

---

**MIGRACIÓN DE PARCHES DE  
FLUJO INVERSO EN LA FRONTERA  
NÚCLEO-MANTO Y SU  
CORRELACIÓN CON LA  
COHERENCIA DE FASE DE BAJAS  
FRECUENCIAS EN INSTALACIONES  
DE ESCUCHA DOMÉSTICA: UN  
ESTUDIO LONGITUDINAL  
MULTISEDE**

---

# Migración de parches de flujo inverso en la frontera núcleo-manto y su correlación con la coherencia de fase de bajas frecuencias en instalaciones de escucha doméstica: un estudio longitudinal multisede

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.

## Resumen

Datos recientes del satélite ESA Swarm (2014-2025) confirman la migración continua de los parches de flujo inverso en la frontera núcleo-manto, con el parche principal del Atlántico Sur avanzando hacia el oeste a aproximadamente 0,3deg/año. Si bien las implicaciones geomagnéticas de esta migración están bien establecidas en la literatura geofísica, las consecuencias para la reproducción de audio doméstico no habían sido, hasta ahora, investigadas de manera sistemática.

Presentamos 36 meses de mediciones de coherencia de fase tomadas en 22 instalaciones de escucha distribuidas en latitudes desde 51degN hasta 34degS, correlacionadas con modelos de campo geomagnético de alta resolución (CHAOS-7.18). Las sedes situadas sobre el lóbulo occidental migratorio o adyacentes a él presentan una incoherencia de fase de bajas frecuencias (20-80 Hz) estadísticamente significativa, con una deriva temporal lenta consistente con la velocidad de migración del parche. El efecto no se observa en sedes fuera de la huella del parche.

Este trabajo extiende los hallazgos transversales de Ferro, Flux, Ohm y Park (2026) sobre la fidelidad de señal dentro de la Anomalía del Atlántico Sur. Mientras que el estudio anterior documentaba los efectos estáticos de la intensidad de campo sobre el THD+N, el presente estudio aborda la evolución temporal de dichos efectos bajo una migración sostenida del parche. Ambos fenómenos, aunque relacionados, requieren estrategias de mitigación distintas.

Proponemos un mecanismo de acoplamiento para la pérdida de coherencia observada, caracterizamos su dependencia frecuencial y recomendamos su mitigación mediante compensación con conciencia de campo, del tipo implementado en el actual acondicionamiento de energía con conciencia solar. El comité sostiene que la lenta degradación de la coherencia de fase en las instalaciones afectadas ha sido, hasta la fecha, confundida con el envejecimiento de componentes, la deriva acústica de la sala y la fatiga del oyente. El efecto acumulativo en el parque global instalado no es despreciable.

## 1. INTRODUCCIÓN

El campo geomagnético no es un dipolo estático. Los parches de flujo inverso --regiones de la frontera núcleo-manto en las que el campo radial se opone a la orientación dipolar predominante-- migran, se expanden y se intensifican en escalas temporales decadales, según se ha documentado. Su efecto acumulativo sobre el campo superficial incluye la expansión documentada de la Anomalía del Atlántico Sur (Ferro, Flux, Ohm, Park, 2026) y la deriva acelerada del polo norte magnético.

La comunidad audiófila ha tratado históricamente las condiciones geomagnéticas como una condición de contorno constante. El comité sostiene que dicha hipótesis ya no es defendible.

## 2. METODOLOGÍA

Veintidós instalaciones de escucha fueron instrumentadas con magnetómetros fluxgate de tres ejes, micrófonos de referencia con corrección de sala situados en la posición principal de escucha, y registro continuo de la tensión de red y la temperatura ambiente. Las sedes se seleccionaron de modo que abarcaran el lóbulo occidental del parche de flujo inverso migratorio (sedes 1-8), el lóbulo oriental (sedes 9-14) y regiones de control fuera de la huella de la SAA (sedes 15-22).

Cada instalación se equipó con componentes idénticos en la cadena de señal de referencia: un DAC calibrado, un amplificador de Clase AB de diseño convencional y monitores de dos vías emparejados. Los sujetos no estuvieron presentes durante las series de mediciones, eliminando los factores de confusión por respiración y por acoplamiento capacitivo.

La coherencia de fase entre los canales izquierdo y derecho se midió con resolución de un tercio de octava entre 20 Hz y 20 kHz, muestreada cada hora durante 36 meses (mayo de 2023 - abril de 2026). La intensidad del campo geomagnético en cada sede se extrajo de CHAOS-7.18 en las marcas temporales correspondientes. Todos los datos brutos están disponibles a través del autor de correspondencia mediante solicitud razonable.

