

Sobre la posibilidad del empleo de las observaciones radioastronómicas del Sol para la determinación de la absorción atmosférica y la humedad absoluta*

**Ramón E. RODRÍGUEZ TABOADA

RESUMEN. Se muestra el método empleado en la Estación Radioastronómica de La Habana para corregir las observaciones radioastronómicas por absorción en la atmósfera terrestre, y se analiza la posibilidad de realizar mediciones de la humedad absoluta atmosférica.

INTRODUCCIÓN

Sobre la base del cálculo teórico del coeficiente de absorción es posible, en una primera aproximación, llevar a cabo la corrección por absorción de las mediciones radioastronómicas del flujo solar. No obstante, en la banda de los 15 GHz, debido al carácter de la absorción en esa región,

originada fundamentalmente por la banda de absorción del vapor de agua, y a la indeterminación, para casos concretos, de la altura efectiva de la capa absorbente, puede ser necesario proceder a un ajuste posterior del mismo.

DESAROLLO

En la Estación Radioastronómica de La Habana (ERH) se notó que el valor teórico calculado sobrepasaba el valor promedio del día, ya que se notaba claramente un aumento manifiesto del flujo al inicio y fin del día, con un mínimo hacia el momento del paso por el meridiano del Sol.

Se calculó los valores medios del flujo (corregido con el factor calculado) para cada hora, obteniéndose una curva caracte-

*Manuscrito aprobado en mayo de 1987.

**Instituto de Geofísica y Astronomía de la Academia de Ciencias de Cuba.

rística de la variación del mismo para el año 1984, y sobre la base de la misma se buscaron días que presentaran el mismo carácter (Fig. 1). Estos días permiten, sobre una base no estadística, calcular, por el método de mínimos cuadrados, valores concretos del coeficiente de absorción promedio.

Se siguió este proceso para evitar la indeterminación en la altura que introduce la variación en la declinación del Sol a lo largo del año; no obstante, parece adecuado obtener un valor general a partir de la curva de los promedios tomando la declinación de cero grado, aunque este trabajo no fue realizado.

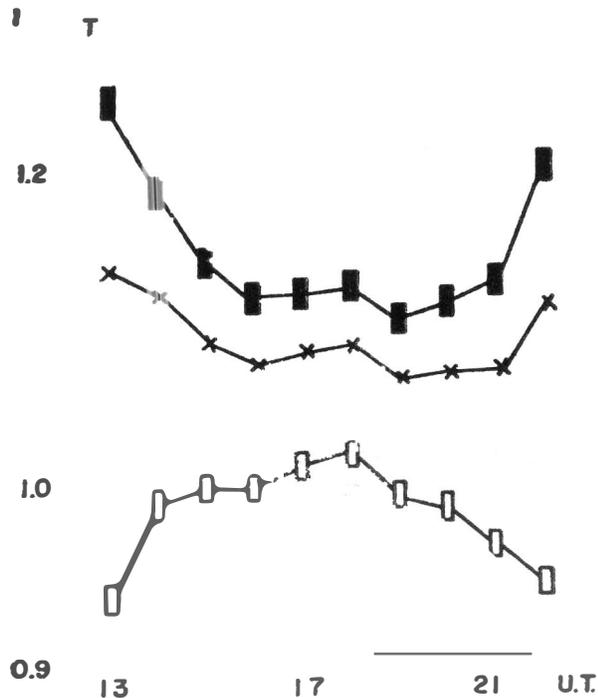


Fig. 1. Temperaturas de antena de Sol a lo largo del día 24 de febrero de 1987. Los cuadros en blanco para la temperatura medida directamente; los cuadros negros para la corregida por absorción con el factor teórico calculado, y los asteriscos para el factor obtenido por ajuste de las propias mediciones.

El cálculo se efectuó tomando las mediciones directas de temperatura del Sol en la antena y la altura de la misma calculada por las coordenadas del Sol para ese día y las coordenadas de la estación.

La expresión empleada para los cálculos fue la de una atmósfera plano paralela, en la que

$$T_c = T_m [1 + a \csc(h)] \quad (1)$$

donde T_c es la temperatura corregida, T_m es la temperatura medida, a el coeficiente de absorción y h la altura del Sol en el momento de las mediciones.

