

**NOTA TECNICA**  
**AMPLIACION DE LA CAPACIDAD DE MEMORIA EN LOS**  
**MAGNETOMETROS DE PRECESION PROTONICA**

*Ricardo Ezequiel García<sup>1</sup>, Julio César Gianibelli<sup>2</sup>, José Hernán Solans<sup>1</sup>  
y Nicolás Quaglino<sup>2</sup>.*

<sup>1</sup>Departamento de Electrónica de la Fac. de Cs. Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

<sup>2</sup>Departamento de Geomagnetismo y Aeronomía de la Fac. de Cs. Astronómicas y Geofísicas, UNLP.  
regarcia@fcaglp.unlp.edu.ar - geofisicogianibelli@yahoo.com.ar - hsolans@fcaglp.unlp.edu.ar

## RESUMEN

La utilización de Magnetómetros de Precesión Protónica en Estaciones Magnéticas Semipermanentes y Observatorios Magnéticos Permanentes es de utilidad tanto para el conocimiento de las variaciones diurnas de la Intensidad Total del Campo Magnético Terrestre así como en la determinación de los valores absolutos de otros elementos geomagnéticos registrados, tales como la Componente Vertical, Componente Horizontal, Declinación e Inclinación. La ampliación de memoria en los magnetómetros de precesión protónica permite registros con una densidad mayor de valores de muestreo, por ejemplo cada 1 minuto o menor, durante intervalos de más de un mes en forma ininterrumpida.

El presente trabajo presenta los resultados de las ampliaciones realizadas a los magnetómetros Geometrics G856 y sus correspondientes registros digitales de alta resolución realizados en el Observatorio Magnético de Las Acacias (LAS, Lat.: -35°.0; Long.: 302°.3). Se comparan los resultados con los Observatorios de Trelew (TRW, Lat.: -43°.3; Long.: 294°.7) y Vassouras, en Brasil (VSS, Lat.: -22°.4; Long.: 316°.65). Se presentan asimismo los diagramas en bloque del sistema y su utilidad como estación semipermanente de registro digital. Los resultados luego de 2 años de registro muestran que el sistema utilizado en Las Acacias es apropiado para conocer en detalle las variaciones temporales y comparar la evolución del foco de la Anomalía Magnética del Atlántico Sur.

**Palabras clave:** geomagnetismo-magnetómetros de precesión protónica-observatorios magnéticos-memoria SIMM-adquisidor digital de datos.

## ABSTRACT

The use of Protonic Precession Magnetometers at Permanent Magnetic Observatories and Semipermanent Magnetic Stations is useful in the knowledge of the diurnal variations of the Earth's Magnetic Field Total Intensity, as well as in the determination of others geomagnetic element's absolute values, such as Horizontal Component, Vertical Component, Declination and Inclination. A memory enlargement in these magnetometers allows to obtain records with a greater density of sample values, for example, each 1 minute or less than 1 minute, in an uninterrupted manner over time intervals greater than 1 month.

This work presents the obtained results by means of the memory enlargement in the Geometrics G856 Magnetometers and their corresponding high resolution digital records in Las Acacias Magnetic Observatory (LAS, Lat.: -35°.0; Long.: 302°.3). The results are compared with the digital records of the Trelew Magnetic Observatory (TRW, Lat.: -43°.3; Long.: 294°.7) and Vassouras Magnetic Observatory, in Brasil, (VSS, Lat.: -22°.4; Long.: 316°.65). Also we present the block diagrams of the implemented system and their usefulness as semipermanent station of digital recording. After 2 years of recording, the obtained results shows that the system used in Las Acacias is appropriate to knowledge with detail the temporal variations and to compare the evolution of the center of the South Atlantic Magnetic Anomaly.

**Keywords:** geomagnetism-protonic precession magnetometers-magnetic observatories-SIMM memories-digital data adquisition.

