

## Fenómenos homólogos en 408 MHz

M. FERRARI Y V. ESTERKIN

*Observatorio Nacional de Física Cósmica, San Miguel*

**Abstract:** In the present work, we discuss two phenomena of 25 feb. 1969, measured at 408 MHz with the radiotelescope of the Observatorio Nacional de Física Cósmica de San Miguel. Both events are of spectral tipe IV and they originate on the same center of activity.

We analyze the radioevents at various frequencies and conclude that they are homologous.

Finally, we suggest and discuss some ideas about certain characteristics of invariance of the active region.

1. — En el año 1960, Ellison, Mc Kenna y Reid <sup>(1)</sup>, introdujeron el concepto de flares-homólogos y los definieron como aquellos que ocurren sucesivamente en la misma región activa, corresponden a una misma posición con respecto a las manchas locales y muestran una estructura y desarrollo similares.

Fokker <sup>(2)</sup>, extendió este mismo concepto a los eventos radioeléctricos. Dos radioeventos que presentan las mismas características, presumiblemente se han originado por el mismo mecanismo de generación, que actuó en iguales condiciones de la atmósfera solar. Su estudio puede llevarnos a importantes conclusiones acerca de la estabilidad de ciertas condiciones físicas en las regiones activas.

En el presente trabajo, se tomaron dos fenómenos del 25/2/69, registrados en la frecuencia 408 MHz, con el objeto de estudiar su posible homología.

Los demás datos fueron tomados del "Solar Geophysical Data".

2. — Lo primero que nos indujo a suponer que los fenómenos del 25/2/69 podrían ser homólogos, fue su forma registrada en la frecuencia de 408 MHz (ver figs. 1 y 2).

El primer evento comenzó a las 1650 UT y terminó a las 1705, habiéndose registrado el valor máximo de flujo a las 1657,6 en tanto que el segundo comenzó a las 1935 y terminó a las 1952. En este caso, debido a que en la segunda escala de amplitudes el registro no es suficientemente preciso, no se pudo determinar con exactitud el momento de máximo, pero se estima que ocurrió aproximadamente a las 1942.

Los valores máximos de flujo de los dos eventos estudiados se diferencian en un factor de 1,2.

El análisis detallado de las formas muestra que el flujo se comportó de manera muy similar; así durante los primeros cinco minutos ambos fenómenos presentan dos picos netamente distinguibles, mostrando el primero de ellos (para ambos casos) una complejidad mayor que el segundo y una intensidad menor.

