

# El campo magnético interplanetario y su efecto sobre el sistema de corrientes $S_r$

VÍCTOR BRUNO HENRÍQUEZ, ANA MARGARITA HERNÁNDEZ,  
MARÍA ELENA MUÑIZ, y MARÍA EUGENIA VEGA

**RESUMEN.** Se presentan los hechos experimentales que manifiestan una relación entre la polaridad del campo magnético interplanetario (CMI) y la posición del foco del sistema de corrientes  $S_r$ , a partir de datos de una red de estaciones en el Hemisferio Norte del sector americano.

## 1. INTRODUCCIÓN

El sistema de corrientes magnetoionosférico que da lugar a la variación  $S_r$  (llamada  $S_q$  en días tranquilos) consta de dos vórtices, uno en el hemisferio Norte y otro en el Sur, ambos en el lado diurno de la Tierra (CHAPMAN y BARTELS, 1940). Estos dos vórtices están acoplados magnéticamente, a través de la magnetosfera, por los tubos de líneas de fuerza de la misma (MISHIN, 1971).

Una variación en la magnitud de la cavidad magnetosférica puede traer, por consecuencia, una variación en la posición de los focos de estos sistemas de corrientes y ser el origen de la variación del paso diario que causa la contaminación en  $S_r$ .

El origen del sistema de corrientes mencionado ( $S_r$ ) puede deberse, según plantearon GLUSHAKOV y SAMOJÍN (1974), a la fuerza de Ampere en la convección magnetosférica, la cual es capaz de producir vientos rotacionales en la ionósfera, que a su vez engendrarían un sistema bidimensional de corrientes eléctricas estacionarias:

$$\vec{J} = \langle \Sigma \rangle (E_0 + [V \times H]), \quad \text{div } \vec{J} = 0$$

las cuales se aproximan a las observadas para los sistemas  $S_q$ .

---

Manuscrito aprobado el 15 de septiembre de 1978.

V. B. Henríquez, A. M. Hernández, M. E. Muñiz, y M. E. Vega, pertenecen al Instituto de Geofísica y Astronomía, de la Academia de Ciencias de Cuba.

Los citados autores plantearon también que, ante variaciones en el Campo Magnético Interplanetario, deberían producirse variaciones, en este sistema de corrientes, que se reflejaran en un cambio en su estructura o en la posición del foco. Pero al efectuarse las observaciones con estaciones de una red mundial y datos del campo magnético interplanetario, se promedió la posición del foco para los casos de igual polaridad del CMI, y al comparar los diferentes valores no dio el resultado esperado (MISHIN *et al.*, 1975).

El Campo Magnético Interplanetario depende fundamentalmente de un patrón sectorial solar (Fig. 1), donde predomina una dirección determinada del campo (WILCOX y NESS, 1965), positiva cuando la dirección es "desde" el sol, y negativa cuando es "hacia" el sol.

Debido a que la posición del foco respecto a la estación cubana es muy variable, decidimos efectuar el experimento para comprobar las relaciones planteadas por GLUSHAKOV y SAMOJÍN (1974), sin promediar la

