

# REACTIVACION DEL RADIO INTERFEROMETRO SOLAR DE TONANTZINTLA

Eduardo Mendoza T.

Instituto de Astronomía  
Universidad Nacional Autónoma de México

RESUMEN. En el trabajo se explica el funcionamiento de algunas componentes del interferómetro, mediante las cuales es posible conocer diversas características de la señal del Sol.

ABSTRACT. In this work we discuss the behavior of some components of the interferometer, that make possible to investigate several characteristics of the Sun's signal, like; global flux, polarization, active regions flux, etc.

Key words: INSTRUMENTS — INTERFEROMETRY

## I. INTRODUCCION

En 1985 se puso nuevamente en funcionamiento el radio-interferómetro solar que había traído a México en 1970, un grupo de investigadores soviéticos y que fue instalado en el Observatorio de Tonantzintla. Este interferómetro fue diseñado para la observación de eclipses durante largas expediciones y el instrumental se aboca a las necesidades del caso.

Aunque al instalarlo se le destinó un lugar en el que estaría permanentemente, su funcionamiento, en general, continúa siendo el mismo.

## II. DESCRIPCION

El interferómetro opera en una frecuencia central de 7.5 GHz y está equipado con un radiómetro tipo Dicke. Tiene cuatro canales de salida que son: Canal de Intensidad (I). En este canal se registra el flujo total del Sol. Canales Seno (S) y Coseno (C). En ellos se registra la señal (amplitud y fase) de los centros de actividad, eliminando la señal del disco solar. Canal de Polarización (V). Aquí se registra el flujo de emisión circularmente polarizada.

### Canal de Intensidad

En el canal de intensidad se registra la señal global proveniente del Sol, está provisto de un generador de ruido (GR 1) que se conecta al amplificador (A) alternamente con la señal del Sol (como se muestra en la figura 1), obteniendo así, la resta de las señales. El objetivo de tener la resta de la señal del Sol y la del ruido patrón, es disminuir el efecto que la variación de la ganancia de los amplificadores tendría si sólo se captara la señal del Sol.

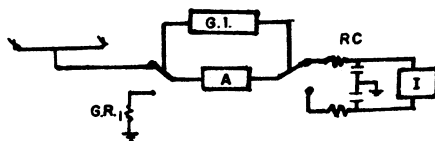


Fig. 1. Diagrama del canal de intensidad. G.I. es el generador de interrupciones e I el registro de intensidad.

Aunque en el texto "A" denota a los amplificadores, - en este diagrama y en los siguientes, representa también a los filtros y al detector. Los circuitos RC - son de las mismas características y por lo tanto el tiempo de integración es el mismo.

Para que la señal de la fuente y la señal patrón pasen alternamente al bloque "A" (figura 1), se coloca un embobinado sobre una guía de onda circular. A esta guía entran las señales de G.R. 1 y del Sol. Al circular corriente por la bobina, aparece un campo magnético que está calculado para hacer girar la polarización lineal en un ángulo de  $90^\circ$ , mediante el efecto Faraday. Este dispositivo es el modulador de intensidad (MI). La bobina es alimentada por una función rectangular de media onda, es decir, durante medio período la corriente es cero y - en el otro semiperíodo es la I calculada para hacer girar  $90^\circ$  la polarización incidente. Esta corriente es en sí el generador de interrupciones (G.I.).

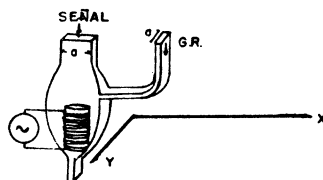


Fig. 2. Modulador de intensidad, compuesto por una bobina sobrepuesta a una guía de onda circular.

#### Canal de Polarización

En la entrada a las guías de onda, en cada antena se coloca una placa retardadora de  $\lambda/4$  a  $45^\circ$  respecto del lado "a" de la primera guía de onda rectangular que encuentra en su camino la señal. Con la placa retardadora la polarización circular es transformada en lineal (figura 3).

