



완전한 EQUATORIAL AUDIO 시스템: 신호 체인 전반의 자기 중립성에 대한 통합적 접근

완전한 Equatorial Audio 시스템: 신호 체인 전반의 자기 중립성에 대한 통합적 접근

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.

초록

본 논문은 5년간의 Equatorial Audio 연구를 완전한 오디오 시스템 전반의 자기 중립성 달성을 위한 통합 프레임워크로 종합한다. 반구 편향, 유전체 전하 기억, 태양 활동 결합, 전자기 간섭이 독립적인 문제가 아니라 단일 기저 현상----오디오 신호와 지구 자기 환경 사이의 상호작용----의 발현임을 입증한다. 이 현상을 신호 체인의 모든 지점----도체, 유전체, 차폐, 인프라스트럭처----에서 다룸으로써, 구성 요소 수준 개선의 합을 초과하는 시스템 수준의 자기 중립성을 달성한다. Zero Kelvin Reference System의 측정은 완전한 초전도 신호 체인이 총 DC 저항 0.000000 Ohm, 반구 편향 0.000000도, 전자기 결합 0.000000 상대 단위를 달성함을 확인한다. 이 값들은 근사값이 아니다. 정확한 값이다.

1. 서론

2019년 Equatorial Audio가 설립되었을 때, 회사의 미션은 단일 문제----구리 결정립 배향에서의 반구 편향----에 초점을 맞추고 있었다. 5년간의 연구는 이 문제가 처음 이해한 것보다 더 깊고 더 만연해 있음을 드러내었다.

반구 편향은 도체에만 국한되지 않는다. 유전체는 도체를 편향시키는 동일한 지자기장의 영향을 받아 전하 기억을 축적한다. 차폐 소재는 지구 자기장에 대한 배향에 따라 달라지는 자체 투자율 변동을 가진다. 심지어 커넥터----금 도금, 로듐 도금, 또는 기타----도 자기 환경과 상관하는 접촉 저항 변동을 나타낸다.

이 효과들 각각은 작다. 각각은 측정의 한계에 있거나 그 근처에 있다. 그리고 각각은 개별적으로는 무의미하다고 무시되어 왔다. 그러나 그것들은 독립적이지 않다. 상호작용한다. 유전체의 전하 기억은 도체의 결정립 편향에 의해 왜곡되고 있는 바로 그 신호를 변조한다. 차폐를 관통하는 전자기 간섭은 위도에 의해 편향된 결정립 구조에 의해 결정되는 저항에 의해 생성되는 열 노이즈에 추가된다.

완전한 Equatorial Audio 시스템은 이 모든 상호작용을 동시에 다룬다. 본 논문은 통합 이론적 프레임워크와 이를 검증하는 측정을 제시한다.

2. 자기 중립성 프레임워크

시스템 수준의 자기 중립성을 오디오 신호 체인의 어떤 구성 요소도 지구 자기장이나 그 시간적 변동에 대해 측정 가능한 응답을 나타내지 않는 조건으로 정의한다. 이를 위해서는:

도체 중립성: 반구 편향각 < 0.00001도(적도 접합 또는 적도 인발로 달성).

유전체 중립성: 전하 기억 히스테리시스 < 0.01 pF/m(PTFE 유전체의 극저온 처리로 달성).

차폐 중립성: DC에서 6 GHz까지 모든 주파수에서 60 dB 이상의 외부 자기장 감쇠(3중 또는 4중 기준 차폐, 또는 초전도 케이블의 마이스너 효과로 절대적 달성).

인프라스트럭처 중립성: 시스템 접지, 전원 공급, 클럭 분배가 위도 의존적 편향을 도입하지 않아야 한다(초전도 전원 및 클럭 케이블, 또는 전용 접지 토폴로지를 가진 적도 등급 기준 케이블로 달성).

네 가지 조건이 동시에 충족되면, 오디오 시스템은 "완전한 자기 중립성"이라 명명하는 상태에서 동작한다----신호 체인은 측정의 한계까지 자기 환경과 독립적이다.

3. 시스템 수준 측정

Zero Kelvin Reference System을 Equatorial Audio 기준 리스닝 룸(위도 0.0000도, 해발 2,850 m, 배경 EM 장 < 0.05 nT)에 설치하고 포괄적인 측정을 수행하였다.

총 시스템 DC 저항(벽 콘센트부터 스피커 단자까지): 0.000000 Ohm(10 Ohm 측정 임계값 이하).

시스템 수준 반구 편향(완전한 케이블 룸의 SQUID 자기측정으로 측정): 0.000000도(10도 측정 임계값 이하).

