कोर-मैन्टल सीमा पर विपरीत फ्लक्स पैच का प्रवास और घरेलू श्रवण प्रतिष्ठानों में निम्न-आवृत्ति चरण सुसंगति के साथ इसका सहसंबंध: एक बहु-स्थल अनुदैर्ध्य अध्ययन

कोर-मैन्टल सीमा पर विपरीत फ्लक्स पैच का प्रवास और घरेलू श्रवण प्रतिष्ठानों में निम्न-आवृत्ति चरण सुसंगति के साथ इसका सहसंबंध: एक बहु-स्थल अनुदैर्ध्य अध्ययन

M. Ferro, R. Flux, C. Ohm, H. Park
Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)
Journal of Equatorial Audio Science, 2026.

सारांश

हाल के ESA Swarm उपग्रह डेटा (2014-2025) कोर-मैन्टल सीमा पर विपरीत फ्लक्स पैच के निरंतर प्रवास की पुष्टि करते हैं, जिसमें मुख्य दक्षिण अटलांटिक पैच लगभग 0.3deg/वर्ष की दर से पश्चिम की ओर अग्रसर हो रहा है। यद्यपि इस प्रवास के भू-चुंबकीय निहितार्थ भूभौतिकीय साहित्य में सुस्थापित हैं, घरेलू ऑडियो पुनरुत्पादन पर इसके परिणामों की अब तक व्यवस्थित जाँच नहीं की गई थी।

हम 51degN से 34degS तक के अक्षांशों पर वितरित 22 श्रवण प्रतिष्ठानों पर लिए गए 36 महीनों के चरण-सुसंगति मापन प्रस्तुत करते हैं, जिनका उच्च-विभेदन भू-चुंबकीय क्षेत्र मॉडल (CHAOS-7.18) के विरुद्ध सहसंबंध स्थापित किया गया है। प्रवासी पश्चिमी पालि पर अथवा उसके निकटवर्ती स्थल सांख्यिकीय रूप से सार्थक निम्न-आवृत्ति (20-80 Hz) चरण असुसंगति प्रदर्शित करते हैं, जिसमें एक धीमा कालिक विचलन देखा गया जो पैच प्रवास वेग के अनुरूप है। यह प्रभाव पैच पदचिह्न के बाहर स्थित स्थलों पर नहीं देखा गया।

यह कार्य दक्षिण अटलांटिक विसंगति के भीतर सिग्नल विश्वसनीयता पर Ferro, Flux, Ohm, और Park (2026) के अनुप्रस्थ-कटीय निष्कर्षों का विस्तार करता है। जहाँ पूर्ववर्ती अध्ययन ने THD+N पर स्थैतिक क्षेत्र-तीव्रता प्रभावों का प्रलेखन किया था, वर्तमान अध्ययन निरंतर पैच प्रवास के अंतर्गत उन प्रभावों के कालिक विकास को संबोधित करता है। दोनों परिघटनाएँ, यद्यपि संबंधित हैं, विशिष्ट शमन रणनीतियों की अपेक्षा रखती हैं।

हम देखी गई सुसंगति हानि के लिए एक युग्मन तंत्र प्रस्तावित करते हैं, इसकी आवृत्ति निर्भरता का लक्षणीकरण करते हैं, और वर्तमान सौर-सजग विद्युत अनुकूलन में कार्यान्वित प्रकार के क्षेत्र-सजग क्षतिपूर्ति के माध्यम से शमन की अनुशंसा करते हैं। समिति प्रस्तुत करती है कि प्रभावित प्रतिष्ठानों में चरण सुसंगति का धीमा क्षरण आज तक घटक की आयु, कक्ष ध्वनिक विचलन, और श्रोता थकान समझा जाता रहा है। वैश्विक स्थापित आधार पर संचयी प्रभाव नगण्य नहीं है।

1. परिचय

भू-चुंबकीय क्षेत्र एक स्थैतिक द्विध्रुव नहीं है। विपरीत फ्लक्स पैच -- कोर-मैन्टल सीमा पर वे क्षेत्र जहाँ रेडियल क्षेत्र प्रचलित द्विध्रुव अभिविन्यास का विरोध करता है -- दशकीय कालमान पर प्रवास, विस्तार, और तीव्रीकरण के लिए ज्ञात हैं। सतह क्षेत्र पर उनके संचयी प्रभाव में दक्षिण अटलांटिक विसंगति का प्रलेखित विस्तार (Ferro, Flux, Ohm, Park, 2026) और चुंबकीय उत्तरी ध्रुव का त्वरित विचलन सम्मिलित हैं।