## INTRODUCCION

En el Observatorio Magnético de "Las Acacias" ( $35^{\circ}.0$ ;  $302^{\circ}.3$ ) a cargo del Departamento de Geomagnetismo de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de La Plata, como parte del instrumental, se utilizan magnetómetros de precesión protónica marca Geometrics modelos G856. En forma original dichos instrumentos presentan una memoria de registro de 32 kilobytes la cual se torna insuficiente para bajos periodos de muestreo. Además estos instrumentos poseen una comunicación serie en baja velocidad para la descarga de datos a una computadora, demorándose alrededor de 40 minutos para la descarga total de dicha memoria, con el consecuente problema de pérdida de adquisición durante ese lapso. La alimentación original de los mencionados instrumentos es con 8 pilas alcalinas tipo D las cuales con bajo periodos de muestreo se agotan con facilidad provocando que el sistema se torne obsoleto y antieconómico. Con la finalidad de solucionar los problemas mencionados se decidió acoplar un nuevo sistema de registro que posibilite aumentar la capacidad de memoria y lograr una bajada rápida de datos.

## DESARROLLO

Para el desarrollo de la unidad de registro se decidió la utilización de memorias dinámicas tipo SIMM (Single In-line Memory Modules)

de 4 megabytes, las cuales cumplen con las necesidades planteadas de velocidad en su lectura, además de poseerlas por el descarte de ellas en las PC. Con dicha capacidad de memoria el sistema, con una muestra por minuto, pasaría a tener una capacidad de registro mayor al año, valor mas que suficiente.

En una primer etapa se estudió la electrónica del magnetómetro, determinándose que la forma óptima de tomar los datos para las memorias era conectándose a los buses de datos y de control del mismo, estudiándose las señales que en ellos se desarrollaban (anchos de pulsos, etc.), señales que se pueden apreciar en el diagrama de tiempo que se muestra en la Figura 1.

Cada valor de campo adquirido es procesado por el magnetómetro generando 5 dígitos más el punto decimal, por ejemplo 23321,4, los cuales son grabados y enviados al bus con formato BCD (Código Binario Decimal). En el diagrama de tiempo de la Figura 1 se observa una línea de datos (DATA N) de las cuatros que se necesitan para completar un número en formato BCD, la línea DAV (DATA VALID) indica que cuando su estado es bajo, el dato de la línea anterior es válido. La línea EOD (End Off Data) se utiliza para indicar que se ha transmitido un dato, es decir 6 nibles (unidad de información de 4 bits, que tiene la longitud de medio byte). La última señal DAC (Dato Aceptado), debe ser recibida por el magnetómetro o lo que equivalente a ser enviada por el sistema adquiredor de

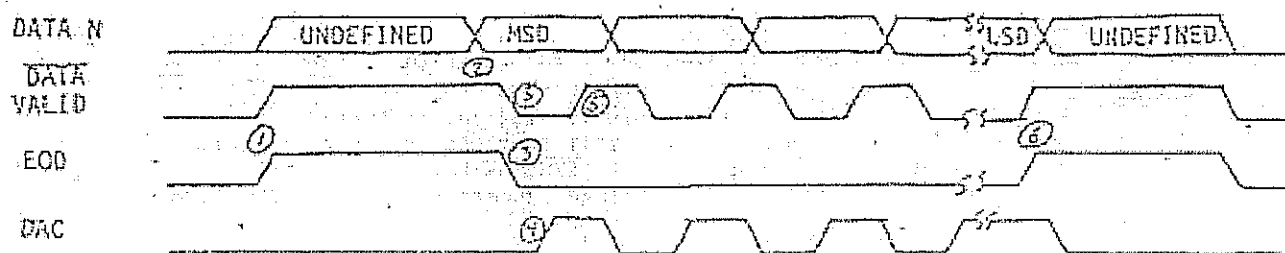


Figura 1. Diagrama de tiempos de las señales de los buses de datos y control utilizadas por el sistema adquiredor.

datos desarrollado para este caso, para que el magnetómetro pueda enviar el próximo bit, de lo contrario la transmisión se interrumpe.

