

Propiedades del campo electromagnético asociado a la actividad eléctrica en tormentas severas

A. PASCUAL GARCÍA

RESUMEN

Se establecen relaciones cuantitativas entre las componentes del campo electromagnético natural, obteniéndose: que entre las componentes verticales eléctrica y magnética es del orden de $1,2-3,5 \cdot 10^3$; que entre las componentes magnéticas vertical y horizontal es del orden $1-3 \cdot 10^{-1}$; y que entre las componentes vertical eléctrica y horizontal magnética es del orden $2-4 \cdot 10^2$.

Se observó también que, en condiciones tranquilas, la componente horizontal magnética tiene la misma intensidad en la dirección Norte-Sur que en la Este-Oeste, por lo que esta componente puede utilizarse para indicar la dirección en que se encuentra una tormenta severa.

Finalmente, del estudio de la intensidad de la componente vertical magnética durante condiciones tranquilas y perturbadas (ausencia o presencia de actividad eléctrica local), se obtuvo que la intensidad de esta componente puede utilizarse en forma preliminar como índice cuantitativo para indicar la presencia de tormentas severas con actividad eléctrica asociada.

1. INTRODUCCIÓN

Entre los diferentes objetivos que se persiguen con el estudio del campo electromagnético generado por fenómenos meteorológicos que poseen actividad eléctrica, encontramos el estudio de este campo como ruido atmosférico a la salida de un receptor y el desarrollo de métodos de radiolocalización de tormentas severas. En el primer problema es importante conocer las intensidades de las diferentes componentes y la relación cuantitativa que guardan entre sí. En el segundo problema, no obstante la diversidad de métodos de radiolocalización existentes, es necesario continuar en la búsqueda de métodos óptimos y sencillos (HORNER, 1972;

Manuscrito aprobado el 3 de noviembre de 1983.

A. Pascual García pertenece al Instituto de Geofísica y Astronomía, de la Academia de Ciencias de Cuba.

REMISOV, 1974). En este sentido es importante poseer un método cuantitativo cómodo para determinar la presencia de actividad eléctrica local.

En la actualidad existen métodos estadísticos que permiten caracterizar las turbonadas mediante parámetros cuantitativos (REMISOV y PASCUAL, 1982), pero éstos no podemos obtenerlos sin un proceso previo de elaboración mediante computadora.

KITAWA y BROOK (1960) realizaron un trabajo donde se infieren parámetros característicos de las turbonadas, tales como el tipo de formación y el área ocupada mediante el estudio de su actividad eléctrica.

Nos proponemos en este trabajo estudiar comparativamente las componentes del campo electromagnético para dar una visión más general del campo, en la banda V.L.F. (3-30 kHz), que la obtenida anteriormente para la componente vertical eléctrica solamente (PASCUAL *et al.*, 1979).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El equipamiento y el método experimental que utilizamos es similar al descrito en trabajos anteriores (REMISOV *et al.*, 1974). La diferencia esencial en éste consiste únicamente en la posibilidad de registrar simultáneamente dos componentes del campo electromagnético. Debido a las características de este nuevo equipo, fue posible que realizáramos registros de acuerdo con los siguientes métodos:

Método I. Registro simultáneo de las componentes verticales eléctrica y magnética.

Método II. Registro simultáneo de las componentes magnéticas vertical y horizontal.

Método III. Registro simultáneo de las componentes verticales eléctrica y horizontal magnética.

Método IV. Registro simultáneo de la componente magnética horizontal según las direcciones N-S y E-W.

Estas mediciones las realizamos durante el verano de 1981, de acuerdo con estos métodos, y registramos mediciones durante más de 10 turbonadas.

3. RESULTADOS

De los registros que realizamos de acuerdo con el Método I, obtuvimos que la relación cuantitativa entre las componentes verticales eléctrica y magnética es del orden de $1,2-3,5 \cdot 10^3$. En la Fig. 1 mostramos un registro simultáneo de ambas componentes, la vertical eléctrica y magnética, donde observamos un incremento de la intensidad después de las horas del mediodía, como era de esperarse.

