



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

Facultad de Ciencias

GRADO EN INGENIERÍA
ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE GRADO
**MECANISMOS DE TEST
PARA SISTEMAS DE
ADQUISICIÓN DE
SEÑALES EN
TELESCOPIOS DE
NEUTRINOS**

Presentado por:

D. José Manuel Rueda Sánchez

Tutor:

Prof. D. Antonio Francisco Díaz García

Curso académico 2021/2022

RESUMEN

En este Trabajo de Fin de Grado, se exploran mecanismos y métodos de testeo software para sistemas de adquisición de señales. En el caso particular de este documento, el análisis de señales será el de las necesarias para realizar la sincronización de las mediciones realizadas por un telescopio de neutrinos, cuya FPGA con microcontrolador integrado realizará además de la digitalización de los eventos (detección del neutrino, propiamente dicho) mediante el uso de un conjunto de fotomultiplicadores conectados a esta. Posteriormente, estos datos serán transmitidos por redes de alta velocidad al laboratorio para su posterior procesado y análisis.

Este tipo de telescopios ha de ser emplazado en zonas a alta profundidad del suelo marino, lo que hace su acceso físico directo complicado. Por esto mismo, es crucial asegurar previamente en laboratorio su correcto funcionamiento (la detección y captación de las señales deseadas).

Para ello, se ha instalado un dispositivo **CNT-91**. Este avanzado analizador de frecuencias e intervalos de tiempo (dispositivos comúnmente denominados *counters*) fabricado por la empresa *Pendulum Instruments* hará las veces de herramienta de calibrado para la detección de eventos sincronizados por un dispositivo **DOWR**, un reloj *Grandmaster* GPS de alto rendimiento, que desempeñará el papel de Time Server distribuyendo tiempo UTC usando tecnología *White Rabbit* para enlaces fibra de larga longitud (+80km), y también un dispositivo **WRS-3/18** al ser este también capaz de realizar las funciones de *Grandmaster* en configuración *Free Running* con la ayuda de su oscilador interno. Ambos dispositivos, **DOWR** y **WRS-3/18**, fabricados por la empresa *Orolia Spain SLU* (anteriormente *Seven Solutions S.L.*).

De este modo se verifican de los datos de sincronismo que obtenemos para certificar que el dispositivo funciona a pleno rendimiento se realizará una comparativa de los mismos con los tres dispositivos anteriormente mencionados: **CNT-91**, **DOWR** y **WRS-3/18**. A raíz de esta comparativa, se obtendrán una serie de conclusiones en el capítulo final acerca del objeto del trabajo de este documento.

ABSTRACT

In this Final Degree Project, software testing mechanisms and methods for signal acquisition systems are explored. In the particular case of this document, the signal analysis will be that of those necessary to carry out the synchronization of the measurements made by a neutrino telescope, whose FPGA with an integrated microcontroller will carry out, in addition to the digitization of the events (neutrino detection, properly said) by using a set of photomultipliers connected to it. Subsequently, these data will be transmitted by high-speed networks to the laboratory for further processing and analysis.

This type of telescope has to be located in areas deep in the sea floor, which makes direct physical access difficult. For this reason, it is crucial to previously ensure its correct operation in the laboratory (the detection and capture of the desired signals).

For this, a **CNT-91** device has been installed. This advanced frequency and time interval analyzer (devices commonly called *counters*) manufactured by the company Pendulum Instruments will serve as a calibration tool for the detection of events synchronized by a **DOWR** device, a high-performance *Grandmaster* GPS clock, which will play the role of Time Server distributing UTC time using *White Rabbit* technology for long fiber links (+80km), and also a **WRS-3/18** device as it is also capable of performing *Grandmaster* functions in Free Running configuration with the help of its internal oscillator. Both devices, **DOWR** and **WRS-3/18**, manufactured by the company *Orolia Spain SLU* (formerly *Seven Solutions S.L.*).

In order to verify the synchronism data that we obtain to certify that the device works at full capacity, a comparison will be made with the three aforementioned devices: **CNT-91**, **DOWR** and **WRS-3/18**. As a result of this comparison, a series of conclusions will be obtained in the final chapter about the object of the work of this document.