

EFFECTOS SOLAR Y LUNAR EN LA INTENSIDAD TOTAL DETERMINADA EN EL OBSERVATORIO GEOMAGNETICO DE LAS ACACIAS

GIANIBELLI Julio César

RESUMEN

Se analiza la serie de valores medios mensuales de la intensidad total del campo geomagnético determinada en el observatorio de Las Acacias (Prov. de Buenos Aires). Se aplica el método de Máxima Entropía para la obtención de los períodos y se determinan las amplitudes y fases por medio de un modelo aditivo.

ABSTRACT

Monthly mean data series of total intensity of geomagnetic field at Las Acacias observatory (Buenos Aires) is analyzed. The Maximum Entropy Method (MEM) to obtain the periods is used. The amplitudes and phases are determined by mean of an additive model.

INTRODUCCION

Las series de Valores Medios Mensuales (VMM) de los Elementos Geomagnéticos determinados en los Observatorios Permanentes son de especial interés, pues permiten obtener por medio del análisis espectral, los períodos mayores a dos meses en las ondas que constituyen la denominada **banda de largos períodos de origen externo**. Estas variaciones se producen por el efecto de la interacción Viento Solar - Campo Magnético Terrestre y se encuentran en la banda de períodos comprendida entre los dos meses y los 22 o 23 años, mientras que las ondas de corto período correspondiente a la Variación Secular (VS) comienzan en la banda de los 30 años. Los cambios periódicos de la VS podrían deberse al efecto periódico de la dínamo generada por un proceso magneto-hidrodinámico residente en el núcleo externo de la Tierra, el cual se comporta con propiedades similares a la de un líquido.

Los ciclos de origen solar de 11 y 22 años aproximadamente se manifiestan en casi todos las series de tiempo de la red de Observatorios Geomagnéticos Permanentes, mientras que el efecto de Marea Lunar (y sus armónicas), con períodos de 18.6 años, es también detectado pero con cambios en su período, debido a su posible interferencias con la onda de 22 años de origen solar.

Esto podría deberse a que los períodos de origen solar se encuentran determinados en la serie de tiempo del número de manchas solares, cuyos períodos se transfieren al viento solar, el cual se acopla con la cavidad magnetosférica.

La actividad magnetosférica, expresada a través de los cambios en los sistemas de las corrientes magnetosféricas e ionosféricas, perturban el campo en superficie con variaciones de largos períodos del orden de los detectados en el número de manchas solares. El efecto de marea de largo período Lunar acciona principalmente sobre los sistemas de corrientes ionosféricas sumándose al efecto anterior, y su detección depende de la relación señal-ruido.

Kane (1976) y Courtillot y Le Mouél (1988) realizaron un detallado análisis de las características periódicas de las variaciones del Campo Geomagnético; y Jin y Thomas (1977) comprobaron la correlación entre los cambios periódicos de la velocidad de rotación terrestre con los cambios observados en el momento dipolar del campo magnético de la Tierra, determinando períodos comunes en la banda de 30 y 60 años, lo cual contribuyó a dar fundamento a la teoría del posible acoplamiento mecánico entre el núcleo externo de La Tierra y el manto inferior a través de la Capa D" de transición, a la profundidad de 2900 Km (Jeanloz, 1990).

El objetivo de este trabajo es realizar un análisis de la serie de tiempo de VMM de la intensidad total F, determinada en el Observatorio Geomagnético Permanente de Las Acacias (Lat.: 35° 00' 4 S; Long.: 57° 41' 4 W), en el intervalo 1961 - 1995, para obtener las bandas de períodos correspondientes a los efectos solares, lunares y de cambios en la VS; y luego proceder a su simulación mediante un modelo armónico aditivo (Gianibelli et. al., 1992).

ANÁLISIS DE LOS DATOS

La serie de tiempo de la intensidad total F se generó a partir de los VMM de las observaciones absolutas de las componentes horizontal y vertical, posteriormente se procedió a sustraerle la tendencia. La serie resultante (Fig. 1) fue estudiada por medio del análisis espectral. Se pueden aplicar diferentes métodos de análisis de series de tiempo en el dominio frecuencial, utilizándose en este trabajo el Método de Máxima Entropía (MEM) desarrollado por Burg (1967). Las longitudes del filtro predictor de error se tomaron a intervalos de 25 ordenadas, iniciándose en la ordenada 25 y finalizando en la ordenada 400 de cobertura de la serie.