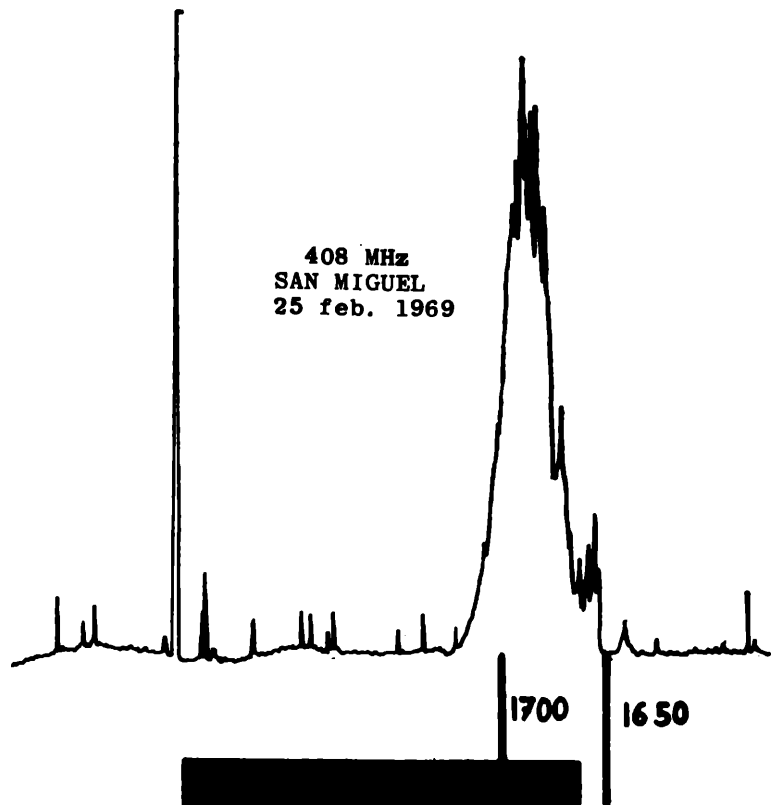


Fig. 1 — Registro obtenido con el radiotelescopio en 408 MHz de San Miguel. El trazo ancho debajo de la curva de flujo representa el flare asociado. Comienzo del radioevento: 16.50 Fase máxima del flare: 17.00

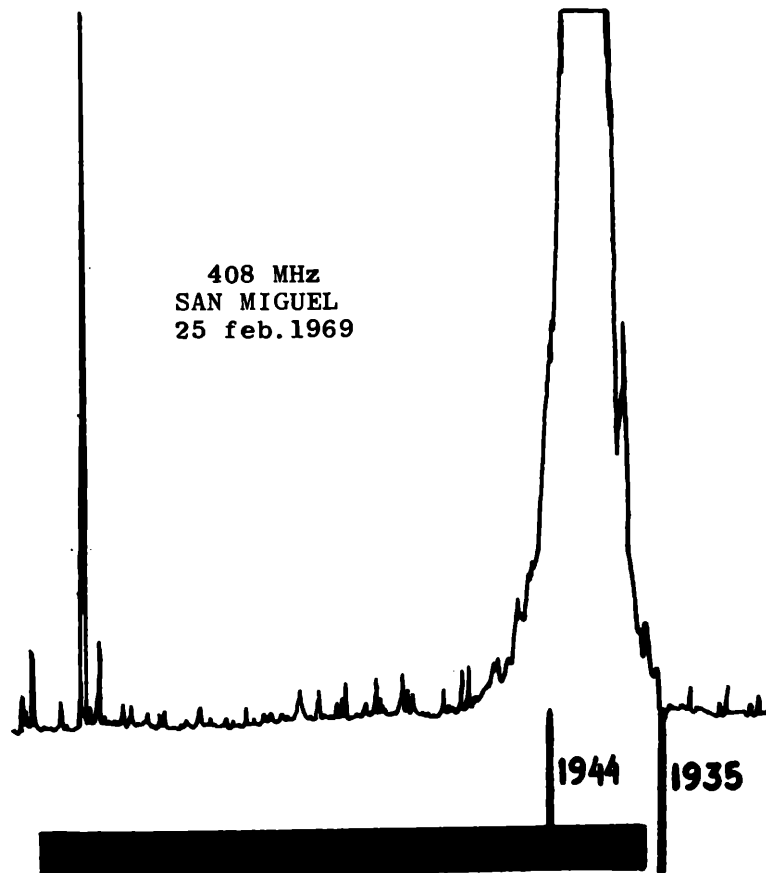


Fig. 2 — Registro obtenido con el radiotelescopio en 408 MHz en San Miguel. El trazo ancho debajo de la curva de flujo representa el flare asociado. Comienzo del radioevento: 19.35 Fase máxima del flare: 19.44

El tiempo de subida para el primer fenómeno es de 7,6 minutos, para el segundo es de aproximadamente 7 minutos y la duración total es de 15 y 17 minutos respectivamente.

El siguiente paso fue determinar el tipo espectral al cual pertenecen los fenómenos. Según datos del "Solar Geophysical Data" se estableció que los radioeventos considerados pertenecen al tipo IV, con respuesta en las bandas decimétrica y métrica. Los dos fenómenos corresponden a la misma clasificación de intensidad.

