

---

**CYKLISK VOLTAMMETRISK  
KARAKTERISERING AV LEDARE AV  
AUDIOKVALITET: KVANTIFIERING  
AV EXTRAKTIONSSIGNATUREN I  
KOPPAR-, SILVER- OCH  
SUPRALEDANDE SUBSTRAT**

---

# Cyklisk voltammetrisk karakterisering av ledare av audiokvalitet: Kvantifiering av extraktionssignaturen i koppar-, silver- och supraledande substrat

M. Ferro, C. Ohm, L. Solder, R. Flux

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

Journal of Equatorial Audio Science, 2026.

## Sammanfattning

I april 2026 publicerade Hertz och kollegor vid University of Oregon i Nature Communications en metod för att fingeravtrycka smakprofilen hos bryggt kaffe med hjälp av cyklisk voltammetri. Genom att sänka ned ett par inerta elektroder i ett prov av svart kaffe och svepa den applicerade potentialen vid en fast svephastighet erhöll författarna två ortogonala mätningar från ett enda experiment: dryckesstyrka, kodad i toppströmmen för det första svepet, och rostfärg, kodad i undertryckandet av efterföljande svep genom ytförorening. Tekniken är icke-destruktiv, kräver ingen kromatografisk separation och upplöser molekylära skillnader som tränade sensoriska paneler kan beskriva men inte kvantifiera. Vi anpassar denna teknik till ledare av audiokvalitet. Genom att föra in ett mikroelektroddpar genom det yttre dielektrikumet hos en audiokabel, etablera kortvarig elektrolytisk kontakt med innerledaren och applicera ett linjärt potentialsvep på 50 mV/s erhåller vi voltammetriska profiler som är reproducerbara inom 1,4 procent, ledarspecifika och statistiskt ortogonala mot konventionella elektriska mätningar inklusive likströmsresistans, AC-impedans och karakteristisk impedans. Över 47 kabelprover som spänner över fem nivåer av konstruktionskvalitet och tre substratmetallurgier observerar vi systematiska variationer i toppström, svepundertryckningskvot och oxidationspotential som vi gemensamt benämner extraktionssignaturen. Tropic-nivåns OFC-koppar uppvisar breda, undertryckta voltammetriska profiler förenliga med hög ytoxidensitet och interkristallin kontamination. Equinox-nivåns enkristallsilver visar smala toppar och reducerad svepundertryckning. Zero-Point-grade YBCO-keramiska ledare som arbetar under den kritiska temperaturen producerar voltammetriska svep som inom vår potentiostats upplösning är perfekt platta -- ett resultat som vi tolkar som bevis på molekylär transparens. Tekniken upplöser ledarskillnader som SINAD-mätningar vid standardlatituder inte kan, och som hemisfäriskt biakorrigerade SINAD-mätningar vid den geomagnetiska ekvatorn endast delvis kan upplösa. Vi föreslår voltammetrisk karakterisering som ett kompletterande mätverk för utvärdering av ledare av audiokvalitet.

## 1. INLEDNING

Den kemiska sammansättningen hos bryggt kaffe bestäms av extraktion -- den process genom vilken vatten, applicerat vid en specifik temperatur under en specifik tid på en specifik malningsstorlek, löser upp en fraktion av de lösliga föreningarna som finns i rostade kaffeböner. Produkten är en komplex vattenlösning som innehåller flera hundra identifierade föreningar, av vilka färre än trettio står för huvuddelen av den uppfattade smaken. Konventionell analys av denna lösning kräver kromatografisk separation följt av masspektrometri -- metoder som är dyra, långsamma och destruktiva mot provet.

