



Observaciones radio de BL Lac (2004)

Antoni Ardanuy y Ricard Casas
(Agrupación Astronómica de Sabadell)

Resumen

Durante el segundo trimestre de 2004 pudimos observar el blázar BL Lac con la antigua antena de 34 m de la NASA situada en Robledo de Chavela y que en estos momentos está gestionada por el LAEFF (Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental) dentro del Proyecto Académico con el Radio Telescopio de NASA en Robledo (PARTNeR)

Introducción

BL Lac es un cuásar de luminosidad variable y prototipo de esta clase de objetos, a los que se denomina blázares, contracción de BL Lac y cuásar.

Sus coordenadas son:

A.R. 22h 02m 43s (J2000.0)
Dec.+42° 16' 40"

En el segundo trimestre de 2004 se concedió tiempo la Agrupación, junto con la Asociación de Astrónomos Aficionados de la Universidad Complutense de Madrid (ASAAF-UCM), para la observación de este objeto con la antena de 34 m del proyecto PARTNeR. Las observaciones se realizan en dos longitudes de onda simultáneamente. En banda S, a 13 cm (2,2–2,3 GHz) y en banda X a 3,5 cm (8,4–8,5 GHz)

Observaciones

Las observaciones realizadas por la Agrupación se llevaron a cabo remotamente desde la sede por Ricard Casas como responsable y diversos miembros del grupo de radioastronomía que se formó para este proyecto.

El método de observación empleado ha sido el del tránsito por delante del haz de la antena del objeto a observar, desplazando la antena, para el caso de un objeto puntual, medio grado hacia el oeste y deteniendo el seguimiento ecuatorial hasta que el objeto se encuentra, más o menos, a la misma distancia por el otro lado. Para la calibración de la contribución atmosférica se realiza un barrido desde los 10° de elevación hasta el cenit sobre el meridiano del lugar, mientras se toman datos

continuamente. Para la calibración de la señal se emplea un objeto de referencia, cuya señal en radio se mantiene constante en en tiempo, observándolo del mismo modo que el objeto en programa. En este caso se ha empleado el cuásar 3C48 cuyo flujo en banda S es de 10,878 Jy (<http://www.aoc.nrao.edu/~gtaylor/calman/baars.html>)

A lo largo del segundo trimestre de 2004 se realizaron 8 sesiones útiles de observación de 3 horas cada una, las fechas de las cuales se especifican en la tabla 1 junto con

	Fecha 2004	Núm. tránsitos útiles
	5 abril	20
	19	24
*	26	8
*	3 mayo	8
*	31	11
	7 junio	20
	14	8
*	22	11

Tabla 1. Fechas en las que se realizaron observaciones útiles, el asterisco señala las observaciones realizadas por miembros de la ASAAF-UCM y el número de tránsitos obtenidos en cada jornada.

En las observaciones realizadas cabe destacar los siguientes puntos que pueden ser de interés para futuras observaciones y mejoras en el sistema:

- El tiempo que figura en las observaciones no ha estado ajustado a Tiempo Universal, por lo que es necesario comprobar en cada observación la diferencia existente.