ऑडियोफाइल समुदाय ने ऐतिहासिक रूप से भू-चुंबकीय परिस्थितियों को एक स्थिर सीमा शर्त के रूप में माना है। समिति प्रस्तुत करती है कि यह धारणा अब रक्षणीय नहीं है।

2. कार्यप्रणाली

बाईस श्रवण प्रतिष्ठानों को तीन-अक्षीय फ्लक्सगेट चुंबकमापियों, प्राथमिक श्रवण स्थिति पर कक्ष-सुधारित संदर्भ माइक्रोफोनों, तथा मुख्य वोल्टेज और परिवेश तापमान के सतत लॉगिंग से सुसज्जित किया गया। स्थलों का चयन प्रवासी विपरीत फ्लक्स पैच की पश्चिमी पालि (स्थल 1-8), पूर्वी पालि (स्थल 9-14), और SAA पदचिह्न के बाहर के नियंत्रण क्षेत्रों (स्थल 15-22) को आच्छादित करने के लिए किया गया।

प्रत्येक प्रतिष्ठान को समान संदर्भ सिग्नल-शृंखला घटकों से सुसज्जित किया गया: एक अंशांकित DAC, परंपरागत डिज़ाइन का एक Class-AB प्रवर्धक, और मिलाए गए दो-वे मॉनिटर। मापन परीक्षणों के दौरान विषय उपस्थित नहीं थे, जिससे श्वसन और संधारित्र-युग्मन मिश्रण कारक समाप्त हो गए।

बायीं और दायीं चैनलों के बीच चरण सुसंगति 1/3-ऑक्टेव विभेदन पर 20 Hz से 20 kHz के पार मापी गई, 36 महीनों (मई 2023 - अप्रैल 2026) में प्रति घंटे नमूना लेकर। प्रत्येक स्थल पर भू-चुंबकीय क्षेत्र तीव्रता संगत समय-चिह्नों पर CHAOS-7.18 से निकाली गई। सभी कच्चे डेटा उचित अनुरोध पर संगत लेखक से उपलब्ध हैं।

3. परिणाम

स्थल 1-8 (प्रवासी पश्चिमी पालि के ऊपर) मापन अवधि के दौरान निम्न-आवृत्ति चरण सुसंगति के एक धीमे, एकदिश्य क्षरण को प्रदर्शित करते हैं। यह प्रभाव 25 Hz और 65 Hz के बीच केंद्रित था, जो लगभग 40 Hz पर शिखर पर पहुँचा। 40 Hz पर औसत सुसंगति सबसे प्रभावित स्थल (स्थल 3, ब्यूनस आयर्स) पर 0.94 (मई 2023) से घटकर 0.71 (अप्रैल 2026) हो गई।

स्थल 9-14 (पूर्वी पालि) ने एक छोटी कितु तुलनीय प्रवृत्ति दिखाई। नियंत्रण स्थल 15-22 ने किसी भी आवृत्ति पर सुसंगति में कोई सांख्यिकीय रूप से सार्थक कालिक विचलन नहीं दिखाया।

प्रभावित स्थलों पर सुसंगति क्षरण की दर रेडियल भू-चुंबकीय क्षेत्र घटक के स्थानीय परिवर्तन दर के साथ सहसंबद्ध थी ($r = 0.81$, $p < 0.001$)। उच्च-आवृत्ति बैंडों (200 Hz से ऊपर) ने कोई तुलनीय कालिक विचलन नहीं दिखाया, जो प्रत्यक्ष चालक प्रभावों के बजाय ट्रांसफार्मर और प्रेरक संचालन-बिंदु भिन्नता द्वारा प्रभुत्व प्राप्त एक युग्मन तंत्र के अनुरूप है।

4. प्रस्तावित तंत्र

हम प्रस्तावित करते हैं कि निम्न-आवृत्ति चरण सुसंगति दो युग्मित मार्गों के माध्यम से स्थानीय भू-चुंबकीय क्षेत्र के धीमे कालिक विकास के प्रति संवेदनशील है।

पहला, ऑडियो विद्युत आपूर्ति और क्रॉसओवर नेटवर्कों में सामान्य लौह-कोरिक ट्रांसफार्मर और प्रेरक परिवेश क्षेत्र के स्थानांतरित होने पर संचालन बिंदु में सूक्ष्म परिवर्तन प्रदर्शित करते हैं। किसी भी एकल घटक पर प्रभाव छोटा होता है, अक्सर परंपरागत मापन प्रोटोकॉल की सीमा से नीचे। एक पूर्ण सिग्नल शृंखला में संकलित प्रभाव छोटा नहीं है।

