

**Curso de capacitación continuada en  
materia de radioprotección para  
Responsables de Protección  
Radiológica.**

**P-05 Métodos de medición de las  
radiaciones ionizantes.**

# Objetivo

- **Que los participantes conozcan los tipos de detectores de radiación mas usados. Entender las principales diferencias existentes entre ellos y conozcan el uso recomendado que debe darse a los diferentes tipos de detectores.**

# Contenido

- Detectores. Clasificación básica.
- Detectores gaseosos. Tipos y principio de funcionamiento.
- Detectores de centelleo. Principio de funcionamiento.
- Detectores de emulsión fotográfica. Principio de funcionamiento.
- Detectores de semiconductores. Principio de funcionamiento.
- Detectores termoluminiscentes. Principio de funcionamiento.
- Uso recomendado de los diferentes tipos de detectores.

# ¿Que es un detector?

Dispositivo que utiliza la energía de la radiación ionizante incidente y la transforma en una señal que puede ser detectada y cuantificada.

Para cumplir su función los detectores utilizan propiedades muy bien conocidas de las radiaciones ionizantes como son:

- Ionización (detectores gaseosos, emulsión fotográfica),
- Excitación (termoluminiscencia, centelleo).



# ¿Como pueden clasificarse los detectores?

Según su principio de funcionamiento los detectores se clasifican como:

- Detectores gaseosos,
- Detectores de centelleo,
- Detectores de semiconductores,
- Detectores de emulsión fotográfica,
- Detectores termoluminiscentes.

Según su tiempo de respuesta se clasifican en:

- Detectores de medición directa,
- Detectores de medición diferida.

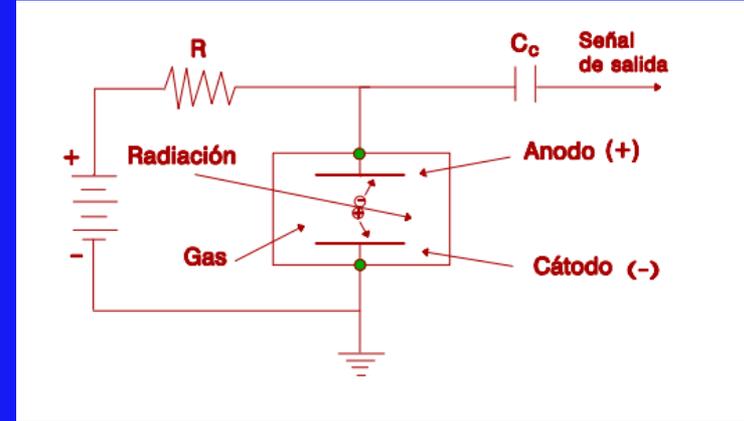


# ¿Como funcionan los detectores gaseosos?

Su principio de funcionamiento se basa en la colección de carga eléctrica que se produce por el paso de las radiaciones ionizantes en un volumen de gas que normalmente se comporta como un medio aislante.

La carga se colecta insertando dos electrodos (ánodo y cátodo) en el volumen del gas y conectando estos electrodos a una diferencia de potencial inducida entre los dos electrodos.

La intensidad de la carga eléctrica colectada dependerá de la magnitud de energía (dosis) que atraviesa el volumen de gas.



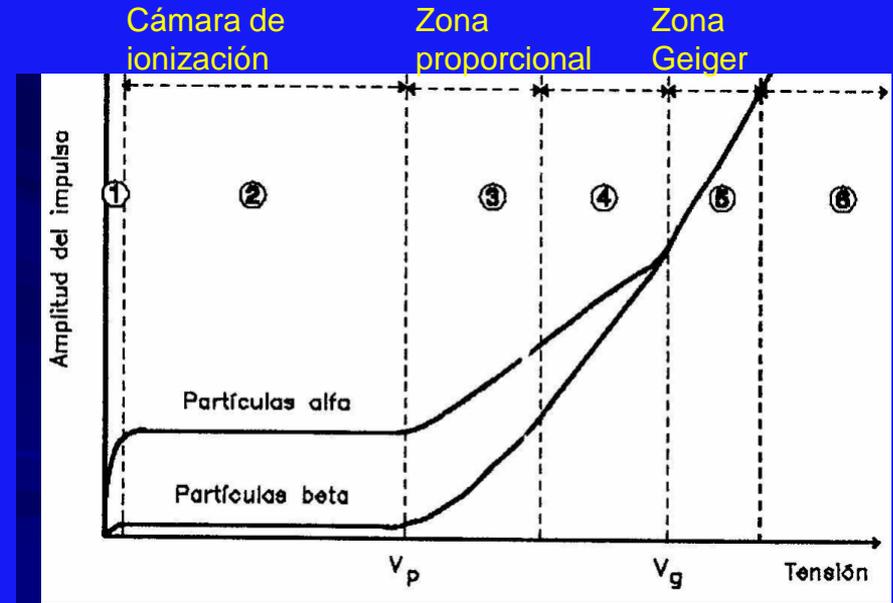
# ¿Que tipos de detectores gaseosos existen?