Analizamos comparativamente los registros que obtuvimos de acuerdo con el Método II, y obtuvimos que la relación entre las componentes vertical y horizontal es del orden de $1-3 \cdot 10^{-1}$.

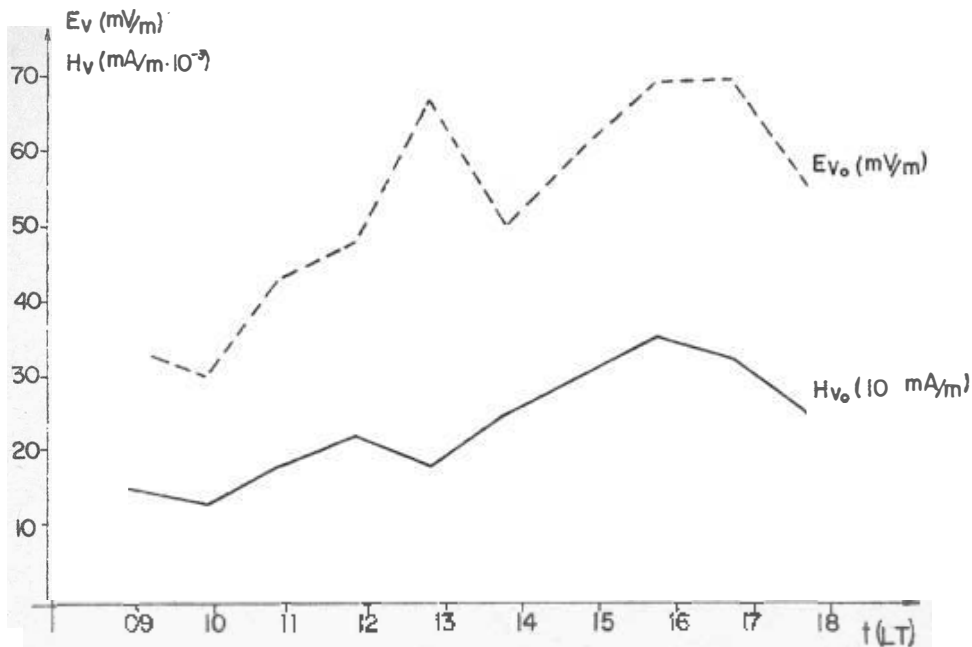


FIG. 1. Registro simultáneo de las componentes E_v y H_v (31 de julio, 1981).

En la Fig. 2 se muestra el registro obtenido el 18 de agosto, de acuerdo con el Método II. En esta figura se puede observar que la componente horizontal es más intensa que la vertical; esto se debe a que, por una parte, las variaciones de la componente horizontal magnética están asociadas a las variaciones de la componente vertical eléctrica, que es mucho más intensa que la horizontal eléctrica, con la que están asociadas las variaciones de la componente vertical. Por otra parte, se debe también a la gran atenuación que existe en la propagación de la componente vertical magnética.

En el registro de las componentes del campo, de acuerdo con el Método III, observamos que la relación entre éstas es del orden de $2-4 \cdot 10^2$, como era de esperar de acuerdo con la teoría. Un ejemplo de este tipo de registro lo mostramos en la Fig. 3.

De acuerdo con el Método IV, realizamos mediciones en las direcciones *N-S* y *E-W*, durante condiciones tranquilas (ausencia de actividad eléctrica local) y condiciones perturbadas (presencia de actividad eléctrica local).

Durante condiciones tranquilas, la razón entre la intensidad de la componente horizontal en ambas direcciones se mantuvo alrededor de la unidad, como podemos observar en la Fig. 4. Sin embargo, durante condiciones perturbadas hay una desviación de esta razón de acuerdo