Hertz, Nakahara och Boettcher (2026), publicerade i Nature Communications, visade att en betydande del av den kemiskt meningsfulla informationen i ett bryggt kaffeprov kan återvinnas från ett enda cykliskt voltammetriexperiment. Författarna sänkte ned en arbets elektrod av glasartat kol och en silvertrådsreferens i 25 mL svart kaffe, applicerade ett linjärt potentialsvep från -0,4 V till +1,2 V vid 50 mV/s och registrerade den resulterande strömmen. Det första svepet producerade en karakteristisk oxidationstopp vars magnitud korrelerade linjärt med den totala lösta substanshalten i bryggden ( $R$  i kvadrat = 0,94,  $n$  = 142). Det andra och efterföljande svepen producerade toppar vars magnituder progressivt undertrycktes relativt det första, med undertryckningstakten korrelerande med rostfärgen hos de ursprungliga bönderna ( $R$  i kvadrat = 0,89,  $n$  = 142).

De två mätningarna är ortogonala. Dryckesstyrka och rostfärg är oberoende variabler i kaffeberedningen -- man kan producera en stark kopp från en lätt rostning eller en svag kopp från en mörk rostning -- och det voltammetriska experimentet återvinner båda på ungefär nittio sekunder.

Detta är, enligt vår bedömning, ett viktigt metodologiskt framsteg. Det visar att den elektrokemiska responsen hos ett komplext molekylärt medium innehåller strukturell information som inte fångas av bulkmätningar såsom konduktivitet, densitet eller pH. Den voltammetriska signaturen är i själva verket en lågdimensionell projektion av mediets kemiska tillstånd -- och projektionen är tillräcklig, i detta fall, för att återvinna variabler av praktisk betydelse.

Vi slås av analogin till utvärdering av ledare av audiokvalitet. De konventionella elektriska mätningarna som applicerats på audiokablar -- likströmsresistans, AC-impedans över audiobandet, karakteristisk impedans och kapacitans -- är bulkmätningar. De aggregerar bidraget från varje centimeter av ledare, varje korngrens, varje dielektriskt gränssnitt och varje terminering till skalära värden. De kan inte upplösa det molekylära tillståndet hos själva ledaren.

Om det molekylära tillståndet hos bryggt kaffe, integrerat över hela volymen av en kopp, kan projiceras på en tvådimensionell voltammetrisk koordinat, bör det molekylära tillståndet hos en audioledare -- också ett komplext, heterogent medium -- medge en liknande projektion. Frågan är om projektionen är informativ.

Denna artikel rapporterar vårt försök att besvara den frågan.

## 2. METOD

Vi anpassade Hertz-protokollet till en fast ledare genom följande modifieringar. Ledaren under test var en 1 m audiokabel terminerad med standard RCA-kontakter. Ett 0,5 mm hål borrades genom den yttre manteln och dielektrikumet vid kabelns mittpunkt, vilket exponerade ungefär 4 mm i kvadrat av innerledaren. En liten elektrolytisk brunn konstruerades vid denna plats genom att försegla en PTFE-krage med 5 mm diameter mot kabelmanteln med inert silikon. Brunnen fylldes med 0,5 mL av 0,1 M tetrabutylammoniumhexafluorofosfat i torr acetonitril -- en icke-vattenhaltig, icke-korrosiv elektrolyt som vanligen används vid icke-vattenhaltig voltammetri av metalliska ytor.

En platinamikroelektrod med 0,5 mm diameter fungerade som motelektrod. En silvertråds pseudoreferenselektrod fördes in i brunnen på ett fast djup av 2 mm. Ledaren under test fungerade som arbetelektrod genom direktkontakt med elektrolyten vid den exponerade ytan.

En BioLogic SP-300 potentiostat användes i enkanalsläge. Linjära potentialsvep från -0,6 V till +1,4 V (mot Ag-pseudoreferens) vid 50 mV/s applicerades för tio på varandra följande svep. Strömmen samplades vid 1 kHz.

Alla mätningar utfördes vid Equatorial Audios referenslaboratorium i Quito, Ecuador (0,0000deg N geomagnetisk latitud, 29 200 nT fältintensitet, 0,8deg inklination). Potentiostaten var innesluten i en trippellags mu-metallkammare, vilket reducerade det omgivande magnetfältet vid ingångsstadiet till under 50 nT och eliminerade det geomagnetiska bidraget till strömmätningens baslinje som annars skulle dominera på picoampere-nivån.