Existen tres tipos de detectores gaseosos que son:

**Cámaras de ionización.** La amplitud del impulso no depende del voltaje de polarización

**Detectores proporcionales.** La amplitud del impulso depende fuertemente del voltaje de polarización pero permite diferenciar el tipo de radiación incidente.

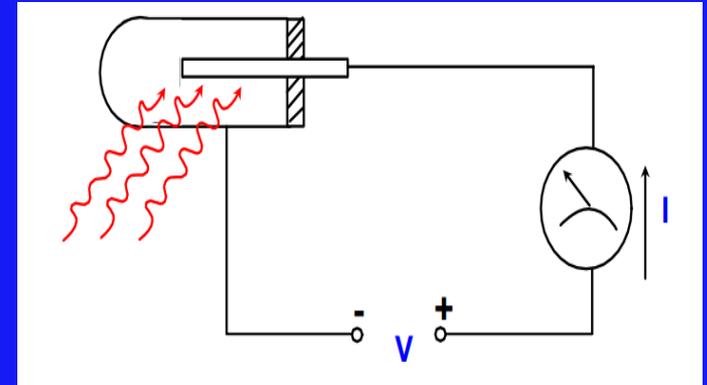
**Detectores Geiger.** La amplitud del impulso depende fuertemente del voltaje de polarización pero no permite diferenciar el tipo de radiación incidente.



# Detectores tipo cámara de ionización.

En la cámara de ionización, la tensión de polarización aplicada produce un campo eléctrico suficiente para que sea posible la colección de toda la carga generada por la radiación incidente. Se clasifican, atendiendo a la forma de los electrodos, en plano-paralelas o cilíndricas.

- Las Cilíndricas están formadas por un electrodo en forma de cilindro hueco y el otro electrodo un alambre o varilla central. La pared exterior de la cámara no debe ser muy gruesa a fin de que pueda ser atravesada por la radiación que se quiere detectar.
- Las Plano-paralelas tienen sus electrodos en esa configuración y son particularmente útiles para medir electrones.

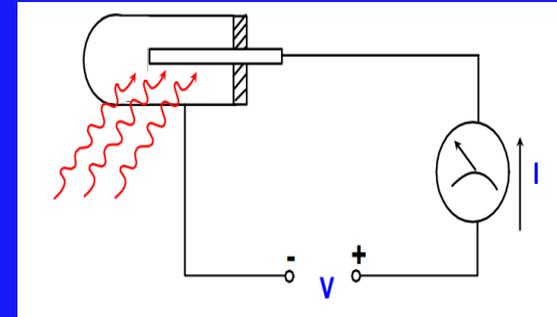


# Contador Proporcional.

El esquema de un detector proporcional es análogo al de una cámara de ionización, siendo la tensión aplicada entre los electrodos, la diferencia fundamental entre ambos detectores.

Al aumentar la tensión de un detector gaseoso, se presenta un fenómeno de multiplicación de carga . Este fenómeno consiste en que adicionalmente a la ionización primaria (originada por la radiación incidentes) los iones formados adquieren tal energía que son capaces de ionizar otras moléculas del gas que no fueron ionizadas por la radiación incidente.

No todas las geometrías de electrodos son igualmente favorables para este tipo de detector. Por esta razón los contadores proporcionales emplea por lo general una geometría coaxial, de cátodo cilíndrico y ánodo en forma de un hilo metálico muy fino. El contador proporcional trabaja satisfactoriamente como espectrómetro, siempre que la partícula ionizante disipe la totalidad de su energía en el volumen sensible del detector.



# Contador Geiger.

El contador Geiger es un mero contador de todas las partículas ionizantes que alcanzan el volumen sensible del detector. La tensión de polarización es tan alta que los impulsos medidos alcanzan todos la misma amplitud, independientemente de la ionización primaria producida por la radiación, no dan información sobre la naturaleza de la radiación incidente o de la energía de ésta.

Tienen la ventaja que la amplitud del impulso es suficiente para activar directamente sistemas electrónicos de registro, sin necesidad de amplificación previa. Esta circunstancia, que abarata considerablemente la cadena electrónica, constituye la cualidad más apreciada en este tipo de detector.

