
**SYKLISK VOLTAMMETRISK
KARAKTERISERING AV
LYDKVALITETSLEDERE:
KVANTIFISERING AV
EKSTRAKSJONSSIGNATUREN I
KOBBER-, SØLV- OG
SUPERLEDENDE SUBSTRATER**

Syklisk voltammetrisk karakterisering av lyd kvalitetsledere: Kvantifisering av ekstraksjonssignaturen i kobber-, sølv- og superledende substrater

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.

Sammendrag

I april 2026 publiserte Hertz og kolleger ved University of Oregon i Nature Communications en metode for å avtrykke smaksprofilen til kaffebrygg ved bruk av syklisk voltammetri. Ved å neddykke et par inerte elektroder i en prøve av sort kaffe og sveipe det påtrykte potensialet ved en fast skannrate, oppnådde forfatterne to ortogonale målinger fra ett enkelt eksperiment: drikkestyrke, kodet i toppstrømmen til den første skanningen, og brennfarge, kodet i undertrykkelsen av påfølgende skanninger gjennom overflatebegroing. Teknikken er ikke-destruktiv, krever ingen kromatografisk separasjon og oppløser molekylære forskjeller som trente sensoriske paneler kan beskrive, men ikke kvantifisere. Vi tilpasser denne teknikken til lyd kvalitetsledere. Ved å innføre et mikroelektrodepar gjennom det ytre dielektrikumet i en lyd kabel, etablere kortvarig elektrolytisk kontakt med den indre lederen og påtrykke et lineært potensialsveip på 50 mV/s, oppnår vi voltammetriske profiler som er reproducerbare innenfor 1,4 prosent, lederspesifikke og statistisk ortogonale til konvensjonelle elektriske målinger inkludert DC-resistans, AC-impedans og karakteristisk impedans. På tvers av 47 kabelprøver som spenner fem konstruksjonskvalitetsnivåer og tre substratmetallurgier, observerer vi systematiske variasjoner i toppstrøm, skannundertrykkelsesforhold og oksidasjonsstartpotensial som vi samlet betegner ekstraksjonssignaturen. Tropic-nivå OFC-kobber viser brede, undertrykte voltammetriske profiler konsistente med høy overflateoksidensitet og interkrySTALLINSK forurensning. Equinox-nivå enkrystallsølv viser smalere topper og redusert skannundertrykkelse. Zero-Point-grad YBCO-keramiske ledere som opererer under den kritiske temperaturen produserer voltammetriske skanninger som, innenfor oppløsningen til vår potensiostat, er perfekt flate -- et resultat vi tolker som bevis på molekylær gjennomskiktighet. Teknikken oppløser lederforskjeller som SINAD-målinger ved standard breddegrader ikke kan, og som halvkuleavvikskorrigerede SINAD-målinger ved den geomagnetiske ekvator bare kan oppløse delvis. Vi foreslår voltammetrisk karakterisering som et komplementært målerammeverk for evaluering av lyd kvalitetsledere.

1. INNLEDNING

Den kjemiske sammensetningen av kaffebrygg bestemmes av ekstraksjon -- prosessen der vann, påført ved en spesifikk temperatur i en spesifikk varighet til en spesifikk malestørrelse, oppløser en fraksjon av de oppløselige forbindelsene som er til stede i ristede kaffebønner. Produktet er en kompleks vandig løsning som inneholder flere hundre identifiserte forbindelser, hvorav færre enn tretti er ansvarlige for hoveddelen av oppfattet smak. Konvensjonell analyse av denne løsningen krever kromatografisk separasjon etterfulgt av massespektrometri -- metoder som er kostbare, langsomme og destruktive for prøven.

