Vol. IV ANALES DEL INSTITUTO DE GEOFISICA 1958
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

LOS REGISTRADORES DE ESTATICA Y LA DETECCION DE LAS LLAMARADAS SOLARES

por

J. Merino y Coronado *

RESUMEN

The author's experience shows that it is comparatively easy to detect and record solar flares using the same equipment used to record atmospheric static noises. The circuits of two instruments suitable for the purpose (according to the author's personal experience) are given. One of them uses regular tubes and was in operation for some 15 years, while the other, extensively used in U.S.A. during the International Geophysical Year, is entirely transistorized.

A typical record is given, in order to show the difference between man made interference and sudden enhancement of atmospherics due to a solar flare.

* Investigador del Instituto de Geofísica y del Instituto Nacional de la Investigación Científica.

Durante unos veinte años el autor se interesó en el registro de la estática atmosférica y su utilización en Radiometeorología y pronóstico del tiempo. En esos años usó varios tipos de registradores: omnidireccionales; con dos cuadros y dos amplificadores; con dos cuadros fijos acoplados mediante bobina rotatoria a un solo amplificador; de registro fotográfico intermitente o continuo; de registro con tinta o sobre papel ahumado. En todos ellos se obtuvieron registros de llamaradas solares o explosiones de la cromósfera solar.

Desde 1932 ó 33 comenzó el autor a observar estas explosiones, cuyo registro peculiar no tenía al principio una explicación clara, pero cuya característica común es el aumento súbito de la cantidad de estática registrada, cualquiera que sea el sistema de registrador empleado.

El Año Geofísico Internacional dió un nuevo impulso a la observación de la estática atmosférica en relación con la Radiometeorología y en relación con la detección de las llamaradas solares o explosiones de la cromósfera del Sol.

Hace falta, sin embargo, algún tipo de aparato simple, barato y robusto, para registrar los ruidos atmosféricos que permita igualmente, con alguna precisión, la detección de las ráfagas solares por el aumento de dichos ruidos.

Dos tipos de registradores de estática que parecen llenar esos requisitos han sido experimentados por el autor, uno de ellos durante unos quince años y el otro, construído con transistores, durante dos. El presente trabajo da los datos de los dos y los resultados obtenidos.

Se sabe que la estática se origina, en general, en las descargas de los rayos de las tormentas eléctricas, que radian energía en todo el espectro usual de las radiocomunicaciones y, a menos que se usen dispositivos de antena muy direccionales, la estática recibida en una estación dada, es el efecto total radiado por un gran número de tormentas.

Estas son más importantes en los países tropicales y su observación y registro constituyen una valiosa ayuda para el pronóstico del tiempo en dichas regiones, en las que existe, además, los llamados "centros de ruido", que pueden interferir seriamente con las comunicaciones radiotelegráficas.

(En América observamos centros de ruido frente a las costas de Venezuela; en la costa occidental de Costa Rica y, en México, uno en las vecindades

de Veracruz, estudiado hace algunos años con instrumentos instalados por una comisión norteamericana en Fortín de las Flores. Hacen falta, sin embargo, más medidas realizadas en un período largo).

La estática es importante en las radiocomunicaciones sólo cuando excede a los ruidos internos del receptor, a la "estática artificial" causada por aparatos eléctricos que funcionan en la vecindad del receptor, a la interferencia de las bandas laterales de estaciones de audiofrecuencia vecina a la de sintonía y, en las ondas cortas, a los ruidos galácticos que se utilizan en Radioastronomía. Por todas estas consideraciones los registradores de estática están sintonizadas a frecuencias muy bajas por lo común, o son amplificadores aperiódicos, verdaderos amplificadores de audiofrecuencias acoplados a resistencias.

El autor utilizó amplificadores sintonizados a 27 Kc/s (11 000 metros) en dos etapas y también amplificadores aperiódicos, ambos seguidos de un detector a diodo para evitar los efectos de sobrecarga (Figs. 1 y 2) acoplados ambos a un voltímetro de válvula provisto de galvanómetro registrador, constituyendo así un "atmoelectrógrafo de máxima".

Algunos de los registros obtenidos se pueden ver en la Fig. 3. Como la finalidad principal era la radiometeorología, el avance del papel era más bien lento y el registro, al principio con tinta, se hizo después sobre papel ahunado según los métodos usuales en Sismología.