Luego se procedió al diseño de la lógica de control de las memorias SIMM, construyéndose un prototipo sobre el cual se fueron realizando los distintos ajustes de retardos y anchos de pulso tan críticos en estas memorias para lograr el refresco, escritura y lectura de las mismas. La implementación de dicha lógica se realizó utilizando compuertas de la familia HCT debido a los requerimientos de alta velocidad y mínimo ancho de pulso. Luego vía el puerto paralelo de la PC junto con un programa desarrollado en C, se simulaban los buses del magnetómetro, comenzando con las primeras pruebas del sistema. Se realizaron durante días escritura y comprobación de datos, trabajando a distintas velocidades de acceso, para luego de comprobar su funcionamiento óptimo proceder a conectarlo al magnetómetro.

Para la administración del sistema se desarrolló un programa en C, el cual posibilita la bajada de datos y el borrado de la memoria, generando los archivos diarios para ser procesados en una planilla de cálculo. A continuación mostramos en la Figura 2 como se observa la imagen del menú principal de dicho programa en C.

Con todo el conjunto se comenzó con la adquisición de datos en forma experimental, realizándose contrastes entre los datos de la memoria propia del magnetómetro y los datos

registrados en el banco, esto posibilitó realizar ajustes en la interfase obteniéndose tras diferentes pruebas resultados satisfactorios.

En este punto del desarrollo apareció un problema importante a resolver, si bien el banco de memoria copiaba satisfactoriamente las adquisiciones, una vez que el magnetómetro llegaba a su capacidad máxima de memoria interna, deshabilitaba sus buses internos, dejando al sistema acoplado sin información. Para resolver este problema se hacía necesario modificar el programa interno del magnetómetro. Para ello se procedió a leer la memoria ROM de programa y realizar el desensamblado de la información. Esto último se logró estudiando el microprocesador del equipo y realizando un programa en C que realice dicho desensamblado. Realizados los cambios necesarios al programa interno se procedió a grabar una nueva memoria ROM e instalarla en el magnetómetro obteniéndose tras distintas pruebas un programa que dejaba activos los buses del magnetómetro independientemente de la capacidad de su memoria interna. El sistema completo puede observarse en el esquema de la Figura 3.

Todo el sistema fue instalado en el Observatorio Geomagnético Las Acacias alimentado por una batería de 12V 70AH junto con un cargador de baterías, realizándose registros cada un minuto. En la Figura 4 se muestra el sistema instalado. La batería permite una autonomía de funcionamiento del sistema ante eventuales cortes prolongados y/o fallas en el suministro de la red eléctrica del orden de 7 días para adquisiciones cada 1 minuto.

Con la finalidad de recabar datos y controlar el buen funcionamiento, se asistió periódicamente a dicho observatorio, observándose luego de analizar los datos que aleatoriamente algunos días aparecían con ruido, el cual no se tenía en claro si era propio del sistema o perturbación externa. Para su determinación se procedió a instalar un mag-

CONTROL DE SISTEMA DE REGISTRO DE 340K DATOS

F.C.A.G.L.P.

OPRIMA D PARA DESCARGAR DATOS  
OPRIMA P PARA PROCESAR DATOS  
OPRIMA B PARA BORRAR DATOS Y COMENZAR REGISTRO  
OPRIMA S PARA SALIR

**Figura 2.** Imagen del menú principal del programa de gestión.

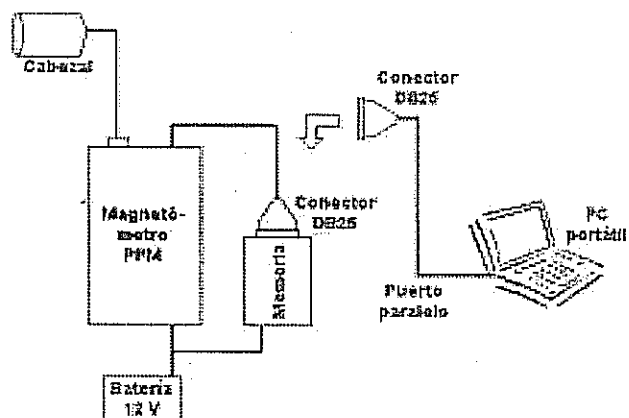


Figura 3. diagrama de bloque del sistema de adquisición.

netómetro a una distancia de 15 m para luego contrastar los resultados obtenidos..

