía de la radiación y para la identificación de partículas

DETECTORES SEMICONDUCTORES

Aplicaciones

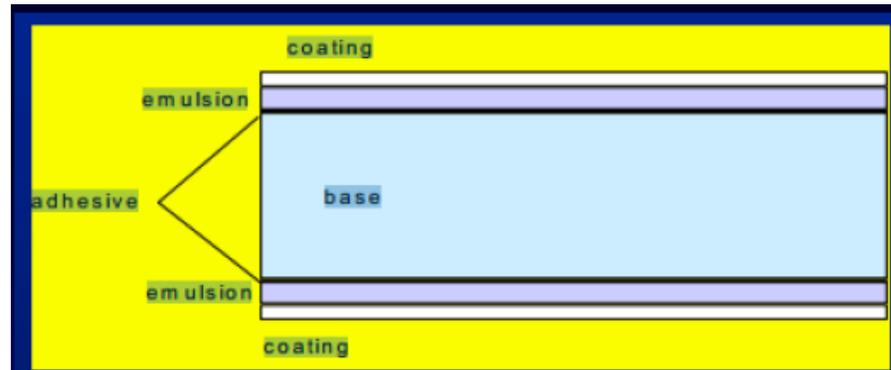
Los detectores de semiconductores se utilizan ampliamente en [la protección contra la radiación](#) , el ensayo de materiales radiactivos y la investigación física porque tienen algunas características únicas, se pueden fabricar de forma económica pero con buena eficiencia, y pueden medir tanto la intensidad como la energía de la radiación incidente. Estos detectores se emplean para medir la energía de la radiación y para la identificación de partículas

De los materiales semiconductores disponibles, el **silicio** se usa principalmente para **detectores de partículas cargadas** (especialmente para rastrear partículas cargadas) y detectores de rayos X blandos, mientras que el **germanio** se usa ampliamente para [la espectrometría de rayos gamma](#) .

DETECTORES EMULSION FOTOGRAFICA

Principio

- Bajo la acción de las radiaciones se produce la ionización de emulsiones de Bromuro (o cloruro) de plata (AgBr) contenida en la película fotográfica, produciéndose iones Ag^+ y Br^- .
- A mayor cantidad de radiación, mayor cantidad de iones producidos.
- Con el revelado se reducen los iones de Ag^+ a Ag (metálica) de color negro.



DETECTORES EMULSION FOTOGRAFICA

Ventajas y Desventajas

PRINCIPALES VENTAJAS

- Se puede disponer de la imagen obtenida como constancia física durante un período largo.
- Sistema relativamente poco costoso.

PRINCIPALES DESVENTAJAS

- Umbral de detección relativamente alto, comparado con otros métodos.
- Dosímetro no reutilizable.
- Pérdida de información con el tiempo.
- La calidad del proceso de revelado depende fuertemente de acciones humanas.

DETECTORES EMULSION FOTOGRAFICA

Aplicaciones



- Dosimetría personal.
- Radiodiagnóstico.
- Control de calidad en Radioterapia.