Como es sabido, la estadística muestra que este tipo espectral de radioeventos siempre está asociado con "flares" ópticos. Efectivamente, así ocurrió en nuestro caso. El primer y segundo fenómeno muestran una clara asociación con "flares" de intensidad 1N y 1B respectivamente. En el primer caso el radioevento comenzó 3 minutos antes que el "flare" y en el segundo caso el adelanto fue de 2 minutos. Las fases máximas de los "flares" tienen un retraso con respecto a los flujos máximos de los radioeventos que oscila alrededor de los dos minutos (señaladas en las figs. 1 y 2).

La posición de los "flares" es N12 W40 para el primero y N14 W43 para el segundo, perteneciendo los dos a la misma región de placas (Mc Math, 1946).

Dado que evidentemente, los radioeventos están asociados a los "flares", se concluye que provienen de la misma región activa.

Es necesario subrayar que el "flare" de menor brillo corresponde al fenómeno de menor intensidad y el de mayor brillo al de mayor intensidad.

Siguiendo las ideas de Fokker, analizamos las respuestas de los radioeventos en varias frecuencias fijas. De la tabla 1 se puede ver que los dos radioeventos tienen respuesta en las mismas frecuencias, y además están clasificadas (en cada una de ellas) como del mismo tipo, a excepción de la frecuencia de 10700 MHz.

En la frecuencia de 184 MHz no se cuenta con los valores de pico, pero los fenómenos tienen la misma clasificación de tipo e intensidad.

Es en base a este análisis que se concluyó que los dos radioeventos del 25/2/69 son homólogos.

3. — De acuerdo al modelo de Sturrock <sup>(8)</sup>, el mecanismo de liberación de energía en los "flares", se puede explicar partiendo de una determinada configuración del campo magnético: una parte de las líneas del campo se cierra, ligando los polos de una región bipolar magnética,

en tanto que la parte restante permanece abierta y se extiende atravesando la corona. Una perturbación del campo magnético, puede producir una inestabilidad de tipo "tearing mode", resultando en la "aniquilación" de líneas de signo opuesto y en la liberación de energía. En este proceso se producen haces de electrones acelerados y ondas de choque que permiten explicar la generación de ondas radio-eléctricas.

Lo esencial de este modelo son las condiciones preexistentes en lo que se refiere a la estructura de los campos magnéticos. El hecho de que dos o más fenómenos sean homólogos, permitiría suponer que esta estructura se mantuvo invariante y que fue perturbada dos o más veces, produciendo el mismo efecto.

Dado que las emisiones en ondas centimétricas, ondas decimétricas y ondas métricas, son independientes (Takakura <sup>(4)</sup>), limitaremos nuestro análisis a las dos primeras, ya que los datos de que disponemos son más precisos.

Para radioeventos de tipo IV en ondas centimétricas y ondas decimétricas, interesa la zona de líneas cerradas, porque en ella son inyectados los electrones que emiten en ese rango de frecuencia. Para el caso de los fenómenos analizados en este trabajo, podríamos decir que la estructura del campo magnético, en lo que se refiere a la existencia de líneas cerradas, se mantuvo invariante alrededor de 3 horas por lo menos, a pesar de haberse producido otros "flares" en la misma región activa durante ese intervalo.

La similaridad en forma de los dos fenómenos registrados en 408 MHz podría indicar que hubo gran semejanza en los procesos de emisión de los electrones.

Concluyendo, como consecuencia de la inestabilidad se pueden producir electrones que al ser inyectados en una zona de campos magnéticos cerrados, emiten por mecanismo sincrotrón en las frecuencias observadas. La perturbación que produjo la inestabilidad dando lugar al segundo radioevento, fue de mayor amplitud y todo el fenómeno se desarrolló en forma más intensa.

Las hipótesis anteriores suponen que en el primer caso, la inestabilidad "tearing" no logró destruir la estructura básica de los campos. En el segundo, puede haberlo hecho, ya que la perturbación fue de mayor amplitud y no se observaron fenómenos a posteriori.

(1) Ellison, M. A.; Mc Kenna, S. N. T., y Reid, J. H., *Dunsink Obs. Publ.* 1, N° 1, 1960.

(2) Fokker, A. D., *Solar Physics*, 2, 1967.