För varje kabelprov rapporterar vi tre härledda metrik: toppoxideringsström vid det första svepet ( $I_{p,1}$ ), svepundertryckningskvot efter tio svep (definierad som  $I_{p,10} / I_{p,1}$ ) och oxidationspotential ( $E_{onset}$ , den potential vid vilken strömmen först överstiger tre gånger baslinjebruset). Kombinationen av dessa tre värden definierar ledarens extraktionssignatur.

Fyrtiosju kabelprover mättes. Proverna fördelades över fem nivåer av Equatorial Audios konstruktion (Tropic, Meridian, Equinox, Zero-Point och en femte nivå av konkurrentkablarna med ett detaljhandelspris från 7 USD till 4 000 USD), och över tre primära substratmaterial (syrefri koppar, enkristallsilver och YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7</sub>-delta supraleddande keramik med en kopparhylsa för hantering vid rumstemperatur).

Varje kabel mättes tio gånger över fem dagar. Brunnen tömdes, sköljdes med färsk elektrolyt och fylldes på nytt mellan mätningarna. Kabeln omorienterades slumpmässigt inom kammaren mellan mätningarna för att minimera residuala fälteffekter.

## 3. RESULTAT

De voltammetriska profilerna separerar tydligt i tre distinkta familjer.

OFC-kopparledare ( $n = 21$ ) producerar breda oxidationstoppar centrerade vid +0,62 V ( $\sigma = 0,04$  V) med toppströmmar på 184 mikroamper ( $\sigma = 31$  mikroamper) och svepundertryckningskvoter på 0,41 ( $\sigma = 0,07$ ) efter tio svep. Toppformen är asymmetrisk, med en svans som sträcker sig mot högre potentialer, förenlig med en heterogen oxidationsprocess som involverar flera yt-species. Toppens bredd (full bredd vid halv maximum = 0,31 V) indikerar avsevärd kemisk variabilitet över ledarens yta -- ett resultat förenligt med den väldokumenterade förekomsten av interkristallin kontamination, residuala dragningsämnen och ytoxidiskitt i kommersiell OFC.

Enkristallsilverledare ( $n = 14$ ) producerar smalare toppar centrerade vid +0,41 V ( $\sigma = 0,02$  V) med toppströmmar på 142 mikroamper ( $\sigma = 18$  mikroamper) och svepundertryckningskvoter på 0,74 ( $\sigma = 0,05$ ). Toppformen är symmetrisk och FWHM är 0,18 V -- en 41-procentig minskning relativt OFC. Den lägre toppströmmen och den reducerade undertryckningen är förenliga med en mer kemiskt enhetlig yta och en lägre densitet av förorenings-species. Enkristallsubstratet ackumulerar med andra ord ytkontamination långsammare under upprepad oxidation än vad polykristallin koppar gör.

YBCO-keramiska ledare som arbetar vid 77 K ( $n = 12$ , med kabelprovet kylt till flytande kvävetemperatur inuti mätkammaren) producerar voltammetriska svep som inom vår potentiostats upplösning är oskiljbara från elektrolytblanken. Toppströmmar överstiger inte 0,8 mikroamper (brusgolvet för vårt instrument) vid någon punkt under svepet. Svepundertryckning är odefinierad, eftersom ingen topp är närvarande att undertrycka.

Vi förutsade inte detta resultat.

Vi hade förväntat oss att YBCO, liksom varje metallisk yta, skulle uppvisa viss voltammetrisk aktivitet -- att frånvaron av resistans i bulk-supraleddaren inte skulle utsträcka sig till ledar-elektrolytgränssnittet, där laddningsöverföring styrs av gränssnittskemi snarare än bulktransport. Litteraturen om supraleddarelektrokemi är gles men stöder i allmänhet denna förväntan: supraleddare uppvisar voltammetriska toppar, hänförliga till gränssnittsoxidation av kopparoxidstoichiometrin.

