

## Detectores de Radiación Ionizante

### (Velocidad de propagación de señales y detectores de centello )

#### **Profesor Responsable:**

Dr. Jose Ruben Alfaro Molina

Instituto de Física

ruben@fisica.unam.mx

#### **Laboratorio en donde se desarrollará la práctica:**

Instituto de Física

Edificio de Colisiones

Salón HAWC operaciones.

#### **Áreas:**

Electrónica, Instrumentación de Física de Altas Energías.

#### **Habilidades y conocimientos adquiridos:**

Los estudiantes aprenderán a usar el osciloscopio, generadores de pulsos, detectores de luz para medir la velocidad de propagación de señales electromagnéticas en diferentes conductores. Posteriormente se los estudiantes aprenderán los principios básicos de la construcción y operación de los detectores de centello.

#### **Objetivos:**

- a) Familiarizar a los estudiantes con el manejo de instrumentación utilizada en la Física Experimental de Altas Energías. La introducción a estas técnicas implica el conocer las velocidades de transmisión de señales en diferentes conductores.
- b) Familiarizar a los estudiantes con el manejo de instrumentación utilizada en la Física Experimental de Altas Energías mediante la construcción de un detector de centello y la detección de muones producidos por rayos cósmicos.

## **Introducción:**

En la Física Experimental de Altas Energías la sincronización de las señales de los detectores es crucial, tener un cable 15 cm más largo de lo planeado implica tener un error de  $5 \times 10^{-10}$  segundos, a pesar de parecer muy pequeño, este error puede ser suficiente como para concluir que hay partículas que viajan más rápido que la luz en el vacío. Un ejemplo de esto sucedió en 2011 cuando la colaboración OPERA anunció y publicó un artículo científico sobre la existencia de neutrinos que viajaban más rápido que la luz. Tiempo después se retractaron, ya que encontraron un mal acoplamiento de una fibra óptica, lo que modificaba la velocidad de propagación de las señales y por ende cometían un error en la medida de la velocidad de los neutrinos. Una vez tomada en cuenta la correcta velocidad de propagación concluyeron que su primer resultado era falso.

Como la velocidad de propagación de campos electromagnéticos depende de las propiedades del medio en el que viaja, cuando se diseñan detectores y experimentos hay que tomar en cuenta dichas características para evitar conclusiones erróneas. En esta práctica se medirán las velocidades de propagación-transmisión de señales eléctricas en diferentes conductores y de señales de luz en diferentes medios.

En una segunda parte se estudiará la radiación ionizante; la radiación con la energía suficiente para ionizar la materia, extrayendo los electrones de sus estados ligados al átomo. Para detectar la presencia de radiación y para medir las magnitudes que la cuantifican es necesario utilizar detectores especialmente contruidos para cada aplicación particular. Todos los detectores de radiación ionizante se basan en los diferentes procesos de interacción de la radiación con la materia. Existen diferentes tipos de detectores: de estado sólido, centelleo, gaseosos y químicos. En particular en este laboratorio se armara un detector de centello capaz de detectar muones producidos por rayos cósmicos que interaccionan con los gases de la atmosfera.

## **Metodología (a):**

i.- Con la ayuda de un generador de pulsos se formarán dos señales con características similares y casi simultáneas y con menos de 1 nano segundo de resolución temporal. Las señales se visualizan con un osciloscopio de alta velocidad de muestreo. Se registra la velocidad de arribo de las señales respecto a una referencia. Analizando los datos se hace una gráfica de longitud del conductor contra diferencia de tiempo de la cual se extrae la velocidad de propagación en el medio. Se encontrarán las incertidumbres en las medidas debido a fluctuaciones estadísticas y a errores sistemáticos.

### **Material y equipo (a):**

Generador de pulsos de nano segundos Osciloscopio de 2 Giga muestras por segundo, Diodo LED superbrillante, tubo Fotomultiplicador

Fuente de alto voltaje, cables de diferentes especificaciones y longitudes Tubos de diferentes longitudes y materiales.

### **Metodología (b):**

i.- Se utilizaran plástico centelleo y tubos fotomultiplicadores para armar un par de detectores de centello. Se determinara el voltaje de operación de los tubos fotomultiplicadores al realizar una grafica de numero de partículas registradas contra alto voltaje.

ii.- Las señales de estos detectores serán procesadas en modo de coincidencia con lo que la señales producidas por partículas como electrones y rayos gamma podrán ser discriminados y por lo que se estará asegurando que principalmente se están detectando muones. Se observara la diferencia entre la energía perdida por partículas medidas hechas en coincidencia (muones) y medidas sin coincidencia (electrones, gammas muones).

iii.- En modo de coincidencia al separar la distancia entre los detectores de centello se podrá observar se podrá observar el como el numero de partículas cambia y se introducirá el concepto de ángulo subtendido por un arreglo (ángulo sólido).

### **Material y equipo (b):**

Osciloscopio de 2 Giga muestras por segundo, Módulos de electrónica estándar NIM, tubo Fotomultiplicador, plásticos centelladores, materiales reflectores y materiales opacos.

### **Bibliografía:**

William R. Leo "Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments", Springer 1994

Pruneau Claude, "Data Analysis Techniques for Physical Scientists", Cambridge, University Press, 2017