

Sistema autónomo para la adquisición de datos RIOMETRICOS

Leonardo J. Navarria
Departamento de Electrónica
Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas
Universidad Nacional de La Plata
Paseo del Bosque s/n B1900FWA La Plata
lnavarria@fcaglp.unlp.edu.ar

Ricardo E. García
Departamento de Electrónica
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. Rodriguez
Departamento de Electrónica
Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas
Universidad Nacional de La Plata
Paseo del Bosque s/n B1900FWA La Plata
grodriguez@fcaglp.unlp.edu.ar

Resumen— El presente trabajo se enmarca en el proyecto “Red de Observatorios geoMagnéticos Permanentes (ROMP) – Datos Y Aplicaciones”, acreditado por la UNLP el cual se desarrolla en la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata. El trabajo consistió en el desarrollo de un sistema de adquisición de datos junto a un sistema de alimentación autónomo para un riómetro, empleando energías limpias

Palabras Claves—RIOMETRO, adquisición

I. INTRODUCCION

La red SARINET (South America Riometer Network) es una red 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 posee actualmente 12 riómetros operativos, cinco de los cuales se han 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.

Los riómetros son instrumentos pasivos que miden en forma continua la recepción de ondas galácticas. 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). Las siglas RIOMETRO corresponden en idioma inglés a Radio Ionospheric Opacity Meter Extra Terrestrial Electromagnetic Radiation. El instrumento permite la detección y caracterización de tales eventos recibiendo señales de radio a frecuencias del orden de los 30 MHz [1].

Para poder alcanzar la autonomía del instrumento, se desarrolló un sistema adquirente de datos de forma conjunta con un sistema de alimentación. Como resultado, el sistema actual opera sin necesidad de una conexión a la red de energía pública y una PC para la adquisición de los datos en tiempo real.

II. FUNCIONAMIENTO DE LOS RIOMETROS

Cuando una onda electromagnética atraviesa la ionósfera sufre una atenuación, principalmente en la parte baja de la misma, 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, dl el 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, es factible determinar fenómenos anómalos de variación en la densidad electrónica como lo expresa la ecuación 1. La curva de la señal que se recibiría normalmente instante a instante se denomina Curva de Día Quieto.

La observación del ruido cósmico en la superficie terrestre por los riómetros es efectuada en el rango de 20 a 200 MHz, optándose en general por mediciones alrededor de los 30 MHz.

III. SISTEMA ACTUAL

A. Riómetro original

El riómetro original realiza la medición en una frecuencia de 38,2 MHz y opera con un arreglo de dos dipolos con un diagrama de radiación fijo, midiéndose la radiación recibida desde el cenit y analizando las anomalías de absorción. En la siguiente figura se muestra la placa de control que forma parte del RIOMETRO.

El RIOMETRO original 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



Ilustración 1: Tarjeta Amplificadora

El valor de Tensión de salida es de 0 a 5 VDC

B. Sistema de Adquisición

Los RIOMETROS instalados actualmente por la red SARiNet, por gestión y con participación del Departamento de Geomagnetismo y Aeronomía de la Facultad de Cs. Astronómicas y Geofísicas de la UNLP, realizan la adquisición de datos conectando la salida a sendos voltímetros con salida a PC y alimentados a una fuente de 110 VAC, similar a la alimentación del RIOMETRO. El voltímetro obtiene la medición en tiempo real a la salida del RIOMETRO y luego mediante un conversor USB es almacenada por el SOFTWARE del voltímetro instalado en la PC. El almacenamiento de estas muestras debe ser salvado diariamente para no perder los valores obtenidos, generando así una tarea engorrosa y monótona para una buena medición.

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

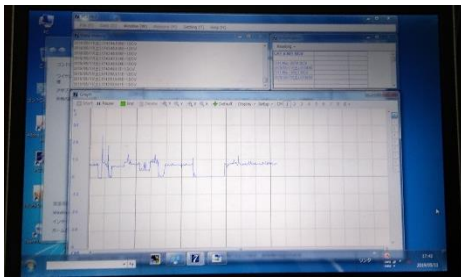


Ilustración 2: Captura de la medición en tiempo real

IV. IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA

Los RIOMETROS requieren para su instalación emplazamientos especiales, dónde 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 la red de distribución 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 [1] que permita determinar las anomalías de absorción.