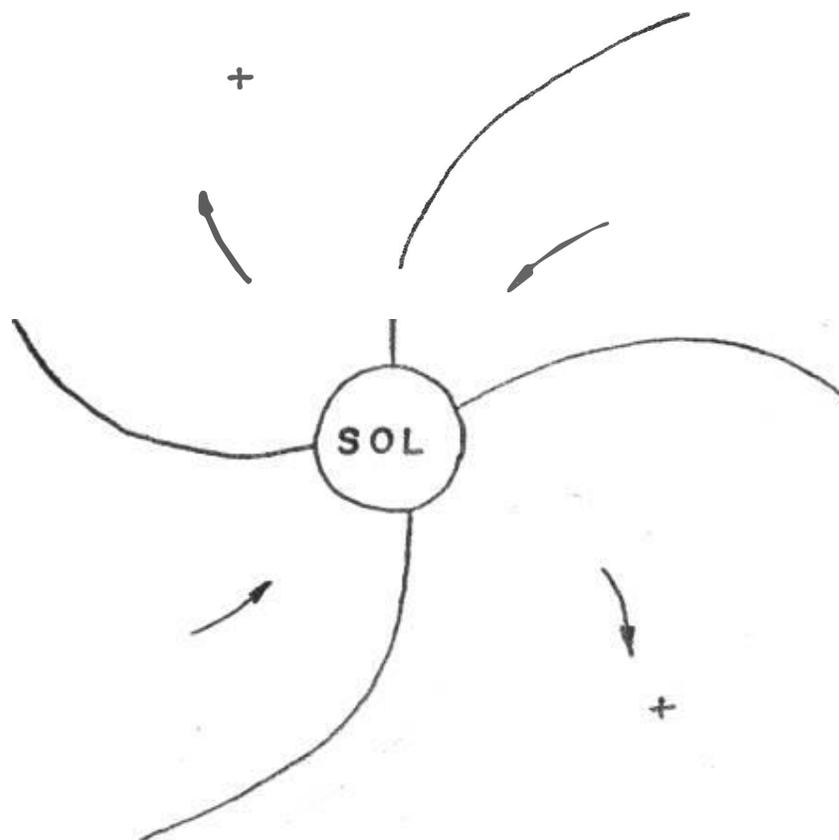


FIG. 1. Patrón sectorial del Campo Magnético Interplanetario.

posición del foco, sino hallando la misma respecto a nuestra estación y a otras del mismo sector americano en el que nos encontramos, para cada día.

La ionosfera, donde tienen lugar los sistemas de corrientes, está dentro de la magnetosfera, cuyas dimensiones varían de acuerdo a la actividad geomagnética, por lo que la posición del foco del sistema de corrientes puede variar con la actividad, de modo que en dos períodos igualmente tranquilos, pero precedidos por diferente actividad, el foco se encuentra en lugares diferentes.

En caso de encontrarse alguna relación, podríamos comenzar a desarrollar experimentos más completos, para ampliar el modelo planteado por los citados autores.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizó primeramente el carácter magnético de los días del año 1965, del cual se tenía información completa para el campo magnético interplanetario (los datos del satélite IMP-1). Se seleccionaron los días tranquilos de este año y se escogieron varios períodos en los cuales ocurrían consecutivamente más de tres días tranquilos y durante el mismo variaba la polaridad del Campo Magnético Interplanetario. Esto se hizo para poder eliminar cualquier otro fenómeno que pudiera existir relacionado con este cambio de polaridad, y al mismo tiempo poder determinar la posición del foco del sistema de corrientes.

Se tomó un grupo de estaciones del área del Caribe y el Golfo de México en el sector Americano (Fig. 2 y Tabla 1).

Se analizaron los días 1 y 2 de febrero de 1965. En este período el campo varió de + a -. Se analizaron además los días 2 y 3 de mayo, en los que el campo varió de - a +. En ambos casos los días eran tranquilos (Fig. 3 y Tabla 1).

## 3. DISCUSIÓN

Según se puede observar en la Fig. 3, la posición del foco para los casos presentados varió simultáneamente con la polaridad del Campo Magnético.

TABLA 1. Observatorios geomagnéticos del sector americano en el área subfocal del Hemisferio Norte.

Estación	Símbolo (Iaga)	Geomagnética		Geográfica	
		Lat.	Long.	Lat.	Long.
Dallas	DS	43,0°	327,7°	32,59°	96,45°
Tucson	TU	40,4°	312,2°	32,25°	249,18°
Centro Geofísico	CG	34,1°	345,3°	22,97°	82,15°
Teoloyucán	TE	89,6°	327,1°	19,75°	260,8°
San Juan	SJ	29,9°	3,2°	18,11°	<b>293,9°</b>



FIG. 2. Distribución de una red de estaciones geomagnéticas del Hemisferio Norte del sector americano.

tico Interplanetario. Este resultado muestra que ambos fenómenos pueden tener alguna relación y abre la posibilidad de confirmar la mencionada teoría.

