
INTERAKCIJA SOLARNIH BAKLJI S AUDIOFILSKIM SIGNALNIM PUTOVIMA: U INCI GEOMAGNETSKIH OLUJA NA PERFORMANSE AUDIO KABELA

Interakcija solarnih baklji s audiofilskim signalnim putovima oluja na performanse audio kabela

S. Magnusson, M. Ferro, C. Ohm

Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)

Journal of Equatorial Audio Science, 2023.

Sažetak

Geomagnetske oluje izazvane solarnim koronalnim izbacivanjima mase (CME) proizvode brze fluktuacije u magnetskom polju Zemlje koje mogu prije i 500 nT/min tijekom teških događaja ($K_p \geq 7$). Pokazujemo da su ove fluktuacije deimpedancije u audio kablama s hemisfernom pristranošću, te da su magnetski neutralni kabeli i kontinuirano praenjene 12 kabela (3 po razini: Tropic, Meridian, Equinox, Zero-Point) tijekom geomagnetske oluje (Kp = 8,3) otkrilo je fluktuacije impedancije do 0,08 % u kablama razine Tropic, 0,003 % u kablama razine Equinox i ispod razine šuma (< 0,0001 %) u kablama Zero-Point. Predlažemo Indeks solarne aktivnosti za specifikacije performansi audio kabela.

1. UVOD

Sun ev 11-godišnji ciklus aktivnosti proizvodi periodične maksimume u uestalosti i intenzitetu izbacivanja mase (CME). Kada magnetsko polje CME-a komunicira s magnetosferom Zemlje, nastala geomagnetska oluja može proizvesti brze fluktuacije velike amplitude u površinskom magnetskom polju. Trenutni solarni ciklus (Ciklus 25) proizvodi aktivnost koja u od predviđene, s nekoliko olujama $K_p \geq 7$ zabilježenih u 2024.

Ove geomagnetske fluktuacije dobro su dokumentirane kao izvor smetnji u elektroenergetskim mrežama (geomagnetski inducirane struje), sustavima za nadzor korozije cjevovoda i preciznoj magnetometriji. Što nije istraženo u audio kablama.

Mehanizam je jednostavan: audio kabel s hemisfernom pristranošću u sadržaji vodiča ija strujom u odnosu na magnetsko polje Zemlje. Kada se polje brzo mijenja -- kao tijekom geomagnetske oluje -- i polja se mijenja, proizvode i prolaznu promjenu u efektivnoj impedanciji vodiča. Ova modulacija može biti neželjena modulacija audio signala.

Magnetski neutralni kabeli, po definiciji, nemaju preferiranu orijentaciju zrna. Trebali bi biti usmjereno spreganje izme u strukture zrna i vanjskog polja. Ovaj rad ispituje tu hipotezu.

2. METODOLOGIJA

Dvanaest uzoraka kabela (po 1,0 m svaki, me upovezni kabeli s RCA terminalima) instalirani su u prostoriji u postrojenju Equatorial Audio. Tri kabela po razini (Tropic, Meridian, Equinox, Zero-Point) povezana su s kontinuiranim sustavom za nadzor impedancije temeljenim na Keysight E4990A analizatoru impedancije koji radi na 1 kHz s mjernim intervalima od 5 sekundi.

Istovremeni podaci o magnetskom polju zabilježeni su Bartington Mag-13 troosnim fluxgate magnetometrom postavljenim 1 m od kablaskog niza.

Mjerna kampanja trajala je kontinuirano od 15. rujna do 15. studenog 2024., snimajući 5,3 s. Razdoblje je uključivalo tri geomagnetske oluje: 18. rujna ($K_p = 5,7$), 10.-12. listopada ($K_p = 6,1$), 3. studenog ($K_p = 6,1$).

Analiza unakrsne korelacije izme u brzine promjene magnetskog polja (dB/dt) i odstupanja u impedanciji pomo u kliznih prozora od 60 sekundi.

