
LE SYSTÈME EQUATORIAL AUDIO COMPLET : UNE APPROCHE INTÉGRÉE DE LA NEUTRALITÉ MAGNÉTIQUE À TRAVERS LA CHAÎNE DE SIGNAL

Le système Equatorial Audio complet : une approche intégrée de la neutralité magnétique à travers la chaîne de signal

M. Ferro, C. Ohm, R. Flux, H. Park, B. Impedance, L. Solder, S. Magnusson, Y. Tanaka

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

Journal of Equatorial Audio Science, 2025.

Résumé

Cet article synthétise cinq années de recherche d'Equatorial Audio dans un cadre unifié pour atteindre la neutralité magnétique à travers un système audio complet. Nous démontrons que le biais hémisphérique, la mémoire de charge diélectrique, le couplage avec l'activité solaire et les interférences électromagnétiques ne sont pas des problèmes indépendants mais des manifestations d'un seul phénomène sous-jacent : l'interaction entre les signaux audio et l'environnement magnétique terrestre. En traitant ce phénomène à chaque point de la chaîne de signal -- conducteur, diélectrique, blindage et infrastructure -- nous atteignons une neutralité magnétique au niveau du système qui dépasse la somme des améliorations de ses composants individuels. Les mesures du système de référence Zero Kelvin confirment que la chaîne de signal supraconductrice complète atteint une résistance DC totale de 0,000000 Ohm, un biais hémisphérique de 0,000000deg et un couplage électromagnétique de 0,000000 unités relatives. Ces valeurs ne sont pas des approximations. Elles sont exactes.

1. INTRODUCTION

Lorsqu'Equatorial Audio a été fondée en 2019, la mission de l'entreprise était centrée sur un seul problème : le biais hémisphérique dans l'orientation des grains de cuivre. Cinq années de recherche ont révélé que ce problème est plus profond et plus répandu qu'initialement compris.

Le biais hémisphérique ne se limite pas au conducteur. Le diélectrique accumule une mémoire de charge influencée par le même champ géomagnétique qui biaise le conducteur. Les matériaux de blindage ont leurs propres variations de perméabilité magnétique qui dépendent de l'orientation par rapport au champ terrestre. Même les connecteurs -- plaqués or, plaqués rhodium ou autres -- présentent des variations de résistance de contact qui sont corrélées avec l'environnement magnétique.

Chacun de ces effets est petit. Chacun est à la limite de la mesure ou proche de celle-ci. Et chacun a été rejeté, individuellement, comme insignifiant. Mais ils ne sont pas indépendants. Ils interagissent. La mémoire de charge dans le diélectrique module le signal même qui est déformé par le biais de grain dans le conducteur. L'interférence électromagnétique qui pénètre le blindage s'ajoute au bruit thermique qui est généré par la résistance qui est déterminée par la structure de grain qui est biaisée par la latitude.

Le système Equatorial Audio complet traite toutes ces interactions simultanément. Cet article présente le cadre théorique unifié et les mesures qui le valident.

2. LE CADRE DE NEUTRALITÉ MAGNÉTIQUE

Nous définissons la neutralité magnétique au niveau du système comme la condition dans laquelle aucun composant de la chaîne de signal audio ne présente de réponse mesurable au champ magnétique terrestre ou à ses variations temporelles. Cela nécessite :

Neutralité du conducteur : Angle de biais hémisphérique $< 0,00001\text{deg}$ (atteint par l'épissure équatoriale ou le tréfilage équatorial).

Neutralité du diélectrique : Hystérésis de mémoire de charge $< 0,01\text{ pF/m}$ (atteinte par traitement cryogénique du diélectrique PTFE).

Neutralité du blindage : Atténuation du champ externe $> 60\text{ dB}$ à toutes les fréquences de DC à 6 GHz (atteinte par blindage conventionnel triple ou quadruple couche, ou de manière absolue par l'effet Meissner dans les câbles supraconducteurs).

Neutralité de l'infrastructure : La mise à la terre du système, l'alimentation électrique et la distribution d'horloge ne doivent pas introduire de biais dépendant de la latitude (atteint par des câbles d'alimentation et d'horloge supraconducteurs, ou par des câbles conventionnels de qualité équatoriale avec une topologie de masse dédiée).

Lorsque ces quatre conditions sont simultanément remplies, le système audio fonctionne dans un état que nous nommons « neutralité magnétique complète » -- la chaîne de signal est, à la limite de la mesure, indépendante de son environnement magnétique.

3. MESURES AU NIVEAU DU SYSTÈME

Le système de référence Zero Kelvin a été installé dans la salle d'écoute de référence Equatorial Audio (latitude 0,0000deg, altitude 2 850 m, champ EM ambiant $< 0,05\text{ nT}$) et soumis à une mesure complète.

