Bucaramanga, 04 de febrero de 2020

Profesores

**COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO**

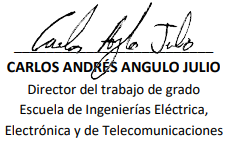
Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Universidad Industrial de Santander

**Referencia: Presentación de plan de trabajo de grado.**

Estimados profesores,

Considerando los Artículos 3o., 8o. y 11o. del Capítulo IX del Título V del Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado[[1]](#footnote-1) nos permitimos presentar a su consideración el plan de trabajo de grado en la modalidad de trabajo de investigación “*Implementación de un sistema para el registro de eventos relacionados con rayos cósmicos secundarios”* preparado por la estudiante de ingeniería electrónica Dora Luz Ballesteros Delgado, código 2134741. Dicho documento cuenta con nuestro visto bueno por lo que respetuosamente solicitamos la designación de evaluador.

Atentamente,

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  **CARLOS ANDRÉS ANGULO JULIO**  Director del trabajo de grado  Escuela de Ingenierías Eléctrica,  Electrónica y de Telecomunicaciones | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  **LUIS ALBERTO NÚÑEZ DE VILLAVICENCIO MARTÍNEZ**  Codirector del trabajo de grado  Escuela Física | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  **JESÚS PEÑA RODRÍGUEZ**  Codirector del trabajo de grado  Escuela de Física |

ANEXO: Original del documento con el plan de trabajo de grado “*Implementación de un sistema para el registro de eventos relacionados con rayos cósmicos secundarios*”.

Plan de trabajo de grado

Modalidad: Trabajo de investigación

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL REGISTRO DE EVENTOS RELACIONADOS CON RAYOS CÓSMICOS SECUNDARIOS**

PRESENTADO ANTE:

Comité de Trabajos de Grado E3T

Por:

Dora Luz Ballesteros Delgado





ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES

Bucaramanga,04 de febrero de 2020

**RESUMEN**

|  |  |
| --- | --- |
| Titulo: | Implementación de un sistema para el registro de eventos relacionados con rayos cósmicos secundarios |
|  |  |
| Autores: | Dora Luz Ballesteros Delgado, 2134741, [*DORA.BALLESTEROS@correo.uis.edu.co*](mailto:DORA.BALLESTEROS@correo.uis.edu.co) |
|  |  |
| Director: | Carlos Andrés Angulo Julio, Docente cátedra, [*cangulo@cps.uis.edu.co*](mailto:cangulo@cps.uis.edu.co) |
|  |  |
| Codirectores: | * Luis Alberto Núñez de Villavicencio Martínez, Profesor escuela de física, *lnunez@uis.edu.co* * Jesús Peña Rodríguez, Magister en ingeniería electrónica, *jesus.pena@correo.uis.edu.co* |
|  |  |
| Modalidad: | Trabajo de Investigación |
|  |  |
| Entidades Interesadas: | *Latin American Giant Observatory (LAGO).*  Grupo Halley de astronomía y ciencias espaciales.  Grupo de investigación CPS |
|  |  |
| Duración: | 16 semanas |
|  |  |
| *Breve reseña del trabajo:*  **OBJETIVO GENERAL**  Implementar un sistema digital para el registro de eventos relacionados con rayos cósmicos secundarios obtenidos por medio de los Detectores Cherenkov de Agua (WCD) del arreglo Guane.  **DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO**  En este proyecto se busca mejorar los sistemas de adquisición y preprocesamiento de datos usados en la colaboración LAGO y darles continuidad e independencia respecto a las referencias de FPGA que se encuentran temporalmente en el mercado. Para esto se tomará información captada previamente por un detector Cherenkov al cual se le acoplará una tarjeta con FPGA y una Raspberry.  En la FPGA se implementarán un conjunto de bloques jerárquicos que permitan detectar eventos relacionados con rayos cósmicos tales como: discriminación de datos, corrección de línea base, control de voltaje de polarización de los tubos fotomultiplicadores (PMT).  En la raspberry se desarrollarán algoritmos que permitan la comunicación con periféricos con el fin de establecer el tiempo de adquisición, la ubicación geográfica, la presión atmosférica y la temperatura. Así mismo, en este dispositivo se generará y guardará un archivo con información sobre las señales captadas. | |

# JUSTIFICACIÓN

Este trabajo se plantea en el marco del proyecto LAGO el cual involucra diversas instituciones académicas de América Latina. El objetivo de dicho proyecto es crear una red de detección de rayos cósmicos con miras a realizar análisis de eventos de clima espacial.

Los puntos en la red de detección constan de WCDs[[2]](#footnote-2), sistemas para la adquisición de datos, sensores que generan información relevante para el post procesamiento de las señales y dispositivos para el preprocesamiento y almacenamiento de la información. Dentro de estos dispositivos se cuenta con la tarjeta de desarrollo con FPGA *Nexys 2* para realizar la discriminación de datos con el fin de determinar cuáles de los eventos son válidos.

Dada la descontinuación tarjeta *Nexys 2*, en este proyecto se plantea hacer una actualización del sistema de preprocesamiento migrando a una tarjeta basada en una FPGA con herramientas de desarrollo libre. En esta FPGA se implementarán circuitos que permitan:

* controlar mediante PWM la fuente de voltaje de los tubos fotomultiplicadores (PMT[[3]](#footnote-3)) del WCD,
* realizar la corrección de línea base para disminuir el factor de error asociado a variaciones en la temperatura atmosférica,
* analizar los datos para determinar cuáles pueden corresponder a un evento relacionado con los rayos cósmicos.

Además de los datos del evento, también se debe almacenar información relacionada con el entorno de la adquisición. Para esto se acoplarán dos periféricos que brinden información acerca del tiempo en que se captura cada evento y la presión atmosférica, la temperatura ambiente y la ubicación geográfica del detector.