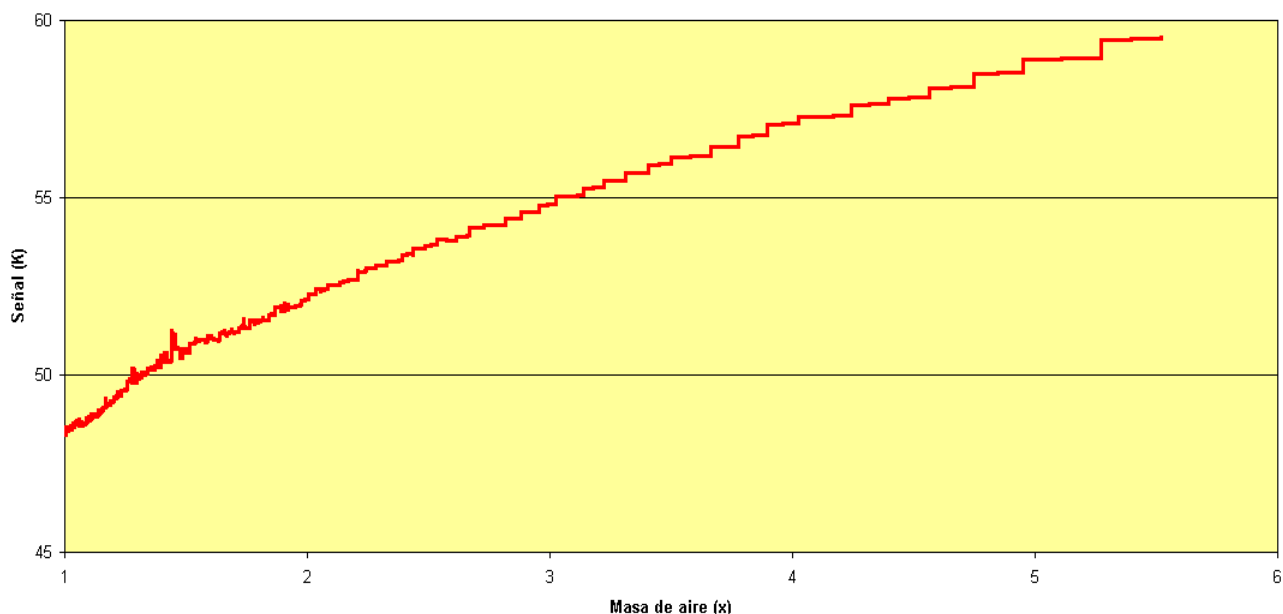


Figura 1. Curva de calibración de la contribución atmosférica en banda S obtenida el 5 de abril de 2004.

- Algunos tránsitos resultaron alterados por interferencias, por lo que deben ser rechazados o cortados.
- Las medidas en banda X resultan prácticamente inútiles al tener problemas en su calibración.

Análisis

La señal medida contiene un término que corresponde a la energía emitida por la propia fuente, más la debida a la atmósfera y el ruido del propio receptor.

Para la determinación de la contribución atmosférica se realiza cada día un barrido sobre el meridiano celeste del lugar de observación. En la figura 1 se muestra una curva característica de este proceso.

En principio, la señal obtenida se puede ajustar a una función del tipo:

$$y = A_0 + A_1 \cdot \exp(A_2 \cdot x) \quad (1)$$

en la que x juega el papel de la masa de aire en la astronomía óptica ($x = 1/\cos(z)$ siendo z la distancia cenital)

Por nuestra parte, y ante la forma de las distintas curvas de contribución atmosférica, empleamos un modelo matemático

en el que la curva de ajuste viene dada por la expresión:

$$y = A_0 + A_1 \cdot x^{A_2} \quad (2)$$

La desviación estándar media obtenida con el ajuste de la ecuación (2) es siempre mejor que la obtenida con la ecuación (1), con un valor medio de la diferencia de 0,022.

Los valores de los parámetros A_i (para $i = 0, 1, 2$) son específicos para cada día de observación. Sólo señalar que el exponente A_2 de la ecuación (2) toma valores en torno a 1/3.

Los tránsitos del objeto y del calibrador de flujo, de los que podemos ver un ejemplo en la figura 2, se ajustan por mínimos

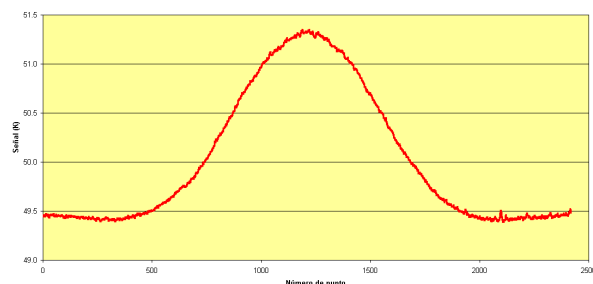


Figura 2. Tránsito del objeto de calibración, 3C48 en banda S el 5 de abril de 2004.