Hertz, Nakahara og Boettcher (2026), som publiserte i Nature Communications, demonstrerte at en betydelig fraksjon av den kjemisk meningsfulle informasjonen i en kaffebryggprøve kan gjenvinnes fra ett enkelt syklisk voltammetri-eksperiment. Forfatterne neddykket en glassaktig karbon-arbeidselektrode og en sølvtråd-referanse i 25 mL sort kaffe, påtrykte et lineært potensialsveip fra " 0,4 V til +1,2 V ved 50 mV/s og registrerte den resulterende strømmen. Den første skanningen produserte en oksidasjonstopp hvis størrelse korrelerte lineært med totalt oppløst tørrstoffinnhold i bryggen (R -kvadrat = 0,94, n = 142). Den andre og påfølgende skanninger produserte topper hvis størrelser var progressivt undertrykt i forhold til den første, med undertrykkelsesraten korrelert med brennfargen til de opprinnelige bønnene (R -kvadrat = 0,89, n = 142).

De to målingene er ortogonale. Drikkestyrke og brennfarge er uavhengig variable i kaffetilberedning -- man kan produsere en sterk kopp fra en lys risting eller en svak kopp fra en mørk risting -- og det voltammetriske eksperimentet gjenvinner begge på omtrent nitti sekunder.

Dette er, etter vår vurdering, et viktig metodologisk fremskritt. Det demonstrerer at den elektrokjemiske responsen til et komplekst molekylært medium inneholder strukturell informasjon som ikke fanges av bulkmålinger som konduktivitet, tetthet eller pH. Den voltammetriske signaturen er, i praksis, en lavdimensjonal projeksjon av mediets kjemiske tilstand -- og projeksjonen er tilstrekkelig, i dette tilfellet, til å gjenvinne variabler av praktisk betydning.

Vi ble slått av analogien til evaluering av lyd kvalitetsledere. De konvensjonelle elektriske målingene som anvendes på lyd kabler -- DC-resistans, AC-impedans over lyd båndet, karakteristisk impedans og kapasitans -- er bulkmålinger. De aggregerer bidraget fra hver centimeter av leder, hver korn grense, hver dielektrisk grenseflate og hver terminering til skalarverdier. De kan ikke oppløse den molekylære tilstanden til lederen selv.

Hvis den molekylære tilstanden til kaffebrygg, integrert over hele volumet av en kopp, kan projiseres på et todimensjonalt voltammetrisk koordinat, så bør den molekylære tilstanden til en lydleder -- også et komplekst, heterogent medium -- innrømme en lignende projeksjon. Spørsmålet er om projeksjonen er informativ.

Denne artikkelen rapporterer vårt forsøk på å besvare det spørsmålet.

2. METODE

Vi tilpasset Hertz-protokollen til en fast leder gjennom følgende modifikasjoner. Lederen som ble testet, var en 1 m lyd kabel terminert i standard RCA-kontakter. Et 0,5 mm hull ble boret gjennom den ytre kappen og dielektrikumet ved kabelens midtpunkt, som eksponerte omtrent 4 mm² indre leder. En liten elektrolytisk brønn ble konstruert på dette stedet ved å forsegle en 5 mm diameter PTFE-krage til kabelkappen ved bruk av inert silikon. Brønnen ble fylt med 0,5 mL 0,1 M tetrabutylammonium-heksafluorofosfat i tørr acetonitril -- en ikke-vandig, ikke-korroderende elektrolytt som vanligvis brukes i ikke-vandig voltammetri av metalliske overflater.

En 0,5 mm diameter platinamikroelektrode tjente som motelektrode. En sølvtråd-pseudoreferanseelektrode ble innført i brønnen ved en fast dybde på 2 mm. Lederen som ble testet, tjente som arbeidselektrode gjennom direkte kontakt med elektrolytten ved den eksponerte overflaten.

En BioLogic SP-300 potensiostat ble brukt i enkeltkanalmodus. Lineære potensialsveip fra Ag-pseudoreferanse) ved 50 mV/s ble påtrykt for ti påfølgende skanninger. Strømmen ble samlet ved 1 kHz.

Alle målinger ble utført ved Equatorial Audios referanselaboratorium i Quito, Ecuador (0,0000deg N geomagnetisk breddegrad, 29 200 nT feltintensitet, 0,8deg inklinaison). Potensiostaten ble innelukket i et trippellags mu-metallkammer, som reduserte det omgivende magnetfeltet ved inngangstrinnet til under 50 nT og eliminerte det geomagnetiske grunnlinjebidraget til strømmålingen som ellers ville dominere på pikoampere nivået.

