



Uso astronómico de la estación de espacio profundo CLTC-CONAE-NEUQUEN

M. Colazo¹, G. Gancio² & H. Command²

¹ *Comisión Nacional de Actividades Espaciales, Argentina*

² *Instituto Argentino de Radioastronomía, CONICET-CICPBA, Argentina*

Contacto / mcolazo@conae.gov.ar

Resumen / Desde diciembre de 2012, fecha en que se inauguró en la provincia de Mendoza la antena de espacio profundo DS3 de la Agencia Espacial Europea, y luego con el inicio de las actividades de la estación CLTC-CONAE-NEUQUEN de la *China Launch and Tracking Control General* en 2018, se concretó para nuestro país la posibilidad de uso de estas instalaciones para las actividades espaciales y científicas. La Argentina dispone del 10% de su tiempo operativo para proyectos nacionales. Desde 2015 varias instituciones científicas del país han trabajado en el desarrollo de aplicaciones para el uso astronómico utilizando el equipo instalado para las comunicaciones con las misiones interplanetarias cuyos resultados se han presentado en reuniones de la AAA. Ahora, la Comisión Nacional de Actividades Espaciales y el Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR), han llevado a cabo las primeras pruebas utilizando un equipamiento de *Back-end* construido por el IAR para uso astronómico. Se han realizado observaciones de pulsares y mediciones de continuo de radiofuentes, validando su adecuado funcionamiento en estas modernas estaciones de espacio profundo.

Abstract / In December 2012, the DS3 Deep Space Antenna of the European Space Agency was inaugurated in the province of Mendoza. After that, with the start of the activities of the CLTC-CONAE-NEUQUEN station in 2018, our country has the possibility of using these facilities for space and scientific activities. Argentina has 10 % of the operational time for national projects. Since 2015, several scientific institutions in the country have been working in the development of applications for astronomy, using the equipment installed for communications with interplanetary missions whose results have been presented at previous AAA meetings. Now, the National Commission of Space Activities and the Argentine Institute of Radio Astronomy (IAR), have carried out the first tests using a *Back-end* equipment built by the IAR for astronomical use. Pulsar observations and continuous measurements of radio sources have been made, validating their proper operation in these modern deep-space stations.

Keywords / instrumentation: miscellaneous — methods: observational — techniques: miscellaneous

1. Introducción

En el marco del acuerdo intergubernamental suscrito entre la República Popular China y la República Argentina, aprobado por Ley 27123, y los acuerdos interinstitucionales suscritos entre la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), China Launch and Tracking Control General (CLTC), y la Provincia del Neuquén, se estableció la Estación CLTC-CONAE-NEUQUEN para brindar apoyo al programa chino de exploración lunar.

Dicho acuerdo prevé la utilización de 10% del tiempo operativo de la antena por la CONAE para sus proyectos. La tecnología instalada permite efectuar proyectos de investigación científica y realizar tareas de telemetría, seguimiento y control de misiones espaciales.

Con la finalidad de evaluar la posibilidad de utilizar la estación CLTC-CONAE-NEUQUEN para realizar observaciones radioastronómicas, en los días 9 al 11 de mayo de 2019, se realizó una campaña de medición llevada adelante por los técnicos del Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR) Hugo Command y Guillermo Gancio, y coordinada por Marcelo Colazo, responsable por parte de la CONAE.

Para esta campaña se trasladó e instaló desde el IAR el equipo descrito en la siguiente sección denominado *Back-end* digital, el cual fue conectado a la etapa de frecuencia intermedia de la estación terrena. A continuación se describe las conexiones así como las observaciones realizadas junto a un análisis preliminar de los datos obtenidos.

2. Back-end digital del IAR

Para el desarrollo de este *Back-end* digital se utilizó como base la placa denominada *Software Defined Radio* (SDR) de la firma Ettus*, modelo B210 (Fig. 1).

Las principales características del equipo son:

- Rango de frecuencia intermedia de entrada: 70 MHz a 6000 MHz.
- Observación de dos bandas en una polarización u observación de dos polarizaciones en una banda: 2 TX y 2 RX *Half* o *Full Duplex*.
- Ancho de banda instantáneo máximo: 50 MHz (1 canal x 1 polarización).

*<https://www.ettus.com/>

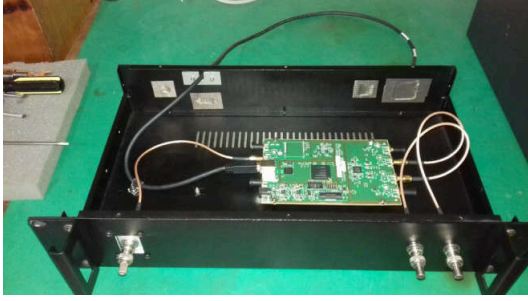


Figura 1: Placa digitalizadora Ettus montada.


