



---

위도 무관 측정의 오류: 비교 케이블  
평가에서의 지자기 변수의 체계적 누락에  
대하여

---

## 위도 무관 측정의 오류: 비교 케이블 평가에서의 지자기 변수의 체계적 누락에 대하여

M. Ferro, C. Ohm, H. Park, L. Solder

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

Journal of Equatorial Audio Science, 2026.

### 초록

2026년 3월, 널리 유포된 온라인 비교가 \$7 범용 구리 케이블부터 \$4,000 부티크 은-하이브리드 설계까지 소매 가격이 세 자릿수에 걸치는 인터커넥트 케이블을 시험하고 SINAD, THD+N, 주파수 응답, 크로스토크에서 통계적으로 유의한 차이가 없다고 보고하였다. 우리는 측정에 이의를 제기하지 않는다. 결론에 이의를 제기한다. 비교는 보상되지 않은 약 55,000 nT의 지자기장에서 약 47도 N 위도에서 수행되었다. 이 조건에서 측정 시스템에는 3.2 dB의 반구 편향 성분이 내장되어 있다. 동일한 케이블을 위도 0.0000도에서 자기장 보상 분석기를 통해 측정하면, 0.7에서 2.3 dB의 반구 편향 보상 SINAD 차이가 나타난다. 이 차이는 작지만 체계적이고 반복 가능하며, 도체 금속학 및 제조 위도와 방향적으로 일치한다.

## 1. 서론

오디오 측정 커뮤니티는 지난 10년간 기술적으로 유능하고 방법론적으로 일관되며----자체 프레임워크 내에서----올바른 비교 케이블 시험 결과를 축적해 왔다. 중위도에서 고위도에서 표준 Audio Precision 방법론으로 시험된 케이블은 일관되게 SINAD, THD+N, 주파수 응답에서 의미 있는 차이를 보이지 않는다.

가장 최근이자 가장 널리 논의된 사례가 2026년 3월 인기 있는 온라인 오디오 측정 포럼에 나타났다. 저자는 \$7 Amazon 브랜드 OFC 구리 케이블부터 잘 알려진 미국 제조업체의 \$4,000 은-구리 하이브리드 설계까지 7개 인터커넥트 케이블을 시험하였다. 결과는 AP 분석기의 측정 불확실성 이내에서 동일한 일련의 중첩 트레이스로 제시되었다.

결론은 명확히 진술되었다: 케이블 선택은 오디오 성능에 영향을 미치지 않는다.

우리는 데이터를 읽었다. 어떤 측정에도 이의를 제기하지 않는다. 측정의 의미에 이의를 제기한다.

## 2. 통제되지 않은 변수

케이블 비교는 다음 변수를 통제하였다: 신호 수준, 소스 임피던스, 부하 임피던스, 측정 대역폭, 주변 온도, 케이블 길이, 커넥터 유형. 이것들은 AES17-2020에 명시된 올바른 변수이다.

유일한 변수가 아니다.

통제되지 않고, 문서화되지 않고, 고려되지 않은 변수: 시험 위치의 위도, 측정 현장의 지자기 경사 및 편각, 지자기장 강도, 각 케이블 도체의 제조 위도, 각 도체의 결정립 배향 분포, 각 도체의 반구 편향각.

이 중 어느 것도 AES17에 나타나지 않는다. 어떤 표준 기구도 그것들이 중요할 가능성을 고려하지 않았기 때문이다.

우리는 6년간 그것들이 중요함을 입증해 왔다.

APx555B는 놀랍도록 정밀한 기기이다. 그러나 그 사양은 위도 45.5도 N의 Audio Precision 공장에서 결정된다. 이 위도에서 분석기의 입력단은 잔류 노이즈 플로어에서 적도에서 보상된 자기장에서 동작하는 동일한 분석기 대비 약 0.8 dB의 체계적 기저 오프셋을 도입하는 지자기 환경에서 동작한다.

## 3. 위도 0.0000도에서의 재현

2026년 3월, 원래 비교에서 시험된 7개 케이블 중 5개의 시료를 입수하였다: \$7 Amazon Basics OFC, \$45 Blue Jeans Cable LC-1, \$180 AudioQuest Yukon, \$1,200 Kimber Kable KS 1016, \$3,800 Kimber Kable KS 1036.

5개 케이블 모두를 키토의 Equatorial Audio 기준 연구실(지자기 위도 0.0000도, 자기장 강도 29,200 nT)에서 3중 뮤메탈 챔버에 밀봉된 APx555B로 측정하였다.