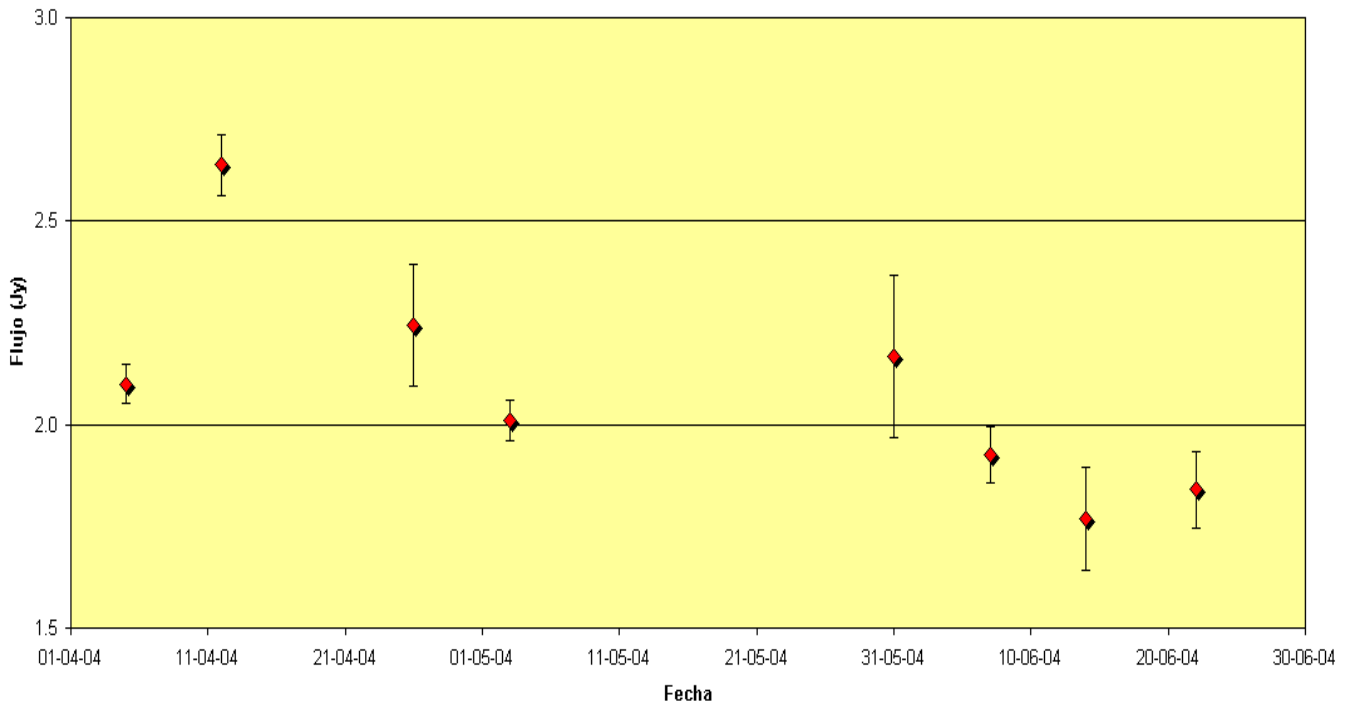


Figura 3. Flujo de BL Lac en banda S obtenido en el segundo trimestre de 2004 con el radiotelescopio de PARTNeR.

cuadrados a una función del tipo:

$$y = A_0 + A_1t + A_2t^2 + A_3 \cdot \exp((t - A_4)/A_5) \quad (3)$$

que tiene una componente parabólica, que se ajusta a la deriva de la señal durante el tránsito, y otra gaussiana, que se ajusta al tránsito del objeto observado y que depende de la forma del lóbulo de la antena. El término A_3 es el que da la intensidad de la señal recibida del objeto y que es transformado a energía por unidad de área y tiempo (Jy) mediante la expresión facilitada por el equipo de PARTNeR:

$$\text{Sensibilidad (Jy/K)} = \sum_{i=0}^4 a_i \cdot e^i \quad (4)$$

siendo

$$\begin{aligned} a_0 &= 6,0582929 \\ a_1 &= -0,070227490 \\ a_2 &= 0,0016794673 \\ a_3 &= -1,3739709 \times 10^{-5} \\ a_4 &= 1,7217635 \times 10^{-8} \end{aligned}$$

De los tránsitos realizados en una sesión de observación se eliminan todos aquellos que son defectuosos y se calcula su valor medio. En la figura 3 puede verse el comportamiento del blázar a lo largo de la primavera de 2004.

Conclusiones

El comportamiento en 13 cm de BL Lac a lo largo del periodo de observación ha sido discreto. Aumentó ligeramente de brillo al principio del periodo y mostró un leve decrecimiento al final

Agradecimientos

Al equipo de radioastronomía de la Agrupación por su colaboración en la observación: Carles Cera, Jordi Gutiérrez, Xavier Puig y Joan Antoni Ros.

A Olga Suárez y a Mari Carmen Blasco responsable y asistente, respectivamente, de PARTNeR por su colaboración en la preparación de las observaciones y su apoyo durante las mismas.