

Reducción de datos en PARTNeR

La finalidad de la reducción de datos es obtener la densidad de flujo de la fuente que se está observando. La temperatura *total* medida por la antena tiene las siguientes componentes (ver Cap. 6 del Curso Fundamentos físicos de la radioastronomía):

$$T_m = T_{sis} + T_f \cdot A_{atm}$$

donde T_m es la temperatura *total* medida por la antena, T_{sis} es la temperatura de sistema, T_f es la temperatura de antena real de la fuente, que es la que nos interesa obtener, y A_{atm} es la absorción atmosférica.

Corrección de la temperatura de sistema

La temperatura de sistema se elimina ajustando cada tránsito realizado sobre la fuente durante la observación a una curva *gaussiana*, de forma que la temperatura de antena de la fuente es el valor de la altura del máximo de cada *gaussiana* por encima del nivel de base o ruido. Una vez realizado este paso de sustraer la temperatura de sistema, la temperatura de antena de la fuente medida por el radiotelescopio, que todavía estará afectada por la atmósfera, será:

$$T'_f = T_m - T_{sis} = T_f \cdot A_{atm}$$

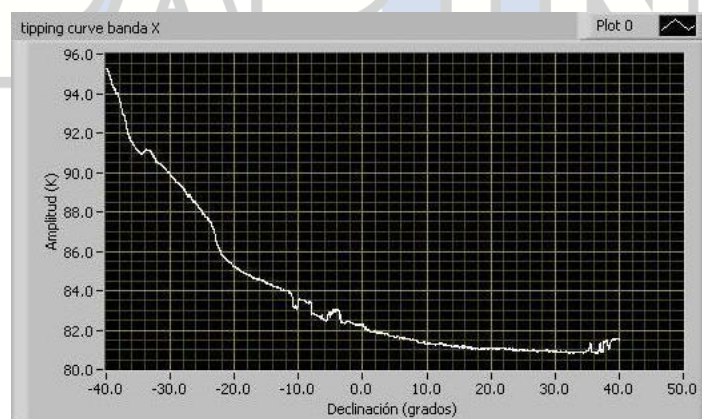
donde T'_f es la temperatura de antena de la fuente medida por el radiotelescopio, T_f es la temperatura de antena real de la fuente, y A_{atm} es la absorción atmosférica.

Corrección de la influencia atmosférica

El valor de la opacidad atmosférica (τ) se calcula mediante la *tipping curve* o curva de temperatura de sistema, que se realiza al final de cada observación. La absorción atmosférica (A_{atm}) está relacionada con la opacidad mediante la siguiente expresión:

$$A_{atm} = e^{-\tau} = e^{\left(\frac{-\tau_0}{\sin \varepsilon}\right)}$$

donde ε es la elevación de la antena.



Curva de temperatura de sistema para banda X. Se aprecia claramente que la forma de esta curva es la de una exponencial negativa. El ajuste subsiguiente permite obtener el valor de la opacidad en el cenit τ_0

El valor de la opacidad en el cenit (τ_0) se calcula a partir de los datos obtenidos con la *tipping curve*. Recordemos que esta curva se obtiene midiendo con el radiotelescopio la temperatura de antena atmosférica desde elevaciones bajas hasta el cenit, sin pasar sobre fuentes. La expresión matemática de esta curva resulta ser:

$$T_{atm} = T \left(1 - e^{\left(\frac{-\tau_0}{\sin \varepsilon} \right)} \right)$$

donde T_{atm} es la temperatura de antena de la atmósfera medida por el radiotelescopio durante la realización de la *tipping curve* y T es la temperatura equivalente media de la atmósfera, supuesta ésta en equilibrio termodinámico (su valor es de 265 K).

Tenemos dos maneras de obtener el valor de τ_0 . La primera es realizar el ajuste de la *tipping* obtenida a una curva normalizada y obtener τ_0 a partir de cualquiera de los puntos de dicha curva de ajuste. La segunda es representar gráficamente $\ln(T - T_{atm})$ frente a $\sin \varepsilon$. El valor de τ_0 es la pendiente de esta recta, cambiada de signo, ya que, de la expresión anterior, obtenemos, obviando constantes:

$$\ln(T - T_{atm}) = \frac{-\tau_0}{\sin \varepsilon}$$

Una vez obtenida la opacidad en el cenit tendremos la opacidad y la absorción atmosféricas.

Finalmente, el resultado de corregir la absorción atmosférica será la temperatura de antena real de la fuente:

$$T_f = T_f' \cdot e^{\tau} = T_f' \cdot e^{\left(\frac{\tau_0}{\sin \varepsilon} \right)}$$

De temperatura de antena a densidad de flujo

No debemos olvidar que la temperatura de antena es una convención que utilizamos para trabajar con unidades más manejables durante las observaciones. Lo que nos interesa conocer realmente es el flujo recibido en la banda de trabajo. Más concretamente, la densidad de flujo recibida, en *Janskys*. Para convertir a Jy la temperatura de antena obtenida, medida en K, se utiliza la denominada *curva de sensibilidad*, una para cada banda de trabajo. La expresión matemática general de esta curva es un polinomio cuyos coeficientes deben ser calculados empírica y específicamente para cada antena. Su forma general es:

$$1/\text{sensibilidad} = \sum_n A_n \cdot \varepsilon^n$$

Los polinomios de ajuste para la antena DSS 61 y para cada banda de trabajo son:

Banda S (con ε expresada en radianes y válida para elevaciones entre $\varepsilon = 13,3^\circ$ y $82,6^\circ$)

$$\begin{aligned} 1/\text{sens} \left(\frac{\text{Jy}}{\text{K}} \right) &= 5,5182347 - 0,0049122809\varepsilon + 0,0016764142\varepsilon^2 - 2,14292 \times 10^{-5} \varepsilon^3 \\ &+ 9,307191 \times 10^{-8} \varepsilon^4 \end{aligned}$$

Banda X (válida para elevaciones entre $\varepsilon = 13,3^\circ$ y $82,6^\circ$)

$$\begin{aligned} 1/\text{sens} \left(\frac{\text{Jy}}{\text{K}} \right) &= 9,7565529 - 0,14479588\varepsilon + 0,0035352276\varepsilon^2 - 3,6021838 \times 10^{-5} \varepsilon^3 \\ &+ 1,2893929 \times 10^{-7} \varepsilon^4 \end{aligned}$$

Los valores de las *curvas de sensibilidad* se actualizan para obtener mejores ajustes o para aumentar su rango de validez. Las temperaturas de antena obtenidas se transforman en densidades de flujo usando las relaciones anteriores.

Para comprobar que la calibración y el proceso de reducción de datos son correctos, es conveniente reducir también el calibrador de flujo observado y comprobar que la densidad de flujo obtenida para las dos bandas es la esperada según los datos de los catálogos radioastronómicos existentes.