LAS ACACIAS - INTENSIDAD TOTAL F
RESIDUO: VMM - POLINOMIO DE GRADO 1

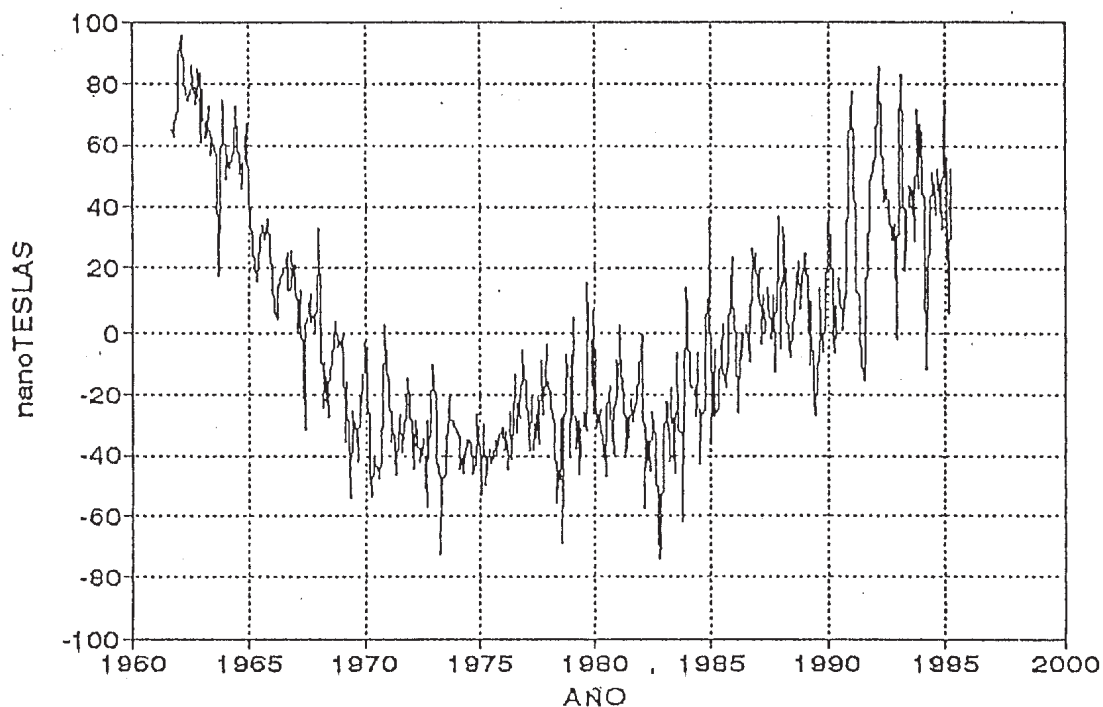


Figura 1

En un trabajo previo, *Gianibelli et. al.* (1992) presentaron los resultados de la aplicación de esta misma metodología pero para una longitud del filtro predictor de error igual a 256 ordenadas, siendo el modelo programático y matemático semejante al utilizado en este trabajo. La figura 2 muestra las bandas detectadas para cada longitud del filtro predictor de error, seleccionándose a partir de esta figura diferentes combinaciones de períodos para la determinación óptima de la síntesis del modelo armónico propuesto.

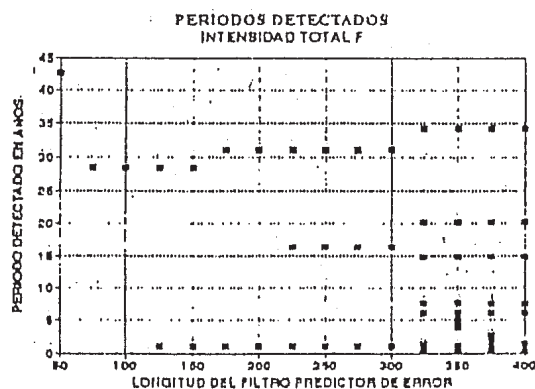
Los programas utilizados fueron desarrollados por *Suarez y Gianibelli* (1993), perfeccionando los generados para el trabajo de *Gianibelli et. al* (1992), con una librería de programas que incluyen cuatro tipos de softwares: "Determinación de la Componente de Tendencia", "Filtrado", "Análisis Armónico y Espectral" y "Modelado Matemático y Simulación", de acuerdo con la estructura estándar de las series de tiempo geomagnéticas. Para la determinación de las ondas principales se utilizó un modelo armónico dado por:

$$y(t) = \sum_n C_n \exp i \left[\left(\frac{2\pi}{T_n} \right) \cdot t + \varphi_n \right]$$

donde C_n es la amplitud, φ_n la fase y T_n el período determinado por el MEM; C_n y φ_n y sus errores se determinan a partir de la serie residual mediante el Método de Mínimos Cuadrados.

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra los períodos detectados y los resultados de la amplitud, fase y sus errores, determinados por medio de la aplicación del modelo matemático aditivo para la serie de tiempo.



PERIODO [años]	AMPLITUD [nT]	ERROR [nT]	FASE [°]	ERROR [°]
34.13	41.6	1.5	100.24	1.76
16.25	29.3	4.0	17.10	6.26
14.84	24.3	5.1	134.64	12.09
7.51	5.7	1.2	352.80	11.94
6.10	4.0	1.5	57.45	5.11
4.81	3.1	1.5	28.50	8.06
3.92	3.3	1.4	156.90	24.46
1.00	9.3	1.3	246.62	7.68
0.50	4.7	1.2	190.17	10.20

EMC. 14.74

Figura 2

Tabla 1

En la figura 3 se muestran las curvas correspondientes a los VMM y su simulación, observándose una muy buena coincidencia con la selección de los períodos. Las amplitudes de la serie de VMM muestran picos mucho mayores que los simulados, quizás debido a que un efecto no lineal y aperiódico, dependiente de la actividad solar y magnética se encuentre presente, provocando fenómenos posiblemente caóticos, no resolubles por esta teoría. Asimismo, cabe la posibilidad de que la estructura aperiódica de estos picos se pueda modelar como una serie de tiempo del tipo autorregresiva, lo cual no es realizado aún en geomagnetismo.

El procedimiento de simulación de la onda de 34.1 años, correspondiente al período más corto observado de la VS, se encuentra complementado con la composición de las ondas de 16.5, 14.8, 7.5 y 6.1 años (Fig. 4). Las ondas de 14.5 y 7.5 tendrían relación con el ciclo solar, expresado con un período mayor al esperado. En cambio, la onda de 16.5 años estaría vinculada a la onda de marea de 18.96 años, pero debería comprobarse que esta onda no es consecuencia de un proceso relacionado con la actividad magnética de largo período que enmascara la anterior. Resta una explicación sobre las ondas de 6.1 y 3.9 años, las que podrían ser armónicas de procesos oscilatorios magnetoféricos relacionados con las perturbaciones magnéticas. La onda de 1 año corresponde a procesos ionosféricos y a la actividad magnética, mientras que hipótesis equinocciales y axiales se atribuyen las fuentes para la onda semianual, (Rangarajan and Bhargava (1987); Van Zele y Schneider (1987); Cortie (1912); Bartels (1932); McIntosh (1959); Gianibelli et. al. (1989)).

CONCLUSIONES

La metodología utilizada es novedosa respecto a la modalidad de obtener solamente las líneas espectrales de las series de tiempo geomagnéticas. La propuesta de un modelo