(8) Sturrock, Peter A., *Oar Progress*, 1969.

(4) Takakura, T., *Solar Physics*, Vol. 1, N° 34, 1957.

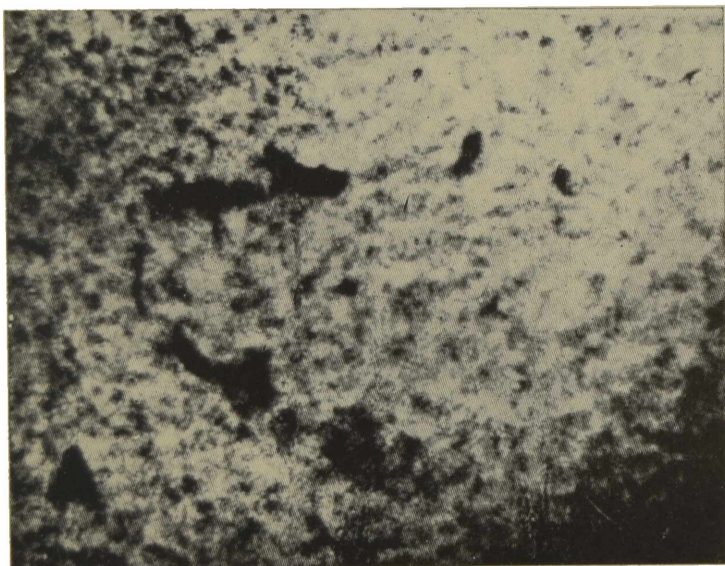
T A B L A 1

DATOS DEL PAR DE RADIOEVENTOS HOMOLOGOS DEL 25 DE FEBRERO DE 1969

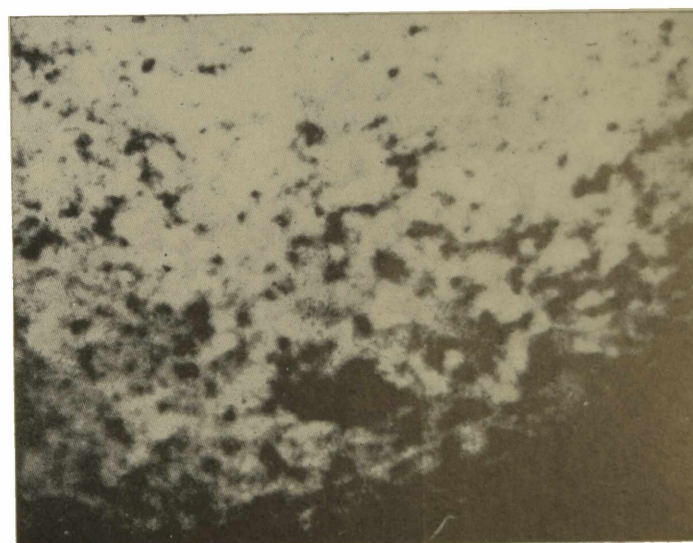
FLARES: 25 feb. 1969: 1653 — 1734 (max: 1700), N12 W40, región de Mc Math de placas: 9946, importancia 1N  
 25 feb. 1969: 1937 — 2028 (max: 1944), N14 W43, región de Mc Math de placas: 9946, importancia 1B

Frecuencia (MHz)	Tipo	Comienzo	Máximo	Duración	Flujo pico	Flujo medio	Intensidad
10.700	47	1644.8	1658.7	21.4	688.0	70.9	
2.800	4	1648	1659.5	18	144.0	36.0	
2.700	3	1650.4	1658.7	14.8	105.0	30.2	
960	20	1650.4	1657.2	15	11.4	3.6	
408	45	1650	1657.6	15	102.0	38.5	
328	45	1652.4	1658.8	10.1	101.0	26.5	
184	48	1650	1700 U	12			3
10.700	3	1931.8	1942.4	15.4	251.0	83.0	
2.800	4	1933	1942.2	16	158.0	51.0	
2.700	3	1933	1942.4	14.2	126.0	41.7	
960	45	1935.1	1942.7	18.1	46.5	10.5	
408	45	1935	1942	17	123.0 D	46.0	
328	45	1938.6	1942.4	8.4	168.0	52.0	
184	48	1939	1939 U	7			3