A. Sistema de Alimentación

Por lo mencionado en la sección III, la alimentación del RIOMETRO es proporcionada por la red de energía domiciliar y luego mediante la fuente interna convertida a las tensiones de corriente continua necesarias. Para poder alimentar el RIOMETRO sin pasar por la fuente rectificadora se implementó un sistema de abastecimiento con paneles solares. Al requerir el RIOMETRO de 12V, 0V y -12V se ensayaron varias soluciones hasta obtener la definitiva consistiendo en dos paneles solares en serie, un regulador de 24 VDC y dos baterías en serie que alimentan el riómetro como se muestra en la Ilustración 3.

B. Sistema de Adquisición nuevo

Para poder realizar el muestreo de las tensiones y la adquisición de datos se evaluaron las tecnologías disponibles optando por una placa Arduino®. Esta es una plataforma de

desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador re-programable. De este dispositivo se utilizó el Conversor Analógico Digital interno para tomar las mediciones que provienen de la salida del Riómetro oportunamente calibrado.

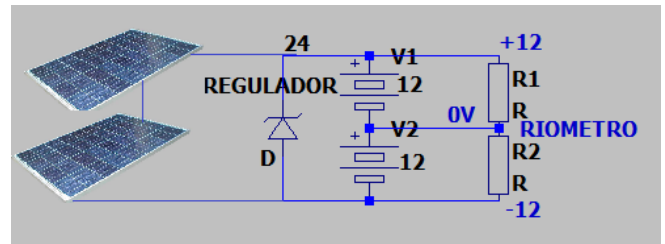


Ilustración 3: Esquema Circuitual

Se acopló a la placa Arduino un sistema de Memoria SD para almacenar los datos. Además, se dotó al sistema de un reloj de tiempo real (RTC) DS1302, conectadas a la tarjeta principal de Arduino.

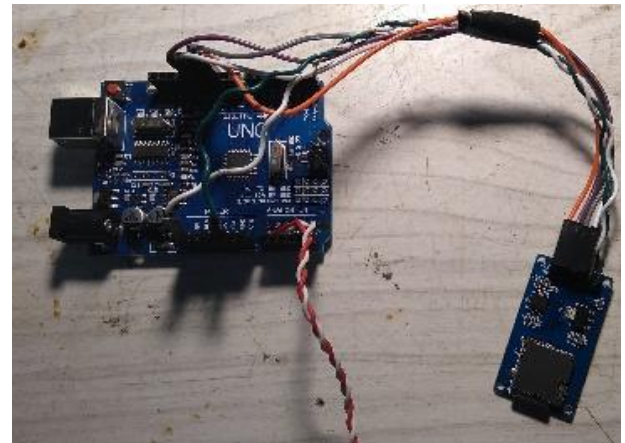


Ilustración 4: Arduino UNO y SD

C. Inconvenientes encontrados

Con el nuevo sistema de alimentación implementado, se realizaron las primeras mediciones en las cuales se detectaron fluctuaciones anómalas en la señal del orden de 200 mV, llegando en algunos casos a representar un 16% del valor de salida.

Analizado el problema, se terminó por asociar que esta fluctuación era debida a la falta de filtrado en la alimentación de la etapa amplificadora.

Con la mejora realizada se obtuvo una variación del orden de los 10mv, reduciendo esto al $\pm 1\%$ como caso más crítico.

D. Pruebas en Laboratorio

Las pruebas en laboratorio consistieron en generar una señal de 38,2 MHz, frecuencia a la cual el riómetro realiza la recepción de ruido cósmico. Para poder generar esta señal se utilizó un generador de señales AGILENT 8648A.

Los valores que se generaron poseen un rango de 0 a 5 V, siendo el rango que valores que los riómetros miden para poder confeccionar la Curva de Día Quieto. Estas mediciones fueron almacenadas en la tarjeta SD para distintos niveles de Potencia de señal que se muestran en la tabla a continuación y contrastadas con la repetición del ensayo midiendo con un voltímetro Digital Marca Keysight® de 4 dígitos y $\frac{1}{2}$ y certificado de calibración vigente. Se realizaron barridos con

distintos niveles de señal, repitiendo los ensayos diez veces obteniendo un promedio de la señal almacenada en la SD (X_m), y de la misma forma un promedio de las diez medidas con el voltímetro (X_v).