Para un cambio de polaridad de + a -, se obtuvo que el foco variaba pasando de la posición que ocupaba a otra al Sur de la misma, mientras que para un cambio de polaridad de - a +, lo hacía al Norte.

Al tratar de evaluar su teoría, GLUSHAKOV y SAMOJÍN (1974) graficaron la posición del foco contra los valores del campo magnético interplanetario para un número grande de casos, sin tomar en cuenta la consecutividad de los días, lo que enmascaró el fenómeno; es decir, al llevar al gráfico la posición del foco y la polaridad del CMI de diferentes días, lo que quedó representado no fue una relación individual por eventos, sino

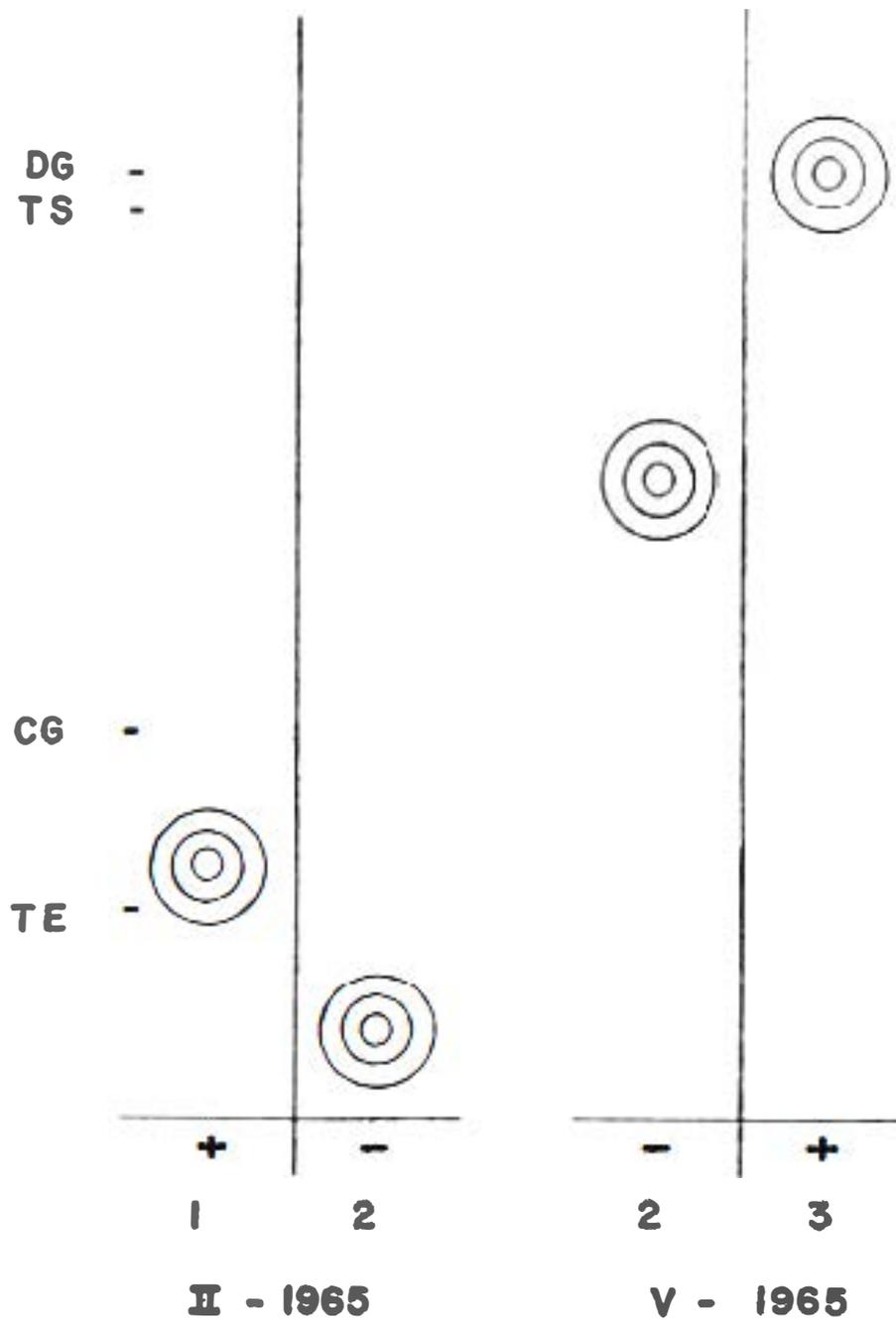


FIG. 3. Cambios en la posición del foco del sistema de corrientes Sr en el sector americano al variar la polaridad del Campo Magnético Interplanetario.

que se obtuvo la latitud que predominaba para una u otra polaridad del CMI; pero esto no relaciona de forma dinámica los parámetros.

Aunque en nuestro caso el resultado ha sido positivo, no debemos tomarlo como definitivo, ya que sólo presentamos dos casos aislados y no hemos profundizado en una evaluación de los valores teóricos esperados.

#### 4. CONCLUSIONES

Se observó la variación simultánea de la posición del foco del sistema de corrientes magnetoionosférico con la polaridad del CMI, fenómeno éste que cae dentro de los planteamientos hechos por la teoría de GLUSHAKOV y SAMOJÍN (1974).

Sin embargo, el hecho de haber encontrado dos casos aislados no es una confirmación de la teoría, pero sí un paso de avance sobre los trabajos anteriores, ya que demuestra que existe la relación mencionada por la teoría. Esto permitirá continuar la búsqueda de mecanismos y el desarrollo de modelos teóricos en la interacción del CMI y los sistemas del  $S_r$ .

