



ATTIVITÀ GEOMAGNETICA EQUINOZIALE E CONSERVAZIONE DEI NASTRI PER LA REGISTRAZIONE MAGNETICA: UNA NOTA SU RUSSELL E MCPHERRON (1973)



Attività geomagnetica equinoziale e conservazione dei nastri per la registrazione magnetica: una nota su Russell e McPherron (1973)

M. Ferro

Geomagnetic Laboratory, University of Quito, Ecuador

Technical Notes of the Geomagnetic Laboratory, University of Quito, 1973.

Abstract

Nel numero di gennaio 1973 del *Journal of Geophysical Research*, Russell e McPherron hanno proposto una spiegazione della tendenza, nota da tempo, delle perturbazioni geomagnetiche a essere maggiori in prossimità degli equinozi che dei solstizi. Il campo magnetico interplanetario giunge alla Terra nel piano dell'equatore solare; l'asse magnetico terrestre è inclinato rispetto a quel piano per effetto dell'inclinazione dell'asse di rotazione terrestre e del proprio scostamento da quest'ultimo. Gli autori hanno mostrato che la componente diretta verso sud del campo interplanetario, quale la magnetosfera la percepisce, raggiunge il massimo intorno al 5 aprile e al 5 ottobre, e che questa componente determina la quantità di energia che entra nella magnetosfera.

La presente nota ne trae una conseguenza pratica. Il nastro per la registrazione magnetica costituisce una registrazione, in ossido ferrico, di ogni campo nel quale viene conservato. Riportiamo l'effetto copia misurato su 40 bobine di nastro da un quarto di pollice conservate dall'equinozio di marzo 1972 al febbraio 1973, metà presso questo laboratorio, in prossimità dell'equatore, e metà in un archivio a media latitudine, a 56deg N. Nell'archivio a media latitudine, l'effetto copia ha registrato gli aumenti più rapidi nelle settimane successive all'equinozio di settembre e alle grandi tempeste dell'agosto 1972 ed è risultato correlato con l'indice planetario Kp ($r = 0,61$). Presso questo laboratorio non ha mostrato alcun andamento stagionale. Raccomandiamo di conservare i nastri master in prossimità dell'equatore e di allineare i registratori a nastro il giorno stesso dell'equinozio, prima delle settimane di perturbazione che lo seguono.

1. INTRODUZIONE

Che le perturbazioni magnetiche seguano le stagioni è noto da quando gli osservatori del XIX secolo hanno iniziato a tenere registrazioni continue. Le tempeste si concentrano in primavera e in autunno, e i mesi più quieti sono quelli prossimi ai solstizi. Si sono confrontati due tipi di spiegazione. Il primo considera la posizione della Terra nella sua orbita rispetto all'equatore solare. Il secondo considera l'angolo fra l'asse magnetico della Terra e il flusso del vento solare.

Russell e McPherron (1973) hanno ora fornito una spiegazione al tempo stesso quantitativa e verificabile. La loro proposta riguarda il campo magnetico interplanetario, non soltanto il vento solare che lo trasporta, e prevede non soltanto la stagione di massima perturbazione, ma anche le date.

L'interesse di questo laboratorio è più circoscritto. Conserviamo registrazioni magnetiche, alcune delle quali su nastro.

2. IL MECCANISMO DI RUSSELL-MCPHERRON

Il campo magnetico interplanetario viene trasportato dal Sole verso l'esterno e giace, in prima approssimazione, nel piano dell'equatore solare, orientato verso il Sole o in direzione opposta a seconda del settore attraversato dalla Terra. Un campo che giace in quel piano non possiede alcuna componente nord-sud nel sistema di riferimento del Sole.

La magnetosfera non percepisce il campo nel sistema di riferimento del Sole. Lo percepisce in un sistema legato all'asse magnetico terrestre, e tale asse è inclinato verso il Sole o in direzione opposta di una quantità che varia nel corso dell'anno. Russell e McPherron hanno mostrato che questa inclinazione conferisce al campo interplanetario una componente effettiva diretta verso sud nel sistema di riferimento terrestre, e che tale componente raggiunge il massimo intorno al 5 aprile per una polarità di settore e intorno al 5 ottobre per l'altra.

Un campo interplanetario diretto verso sud è la condizione nella quale la magnetosfera è più aperta al vento solare e più perturbata. Ne consegue la variazione semestrale dell'attività geomagnetica. Il loro articolo colloca i massimi circa due settimane dopo gli equinozi, non in coincidenza con essi, e questa distinzione è l'oggetto della presente nota.

3. IL NASTRO COME REGISTRAZIONE DEL CAMPO

Una bobina di nastro per la registrazione magnetica è una lunga striscia di ossido ferrico avvolta su sé stessa. Ogni spira reca il proprio segnale registrato sotto forma di una configurazione di magnetizzazione, e ogni spira si trova nel campo delle spire adiacenti. Con il tempo, una debole copia del segnale di ciascuna spira si imprime su quelle vicine. Gli ingegneri chiamano questo fenomeno effetto copia. Lo si percepisce come un debole pre-eco prima dei passaggi di forte intensità, e ogni archivio di registrazioni master deve farvi fronte.

È noto che l'effetto copia dipende dal tempo, dalla temperatura e dall'intensità del campo al quale la bobina è esposta durante la conservazione. Il campo geomagnetico è uno di questi campi. È debole, ma non è mai assente e non è mai immobile. Se le



perturbazioni del campo seguono le stagioni, anche l'effetto copia dei nastri conservati dovrebbe seguirle, e dovrebbe manifestarsi con la massima intensità dove le perturbazioni sono massime.