El error relativo porcentual se calculó de la forma siguiente.

$$e(\%) = \pm \frac{X_m - X_v}{X_v} * 100$$

Nivel en dBm (-)	Promedio Tensión Almacenada en SD (V)	Promedio Tensión Medida con Voltímetro (V)	Diferencia (V)	Error Porcentual
105,0	0,87	0,872	0,002	0,2%
102,5	1,04	1,045	0,005	0,5%
100,0	1,38	1,384	0,004	0,3%
99,0	1,57	1,568	-0,002	-0,1%
98,0	1,80	1,804	0,004	0,2%
97,0	2,11	2,113	0,003	0,1%
96,0	2,44	2,438	-0,002	-0,1%
95,5	2,67	2,673	0,003	0,1%
95,0	2,93	2,935	0,005	0,2%
94,5	3,21	3,214	0,004	0,1%
94,0	3,46	3,467	0,007	0,2%
93,5	3,78	3,785	0,005	0,1%
93,0	4,16	4,166	0,006	0,1%
92,5	4,60	4,609	0,009	0,2%
92,1	4,97	4,971	0,001	0,0%
Promedio			0,2%	

Cuadro de valores contrastados

Para finalizar se realizó un promedio de los errores medidos, obtenido un valor menor al $\pm 0,5\%$, siendo este aceptable para el sistema de medición.

20190703: Bloc de notas

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
2019-07-03	03:51:39	=	2.11	
2019-07-03	03:51:40	=	2.13	
2019-07-03	03:51:41	=	2.12	
2019-07-03	03:51:42	=	2.10	
2019-07-03	03:51:43	=	2.09	
2019-07-03	03:51:44	=	2.14	
2019-07-03	03:51:45	=	2.14	
2019-07-03	03:51:46	=	2.17	
2019-07-03	03:51:47	=	2.12	
2019-07-03	03:51:48	=	2.13	
2019-07-03	03:51:49	=	2.11	
2019-07-03	03:51:50	=	2.13	
2019-07-03	03:51:51	=	2.13	
2019-07-03	03:51:52	=	2.12	
2019-07-03	03:51:53	=	2.12	
2019-07-03	03:51:54	=	2.12	
2019-07-03	03:51:55	=	2.13	
2019-07-03	03:51:56	=	2.12	
2019-07-03	03:51:57	=	2.12	
2019-07-03	03:51:58	=	2.12	
2019-07-03	03:51:59	=	2.12	
2019-07-03	03:52:00	=	2.13	
2019-07-03	03:52:01	=	2.18	
2019-07-03	03:52:02	=	2.10	

Ilustración 5: Muestra del archivo de texto generado en la SD

E. Medición en Campo

Con las modificaciones realizadas el equipo fue instalado en el predio del Instituto de Investigaciones Biotecnológicas de

Chascomús (IIB- INTECH) dependiente de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) y CONICET. El equipo comenzó a medir el 26 de junio y se mantuvo en las mismas condiciones hasta el día 7 de agosto, mostrándose en la ilustración 5 una muestra del archivo de texto generado en la tarjeta SD.

En la ilustración 6 se muestran los datos adquiridos durante el período de medición superpuestos en tiempo sidéreo y la correspondiente Curva de Día Quieto

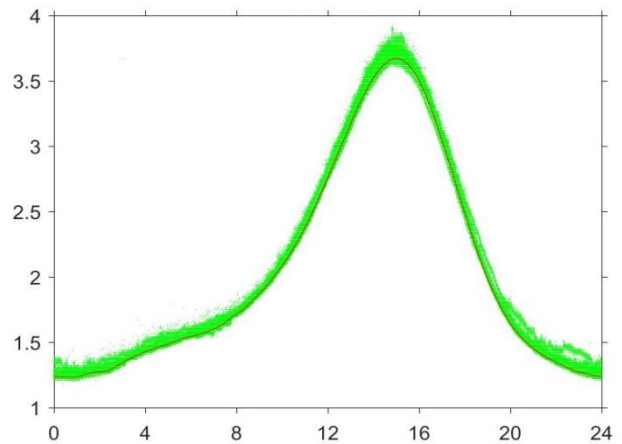


Ilustración 6: Total de datos obtenidos superpuestos en tiempo sidéreo y la curva de día quieto obtenida

V. CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO

Este trabajo permitió lograr la autonomía desde el consumo del equipo, como también lograr una adquisición de los datos de forma continua sin necesidad de emplear una PC de forma exclusiva para ello.

A partir del equipo desarrollado se podrá detectar y caracterizar la recepción de ondas galácticas durante el período de tiempo demandado.

Como trabajo futuro se podría implementar la interconexión con un módulo GPS para validar ubicaciones, así como también fecha y horas globales.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Investigaciones Biotecnológicas de Chascomús (IIB- INTECH) dependiente de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) y CONICET, lugar en donde fue emplazado el equipo para poder realizar las mediciones.

Al Técnico Diego Pincirolí quien colaboró para el desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS

- [1] 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
- "A comparison of two different techniques for deriving the quiet day curve from SARINET riometer data". Moro J., C. Denardini, E. Correia, M. Abdu, N. Schuch, y K. Makita Ann. Geophys. 30, 2012.