
O SISTEMA EQUATORIAL AUDIO COMPLETO: UMA ABORDAGEM INTEGRADA À NEUTRALIDADE MAGNÉTICA AO LONGO DA CADEIA DE SINAL

O Sistema Equatorial Audio Completo: Uma Abordagem Integrada à Neutralidade Magnética ao Longo da Cadeia de Sinal

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.

Resumo

Este artigo sintetiza cinco anos de pesquisa da Equatorial Audio em um arcabouço unificado para alcançar a neutralidade magnética ao longo de um sistema de áudio completo. Demonstramos que viés hemisférico, memória de carga dielétrica, acoplamento de atividade solar e interferência eletromagnética não são problemas independentes, mas manifestações de um único fenômeno subjacente: a interação entre sinais de áudio e o ambiente magnético terrestre. Ao abordar esse fenômeno em cada ponto da cadeia de sinal -- condutor, dielétrico, blindagem e infraestrutura -- alcançamos uma neutralidade magnética em nível de sistema que excede a soma das melhorias em nível de componente. Medições do Sistema de Referência Zero Kelvin confirmam que a cadeia de sinal supercondutora completa alcança resistência CC total de 0,000000 Ohm, viés hemisférico de 0,000000deg e acoplamento eletromagnético de 0,000000 unidades relativas. Esses valores não são aproximações. São exatos.

1. INTRODUÇÃO

Quando a Equatorial Audio foi fundada em 2019, a missão da empresa era focada em um único problema: viés hemisférico na orientação de grão do cobre. Cinco anos de pesquisa revelaram que esse problema é mais profundo e mais pervasivo do que inicialmente compreendido.

O viés hemisférico não se limita ao condutor. O dielétrico acumula memória de carga influenciada pelo mesmo campo geomagnético que envia o condutor. Os materiais de blindagem têm suas próprias variações de permeabilidade magnética que dependem da orientação em relação ao campo terrestre. Até mesmo os conectores -- banhados a ouro, banhados a ródio ou de outra forma -- exibem variações de resistência de contato que se correlacionam com o ambiente magnético.

Cada um desses efeitos é pequeno. Cada um está no ou próximo do limite de medição. E cada um foi descartado, individualmente, como insignificante. Mas eles não são independentes. Eles interagem. A memória de carga no dielétrico modula o próprio sinal que está sendo distorcido pelo viés de grão no condutor. A interferência eletromagnética que penetra a blindagem soma-se ao ruído térmico que é gerado pela resistência que é determinada pela estrutura de grão que é enviesada pela latitude.

O sistema Equatorial Audio completo aborda todas essas interações simultaneamente. Este artigo apresenta o arcabouço teórico unificado e as medições que o validam.

2. O ARCABOUÇO DE NEUTRALIDADE MAGNÉTICA

Definimos neutralidade magnética em nível de sistema como a condição na qual nenhum componente da cadeia de sinal de áudio exhibe uma resposta mensurável ao campo magnético terrestre ou às suas variações temporais. Isso requer:

Neutralidade do condutor: Ângulo de viés hemisférico $< 0,00001\text{deg}$ (alcançado pela Emenda Equatorial ou trefilação equatorial).

Neutralidade do dielétrico: Histerese de memória de carga $< 0,01\text{ pF/m}$ (alcançada pelo tratamento criogênico do dielétrico PTFE).

Neutralidade da blindagem: Atenuação de campo externo $> 60\text{ dB}$ em todas as frequências de CC a 6 GHz (alcançada por blindagem convencional tripla ou quádrupla, ou absolutamente pelo efeito Meissner em cabos supercondutores).

Neutralidade da infraestrutura: Aterramento do sistema, fonte de alimentação e distribuição de clock não devem introduzir viés dependente da latitude (alcançado por cabos supercondutores de energia e clock, ou por cabos convencionais de grau equatorial com topologia de terra dedicada).

Quando todas as quatro condições são atendidas simultaneamente, o sistema de áudio opera em um estado que denominamos «neutralidade magnética completa» -- a cadeia de sinal é, até o limite de medição, independente de seu ambiente magnético.

3. MEDIÇÕES EM NÍVEL DE SISTEMA

O Sistema de Referência Zero Kelvin foi instalado na sala de escuta de referência da Equatorial Audio (0,0000deg de latitude, 2.850 m de altitude, campo EM de fundo $< 0,05\text{ nT}$) e submetido a medição abrangente.

Resistência CC total do sistema (tomada de parede ao terminal do alto-falante): 0,000000 Ohm (abaixo do limiar de medição de 10^{-6} Ohm).