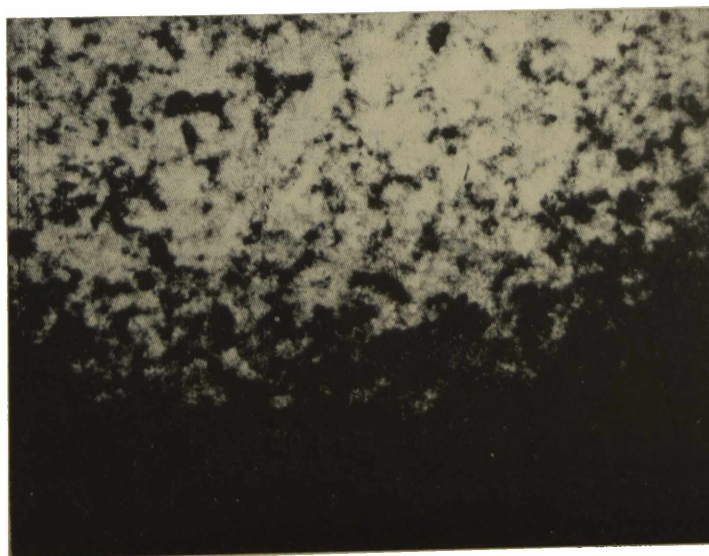
Lámina VIII - a, b, c  
 Oscilación de filamentos  
 Grossi Gallegos, Machado, Peralta