El galvanómetro registrador (Fig. 4) es muy fácil de construir. Las zapatas polares, de hierro dulce, pueden hacerse en cualquier taller medianamente equipado. El sistema móvil es una bobina de 6000 vueltas de alambre # 36 con una toma en el centro para poderlo usar como galvanómetro diferencial en otro tipo de registro y el imán usado, de Alnico, colocado en la parte de atrás de la figura, era una de esas barras fáciles de obtener en el comercio y que se usan en la fabricación de altoparlantes.

La calibración del aparato no ofrece dificultad alguna. La corriente, de varios miliamperios del voltímetro de válvula, hacía necesaria a veces la instalación de una resistencia en paralelo.

El voltímetro de válvula es más o menos convencional y se ilustra en la Fig. 5. Lugeon utiliza un dispositivo similar, pero en el cual la rejilla No. 1

de un tubo 6 K 7 se utiliza como placa, usando la rejilla No. 2 como electrodo de comando. La rejilla No. 3 y la placa están unidas al cátodo. (Fig. 6). Parece que así la resistencia de entrada del tubo está poco influenciada por las conducciones iónicas por encontrarse el elemento de comando fuera del camino de los electrones.

Más adelante utilizó el autor un registrador enteramente a transistores, original de David Warshaw (1956) usado durante el A.G.I. por la Association of Variable Stars Observers (4 Brattle St., Cambridge 38, Mass.) y cuyos resultados están siendo estudiados por esa asociación y por el National Bureau of Standards (Oficina de Normas) de los Estados Unidos. Sintonizado a 27 Kc/s su construcción se ilustra en las Figs. 7 y 8.

Cuando se desean registrar los ruidos muy lejanos o muy débiles, hay que apelar a amplificadores muy selectivos para eliminar las emisiones radiotelegráficas. Eso impide el registro real de la intensidad del campo completo desarrollado por la estática. Afortunadamente en América Latina las ondas muy largas casi no se utilizan ya para comunicaciones y en 27 Kc/s no hay prácticamente interferencias. Los aparatos utilizados por autor dan, por otra parte, la envolvente de las máximas, debido a las características del galvanómetro: éste sube de modo rápido hasta un cierto valor de ordenada con cada ruido que registra y baja más o menos lentamente según una curva exponencial. Cualquier nuevo ruido cuyo valor de ordenada sea menor que el valor de la exponencial del galvanómetro en ese momento, no será registrado y solamente los valores mayores que dicha ordenada harán subir nuevamente la curva de registro. Esto es ventajoso para detectar las ráfagas solares.

Sabemos hoy, después de estudios de la atmósfera realizados mediante el uso de cohetes, que los desvanecimientos totales de las señales de onda corta se deben a la formación de una nueva capa ionizada causada por rayos X emitidos por el sol durante las ráfagas o llamaradas solares.

Esta capa se extiende hasta unos 20 km por debajo de la capa D, que es la más baja de la ionósfera y que está a una altura que varía entre los 48 y los 85 km.

Durante la ocurrencia de una ráfaga o llamarada solar, esta nueva región ionizada (responsable de los desvanecimientos totales) refleja muy bien los pulsos de 27 Kc/s de la estática. Como ésta siempre existe en una forma más o menos constante (tormentas eléctricas tropicales, etc.) el registro subirá inmediatamente. Se tiene así una manera suplementaria de detectar la presencia de ráfagas solares con instrumentos sencillos que, además, sirven para otra cosa. Pronto se aprende a diferenciar las ráfagas de la interferencia (Fig. 9).

El uso de los registradores de estática tipo "atmoelectrógrafo de máxima" para la detección de ráfagas solares no es nuevo: ya Lugeon lo utilizaba extensamente en Suiza en 1939 y desde 1923 se habían hecho observaciones más o menos sistemáticas. En una próxima publicación hablaremos de los resultados obtenidos en Meteorología.

REFERENCIAS

1.- Annals of the International Geophysical Year Vol. 3 - 1957.

2.- Kincaid. Radio Reception Affected by Meteorological Condition.

3.- Watson —Watt R.A. London. Wireless World and Radio Rev. 12, 1923 p. 601.

4.- Bureau, R y otros. C.R. Acad. Sci. 178, 1924 p. 556 - 1623; 179; 1924 p. 394; 180, 1925 p. 529; 1122; Onde Elect. 4, 1925 p. 31; 58.