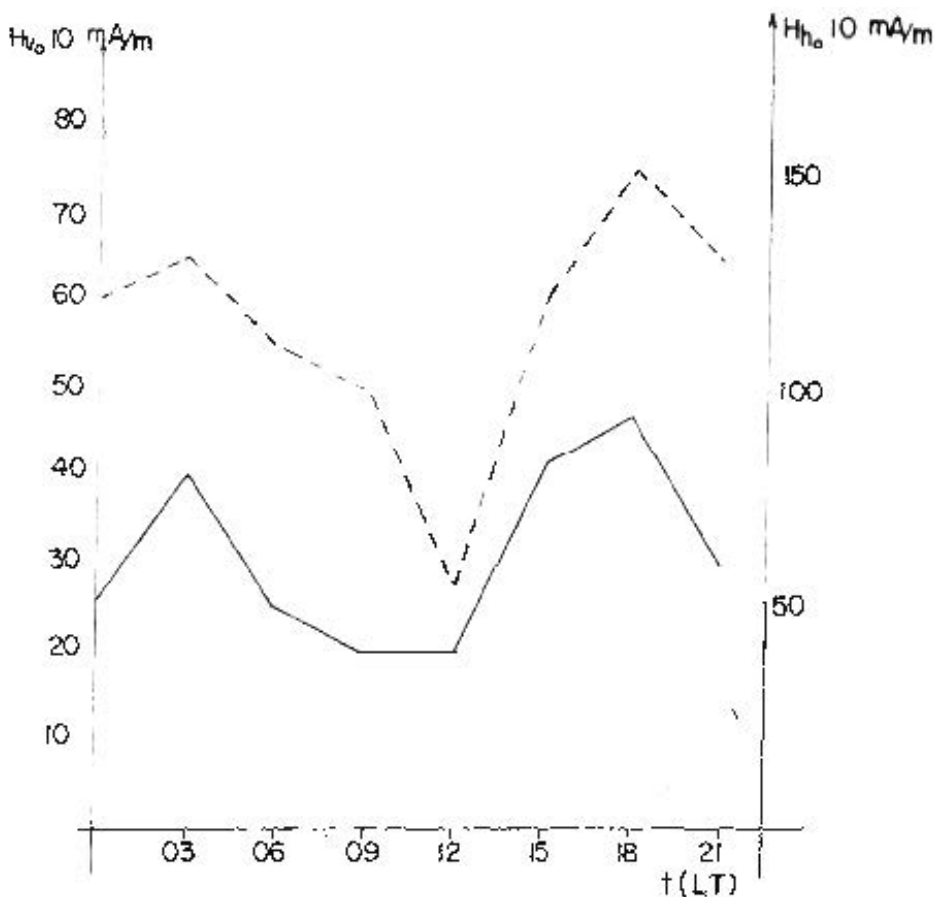


FIG. 2. Relación entre las componentes Hv (—) y Hh (---) (18 de agosto, 1981).

con la dirección en que se encuentra la turbonada, como podemos observar en la misma figura cuando a partir de las 14:00 se muestra una turbonada que ocurrió en la dirección *E-W* y que duró hasta las 19:00.

Los datos que obtuvimos durante las 10 turbonadas los comparamos con los registrados para condiciones tranquilas y observamos que la intensidad de la componente vertical magnética toma valores grandes sólo cuando existen condiciones de actividad eléctrica local. Por tanto, esta componente presenta ventajas con respecto a las restantes para determinar la presencia de este tipo de actividad.

En la Fig. 5 mostramos dos registros diarios, uno para condiciones tranquilas típicas de un día de verano y otro que muestra una turbonada local que ocurre entre las 15:00 y las 21:00, hora local.

Basándonos en los registros realizados para esta componente en ambas condiciones, perturbadas y tranquilas, definimos un coeficiente