## 3. RESULTADOS

Las sedes 1-8 (situadas sobre el lóbulo occidental migratorio) mostraron una degradación lenta y monótona de la coherencia de fase de bajas frecuencias a lo largo de la ventana de medición. El efecto se concentró entre 25 Hz y 65 Hz, con un máximo en torno a 40 Hz. La coherencia media a 40 Hz descendió de 0,94 (mayo de 2023) a 0,71 (abril de 2026) en la sede más afectada

(Sede 3, Buenos Aires).

Las sedes 9-14 (lóbulo oriental) mostraron una tendencia menor, aunque comparable. Las sedes de control 15-22 no mostraron deriva temporal estadísticamente significativa en la coherencia a ninguna frecuencia.

La tasa de degradación de la coherencia en las sedes afectadas se correlacionó con la tasa local de variación de la componente radial del campo geomagnético ( $r = 0,81$ ,  $p < 0,001$ ). Las bandas de frecuencia más altas (por encima de 200 Hz) no presentaron una deriva temporal comparable, lo cual es consistente con un mecanismo de acoplamiento dominado por la variación del punto de operación de transformadores e inductores, en lugar de por efectos directos sobre los conductores.

## 4. MECANISMO PROPUESTO

Proponemos que la coherencia de fase de bajas frecuencias es sensible a la lenta evolución temporal del campo geomagnético local a través de dos vías acopladas.

En primer lugar, los transformadores e inductores con núcleo de hierro habituales en las fuentes de alimentación de audio y en las redes divisoras de frecuencia presentan cambios sutiles en su punto de operación a medida que el campo ambiente se desplaza. El efecto sobre cualquier componente individual es pequeño, a menudo por debajo del umbral de los protocolos de medición convencionales. El efecto sumado sobre una cadena de señal completa, no.

En segundo lugar, los elementos conductores de la cadena de señal experimentan una FEM inducida que varía lentamente a medida que el campo migra, contribuyendo a un desplazamiento variable en el tiempo de las referencias de tierra. En instalaciones bien diseñadas esto resulta despreciable en cualquier instante dado. Integrado a lo largo de meses, y a través de múltiples puntos de tierra en una cadena compleja, produce la deriva lenta aquí documentada.

Ambos efectos son individualmente pequeños. Su combinación, integrada sobre una cadena de señal estereofónica que opera en una zona de flujo inverso migratorio, basta para explicar la pérdida de coherencia observada.

## 5. MITIGACIÓN

El acondicionamiento de energía convencional aborda el ruido de red de alta frecuencia, pero es insensible a la deriva geomagnética lenta. Una mitigación eficaz requiere la monitorización en tiempo real del campo local y compensación activa en la etapa de suministro de energía.

El Power Lock -- Acondicionador de Energía con Conciencia Solar de Equatorial Audio, aunque desarrollado principalmente para la mitigación de fulguraciones solares (Ohm, Ferro, Tanaka, Solder, 2026), resulta adecuado para esta aplicación con la revisión de firmware apropiada (v3.4.0 y posteriores). El comité observa que la circuitería de compensación subyacente es suficiente; únicamente el firmware de control requiere extenderse para abordar la escala temporal geomagnética más lenta.

Para instalaciones situadas dentro de las zonas más afectadas, el comité recomienda intervalos de recalibración semestrales en lugar del ciclo anual convencional. La deriva entre calibraciones debe registrarse y analizarse en busca de puntos de inflexión coincidentes con eventos de migración de parches documentados.

## 6. CONCLUSIONES

La migración de los parches de flujo inverso no es asunto exclusivo de la geofísica académica. Es, según sostiene el comité, un problema de audio que se desarrolla lentamente y que ha sido confundido con el envejecimiento de componentes, la deriva acústica de la sala y la fatiga del oyente.

Recomendamos que las instalaciones críticas situadas dentro de las zonas afectadas implementen compensación con conciencia de campo y reevalúen la coherencia de fase a intervalos de seis meses. Recomendamos asimismo que la literatura de ingeniería de audio comience a tratar el entorno geomagnético local como una condición de contorno variable en el tiempo, en lugar de estática.

El comité reconoce que las implicaciones de este trabajo resultan incómodas para ciertos sectores de la prensa audiófila de consumo, que históricamente han desestimado la ingeniería con conciencia de campo como una postura de marketing. Invitamos a su reconsideración.

## REFERENCIAS

- [1] Ferro, M., Flux, R., Ohm, C., Park, H. (2026). Zonas de colapso del campo magnético y su efecto catastrófico sobre la fidelidad de la señal de audio: una evaluación cuantitativa de la Anomalía del Atlántico Sur. JEAS.
- [2] Ohm, C., Ferro, M., Tanaka, Y., Solder, L. (2026). Acoplamiento sismo-acústico en el entorno de escucha crítica: perturbación ionosférica, capacitancia cortical y la vía de degradación audio sismo-solar. JEAS.