El resultado fue observar que el problema era propio del sistema ya que el magnetómetro instalado no presentaba dichos ruidos. Tras distintas pruebas se determinó que el causante de dicho ruido era el cargador de baterías el cual era del tipo on - off y no de carga flotante. Se procedió a la construcción de un nuevo cargador de baterías mas acorde a las necesidades luego de lo cual fue instalado a distancia del sistema de adquisición, lográndose solucionar los problemas antedichos.

## RESULTADOS

Actualmente se esta asistiendo en forma mensual al observatorio, independientemente que el sistema permite hasta mas de un año de registro cada un minuto. Dichos datos pasan a formar parte de la base de datos del Departamento de Geomagnetismo y Aeronomía, son procesados y acomodados en archivos mensuales y archivos diarios de la Intensidad Total del Campo Geomagnético cada 1 minuto. En la Figura 5 se muestra un magnetograma mensual de dichos datos. La información es recogida en menos de 5 minutos, siendo prácticamente nula la falta de registro debida a la lectura de la memoria. Puede observarse en este magnetograma per-

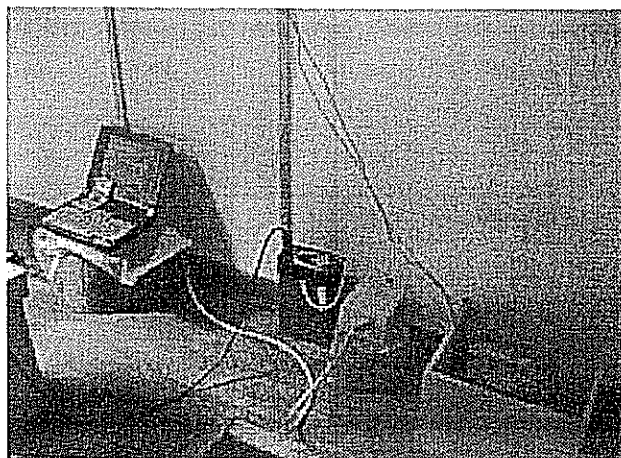


Figura 4. Sistema instalado en Las Acacias junto con la notebook conectada para la lectura de los datos adquiridos.

turbaciones magnéticas producidas por el efecto de una eyección de masa coronal solar así como también las variaciones diurnas regulares, que tienen las mismas características que las registradas en los Observatorios Magnéticos de Trelew (TRW, Lat.:  $-43^{\circ}.3$ ; Long.:  $294^{\circ}.7$ ), en la Provincia de Chubut, Argentina, y de Vassouras (VSS, Lat.:  $-22^{\circ}.4$ ; Long.:  $316^{\circ}.65$ ), en Brasil, como se muestra en las Figuras 6 y 7 respectivamente, confirmando el excelente funcionamiento del sistema.

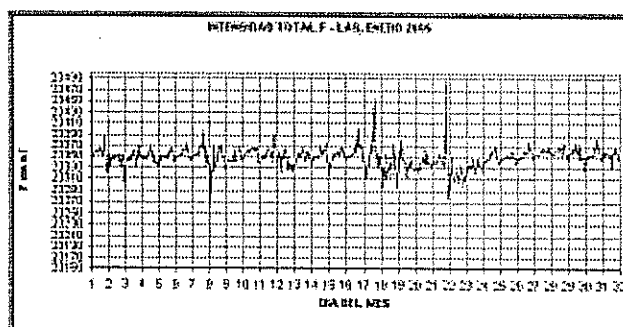
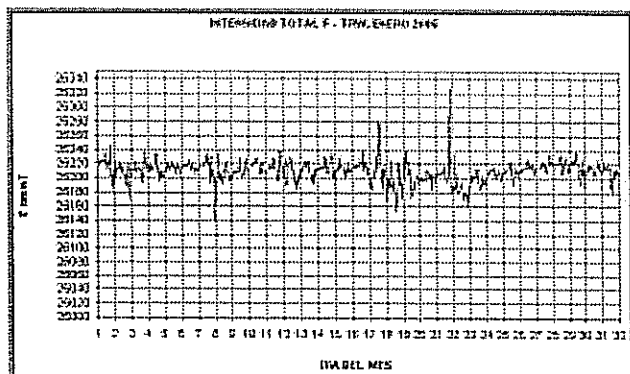