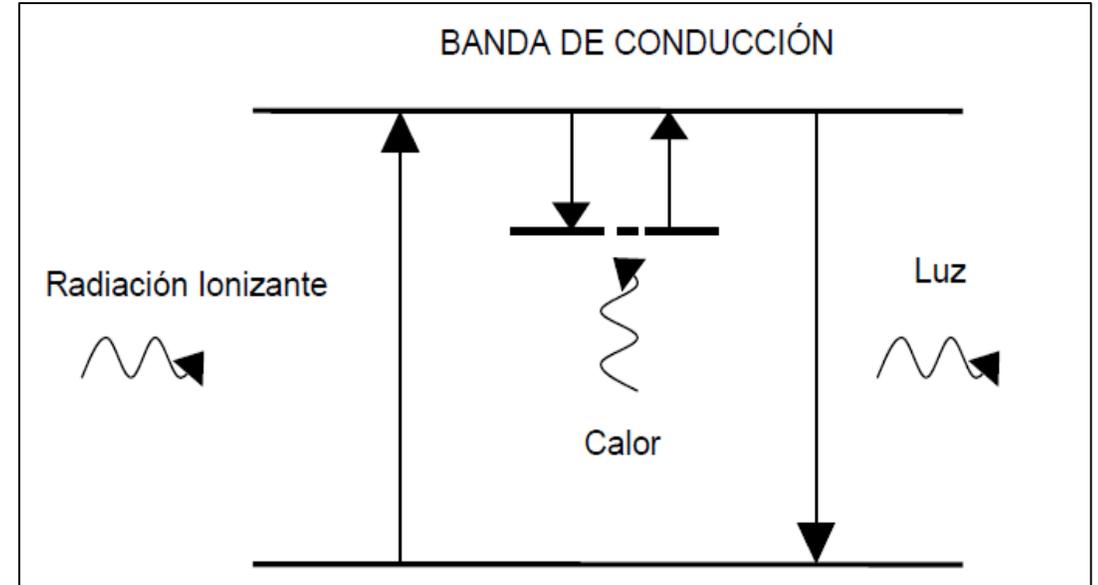
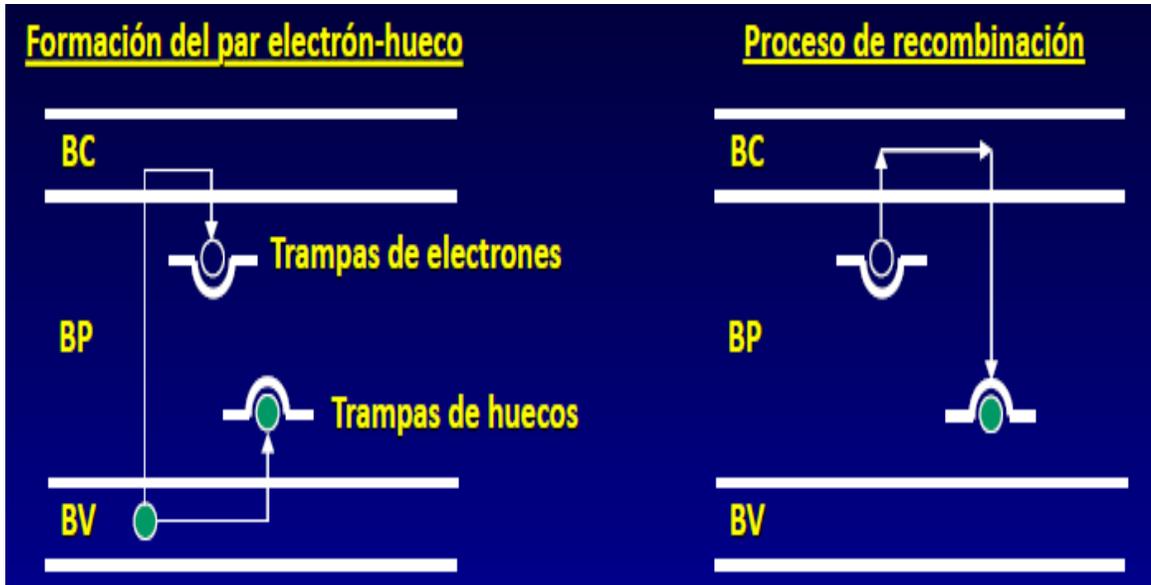
DETECTORES TERMOLUMINISCENTES

Principio de funcionamiento

- Los materiales termoluminiscentes son dieléctricos (aislantes) con una separación amplia (> 5 eV) entre la banda de conducción (BC) y la banda de valencia (BV).
- Estas características se manifiestan en materiales inorgánicos con defectos en su estructura cristalina. Estos defectos actúan como trampas ubicadas en la banda prohibida (BP), donde quedan atrapados los portadores de carga formados por la acción de las radiaciones. Al calentar el material se produce la liberación de estos portadores y su recombinación, que se acompaña con la emisión de luz que puede ser detectada. El número de portadores de carga (electrones y vacancias) atrapados es proporcional al número de portadores de carga formados por la acción de la radiación.

DETECTORES TERMOLUMINISCENTES

Mecanismo de Termoluminiscencia



DETECTORES TERMOLUMINISCENTES

Ventajas y Desventajas

PRINCIPALES VENTAJAS

- Menor umbral de detección que los detectores de emulsión fotográfica.
- Se pueden reutilizar los dosímetros.
- Puede disponerse de este material en forma de polvo o sólidos de diferente tamaño.
- Pequeño tamaño.
- Equivalencia con el tejido

PRINCIPALES DESVENTAJAS

- La instrumentación asociada al sistema dosimétrico es relativamente cara.
- Una vez que se ha calentado el material del detector se pierde la información contenida en él.



