



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 un novedoso sensor de silicio de la empresa FBK para su aplicación en el experimento de neutrinos DUNE.																
Tipología del Trabajo: (Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)	<table border="1"> <tr> <td>(Marcar con X)</td> <td>1. Revisión bibliográfica</td> <td></td> <td>4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2. Estudio de casos teórico-prácticos</td> <td></td> <td>5. Elaboración de un proyecto</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>3. Trabajos experimentales</td> <td>X</td> <td>6. Trabajo relacionado con prácticas externas</td> <td></td> </tr> </table>	(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	
(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:
<p>Los neutrinos pueden tener la clave para entender por qué el Universo contiene materia, pero sin embargo no vemos trazas de antimateria. Para averiguar esto, un gran esfuerzo internacional está creciendo alrededor del futuro experimento de neutrinos DUNE. Este experimento estudiará neutrinos producidos en el acelerador de Fermilab (EE.UU). Los neutrinos serán medidos dos veces: primero, muy cerca de la fuente, con un detector cercano y después, con un detector lejano, tras un viaje de 1300 km</p> <p>El detector lejano de DUNE estará compuesto de 4 módulos que se basarán en la tecnología de las cámaras de proyección temporal con argón líquido. En estas cámaras, cuando una partícula interacciona y deposita energía ocurren dos cosas: i) algunos átomos se ionizan y producen electrones libres (señal de carga). ii) Otros átomos simplemente se excitan y al desexcitarse emiten fotones (señal de luz o centelleo). Esta señal de luz es crucial en el detector para determinar el tiempo de la interacción. En DUNE se ha decidido que para detectar esta señal de luz se usarán modernos detectores de silicio, denominados SiPM. Estos fotosensores de estado sólido han mostrado ser una excelente alternativa a los voluminosos PMTs que tradicionalmente se han usado en los experimentos de física de partículas. Esto se debe a que los SiPMs tiene una excelente resolución. Además, otras características muy ventajosas son su reducido tamaño, su precio económico y su pureza. En DUNE, se ha decidido que todos los SiPMs que se instalarán en el experimento procederán de dos empresas diferentes: Hamamatsu (Japón) y FBK (Italia).</p> <p>El objetivo de este proyecto es por lo tanto caracterizar uno de los SiPMs (modelo FBK CSP 2025) que FBK ha diseñado expresamente para DUNE. La empresa ha diseñado varios modelos atendiendo a las necesidades del experimento y hay que estudiar qué modelo puede ser más conveniente en función de sus características de ruido intrínseco. A lo largo del trabajo 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.</p>
Objetivos planteados:
<ul style="list-style-type: none"> Familiarizarse con la técnica de detección de luz en el experimento de oscilaciones de neutrinos DUNE. 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).
- Determinar el factor de ganancia de los SiPMs mediante iluminación con un LED.
- Determinar la tasa cuentas oscuras a temperatura criogénica.
- 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 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.

El SiPM de la empresa FBK que se va a caracterizar se encuentra disponible en el 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. Para los tests se usará un placeholder individual diseñado en España en el que se encontrará la electrónica y que también podrá sumergirse en nitrógeno líquido. El SiPM se hará funcionar tanto expuesto 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.

Los datos obtenidos para el sensor en cuestión se estudiarán para evaluar la idoneidad del dispositivo para el experimento DUNE en función de su resistividad a la temperatura criogénica y su ruido intrínseco.

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:

Granada, a 17 de Mayo 2023

Sello del Departamento