

Boletín *de la* Asociación Argentina *de* Astronomía

2021

Boletín de artículos científicos 62^a Reunión Anual
Asociación Argentina de Astronomía
Rosario, Provincia de Santa Fe, octubre de 2020

Boletín de la Asociación Argentina de Astronomía

BAAA, Vol. 62



Asociación Argentina de Astronomía. Comité Editorial BAAA Vol. 62, correspondiente a la reunión anual 2020:
Alberto Marcos Vásquez (Editor en Jefe), Francisco Andrés Iglesias (Secretario Editorial),
Mario Agustín Sgró (Técnico Editorial) y Estela Marta Reynoso (Editora Invitada)

Asociación Argentina de Astronomía

Fundada en 1958

Personería jurídica 11811 (Buenos Aires)

Comisión Directiva

Leonardo J. Pellizza (presidente)
Susana E. Pedrosa (vicepresidenta)
Rodrigo F. Díaz (secretario)
Daniel D. Carpintero (tesorero)
Andrea V. Ahumada (vocal 1)
Andrea P. Buccino (vocal 2)
Georgina Coldwell (1er suplente)
Hebe Cremades (2do suplente)

Comisión Revisora de Cuentas

Sofía A. Cora
Gerardo Juan M. Luna
Luis R. Vega

Comité Nacional de Astronomía

Cristina Mandrini (secretaria)
Lydia Cidale
Hebe Cremades
Federico González
Hernán Muriel

62ª Reunión Anual de la AAA

Rosario, Provincia de Santa Fe

13 al 16 de octubre de 2020

Organizada por la Universidad Nacional de Rosario y
el Complejo Astronómico Municipal "Galileo Galilei"

Comité Científico

Estela M. Reynoso (IAFE, presidente)
Andrea Ahumada (OAC)
Hebe Cremades (UTN - FRM)
Rubén Vázquez (IALP)
Guillermo Bosch (IALP)
Emilio Donoso (ICATE)
Florencia Vieyro (IAR)
César Bertucci (IAFE)

Comité Organizador Local

Diego Sevilla (FCEIA, presidente)
Silvia Morales (FCEIA)
Daniel Severín (FCEIA)
Carlos Silva (FCEIA)
Guillermo Ibañez (FCEIA)
Manuel Bertoldi (FCEIA, CAMR)
Sandra Carracedo (CAMR)
Fernanda Pacenti (CAMR)
Juan I. Gerini (CAMR)
Raúl Barontini (CAMR)
Guillermo García (CAMR)
Lisandro Duri (IPS-UNR)

La organización agradece el auspicio y ayuda financiera del
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

Publicado por

Asociación Argentina de Astronomía
Paseo del Bosque s/n, La Plata, Buenos Aires, Argentina

ISSN 1669-9521 (versión digital)
ISSN 0571-3285 (versión impresa)

Créditos:

Diseño de portada: Adrián Rovero y Andrea León
Confeccionado con la clase "confproc" en L^AT_EX

Impreso en Buenos Aires, julio de 2021

Prefacio

El presente volumen del Boletín de la Asociación Argentina de Astronomía (AAA) contiene los trabajos correspondientes a la 62a Reunión Anual de la AAA, que se desarrolló entre los días 13 y 16 de Octubre de 2020 en formato remoto via internet, debido a la pandemia de COVID-19. La reunión fue coorganizada por la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario, y el Complejo Astronómico Municipal “Galileo Galilei” dependiente de la Secretaría de Cultura y Educación de la Municipalidad de Rosario. Durante la misma se realizaron exposiciones científicas, charlas dirigidas al público general y a docentes, como así también se llevó a cabo el concurso de astrofotografía “Rosario 2020”.

La reunión convocó 476 miembros integrantes de la comunidad científica que presentaron un total de 179 trabajos orales y murales, de los cuales el Comité Editorial recibió 91 contribuciones. Luego del proceso de revisión por pares y corrección editorial se publican en este volumen 88 artículos. Científicas y científicos de reconocimiento internacional en diversos temas, brindaron charlas de puesta al día en sus respectivas áreas. De las nueve charlas invitadas que se dieron en la reunión, se incluyen en este volumen seis artículos de revisión. Durante la reunión se entregó el premio Carlos M. Varsavsky a la mejor tesis doctoral del bienio 2018-2019 al Dr. Santiago del Palacio, quien acompañó la recepción del galardón con una charla invitada, cuyo artículo correspondiente se incluye en el presente volumen.