DETECTORES TERMOLUMINISCENTES

Aplicaciones



DOSIMETRÍA PERSONAL:

- Cuerpo entero
- Extremidades (pulsera y anillo)
- Cristalino



DOSIMETRÍA CLÍNICA.

DOSIMETRÍA AMBIENTAL.

INVESTIGACIONES.



Commercial TLDs

- LiF:Mg,Ti (TLD-100/600/700)
- LiF:Mg,Cu,P (TLD-100H)
- $\text{CaF}_2\text{:Mn}$ (TLD-400)
- $\text{CaF}_2\text{:Dy}$
- $\text{CaF}_2\text{:Tm}$, (TLD-300)
- $\text{CaSO}_4\text{:Dy}$
- $\text{CaSO}_4\text{:Tm}$
-and many others

DETECTORES OSL (Luminiscencia por Estimulación Óptica)

Principio de Funcionamiento

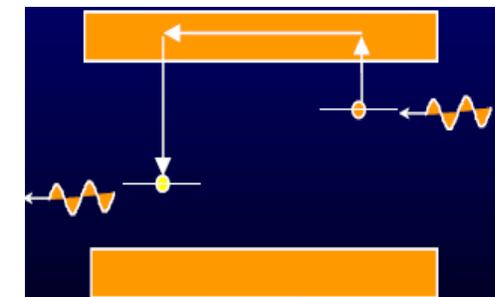
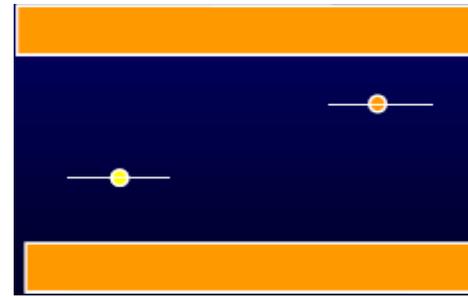
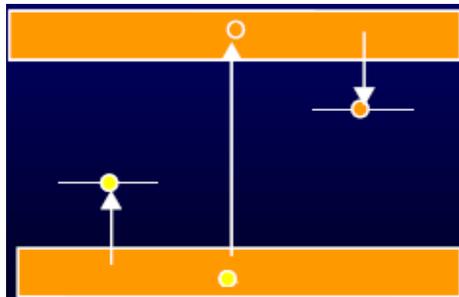
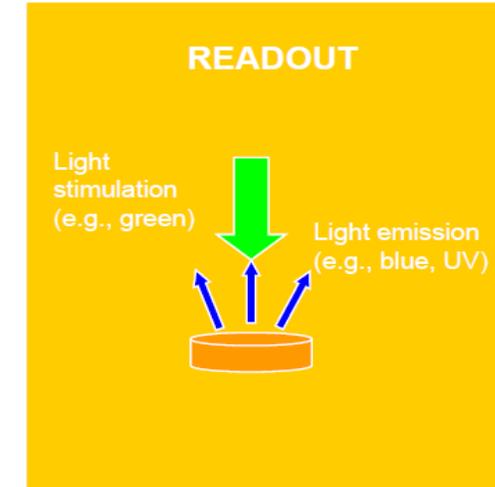
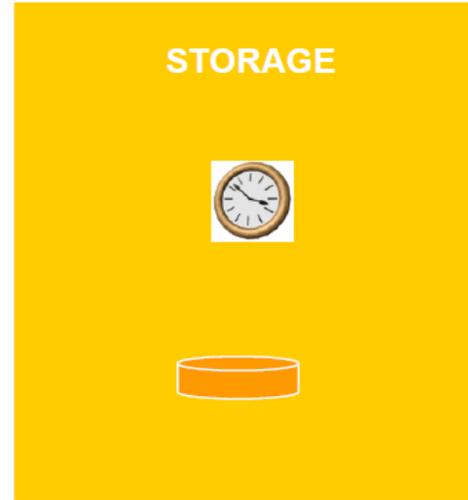
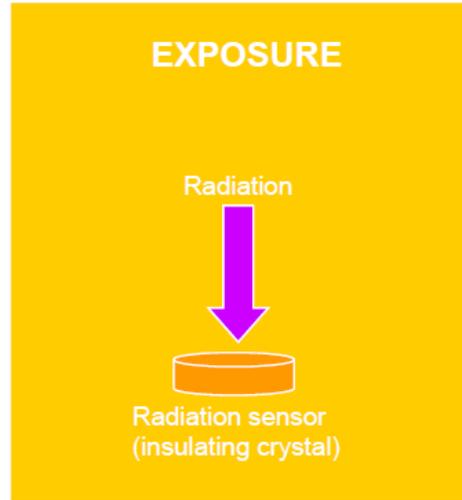
- La luminiscencia por estimulación óptica (OSL) es un fenómeno directamente asociado con la presencia de trampas de electrones en *semiconductores* o aislantes. Estas trampas están asociadas con los defectos en la estructura cristalina del material.
- Su mecanismo de interacción con las radiaciones es similar al de la termoluminiscencia pero utiliza la luz en lugar del calor para producir la luminiscencia inducida por la radiación.