a — H $\alpha$



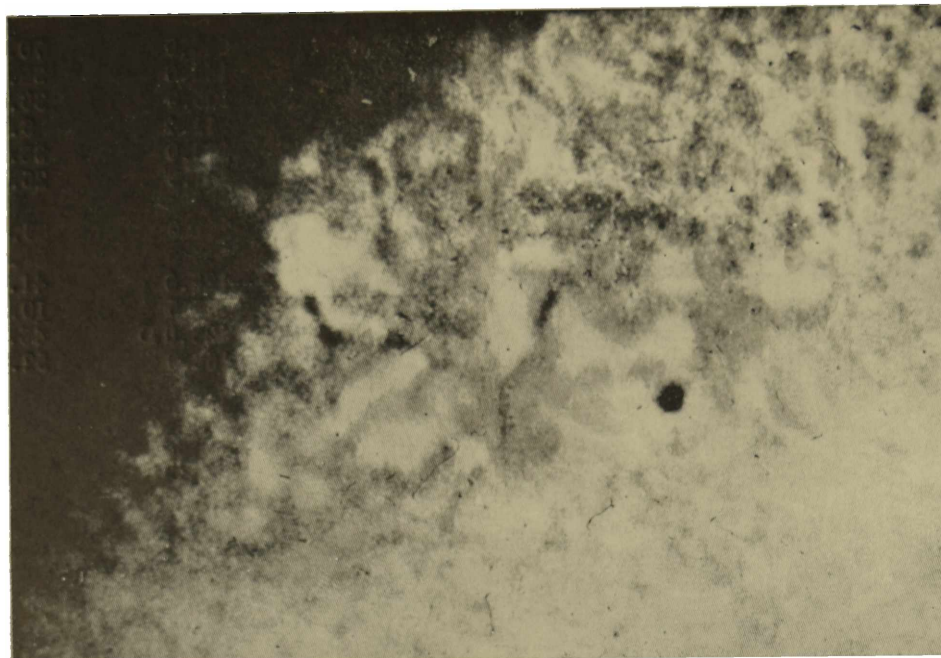
b — H $\alpha$  + 0.5



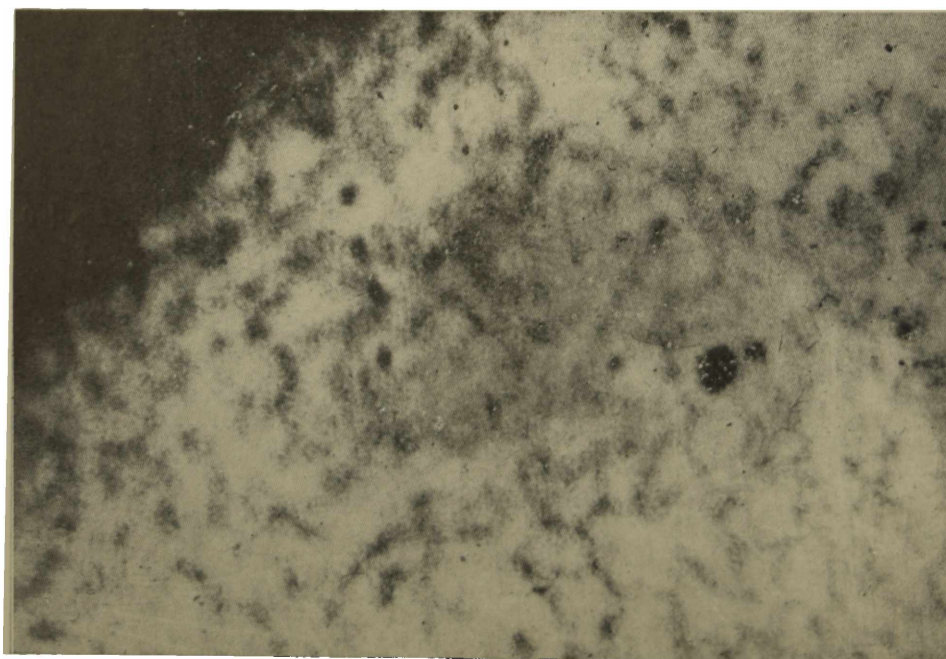
c — H $\alpha$  — 0.5

Imágenes en el centro y las alas de H de un filamento cercano al limbo solar.

