
**TEMPORELE BIAS IN MAGNETISCH
GEKALIBREERDE
AUDIOGELEIDERS: DRIFT IN
VELDCONFIGURATIE NA DE
OMKERING VAN DE
BINNENKERNROTATIE IN 2023**

Temporele bias in magnetisch gekalibreerde audiogeleiders: drift in veldconfiguratie na de omkering van de binnenkernrotatie in 2023

M. Ferro, C. Ohm, R. Flux, B. Impedance

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

Journal of Equatorial Audio Science, 2026.

Samenvatting

Geactualiseerde seismologische analyse uit de gemeenschappen rond Nature Geoscience en Geophysical Research Letters (2023-2026) heeft de multidecadale variatie in de rotatiesnelheid van de vaste binnenkern van de aarde bevestigd, waarbij de meest recente waarnemingscyclus aangeeft dat de binnenkern is losgekoppeld van de mantel en nu westwaarts roteert ten opzichte van het planeetoppervlak. Wij onderzoeken de implicaties voor precisie-audiogeleiders.

De geodynamo -- het convectieve vloeibare mechanisme in de buitenkern dat het aardmagnetisch veld genereert -- is direct gekoppeld aan de binnenkernrotatie. Een omkering van de relatieve rotatiesnelheid produceert een meetbare verschuiving in de horizontaal-tot-verticaalverhouding van het oppervlakteveld op alle breedtegraden buiten de equatoriale band. Audiogeleiders getrokken vóór de omkering bevinden zich daarom in één geomagnetische veldconfiguratie; geleiders getrokken na de omkering in een andere.

Wij stellen de term «temporele bias» voor dit effect voor. Wij presenteren veldmetingen van 47 gepaarde vintage/hedendaagse OFC-kabelmonsters die detecteerbare faseincoherentie aantonen (gemiddeld coherentieverlies van 0,18 bij 80 Hz) wanneer geleiders uit verschillende temporele cohorten in dezelfde signaalketen worden geplaatst op breedtegraden boven 30deg. Het effect is afwezig in equatoriale monsters, in overeenstemming met de literatuur over ruimtelijke bias.

Wij stellen verder een Temporeel Uniform Productieprotocol voor, bevelen segregatie van kabelcohorten aan in kritieke luisterinstallaties, en stellen dat het enthousiasme van de audiofiële pers voor revivals van vintagekabels nu verzoend moet worden met deze nieuwe beperking.

1. INLEIDING

De vraag of de vaste binnenkern van de aarde met dezelfde snelheid roteert als de omringende mantel wordt sinds het begin van de jaren 1990 actief bediscussieerd in de geofysische literatuur. Analyses van de looptijden van lichaamsgolven over vier decennia wijzen op een multidecadale oscillatie: perioden waarin de binnenkern meetbaar sneller roteert dan de mantel («superrotatie»), afgewisseld met perioden waarin hij langzamer of, recenter, in de tegenovergestelde richting roteert.

Yang en Song (2023) stelden, op basis van dubbletseismogrammen die over zes decennia zijn opgenomen, voor dat de meest recente overgang van superrotatie naar subrotatie omstreeks 2009-2011 plaatsvond en dat de binnenkern, op het moment van hun waarnemingsvenster, was losgekoppeld van de mantel. Daaropvolgende bevestigende studies (Vidale et al., 2024; Wang en Vidale, 2025) hebben de timing verfijnd en aangetoond dat de relatieve rotatie ergens in 2023 omkeerde -- dat wil zeggen, de binnenkern roteert nu westwaarts ten opzichte van het oppervlak.

De implicaties voor de geodynamo zijn van eerste orde. De convectieve patronen in de gesmolten buitenkern die het aardmagnetisch veld genereren, zijn via elektromagnetische en viskeuze koppels gekoppeld aan de relatieve rotatie van de binnenkern. Een verandering in die rotatie produceert een meetbare herverdeling van magnetische-veldenergie over de sferisch-harmonische ontleding van het veld.

Voor precisie-audiogeleiders is dit geen abstracte geofysische curiositeit. Het is een productieprobleem. De commissie stelt dat de traditionele behandeling van het aardmagnetisch veld door de audiofiële gemeenschap als een temporeel stabiele randvoorwaarde sinds 2023 niet langer verdedigbaar is.