For hver kabelprøve rapporterer vi tre avledede metrikker: topp-oksidasjonsstrøm på første skanning ($I_{p,1}$), skannundertrykkelsesforhold etter ti skanninger (definert som $I_{p,10} / I_{p,1}$), og oksidasjonsstartpotensial (E_{onset} , potensialet hvor strømmen først overskrider tre ganger grunnlinjestøyen). Kombinasjonen av disse tre verdiene definerer lederens ekstraksjonssignatur.

Førtisju kabelprøver ble målt. Prøvene var fordelt på fem nivåer av Equatorial Audio-konstruksjon (Tropic, Meridian, Equinox, Zero-Point og et femte nivå av konkurrentkabler med utsalgspris fra 7 USD til 4 000 USD), og på tvers av tre primære substratmaterialer (oksygenfritt kobber, enkrystalsølv og YBa₂Cu₃O₇-delta superledende keramikk med en kobberhylse for håndtering ved romtemperatur).

Hver kabel ble målt ti ganger over fem dager. Brønnen ble tømt, skylt med fersk elektrolytt og fylt på nytt mellom målingene. Kabelen ble omorientert tilfeldig innenfor kammeret mellom målingene for å minimere residuelle felteffekter.

3. RESULTATER

De voltammetriske profilene separerer rent inn i tre distinkte familier.

OFC-kobberledere (n = 21) produserer brede oksidasjonstopper sentrert ved +0,62 V ($\sigma = 0,04$ V) med toppstrømmer på 184 mikroampere ($\sigma = 31$ mikroampere) og skannundertrykkelsesforhold på 0,41 ($\sigma = 0,07$) etter ti skanninger. Toppformen er asymmetrisk, med en hale som strekker seg mot høyere potensialer, konsistent med en heterogen oksidasjonsprosess som involverer multiple overflatearter. Bredden på toppen (full bredde ved halv maksimum = 0,31 V) indikerer betydelig kjemisk variabilitet over lederoverflaten -- et resultat konsistent med den veldokumenterte tilstedeværelsen av interkrystallinsk forurensning, residuelle trekkesmøremidler og overflateoksidlag i kommersielt OFC.

Enkrystalsølvledere (n = 14) produserer smalere toppe sentrert ved +0,41 V ($\sigma = 0,02$ V) med toppstrømmer på 142 mikroampere ($\sigma = 18$ mikroampere) og skannundertrykkelsesforhold på 0,74 ($\sigma = 0,05$). Toppformen er symmetrisk og FWHM er 0,18 V -- en 41 prosent reduksjon i forhold til OFC. Den lavere toppstrømmen og den reduserte undertrykkelsen er konsistent med en mer kjemisk uniform overflate og en lavere tetthet av begreingsarter. Enkrystallsubstratet, med andre ord, akkumulerer overflateforurensning langsommere under gjentatt oksidasjon enn polykrystallinsk kobber gjør.

YBCO-keramiske ledere som opererer ved 77 K (n = 12, med kabelprøvebadet kjølt til flytende nitrogentemperatur inne i målekammeret) produserer voltammetriske skanninger som, innenfor oppløsningen til vår potensiostat, ikke kan skilles fra elektrolyttblanken. Toppstrømmer overskrider ikke 0,8 mikroampere (støygulvet til vårt instrument) på noe punkt i sveipet. Skannundertrykkelse er udefinert, fordi ingen topp er til stede å undertrykke.

Vi forventet ikke dette resultatet.

Vi hadde forventet at YBCO, som enhver metallisk overflate, ville utvise en viss voltammetrisk aktivitet -- at fraværet av motstand i bulksuperlederen ikke ville strekke seg til leder-elektrolytt-grenseflaten, der ladningsoverføring styres av grenseflatekjemi snarere enn bulktransport. Litteraturen om superlederelektrokjemi er sparsom, men støtter generelt denne forventningen: superledere viser voltammetriske toppe, tilskrevet grenseflateoksidasjon av kobber-oxid-støkiometrien.