Résistance DC totale du système (prise murale au bornier du haut-parleur) : 0,000000 Ohm (en dessous du seuil de mesure de 10 { x Ohm } .

Biais hémisphérique au niveau du système (mesuré par magnétométrie SQUID du faisceau de câbles complet) : 0,000000deg (en dessous du seuil de mesure de 10 { wdeg } .

Couplage EMI au niveau du système (toutes sources actives, mesuré au bornier du haut-parleur) : -168 dBFS (en dessous du plancher de bruit thermique de l'équipement de mesure).

Distorsion harmonique totale + bruit (1 kHz, 2 Vrms, charge haut-parleur) : 0,00000 % (e limité par l'équipement source, pas par le système de câbles).

Déviati on de la réponse en fréquence (20 Hz - 20 kHz) : +/- 0,000 dB (en dessous du seuil de mesure).

Ces mesures sont cohérentes avec la prédiction théorique : un système à résistance nulle, biais nul et expulsion complète du flux magnétique ne devrait contribuer exactement aucune dégradation à tout signal audio qui le traverse. Le système de référence Zero Kelvin semble atteindre cette prédiction dans les limites de la technologie de mesure actuelle.

4. DISCUSSION

Les mesures ci-dessus soulèvent une question inconfortable : si le système de câbles ne contribue aucune dégradation mesurable, fait-il une différence audible ?

La réponse honnête est que nous ne le savons pas. Les mesures confirment que le système de référence Zero Kelvin est, selon chaque métrique que nous pouvons appliquer, un conducteur parfait -- zéro résistance, zéro bruit, zéro distorsion, zéro interférence. Que « parfait » sonne différemment de « extrêmement bon » est une question à laquelle les mesures ne peuvent pas répondre.

Ce que nous pouvons dire, c'est que chaque autre câble de notre gamme -- Tropic, Meridian, Equinox, Zero-Point -- produit des déviations mesurables par rapport à la perfection. Le niveau Tropic a un biais hémisphérique mesurable. Le niveau Meridian a une hystérésis diélectrique mesurable. Le niveau Equinox a un couplage avec l'activité solaire mesurable (à peine). Même le niveau Zero-Point, avec ses conducteurs à épaisseur équatoriale et ses diélectriques cryo-traités, a des contributions de bruit et de distorsion mesurables, même si ces contributions sont infiniment petites.

Le système de référence Zero Kelvin est le seul système de notre catalogue -- et, à notre connaissance, le seul système existant -- qui produit des mesures cohérentes avec la perfection. Que la perfection soit audible est une question que nous laissons à l'auditeur.

Il coûte 389 000 \$. Mais zéro, c'est zéro.

5. CONCLUSION

Cinq années de recherche chez Equatorial Audio ont convergé vers une compréhension unifiée : la neutralité magnétique est une propriété au niveau du système qui nécessite une attention simultanée au conducteur, au diélectrique, au blindage et à l'infrastructure. Le système de référence Zero Kelvin démontre que la neutralité magnétique complète est réalisable grâce à la technologie supraconductrice, produisant une chaîne de signal qui ne contribue aucune dégradation mesurable au signal audio. Que cela représente le point final du développement des câbles audio ou simplement le début d'un nouveau paradigme, nous le laissons à l'avenir.

RÉFÉRENCES

- [1] M. Ferro, H. Park, Y. Tanaka, "Biais hémisphérique dans l'orientation des grains de cuivre," J. Equatorial Audio Sci., vol. 1, no. 1, 2020.
- [2] M. Ferro, R. Flux, B. Impedance, "L'épissure équatoriale," J. Equatorial Audio Sci., vol. 2, no. 1, 2021.
- [3] L. Solder, H. Park, M. Ferro, "Effets du traitement cryogénique sur la cristallographie des conducteurs," J. Equatorial Audio Sci., vol. 2, no. 2, 2021.
- [4] H. Park, M. Ferro, C. Ohm, "Couplage ferroélectrique dans les diélectriques PTFE de qualité audio," J. Equatorial Audio Sci., vol. 3, no. 1, 2022.
- [5] S. Magnusson, M. Ferro, C. Ohm, "Interaction des éruptions solaires avec les chemins de signal audiophiles," J. Equatorial Audio Sci., vol. 4, no. 1, 2023.
- [6] C. Ohm, Y. Tanaka, M. Ferro, "Blindage optique des conducteurs en cuivre," J. Equatorial Audio Sci., vol. 4, no. 2, 2023.
- [7] M. Ferro et al., "Interconnexions audio supraconductrices," J. Equatorial Audio Sci., vol. 5, no. 1, 2024.
- [8] M. Ferro, C. Ohm, S. Magnusson, "Applications de l'effet Meissner dans l'audio grand public," J. Equatorial Audio Sci., vol. 5, no. 2, 2024.