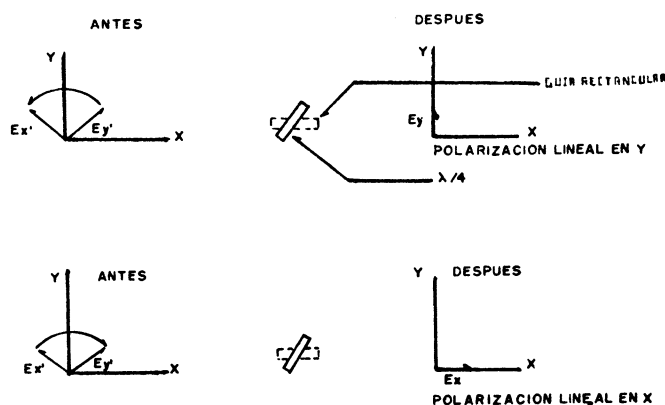


Fig. 3. Secuencia de las polarizaciones antes y después de la placa retardadora de  $\lambda/4$ .

Después de la placa fásica se encuentra el modulador de polarización. Este modulador hace girar  $90^\circ$  las dos polarizaciones y como la guía de onda que sigue en el camino de la señal es rectangular y está ubicada a  $45^\circ$  de la placa, - sólo permitirá el paso de una de las dos polarizaciones incidentes. El funcionamiento del modulador de polarización (MP) básicamente es el mismo que el de el modulador de intensidad. MP permitirá durante medio período el paso de la señal con polarización lineal en  $\hat{y}$  y en el otro semi-período el paso de polarización lineal en  $\hat{x}$ . En el registro se graba la resta de las dos polarizaciones, interrumpiendo alternamente (con la misma corriente que alimenta la bobina) la entrada a los integradores (figura 4), quedando así ambas interrupciones sincronizadas. En este-

caso también los circuitos RC son de las mismas características.

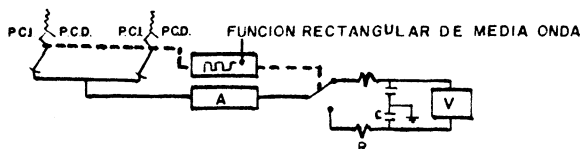


Fig. 4. Diagrama de bloques del canal de polarización (V). La señal incidente P.C.I. es la señal con polarización circular izquierda y P.C.D. con polarización circular derecha.

#### Canales Seno y Coseno

En los canales Seno (S) y Coseno (C) se recibe la señal proveniente sólo de los centros de actividad, es decir, de centros cuya extensión angular sea pequeña comparada al disco solar. Para lograr esto, se elige la distancia entre las antenas de tal manera que la respuesta sea cero para el disco solar y máxima para las fuentes puntuales. La respuesta es representada por la función de Bessel de primer orden (Guelfreich y Korolkov, 1960).

Para tener alta resolución temporal en estos canales, se producen lóbulos de interferencia viajeros, mediante la modulación de fase de la señal procedente de una de las dos antenas. El modulador de fase está compuesto por tres placas retardadoras y un motor mecánico. La primera placa (de  $\lambda/4$ ) que está fijada a la guía de onda circular, hace el cambio de polarización lineal a circular. La segunda placa (de  $\lambda/2$ ) está dentro de una guía circular que mediante el motor gira a una frecuencia  $\Omega/2$  Hz, produciendo un cambio de fase continuo. La tercera placa (de  $\lambda/4$ ) cambia nuevamente la polarización circular a lineal, para que la señal pueda propagarse dentro de las guías de onda rectangulares.

El patrón de interferencia lo podemos expresar como

$P \approx A(\phi)/2 \cos(2\pi\Omega t)$  donde  $A(\phi)$  es la envolvente y  $2\pi\Omega t$  es la fase de interferencia.

