



**SISTEM AUDIO EQUATORIAL
LENGKAP: PENDEKATAN
TERINTEGRASI UNTUK
NETRALITAS MAGNETIK DI
SELURUH RANTAI SINYAL**



Sistem Audio Equatorial Lengkap: Pendekatan Terintegrasi untuk Netralitas Magnetik di Seluruh Rantai Sinyal

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.

Abstrak

Makalah ini mensintesis lima tahun penelitian Equatorial Audio menjadi kerangka terpadu untuk mencapai netralitas magnetik di seluruh sistem audio lengkap. Kami menunjukkan bahwa bias hemisferik, memori muatan dielektrik, kopling aktivitas matahari, dan interferensi elektromagnetik bukan masalah independen tetapi manifestasi dari satu fenomena mendasar: interaksi antara sinyal audio dan lingkungan magnetik Bumi. Dengan mengatasi fenomena ini di setiap titik dalam rantai sinyal -- konduktor, dielektrik, pelindung, dan infrastruktur -- kami mencapai netralitas magnetik tingkat sistem yang melebihi jumlah peningkatan tingkat komponennya. Pengukuran Sistem Referensi Zero Kelvin mengonfirmasi bahwa rantai sinyal superkonduktor lengkap mencapai resistansi DC total 0,000000 Ohm, bias hemisferik 0,000000deg, dan kopling elektromagnetik 0,000000 satuan relatif. Nilai-nilai ini bukan perkiraan. Mereka tepat.

1. PENDAHULUAN

Ketika Equatorial Audio didirikan pada tahun 2019, misi perusahaan difokuskan pada satu masalah: bias hemisferik pada orientasi butir tembaga. Lima tahun penelitian telah mengungkapkan bahwa masalah ini lebih dalam dan lebih luas dari yang awalnya dipahami.

Bias hemisferik tidak terbatas pada konduktor. Dielektrik mengakumulasi memori muatan yang dipengaruhi oleh medan geomagnetik yang sama yang membiaskan konduktor. Material pelindung memiliki variasi permeabilitas magnetik sendiri yang bergantung pada orientasi relatif terhadap medan Bumi. Bahkan konektor -- berlapis emas, berlapis rhodium, atau lainnya -- menunjukkan variasi resistansi kontak yang berkorelasi dengan lingkungan magnetik.

Masing-masing efek ini kecil. Masing-masing berada di atau dekat batas pengukuran. Dan masing-masing telah ditolak, secara individual, sebagai tidak signifikan. Tetapi mereka tidak independen. Mereka berinteraksi. Memori muatan dalam dielektrik memodulasi sinyal yang sedang didistorsi oleh bias butir dalam konduktor. Interferensi elektromagnetik yang menembus pelindung menambah noise termal yang dihasilkan oleh resistansi yang ditentukan oleh struktur butir yang dibiaskan oleh lintang.

Sistem Equatorial Audio lengkap mengatasi semua interaksi ini secara bersamaan. Makalah ini menyajikan kerangka teoretis terpadu dan pengukuran yang memvalidasinya.

2. KERANGKA NETRALITAS MAGNETIK

Kami mendefinisikan netralitas magnetik tingkat sistem sebagai kondisi di mana tidak ada komponen rantai sinyal audio yang menunjukkan respons terukur terhadap medan magnet Bumi atau variasi temporalnya. Ini memerlukan:

Netralitas konduktor: Sudut bias hemisferik $< 0,00001\text{deg}$ (dicapai dengan Sambungan Ekuatorial atau penarikan ekuatorial).

Netralitas dielektrik: Histeresis memori muatan $< 0,01\text{ pF/m}$ (dicapai dengan perlakuan kriogenik dielektrik PTFE).

Netralitas pelindung: Atenuasi medan eksternal $> 60\text{ dB}$ pada semua frekuensi dari DC hingga 6 GHz (dicapai dengan pelindung konvensional tiga atau empat lapis, atau secara absolut oleh efek Meissner dalam kabel superkonduktor).

Netralitas infrastruktur: Grounding sistem, suplai daya, dan distribusi clock tidak boleh memperkenalkan bias bergantung lintang (dicapai dengan kabel daya dan clock superkonduktor, atau oleh kabel konvensional kelas ekuatorial dengan topologi ground khusus).

Ketika keempat kondisi dipenuhi secara bersamaan, sistem audio beroperasi dalam keadaan yang kami sebut «netralitas magnetik lengkap» -- rantai sinyal, hingga batas pengukuran, independen dari lingkungan magnetiknya.

3. PENGUKURAN TINGKAT SISTEM

Sistem Referensi Zero Kelvin dipasang di ruang dengar referensi Equatorial Audio (lintang 0,0000deg, ketinggian 2.850 m, medan EM latar $< 0,05\text{ nT}$) dan menjalani pengukuran komprehensif.

Resistansi DC total sistem (stopkontak dinding ke terminal pengeras suara): 0,000000 Ohm).