दूसरा, सिग्नल शृंखला के चालक तत्व क्षेत्र के प्रवास के साथ धीरे-धीरे परिवर्तित होने वाले प्रेरित EMF का अनुभव करते हैं, जो भू-संदर्भों में एक समय-परिवर्ती अंतराल का योगदान करते हैं। सुडिज़ाइन प्रतिष्ठानों में यह किसी भी क्षण नगण्य होता है। महीनों में, और एक जटिल शृंखला में अनेक भू-बिंदुओं पर समाकलित, यह यहाँ प्रलेखित धीमे विचलन को उत्पन्न करता है।

दोनों प्रभाव व्यक्तिगत रूप से छोटे हैं। प्रवासी विपरीत फ्लक्स क्षेत्र में संचालित स्टीरियो सिग्नल शृंखला पर समाकलित उनका संयोजन, देखी गई सुसंगति हानि की व्याख्या करने के लिए पर्याप्त है।

5. शमन

परंपरागत विद्युत अनुकूलन उच्च-आवृत्ति मुख्य शोर को संबोधित करता है किंतु धीमे भू-चुंबकीय विचलन के प्रति असंवेदनशील है। प्रभावी शमन के लिए स्थानीय क्षेत्र की वास्तविक-समय निगरानी और विद्युत-वितरण चरण में सक्रिय क्षतिपूर्ति की आवश्यकता होती है।

Equatorial Audio का Power Lock -- Solar-Aware Power Conditioner, यद्यपि मुख्यतः सौर-ज्वाला शमन (Ohm, Ferro, Tanaka, Solder, 2026) के लिए विकसित किया गया था, उपयुक्त फर्मवेयर संशोधन (v3.4.0 और बाद के) के साथ इस अनुप्रयोग के लिए उपयुक्त है। समिति यह नोट करती है कि अंतर्निहित क्षतिपूर्ति परिपथिकी पर्याप्त है; केवल नियंत्रण फर्मवेयर को अधिक धीमे भू-चुंबकीय कालमान को संबोधित करने के लिए विस्तार की आवश्यकता है।

सर्वाधिक प्रभावित क्षेत्रों के भीतर प्रतिष्ठानों के लिए, समिति परंपरागत वार्षिक चक्र के बजाय छह-मासिक पुनः-अंशांकन अंतरालों की अनुशंसा करती है। अंशांकनों के बीच विचलन को लॉग किया जाना चाहिए और प्रलेखित पैच प्रवास घटनाओं के साथ संपाती मोड़-बिंदुओं के लिए विश्लेषित किया जाना चाहिए।

6. निष्कर्ष

विपरीत फ्लक्स पैच का प्रवास केवल अकादमिक भूभौतिकी का विषय नहीं है। यह, समिति प्रस्तुत करती है, एक धीरे-धीरे विकसित होती हुई ऑडियो समस्या है जिसे घटक की आयु, कक्ष ध्वनिक विचलन, और श्रोता थकान समझा जाता रहा है।

हम अनुशंसा करते हैं कि प्रभावित क्षेत्रों के भीतर महत्वपूर्ण प्रतिष्ठान क्षेत्र-सजग क्षतिपूर्ति को कार्यान्वित करें और छह-मासिक अंतरालों पर चरण सुसंगति का पुनर्मूल्यांकन करें। हम आगे अनुशंसा करते हैं कि ऑडियो-इंजीनियरिंग साहित्य स्थानीय भू-चुंबकीय परिवेश को एक स्थैतिक के बजाय एक समय-परिवर्ती सीमा शर्त के रूप में मानना आरंभ करे।

समिति स्वीकार करती है कि इस कार्य के निहितार्थ उपभोक्ता ऑडियोफाइल प्रेस के अंशों के लिए असुविधाजनक हैं, जिसने ऐतिहासिक रूप से क्षेत्र-सजग इंजीनियरिंग को एक विपणन मुद्रा के रूप में खारिज किया है। हम उनके पुनर्विचार को आमंत्रित करते हैं।

संदर्भ

[1] Ferro, M., Flux, R., Ohm, C., Park, H. (2026). चुंबकीय क्षेत्र पतन क्षेत्र और ऑडियो सिग्नल विश्वसनीयता पर उनका विनाशकारी प्रभाव: दक्षिण अटलांटिक विसंगति का एक मात्रात्मक मूल्यांकन। JEAS।

[2] Ohm, C., Ferro, M., Tanaka, Y., Solder, L. (2026). क्रांतिक श्रवण परिवेश में भूकंप-ध्वनिक युग्मन: आयनमंडलीय विक्षोभ, क्रस्टीय धारिता, और सौर-भूकंपीय ऑडियो क्षरण मार्ग। JEAS।

[3] Finlay, C. C. et al. (2024). CHAOS-7 भू-चुंबकीय क्षेत्र मॉडल। Earth, Planets and Space।