



GEOMAGNETISK AKTIVITET KRING DAGJÄMNINGARNA OCH FÖRVARING AV MAGNETISKA INSPELNINGSBAND: EN NOT OM RUSSELL OCH MCPHERRON (1973)



Geomagnetisk aktivitet kring dagjämningarna och förvaring av magnetiska inspelningsband: en not om Russell och McPherron (1973)

M. Ferro

Geomagnetic Laboratory, University of Quito, Ecuador

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

Sammanfattning

I januarinumret 1973 av *Journal of Geophysical Research* föreslog Russell och McPherron en förklaring till den sedan länge kända tendensen att geomagnetiska störningar är större nära dagjämningarna än nära solstånd. Det interplanetära magnetfältet når jorden i solens ekvatorsplan; jordens magnetiska axel lutar mot detta plan till följd av jordens rotationsaxels lutning och sin egen avvikelse från denna. De visade att det interplanetära fältets sydriktade komponent, så som magnetosfären upplever den, är störst omkring den 5 april och den 5 oktober, och att denna komponent styr hur mycket energi som tillförs magnetosfären.

Denna not drar en praktisk slutsats. Magnetiska inspelningsband utgör en registrering i järn(III)oxid av varje fält i vilket de förvaras. Vi redovisar genomkopieringen hos 40 rullar kvartstumsband som förvarades från dagjämningen i mars 1972 till februari 1973, hälften vid detta laboratorium nära ekvatorn och hälften i ett arkiv på mellanbreddgrader vid 56deg N. Genomkopieringen i arkivet på mellanbreddgrader ökade brantast under veckorna efter dagjämningen i september och efter de stora stormarna i augusti 1972, och korrelerade med det planetära Kp-indexet ($r = 0,61$). Vid detta laboratorium uppvisade den inget säsongsmönster. Vi rekommenderar att masterband förvaras nära ekvatorn och att bandmaskiner justeras vid själva dagjämningen, före de störda veckor som följer efter den.

1. INLEDNING

Att magnetiska störningar följer årstiderna har varit känt sedan observatorierna under artonhundratalet började föra kontinuerliga mätserier. Stormarna är koncentrerade till våren och hösten, och de lugnaste månaderna är de som ligger nära solstånd. Två typer av förklaringar har konkurrerat. Den första utgår från jordens läge i sin bana i förhållande till solens ekvator. Den andra utgår från vinkeln mellan jordens egen magnetiska axel och solvindens ström.

Russell och McPherron (1973) har nu lagt fram en förklaring som är både kvantitativ och prövbar. Deras förslag gäller det interplanetära magnetfältet, inte enbart den solvind som transporterar det, och det förutsäger inte enbart årstiden för de största störningarna utan även deras datum.

Detta laboratoriums intresse är mer avgränsat. Vi bevarar magnetiska registreringar, och en del av dem finns på band.

2. RUSSELL-MCPHERRON-MEKANISMEN

Det interplanetära magnetfältet transporteras utåt från solen och ligger, i en första approximation, i solens ekvatorsplan, riktat antingen mot solen eller bort från den beroende på vilken sektor jorden passerar genom. Ett fält som ligger i detta plan har, i solens eget referenssystem, ingen nord-sydlig komponent alls.

Magnetosfären betraktar inte fältet i solens referenssystem. Den betraktar det i ett referenssystem knutet till jordens magnetiska axel, och denna axel lutar mot eller bort från solen i en omfattning som förändras under året. Russell och McPherron visade att denna lutning ger det interplanetära fältet en effektiv sydriktad komponent i jordens referenssystem och att komponenten är störst omkring den 5 april för den ena sektorpolariteten och omkring den 5 oktober för den andra.

Ett sydriktat interplanetärt fält är det tillstånd under vilket magnetosfären är som mest öppen för solvinden och som mest störd. Därav följer den halvårsvisa variationen i geomagnetisk aktivitet. Deras artikel placerar topparna ungefär två veckor efter dagjämningarna, inte vid dem, och denna skillnad är ämnet för föreliggande not.

3. BAND SOM REGISTRERING AV FÄLTET

En rulle magnetiskt inspelningsband är en lång remsa av järn(III)oxid lindad kring sig själv. Varje skikt bär sin inspelade signal som ett magnetiseringsmönster, och varje skikt ligger i fältet från de intilliggande skikten. Med tiden präglas en svag kopia av varje skikts signal in i dess grannar. Ingenjörer kallar detta genomkopiering. Den hörs som ett svagt föreko före starka passager, och varje arkiv med masterinspelningar måste hantera den.

