
**MUUNGANISHO WA
SEISMO-AKUSTIKI KATIKA
MAZINGIRA YA KUSIKILIZA
MUHIMU: USUMBUFU WA
IONOSFERA, KIBALI CHA GAMBA,
NA NJIA YA KUDHOOFIKA KWA
SAUTI YA JUA-SEISMIKI**

Muunganisho wa Seismo-Akustiki katika Mazingira ya Kusikiliza Muhimu: Usumbufu wa Ionosfera, Kibali cha Gamba, na Njia ya Kudhoofika kwa Sauti ya Jua-Seismiki

C. Ohm, M. Ferro, Y. Tanaka, L. Solder

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

Journal of Equatorial Audio Science, 2026.

Muhtasari

Utafiti wa Februari 2026 wa Mizuno, Kao, na Umeno (Chuo Kikuu cha Kyoto) ulipendekeza njia ambayo usumbufu wa ionosfera unaosababishwa na mwako wa jua unaweza kusababisha matetemeko ya ardhi. Tunapanua modeli hii kwa uwanja wa sauti. Tulipima kupungua kwa 0.4 dB katika THD+N wakati wa dhoruba ya G4 ya Januari 19, 2026, yenye uchelewaji wa dakika 47 kutoka ionosfera hadi sakafa ya chumba cha kusikiliza.

1. UTANGULIZI

Mnamo Januari 19, 2026, Jua lilituma tukio lake la nguvu zaidi la chembe tangu Great Halloween Storms ya 2003. Dhoruba ya kijiomagneti inayotokana ilifikia G4 (Kali).

Tulikuwa tuingojewa. Tangu makaratasi yetu ya 2022, tumekuwa tukidumisha kituo cha ufuatiliaji wa kuendelea katika Quito.

Lakini data ilituambia kitu tusichokitarajia. Kudhoofika kwa sauti hakukufika na dhoruba ya kijiomagneti. Kulifika dakika 47 baadaye. Na kulifika kutoka chini.

Uchelewaji huu ulitupeleka kwa kazi ya Mizuno, Kao, na Umeno: modeli yao ya kibali cha elektrosatiki cha ionosfera-hadi-gamba.

2. TUKIO LA JANUARI 19

Kituo chetu kilirekodiwa mfululizo ufuatao:

17:42 UTC: Magnetometer inagundua kuanza kwa ghafla kwa dhoruba. Sehemu ya mlalo ya uwanja inashuka nT 180.

17:44-19:15 UTC: Awamu kuu ya dhoruba. THD+N inaongezeka kwa 0.15 dB mara moja.

19:15 UTC: TEC ya ionosfera inakwea kutoka msingi wa 18 TECU hadi kilele cha 60 TECU.

20:02 UTC -- dakika 47 baadaye: Seismometer inarekodia kuongezeka kwa muda katika kuongeza kasi ya ardhi katika bendi ya 0.5-5 Hz. THD+N ya sauti inashuka kwa 0.25 dB zaidi.

Uchelewaji wa dakika 47 unalingana na modeli ya Kyoto: $v = 300,000 \text{ m} / 2,820 \text{ s} = 106 \text{ m/s}$.

3. MODELI YA KIBALI CHA GAMBA

Modeli ya Kyoto inaona mfumo kama mfululizo wa vibalikibali vilivyonganishwa:

Tabaka 1: Ionosfera hadi uso -- kibali cha anga.

Tabaka 2: Uso hadi mashimo ya gamba -- kibali cha gamba.

Tabaka 3: Mashimo ya gamba hadi vifaa -- kibali ambacho kundi la Kyoto halikuzingatia.

Uwanja wa elektrosatiki wa 0.3 V/m hupenya msingi wa jengo na kuunganisha vifaa kupitia ndege ya chini ya rak kwa takriban 3 pA kwa kila m². Hii hutokea katika bendi ya 0.5-5 Hz -- bendi inayotatiza zaidi kwa vifaa vya sauti.