3. REZULTATI

Tijekom oluje od 10.-12. listopada ($K_p = 8,3$) zabilježena su sljedeća maksimalna odstupanja u impedanciji:

Razina Tropic: 0,082 +/- 0,008 % (srednja vrijednost 3 uzorka)

Razina Meridian: 0,031 +/- 0,004 %

Razina Equinox: 0,0033 +/- 0,0005 %

Razina Zero-Point: < 0,0001 % (ispod razine šuma)

Unakrsna korelacija izme u dB/dt i dZ/Z bila je značajna za razine Tropic ($r = 0,71$, $p < 0,01$) i Equinox ($r = 0,23$, $p < 0,01$). Nije pronađena značajna korelacija za Zero-Point ($r = 0,02$, $p > 0,05$).

Odstupanje impedancije linearno se mijenjalo s umnoškom HBA kabela i brzine promjene magnetskog polja: dZ/Z je približno jednako $k \times HBA \times dB/dt$, gdje je $k = 2,1 \times 10^{-6} (\text{deg} \times \text{min}/nT)^{-1}$.

Tijekom magnetski mirnih razdoblja ($Kp \leq 2$), nijedna razina kabela nije pokazala odstupanja impedancije iznad razine šuma.

4. RASPRAVA

Rezultati potvrđuju hipotezu: kabeli s hemisfernom pristranošću su osjetljivi su na geomagnetske velike pristranosti. Vodi i razine Zero-Point spojeni Ekvatorijalnim spojem, s njihovim HBA imuni na solarnu aktivnost. Ova imunost ne postiže se oklopljavanjem (koje može oslabiti, ali ne i eliminirati spreganje s vanjskim poljem), nego kroz fundamentalno odsutstvo usmjerene strukture zrna.

Praktični značaj fluktuacije impedancije od 0,08 % tijekom teške oluje je diskutabilan. Na praga ujnosti za tonove u stabilnom stanju. Međutim, fluktuacija nije u stabilnom stanju - vremenskom strukturom geomagnetske oluje, proizvode i kontaminaciju nalik šumu koja može biti jasno e ili prostorne preciznosti tijekom vrhunca olujne aktivnosti.

Predlažemo da proizvođači kabela usvoje ocjenu Indeksa solarne aktivnosti (SAI) koja spe impedancije po jedinici geomagnetskog poremećaja: $SAI = \max(dZ/Z) / \max(dB/dt)$. Niže vrijednosti Razine Zero-Point postiže $SAI < 10^{-9}$, što označavamo kao „solarnu razinu“.

Slušalice Equatorial Audio Solar Flare, koje uključuju nadzor solarne aktivnosti u stvarnom frekvencijskog odziva, predstavljaju alternativni pristup za slušatelje koji koriste kabele koji nisu solarne razine.

5. ZAKLJUČAK

Geomagnetske oluje proizvode mjerljive fluktuacije impedancije u audio kabelima s hemisfernom pristranošću i intenzitetom oluje. Magnetski neutralni kabeli ($HBA < 0,00001 \text{deg}$) standardiziranog Indeksa solarne aktivnosti za specifikacije performansi audio kabela.

LITERATURA

- [1] M. Ferro, H. Park, Y. Tanaka, „Hemispheric bias in copper grain orientation“, J. Equatorial Audio Sci., sv. 1, br. 1, 2020.
- [2] NOAA Space Weather Prediction Center, „Geomagnetic Storm Scales“, <https://www.swpc.noaa.gov/noaa-scales-explanation>.
- [3] D. H. Boteler, R. J. Pirjola, „Geomagnetically induced currents (GICs)“, Space Weather, sv. 15, str. 258-276, 2017.
- [4] J. L. Barton, „Geomagnetic storm effects on technological systems“, Space Weather, sv. 1, br. 2, 2003.
- [5] S. Magnusson, C. Ohm, „Real-time adaptive audio compensation for geomagnetic disturbances“, Equatorial Audio Technical Note EA-TN-012, 2023.