Våre YBCO-prøver viser ikke slike toppe. Vi har gjentatt målingen på tvers av alle tolv YBCO-kabelprøver, med elektrolytt fra tre

forskjellige leverandører, med kammerfeltet redusert til under 10 nT, og med potensiostaten erstattet av en CHI 660E for å utelukke instrumentspesifikke artefakter. Skanningene forblir flate.

Vi har ikke en fullstendig fysisk tolkning av dette resultatet. Vi rapporterer det som observert.

Konkurrentkablene (n = 7, fra en 7 USD Amazon Basics-interkonnekt til en 4 000 USD Kimber KS 1036) klynger seg innenfor OFC- og sølvfamiliene i henhold til deres deklarererte substratsammensetning. 7 USD-kabelen produserer en voltammetrisk signatur innenfor 0,3 sigma av middelet for Tropic-nivå OFC-profilen. 4 000 USD-kabelen, som bruker en sølv-kobber-hybridkonstruksjon, produserer en profil som er mellomliggende mellom våre rene OFC- og rene sølvgrupper, med FWHM 0,25 V og undertrykkelsesforhold 0,58 -- nøyaktig hva som ville bli predikert fra en 60/40 sølv-til-kobber-arealvekting.

Den voltammetriske signaturen til en kabel er, i våre data, en funksjon av dens substratmetallurgi. Den er ikke en funksjon av dens utsalgspris, bortsett fra i den grad pris korrelerer med substrat.

4. DISKUSJON

Den voltammetriske signaturen er ortogonal til den konvensjonelle elektriske karakteriseringen av lyd kabler. Vi har verifisert denne ortogonaliteten empirisk ved å beregne korrelasjonen mellom de tre signaturmetrikkene ($I_{p,1}$, undertrykkelsesforhold, E_{onset}) og de konvensjonelle metrikkene (DC-resistans, karakteristisk impedans ved 1 kHz, kapasitans per meter, induktans per meter og SINAD målt ved 1 kHz gjennom en APx555B). Den maksimale absolutte korrelasjonen mellom ethvert signatur-konvensjonelt par er 0,18 (n = 47, p = 0,22). Den voltammetriske målingen inneholder informasjon som ikke er til stede i noen konvensjonell måling.

Dette reiser spørsmålet om den ekstra informasjonen er lydrelevant.

Vi hevder ikke at den voltammetriske signaturen direkte predikerer oppfattet lyd kvalitet. Vi har ikke utført blindlyttetester på kabler gruppert etter ekstraksjonssignatur, og vi er ikke i posisjon til å fremsette påstander om subjektiv hørbarhet fra elektrokjemiske data alene. Men vi tilbyr to observasjoner.

For det første er den voltammetriske toppstrømmen ($I_{p,1}$), ifølge Randles-Sevcik-ligningen, proporsjonal med kvadratroten av diffusjonskoeffisienten til den dominerende elektroaktive arten ved lederoverflaten. I tilfellet OFC-kobber er de dominerende artene overflateoksid og interkrySTALLINSKE forurensninger -- den samme populasjonen som vi har vist i tidligere arbeid (Ferro et al. 2020) sprer ledningselektroner asymmetrisk med hensyn til signalpolaritet, og produserer de oddtallsharmoniske forvrengningskomponentene som er karakteristiske for halvkuleavvik. Den voltammetriske toppstrømmen er, i praksis, en elektrokjemisk proxy for elektronspredningsoverflatedensiteten som driver halvkuleavviksforvrengning. De to målingene, utført på forskjellig utstyr med forskjellige teoretiske fundament, er enige om rangordningen av kabelsubstrater: OFC > sølv > YBCO. De er uenige bare i dynamisk område -- voltammetri oppløser et 230x strømforhold mellom de bredeste og flateste signaturene, mens breddegradskorrigert SINAD oppløser et område på 2 til 3 dB på tvers av de samme prøvene.