5.- Lugeon J y G. Nobile. Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt 1938 Nr. 9.

6.- Weil Joseph y Wayne Mason. The Locating of Tropical Storms by Means of Associated Statics.
(Univ. of Florida and Florida State Planning Board Bull. No. 3) 1936.

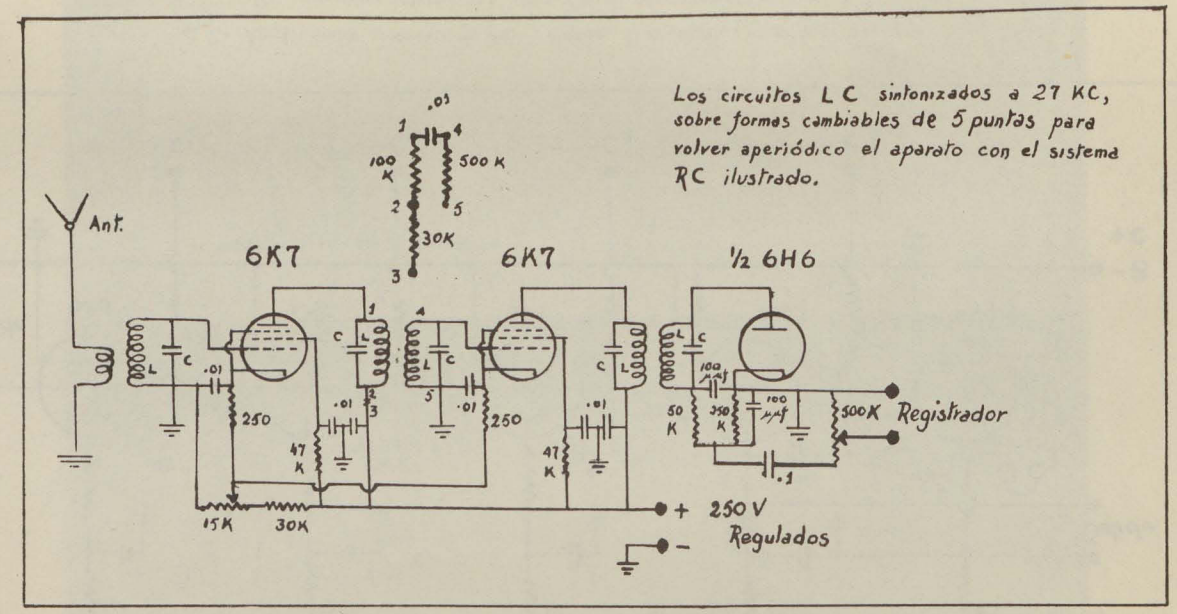

Fig. 1.- Amplificador del atmoelectrógrafo de máxima usado en la detección de ráfagas solares.