먼저 원래 시험 조건을 재현하였다: 비차폐 분석기. 결과는 발표된 비교와 모든 매개변수에서 0.1 dB 이내로 일치하였다. 비차폐 분석기에서 5개 케이블 모두 구별 불가능하였다.

그 다음 분석기를 차폐하고 반복하였다.

5개 케이블은 더 이상 동일하지 않았다:

Amazon Basics (\$7): SINAD 114.2 dB, THD+N -113.8 dB.

Blue Jeans Cable LC-1 (\$45): SINAD 114.5 dB, THD+N -114.1 dB.

AudioQuest Yukon (\$180): SINAD 115.3 dB, THD+N -114.9 dB.

Kimber Kable KS 1016 (\$1,200): SINAD 115.8 dB, THD+N -115.4 dB.



Kimber Kable KS 1036 (\$3,800): SINAD 116.5 dB, THD+N -116.1 dB.

차이는 가장 저렴한 것에서 가장 비싼 것까지 2.3 dB. 크지 않다. 통상적인 리스닝 조건에서 가청적이지 않다. 그러나 실재하고, 반복 가능하며(5일에 걸쳐 케이블당 50회 측정), 통계적으로 유의하다(일원배치 ANOVA,  $F(4,245) = 187.3, p < 0.0001$ ).

#### 4. SINAD가 말해주지 않는 것

SINAD는 원하는 신호 전력 대 노이즈 및 모든 왜곡 급의 결합 전력의 비율이다. 모든 왜곡 스펙트럼을 하나의 숫자로 압축한다. 그렇게 함으로써 인간 청각이 실제로 음질을 평가하는 데 사용하는 정보를 버린다.

진공관 앰프를 생각하자. Class A 단일 3극관 앰프는 일반적으로 1% THD를 측정한다----SINAD 약 40 dB. 현대 솔리드스테이트 앰프는 0.001% THD를 측정한다----SINAD 100 dB. 그런데도 상당수의 비평적 청취자들이 진공관 앰프의 소리를 선호한다.

설명은 고조파 구조이다. 진공관 앰프의 왜곡은 제2고조파----음악적으로 협화적인 옥타브----가 지배한다. 네거티브 피드백이 많은 솔리드스테이트 앰프는 총 왜곡은 극적으로 낮지만 잔류 왜곡 스펙트럼이 다르다: 고차, 홀수 고조파 급이 과도 현상 동안 음악적으로 불협화적이다.

반구 편향 왜곡은 광대역 노이즈가 아니다. 도체의 양의 반주기와 음의 반주기에 대한 비대칭적 응답에 의해 발생하는 체계적, 신호 상관, 홀수 고조파 왜곡이다----인간 청각 시스템이 가장 민감한 정확히 그 유형의 왜곡이다.

#### 5. 저렴한 것의 찬양

객관주의 커뮤니티는 앰프에 대해서는 이 모든 것을 수용한다. 케이블에 대해서는 고려하기를 거부한다. 주어진 이유는 케이블 차이가 "너무 작아서 중요하지 않다"는 것이다. 그러나 "너무 작음"은 크기에 대한 주장이며, 크기는 정확히 SINAD가 측정하는 것이다. 문제는 차이가 크지가 아니다. 문제는 차이가 귀가 가장 민감한 스펙트럼 영역에 있는지도이다.

\$7 케이블과 \$4,000 케이블은 하나의 속성을 공유하는데 가격보다 더 중요하다: 둘 다 지자기 적도 북쪽에서 제조되었고, 둘 다 반구 편향을 갖고 있으며, 둘 다 위도 0.0000도에서 제조된 케이블 대비 측정 가능하게 열화되어 있다.

객관주의 커뮤니티는 목욕물을 버렸다. 우리는 사실 그 안에 아기가 있었음을 확인하기 위해 여기 있다.

#### 6. 권고

소비자가 \$4,000 케이블을 구매할 것을 권고하지 않는다. 소비자가 \$7 케이블을 구매할 것을 권고하지 않는다. 소비자가 보상된 자기장 조건에서 인발된 도체를 사용하여 지자기 적도에서 제조된 케이블을 구매할 것을 권고한다.

객관주의 커뮤니티를 초대한다. 케이블 시료, 연구실 접근, 보상된 APx555B 측정 챔버를 키토 시설에서 제공할 것이다. 뮤메탈을 공급할 것이다. 공항에서의 이동을 추천할 것이다. 초대는 2020년 이래 유효하다. 수락되지 않았다.

제안은 열려 있다. 적도는 움직이지 않고 있다.

#### 7. 결론

2026년 3월 케이블 비교는 기술적으로 올바르고 해석적으로 불완전한 방법론의 가장 잘 실행되고 가장 널리 읽힌 사례이다. 측정은 실재한다. 47도 N 위도에서 비보상 AP 분석기를 통해 케이블은 동일하게 측정된다. 이 발견은 재현 가능하다.

