



Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

| | |
|---|---|
| Tutor/a: | Patricia Sánchez Lucas |
| Departamento y Área de Conocimiento: | Departamento de Física Teórica y del Cosmos. Área de Física Teórica |
| Correo electrónico: | patriciasl@ugr.es |
| Cotutor/a: | |
| Departamento y Área de Conocimiento: | |
| Correo electrónico: | |

| | |
|----------------------------|---|
| Título del Trabajo: | Desarrollo de un sistema de amplificación criogénico para fotosensores de silicio |
|----------------------------|---|

| | | | | | |
|--|----------------|---------------------------------------|---|---|--|
| Tipología del Trabajo: (Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14) | (Marcar con X) | 1. Revisión bibliográfica | | 4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio | |
| | | 2. Estudio de casos teórico-prácticos | | 5. Elaboración de un proyecto | |
| | | 3. Trabajos experimentales | X | 6. Trabajo relacionado con prácticas externas | |
| | | | | | |

Breve descripción del trabajo:

Los fotosensores son los elementos clave que detectan la producción de luz en todos los experimentos de física de partículas y de sus propiedades depende la bondad de los resultados experimentales. La calidad de la señal que proporciona todo fotosensor se ve afectada principalmente por dos factores: la atenuación a través del cableado y el ruido de captación. Ambos factores dependen principalmente de la longitud y material del cableado, así como de la frecuencia de la señal. En los futuros experimentos de oscilaciones de neutrinos, con dimensiones de varios miles de metros cúbicos, el primer factor será un problema de vital importancia ya que la distancia desde los fotosensores hasta el lugar de adquisición de datos será de centenas de metros. Una posible forma de solucionar este problema es usar un amplificador de señal acoplado al fotosensor, lo cual reduciría el ruido y amplificaría la señal directamente en el punto donde se ha detectado. En el caso particular de experimentos de neutrinos basados en la tecnología de las cámaras de proyección temporal con argón líquido, el desarrollo de un amplificador de estas características tiene una dificultad adicional: el amplificador debe soportar temperaturas criogénicas (~90K). Por tanto, el objetivo de este trabajo es desarrollar y/o identificar un sistema de amplificación que sea adecuado para fotosensores que trabajen a temperaturas criogénicas. Se buscarán amplificadores de uso comercial con diferentes ganancias de salida para implementarlos en la placa de lectura de un fotosensor y se estudiará su comportamiento cuando se sumergen en un baño de nitrógeno líquido. Se identificará el mejor candidato en base al factor de ganancia, el nivel de ruido y la resiliencia a temperaturas criogénicas. En este proyecto se contará con la ayuda de un técnico de laboratorio (experto en electrónica) para el diseño del circuito donde se debe conectar el amplificador.

Objetivos planteados:

- Familiarizarse con la técnica de detección de luz en los experimentos de oscilaciones de neutrinos que usan la tecnología de las cámaras de proyección temporal con argón líquido.
- Entender el principio de operación de un tipo particular de fotosensor denominado fotomultiplicador de silicio (SiPM de sus siglas en inglés) y ver su funcionamiento en el laboratorio.
- Aprender el manejo del equipo estándar de laboratorio (osciloscopio, fuentes de alimentación, generador de ondas...)
- Identificar distintos amplificadores adecuados para acoplarse a este tipo particular de fotosensor de silicio.
- Integrar los amplificadores en la placa de lectura de los fotosensores contando con la ayuda del personal de laboratorio experto en electrónica.
- Medir el factor de amplificación y la razón señal/ruido de cada amplificador.
- Estudiar el comportamiento de cada amplificador en un baño de nitrógeno líquido.
- Identificar el mejor amplificador y/o combinación de ellos que proporciona la óptima lectura de los fotosensor de silicio.



- Escribir un informe final en base a los hallazgos, problemas encontrados y soluciones adoptadas.

Metodología:

Para la realización de este proyecto se trabajará en el laboratorio de criogenia del Dpto. de Física Teórica y del Cosmos (situado en el Polígono Tecnológico de los Ogijares), el cual cuenta con personal de apoyo cualificado para tareas de electrónica, así como con un suministro regular de nitrógeno líquido.

En una primera fase del proyecto será necesario estudiar los fundamentos teóricos sobre el funcionamiento de los fotosensores de silicio y las posibles formas de amplificar la señal que proporcionan. Tras esto, se pasará a una siguiente fase de trabajo práctico en el laboratorio, en el que primeramente será necesario familiarizarse con el correcto uso del instrumental que se encuentra en el mismo.

Los amplificadores que se someterán a estudio para este proyecto se identificarán entre una selección que ya se encuentra en el laboratorio. Dichos amplificadores deberán integrarse en la placa de lectura de los fotosensores de silicio, de forma que la señal de salida se obtenga tras el paso por el amplificador. El laboratorio cuenta con el instrumental necesario para llevar a cabo las medidas de ganancia y la razón señal/ruido (osciloscopios, fuentes de alimentación, iluminación LED, ...). Para el estudio de resistencia a las temperaturas criogénicas se sumergirán los amplificadores en un Dewar lleno con nitrógeno líquido y se comprobará su funcionamiento en dichas condiciones. Los datos adquiridos y las señales registradas durante el transcurso de este proyecto deberán analizarse usando códigos en C++ o Python.

Finalmente se identificará el mejor amplificador en base a todos los parámetros de rendimiento estudiados y a su futuro uso en experimentos de detección de neutrinos.

Bibliografía:

- [1] - DUNE Collaboration, *Long-baseline neutrino oscillation physics potential of the DUNE experiment*, Eur. Phys. J. C (2020) 80:978.
- [2] - DUNE Collaboration, *Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE), Far Detector Technical Design Report Volume IV: Far Detector Single-phase Technology*, JINST 15 (2020) 08, T08010. (Only Chapter 5).
- [3] - S. Gundacker, A. Heering, *The silicon photomultiplier: fundamentals and applications of a modern solid-state photon detector*, Phys. Med. Biol. (2020) 65 17TR01.
- [4] - A. Falcone et al., *Cryogenic SiPM arrays for the DUNE photon detection system*, Nucl. Instrum. Meth. A 985 (2021) 164648.
- [5] - <https://root.cern.ch>

A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG

Alumno/a propuesto/a: Sonia Uribe Enríquez

Granada, 13 de Mayo 2022

Sello del Departamento