Agradecemos el aporte fundamental de autoras y autores cuyas contribuciones conforman esta edición del Boletín. Expresamos también nuestro profundo agradecimiento a los colegas del país y del exterior que llevaron a cabo la importante tarea de revisión de las contribuciones recibidas. El esfuerzo de todas estas personas, fundamental para el fortalecimiento de la comunidad astronómica argentina, es especialmente destacable este año en el que el proceso de escritura, revisión y edición de los artículos, se realizó en el difícil contexto impuesto por la pandemia de COVID-19.

Argentina, 5 de junio de 2021.

Alberto Marcos Vásquez
Editor en Jefe

Francisco Andrés Iglesias
Secretario Editorial

Mario Agustín Sgró
Técnico Editorial

Estela Marta Reynoso
Editora Invitada



Acondicionamiento de un radiotelescopio utilizando *Software Defined Radio* (SDR)

S.B. Araujo Furlan^{1,2} & C.A. Valotto^{3,4}

¹ Instituto Argentino de Radioastronomía, CONICET-CICPBA-UNLP, Argentina

² Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación, UNC, Argentina

³ Instituto de Astronomía Teórica y Experimental, CONICET-UNC, Argentina

⁴ Observatorio Astronómico de Córdoba, UNC, Argentina

Contacto / saraujo@iar.unlp.edu.ar

Resumen / En este reporte, presentamos el desarrollo de una antena para la detección de ondas de radio. El sistema receptor consiste de un dipolo de media onda para 610 MHz acoplado a un reflector semi-parabólico de parrilla, un amplificador de bajo ruido y, como detector, un *Software Defined Radio* RTL-SDR conectado a una computadora. El objetivo principal del trabajo es la calibración del sistema por el método del factor-Y, utilizando al Sol como fuente. Nuestros resultados preliminares indican que la primer implementación del sistema no produjo las medidas necesarias para llevar a cabo la calibración. Concluimos que las causas más probables de esto son la inestabilidad a lo largo del tiempo del receptor y la forma en que se tomaron las mediciones. Discutimos los próximos pasos para solucionar el problema y concluir con la calibración proyectada.

Abstract / We present the development of a radio antenna using a *Software Defined Radio* (RTL-SDR). The receiver system consists of a half-wave dipole for a frequency of 610 MHz, a low noise amplifier and the RTL-SDR receiver connected to a computer. The main goal of this work is the calibration of the system by means of the Y-factor method, using the Sun as the source. Our first results show that we could not obtain the necessary measurements to carry out the calibration. We conclude that the main issue is the time-instability of the system. We discuss the following steps required to complete the calibration.

Keywords / instrumentation: detectors — methods: observational — methods: data analysis — Sun: general

1. Introducción

El objetivo de este trabajo fue la puesta en funcionamiento y calibración de una antena para radio astronomía. Sirvió de primer contacto con la instrumentación en esta área. Se presenta el desarrollo de un receptor empleando un RTL-SDR. Durante el trabajo se contó con el apoyo de una Beca de Servicio Tipo B brindada por la Asociación Argentina de Astronomía.

Los avances tecnológicos han revolucionado la manera de desarrollar receptores para radio astronomía. Esto se debe a la innovación que presentan los receptores digitales, proveyendo una herramienta versátil que reemplaza los equipos electrónicos específicos anteriormente necesarios en el diseño de radio telescopios. Un ejemplo de receptores digitales simples son los *Software Defined Radio* (RTL-SDR). Estos pueden emplearse directamente como el receptor digital de una antena.

El RTL-SDR utilizado tiene una implementación muy sencilla, pues se conecta a la antena por medio de un cable coaxial y a la computadora por su puerto USB. Para adquirir datos, se utiliza uno de los programas disponibles que ofrece la comunidad de RTL-SDR*. La complejidad y versatilidad del receptor digital dependerá del módulo utilizado. El receptor empleado tiene como datos de salida valores de dB arbitrarios, para un rango de frecuencias elegidas ($dB(\nu)$), para cada tiempo

de integración (un espectro por tiempo de integración). Un módulo similar se emplea en (Gancio et al., 2020). Los dB tienen sentido al comparar distintos espectros entre sí, como se indica en la página del programa empleado para la adquisición*. Se propone el método de calibración del factor-Y, que emplea la proporción entre la señal de la fuente y la del cielo sin ella (Cakaj et al., 2005).