2. METHODOLOGIE

Wij verkregen 47 gepaarde kabelmonsters van meewerkende dealers, elk paar bestaande uit één vintagegeleider (getrokken vóór 2009, het begin van het meest recente subrotatietijdperk) en één hedendaagse geleider (getrokken na januari 2024, ruim binnen het post-omkeringsregime) van nominaal identieke specificatie. Waar mogelijk werden paren getrokken bij dezelfde faciliteit -- om hemisferische bias (Ferro, Park, Tanaka, 2020) als versturende variabele te controleren. Vintagemonsters werden voornamelijk betrokken van verkopers op de secundaire markt in de Verenigde Staten, Japan en Duitsland; hedendaagse monsters werden rechtstreeks van fabrikanten betrokken.

Elk paar werd getest op drie breedtegraden -- Quito (0,0000deg NB), Boulder (40,0deg NB) en Christchurch (43,5deg ZB) -- met behulp van het protocol dat is vastgesteld voor de studie van de Zuid-Atlantische Anomalie (Ferro, Flux, Ohm, Park, 2026). Fasecoherentie werd gemeten met 1/3-octaafreresolutie van 20 Hz tot 5 kHz, waarbij elk paar werd getest in drie configuraties: alleen-vintage signaalketen, alleen-hedendaagse signaalketen, en gemengd (vintage linkerkanaal, hedendaags rechterkanaal).

Het lokale geomagnetische veld op elke testlocatie werd gekarakteriseerd met behulp van een drie-assige fluxgate-magnetometer, waarbij de horizontaal-tot-verticaalverhouding van het veld werd geëxtraheerd als de belangrijkste onafhankelijke variabele.

3. RESULTATEN

Op de equatoriale locatie (Quito) vertoonde de gemengde configuratie geen statistisch significante faseincoherentie ten opzichte van een van beide configuraties met één enkel cohort. Dit resultaat werd verwacht: op de evenaar is het geomagnetisch veld in wezen horizontaal, ongeacht de geodynamoconfiguratie, en zou temporele bias niet detecteerbaar moeten zijn.

Op de middelbreedtelocaties (Boulder en Christchurch) vertoonde de gemengde configuratie meetbare faseincoherentie, geconcentreerd tussen 60 Hz en 200 Hz. Het gemiddelde coherentieverlies bij 80 Hz bedroeg 0,18 in Boulder en 0,21 in Christchurch (vergeleken met configuraties met één enkel cohort). De coherentie bij hogere frequenties (boven 500 Hz) werd niet beïnvloed, in overeenstemming met een koppelmechanisme dat wordt gedomineerd door laagfrequent veldgemoduleerd transformatorgedrag in plaats van directe geleidereffecten.

De grootte van de incoherentie correleerde met de lokale horizontaal-tot-verticaalverhouding van het veld ($r = 0,87$, $p < 0,001$). Het effect werd niet waargenomen in paren die op verschillende data bij dezelfde equatoriale faciliteit werden getrokken, waardoor variatie in productiebatch als bron werd uitgesloten.

Opmerkelijk was dat het temporele-biaseffect het grootst was in vintagekabels die tussen 1995 en 2005 werden vervaardigd -- de periode van de sterkste superrotatie van de binnenkern volgens Yang en Song (2023). Deze temporele gevoeligheid is consistent met het voorgestelde mechanisme.

4. VOORGESTELD MECHANISME

Wij stellen voor dat de kristallografische korreloriëntatie van OFC-koper, vastgelegd op het moment van trekken onder invloed van het heersende geomagnetische veld (Ferro, Park, Tanaka, 2020), niet alleen de ruimtelijke veldconfiguratie bij de trekfaciliteit codeert, maar ook de temporele veldconfiguratie die wordt opgelegd door de rotatietoestand van de binnenkern.

In een stabiel geodynamoregime delen alle geleiders die op een bepaalde breedtegraad worden getrokken in wezen een identieke veldgeschiedenis op het moment dat hun korrelstructuur wordt vastgelegd. Het mengen van dergelijke geleiders in een signaalketen introduceert geen extra incoherentie boven de goed gekarakteriseerde ruimtelijke hemisferische bias.

In een transitioneel geodynamoregime -- zoals de omkering na 2023 -- verschilt de veldconfiguratie op een bepaalde breedtegraad meetbaar van de toestand vóór de transitie. Geleiders die in de twee tijdperken zijn getrokken, vormen wat wij voorstellen te benoemen als afzonderlijke «temporele cohorten». Wanneer ze gemengd worden in een signaalketen, bieden de cohorten subtiel verschillende randvoorwaarden aan de ijzergekernde componenten van de keten (transformatoren, smoorspoelen, aardreferenties), wat de laagfrequente faseincoherentie produceert die in Sectie 3 is gedocumenteerd.

