Detección de muones con AMIGA en el observatorio Pierre Auger

El Observatorio Pierre Auger fue diseñado para estudiar astropartículas de muy alta energía, es decir $E \geq 1 \times 10_{18}$ eV, mediante la detección del desarrollo de la lluvia en la atmósfera y las partículas secundarias sobre la superficie terrestre. Para la detección del desarrollo longitudinal se usan telescopios de fluorescencia ubicados en los vértices del área cubierta por el observatorio. Por otra parte, para la detección a nivel del suelo se usan tanques detectores (WCD) que mediante fotomultiplicadores (PMTs) en la tapa del mismo logran capturar la radiación Cherenkov producida por las partículas al interactuar con el agua. Con este mismo fin, se han instalado antenas de radio que capturan la componente electromagnética de la lluvia, detectando la radiación generada por la interacción de las partículas cargadas y el campo electromagnético de la Tierra. Asimismo, AMIGA es un detector compuestos por paneles de barras centelladoras enterrados a 2 m de la superficie. Este fue diseñado para extender el rango de energía detectada por el Observatorio Pierre Auger a energías menores y estudiar la composición química de la partícula primaria.

Actualmente, AMIGA consta de siete estaciones instaladas en el campo, cada una de ellas cuenta con un sistema embebido de adquisición y control. Este tiene como principales tareas la configuración remota del módulo, solicitud de los datos y monitoreo de las variables vitales usadas para realizar estudios de desempeño y estabilidad. Además, brinda acceso remoto a una terminal de comandos mediante una red IP, lo que permite operar la estación a distancia con fines de calibración y diagnóstico.

Debido al gran volumen de datos que puede generar la detección de astropartículas, se usa un sistema de *trigger* basado en dos instancias. La primera de ellas, revisar si el detector de superficie ha detectado alguna lluvia. Así, los WCD para establecer cuando arribó una lluvia hacen una inspección permanente de la señal temporal de los PMTs y cuando tres de estos ubicados en tanques diferentes, que no se encuentren alineados, tienen un aumento de flujo en una ventana de tiempo de 2ns, entonces se guardan los datos. Al mismo tiempo, esta señal es capturada por la electrónica de AMIGA e inicia la adquisición. Sin embargo los datos guardados son solo el número de muones que atraviesan las barras centelladoras. Para realizar este conteo se ha establecido un nivel de *trigger* interno establecido en dos single fotoelectrones (SPE). Esta cantidad es definida como el pulso respuesta equivalente producido por el desprendimiento de un electrón en el fotocátodo. Finalmente, con esta información se busca caracterizar la señal depositada en los contadores de muones por astropartículas con diferente composición química.

Referencias

- Almela, A. *Contadores de muones del Observatorio Pierre Auger: Diseño y técnicas de operación*. Tesis Doctoral. Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires, Argentina. 2019.
- B Wundheiler for the Pierre Auger Collaboration. *The AMIGA muon counters of the Pierre Auger Observatory: performance and first data*. En: Proc. 32nd International Cosmic Ray Conference, Beijing, China. Vol. 3. 2011, págs. 84-87. DOI : 10.7529/ICRC2011/V03/0341.
- D. Ravignani y A.D. Supanitsky. *A new method for reconstructing the muon lateral distribution with an array of segmented counters*. En: Astroparticle Physics 65 (2015), págs. 1-10. DOI : https://doi.org/10.1016/j.astropartphys. 2014.11.007.