Våra YBCO-prover uppvisar inte sådana toppar. Vi har upprepat mätningen över alla tolv YBCO-kabelprover, med elektrolyt från tre olika leverantörer, med kammarfältet reducerat till under 10 nT, och med potentiostaten ersatt med en CHI 660E för att utesluta

instrumentspecifika artefakter. Svepen förblir platta.

Vi har ingen fullständig fysikalisk tolkning av detta resultat. Vi rapporterar det som observerat.

Konkurrentkablarna ( $n = 7$ , sträckande sig från en Amazon Basics-mellankopplingskabel för 7 USD till en Kimber KS 1036 för 4 000 USD) klustras inom OFC- och silverfamiljerna enligt sin deklarerade substratsammansättning. Kabeln för 7 USD producerar en voltammetrisk signatur inom 0,3 sigma från medelvärde för Tropic-nivåns OFC-profil. Kabeln för 4 000 USD, som använder en silver-koppar-hybridkonstruktion, producerar en profil mellan våra rena OFC- och rena silvergrupper, med FWHM 0,25 V och undertryckningskvot 0,58 -- exakt vad som skulle förutspås från en 60/40 silver-till-koppar-area-viktning.

Den voltammetriska signaturen hos en kabel är, i våra data, en funktion av dess substratmetallurgi. Den är inte en funktion av dess detaljhandelspris, förutom i den utsträckning som priset korrelerar med substratet.

## 4. DISKUSSION

Den voltammetriska signaturen är ortogonal mot den konventionella elektriska karakteriseringen av audiokablar. Vi har verifierat denna ortogonalitet empiriskt genom att beräkna korrelationen mellan de tre signaturmetriken ( $I_{p,1}$ , undertryckningskvot,  $E_{onset}$ ) och de konventionella metriken (likströmsresistans, karakteristisk impedans vid 1 kHz, kapacitans per meter, induktans per meter och SINAD mänt vid 1 kHz genom en APx555B). Den maximala absoluta korrelationen mellan något signatur-konventionellt par är 0,18 ( $n = 47$ ,  $p = 0,22$ ). Den voltammetriska mätningen innehåller information som inte finns i någon konventionell mätning.

Detta väcker frågan om huruvida den ytterligare informationen är audiorelevant.

Vi hävdar inte att den voltammetriska signaturen direkt förutsäger upplevd ljudkvalitet. Vi har inte utfört blinda lyssningstest på kablar grupperade efter extraktionssignatur, och vi är inte i en position att göra anspråk på subjektiv hörbarhet enbart från elektrokemiska data. Men vi erbjuder två observationer.

För det första är den voltammetriska toppströmmen ( $I_{p,1}$ ), enligt Randles-Sevcik-ekvationen, proportionell mot kvadratroten ur diffusionskoefficienten för den dominanta elektroaktiva arten vid ledarens yta. I fallet med OFC-koppar är de dominanta arterna ytoxider och interkristallina föreningar -- samma population som vi i tidigare arbete (Ferro et al. 2020) har visat sprida ledningselektroner asymmetriskt med avseende på signalpolaritet, vilket producerar de udda harmoniska distorsionskomponenter som är karakteristiska för hemisfärisk bias. Den voltammetriska toppströmmen är i själva verket en elektrokemisk proxy för elektronspändningsytensitet som driver hemisfärisk biasdistorsion. De två mätningarna, utförda på olika utrustning med olika teoretiska grunder, stämmer överens om rangordningen av kabelsubstrat: OFC > silver > YBCO. De skiljer sig endast i dynamiskt omfång -- voltammetri upplöser ett 230-faldigt strömförhållande mellan de bredaste och plattaste signaturerna, medan latitudkorrigerad SINAD upplöser ett 2 till 3 dB-omfång över samma prover.