Lámina IX - a, b  
Oscilación de Filamentos  
Grossi Gallegos, Machado, Peralta



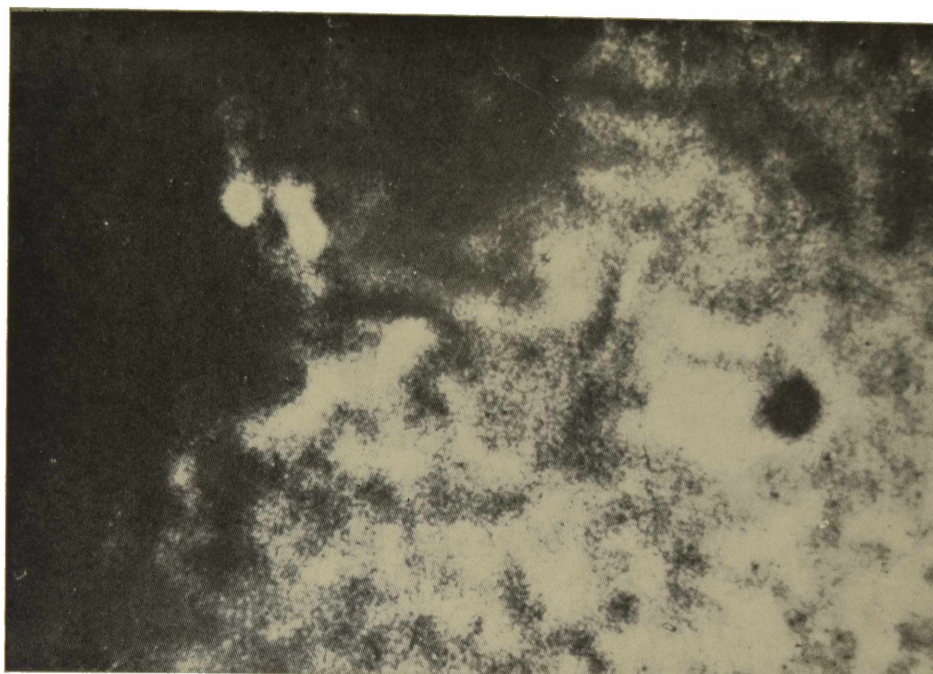
a — H $\alpha$



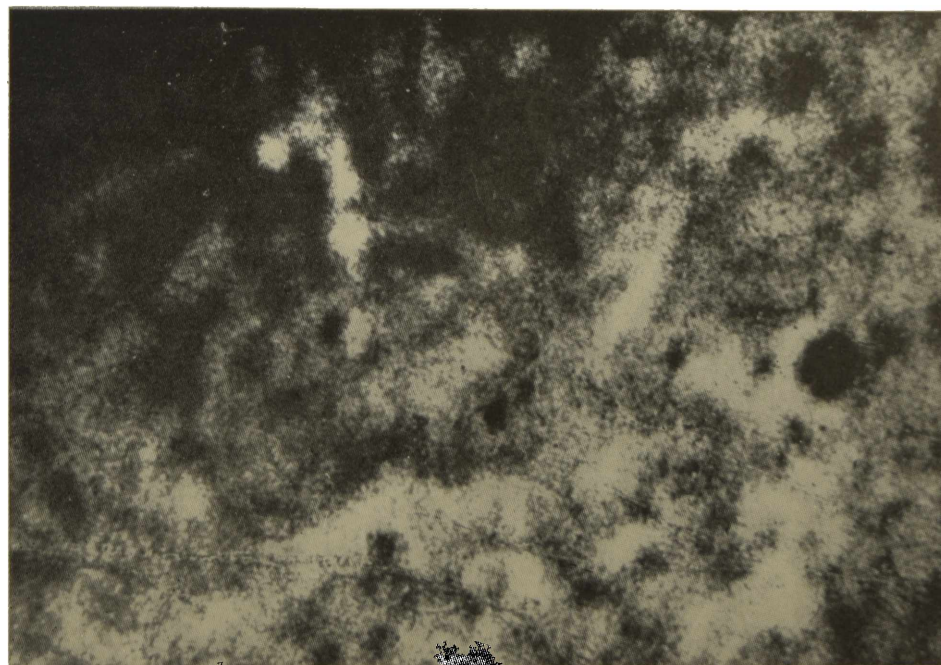
b — H $\alpha$  + 0.5

Filamento sobre zona activa solar

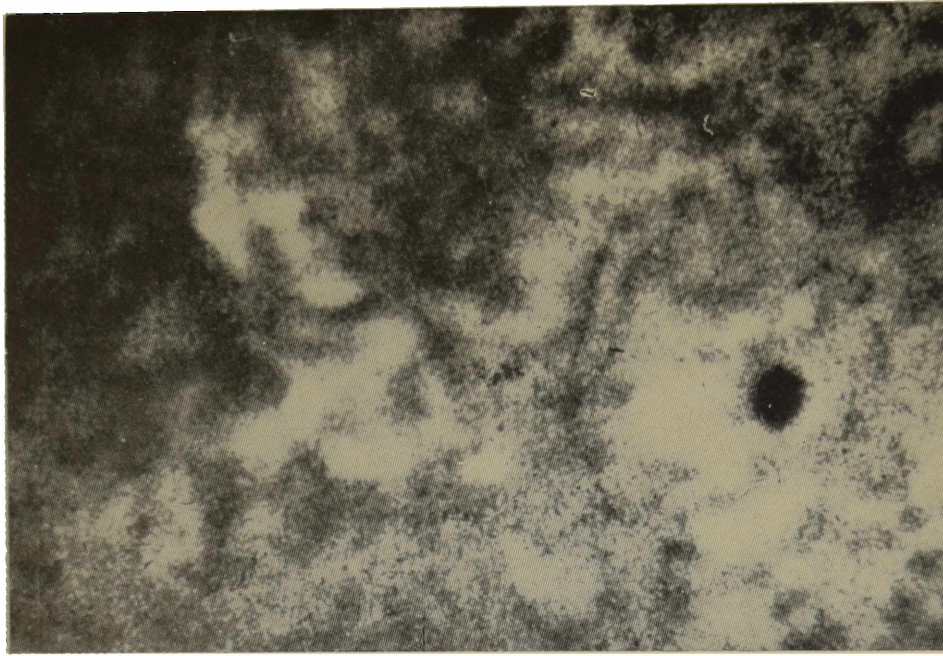
Lámina X - a, b, c, d  
Oscilación de filamentos  
Grossi Gallegos, Machado, Peralta