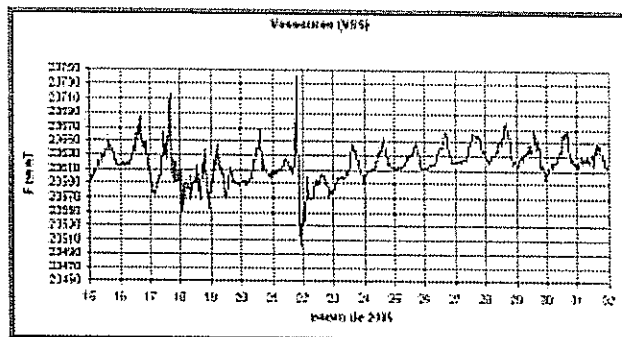
Figura 5. Magnetograma mensual de la Intensidad Total del Campo Geomagnético en Las Acacias, correspondiente al mes de enero del año 2005, donde se muestran los datos adquiridos con el sistema implementado. En el día 21 de enero se aprecia el efecto sobre superficie de una eyección de masa coronal solar.



**Figura 6.** Magnetograma mensual de la Intensidad Total del Campo Geomagnético en Trelew, correspondiente al mes de enero del año 2005, donde se muestran los datos adquiridos con su sistema digital con la misma resolución temporal. Se puede ver también en este registro de Trelew en el día 21 de enero el efecto sobre superficie de la misma eyección de masa coronal solar citada anteriormente.

## CONCLUSIONES

El sistema implementado cumple con las metas propuestas, alta capacidad de registro (mas de un año con adquisiciones cada minuto), alta velocidad de lectura (aproximadamente 5 minutos para el total de la memoria) además de un uso sencillo y la posibilidad de ser instalado en estaciones semipermanentes. Esta información registrada en Las Acacias contribuye al estudio de la evolución de la Anomalía del Atlántico Sur, cuyo mínimo se sitúa en la región del Río de La Plata. Cabe reflexionar que, con un equipo de tecnología ya superada, es posible recuperarlo, reacondicionarlo electrónicamente y adaptarle la capacidad de registro digital a las necesidades científicas y tecnológicas actuales, con muy bajo costo y con un mantenimiento mínimo.



**Figura 7.** Magnetograma de la Intensidad Total del Campo Geomagnético en el Observatorio Magnético de Vassouras, correspondiente a la segunda mitad del mes de enero del año 2005, con la misma resolución temporal de datos. Se puede ver también en este registro en el día 21 de enero el efecto sobre superficie de la eyección de masa coronal solar antes citada.

## REFERENCIAS

- EG&G Geometrics. 1984. G-856 Memory-Mag Proton Precession Magnetometer Schematic & Drawing Set. 1-65.
- EG&G Geometrics. 1984. Proton Precession Magnetometer Model GS-856 Operation's Manual. 1-63.
- National Semiconductor Corporation. 1984. Logic Databook. I, 4-113.
- Peacock C. 1998. Página de internet: "Interfacing parallel ports", <http://www.beyondlogic.org/spp/parallel.pdf>. 1-17.
- Primdahl F. 2000. Magnetic Sensors and Magnetometers. Pavel Ripka Editor. 267-304.
- RCA Corporation. 1977. User Manual for the CDP1802 COSMAC Microprocessor. 3-117.
- Texas Instruments. 1991. MOS Memory Data Book Commercial and Military Specifications. 1-1 y 14-32.