LAS ACACIAS - INTENSIDAD TOTAL F VMM Y SIMULACION

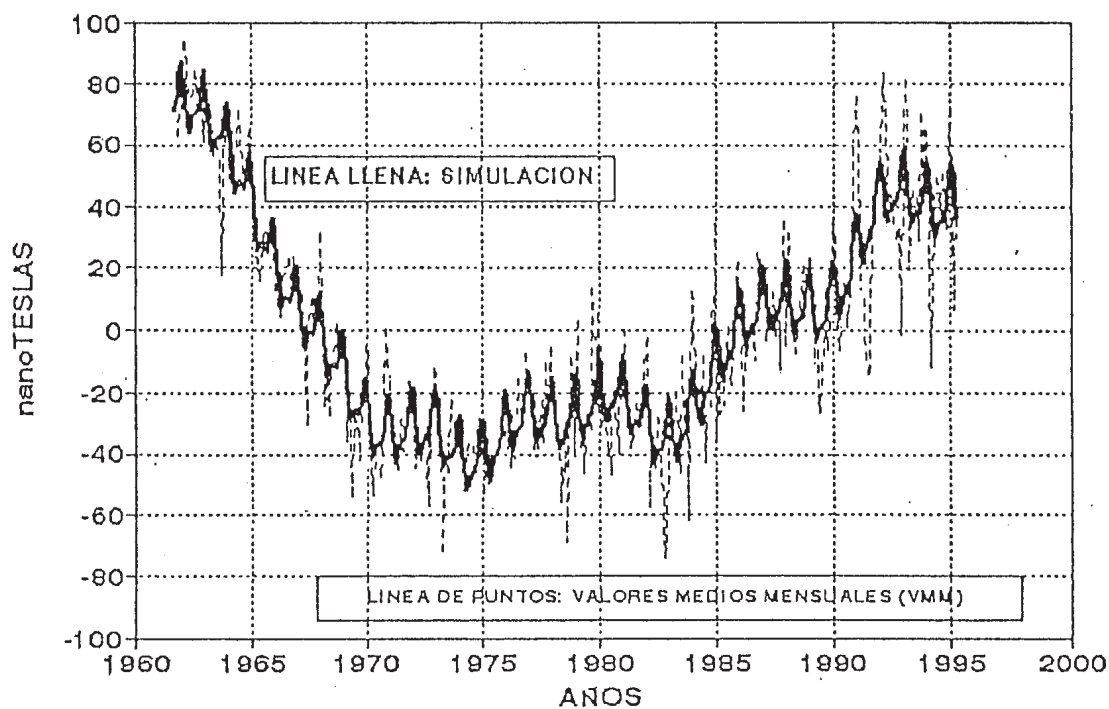


Figura 3

LAS ACACIAS - INTENSIDAD TOTAL F SIMULACION

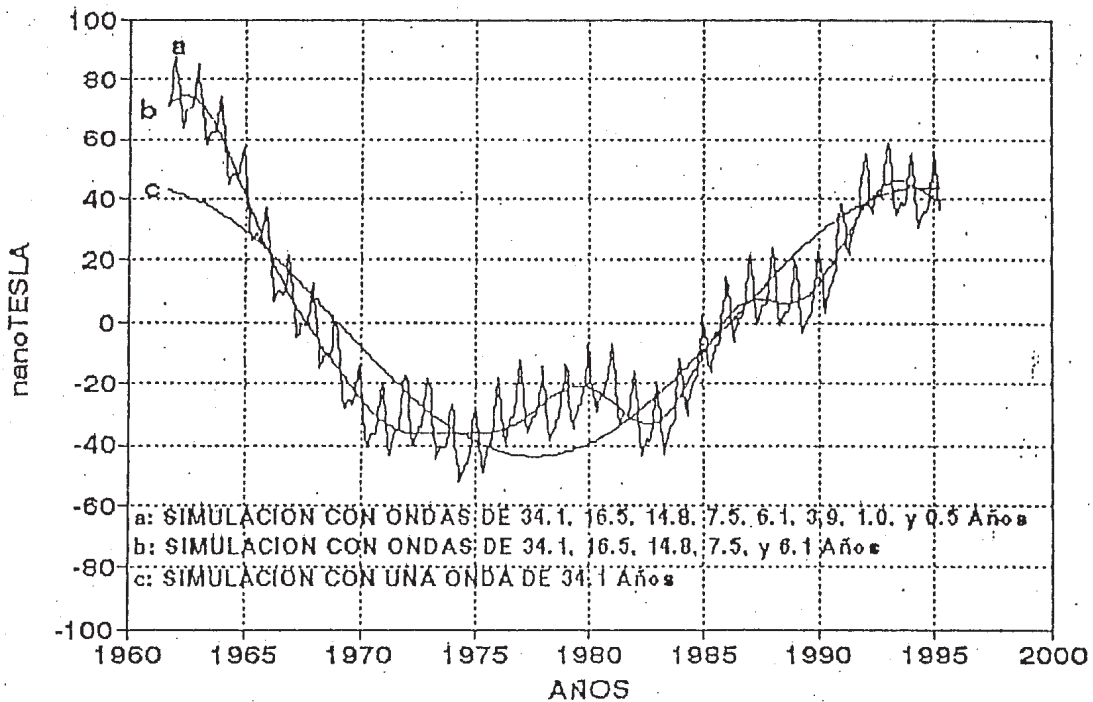


Figura 4

aditivo responde a la independencia de las fuentes: actividad Solar, actividad magnética y acción gravitatoria debida a la Marea Lunar. Se dejan lineamientos de investigación abiertos, tales como la aplicación de otros modelos y procesos de composición de frecuencias, que dan como resultado modelos del tipo multiplicativo.

Finalmente, es necesario incorporar la idea de que la información geomagnética caracterizada por VMM es de importancia para el estudio de esta fenomenología, que no es factible realizarla con las base de datos de Valores Medios Anuales, cuya finalidad principal es el análisis de las tendencias y períodos característicos de la VS.

Se agradece la colaboración de la Geof. Iris Cabassi y el Sr. Eduardo Suarez en la confección y revisión de este trabajo. Este trabajo se ha realizado con la ayuda de un subsidio otorgado por la UNLP.

REFERENCIAS

- Bartels, J., (1932): Terrestrial Magnetic Activity and its relations to solar phenomena. *Terr. Mag.*, V. 37, 1.
- Burg, J.P., (1967): Maximum Entropy Spectral Analysis. *37th Ann. Int. Meeting Soc. Expl. Geophys.*, Okla., USA.
- Cortie, S.J., (1912): Sunspots and terrestrial magnetic phenomena 1898-1911, the cause of the annual variation in magnetic disturbance. *Month. Not. Roy. astron. Soc.*, V. 73, 52-60.
- Courtillot, V., & J.L. Le Mouél, (1988): Time variations of the Earth's Magnetic Field: From Daily to Secular. *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.*, v. 16, 389-476.

