

Chapter 1

Introducción

1.0.1 Motivación

Desde los inicios de la humanidad, el conocimiento sobre el mundo ha surgido de la observación del entorno. Durante milenios, el ser humano ha utilizado sus sentidos para obtener información sobre las características de su alimento, el clima, sus depredadores y muchos otros aspectos fundamentales para su supervivencia. Sin embargo, con el desarrollo de sus habilidades cognitivas, esta capacidad de observación evolucionó hacia preguntas sobre la naturaleza de las cosas, su composición y origen, dando lugar a la actividad científica.

A principios del siglo XX, la idea del átomo como unidad estructural de la materia llevó a científicos como Thomson y Rutherford a interactuar con nuevos tipos de radiación descubiertos, como los rayos catódicos y las partículas alfa, revelando la naturaleza eléctrica y la distribución interna del átomo, respectivamente. Estos avances fueron posibles gracias a montajes experimentales basados en sistemas de detección especializados, diseñados sistemáticamente para interactuar con las partículas incidentes y proporcionar información sobre la respuesta del objeto bajo inspección.

A grandes rasgos, un sistema de detección de partículas está compuesto por un detector que utiliza una o varias interacciones de la partícula objetivo para generar un evento de detección en forma de señal eléctrica. En segundo lugar, la electrónica de lectura, que se puede dividir en una etapa analógica denominada electrónica de front-end para el acondicionamiento de la señal y en una etapa digital que compone al sistema de adquisición (DAQ) y procesamiento de datos. Finalmente, se dispone de una infraestructura para la transmisión de señales eléctricas, ópticas o híbridas hacia subsecuentes sistemas de procesamiento o almacenamiento [Kolanoski].

Sin embargo, la electrónica comercial dedicada a la lectura de detectores suele ser costosa, voluminosa y de capacidades limitadas. Por ello, este trabajo se centra

en la implementación y prueba de un sistema de detección para un detector GEM (Gas Electron Multiplier), con un enfoque en la adquisición, procesamiento digital y comunicación de señales, empleando tecnología SoC (System on Chip) con hardware configurable en FPGA (Field Programmable Gate Array) y un procesador embebido. El objetivo es desarrollar una plataforma accesible y flexible para la experimentación en física nuclear y de partículas.

1.0.2 Objetivos

Como meta principal se propone diseñar y desarrollar un sistema de adquisición de datos basado en FPGA para detectores GEM. Para lograr esto, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar los requerimientos técnicos del sistema de adquisición de datos (DAQ) en función del sistema de detección
- Seleccionar el hardware adecuado para cumplir con los requerimientos del DAQ
- Programar el hardware, firmware y software para la adquisición y procesamiento de datos de acuerdo a las necesidades del experimento
- Implementar la comunicación entre las distintas etapas del DAQ
- Diseñar y programar una interfaz de usuario acorde a las necesidades del experimento para la interacción con el DAQ

1.0.3 Estructura de la tesis

Este trabajo se divide en capítulos. Inicialmente, en el capítulo de teoría, se abordan tanto los principales conceptos de la física de los detectores GEM, como una revisión general de la electrónica involucrada en un DAQ en el contexto de la instrumentación para detectores. En segundo lugar, en el capítulo de sistema, se realiza una descripción y caracterización de los dispositivos utilizados en la cadena de lectura de señales, así como de su integración en el sistema completo de detección. A continuación, se presentan los resultados experimentales que incluyen la calibración del DAQ y su respectivo análisis. Finalmente, se exponen las conclusiones y perspectivas del trabajo.