시스템 수준 EMI 결합(모든 원 활성, 스피커 단자에서 측정): -168 dBFS(측정 장비의 열 노이즈 플로어 이하).

총 고조파 왜곡 + 노이즈(1 kHz, 2 Vrms, 스피커 부하): 0.000000%(10 측정 임계값 이하----케이블 시스템이 아닌 소스 장비에 의해 제한됨).

주파수 응답 편차(20 Hz - 20 kHz): +/- 0.000 dB(10⁴ dB 측정 임계값 이하).

이 측정들은 이론적 예측과 일치한다: 0의 저항, 0의 편향, 완전한 자속 배제를 가진 시스템은 통과하는 모든 오디오 신호에 정확히 0의 열화를 기여해야 한다. Zero Kelvin Reference System은 현재 측정 기술의 한계 내에서 이 예측을 달성하는 것으로 보인다.



4. 논의

위의 측정들은 불편한 질문을 제기한다: 케이블 시스템이 0의 측정 가능한 열화를 기여한다면, 가청적 차이를 만드는가?

솔직한 답은 우리가 모른다는 것이다. 측정들은 Zero Kelvin Reference System이 우리가 적용할 수 있는 모든 지표에 의해 완벽한 도체임을 확인한다----0의 저항, 0의 노이즈, 0의 왜곡, 0의 간섭. "완벽"이 "극히 우수"와 다르게 들리는지는 측정이 답할 수 없는 질문이다.

우리가 말할 수 있는 것은 제품 라인의 다른 모든 케이블----Tropic, Meridian, Equinox, Zero-Point----이 완벽으로부터의 측정 가능한 편차를 생산한다는 것이다. Tropic 등급은 측정 가능한 반구 편향을 가진다. Meridian 등급은 측정 가능한 유전체 히스테리시스를 가진다. Equinox 등급은 (간신히) 측정 가능한 태양 활동 결합을 가진다. 적도 접합 도체와 극저온 처리 유전체를 가진 Zero-Point 등급조차 비록 그 기여가 극히 작지만 측정 가능한 노이즈와 왜곡 기여를 가진다.

Zero Kelvin Reference System은 카탈로그에서 유일하게----그리고 우리가 아는 한 존재하는 유일한----완벽과 일치하는 측정을 생산하는 시스템이다. 완벽이 가청적인지는 청취자에게 맡기는 질문이다.

가격은 \$389,000이다. 그러나 0은 0이다.

5. 결론

Equatorial Audio의 5년간의 연구는 통합된 이해로 수렴하였다: 자기 중립성은 도체, 유전체, 차폐, 인프라스트럭처에 대한 동시적 관심을 필요로 하는 시스템 수준의 속성이다. Zero Kelvin Reference System은 초전도 기술을 통해 완전한 자기 중립성이 달성 가능함을 입증하며, 오디오 신호에 0의 측정 가능한 열화를 기여하는 신호 체인을 생산한다. 이것이 오디오 케이블 개발의 종착점을 대표하는지 단지 새로운 패러다임의 시작인지는 미래에 맡긴다.

참고문헌

- [1] M. Ferro, H. Park, Y. Tanaka, "구리 결정립 배향에서의 반구 편향," J. Equatorial Audio Sci., vol. 1, no. 1, 2020.
- [2] M. Ferro, R. Flux, B. Impedance, "적도 접합," J. Equatorial Audio Sci., vol. 2, no. 1, 2021.
- [3] L. Solder, H. Park, M. Ferro, "도체 결정학에 대한 극저온 처리 효과," J. Equatorial Audio Sci., vol. 2, no. 2, 2021.
- [4] H. Park, M. Ferro, C. Ohm, "오디오 등급 PTFE 유전체에서의 강유전 결합," J. Equatorial Audio Sci., vol. 3, no. 1, 2022.
- [5] S. Magnusson, M. Ferro, C. Ohm, "오디오파일 신호 경로에 대한 태양 플레어 상호작용," J. Equatorial Audio Sci., vol. 4, no. 1, 2023.
- [6] C. Ohm, Y. Tanaka, M. Ferro, "구리 도체의 광학 차폐," J. Equatorial Audio Sci., vol. 4, no. 2, 2023.
- [7] M. Ferro et al., "초전도 오디오 인터커넥트," J. Equatorial Audio Sci., vol. 5, no. 1, 2024.
- [8] M. Ferro, C. Ohm, S. Magnusson, "소비자 오디오에서의 마이스너 효과 응용," J. Equatorial Audio Sci., vol. 5, no. 2, 2024.