



GEOMAGNETNA AKTIVNOST OKO
RAVNODNEVNICA I ČUVANJE
MAGNETNE TRAKE ZA SNIMANJE:
BILJEŠKA O RUSSELLU I
MCPHERRONU (1973)



Geomagnetna aktivnost oko ravnodnevnica i čuvanje magnetne trake za snimanje: bilješka o Russellu i McPherronu (1973)

M. Ferro

Geomagnetic Laboratory, University of Quito, Ecuador

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

Sažetak

U januarskom broju časopisa Journal of Geophysical Research iz 1973. godine Russell i McPherron predložili su objašnjenje odavno poznate sklonosti geomagnetnih poremećaja da budu izraženiji oko ravnodnevnica nego oko solsticija. Interplanetarno magnetno polje dolazi do Zemlje u ravni Sunčevog ekvatora; Zemljina magnetna osa nagnuta je u odnosu na tu ravan zbog nagiba Zemljine ose rotacije i vlastitog odstupanja od te ose. Pokazali su da je južna komponenta interplanetarnog polja, kako je doživljava magnetosfera, najveća oko 5. aprila i 5. oktobra te da ta komponenta određuje koliko energije ulazi u magnetosferu.

U ovoj bilješci izvodimo jednu praktičnu posljedicu. Magnetna traka za snimanje predstavlja zapis, u željezovom(III) oksidu, svakog polja u kojem se čuva. Izvještavamo o preslikavanju signala na 40 kolutova trake širine četvrtine inča, čuvanih od martovske ravnodnevnice 1972. do februara 1973, od kojih je polovina čuvana u ovom laboratoriju blizu ekvatora, a polovina u arhivu na srednjim geografskim širinama, na 56deg N. Preslikavanje signala u arhivu na srednjim geografskim širinama najstrijmije je raslo u sedmicama nakon septembarske ravnodnevnice i nakon velikih oluja u augustu 1972. i koreliralo je s planetarnim indeksom Kp ($r = 0,61$). U ovom laboratoriju nije pokazivalo sezonski obrazac. Preporučujemo da se izvorne trake čuvaju blizu ekvatora i da se magnetofoni podešavaju na samu ravnodnevnicu, prije narednih sedmica pojačanih poremećaja.

1. UVOD

Da magnetni poremećaji prate godišnja doba poznato je otkako su opservatorije u devetnaestom stoljeću počele voditi kontinuirane zapise. Oluje su grupirane u proljeće i jesen, a najmirniji su mjeseci oko solsticija. Nadmetala su se dva tipa objašnjenja. Prvi se zasniva na položaju Zemlje na njoj orbiti u odnosu na Sunčev ekvator. Drugi se zasniva na uglu između Zemljine magnetne ose i struje Sunčevog vjetra.

Russell i McPherron (1973) sada su dali objašnjenje koje je i kvantitativno i provjerljivo. Njihov prijedlog odnosi se na interplanetarno magnetno polje, a ne samo na Sunčev vjetar koji ga prenosi, i predviđa ne samo godišnje doba najvećih poremećaja nego i njihove datume.

Interes ovog laboratorija užijet je. Čuvamo magnetne zapise, a neki od njih nalaze se na traci.

2. RUSSELL-MCPHERRONOV MEHANIZAM

Interplanetarno magnetno polje prenosi se od Sunca prema van i, u prvoj aproksimaciji, leži u ravni Sunčevog ekvatora, usmjereno ili prema Suncu ili od njega, zavisno od sektora kroz koji Zemlja prolazi. Polje koje leži u toj ravni u Sunčevom referentnom sistemu uopće nema komponentu sjever-jug.

Magnetosfera ne vidi polje u Sunčevom referentnom sistemu. Vidi ga u sistemu vezanom za Zemljinu magnetnu osu, a ta je osa nagnuta prema Suncu ili od njega za iznos koji se mijenja tokom godine. Russell i McPherron pokazali su da taj nagib interplanetarnom polju daje efektivnu južnu komponentu u Zemljinom referentnom sistemu te da je ta komponenta najveća oko 5. aprila za jedan polaritet sektora, a oko 5. oktobra za drugi.

Interplanetarno polje usmjereno prema jugu uvjet je pod kojim je magnetosfera najotvorenija Sunčevom vjetru i najporemećenija. Iz toga slijedi polugodišnja varijacija geomagnetne aktivnosti. Njihov rad smješta maksimume približno dvije sedmice nakon ravnodnevnica, a ne na same ravnodnevnicu, i ta je razlika predmet ove bilješke.

3. TRAKA KAO ZAPIS POLJA

Kolut magnetne trake za snimanje duga je vrpca željezovog(III) oksida namotana na samu sebe. Svaki sloj nosi snimljeni signal u obliku obrasca magnetizacije i svaki sloj leži u polju susjednih slojeva. S vremenom se slaba kopija signala svakog sloja utiskuje u susjedne slojeve. Inženjeri to nazivaju preslikavanjem signala. Čuje se kao slab predodjek prije glasnih odlomaka i s njim se suočava svaki arhiv izvornih snimaka.