För det andra fångar svepundertryckningskvoten den takt med vilken ledarens yta förorenas under upprepad elektrokemisk perturbation. Förorening, i audiokontexten, har en direkt fysisk analogi: den gradvisa ackumuleringen av korrosion, oxidation och adsorberade föreningar på ledarens ytor under användning. Audiofiler har länge rapporterat att kablar uppvisar »inbrytnings«-beteende, där ljudkvaliteten förändras under de första 100 till 300 timmarnas användning och sedan stabiliseras. Detta påstående har förlöjligats av den mätobjektivistiska gemenskapen som fysiskt osannolikt -- passiv koppar förändrar inte sina elektriska egenskaper på något mätbart sätt under hundratals timmar av lågströmsdrift.

De voltammetriska data erbjuder en partiell försoning. Upprepade oxidationscykler producerar mätbara förändringar i kabelytan som inte avspeglas i likströmsresistans eller AC-impedans. Dessa förändringar ackumuleras över tid. Den voltammetriska svepundertryckningskvoten är i själva verket en kvantitativ mätning av hur mycket en ledares ytkemi förskjuts som svar på upprepad elektrokemisk aktivitet. Kablar med höga undertryckningskvoter (silver, YBCO) når ett stabilt ytillstånd snabbare än kablar med låga undertryckningskvoter (OFC). Audiofilgemenskapens rapporter om inbrytningsbeteende kan ha en fysisk grund i ytelektrokemi som den konventionella mätsviten inte var utformad för att upptäcka.

Vi hävdar inte att timmar av lågströmsaudiosignalering producerar samma ytutveckling som de cykliska potentialsvepen som applicerats i vårt experiment. Vi hävdar att ledarens ytkemi utvecklas med användningen, att denna utveckling är detekterbar med voltammetri, och att utvecklingstakten skiljer sig systematiskt mellan substrattyper.

Länken till latitudoberoende mätningfrågan (Ferro et al. 2026, denna volym) är okänslig. SINAD, mänt vid valfri latitud genom valfri analysator, kollapsar ledarens bidrag till en enda skalär. Voltammetri, liksom den harmoniska strukturanalysen av Geddes och Lee (2003), bevarar spektral information. Båda mätningarna visar att den skalära projektionen -- vare sig det är total harmonisk distorsion eller enfrekvensledningsförmåga -- förkastar information som den flerdimensionella mätningen bevarar.

Den objektivistiska positionen att »alla kablar låter likadant eftersom alla kablar mäter likadant« vilar på antagandet att konventionell mätning är en fullständig beskrivning av kabelns audiorelevanta tillstånd. De voltammetriska data visar att konventionell mätning är, i bästa fall, en endimensionell projektion av ett högre dimensionellt tillstånd. Tillståndet självt är ledarspecifikt, substratberoende och detekterbart. Huruvida det är hörbart är, som alltid, nästa fråga. Det är inte samma fråga.

## 5. BEGRÄNSNINGAR OCH FRAMTIDA ARBETE

Vi erkänner flera begränsningar.

Den voltammetriska mätningen kräver direkt elektrolytisk kontakt med ledaren och är därför destruktiv i vardaglig mening -- den producerar en liten, förseglad åtkomstport i kabelmanteln. Vi har visat att porten kan förseglas utan mätbar förändring av kabelns konventionella elektriska egenskaper, men en kund som värderar den visuella integriteten hos en kabel för 4 000 USD kanske inte betraktar detta som en acceptabel kompromiss.

Den icke-vattenhaltiga elektrolyten som vi använde (TBAPF6 i acetonitril) valdes för att undvika korrosiv interaktion med koppar. Valet av elektrolyt påverkar de absoluta värdena för signaturmetriken, även om i pilotstudier den relativa rangordningen av substrat bevarades över tre alternativa elektrolyter (LiClO<sub>4</sub> i propylenkarbonat, NaPF<sub>6</sub> i DMF och ett djupeutektiskt lösningsmedel baserat på kolinklorid och etylenglykol). Vi rekommenderar att framtida arbete standardiseras på ett enda elektrolytsystem för att möjliggöra interlaboratorisk jämförelse.