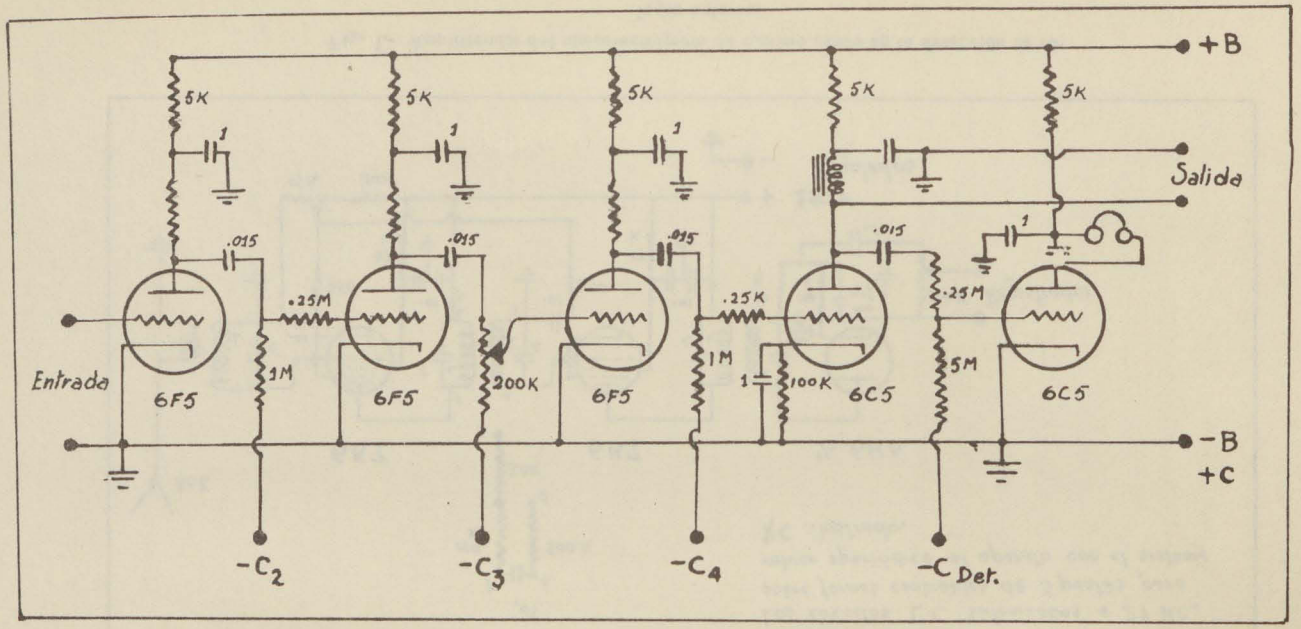

Fig. 2.- Amplificador aperiódico de Weil y Mason. Dos de ellos acoplados a cuadro permiten determinar el azimut en el osciloscopio.

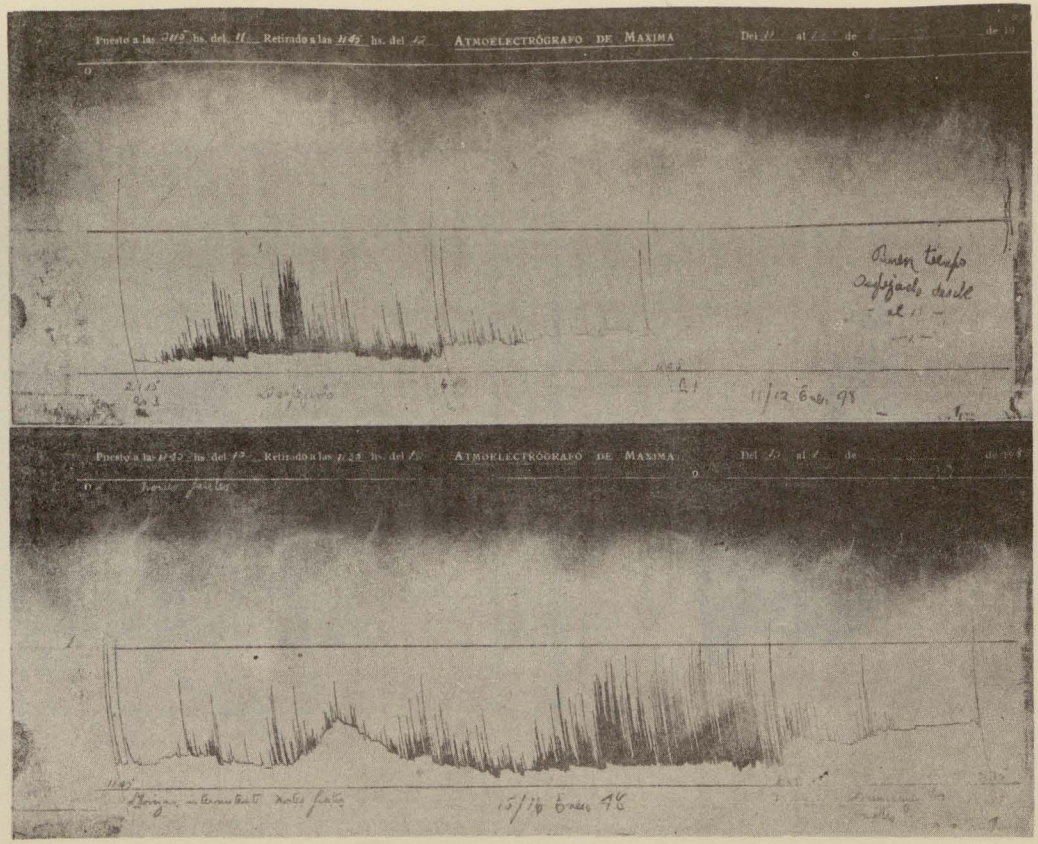

Fig. 3.- Dos registros del atmoelectrógrafo de máxima, que ilustran los efectos de salida y puesta del sol y la presencia de nortes.

