

Transmisión on line de datos RIOMETRICOS

Leonardo J. Navarria
Grupo de Investigación y Desarrollo
en Radiofrecuencia e
Instrumentación
Facultad de Ciencias Astronómicas
y Geofísicas
Universidad Nacional de La Plata
Paseo del Bosque s/n B1900FWA
La Plata
lnavarria@fcaglp.unlp.edu.ar
ORCID 0000-0002-1061-4896

Ricardo E. García
Grupo de Investigación y Desarrollo
en Radiofrecuencia e
Instrumentación
Facultad de Ciencias Astronómicas
y Geofísicas
Universidad Nacional de La Plata
Paseo del Bosque s/n B1900FWA
La Plata
regarcia@fcaglp.unlp.edu.ar

Guillermo D. Rodríguez
Grupo de Investigación y Desarrollo
en Radiofrecuencia e
Instrumentación
Facultad de Ciencias Astronómicas
y Geofísicas
Universidad Nacional de La Plata
Paseo del Bosque s/n B1900FWA
La Plata
grodriquez@fcaglp.unlp.edu.ar

Resumen— El objetivo del trabajo consistió en el desarrollo de un sistema de adquisición y transmisión de datos en tiempo real para un instrumento Riometro, (de sus siglas en inglés, **Relative Ionospheric Opacity Meter for Extra-Terrestrial Emissions of Radio**). La adquisición de los datos en tiempo real permite observar en todo momento el comportamiento de las capas inferiores de la ionósfera monitoreando los niveles de ionización en estas. El equipo original empleaba un multímetro, el cuál permitía la conexión con una PC con Windows XP, resultando actualmente obsoleto e impráctico. En este trabajo se detalla una actualización de la adquisición y transmisión de datos, además de una mejora a los efectos de un ruido electromagnético que interfiere en la adquisición correcta de los datos.

Palabras Claves—RIOMETRO, adquisición, transmisión

I. INTRODUCCIÓN

La red SARINET [1] (South America Riometer Network) era una red compuesta de riómetros de la Universidad de Takushoku (Tokio, Japón) instalada en Sudamérica para investigar la ionósfera y principalmente los efectos que sobre ella producen la precipitación de partículas energéticas, las cuales se ven incrementadas por la presencia de la Anomalía Magnética del Atlántico Sur (AMAS). La red poseía 12 riómetros operativos [2], cinco de los cuales se habían instalado por gestión y con participación del Departamento de Geomagnetismo y Aeronomía de la Facultad de Cs. Astronómicas y Geofísicas de la UNLP, en distintas instituciones de la Argentina.

La discontinuidad de la red SARINET ha generado que los equipos queden al cuidado de

las Unidades Académicas que recolectaban los datos. En el caso en estudio, quienes quedaron a cargo del mantenimiento del instrumental es el Grupo de Investigación y Desarrollo en Radiofrecuencia e Instrumentación. (GIDRI) de la Facultad de Ciencias Astronómicas de la Universidad Nacional de La Plata (FCALP-UNLP).

Los riómetros son instrumentos pasivos que miden en forma continua la recepción de emisiones electromagnéticas muy estables de ciertas galaxias cercanas. Llamado ruido cósmico. Dichas ondas de radio sufren normalmente absorción en la parte inferior de la ionosfera (particularmente en capa D), y este fenómeno se incrementa en caso de eventos ionizantes extraordinarios (precipitación de partículas, fulguraciones solares, etc). El instrumento permite la detección y caracterización de tales eventos recibiendo señales de radio a frecuencias del orden de los 30 MHz [2].

II. FUNCIONAMIENTO DE LOS RIOMETROS

Cuando una onda electromagnética atraviesa la ionósfera sufre una atenuación, principalmente en la capa D, la cual es posible determinar aplicando la fórmula de Appleton-Hartree (Davies, 1990) (1).

$$Att[dB] = 4,6 * 10^{-5} \int \frac{N_e * v}{v^2 + (\omega \pm \omega_H \cos \Theta)^2} dl \quad (1)$$

En esta ecuación Att es la atenuación en decibeles, Ne es la densidad electrónica, v es la frecuencia de colisión entre electrones y partículas neutras, ω_H la pulsación de la girofrecuencia del electrón, ω la pulsación de la onda electromagnética, Θ el ángulo entre la perpendicular del campo magnético y la

dirección de propagación y, por último, de la diferencial de camino recorrido por la onda.

Analizando las diferencias de absorción de un día cualquiera en comparación con el nivel de señal recibida en días sin eventos ionizantes extraordinarios (Día Quieto), es factible determinar fenómenos anómalos de variación en la densidad electrónica como lo expresa la ecuación 1.[3]

La observación del ruido cósmico en la superficie terrestre por los riómetros es efectuada en el rango de 20 a 200 MHz, empleando nuestros equipos, 38,2 MHz.