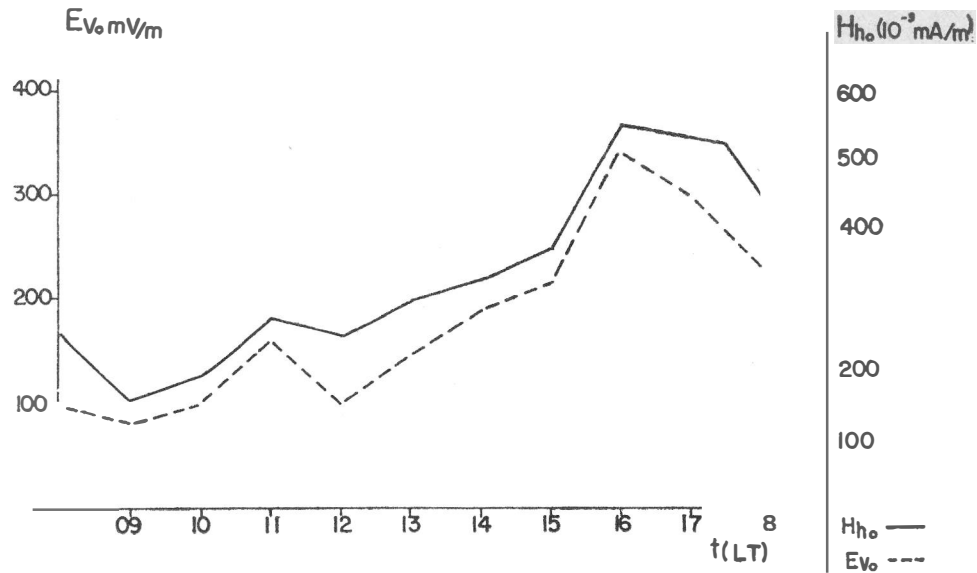


FIG. 3. Relación entre las componentes E_v (—) y H_h (---) (11 de junio, 1981).

que podemos utilizar como un índice cuantitativo para determinar la presencia de actividad eléctrica local.

De acuerdo con lo dicho anteriormente, definimos K_{pt} como:

$$\frac{H_{vo} - \bar{H}_{vo}}{\bar{H}_{vo}}$$

Donde:

H_{vo} — Es la intensidad instantánea de la componente vertical magnética en milivoltios por metro.

\bar{H}_{vo} — Es la intensidad media de la componente vertical magnética registrada en condiciones tranquilas, en milivoltios por metro.

Entendiendo en este caso por intensidad de la componente el nivel de sensibilidad necesario para obtener un flujo unitario de fluctuaciones.

Una evaluación preliminar de este parámetro, bajo diferentes condiciones meteorológicas de actividad eléctrica, la mostramos a continuación:

K_{TS}	Condiciones geofísicas
0,6	Actividad eléctrica
	Condiciones de formación de una tormenta severa