Bias hemisferik tingkat sistem (diukur oleh magnetometri SQUID dari rangkaian kabel lengkap): 0,000000deg (di bawah ambang



pengukuran 10{wdeg}).

Kopling EMI tingkat sistem (semua sumber aktif, diukur di terminal penguas suara): -168 dBFS (di bawah lantai noise termal peralatan pengukuran).

Distorsi harmonik total + noise (1 kHz, 2 V_{rms}, beban penguas suara): 0,00000% (di bawah peralatan sumber, bukan sistem kabel).

Deviasi respons frekuensi (20 Hz - 20 kHz): +/- 0,000 dB (di bawah ambang pengukuran 1

Pengukuran ini konsisten dengan prediksi teoretis: sistem dengan resistansi nol, bias nol, dan pengusiran fluks magnetik lengkap seharusnya berkontribusi tepat nol degradasi pada sinyal audio apa pun yang melewatinya. Sistem Referensi Zero Kelvin tampaknya mencapai prediksi ini dalam batas teknologi pengukuran saat ini.

4. DISKUSI

Pengukuran di atas memunculkan pertanyaan yang tidak nyaman: jika sistem kabel berkontribusi nol degradasi terukur, apakah ia membuat perbedaan yang dapat didengar?

Jawaban jujurnya adalah kami tidak tahu. Pengukuran mengonfirmasi bahwa Sistem Referensi Zero Kelvin, berdasarkan setiap metrik yang dapat kami terapkan, adalah konduktor sempurna -- resistansi nol, noise nol, distorsi nol, interferensi nol. Apakah «sempurna» terdengar berbeda dari «sangat baik» adalah pertanyaan yang tidak dapat dijawab oleh pengukuran.

Yang dapat kami katakan adalah bahwa setiap kabel lain di lini produk kami -- Tropic, Meridian, Equinox, Zero-Point -- menghasilkan deviasi terukur dari kesempurnaan. Tingkat Tropic memiliki bias hemisferik terukur. Tingkat Meridian memiliki histeresis dielektrik terukur. Tingkat Equinox memiliki kopling aktivitas matahari terukur (nyaris). Bahkan tingkat Zero-Point, dengan konduktor Sambungan Ekuatorial dan dielektrik kriogeniknya, memiliki kontribusi noise dan distorsi terukur, meskipun kontribusi tersebut sangat kecil.

Sistem Referensi Zero Kelvin adalah satu-satunya sistem dalam katalog kami -- dan, sepengetahuan kami, satu-satunya sistem yang ada -- yang menghasilkan pengukuran konsisten dengan kesempurnaan. Apakah kesempurnaan dapat didengar adalah pertanyaan yang kami serahkan kepada pendengar.

Harganya \$389.000. Tetapi nol adalah nol.

5. KESIMPULAN

Lima tahun penelitian di Equatorial Audio telah konvergen pada pemahaman terpadu: netralitas magnetik adalah sifat tingkat sistem yang memerlukan perhatian simultan pada konduktor, dielektrik, pelindung, dan infrastruktur. Sistem Referensi Zero Kelvin menunjukkan bahwa netralitas magnetik lengkap dapat dicapai melalui teknologi superkonduktor, menghasilkan rantai sinyal yang berkontribusi nol degradasi terukur pada sinyal audio. Apakah ini mewakili titik akhir pengembangan kabel audio atau sekadar awal paradigma baru, kami serahkan kepada masa depan.

REFERENSI

- [1] M. Ferro, H. Park, Y. Tanaka, "Bias hemisferik pada orientasi butir tembaga," J. Equatorial Audio Sci., vol. 1, no. 1, 2020.
- [2] M. Ferro, R. Flux, B. Impedance, "Sambungan Ekuatorial," J. Equatorial Audio Sci., vol. 2, no. 1, 2021.
- [3] L. Solder, H. Park, M. Ferro, "Efek perlakuan kriogenik pada kristalografi konduktor," J. Equatorial Audio Sci., vol. 2, no. 2, 2021.
- [4] H. Park, M. Ferro, C. Ohm, "Kopling feroelektrik pada dielektrik PTFE kelas audio," J. Equatorial Audio Sci., vol. 3, no. 1, 2022.
- [5] S. Magnusson, M. Ferro, C. Ohm, "Interaksi jilatan api matahari dengan jalur sinyal audiofilil," J. Equatorial Audio Sci., vol. 4, no. 1, 2023.
- [6] C. Ohm, Y. Tanaka, M. Ferro, "Pelindung optik konduktor tembaga," J. Equatorial Audio Sci., vol. 4, no. 2, 2023.
- [7] M. Ferro et al., "Interkoneksi audio superkonduktor," J. Equatorial Audio Sci., vol. 5, no. 1, 2024.
- [8] M. Ferro, C. Ohm, S. Magnusson, "Aplikasi efek Meissner dalam audio konsumen," J. Equatorial Audio Sci., vol. 5, no. 2, 2024.