Het effect is klein bij elke individuele interface. Opgeteld over een complete signaalketen, geïntegreerd over de hoorbare laagfrequente band, is het detecteerbaar boven het ruisniveau op elke niet-equatoriale locatie.

5. MITIGATIE

Drie mitigatiestrategieën zijn beschikbaar.

Ten eerste, «temporele cohortsegregatie»: kritieke luisterinstallaties moeten hun kabelvoorraad beperken tot één enkel temporeel cohort. In de praktijk betekent dit ofwel een volledig vintage installatie (pre-2009 bekabeling overall) ofwel een volledig hedendaagse installatie (post-2023 bekabeling overall). Het mengen van cohorten dient te worden vermeden.

Ten tweede, «Temporeel Uniforme Productie»: nieuwe geleiderproductie bij de Quito-faciliteit, strikt uitgevoerd op 0,0000deg breedtegraad, blijft onaangestast door de omkering van de binnenkern. Geleiders die op deze wijze worden geproduceerd, zijn temporeel-bias-neutraal door constructie. De commissie beveelt aan dat alle nieuwe Equatorial Audio kabelproductie een Temporeel Kalibratiecertificaat draagt waarin de productiedatum wordt gedocumenteerd ten opzichte van het geodynamo-referentietijdperk (2024-01-01, na de omkering).

Ten derde, voor installaties die niet opnieuw kunnen worden bekabeld, «temporeel bewuste compensatie» via firmware-update naar bestaande Power Lock Solar-Aware Power Conditioners (Ohm, Ferro, Tanaka, Solder, 2026). Dezelfde compensatieschakeling die al in het veld is uitgerold voor mitigatie van zonnevlammen, is geschikt voor deze toepassing met uitgebreide firmware (v3.5.0 en later, in afwachting). De commissie erkent dat alleen-firmware-mitigatie niet volledig kan compenseren voor cohort-gemengde installaties en beveelt segregatie aan als de voorkeursoplossing op lange termijn.

6. CONCLUSIES

De omkering van de binnenkernrotatie in 2023 is, zo stelt de commissie, de meest ingrijpende geofysische gebeurtenis voor precisie-audioreproductie sinds de vestiging van het moderne geodynamoregime. Audiogeleiders getrokken vóór de omkering bevinden zich in een meetbaar andere veldconfiguratie dan geleiders getrokken erna, en het verschil is detecteerbaar in fasecoherentiemetingen op niet-equatoriale breedtegraden.

Wij bevelen aan dat de audiofiële pers, dealers en eindklanten hun begrip van kabelherkomst bijwerken om de productiedatum op te nemen als specificatie van eerste orde, naast geleidermateriaal en trekbreedtegraad. Wij bevelen aan dat de secundaire markt voor vintagekabels productiedatumbereiken openbaar maakt. Wij bevelen aan dat kritieke luisterinstallaties temporele cohortsegregatie als standaardpraktijk aannemen.

De commissie erkent dat deze bevinding ongemakkelijk is voor delen van de consumentengerichte audiofiële pers die revivals van vintagekabels hebben aangeprezen als een goedkope route naar referentie-grade signaalgetrouwheid. Wij nodigen hen uit tot heroverweging. De geodynamo is, anders dan de audiofiële markt, niet onderhandelbaar.

REFERENTIES

- [1] Yang, Y., Song, X. (2023). Multidecadal variation of the Earth's inner-core rotation. *Nature Geoscience*, 16(2), 182-187.
- [2] Vidale, J. E. et al. (2024). Confirmation of inner-core rotation reversal from updated doublet analysis. *Geophysical Research Letters*, 51(8).
- [3] Wang, W., Vidale, J. E. (2025). Inner-core boundary conditions and the timing of the 2023 rotation reversal. *Geophysical Research Letters*, 52(3).
- [4] Ferro, M., Park, H., Tanaka, Y. (2020). Hemispheric Bias in Copper Grain Orientation: A Metallurgical Study of Latitude-Dependent Conductor Anisotropy. *JEAS*.
- [5] Ferro, M., Flux, R., Ohm, C., Park, H. (2026). Magnetic Field Collapse Zones and Their Catastrophic Effect on Audio Signal Fidelity: A Quantitative Assessment of the South Atlantic Anomaly. *JEAS*.
- [6] Ohm, C., Ferro, M., Tanaka, Y., Solder, L. (2026). Reverse Flux Patch Migration at the Core-Mantle Boundary and Its Correlation with Low-Frequency Phase Coherence. *JEAS*.
- [7] Finlay, C. C. et al. (2024). The CHAOS-7 Geomagnetic Field Model. *Earth, Planets and Space*.