Los RIOMETROS requieren para su instalación emplazamientos especiales, donde las perturbaciones electromagnéticas sean mínimas. En la actualidad, estas ubicaciones son difíciles de encontrar tanto en los grandes centros urbanos como en ciudades más pequeñas debido a la gran diversidad de dispositivos inalámbricos empleados en la vida actual, por lo que se suma la necesidad de disponer de un sistema autónomo independiente de provisión de energía eléctrica, para operar el mismo en zonas remotas. Cabe destacar que para la riometría es fundamental medir de forma continua los valores durante un período mensual, pudiendo así poder determinar la Curva de Día Quieto [2] que permita determinar las anomalías de absorción

III. SISTEMA DE MEDICIÓN

A. Riómetro original

El riómetro original opera con un arreglo de dos dipolos con un diagrama de radiación fijo, midiendo la radiación recibida desde el cenit. En la fig. 1 se muestra la placa del amplificador y convertidor potencia-tensión del RIOMETRO.



Figura 1: Tarjeta Amplificadora

Este equipo es alimentado por una fuente de alimentación de 110 VAC. Esta tensión es rectificadora por una fuente lineal para obtener las tensiones de 12V, 0V y -12V necesarias para el funcionamiento. Dentro de la tarjeta

amplificadora/medidora de potencia existen controles que permiten modificar el valor de Tensión de salida y el nivel de mínima detección, es decir, ajuste de ganancia y ajuste de cero, además de compensaciones de ganancia por temperatura fundamental en este tipo de sistemas radiométricos.

B. Sistema de almacenamiento de datos.

Los instrumentos originales realizaban la adquisición de datos conectando la salida de la señal del convertidor potencia -tensión a voltímetros con conexión a PC. Para aumentar la autonomía por duración de la batería de los voltímetros, estos eran alimentados con una fuente de 110 VAC, similar a la alimentación del RIOMETRO. El voltímetro obtenía la medición en tiempo real y luego mediante una conexión vía USB y su SOFTWARE se almacenaban en una PC con Windows XP. El almacenamiento de estas muestras debía ser guardado diariamente de forma manual por un operador para no perder los valores obtenidos, generando así una tarea engorrosa y monótona para obtener las mediciones. Fig. 2

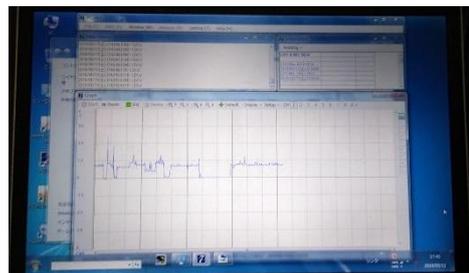


Figura 2: Captura de la medición en tiempo real

Los valores obtenidos eran mensualmente enviados a la red SARINET para el procesamiento de forma conjunta con el resto de los RIOMETROS.

IV. IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA

Para poder actualizar el sistema y realizar el muestreo de las tensiones y la adquisición de datos se evaluaron diferentes tecnologías disponibles optando por emplear una placa Arduino® [4]. Esta plataforma de desarrollo está basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador re-programable. Este dispositivo posee además un convertidor analógico digital interno de 10 bits que provee una resolución adecuada para realizar la adquisición de datos deseada. Además, el equipo de recepción fue calibrado

con un generador de frecuencias y analizador espectral.

Para poder transmitir, almacenar y acceder a los datos de forma remota se seleccionó el dispositivo Arduino modelo UNO junto con una tarjeta de expansión modelo W5100 con la finalidad de agregar un puerto de red Ethernet y un slot para conexión de tarjetas de memoria SD.

Para almacenar los datos se utilizó la plataforma ThingSpeak (fig. 4), la cual se basa en Internet of Things (IoT). Esta plataforma pertenece a la empresa MATLAB® y permite almacenar datos obtenidos de sensores en la nube y desarrollar aplicaciones IoT. Thingspeak también ofrece aplicaciones que permiten analizar, visualizar los datos con la herramienta MATLAB así como también modificarlos con una rutina semi- personalizada. Los datos de los sensores pueden ser enviados desde Arduino, Raspberry Pi, BeagleBone Black u otras plataformas similares.

El Observatorio Magnético de “Las Acacias” (LAS, Lat.: -35°.0; Long.: 302°.3) (fig. 3) perteneciente a la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata ha sido el lugar elegido para instalar el instrumento, sitio en el cual desde hace unas seis décadas se viene registrando el campo magnético terrestre y realizando trabajos de actualización [5].