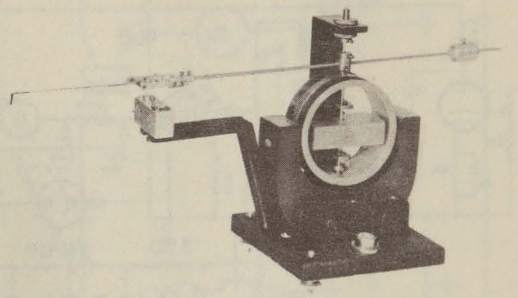

Fig. 4.- Galvanómetro registrador construído para registrar la estática.

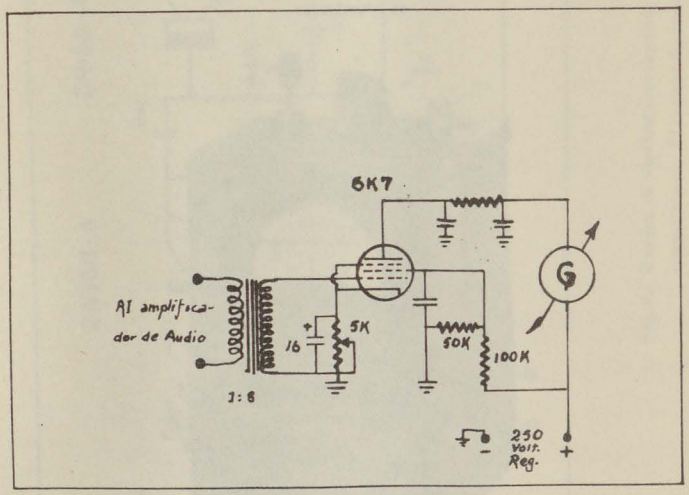

Fig. 5.- Voltímetro de válvula para el registrador. Este tipo registra "hacia atrás" y es prácticamente "inquemable".

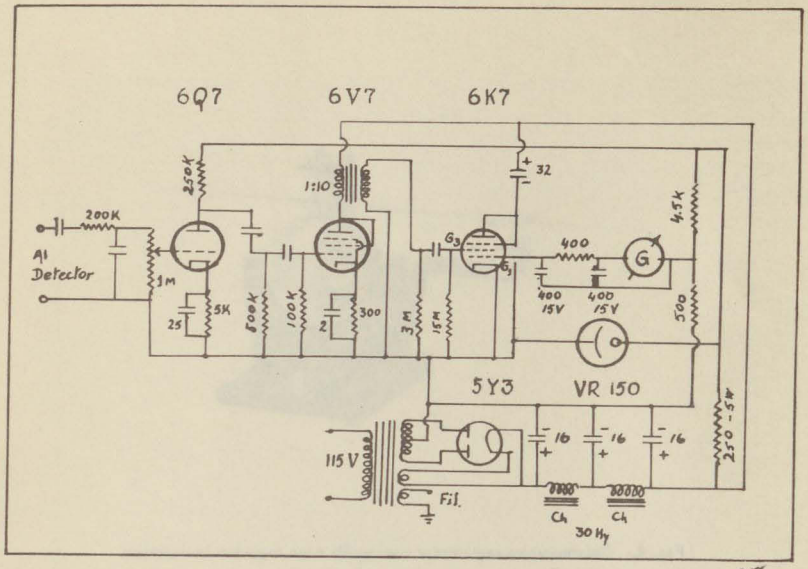

Fig. 6.- Registrador de estática según Lugeon. Resistencias en ohms, capacidades en microfarads

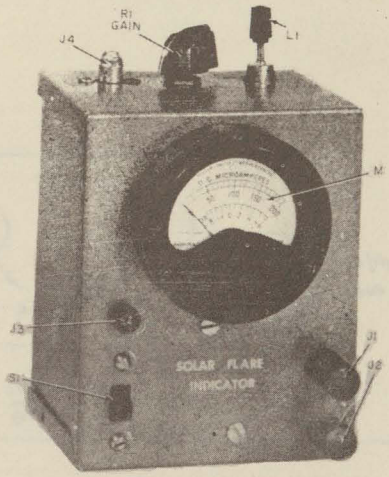

Fig. 7.- Registrador a transistores según Warshaw, construído como se indica en "Radio Electronics", enero 1959.