2. Descripción

Los objetivos específicos fueron la puesta a punto de la antena, la caracterización de la respuesta del instrumento y la calibración del mismo. Se armó el radiotelescopio con una antena dipolar de media onda para 610 MHz y un reflector semi-parabólico. El sistema receptor está conformado por un amplificador de bajo ruido (LNA SPF5189Z, Qorvo**), un RTL-SDR Blog V3 (ADC: RTL2832U***) y una computadora. El diseño del dipolo fue realizado por Julián Galván, técnico principal del Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR). Se diseñó para que tuviera una impedancia de 50 Ω , igual que el RTL-SDR. El diseño del sistema receptor en sí

*<http://kmkeen.com/rtl-power/>

**<https://www.qorvo.com/products/p/SPF5189Z>

***<https://www.rtl-sdr.com/wp-content/uploads/2018/02/RTL-SDR-Blog-V3-Datasheet.pdf>

*<https://www.rtl-sdr.com/>

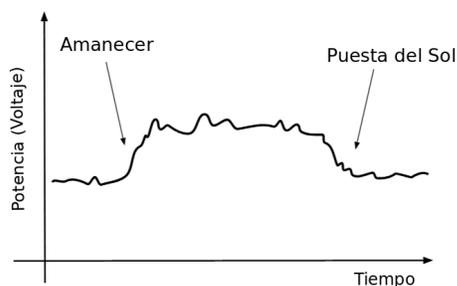


Figura 1: Variación de la potencia que se espera obtener a lo largo de un día.



Figura 2: *Panel izquierdo*: se muestra el dipolo conectado a los terminales del cable coaxial. *Panel derecho*: se ve el sistema receptor de la antena ya montada, indicando con números: 1) el dipolo, 2) el módulo del LNA, y 3) el RTL-SDR.

fue realizado por Guillermo Gancio, técnico principal del mismo instituto. El dipolo fue fabricado, mientras que la semi-parábola reflectora fue reutilizada de una antena anterior.

El LNA posee una figura de ruido de 0.52 dB a 0.8 GHz y 0.55 dB a 0.9 GHz, así como una ganancia de 19.6 dB a 0.8 GHz. El RTL-SDR posee una ganancia selectiva, elegimos su máximo de 50 dB. Un dipolo de media onda tiene un FWHM = 78° , con el reflector semi-parabólico mejora a 28° en la dirección perpendicular al dipolo y a 46° en la dirección paralela al mismo. Por esto, el Sol se comportaría como una fuente puntual.

El radiotelescopio se ubicó en la terraza del Observatorio Astronómico de Córdoba (OAC). Se utilizó el programa de adquisición RTLPOWER, y se eligió un ancho de banda $\Delta\nu = (597 - 623) \text{ MHz} = 26 \text{ MHz}$. La antena estaba fija, con la longitud de la semi-parábola en dirección E-O y una altura de $\approx 80^\circ$ desde el N, hacia la eclíptica. Al estar fija, la variación en las mediciones se producen por el movimiento de la fuente en el cielo, i.e. del Sol. Si el Sol no está en el cielo, deberíamos tener un mínimo de medición. Cuando el Sol está sobre el horizonte, deberíamos medir su radiación con un máximo alrededor del mediodía, cuando entra al FWHM de 28° de la antena. La Figura 1 representa la variación esperada en la potencia a lo largo de un día.

3. Metodología

Para realizar la calibración se eligió el método del factor-Y (Marr et al., 2016; O'Neil, 2002; Cakaj et al., 2005; Gancio & Larrarte, 2012). Para este, se necesita medir una fuente y luego una porción del cielo cercana sin ella.