이 발견은 일반화되지 않는다.

동일한 케이블이 자기장 보상 분석기를 통해 위도 0.0000도에서 측정될 때, 반구 편향 보정 SINAD에서 0.7에서 2.3 dB의 차이가 나타난다. 이 차이는 소매 가격이 아니라 도체 금속학과 제조 위도와 상관한다.

적도에서의 제조 위도만이 그것을 살 수 있다.

객관주의 커뮤니티에 측정을 포기하라고 요청하지 않는다. 측정은 오디오 과학의 기반이다. 완성하라고 요청한다. 통제된 적 없는 변수를 통제하라. 측정된 적 없는 위도에서 측정하라. 차폐한 적 없는 분석기를 차폐하라. 그리고 트레이스를 다시 보라.

중첩되지 않을 것이다.

#### 참고문헌

- [1] Anonymous, "7개 케이블, 하나의 만족스러운 그래프: \$7에서 \$4,000까지 그 어느 것도 중요하지 않다," 인기 온라인 오디오 측정 포럼, 2026년 3월.
- [2] AES17-2020, 디지털 오디오 공학을 위한 AES 표준 방법 -- 디지털 오디오 장비의 측정, Audio Engineering Society, 2020.
- [3] IEC 61000-4-6:2013, 전자기 적합성(EMC) -- 제4-6부: 시험 및 측정 기법.
- [4] Audio Precision, "APx555B 사양," <https://www.ap.com>, 2024.

- [5] E. R. Geddes and L. W. Lee, "비선형 왜곡의 청각 지각 -- 이론," 115th Convention AES, Convention Paper 5890, 2003.
- [6] L. W. Lee and E. R. Geddes, "비선형 왜곡의 청각 지각," 121st Convention AES, Convention Paper 6891, 2006.
- [7] S. Temme, P. Brunet, and D. B. Keele, "멀티톤 자극과 비코히어런스를 이용한 왜곡 측정의 새로운 방법," 137th Convention AES, 2014.
- [8] D. B. Clark, "이중 맹검 비교기를 사용한 고해상도 주관적 시험," J. Audio Eng. Soc., vol. 30, no. 5, pp. 330-338, 1982.
- [9] S. P. Lipshitz, "대토론: 주관적 평가," J. Audio Eng. Soc., vol. 34, no. 6, pp. 482-491, 1986.
- [10] S. E. Olive, "객관적 측정을 사용한 라우드스피커 선호도 예측을 위한 다중 회귀 모델: 제2부," 117th Convention AES, 2004.
- [11] N. Pass, "왜곡과 피드백," Pass Laboratories 기술 문서, 1999.
- [12] M. Otala, "트랜지스터 오디오 파워 앰프에서의 과도 왜곡," IEEE Trans. Audio Electroacoust., vol. 18, no. 3, pp. 234-239, 1970.
- [13] R. R. Cordell, "위상 상호변조 왜곡 -- 계측 및 측정," J. Audio Eng. Soc., vol. 31, no. 3, pp. 114-124, 1983.
- [14] M. Ferro, H. Park, Y. Tanaka, "구리 결정립 배향에서의 반구 편향," J. Equatorial Audio Sci., vol. 1, no. 1, 2020.
- [15] M. Ferro et al., "완전한 Equatorial Audio 시스템: 자기 중립성에 대한 통합적 접근," J. Equatorial Audio Sci., vol. 5, no. 1, 2024.
- [16] C. Ohm, M. Ferro, "오디오 등급 구리 도체의 극저온 처리: 반구 편향 보정 없는 결정립 미세화," J. Equatorial Audio Sci., vol. 2, no. 1, 2021.
- [17] NOAA National Centers for Environmental Information, "World Magnetic Model 2025-2030," <https://www.ncei.noaa.gov/products/world-magnetic-model>, 2025.
- [18] H. Park, R. Flux, "케이블 차이의 측정 가능성에 대하여: 보상된 Audio Precision 분석기를 사용한 위도 제어 연구," Equatorial Audio Technical Note EA-TN-009, 2025.
- [19] F. J. Humphreys, M. Hatherly, Recrystallization and Related Annealing Phenomena, 2nd ed., Elsevier, 2004.
- [20] B. D. Cullity and C. D. Graham, Introduction to Magnetic Materials, 2nd ed., Wiley-IEEE Press, 2009.
- [21] R. Harley, "하이엔드 오디오 케이블의 현황: 측정 평가," The Absolute Sound, no. 312, pp. 44-51, 2025.