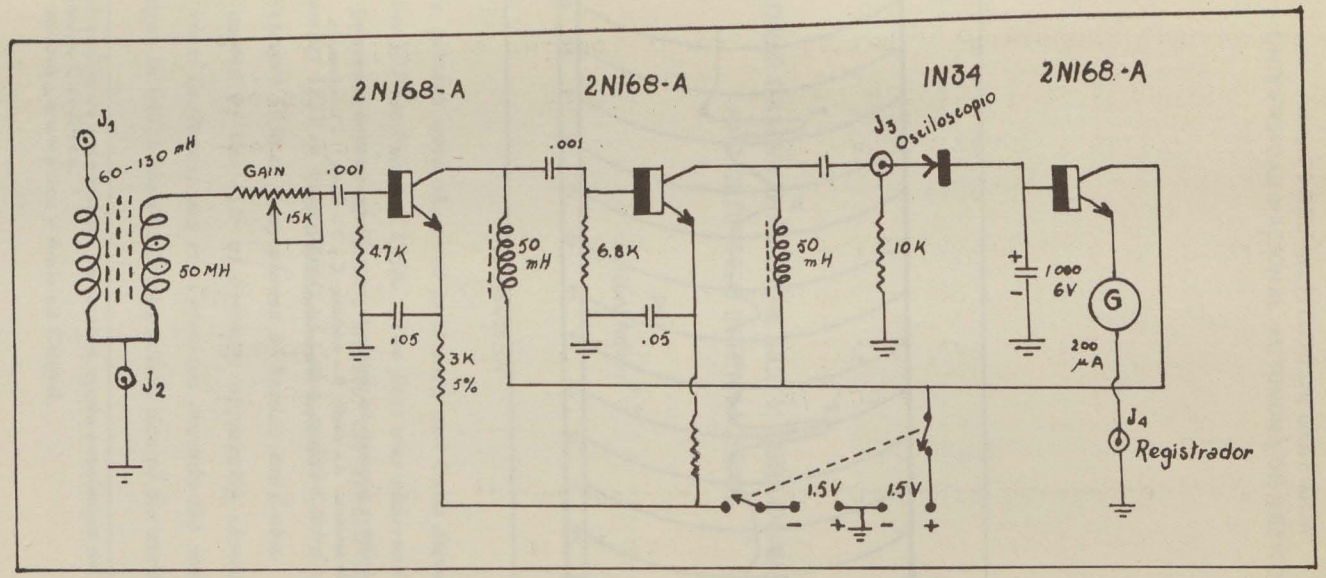

Fig. 8.- Circuito de Warshaw para registrar estática y ráfagas solares, totalmente a transistores. El registrador conectado en J_4 puede ser cualquiera de los descritos en el texto.

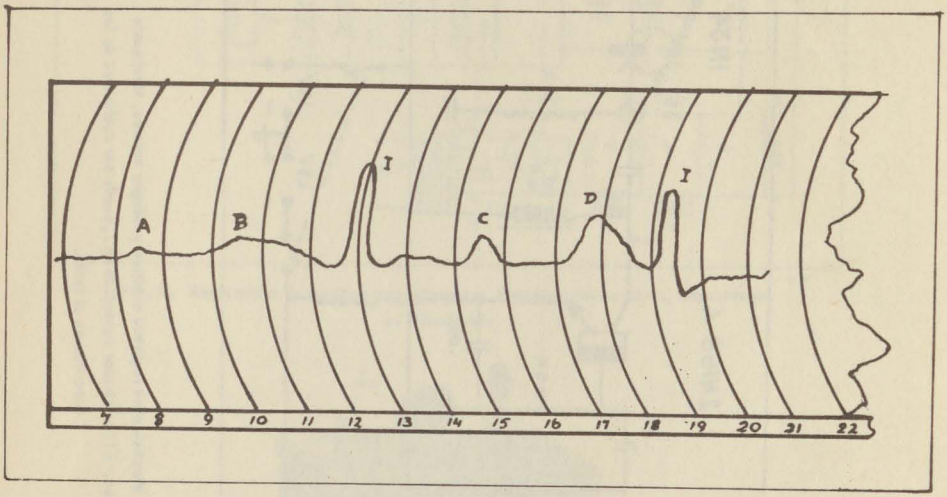

Fig. 9.- Diagrama compuesto del registro de varias ráfagas solares por aumento de la estática. A = débil; B = mediano; C y D = fuerte; I = interferencia. Distinguir la interferencia es fácil.