Fenómeno de OSL: consiste en la recombinación radiactiva de los electrones en centros de luminiscencia, después de su liberación desde las trampas, por estimulación de la luz.

La intensidad de la luminiscencia es proporcional al número de electrones atrapados y esto, a su vez, depende de la dosis de radiación usada para transferir los portadores de carga a las trampas.

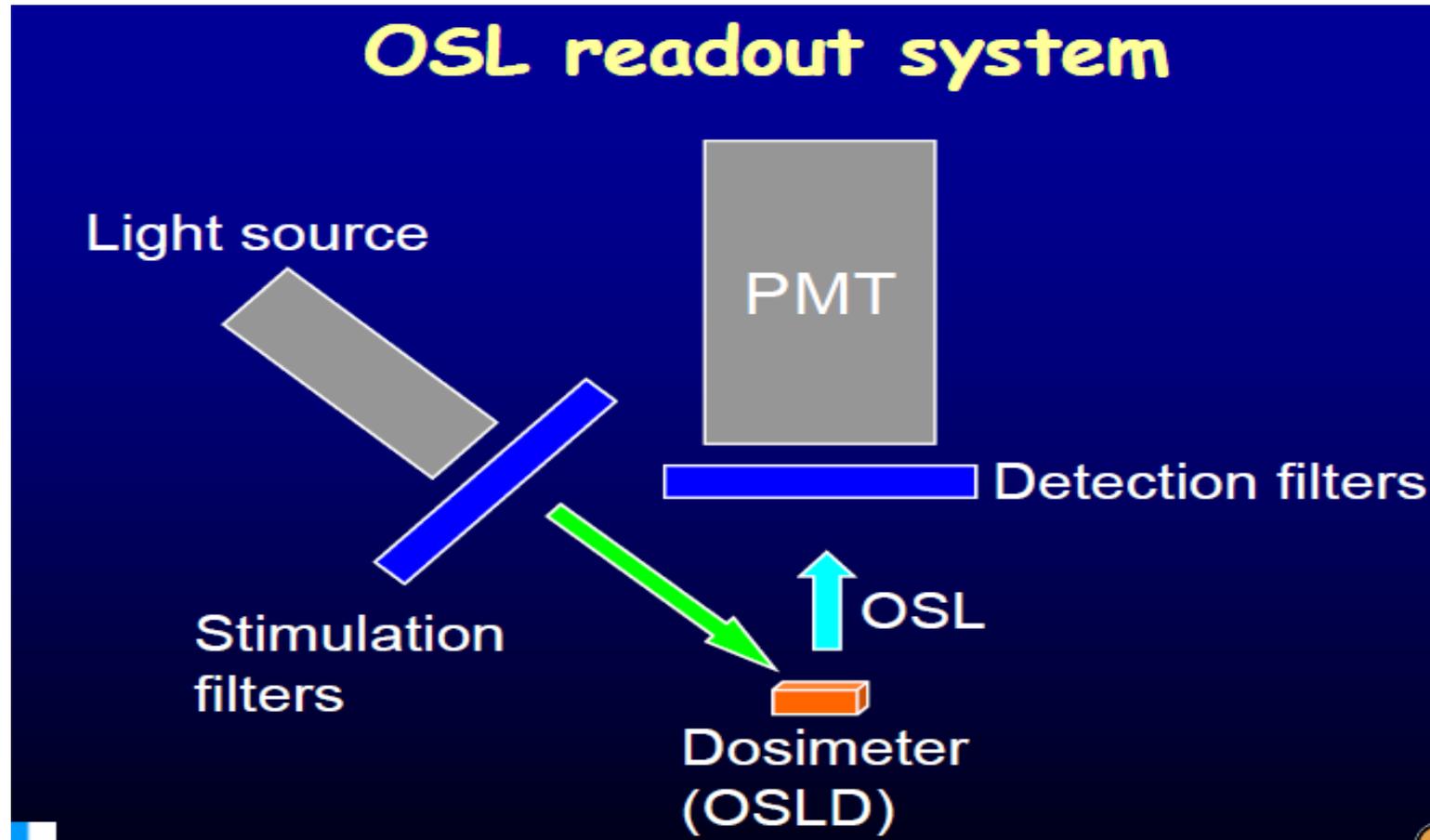
DETECTORES OSL (Luminiscencia por Estimulación Óptica)

