



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: | Caracterización de fotosensores de silicio sensibles al rango ultravioleta en el vacío |
|----------------------------|--|

| | | | | | |
|--|----------------|---------------------------------------|---|---|--|
| 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 fotomultiplicadores de silicio (SiPMs, de sus siglas en inglés) son fotosensores de estado sólido que han mostrado ser una excelente alternativa a los voluminosos tubos fotomultiplicadores que tradicionalmente se han usado en los experimentos de física de partículas. Esto se debe principalmente a que los SiPMs tiene una excelente resolución a los fotoelectrones. Otras características muy ventajosas de los SiPMs frente a los tubos fotomultiplicadores son su reducido tamaño (varios mm² vs cm²), su precio económico y su pureza en términos de radio-impurezas. Sin embargo, la mayoría de los SiPMs que se encuentran disponibles comercialmente son sólo sensibles a fotones del rango visible (400-700nm), lo que los hace inadecuados para detectores de centelleo que utilizan gases nobles, ya que la luz de centelleo de estos suele estar en el rango del ultravioleta en el vacío (VUV), que es inferior a 200nm. Recientemente, los fabricantes Hamamatsu y FBK han empezado a desarrollar SiPMs que son sensibles a la luz en el rango VUV, con una eficiencia de detección de ~25% para 178nm. El objetivo de este proyecto es por lo tanto caracterizar dos SiPMs sensibles al rango VUV, uno de la empresa Hamamatsu y otro de FBK. Se determinará la ganancia, el voltaje de ruptura y las curvas de intensidad y voltaje, así como las cuentas oscuras y el ruido correlacionado. Las medidas se harán tanto a temperatura ambiente como a temperatura criogénica. De la comparación de ambos SiPMs se determinará qué modelo es más adecuado para su posible instalación en un futuro experimento de detección de interacciones de neutrinos.

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 hacerlo funcionar en el laboratorio.
- Aprender el manejo del equipo estándar de laboratorio (osciloscopio, fuentes de alimentación, generador de ondas...).
- Estudiar el comportamiento de un SiPM cuando se introduce una diferencia de potencial en modo directo y en inverso para calcular el voltaje de ruptura y la constante de proporcionalidad (quenching resistance). Se usará una unidad fuente de medida (SMU, de sus siglas en inglés).
- Determinar el factor de ganancia de los SiPMs mediante iluminación con un LED.
- Determinar la tasa cuentas oscuras a temperatura criogénica y comparación con las especificaciones del fabricante.
- Estudio del ruido correlacionado en los SiPMs.
- 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 Ogjares), el cual cuenta con personal de apoyo cualificado para tareas de electrónica y un suministro regular de nitrógeno líquido.

En la primera fase del proyecto será necesario estudiar los fundamentos teóricos sobre el funcionamiento de los fotosensores de silicio. 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 SiPMs que se quieren caracterizar ya se encuentran disponibles en dicho laboratorio. Para la puesta en funcionamiento de los SiPMs se deberá establecer un pequeño montaje experimental que contará con una fuente de alimentación, un generador de ondas y un osciloscopio. Los SiPMs se harán funcionar tanto expuestos a una fuente de luz como en condiciones de extrema oscuridad. Además, para el estudio del comportamiento de dichos sensores a temperaturas criogénicas se sumergirán los mismos en un Dewar lleno con nitrógeno líquido. Los datos adquiridos y las señales registradas durante el transcurso de este proyecto deberán analizarse usando códigos en C++ o Python.

Finalmente se compararán los resultados obtenidos para los SiPMs de las empresas Hamamatsu y FBK y se decidirá cuál es más adecuado para su posible uso en un experimento de neutrinos en base a los parámetros de rendimiento estudiados.

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: Marina Bolívar Peláez

Granada, 13 de Mayo 2022

Sello del Departamento