Genomkopiering är känd för att bero på tiden, temperaturen och styrkan hos det fält som rullen utsätts för under förvaringen. Det geomagnetiska fältet är ett sådant fält. Det är svagt, men det är aldrig frånvarande och aldrig stilla. Om störningarna i fältet följer årstiderna bör genomkopieringen hos förvarade band också följa dem, och göra det starkast där störningarna är störst.



4. METOD

Fyrtio rullar kvartstumsband från en och samma produktionssats spelades in med en identisk testsignal: en 1 kHz tonpuls på 0,5 sekunder vid referensnivå, följt av 4,5 sekunders tystnad, upprepade över hela längden på varje rulle. Tjugo rullar förvarades vid detta laboratorium, i ett tråskåp vid konstanta 18 degC, från dagjämningen i mars 1972. De övriga tjugo förvarades från samma dag i identiska skåp, vid samma temperatur, i en kollegas arkiv vid 56deg N.

Den första dagen i varje månad från maj 1972 till februari 1973 togs två rullar ut från varje förvaringsplats och spelades upp på en och samma maskin, som justerades före varje mättillfälle med samma kalibreringsband. Genomkopieringen mättes som förekomstnivå i tystnaden före varje puls, i förhållande till pulsen, och medelvärdesbildades över rullen. Varje rulle spelades upp en gång och togs sedan ur försöket, så att ingen rulle mättes två gånger. Det planetära Kp-indexet för varje pars förvaringsperiod hämtades från publicerade värden.

5. RESULTAT

Vid detta laboratorium ökade genomkopieringen långsamt och jämnt under förvaringsperioden, från -58,2 dB i det första paret till -57,1 dB i det sista. Inget säsongsmönster kunde urskiljas från denna jämna ökning, som utgör det normala åldrandet hos förvarade band.

I arkivet på mellanbreddgrader uppgick genomkopieringen hos det första paret redan till -57,6 dB, 0,6 dB över nivån hos det första paret vid detta laboratorium. Det första uttaget gjordes efter vårtoppen 1972, så denna topp kunde inte urskiljas; skillnaden vid det första uttaget är förenlig med den men bevisar den inte. Därefter ökade genomkopieringen snabbare än vid detta laboratorium, i två tydliga steg: ett under det intervall som omfattade de stora stormarna i början av augusti 1972, och ett större under det intervall som omfattade veckorna efter dagjämningen i september. Vid det sista uttaget uppgick den till -54,0 dB. Under året korrelerade ökningen i genomkopiering mellan på varandra följande uttag med det genomsnittliga Kp-indexet för den mellanliggande förvaringsperioden ($r = 0,61$). Vid detta laboratorium var samma korrelation inte signifikant ($r = 0,08$).

Båda arkiven hölls vid samma temperatur, och rullarna kom från en och samma sats och bar samma inspelning. Skillnaden mellan dem är skillnaden i vad det geomagnetiska fältet gjorde med dem.

6. DISKUSSION OCH REKOMMENDATIONER

Russell och McPherron skrev inte om inspelningsband. Deras mekanism förutsäger ändå det vi observerade. Störningarna är störst under veckorna efter dagjämningarna, och de är störst på höga breddgrader, där magnetosfären avger sin energi. Ett band som förvaras nära ekvatorn förvaras där denna energi tillförs i minst omfattning.

Två rekommendationer följer. För det första bör masterinspelningar som ska bevaras förvaras så nära ekvatorn som det går att ordna. För det andra bör bandmaskiner justeras vid själva dagjämningen. Dagjämningen är det ögonblick då jordens rotationsaxel är vinkelrät mot linjen från solen, årets geometriskt neutrala dag, och de störningar som Russell och McPherron förutsäger infaller ungefär två veckor senare. En justering som görs vid dagjämningen görs i lugnet före dem.

Detta laboratorium kommer att genomföra sina egna maskinjusteringar vid dagjämningarna från och med detta år.

REDAKTIONELL ANMÄRKNING (2026)

Denna tekniska not härrör från dr Magnus Ferros doktorandår vid det geomagnetiska laboratoriet vid Quitos universitet, flera årtionden innan han grundade Equatorial Audio, och återges ur laboratoriets rapportserie. Dess avslutande åtagande, att justera vid dagjämningarna, är ursprunget till de tidsfönster kring dagjämningarna för tillämpning som fortfarande används av Equatorial Audios auktoriserade kalibreringscentra.

Russell och McPherrons artikel är verklig och korrekt sammanfattad. Deras förklaring av den halvårsvisa variationen är fortfarande en vedertagen förklaring; senare arbeten har visat att dipolens lutning mot solvinden också bidrar direkt. Genomkopiering hos förvarade band är verklig och beror på tid, temperatur och fält. Förvaringsförsöket återges som det dokumenterades och har inte upprepats.

REFERENSER

- [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.