 Figura 2: Panel superior: Esquema de bloques del *Back-end* digital.

- Puntos de FFT: 1024, 2048, 4096, 8192.
- Tiempo de integración: 1 s – máximo tiempo de seguimiento.
- Resolución temporal de transitorios: 80 μ s.
- Canales de frecuencia para transitorios: 200 máx.
- CPU de adquisición y control basado en Intel Core I7 y disco de estado sólido.
- Nivel de potencia de entrada óptimo: -20 dBm, impedancia 50 Ω .
- Conexión Ethernet para salida de datos y control del instrumento.
- Entradas de sincronismo PPS y 10 MHz.
- Disco interno para almacenamiento temporal de datos.

Los modos de observación en los que puede trabajar este *Back-end* son:

- Líneas espectrales
- Continuo de radio
- Pulsares

Una observación típica en los modos de continuo y líneas genera aproximadamente 150 MB de datos cada 15 min (dependiendo del tiempo de integración) y en el modo pulsares serán unos 2 GB en el mismo intervalo de tiempo.

2.1. Conexión del *Back-end* digital en la estación

El *Back-end* digital desarrollado por el IAR se describe en el diagrama de bloques de la Fig. 2, donde se distinguen las entradas de señal de frecuencia intermedia, la placa SDR y la CPU de procesamiento.

Una vez en el sitio, se decidió la instalación del *Back-end* en la sala de equipos de la antena, junto al sistema de tiempo. Las señales utilizadas fueron: entrada de señal “A” para adquirir las señales de frecuencia intermedia en 320 MHz, tanto de banda S como de banda

X, y una entrada de señal de referencia de 10 MHz CW, para sincronizar los osciladores del *Back-end* digital.

La PC de adquisición se controló de forma directa mediante un teclado y mouse, ya que esta no se conectó a la red local.

3. Plan de observación

Se realizaron observaciones en dos de los modos de observación disponibles en el *Back-end* digital, y se aprovecharon las capacidades de la estación de observar tanto en banda S como en banda X.

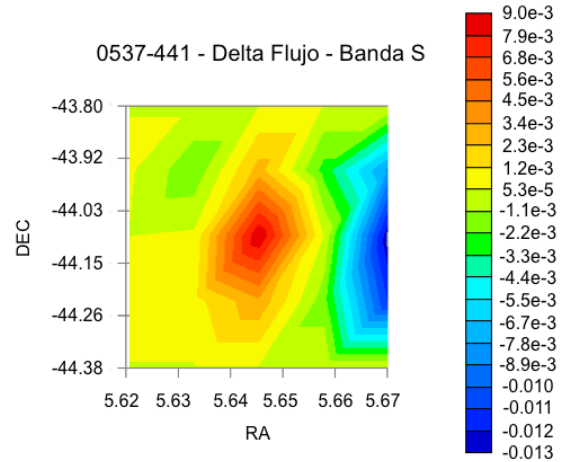


Figura 3: Flujo relativo de continuo de la fuente 0537-441 .

3.1. Plan de observación en continuo

Las observaciones de continuo se realizaron con un grillo de 5x5 puntos centrado en la fuente con una distancia de medio haz entre cada punto adyacente. Las fuentes observadas están listadas en la Tabla 1.

ID de la fuente	RA [h,min,s]	Dec [deg, ', '']
1934.638	19 39 25	-63 42 45
0823.500	08 25 26	-50 10 38
3C279	12 56 11	-05 47 21
0537-441	05 38 50	-44 05 08
0521-365	05 22 57	-36 27 30

Tabla 1: Fuentes observadas en modo continuo.

La selección de las fuentes a observar, estuvo limitada por el horario de disponibilidad de la estación. En este marco de tiempo se seleccionaron fuentes intensas y bien conocidas.

3.2. Plan de observación de pulsares

Se observaron 5 pulsares por un periodo de 30 min cada uno, los pulsares seleccionados (Tabla 2) son los más intensos del hemisferio sur.