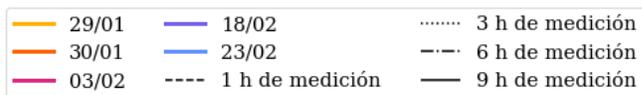
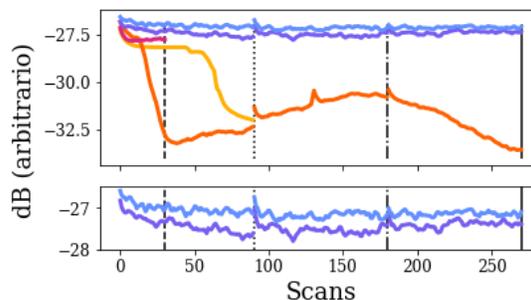


Figura 3: Comparación entre las mediciones de la carga para los días en que se midió la respuesta del receptor con la batería de gel y con la fuente AC/DC. Las curvas muestran como varían las mediciones de dB a lo largo del tiempo para cada día. Las líneas verticales indican el final de los bloques de medición y la cantidad de horas transcurridas desde el comienzo de la medición. *Panel superior*: todas las mediciones. *Panel inferior*: detalle los días 18 y 23 de febrero.

Como la antena es fija, propusimos obtener la medición del cielo con fuente cuando el Sol se encuentra en su culminación, y sin fuente cuando el Sol no está sobre el horizonte.

La calibración de la antena, siendo el elemento desconocido de nuestro sistema, requiere desactivar su medición de la del receptor. Con este objetivo, se midió de manera intercalada a la antena, el receptor conectado a una carga resistiva de 50Ω . Estas mediciones se realizaron antes y después de cada bloque de medición del dipolo. La información que brindan es la respuesta del receptor en forma independiente, sin la antena. Para obtener la respuesta de la antena, convertimos las mediciones en dB de la antena y la carga a unidades lineales. Hecho esto, restamos el promedio de las mediciones de la carga previa y la posterior a cada bloque de la antena. Un bloque de medición está conformado por todas las mediciones tomadas con la antena durante un intervalo de tiempo de varias horas. Para dicho intervalo se especifica un tiempo de integración (t_{int}). Los bloques de medición duraban 3 horas, con un $t_{\text{int}} = 5$ ó 2 min. La carga resistiva se medía durante un tiempo total de 10 min entre cada bloque con el mismo t_{int} que la antena.

Al Sol se lo ha utilizado anteriormente como fuente calibradora (Cakaj et al., 2005), debido a que es una fuente ampliamente estudiada. Para observar cómo varía la potencia a lo largo del día, propusimos estudiar las medidas en dB, llevadas a una base lineal cuando sea necesario hacer operaciones. El t_{int} define la cantidad de espectros resultantes. Si observamos a lo largo de bloques de 3 h con un $t_{\text{int}} = 2$ min, por cada bloque tendremos en total 90 espectros. Observando desde la salida del Sol (≈ 7 am), hasta la puesta (≈ 8 pm), da un total de ≈ 390 espectros. Si obtenemos el promedio de las mediciones de cada espectro, y graficamos este en función del tiempo o en función de t_{int} (i.e. el n° de

scan), esperamos observar una variación a lo largo del día, similar a la que se muestra en la Figura 1. Una vez observada esta variación, se puede implementar la calibración del método del factor-Y.

4. Resultados

El dipolo se diseñó para una impedancia de 50Ω . Para hacer un dipolo de media onda puramente resistivo y que no sufra pérdidas de reflexión, los valores típicos de la longitud total del dipolo son de $0.4 - 0.42 \lambda$ (Kraus & Marhefka, 2002). Nuestro diseño tiene una longitud de $19.43 \text{ cm} \approx 0.395 \lambda$, y un diámetro de 10 mm , para que sea puramente resistivo. El dipolo se conectó al LNA a través de un cable coaxial de impedancia de 50Ω (Figura 2).

Los días 17/01/20 y 20/01/20 se realizaron mediciones desde el mediodía al atardecer, sin obtener la variación esperada para dB vs. scans. Los días 23/01/20 y 24/01/20 se midió desde el mediodía del 23 hasta el atardecer del 24. No se obtuvo la variación esperada, y tampoco se observó la misma variación durante estos dos días.

Se procedió a probar la estabilidad del sistema receptor el 29/01/20 y 30/01/20 a lo largo de varias horas para comprobar si la respuesta era estable en el tiempo. Para ello se tomaron mediciones de la carga conectada al receptor durante bloques de 3 h con un $t_{\text{int}} = 2 \text{ min}$. El 29 se midió un solo bloque, y el 30 se midió a lo largo de 3 bloques. Cada bloque de 3 h produce un total de 90 scans. Como se ve en la Figura 3, en las curvas correspondientes al 29/01/20 y al 30/01/20, la respuesta no era estable y tampoco se reproducía la variación de un día respecto a la del otro.