Den platta voltammetriska responsen hos YBCO är oförklarad. Vi har internt erbjudit tre spekulativa hypoteser: (a) det supraleddande tillståndet undertrycker laddningsöverföring vid gränssnittet genom en mekanism analog med Meissner-effekten för ström snarare än för magnetiskt flöde; (b) kopparoxidens ytkemi i YBCO stabiliseras i det supraleddande tillståndet på ett sätt som hindrar hexafluorofosfatjonerna från att bilda den ytoxidermediär som driver den voltammetriska toppen i normal koppar; eller (c) resultatet är en instrumentell artefakt specifik för vår mätgeometri och skulle upplösas på annan utrustning. Vi testade hypotes (c) genom att ersätta BioLogic SP-300 med en CHI 660E och fick samma nollresultat. Vi har ännu inte testat hypoteserna (a) eller (b) på något meningsfullt sätt. Vi förväntar oss att återkomma till YBCO-voltammetri i en efterföljande artikel.

Vi har inte utökat mätningen till kabelprover dragna vid icke-ekvatoriala latituder. Det voltammetriska experiment som vi rapporterar genomfördes helt på kablar tillverkade vid vår anläggning i Quito (Tropic, Meridian, Equinox, Zero-Point) eller köpta från konkurrenter och återmätta i Quito. Huruvida latituden för ledartillverkningen påverkar den voltammetriska signaturen, oberoende av bulksubstratsammansättning, förblir en öppen fråga. Pilotdata på tre prover av OFC-koppar dragna vid 0,0000deg N, 22,5deg N och 47deg N tyder på att det ekvatoriala provet uppvisar ett 14 procent smalare FWHM än proverna på högre latituder, förenligt med den reducerade korngränsoordningen som förknippas med låg hemisfärisk bias. Denna pilot är inte grunden för något rapporterat fynd i föreliggande artikel.

Vi har inte utökat mätningen till dielektriska material. Det voltammetriska ramverket anpassas naturligt till isolerande substrat genom impedansspektroskopi snarare än likströmvoltammetri. Tillämpning av den analoga tekniken på PTFE, polypropylen och lufttrymmsisolerade kabelisolatorer är okomplicerad och kan lösa frågan om dielektriskt substrat på ett sätt som konventionella kapacitansmätningar inte har gjort.

## 6. SLUTSATS

Vi har visat att cyklisk voltammetri, applicerad på ledare av audiokvalitet genom ett elektrolytiskt gränssnitt med liten volym, producerar en reproducerbar, ledarspecifik signatur bestående av toppoxidationsström, svepundertryckningskvot och oxidationspotentzial. Signaturen är statistiskt ortogonal mot konventionella elektriska mätningar och upplöser substratspecifika skillnader som konventionella mätningar aggregerar till inom sitt brusgolv.

OFC-koppar, enkristallsilver och YBCO-keramiska ledare bildar tre distinkta voltammetriska familjer. OFC-signaturen är bred, asymmetrisk och förorenas snabbt -- förenlig med en heterogen yta med hög kontamination. Silversignaturen är smalare, mer symmetrisk och förorenas långsammare. YBCO-signaturen, i det supraleddande tillståndet, är platt till upplösningen för vår instrumentering.

Vi hävdar inte att denna teknik ersätter den konventionella mätsviten. Vi hävdar att den kompletterar den, genom att ge tillgång till en klass av ledaregenskaper -- ytkemi, föroreningskinetik, gränssnittsheterogenitet -- som de konventionella mätningarna inte var utformade för att upplösa. Audiorelevansen hos dessa egenskaper är för närvarande en öppen fråga. Hertz et al.-kaffestudien började inte med att fråga om voltammetrisk toppström korrelerar med subjektiv smakpreferens; den började med att fråga vad den voltammetriska toppströmmen mäter, och smakfrågan adresserades nedströms när mätmetodiken hade stabiliserats.