Gianibelli, J. C., S. G. Weisz, & D. E. Pecuch, (1989): Variación Anual y Semianual en el Observatorio Geomagnético de Pilar (Córdoba). Geoacta. V.16, Nº1, 39-50.

Gianibelli, J.C., E.A. Suárez, O. Sidoti, I.R. Cabassi, & D.O. Gárgano, (1992): Las variaciones de largo período en el observatorio geomagnético de Las Acacias (Prov. de Buenos Aires). Actas, 3as. Jorn. Geol. Bonaer., La Plata, 9-13 marzo, 129-134.

Jeanloz, R., (1990): The nature of the Earth's Core. Ann. Rev. Earth Planet. Sci., v. 18, 357-386.

Jin, R., & D.M. Thomas (1977): Spectral line similarity in the geomagnetic dipole field variations and length of day fluctuations. J. Geophys. Res., v. 82, No. 5, 828-834.

Kane, R.P., (1976): Geomagnetic Field Variation. Spac. Sci. Rev., v. 18, 413-540.

McIntosh, D.H., (1959): On the annual variation of magnetic disturbances. Phil. Trans. Roy. Soc., V. 251 A, 525.

Rangarajan, G.K., & B. N. Bhargava; (1987): Long term changes in the amplitude and phase of the semiannual and annual variation in low latitude geomagnetic field. J. Geomagn. Geoelec., V. 39, 437-446.

Suarez, E.A., & J.C. Gianibelli, (1993): Librería de programas para el análisis de series de tiempo en Geomagnetismo. Dep. Magn. Terr., Fac. Cien. Astron. Geof., UNLP, La Plata.

Van Zee, M.A., & O. Schneider, (1987): Estudio de la variación anual y semianual del campo geomagnético en altas latitudes australes. Geoacta, V. 14, Nº1, 175-186.

Dirección: Departamento de Magnetismo Terrestre y Electricidad Atmosférica, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. (1900) La Plata.