Se cambió la fuente de alimentación del LNA (una batería de gel de 12 V) por una fuente de alimentación AC/DC. Se midió la respuesta de esta el 03/02/20 por 1 hora (produjo solo 30 scans), y el 18/02/20 y 23/02/20 se midió durante 3 bloques de 3 h, para todos se eligió $t_{\text{int}} = 2 \text{ m}$. Se muestra en la Figura 3 que la respuesta del receptor con esta fuente es más estable que con la batería.

Por último, el 24/02/20 se realizó una medición desde la salida del Sol hasta su puesta, comenzando a las 06:48 y terminando a las 20:44. En la Figura 4 se muestra el resultado de la medición completa, que no sigue la variación esperada a lo largo del día (ver Figura 1).

Si comparamos la variación del 24/02/20 con las que se ven para el 18/02/20 y 23/02/20, vemos que los tres días tienen variaciones de alrededor de 1 dB a lo largo de las horas. Esto indica que las variaciones que se registran el 24/02/20 no se provocan por el paso del Sol, sino por la variación propia de todo el sistema receptor.

5. Conclusiones

Como primer proyecto dentro de la instrumentación en radio astronomía se propuso armar un receptor y calibrarlo con el método del factor-Y. Realizamos mediciones a lo largo de varias horas para obtener las medidas necesarias. Los resultados que se obtuvieron no fueron

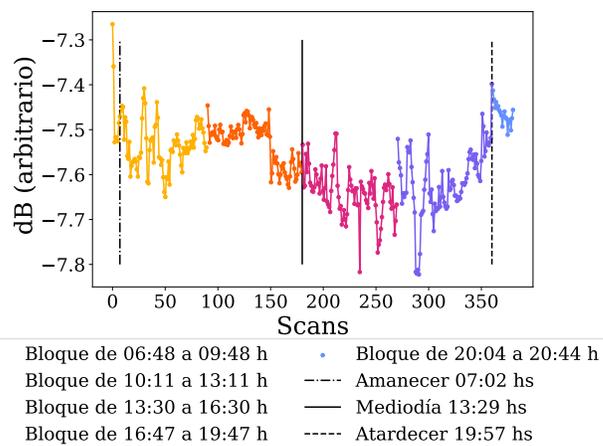


Figura 4: Mediciones en dB en función de los scans (tiempo) para el día 24 de Febrero. Los distintos colores representan cada bloque de medición. Las líneas verticales indican momentos importantes del día, para los cuales se deberían observar puntos claves de la variación esperada.

satisfactorios para proceder con la calibración debido a la inestabilidad temporal del sistema. Proponemos cambiar la forma de obtener las mediciones para llevar a cabo la calibración. Nuestro receptor es de potencia total, el mismo está fuertemente afectado por variaciones temporales de la ganancia. Por esto, las medidas de el cielo con y sin fuente con tantas horas de diferencia no son recomendables para la implementación del método del factor-Y.

Como trabajo a futuro, se propone cambiar la ejecución de las mediciones para la calibración con el método del factor-Y. En vez de emplear como medidas la medida del cielo sin Sol y la medida al mediodía, se propone apuntar con la antena al Sol, medir, y rápidamente cambiar a la posición opuesta del cielo a una distancia angular de 90° , tomando de esta manera la medición del cielo sin fuente.

Agradecimientos: Queremos agradecer al árbitro por su invaluable aporte para mejorar el artículo y ampliar nuestros conocimientos.

Referencias

- Cakaj S., Keim W., Nalaric K., 2005, *Sun noise measurement at low Earth orbiting satellite ground station*, 345–348, 47th International Symposium ELMAR
- Gancio G., Larrarte J.J., 2012, *1-14 GHz TIGO RFI Monitoring System*, Tech. rep., Instituto Argentino de Radioastronomía
- Gancio G., et al., 2020, BAAA, 61B, 219
- Kraus J.D., Marhefka R.J., 2002, *Antennas for all applications*, McGraw-Hill
- Marr J.M., L. S.R., E. K.S., 2016, *Fundamentals of Radio Astronomy: Observational Methods*, Series in Astronomy and Astrophysics, CRC Press, Taylor & Francis Group
- O’Neil K., 2002, *Single-Dish Calibration Techniques at Radio Wavelengths*, *Astronomical Society of the Pacific Conference Series*, vol. 278, 293–311