La principal limitación de este tipo de detector es el **"tiempo muerto"** que es el tiempo durante el cual el sistema no puede registrar otro evento después de ocurrido un evento anterior. Este fenómeno es muy importante cuando se mide radiación pulsada. Un contador Geiger tarda mucho tiempo (aproximadamente 1 ms) para recuperarse entre pulsos sucesivos

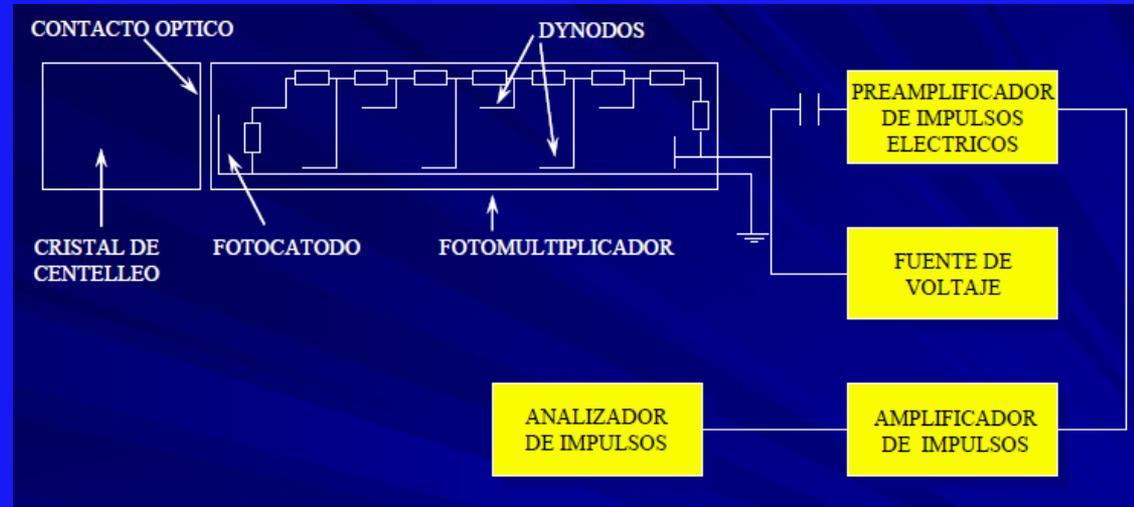


# Detectores de Centelleo.

Su principio de funcionamiento se basa en el registro de la luz fluorescente emitida por algunos materiales al recibir la energía proveniente 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.

Estos detectores se caracterizan por:

1. Elevada velocidad de respuesta.
2. Buena linealidad en energía.
3. Mejor sensibilidad a la radiación gamma que los detectores gaseosos



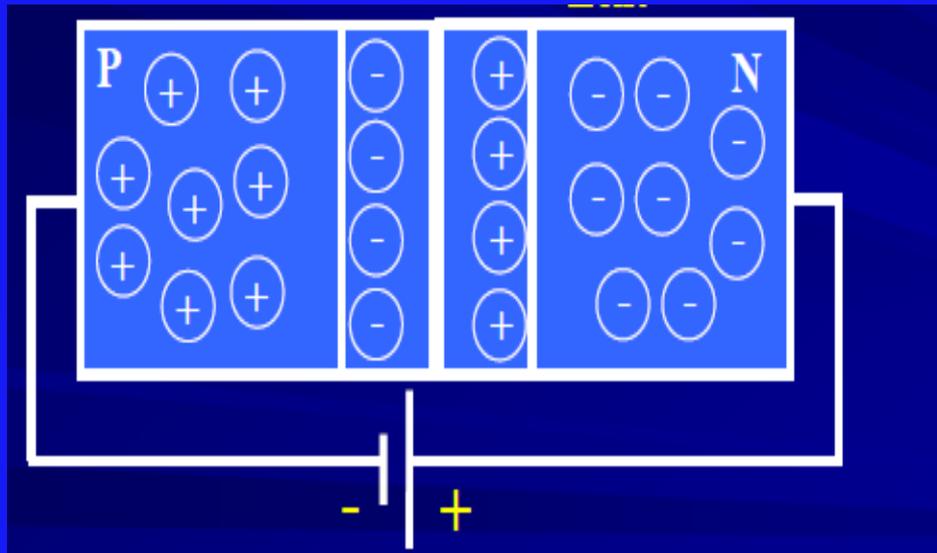
# Detectores de emulsión fotográfica.

Su principio de funcionamiento se basa en la ionización de la sal de Bromuro (cloruro) de Plata ( $\text{AgBr}$ ) contenida en la película fotográfica produciéndose iones  $\text{Ag}^+$  y  $\text{Br}^-$ . A mayor cantidad de radiación (dosis) mayor cantidad de iones producidos. Después con un proceso de revelado se reduce químicamente la  $\text{Ag}^+$  y se produce el ennegrecimiento de la película que es proporcional a la dosis registrada por el detector.