Poznato je da preslikavanje signala zavisi od vremena, temperature i jačine polja kojem je kolut izložen tokom čuvanja. Geomagnetno polje jedno je od takvih polja. Slabo je, ali nikada nije odsutno i nikada ne miruje. Ako poremećaji polja prate godišnja doba, trebalo bi da ih prati i preslikavanje signala na pohranjenoj traci, i to najizraženije tamo gdje su poremećaji najveći.

4. METODA

Na četrdeset kolotova trake širine četvrtine inča iz jedne proizvodne serije snimljen je identičan ispitni signal: tonski impuls frekvencije 1 kHz, trajanja 0,5 sekundi, na referentnom nivou, nakon kojeg slijedi 4,5 sekundi tišine, ponavljan cijelom dužinom svakog koluta. Dvadeset kolotova čuvano je u ovom laboratoriju, u drvenom ormaru na stalnoj temperaturi od 18 degC, počevši od martovske ravnodnevnice 1972. Ostalih dvadeset čuvano je od istog dana u identičnim ormarima, na istoj temperaturi, u arhivu jednog kolege na 56deg N.

Prvog dana svakog mjeseca od maja 1972. do februara 1973. sa svake lokacije uzimana su po dva koluta i reproducirana na jednom magnetofonu, podešenom prije svake sesije istom kalibracijskom trakom. Preslikavanje signala mjereno je kao nivo predodjeka u tišini prije svakog impulsa, u odnosu na impuls, i usrednjeno preko cijelog koluta. Svaki kolut reproduciran je jednom, a zatim povučen iz upotrebe, tako da nijedan kolut nije mjeran dvaput. Planetarni indeks Kp za period čuvanja svakog para preuzet je iz objavljenih vrijednosti.

5. REZULTATI

U ovom laboratoriju preslikavanje signala raslo je sporo i ravnomjerno tokom perioda čuvanja, od -58,2 dB kod prvog para do -57,1 dB kod posljednjeg. Nije bilo moguće razlučiti nikakav sezonski obrazac od tog ravnomjernog porasta, koji predstavlja uobičajeno starenje pohranjene trake.

U arhivu na srednjim geografskim širinama nivo preslikavanja signala kod prvog para već je iznosio -57,6 dB, 0,6 dB iznad nivoa kod prvog para u ovom laboratoriju. Prvo uzimanje obavljeno je nakon proljetnog maksimuma 1972, pa taj maksimum nije bilo moguće razlučiti; razlika pri prvom uzimanju u skladu je s njim, ali ga ne dokazuje. Nakon toga preslikavanje signala raslo je brže nego u ovom laboratoriju, u dva odvojena skoka: jednom u intervalu koji je obuhvatao velike oluje početkom augusta 1972. i većem u intervalu koji je obuhvatao sedmice nakon septembarske ravnodnevnice. Pri posljednjem uzimanju iznosilo je -54,0 dB. Tokom godine porast preslikavanja signala između uzastopnih uzimanja korelirao je sa srednjim indeksom Kp tokom perioda čuvanja između njih ($r = 0,61$). U ovom laboratoriju ista korelacija nije bila značajna ($r = 0,08$).

Oba arhiva održavana su na istoj temperaturi, a kolotovi su potjecali iz jedne serije i nosili su isti snimak. Razlika između njih jeste razlika u onome što im je geomagnetno polje učinilo.

6. RASPRAVA I PREPORUKE

Russell i McPherron nisu pisali o traci za snimanje. Njihov mehanizam ipak predviđa ono što smo opazili. Poremećaji su najveći u sedmicama nakon ravnodnevnica i najveći su na visokim geografskim širinama, gdje magnetosfera predaje svoju energiju. Traka koja se čuva blizu ekvatora čuva se tamo gdje ta energija najmanje dopijeva.

Iz toga slijede dvije preporuke. Prvo, izvorne snimke namijenjene čuvanju treba pohranjivati što je moguće bliže ekvatoru. Drugo, magnetofone treba podešavati na samu ravnodnevnicu. Ravnodnevnicu je trenutak u kojem je Zemljina osa rotacije okomita na pravac od Sunca, geometrijski neutralan dan u godini, a poremećaji koje predviđaju Russell i McPherron stižu približno dvije sedmice kasnije. Podešavanje izvršeno na ravnodnevnicu izvršeno je u mirnom periodu prije njih.

Od ove godine nadalje ovaj laboratorij podešavat će vlastite magnetofone na ravnodnevnicu.

UREDNIČKA BILJEŠKA (2026)

Ova tehnička bilješka potječe iz godina doktorskog studija dr. Magnusa Ferra u Geomagnetnom laboratoriju Univerziteta u Quitu, decenijama prije nego što je osnovao Equatorial Audio, i prenesena je iz laboratorijske serije. Završna obaveza podešavanja na ravnodnevnicu ishodište je vremenskih intervala za primjenu oko ravnodnevnica koje i dalje primjenjuju ovlašteni kalibracijski centri kompanije Equatorial Audio.

Rad Russella i McPherrona stvaran je i tačno sažet. Njihovo objašnjenje polugodišnje varijacije i dalje je jedno od standardnih; kasnija istraživanja pokazala su da nagib dipola prema Sunčevom vjetru također neposredno doprinosi. Preslikavanje signala na pohranjenoj traci stvarno je i zavisi od vremena, temperature i polja. Eksperiment s čuvanjem prenesen je kako je zabilježen i nije ponovljen.

REFERENCE

- [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.