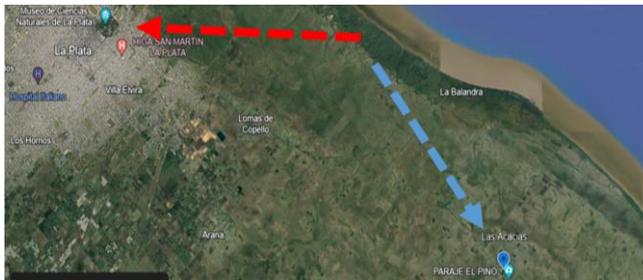


Figura 3: Ubicación del predio “Las Acacias”

C. Inconvenientes encontrados

Para la conexión con el router, por condiciones del emplazamiento se optó por Wi-Fi pero debido a que el equipo se encuentra instalado a una distancia aproximada de 100 metros del modem de transmisión de señal, hubo que instalar dos routers y configurarlos con dirección IP fija para que funcionen en modo repetidor y así obtener el alcance necesario .

El sistema de alimentación original se realizaba a través de una fuente convencional de transformador con rectificador. Tanto la placa de procesamiento de señal como la fuente

se encontraban en el mismo gabinete provocando esto interferencias a la señal de interés, no pudiendo así obtener correctamente el dato. Como solución, se aisló la fuente instalándose en un gabinete externo empleando cable mallado para alimentar al sistema.

D. .Medición en Campo

Con las actualizaciones realizadas el equipo está funcionando en forma estable desde hace aproximadamente un semestre. En la siguiente figura puede observarse la pantalla de adquisición.

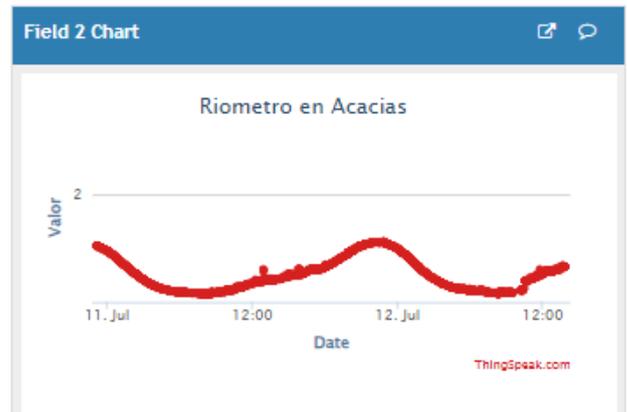


Figura 4: Lectura Remota

V. CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO

Con la realización de este proyecto se logró obtener una adquisición de los datos riométricos sin interferencia, en forma estable y pudiendo colocar la información en forma on-line. Esto último, permite actualmente el monitoreo en tiempo real del sistema, pudiendo detectar y caracterizar la recepción de ruido cósmico. Para finalizar la instalación del riómetro en el predio de “Las Acacias” fortalece el funcionamiento del Observatorio Geomagnético ya que posibilita observaciones de eventos en conjunto

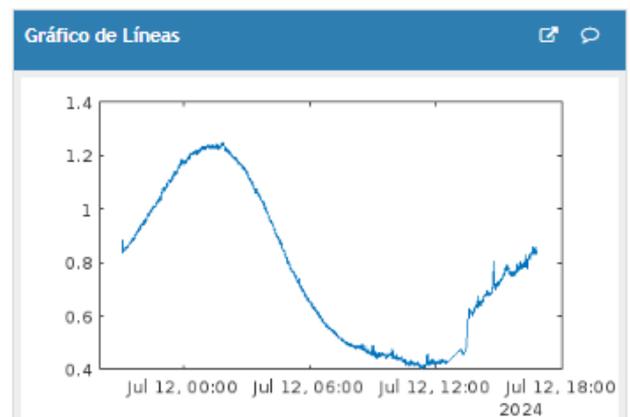


Figura 5: Procesado en tiempo real de la lectura remota

Como trabajo futuro se instalará un equipo de recepción de Very Low Frequency (VLF) para con el equipamiento ya instalado realizar observación en Climatología Espacial (Space Weather).

REFERENCIAS

- [1] <https://polaris.nipr.ac.jp/~ytanaka/riometer.html>
- [2] Riómetros: red SARiNet en Argentina, observaciones y procesamiento de datos R. E. García, J. C. Gianibelli, G. D. Rodríguez, P. Sallago, K. Makita y N. Quaglino. La Plata AAGG 2017
- [3] García, R. E., Rodríguez, G. D., & Navarra, L. J. (2023). Quiet day curve for RIOMETERS: Analysis and comparison of methods. In Space Weather Observations Throughout Latino America: Filling the Southern Gaps 2023 (SWOL) (Ushuaia, Tierra del Fuego, 2 al 6 de octubre de 2023).
- [4] <https://www.arduino.cc/>
- [5] Navarra, L. J., García, R. E., & Rodríguez, G. D. (2023). Lectura remota del magnetómetro Geometrics G856. IV Jornadas de Geociencias para la Ingeniería (Buenos Aires, 1º y 2 de noviembre de 2023). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/160368>