La diferencia entre la temperatura corregida T_c y la temperatura calculada a partir de T_m en la expresión (1) es

$$E_i = T_c - T_m [1 + a \csc(h)] \quad (2)$$

La función a minimizar por los coeficientes constantes T_c y a , es

$$\Theta = \sum_i (E_i^2) \quad (3)$$

por lo que debe cumplirse

$$d\Theta/dT_c = d\Theta/da = 0; \quad (4)$$

Calculando la expresión explícita para a , tenemos:

$$d\Theta/dT_c = N T_c - \sum_i (T_m) - a \sum_i (T_m \csc(h)) \quad (5)$$

$$d\Theta/da = T_c \sum_i (T_m \csc(h)) - \sum_i (T_m^2 \csc(h)) - a \sum_i (T_m^2 \csc^2(h)) \quad (6)$$

Luego,

$$a = \frac{\sum_i (T_m^2 \csc(h)) - T_m \sum_i (T_m \csc(h))}{[\sum_i (T_m \csc(h))^2]/N - \sum_i (T_m^2 \csc^2(h))} \quad (7)$$

expresión que permite calcular un coeficiente de absorción representativo del día,

a partir de las mediciones directas de la temperatura de antena del Sol.

Este resultado permite evaluar entonces la humedad absoluta (asumiendo conocida la altura efectiva de acción de la capa ab-

sorvente), o por el contrario, asumiendo conocida la humedad absoluta, estimar la altura efectiva de la capa absorvent

Siguiendo la formulación clásica de Kuzmin y Salomonovich (1964)

$$a^* = 10 \log a = H_1 (X_{01} + (X_{02}/H_1) H_2 P) \quad (8)$$

donde H_1 es la altura efectiva de la capa de oxígeno, H_2 es la altura efectiva de la capa de vapor de agua, X_{01} es el coeficiente de absorción del oxígeno, X_{02} es el coeficiente de absorción del vapor de agua (ambos en db/km) y P la humedad abso-

luta.

Entonces, debido a que X_{01} depende poco de la frecuencia en relación con X_{02} en la banda de 15 GHz, y como H_1 es, aproximadamente, constante para todo el planeta,

$$[(a^*/H_1) - X_{01}] = (X_{02}/H_1) H_2 P \quad (9)$$

donde el miembro izquierdo de la igualdad puede ser considerado, aproximadamente, constante, y una vez calculado para la frecuencia de interés, se puede juzgar, sobre la base de un determinado valor de X_{02} , sobre la humedad absoluta del día, o sobre la altura efectiva de la capa absorvente.

El empleo del método, en principio, no está limitado a la estimación del coeficiente

promedio para el día, sino que puede ser empleado para intervalos menores de tiempo; la condición límite del tiempo entre mediciones estaría dada por el ruido de la señal. Debe cumplirse que el camino de ruido (dT) sea menor que la diferencia de temperaturas debida a la absorción en los momentos 1 y 2

$$dT < dT_2 - dT_1 = T a [\csc(h_2) - \csc(h_1)] \quad (10)$$

$$dT/T < a [\csc(h_2) - \csc(h_1)] \quad (11)$$

que puede ser aproximado por

$$dT/T < a dh \cos(h_1) / \sin^2(h_1) \quad (12)$$

Para $a = 0,055$, $T = 2000$, $h = 30$ y $dT = 2$ se obtiene que $dh > 0,6$ grados, lo que permite decir que, aproximadamente, en cada grado de altura puede realizarse

una medición, lo que permitiría, empleando 10 puntos, calcular a en intervalos de 10 grados, que representan unos 40 a 60 min, en dependencia de la época del año.

REFERENCIAS

Kuzmin, A. E., y A. E. Salomonovich (1964): Radioastronomicheskie metodi izmirienii paramet-

rov antenn. *Izd. Sovietskoe Radio*.

Ciencias de la Tierra y del Espacio, 14, 1987

ON THE EMPLOYMENT OF SOLAR RADIO PATROL
OBSERVATIONS TO EVALUATE ATMOSPHERIC ABSORTION
AND ABSOLUTE HUMIDITY

Ramón E. RODRÍGUEZ TABOADA

ABSTRACT. *The method used in the Havana Radioastronomical Station to correct the solar patrol observations is shown and it is annalized the possibility of their employment to measure the absolute atmospheric humidity.*