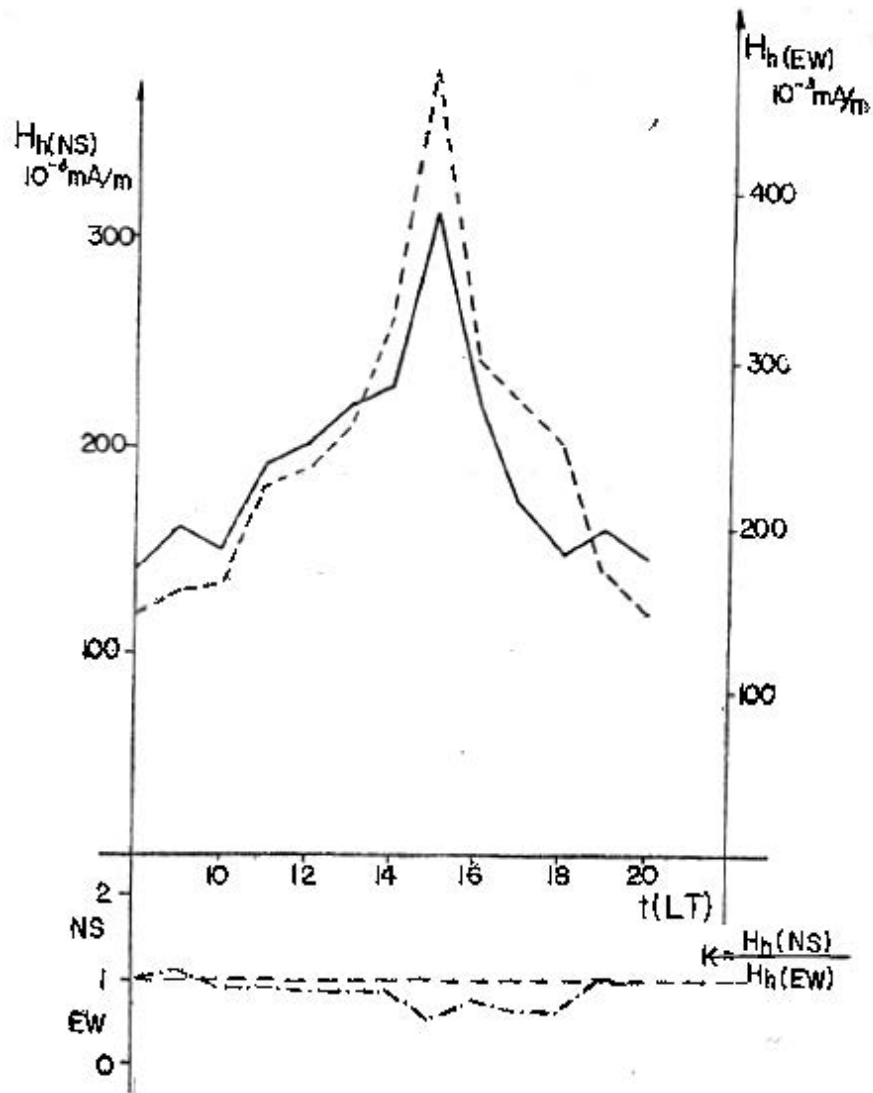


FIG. 4. Relación de Hh en las direcciones NS (—) y EW (---).
 $K = \frac{H_h(NS)}{H_h(EW)}$ (18 de agosto, 1981).

- 0,7 Presencia de una tormenta severa
- 0,8 Tormenta severa local
- 0,9 Paso de la tormenta severa por el punto de recepción