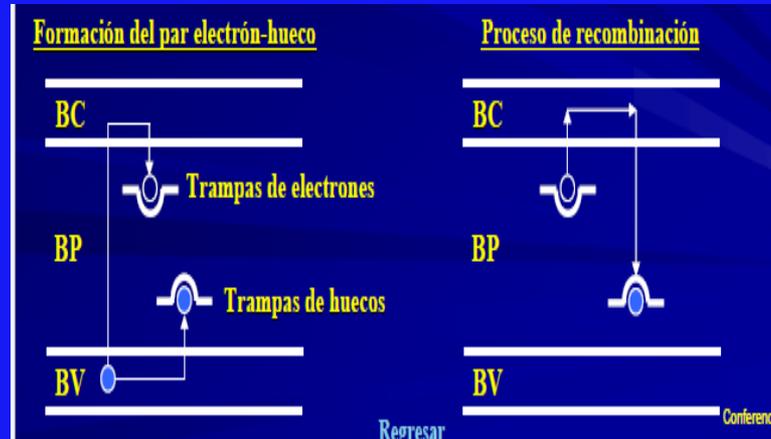
# Detectores de semiconductores.

Su principio de funcionamiento se basa en la ionización un material semiconductor sometido a una diferencia de potencial. El principio de colección de carga igual que en el caso de los detectores gaseosos pero con mucho mayor sensibilidad. Se necesita 10 veces menos energía (dosis) para crear un par de portadores de carga que en el caso de los detectores gaseosos.



# Detectores de termoluminiscentes (TLD).

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 en su estructura 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. La luz detectada es proporcional al número de portadores de carga (electrones y huecos) atrapados que es a su vez proporcional al número de portadores de carga formado por la acción de la radiación.

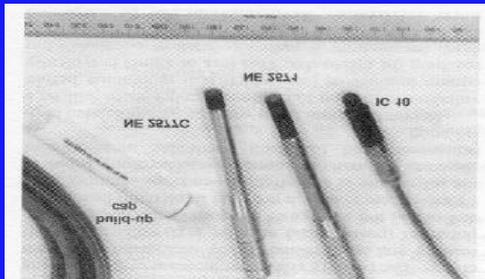


# Usos recomendados de los detectores.

Atendiendo a las características de los detectores, algunos son mas recomendables para usos particulares. A continuación se relacionan los usos mas recomendables.

Cámaras de ionización:

1. Medición de Dosis y Tasa de dosis.  
Particularmente para radiación pulsada generada por Rx de baja y alta energía.
2. Medición de Actividad en detectores con forma de Pozo.
3. Medición de contaminación superficial.



# Usos recomendados de los detectores.

Atendiendo a las características de los detectores, algunos son mas recomendables para usos particulares. A continuación se relacionan los usos mas recomendables.

Detectores proporcionales:

1. Equipos de espectrometría gamma.
2. Medición de contaminación superficial.



# Usos recomendados de los detectores.

Atendiendo a las características de los detectores, algunos son mas recomendables para usos particulares. A continuación se relacionan los usos mas recomendables.

Detectores Geiger:

1. Equipos de medidores de dosis y tasa de dosis en radiación Beta-Gamma.
2. Medición de contaminación superficial en radiación Beta-Gamma.



# Usos recomendados de los detectores.

Atendiendo a las características de los detectores, algunos son mas recomendables para usos particulares. A continuación se relacionan los usos mas recomendables.

Detectores de centelleo:

1. Equipos de medidores de actividad en radiación Beta-Gamma.
2. Medición de contaminación superficial en radiación Beta-Gamma.



# Usos recomendados de los detectores.

Atendiendo a las características de los detectores, algunos son mas recomendables para usos particulares. A continuación se relacionan los usos mas recomendables.

Detectores de emulsión fotográfica:

1. Dosimetría individual.



# Usos recomendados de los detectores.

Atendiendo a las características de los detectores, algunos son mas recomendables para usos particulares. A continuación se relacionan los usos mas recomendables.

Detectores Semiconductores:

1. Muy usados en espectrometría. Por ejemplo el detector PIPS “Detector Plano de Silicio Implantado y Pasivado” para espectrometría ALFA.



# Usos recomendados de los detectores.

Atendiendo a las características de los detectores, algunos son mas recomendables para usos particulares. A continuación se relacionan los usos mas recomendables.

Detectores Termoluminiscentes:

1. Muy usados en Dosimetría personal.
2. Dosimetría Clínica.



## *Conclusiones:*

- 1. La radiaciones deben ser medidas utilizando detectores apropiados que permitan recibir una información correcta sobre los riesgos asociados.*
- 2. Existen diferentes tipos de detectores que pueden ser utilizados para medir la radiaciones.*
- 3. Se debe seleccionar adecuadamente el tipo de detector que será utilizado en cada caso.*