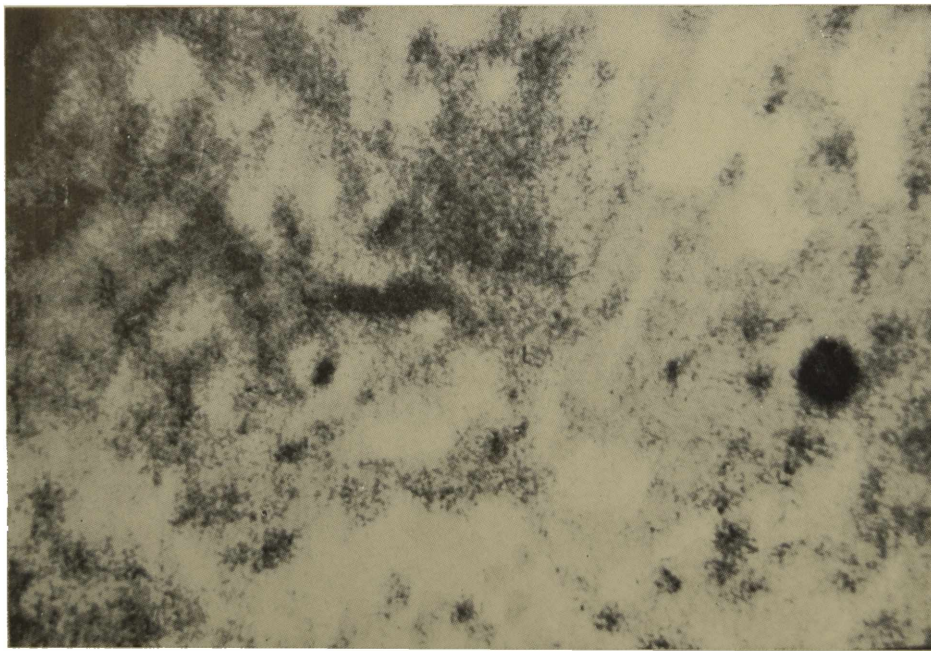
a —  $H\alpha + 0.5$



b —  $H\alpha - 0.5$



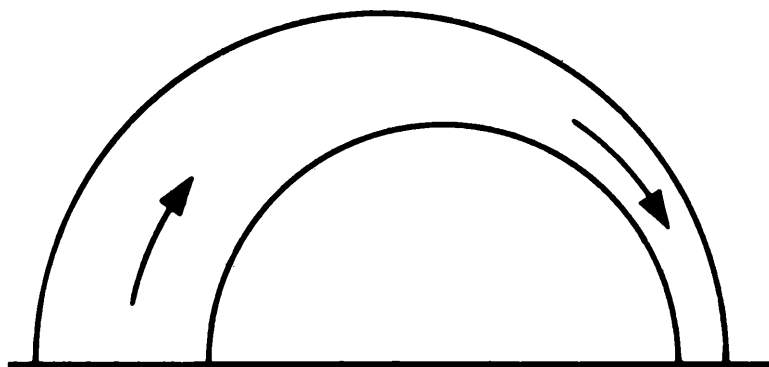
c —  $H\alpha + 0.5$ , 13 minutos más tarde



d —  $H\alpha - 0.5$

Zona activa anterior, unas dos horas más tarde.

Lámina XI - a, b  
Oscilación de filamentos  
Grossi Gallegos, Machado, Peralta



a — Observaciones realizadas en Sacramento Peak



b — Imagen de una protuberancia mostrando los pies