#### 5. RECOMENDACIONES

Se recomienda ampliar la base de las investigaciones en este sentido, incluyendo el cálculo de las intensidades de los sistemas de corrientes y los valores del CMI, no sólo su polaridad; así como ampliar el estudio a otros sectores del planeta y a la medición simultánea en áreas conjugadas.

#### RECONOCIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento a los compañeros del Departamento de Geomagnetismo, del Instituto de Geofísica y Astronomía de la Academia de Ciencias de Cuba, por la valiosa ayuda brindada en la confección y discusión del presente trabajo.

#### REFERENCIAS

- CHAPMAN, S., y BARTELS, J. (1940): *Geomagnetismo*. Oxford University Press, Londres, 2 vols.
- GLUSHAKOV, M. L., y SAMOJIN, M. V. (1974): On excitations of the system of currents and winds in the ionosphere by the motions of the matter in the plasmasphere. *Geomagnet. Aeron.*, 14:584-591.
- MISHIN, V. M. (1971): On the morphology of  $S_q$  field dynamics. *Gerlands Beitr. Geophys.*, 80.
- MISHIN, V. M., BAZARZHAPOV, A. D., MATVEEV, M. I., y NEMTSOVA, E. I. (1975): *On nature of  $S_q$  variation*. Preprint SIBIZMIR, 7-75.
- WILCOX, J. M., y NESS, N. F. (1965): Quasi-stationary coronating structure in the interplanetary structure in the interplanetary medium. *J. Geophys. Res.*, 69:1 769-1 783.

**ABSTRACT.** Experimental facts are presented showing a relation between the polarization of the Interplanetary Magnetic Field (IMF) and the position of the focus of the Sr current system, from data of a set of observatories in the American sector of the Northern Hemisphere.

**CDU 523.038:550.386:389.5**