Mecanismo OSL



DETECTORES OSL (Luminiscencia por Estimulación Óptica)

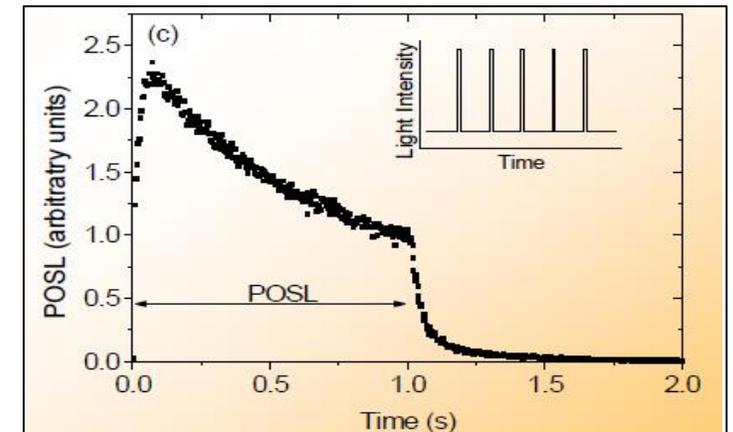
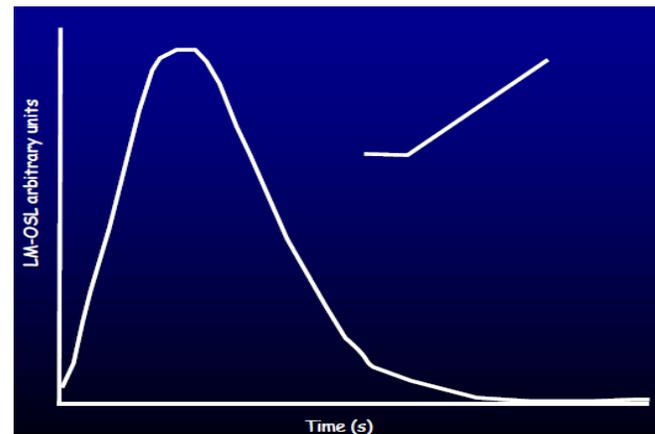
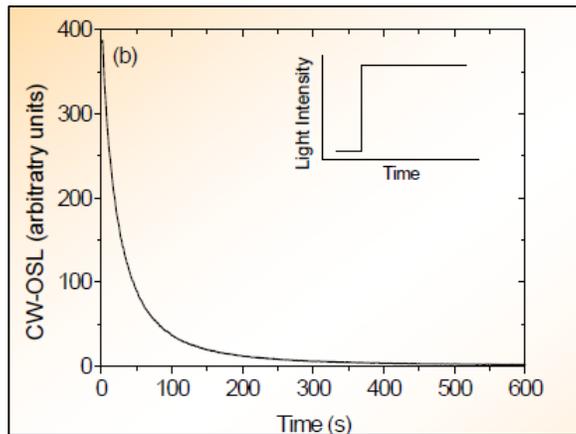
Esquema de un Lector Dosímetros OSL



DETECTORES OSL (Luminiscencia por Estimulación Óptica)

Métodos de Estimulación Óptica:

- ❑ CW-OSL (continuous-wave OSL): la intensidad de la luz de estimulación se mantiene constante y la señal de OSL se mide de forma continua a lo largo del periodo de estimulación.
- ❑ LM-OSL (linear-modulation OSL): la intensidad de estimulación cambia en forma de rampa lineal mientras se mide la señal de OSL.
- ❑ POSL (pulsed OSL) en el que la luz de estimulación es pulsada y la señal de OSL se mide sólo entre los pulsos.