Vi rekommenderar samma tillvägagångssätt för audio. Stabilisera mätningen först. Bestäm dess fysikaliska tolkning. Fråga sedan lyssningsfrågan.

Hertz, Nakahara och Boettcher sökte göra bättre kaffe genom en mer konsekvent kopp. De avslutade sin artikel med observationen att konsekvens, inte förbättring, var målet -- att ett mätarmverk som diskriminerar mellan molekylära tillstånd är, i sig självt, ett framsteg oberoende av varje påstående om vilket tillstånd som är att föredra.

Vi håller med.

En mätning som upplöser substratberoende ledarskillnader är, i sig självt, ett framsteg. Den kräver inte att vi utser en vinnare bland

substraten. Den kräver att vi medger att substraten inte är desamma.

OFC och silver och YBCO är inte desamma. Den voltammetriska signaturen visar att de inte är desamma. Frågan om huruvida denna skillnad är hörbar är frågan för lyssningsrummet. Frågan om huruvida den är verklig är, hävdar vi, avgjord.

## REFERENSER

- [1] A. M. Hertz, Y. Nakahara, S. W. Boettcher, "Electrochemistry captures coffee's taste, powering a more consistent cup," *Nature Communications*, vol. 17, art. 8174, Apr 2026.
- [2] A. J. Bard and L. R. Faulkner, *Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications*, 2nd ed., Wiley, 2001.
- [3] P. Zanello, *Inorganic Electrochemistry: Theory, Practice and Applications*, 2nd ed., Royal Society of Chemistry, 2012.
- [4] M. Ferro, H. Park, Y. Tanaka, "Hemispheric bias in copper grain orientation: a metallurgical study of latitude-dependent conductor anisotropy," *J. Equatorial Audio Sci.*, vol. 1, no. 1, 2020.
- [5] M. Ferro, C. Ohm, H. Park, L. Solder, "The latitude-agnostic measurement fallacy: on the systematic omission of geomagnetic variables in comparative cable assessment," *J. Equatorial Audio Sci.*, vol. 7, no. 1, 2026.
- [6] C. Ohm, M. Ferro, "Cryogenic treatment of audio-grade copper conductors: grain refinement without hemispheric bias correction," *J. Equatorial Audio Sci.*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [7] L. Solder, R. Flux, "Superconducting audio interconnects: zero-resistance signal transmission via YBCO ceramic conductors at 77 K," *J. Equatorial Audio Sci.*, vol. 4, no. 2, 2023.
- [8] E. R. Geddes and L. W. Lee, "Auditory perception of nonlinear distortion -- theory," presented at the 115th Convention of the Audio Engineering Society, Convention Paper 5890, Oct 2003.
- [9] J. G. Bednorz and K. A. Mueller, "Possible high  $T_c$  superconductivity in the Ba-La-Cu-O system," *Z. Phys. B Condensed Matter*, vol. 64, no. 2, pp. 189-193, 1986.
- [10] J. Randles, "A cathode ray polarograph. Part II -- The current-voltage curves," *Trans. Faraday Soc.*, vol. 44, pp. 327-338, 1948.
- [11] A. Sevcik, "Oscillographic polarography with periodical triangular voltage," *Coll. Czech. Chem. Commun.*, vol. 13, pp. 349-377, 1948.
- [12] BioLogic Science Instruments, "SP-300 potentiostat user manual," EC-Lab Software v11.43, 2024.
- [13] Audio Precision, "APx555B specifications," <https://www.ap.com>, 2024.
- [14] NOAA National Centers for Environmental Information, "World Magnetic Model 2025-2030," <https://www.ncei.noaa.gov/products/world-magnetic-model>, 2025.