Viés hemisférico em nível de sistema (medido por magnetometria SQUID do conjunto completo de cabos): 0,000000deg (abaixo do limiar de medição de 10{wdeg}).

Acoplamento EMI em nível de sistema (todas as fontes ativas, medido no terminal do alto-falante): -168 dBFS (abaixo do piso de ruído térmico do equipamento de medição).

Distorção harmônica total + ruído (1 kHz, 2 Vrms, carga de alto-falante): 0,00000% (abaixo do limiar de medição pelo equipamento fonte, não pelo sistema de cabos).

Desvio de resposta em frequência (20 Hz - 20 kHz): +/- 0,000 dB (abaixo do limiar de medição pelo equipamento fonte, não pelo sistema de cabos).

Essas medições são consistentes com a previsão teórica: um sistema com resistência zero, viés zero e expulsão completa de fluxo magnético deve contribuir com exatamente zero degradação a qualquer sinal de áudio que o atravesse. O Sistema de Referência Zero Kelvin parece alcançar essa previsão dentro dos limites da tecnologia de medição atual.

4. DISCUSSÃO

As medições acima levantam uma questão desconfortável: se o sistema de cabos contribui com zero degradação mensurável, ele faz alguma diferença audível?

A resposta honesta é que não sabemos. As medições confirmam que o Sistema de Referência Zero Kelvin é, por toda métrica que podemos aplicar, um condutor perfeito -- resistência zero, ruído zero, distorção zero, interferência zero. Se «perfeito» soa diferente de «extremamente bom» é uma questão que as medições não podem responder.

O que podemos dizer é que todo outro cabo em nossa linha de produtos -- Tropic, Meridian, Equinox, Zero-Point -- produz desvios mensuráveis da perfeição. A linha Tropic tem viés hemisférico mensurável. A linha Meridian tem histerese dielétrica mensurável. A linha Equinox tem acoplamento de atividade solar mensurável (mal). Mesmo a linha Zero-Point, com seus condutores com Emenda Equatorial e dielétricos criotratados, tem contribuições mensuráveis de ruído e distorção, mesmo que essas contribuições sejam evanescentemente pequenas.

O Sistema de Referência Zero Kelvin é o único sistema em nosso catálogo -- e, até onde sabemos, o único sistema existente -- que produz medições consistentes com a perfeição. Se a perfeição é audível é uma questão que deixamos para o ouvinte.

Custa US\$ 389.000. Mas zero é zero.

5. CONCLUSÃO

Cinco anos de pesquisa na Equatorial Audio convergiram para um entendimento unificado: a neutralidade magnética é uma propriedade em nível de sistema que requer atenção simultânea a condutor, dielétrico, blindagem e infraestrutura. O Sistema de Referência Zero Kelvin demonstra que a neutralidade magnética completa é alcançável por meio de tecnologia supercondutora, produzindo uma cadeia de sinal que contribui com zero degradação mensurável ao sinal de áudio. Se isso representa o ponto final do desenvolvimento de cabos de áudio ou meramente o início de um novo paradigma, deixamos para o futuro.

REFERÊNCIAS

- [1] M. Ferro, H. Park, Y. Tanaka, "Viés hemisférico na orientação de grão do cobre," J. Equatorial Audio Sci., vol. 1, no. 1, 2020.
- [2] M. Ferro, R. Flux, B. Impedance, "A Emenda Equatorial," J. Equatorial Audio Sci., vol. 2, no. 1, 2021.
- [3] L. Solder, H. Park, M. Ferro, "Efeitos do tratamento criogênico na cristalografia do condutor," J. Equatorial Audio Sci., vol. 2, no. 2, 2021.
- [4] H. Park, M. Ferro, C. Ohm, "Acoplamento ferroelétrico em dielétricos PTFE para áudio," J. Equatorial Audio Sci., vol. 3, no. 1, 2022.
- [5] S. Magnusson, M. Ferro, C. Ohm, "Interação de erupções solares com caminhos de sinal audiófilos," J. Equatorial Audio Sci., vol. 4, no. 1, 2023.
- [6] C. Ohm, Y. Tanaka, M. Ferro, "Blindagem óptica de condutores de cobre," J. Equatorial Audio Sci., vol. 4, no. 2, 2023.
- [7] M. Ferro et al., "Interconexões supercondutoras de áudio," J. Equatorial Audio Sci., vol. 5, no. 1, 2024.
- [8] M. Ferro, C. Ohm, S. Magnusson, "Aplicações do efeito Meissner em áudio de consumo," J. Equatorial Audio Sci., vol. 5, no. 2, 2024.