# OBJETIVOS

**Objetivo General**

Implementar un sistema digital para el registro de eventos relacionados con rayos cósmicos secundarios obtenidos por medio de los Detectores Cherenkov de Agua (WCD) del arreglo Guane.

**Objetivos Específicos**

* Implementar en a nivel RTL4 en FPGA circuitos para lograr la regulación de la fuente de alto voltaje para los PMT del detector, la corrección de línea base y la discriminación de señal.
* Transmitir los datos capturados desde el FPGA hacia la raspberry.
* Comunicar la raspberry con dos periféricos que permitan obtener información relacionada con el entorno del WCD (ubicación, hora, temperatura ambiente y presión atmosférica).
* Registrar la información relacionada con aquellos eventos que puedan ser considerados debidos a rayos cósmicos en raspberry.

# ALCANCES

* Al momento de la elección de la FPGA se buscarán aquellas tarjetas que permitan el uso de herramientas de desarrollo libres.
* El preprocesamiento de los datos se llevará a cabo en la FPGA. Para esto se implementarán circuitos a nivel RTL[[4]](#footnote-4)4 que permitan comparar los datos de entrada con un nivel de referencia para determinar qué datos pueden corresponder a un evento. En la FPGA también se implementarán circuitos para controlar la fuente de alto voltaje de los PMTs mediante una señal PWM y para generar un nivel de referencia que permita llevar a cabo la corrección de línea base.
* Los datos que se procesarán en la FPGA corresponderán a adquisiciones de un WCD realizadas con anterioridad.
* La información relacionada con el entorno al momento de la adquisición de los datos será obtenida por medio de dos periféricos así:
* un módulo GPS para determinar la hora y la ubicación geográfica del WCD,
* un módulo con sensores para medir la temperatura ambiente y la presión atmosférica.
* El correcto funcionamiento del sistema será verificado mediante la simulación de sus componentes y comparación del archivo de salida con la respuesta de un detector de la colaboración LAGO.

# CRONOGRAMA

En el Cuadro 1 se describe el cronograma de actividades correspondiente a este plan de trabajo:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Actividades** | **Meses** | | | | | | | | | | | | | | | |
| **1** | | | | **2** | | | | **3** | | | | **4** | | | |
| Selección de FPGA, GPS y sensor de presión y temperatura. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Descripción de los circuitos a implementar en FPGA: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| \* Corrección de línea base |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| \* Control fuente de alto voltaje para PMT |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| \* Discriminación de datos |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Implementación de la comunicación entre FPGA y raspberry. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Integración de los dos periféricos al sistema |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Generación y almacenamiento de archivos de salida |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Documentación |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Cuadro 1. Cronograma de actividades.

# RECURSOS

En los Cuadros 2 y 3 se muestran los recursos necesarios para la ejecución del presente trabajo.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nombre** | **Función** | **Horas por semana** | **Dedicación [Semanas]** |
| Carlos Andrés Angulo Julio | Director | 2 | 16 |
| Jesús Peña Rodríguez | Codirector | 1 | 16 |
| Luis A. Núñez de Villavicencio Martínez | Codirector | 1 | 16 |
| Dora Luz Ballesteros Delgado | Investigadora | 30 | 16 |

Cuadro 2. Recurso humano.

|  |  |
| --- | --- |
| **Concepto** | **Cantidad** |
| Sistema de desarrollo basado en FPGA | 1 |
| Sistema embebido con sistema operativo y acceso a red | 1 |
| Equipos de cómputo con acceso a internet | 1 |

Cuadro 3. Equipos.

# BIBLIOGRAFÍA

* *The Latin American Giant Observatory* (LAGO) (2019, noviembre 6) [En Línea]. Disponible en: <http://lagoproject.net/>

Página principal del proyecto LAGO.

* Grupo LAGO (GT3). (2019, noviembre 6) [En Línea]. Disponible en: <http://cevale2.uis.edu.co/~cevale2/wiki/index.php/Grupo_LAGO_(GT3)>.

Wiki dedicada a las actualizaciones de la colaboración LAGO, contiene documentos técnicos, esquemáticos, archivos fuentes de la programación y resultados experimentales obtenidos con los dispositivos construidos hasta la fecha.

* M. Sofo Haro, L.H. Arnaldi. *The data acquisition system for the Latin American Giant Observatory* (LAGO), 2016.
* icoBoard: a FPGA based IO board for RaspberryPi (2019, noviembre 6) [En Línea]. Disponible en: <http://icoboard.org/>

1. Acuerdo del Consejo Superior No. 72 de octubre 8 de 1982 modificado por el Acuerdo del Consejo Superior No. 004 de febrero 12 de 2007 [↑](#footnote-ref-1)
2. 2 WCD = *Water Cherenkov Detector* (Detector Cherenkov en Agua): Sistema de detección que consiste en un tanque de agua sellado para evitar el ingreso de luz desde el exterior y recubierto en su interior con un material que permita una alta difusión lumínica. Su funcionamiento se basa en el efecto Cherenkov según el cual cuando una partícula cargada rompe la velocidad de la luz en un medio (agua) generando un cono luminoso de cuya intensidad se puede obtener información del evento. [↑](#footnote-ref-2)
3. 3 PMT = *Photo-Multiplier Tubes* (Tubos fotomultiplicadores): Detectores de luz extremadamente sensibles diseñados para reaccionar ante una mínima cantidad de luz incidente. Operan con una fuente de alto voltaje conectada a una escalera resistiva que polariza sus terminales. [↑](#footnote-ref-3)
4. 4 RTL: *Register transfer level* : lenguaje de transferencia de registros. [↑](#footnote-ref-4)