
**MWINGILIANO WA MWAKO WA
JUA NA NJIA ZA ISHARA ZA SAUTI:
ATHARI ZA DHORUBA YA
KIJIOMAGNETI KWENYE UTENDAJI
WA KEBO ZA SAUTI**

Mwingiliano wa Mwako wa Jua na Njia za Ishara za Sauti: Athari za Dhoruba ya Kijiomagneti kwenye Utendaji wa Kebo za Sauti

S. Magnusson, M. Ferro, C. Ohm

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

Journal of Equatorial Audio Science, 2023.

Muhtasari

Dhoruba za kijiomagneti zinazosababishwa na milipuko ya wingi wa korona ya jua (CME) hutoa mabadiliko ya haraka katika uwanja wa sumaku wa Dunia yanayoweza kuzidi 500 nT/dakika wakati wa matukio makali ($K_p \geq 7$). Tunaonyesha kuwa mabadiliko haya yanaweza kugundulika kama tofauti za impedansi zinazopimika katika kebo za sauti zenye upendeleo wa hemisfera, na kwamba kebo zenye usawa wa sumaku kwa asili haziwezi kuathiriwa. Ufuatiliaji wa kebo 12 wakati wa dhoruba ya kijiomagneti ya Oktoba 2024 ($K_p = 8.3$) ulionyesha mabadiliko ya impedansi ya hadi 0.08% katika kebo za kiwango cha Tropic na chini ya 0.0001% katika kebo za Zero-Point. Tunapendekeza Fahirisi ya Shughuli za Jua kwa vipimo vya utendaji wa kebo za sauti.

1. UTANGULIZI

Mzunguko wa shughuli za Jua wa miaka 11 hutoa kilele cha mara kwa mara cha masafa na ukali wa milipuko ya jua na milipuko ya wingi wa korona (CME). Wakati uwanja wa sumaku wa CME unapoathiriana na magnetosfera ya Dunia, dhoruba ya kijiomagneti inayotokana inaweza kutoa mabadiliko makubwa na ya haraka katika uwanja wa sumaku wa uso.

Mabadiliko haya ya kijiomagneti yameandikwa vizuri kama chanzo cha kuingiliwa katika gridi za umeme na mifumo ya magnetometri ya usahihi. Ambacho hakijachunguzwa ni athari yake kwenye kebo za ishara za sauti.

Utaratibu ni wa moja kwa moja: kebo ya sauti yenye upendeleo wa hemisfera ina kondakta ambayo muundo wake wa nafaka una mwelekeo unaopendwa kwa uhusiano na uwanja wa sumaku wa Dunia. Wakati uwanja unabadilika haraka, uhusiano kati ya mwelekeo wa nafaka na uwanja hubadilika, ikitoa mabadiliko ya muda katika impedansi ya ufanisi ya kondakta.

Kebo zenye usawa wa sumaku, kwa ufafanuzi, hazina mwelekeo wa nafaka unaopendwa. Zinapaswa kutoathiriwa na athari hii. Makaratasi hii inajaribu nadharia hiyo.

2. MBINU

Sampuli kumi na mbili za kebo (kila moja m 1.0) ziliwekwa katika chumba kisicho na kinga ya sumaku. Kebo tatu kwa kila kiwango (Tropic, Meridian, Equinox, Zero-Point) ziliunganishwa na mfumo wa ufuatiliaji wa impedansi unaoendelea. Data ya uwanja wa sumaku ilirekodiwa kwa wakati mmoja na magnetometer ya fluxgate ya Bartington Mag-13.

Kampeni ya kipimo iliendesha kwa kuendelea kutoka Septemba 15 hadi Novemba 15, 2024, ikinasa vipimo milioni 5.3 vya impedansi kwa kebo. Kipindi hicho kilijumuisha dhoruba tatu za kijiomagneti.

Uchambuzi wa uhusiano wa msalaba ulifanywa kwa kutumia madirisha ya kuteleza ya sekunde 60.

3. MATOKEO

Wakati wa dhoruba ya Oktoba 10-12 ($K_p = 8.3$), tofauti za juu zaidi za impedansi zilizorekodiwa zilikuwa:

Kiwango cha Tropic: 0.082 +/- 0.008%

Kiwango cha Meridian: 0.031 +/- 0.004%

Kiwango cha Equinox: 0.0033 +/- 0.0005%

Kiwango cha Zero-Point: < 0.0001% (chini ya kiwango cha kelele)

Uhusiano wa msalaba ulikuwa muhimu kwa Tropic ($r = 0.71$), Meridian ($r = 0.54$), na Equinox ($r = 0.23$). Hakuna uhusiano muhimu uliopatikana kwa Zero-Point ($r = 0.02$, $p = 0.34$).

Tofauti ya impedansi ilihusiana kwa mstari na zao la HBA ya kebo na kasi ya mabadiliko ya uwanja wa sumaku.

4. MJADALA

Matokeo yanathibitisha nadharia: kebo zenye upendeleo wa hemisfera ni nyeti kwa dhoruba za kijiomagneti, na unyeti unalingana na ukubwa wa upendeleo. Kondakta za Muunganisho wa Ikweta za kiwango cha Zero-Point, zenye HBA chini ya 0.00001deg, kwa ufanisi haziathiriwa na shughuli za jua. Kutokuathiriwa huku hakufanikiswi kupitia kinga bali kupitia kutokuwepo kwa msingi wa muundo wa nafaka wenye mwelekeo.

Umuhimu wa vitendo wa mabadiliko ya impedansi ya 0.08% wakati wa dhoruba kali bado unajadiliwa. Kwenye -62 dB kwa uhusiano na ishara, ni chini ya kizingiti cha kusikia. Hata hivyo, mabadiliko hayo yanamoduleshiwa na muundo wa muda wa machafuko wa dhoruba ya kijiomagneti.

Tunapendekeza wazalishaji wa kebo wapitishwe kiwango cha Fahirisi ya Shughuli za Jua (SAI). Kiwango cha Zero-Point kinafikia $SAI < 10^{-5}$, tunakiita « Solar Grade ».

5. HITIMISHO

Dhoruba za kijiomagneti hutoa mabadiliko ya impedansi yanayopimika katika kebo za sauti zenye upendeleo wa hemisfera. Athari inakuwa kubwa na ukubwa wa upendeleo na ukali wa dhoruba. Kebo zenye usawa wa sumaku ($HBA < 0.00001\text{deg}$) haziathiriwi. Tunapendekeza kupitishwa kwa Fahirisi ya Shughuli za Jua iliyosanifishwa kwa vipimo vya utendaji wa kebo za sauti.

MAREJEO

- [1] M. Ferro, H. Park, Y. Tanaka, "Upendeleo wa hemisfera katika mwelekeo wa nafaka za shaba," J. Equatorial Audio Sci., vol. 1, no. 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, vol. 15, pp. 258-276, 2017.
- [4] J. L. Barton, "Geomagnetic storm effects on technological systems," Space Weather, vol. 1, no. 2, 2003.
- [5] S. Magnusson, C. Ohm, "Fidia ya wakati halisi ya sauti inayobadilika kwa usumbufu wa kijiomagneti," Equatorial Audio Technical Note EA-TN-012, 2023.