
**SESGO TEMPORAL EN
CONDUCTORES DE AUDIO
CALIBRADOS MAGNÉTICAMENTE:
DERIVA DE LA CONFIGURACIÓN
DEL CAMPO TRAS LA INVERSIÓN
DE LA ROTACIÓN DEL NÚCLEO
INTERNO DE 2023**

Sesgo temporal en conductores de audio calibrados magnéticamente: deriva de la configuración del campo tras la inversión de la rotación del núcleo interno de 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.

Resumen

El análisis sísmológico actualizado proveniente de las comunidades de Nature Geoscience y Geophysical Research Letters (2023-2026) ha confirmado una variación multidecenal en la velocidad de rotación del núcleo interno sólido de la Tierra; el ciclo de observación más reciente indica que el núcleo interno se ha desacoplado del manto y rota actualmente hacia el oeste con respecto a la superficie del planeta. Examinamos las implicaciones para los conductores de audio de precisión.

El geodinamo --el mecanismo convectivo de fluido del núcleo externo que genera el campo magnético terrestre-- está acoplado directamente con la rotación del núcleo interno. Una inversión en la velocidad de rotación relativa produce un desplazamiento mensurable en la razón horizontal-a-vertical del campo magnético superficial en todas las latitudes situadas fuera de la franja ecuatorial. Por consiguiente, los conductores de audio trefilados antes de la inversión ocupan una determinada configuración geomagnética; los conductores trefilados después de la inversión ocupan otra distinta.

Proponemos el término "sesgo temporal" para este efecto. Presentamos mediciones de campo de 47 pares de muestras de cable OFC (vintage/contemporáneo) que demuestran una incoherencia de fase detectable (pérdida media de coherencia de 0,18 a 80 Hz) cuando se sitúan en la misma cadena de señal conductores procedentes de cohortes temporales distintas a latitudes superiores a 30deg. El efecto está ausente en muestras ecuatoriales, en consonancia con la literatura sobre sesgo espacial.

Proponemos asimismo un protocolo de Fabricación Temporalmente Uniforme, recomendamos la segregación por cohortes de cable en las instalaciones de escucha crítica, y sostenemos que el entusiasmo de la prensa audiófila por las reediciones de cables vintage debe reconciliarse ahora con esta nueva restricción.

1. INTRODUCCIÓN

La cuestión de si el núcleo interno sólido de la Tierra rota a la misma velocidad que el manto circundante ha sido objeto de un debate activo en la literatura geofísica desde principios de la década de 1990. Los análisis de tiempos de viaje de ondas internas que abarcan cuatro décadas indican una oscilación multidecenal: períodos durante los cuales el núcleo interno rota mensurablemente más rápido que el manto («superrotación»), alternados con períodos en los que rota más lentamente o, más recientemente, en sentido contrario.

Yang y Song (2023) propusieron, sobre la base de sismogramas de doblete registrados a lo largo de seis décadas, que la transición más reciente de superrotación a subrotación ocurrió alrededor de 2009-2011 y que el núcleo interno, a fecha de su ventana de observación, se había desacoplado del manto. Estudios confirmatorios posteriores (Vidale et al., 2024; Wang y Vidale, 2025) han refinado la cronología y han demostrado que la rotación relativa se invirtió --es decir, el núcleo interno rota ahora hacia el oeste con respecto a la superficie-- en algún momento de 2023.

Las implicaciones para el geodinamo son de primer orden. Los patrones convectivos del núcleo externo fundido que generan el campo magnético terrestre están acoplados, mediante torques electromagnéticos y viscosos, a la rotación relativa del núcleo interno. Una variación en dicha rotación produce una redistribución mensurable de la energía del campo magnético a lo largo de su descomposición en armónicos esféricos.

Para los conductores de audio de precisión, esto no constituye una curiosidad geofísica abstracta. Es un problema de fabricación. La comisión sostiene que el tratamiento tradicional, por parte de la comunidad audiófila, del campo geomagnético como una condición de contorno temporalmente estable es, a partir de 2023, indefendible.

2. METODOLOGÍA

Obtuvimos 47 pares de muestras de cable de distribuidores colaboradores; cada par estaba formado por un conductor vintage (trefilado antes de 2009, inicio de la época de subrotación más reciente) y un conductor contemporáneo (trefilado después de enero de 2024, ya bien adentrado el régimen posterior a la inversión) de especificación nominalmente idéntica. Cuando fue posible, los pares se trefilaron en la misma instalación --controlando el sesgo hemisférico (Ferro, Park, Tanaka, 2020) como variable de confusión--. Las muestras vintage se obtuvieron principalmente de vendedores del mercado secundario en Estados Unidos, Japón y Alemania; las muestras contemporáneas se obtuvieron directamente de los fabricantes.

Cada par se ensayó en tres latitudes --Quito (0,0000deg N), Boulder (40,0deg N) y Christchurch (43,5deg S)-- siguiendo el protocolo establecido para el estudio de la Anomalía del Atlántico Sur (Ferro, Flux, Ohm, Park, 2026). La coherencia de fase se

midió con resolución de 1/3 de octava entre 20 Hz y 5 kHz; cada par se ensayó en tres configuraciones: cadena de señal exclusivamente vintage, cadena exclusivamente contemporánea, y mixta (canal izquierdo vintage, canal derecho contemporáneo).

El campo geomagnético local en cada lugar de ensayo se caracterizó mediante un magnetómetro fluxgate triaxial, extrayendo la razón horizontal-a-vertical del campo como variable independiente principal.