A la posición del patrón en que el máximo del lóbulo principal se encuentra en el origen de fase le llamamos posición +coseno. La posición +seno se alcanza después de un intervalo de tiempo  $\Delta t_1 = 1/4\Omega$ . A la posición que se alcanza en un intervalo  $\Delta t_2 = 1/2\Omega$  después de la primera posición coseno, la denotamos por -coseno. Es decir, para intervalos de tiempo  $\Delta t_i = 1/4\Omega$  subsecuentes, tendremos posiciones coseno y seno alternadamente, cada una de ellas positiva y negativa, también alternadamente.

La señal de interferencia se separa en dos canales, en uno se graba la señal registrada durante las posiciones seno (canal S) y en otro se graba la señal registrada durante las posiciones coseno (canal C). En cada uno de estos canales se graba la diferencia entre la intensidad registrada durante las posiciones denotadas por "+" y las posiciones "-". De tal manera que:

$$\phi = \tan^{-1}(a_s/a_c) \quad \text{y} \quad a = (a_s^2 + a_c^2)^{1/2} \quad (\text{Korzhavin et al., 1975})$$

con  $a_s$  = intensidad de la señal registrada en el canal seno

$a_c$  = intensidad de la señal registrada en el canal coseno

$a$  = intensidad de la señal observada por el patrón de interferencia.

$\phi$  = fase del patrón de interferencia.

En las descripciones dadas, los circuitos integradores son mucho más sencillos que en la práctica, pero el funcionamiento es básicamente el descrito.

Todos los canales, además, reciben una segunda señal de calibración --- G.R. 2, que se suma a la señal grabada en cada uno de ellos. Como la temperatura de esta señal de calibración (generador de ruido número 2) se puede conocer experimentalmente, entonces es posible saber la escala en los registros finales.

En la figura 5 se representa el diagrama de bloques general del interferómetro.

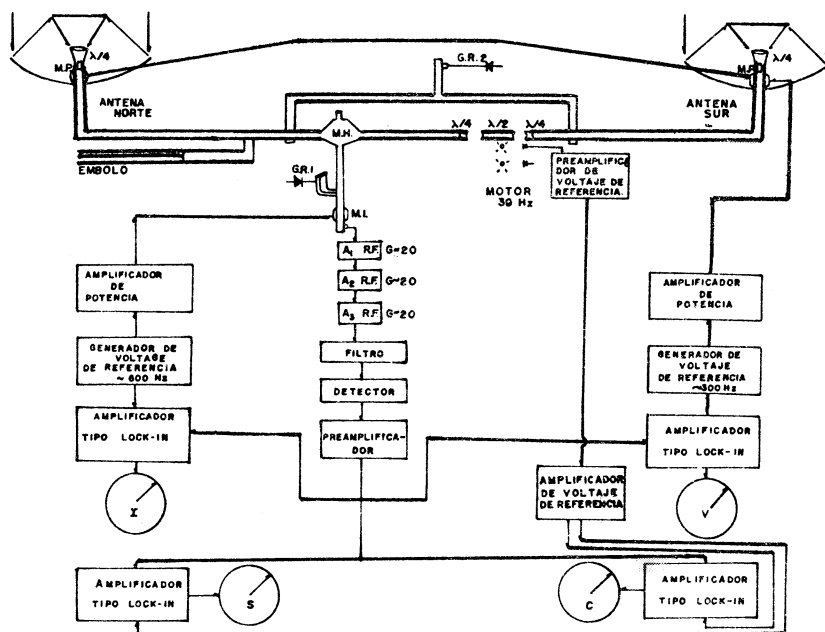


Fig. 5. Diagrama de bloques del interferómetro.

## REFERENCIAS

- Guelfreich G.B. y Korolkov D.V. Izv. Pulkovo No.164 (1960) pag.179.  
 Korzhavin A.N., Arreola J.I., Casselín V.L. y Timofeyeva G.M. Boletín del Instituto de Tonantzintla (agosto 1975) Vol.I No. 2 pag.61.