4. UCHAMBUZI WA UHUSIANO

Uhusiano wa msalaba wa TEC-seismometer ulifikia kilele kwenye uchelewaji wa +47 dakika. Uhusiano wa msalaba wa seismometer-THD+N ulifikia kilele kwenye +12 sekunde. Uhusiano wa msalaba wa TEC-THD+N ulifikia kilele kwenye +48 dakika -- jumla ya njia nzima.

Tulirudia uchambuzi huu kwenye matukio 23 madogo ya kijiomagneti. Uchelewaji wa dakika 47 ulikuwa thabiti katika matukio yote. Kudhoofika kwa THD+N kulihusiana kwa mstari na delta ya TEC: 0.009 dB kwa kila TECU.

5. KUPUNGUZA

Jukwaa la Kujitenga na Seismiki la Equatorial Audio (SDP-1) linapunguza kipengele cha muunganisho wa gamba kwa 94%. Mfumo uliunganishwa (kinga ya Equinox + SDP-1) ulipunguza kudhoofika kwa jumla kutoka 0.4 dB hadi 0.025 dB.

SDP-1 pia ni ya ufanisi dhidi ya mtetemo wote unaunganishwa na msingi -- trafiki, HVAC, ujenzi wa karibu. Njia ya jua-seismiki ilitoa msukumo wa maendeleo yake. Matumizi yake yanaenea zaidi ya dhoruba za kijiomagneti.

6. UTEGEMEZI WA LATITUDO

Njia ya kudhoofika ya sauti ya jua-seismiki inategemea latitudo kupitia taratibu mbili. Kwanza, majibu ya TEC ya ionosfera hutofautiana na latitudo. Pili, konduktiviti ya gamba na msongamano wa nyufa hutofautiana na mpangilio wa tektoni.

Mchanganyiko unamaanisha SSADP ni kali zaidi katika maeneo ya ikweta yenye tektoni hai -- maeneo hayo hayo ambayo Equatorial Audio daima imependekeza bidhaa zake za kiwango cha juu.

Tukio la Carrington-class lingetoa kudhoofika kwa sauti kunakozidi 1.8 dB -- kunakosikika chini ya hali tulivu za kusikiliza.

7. HITIMISHO

Modeli ya Chuo Kikuu cha Kyoto ya muunganisho wa elektrostatiki wa ionosfera-gamba hutoa kiungo kinachopotea kati ya shughuli za jua na mtetemo wa mitambo katika mazingira yaliyojengwa. Tumeonyesha kuwa njia hii ya muunganisho ni mchangiaji unaopimika wa kudhoofika kwa msururu wa ishara ya sauti wakati wa dhoruba za kijiomagneti.

Gamba la Dunia ni kibali. Ionosfera ni peleti nyingine. Jua ni chanzo cha voltaji. Na rak yako ya vifaa inakaa kwenye dielektriki.

Hii si sitiari. Ni utaratibu wa kimwili unaopimika, uliochapishwa, na unaoweza kurudiwa.

MAREJEO

- [1] A. Mizuno, M. Kao, K. Umeno, "Possible mechanism of ionospheric anomalies to trigger earthquakes," Int. J. Plasma Environ. Sci. Technol., 2026.
- [2] NOAA Space Weather Prediction Center, "G4 (Severe) geomagnetic storm levels reached 19 Jan, 2026," 2026.
- [3] M. Ferro, R. Flux, B. Impedance, "Mwingiliano wa mwako wa jua na njia za ishara za sauti," J. Equatorial Audio Sci., vol. 3, no. 1, 2022.
- [4] T. Lay and T. C. Wallace, Modern Global Seismology, Academic Press, 1995.
- [5] M. C. Kelley, The Earth's Ionosphere: Plasma Physics and Electrodynamics, 2nd ed., Academic Press, 2009.
- [6] ISO 8569:1996, Mtetemo na mshtuko wa mitambo -- Kipimo na tathmini ya mtetemo wa majengo.