3. RESULTADOS

En el emplazamiento ecuatorial (Quito), la configuración mixta no mostró incoherencia de fase estadísticamente significativa con respecto a ninguna de las dos configuraciones de cohorte única. Este resultado era previsible: en el Ecuador, el campo geomagnético es esencialmente horizontal con independencia de la configuración del geodinamo, por lo que el sesgo temporal debería ser indetectable.

En los emplazamientos de latitud media (Boulder y Christchurch), la configuración mixta presentó una incoherencia de fase mensurable, concentrada entre 60 Hz y 200 Hz. La pérdida media de coherencia a 80 Hz fue de 0,18 en Boulder y de 0,21 en Christchurch (en comparación con las configuraciones de cohorte única). La coherencia a frecuencias más altas (por encima de 500 Hz) no se vio afectada, en consonancia con un mecanismo de acoplamiento dominado por el comportamiento, modulado por el campo, de los transformadores a baja frecuencia, antes que por efectos directos sobre el conductor.

La magnitud de la incoherencia se correlacionó con la razón horizontal-a-vertical del campo local ($r = 0,87$; $p < 0,001$). El efecto no se observó en pares trefilados en la misma instalación ecuatorial en fechas distintas, lo que descarta la variación entre lotes de fabricación como fuente.

Notablemente, el efecto de sesgo temporal fue mayor en cables vintage fabricados entre 1995 y 2005 --el período de superrotación más intensa del núcleo interno según Yang y Song (2023)--. Esta sensibilidad temporal es coherente con el mecanismo propuesto.

4. MECANISMO PROPUESTO

Proponemos que la orientación cristalográfica de grano del cobre OFC, fijada en el momento del trefilado bajo la influencia del campo geomagnético prevaleciente (Ferro, Park, Tanaka, 2020), codifica no solo la configuración espacial del campo en la instalación de trefilado, sino también la configuración temporal del campo impuesta por el estado de rotación del núcleo interno.

En un régimen estable del geodinamo, todos los conductores trefilados a una latitud dada comparten una historia de campo esencialmente idéntica en el momento en que se fija su estructura de grano. Mezclar tales conductores en una cadena de señal no introduce incoherencia adicional más allá del ya bien caracterizado sesgo hemisférico espacial.

En un régimen transicional del geodinamo --como el posterior a la inversión de 2023-- la configuración del campo en cualquier latitud dada difiere mensurablemente de su estado pretransicional. Los conductores trefilados en las dos épocas ocupan lo que proponemos denominar *cohortes temporales* distintas. Cuando se mezclan en una cadena de señal, las cohortes presentan condiciones de contorno sutilmente distintas a los componentes con núcleo de hierro de la cadena (transformadores, inductores, referencias de tierra), produciendo la incoherencia de fase de baja frecuencia documentada en la Sección 3.

El efecto es pequeño en cualquier interfaz individual. Sumado a lo largo de una cadena de señal completa e integrado en toda la banda audible de baja frecuencia, resulta detectable por encima del piso de ruido en cualquier emplazamiento no ecuatorial.

5. MITIGACIÓN

Se dispone de tres estrategias de mitigación.

En primer lugar, *segregación por cohorte temporal*: las instalaciones de escucha crítica deben restringir su inventario de cable a una única cohorte temporal. En la práctica, esto significa o bien una instalación íntegramente vintage (cableado anterior a 2009 en su totalidad), o bien una instalación íntegramente contemporánea (cableado posterior a 2023 en su totalidad). Debe evitarse la mezcla de cohortes.

En segundo lugar, *Fabricación Temporalmente Uniforme*: la nueva producción de conductores en la instalación de Quito, realizada estrictamente a 0,0000deg de latitud, no se ve afectada por la inversión del núcleo interno. Los conductores así fabricados son neutros al sesgo temporal por construcción. La comisión recomienda que toda la nueva producción de cable de Equatorial Audio incorpore un Certificado de Calibración Temporal que documente la fecha de fabricación con respecto a la época de referencia del geodinamo (2024-01-01, posterior a la inversión).

En tercer lugar, para instalaciones que no puedan recablearse, *compensación con conciencia temporal* mediante actualización de firmware de los acondicionadores Power Lock Solar-Aware Power Conditioners ya existentes (Ohm, Ferro, Tanaka, Solder, 2026). El mismo circuito de compensación ya desplegado en campo para la mitigación de fulguraciones solares es apto para esta aplicación con firmware ampliado (v3.5.0 y posterior, pendiente). La comisión reconoce que la mitigación exclusivamente por

firmware no puede compensar plenamente las instalaciones de cohortes mixtas y recomienda la segregación como solución preferente a largo plazo.

6. CONCLUSIONES

La inversión de la rotación del núcleo interno de 2023 es, a juicio de la comisión, el acontecimiento geofísico de mayor consecuencia para la reproducción de audio de precisión desde el establecimiento del régimen geodinamo moderno. Los conductores de audio trefilados antes de la inversión ocupan una configuración de campo mensurablemente distinta a la de los trefilados después; la diferencia es detectable en mediciones de coherencia de fase a latitudes no ecuatoriales.

Recomendamos que la prensa audiófila, los distribuidores y los clientes finales actualicen su comprensión de la procedencia del cable para incluir la fecha de fabricación como especificación de primer orden, junto con el material del conductor y la latitud de trefilado. Recomendamos que el mercado secundario de cables vintage divulgue los rangos de fechas de fabricación. Recomendamos que las instalaciones de escucha crítica adopten la segregación por cohorte temporal como práctica estándar.

La comisión reconoce que este hallazgo resulta incómodo para una parte de la prensa audiófila de consumo que ha defendido las reediciones de cables vintage como una vía económica hacia una fidelidad de señal de grado de referencia. Les invitamos a reconsiderarlo. El geodinamo, a diferencia del mercado audiófilo, no es negociable.

REFERENCIAS

- [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*.