DETECTORES OSL (Luminiscencia por Estimulación Óptica)

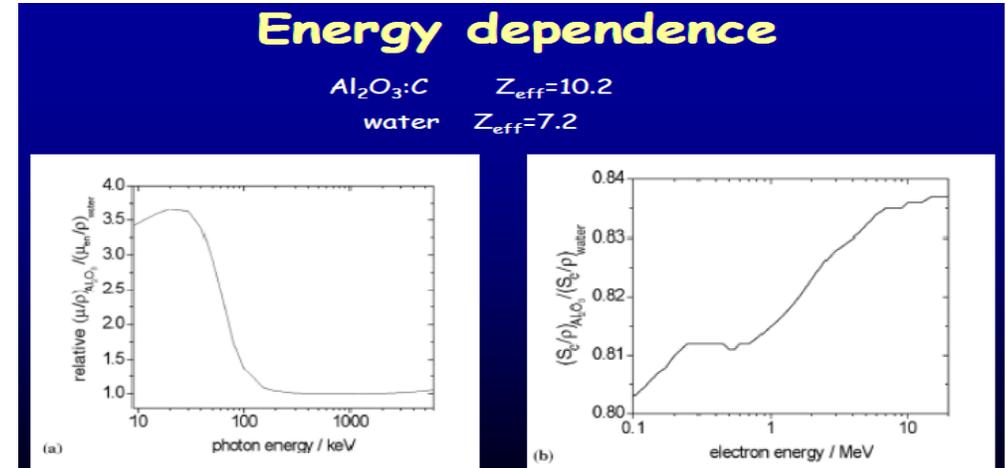
Características

Material fundamental utilizado: Óxido de Aluminio, dopado con Carbono ($\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$).

Algunos autores afirman que el $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$ tiene de 30 a 60 veces más sensibilidad que el $\text{LiF}:\text{Mg},\text{Ti}$.

Esta propiedad permite el uso de pequeñas muestras del material para las mediciones, lo que le confiere una *alta resolución espacial* y una *baja dependencia direccional*.

- Pequeñas dimensiones
- Excelente reproducibilidad
- Respuesta lineal con la dosis
- Respuesta independiente de la tasa de dosis
- Respuesta energética no es tejido equivalente.
- Respuesta angular apropiadas



DETECTORES OSL (Luminiscencia por Estimulación Óptica)

Ventajas y Desventajas

PRINCIPALES VENTAJAS

- Mayor sensibilidad y precisión.
- Pequeñas dimensiones.
- Proceso de lectura muy rápido y no destructivo.
- Fading despreciable
- No necesitan borrado adicional.
- Pueden ser puestos a cero y reutilizados

PRINCIPALES DESVENTAJAS

- Sensibilidad a la luz
- Respuesta energética no es tejido equivalente
- Acumulan una señal residual debido a trampas con energías profundas que no pueden vaciarse absolutamente mediante el blanqueado óptico con luz fluorescente.

DETECTORES OSL (Luminiscencia por Estimulación Óptica)

Aplicaciones



DOSIMETRÍA PERSONAL
Cuerpo entero
Extremidades



DOSIMETRÍA CLÍNICA.

DOSIMETRÍA AMBIENTAL.

INVESTIGACIONES.



BIBLIOGRAFÍA



- Publicación ICRP 60. 1990 Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica.. Ann. CIPR 21 (1-3).
- Publicación ICRP 103. Las recomendaciones de 2007 de la CIPR. Ann. CIPR 37 (2-4).
- OIEA. *Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad.* GSR Parte 3. (2016).
- OIEA. *Occupational Radiation Protection.* GSG-7. (2018).