

Resumen

Los telescopios de neutrinos son una nueva forma de observar el Universo. Desde hace más de una década se están diseñando este tipo de estructuras con el propósito de estudiar el Universo desde un nuevo punto de vista, el de las partículas que se generan en los aceleradores de partículas cósmicos. Estas infraestructuras no solo se limitan al estudio del Universo, sino que también pueden ser utilizadas en el campo de la Física de partículas e incluso en el estudio de la vida submarina.

La mayoría de estos telescopios se basan en la detección de la llamada luz de Cherenkov mediante fotomultiplicadores, la diferencia entre ellos radica en el medio en que se ubican (hielo o agua) y en la infraestructura utilizada. Concretamente, los telescopios europeos montan dichos fotomultiplicadores en una estructura vertical submarina anclada a gran profundidad, la cual está sometida a la influencia de las corrientes marinas. Por este motivo sufren desplazamientos que afectan a la localización de los fotomultiplicadores y se hace necesaria la implementación de un sistema de posicionamiento para que el telescopio sea funcional. Para ello se utiliza un sistema acústico consistente en unos emisores anclados al suelo marino y unos receptores situados en los diferentes niveles de la estructura vertical. Uno de los objetivos de la presente tesis es el desarrollo de estos emisores acústicos.

Con este fin se han desarrollado diferentes prototipos de laboratorio con los que se han ido escalando prestaciones hasta obtener un prototipo que ha sido instalado y testeado en los telescopios ANTARES y NEMO. Así se demostró que el prototipo funcionaba perfectamente dentro de los requisitos establecidos, pasándose a diseñar una versión final del emisor acústico mucho más potente y funcional para ser montada dentro de vasijas de aluminio junto con un traductor omnidireccional en las anclas del nuevo telescopio de neutrinos KM3NeT. Conjuntamente con la empresa MSM se elaboraron 18 equipos para KM3NeT-ARCA, dos de los cuales fueron instalados en la primera campaña marina a finales de 2015 comprobándose su correcto funcionamiento.

Por otro lado, la interacción de los neutrinos ultraenergéticos con la materia también produce un pulso termoacústico con forma bipolar, simetría axial y altamente directivo. Desde hace años se está estudiando la viabilidad de la técnica de detección acústica y la posibilidad de implementarla en dichos telescopios. Para poder poner a prueba y calibrar dicha técnica es necesario disponer de un sistema emisor acústico que sea capaz de generar una señal similar a la descrita. Este ha sido el segundo objetivo desarrollado en esta tesis.

Para ello se ha diseñado un calibrador compacto y versátil basado en un array de transductores acústicos usando generación paramétrica. Dada la complejidad del pulso a emular y lo novedoso de la técnica a utilizar, se ha requerido la realización de numerosas pruebas de laboratorio con el fin de conseguir unos transductores adecuados y la electrónica capaz de hacerlos funcionar a la potencia y eficiencia requerida. Los positivos resultados obtenidos en esta línea hacen prever que, en breve, podremos obtener un calibrador acústico de neutrinos funcional.

Finalmente, cabe reseñar que he participado en las diferentes investigaciones y actividades que se describen en la tesis, siendo mi cometido principal el desarrollo tanto de la electrónica como de los diferentes softwares/firmwares implicados en los emisores acústicos desarrollados.