$$K = \frac{H_{V_0} T - \bar{H}_{V_0} N}{H_{V_0} T}$$

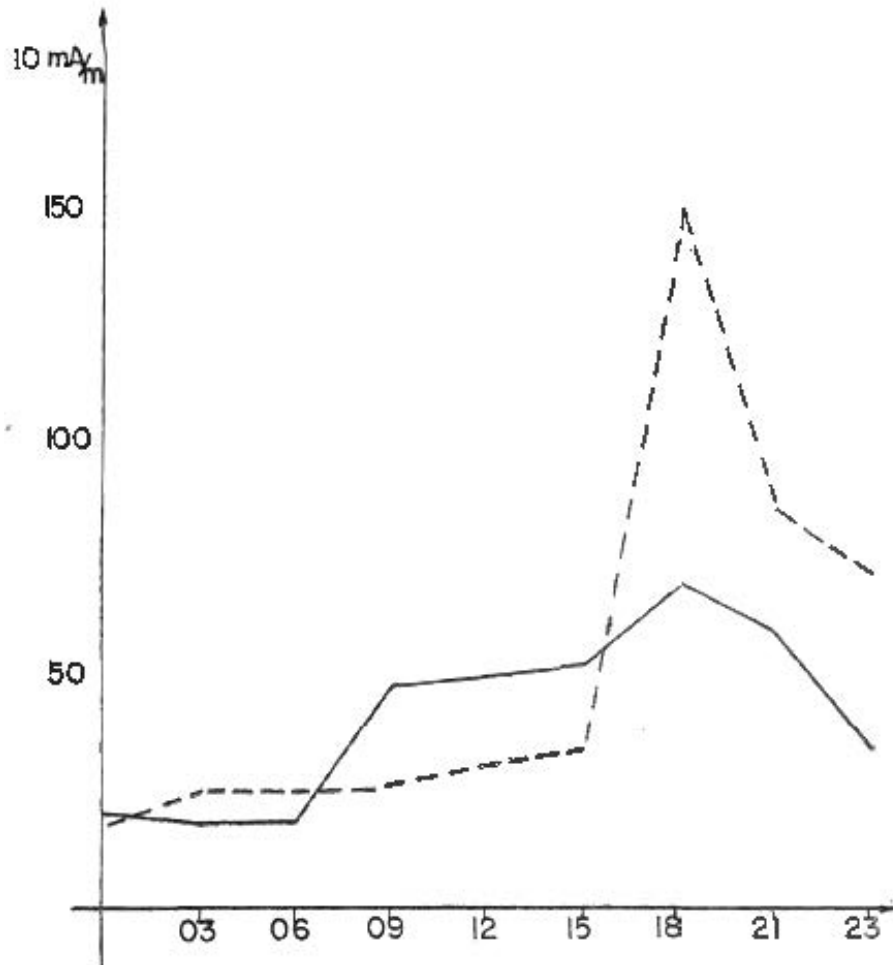


FIG. 5. Variación de la componente H_v . — día tranquilo (31 de julio, 1981); --- tormenta severa (3 de agosto, 1981).

4. CONCLUSIONES

Las componentes del campo natural, eléctrica vertical y magnética horizontal, son más intensas que la eléctrica horizontal y magnética vertical, respectivamente, como era de esperar, de acuerdo con la fuente del campo y las características de propagación de las componentes. Las relaciones cuantitativas entre las componentes coincide con lo antes dicho y con la teoría.

No obtuvimos una dirección preferencial de arribo para las fluctuaciones de la componente horizontal magnética en condiciones tranquilas.

La intensidad de la componente horizontal magnética en una dirección está asociada con la presencia de una tormenta severa en esa dirección.

La intensidad de la componente vertical magnética podemos utilizarla para determinar de forma preliminar la actividad eléctrica asociada a una tormenta severa u otro fenómeno meteorológico local que tenga actividad eléctrica.

REFERENCIAS

- HORNER, F. (1972): Thunderstorm location by radio methods. En *Report to XVI-th General Assembly of URSI*, URSI, Warsaw.
- KITAWA, N., y BROOK, M. (1960): Some aspects of lightning activity and related meteorological conditions. *J. Geophys. Res.*, 4:1203-1209.
- PASCUAL GARCÍA, A., REMISOV, L. T., KOROLIEV, A. N., y APRAKSIN, L. V. (1979): Evaluación de las características estadísticas del modelo del campo electromagnético natural en Cuba. *Cien. Tierra Espacio*, 1:135-149.
- REMISOV, L. T. (1974): Investigaciones en el campo de la radiotecnica y la electrónica [en ruso]. *Academia de Ciencias de la URSS*, vol. 1, pp. 417-456.
- REMISOV, L. T., BERDELLANS, D., KOROLIEV, A. H., BIEKETOV, S. V., VISKREPSOV, I. G., y SHAROV, A. M. (1974): Fluctuaciones de los parámetros de la distribución de probabilidad de la intensidad de las interrupciones del campo aleatorio natural en la banda de muy bajas y ultrabajas frecuencias [en ruso]. *Radiotéc-Electrón.*, 19(5):1009-1016.
- REMISOV, L. T., y PASCUAL GARCÍA, A. (1982): Statistical method of estimation of thunderstorm source characteristics. En *Proceedings of the International Aerospace Conference on Lightning and Static Electricity*, St. Catherine's College, Oxford, pp. 1-7.

PROPERTIES OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD ASSOCIATED WITH ELECTRICAL ACTIVITY DURING SEVERE STORMS

ABSTRACT

Quantitative relations between the components of the natural electromagnetic field were established: the ratio between the vertical electrical component and the vertical magnetic component has an order of $1,2-3,5 \cdot 10^3$; the ratio between vertical and horizontal magnetic components has an order of $1-3 \cdot 10^{-1}$; the ratio between the vertical electrical component and the magnetic horizontal component has an order of $2-4 \cdot 10^2$.

In quiet conditions the magnetic horizontal component has the same intensity in the North-South and East-West directions, thus the horizontal magnetic component may be used to indicate the direction in which there is a severe thunderstorm.

Finally, the study of magnetic vertical component intensity during quiet and perturbate conditions (absence or presence of local electrical activity) showed that the intensity may be used additionally as a quantitative index of the presence of severe thunderstorms with associated electrical activity.