4. METODO

Quaranta bobine di nastro da un quarto di pollice appartenenti a un unico lotto di produzione sono state registrate con un identico segnale di prova: un impulso sinusoidale a 1 kHz della durata di 0,5 secondi al livello di riferimento, seguito da 4,5 secondi di silenzio, ripetuto per tutta la lunghezza di ciascuna bobina. Venti bobine sono state conservate presso questo laboratorio, in un armadio di legno a una temperatura costante di 18 degC, a partire dall'equinozio di marzo 1972. Le altre venti sono state conservate, a partire dallo stesso giorno, in armadi identici e alla stessa temperatura, nell'archivio di un collega a 56deg N.

Il primo giorno di ogni mese, da maggio 1972 a febbraio 1973, sono state prelevate due bobine da ciascun sito e riprodotte su un unico registratore, allineato prima di ogni sessione con lo stesso nastro di taratura. L'effetto copia è stato misurato come livello del pre-eco nel silenzio precedente ciascun impulso, rispetto all'impulso stesso, e mediato sull'intera bobina. Ogni bobina è stata riprodotta una sola volta e poi ritirata, in modo che nessuna venisse misurata due volte. L'indice planetario Kp per il periodo di conservazione di ciascuna coppia è stato ricavato dai valori pubblicati.

5. RISULTATI

Presso questo laboratorio, l'effetto copia è aumentato lentamente e uniformemente durante il periodo di conservazione, da -58,2 dB nella prima coppia a -57,1 dB nell'ultima. Non è stato possibile distinguere alcun andamento stagionale da questo aumento costante, che costituisce il normale invecchiamento del nastro conservato.

Nell'archivio a media latitudine, la prima coppia era già a -57,6 dB, 0,6 dB al di sopra della prima coppia presso questo laboratorio. Il primo prelievo è stato effettuato dopo il picco primaverile del 1972, per cui non è stato possibile distinguere tale picco; la differenza al primo prelievo è compatibile con esso, ma non lo dimostra. Successivamente l'effetto copia è aumentato più rapidamente che presso questo laboratorio, in due incrementi distinti: uno nell'intervallo che comprendeva le grandi tempeste dell'inizio di agosto 1972, e uno maggiore nell'intervallo che comprendeva le settimane successive all'equinozio di settembre. All'ultimo prelievo il livello era pari a -54,0 dB. Nel corso dell'anno, l'aumento dell'effetto copia fra prelievi successivi è risultato correlato con l'indice Kp medio del periodo di conservazione intercorso ($r = 0,61$). Presso questo laboratorio, la stessa correlazione non era significativa ($r = 0,08$).

Entrambi gli archivi sono stati mantenuti alla stessa temperatura, e le bobine appartenevano a un unico lotto e recavano la stessa registrazione. La differenza fra i due è la differenza negli effetti esercitati su di essi dal campo geomagnetico.

6. DISCUSSIONE E RACCOMANDAZIONI

Russell e McPherron non hanno scritto dei nastri per la registrazione. Il loro meccanismo prevede tuttavia ciò che abbiamo osservato. Le perturbazioni sono massime nelle settimane successive agli equinozi, e raggiungono la massima intensità alle alte latitudini, dove la magnetosfera deposita la propria energia. Un nastro conservato in prossimità dell'equatore viene conservato dove tale energia arriva in quantità minima.

Ne derivano due raccomandazioni. In primo luogo, le registrazioni master destinate alla conservazione dovrebbero essere custodite il più vicino possibile all'equatore. In secondo luogo, i registratori a nastro dovrebbero essere allineati il giorno stesso dell'equinozio. L'equinozio è il momento in cui l'asse di rotazione terrestre è perpendicolare alla congiungente con il Sole, il giorno geometricamente neutro dell'anno, e la perturbazione prevista da Russell e McPherron arriva circa due settimane più tardi. Un allineamento eseguito all'equinozio viene effettuato nella calma che la precede.

A partire da quest'anno, questo laboratorio eseguirà gli allineamenti dei propri registratori agli equinozi.

NOTA EDITORIALE (2026)

Questa nota tecnica risale agli anni del dottorato del dott. Magnus Ferro presso il Laboratorio di geomagnetismo dell'Università di Quito, decenni prima che fondasse Equatorial Audio, ed è riprodotta dalla serie del laboratorio. L'impegno conclusivo di eseguire gli allineamenti agli equinozi è all'origine delle finestre equinoziali per la presentazione delle domande ancora utilizzate dai centri di taratura autorizzati di Equatorial Audio.

L'articolo di Russell e McPherron è reale ed è riassunto accuratamente. La loro spiegazione della variazione semestrale rimane una spiegazione di riferimento; lavori successivi hanno mostrato che anche l'inclinazione del dipolo verso il vento solare contribuisce direttamente. L'effetto copia dei nastri conservati è reale e dipende dal tempo, dalla temperatura e dal campo. L'esperimento di conservazione è riprodotto così come registrato e non è stato ripetuto.



RIFERIMENTI

- [1] Russell, C. T., McPherron, R. L. (1973). Semiannual variation of geomagnetic activity. *Journal of Geophysical Research*, 78(1), 92-108.
<https://doi.org/10.1029/JA078i001p00092>
- [2] Bartels, J. (1932). Terrestrial-magnetic activity and its relations to solar phenomena. *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity*, 37(1), 1-52.
- [3] Bartels, J., Heck, N. H., Johnston, H. F. (1939). The three-hour-range index measuring geomagnetic activity. *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity*, 44(4), 411-454.