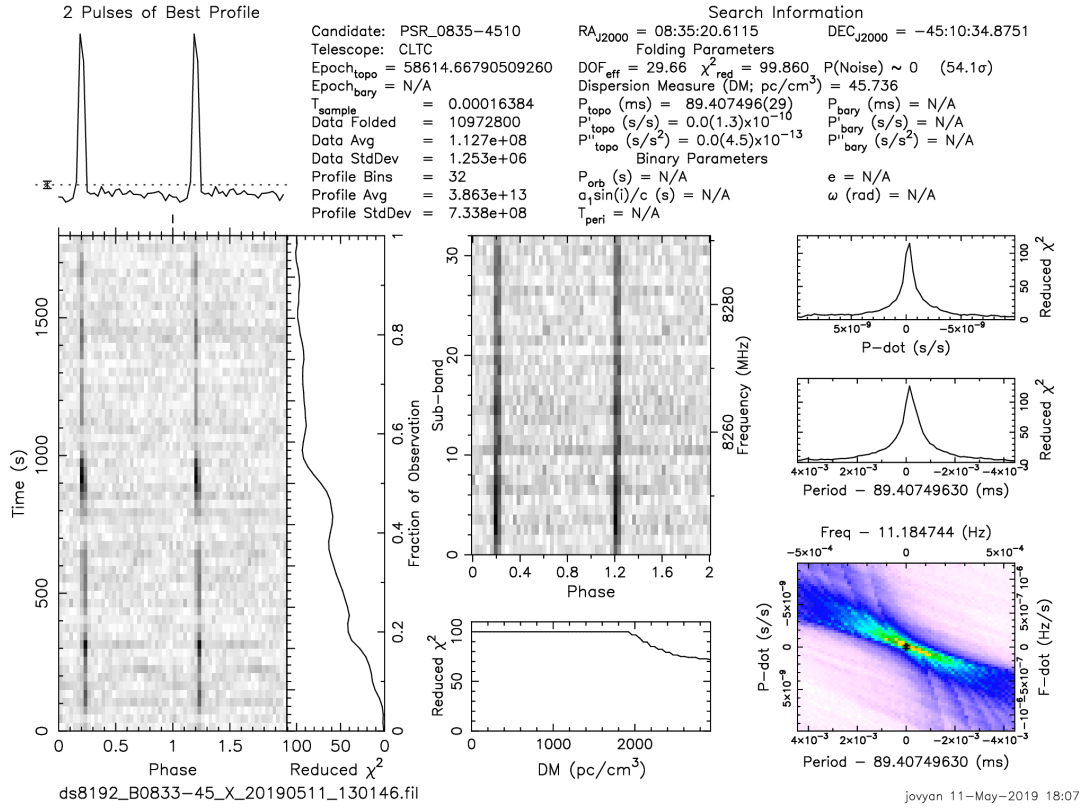


Figura 4: Procesamiento de datos obtenidos del pulsar de Vela.

ID de la fuente	RA [h,min,s]	Dec [deg,',"]	Período [ms]
B0736-40	07 38 22	-40 42 40	374.92
B1641-45	16 44 49	-45 59 09	455.06
J0437-4715	04 37 15	-47 15 09	5.76
J1451-68	14 56 00	-68 43 39	263.38
B0833-45	08 35 20	-45 10 34	89.395

Tabla 2: Pulsares observados en modo *timing*.

Los pulsares observados fueron elegidos entre los objetos ya observados en el IAR, que estaban visibles cuando la estación estuvo disponible para las observaciones.

4. Resultados

Todas las observaciones, tanto de continuo como de pulsares, fueron exitosas pudiéndose detectar las fuentes y realizar mediciones. Se obtuvieron valores de cuentas hasta cinco veces los valores de la línea de base. En el caso de las observaciones de continuo, se realizó un procesamiento preliminar debido a que es necesario actualizar el software para adaptarlo a la configuración de esta estación. Los valores obtenidos para el flujo son relativos al cielo de fondo ya que el sistema no dispone de diodo de ruido para realizar calibraciones absolutas (Fig. 3). Para el modo *timing* las observaciones planificadas fueron exitosas, pudiéndose medir los periodos

tanto en banda S como en banda X. Por razones de espacio, solo se muestran los resultados para el caso del pulsar Vela en banda X (Fig. 4).

5. Conclusiones y perspectivas

Se presentaron los resultados de la campaña de observación realizada en la estación CLTC-CONAE-NEUQUEN durante el mes de mayo de 2019. Los resultados, que aún deben ser procesados de forma detallada para apreciar la calidad de los mismos, permitieron comprobar que en todas las observaciones, las fuentes fueron detectadas y se comprobó la compatibilidad del *Back-end* digital del IAR con las interfaces de la estación CLTC-CONAE-NEUQUEN.

El siguiente paso de este proyecto, es realizar observaciones similares en la estación DS3 de la Agencia Espacial Europea situada en Mendoza. Se abre también la posibilidad de la construcción de un instrumento de similares características a este *Back-end* digital para ser instalado de manera permanente en las estaciones de espacio profundo y disponible a toda la comunidad local.

Agradecimientos: Agradecemos al personal de la estación CLTC-CONAE-NEUQUEN el soporte brindado durante las observaciones, destacando muy especialmente la amabilidad y buena disposición en todo momento.