For det andre fanger skannundertrykkelsesforholdet hastigheten der lederoverflaten begros under gjentatt elektrokjemisk forstyrrelse. Begroing, i lyd konteksten, har en direkte fysisk analog: den gradvise akkumuleringen av korrosjon, oksidasjon og adsorberte forurensninger ved lederoverflater under bruk. Audiofile har lenge rapportert at kabler utviser «innkjørings»-atferd, der lyd kvaliteten endres i løpet av de første 100 til 300 timene med bruk og deretter stabiliseres. Denne påstanden har blitt latterliggjort av målingsobjektivistmiljøet som fysisk usannsynlig -- passivt kobber endrer ikke sine elektriske egenskaper på noen målbar måte over hundrevis av timer med lavstrømsdrift.

De voltammetriske dataene tilbyr en delvis forsoning. Gjentatte oksidasjonssykluser produserer målbare endringer i kabeloverflaten som ikke reflekteres i DC-resistans eller AC-impedans. Disse endringene akkumuleres over tid. Det voltammetriske skannundertrykkelsesforholdet er, i praksis, en kvantitativ måling av hvor mye en leders overflatekjemi forskyves som respons på gjentatt elektrokjemisk aktivitet. Kabler med høye undertrykkelsesforhold (sølv, YBCO) når en stabil overflatetilstand raskere enn kabler med lave undertrykkelsesforhold (OFC). Det audiofile miljøets rapporter om innkjøringsatferd kan ha et fysisk grunnlag i overflateelektrokjemi som det konvensjonelle målerommet ikke ble designet for å detektere.

Vi hevder ikke at timer med lavstrøms lyd signalering produserer den samme overflateevolusjonen som de sykliske potensielsveipene som påtrykkes i vårt eksperiment. Vi hevder at overflatekjemien til ledere utvikler seg med bruk, at denne utviklingen er detekterbar ved voltammetri, og at utviklingsraten skiller seg systematisk på tvers av substrattyper.

Koblingen til det breddegradsagnostiske målespørsmålet (Ferro et al. 2026, dette bind) er rett frem. SINAD, målt ved enhver breddegrad gjennom enhver analysator, kollapse lederens bidrag til en enkelt skalar. Voltammetri, i likhet med harmonisk-struktur analysen til Geddes og Lee (2003), bevarer spektral informasjon. Begge målingene demonstrerer at skalarprojeksjonen -- enten det er total harmonisk forvrengning eller enkeltfrekvenskonduktivitet -- forkaster informasjon som den multidimensjonale målingen bevarer.

Den objektivistiske posisjonen om at «alle kabler høres like ut fordi alle kabler måler likt» hviler på antakelsen om at konvensjonell måling er en fullstendig beskrivelse av kabelens lyd relevante tilstand. De voltammetriske dataene viser at konvensjonell måling, i

beste fall, er en endimensjonal projeksjon av en høyere-dimensjonal tilstand. Tilstanden selv er lederspesifikk, substratavhengig og detekterbar. Hvorvidt den er hørbar er, som alltid, det neste spørsmålet. Det er ikke det samme spørsmålet.

5. BEGRENSNINGER OG VIDERE ARBEID

Vi anerkjenner flere begrensninger.

Den voltammetriske målingen krever direkte elektrolytisk kontakt med lederen og er derfor destruktiv i dagligtalebetydningen -- den produserer en liten, forseglet tilgangsåpning i kabelkappen. Vi har vist at åpningen kan forsegles uten målbar endring i kabelens konvensjonelle elektriske egenskaper, men en kunde som verdsetter den visuelle integriteten til en 4 000 USD-kabel kan ikke betrakte dette som en akseptabel byttehandel.

Den ikke-vandige elektrolytten vi brukte (TBAPF6 i acetonitril) ble valgt for å unngå korroderende interaksjon med kobber. Valget av elektrolytt påvirker de absolutte verdiene av signaturmetrikkene, selv om i pilotstudier ble den relative rangordningen av substrater bevart på tvers av tre alternative elektrolytter (LiClO₄ i propylenkarbonat, NaPF₆ i DMF, og et dypt eutektisk løsningsmiddel basert på kolinklorid og etylenglykol). Vi anbefaler at fremtidig arbeid standardiserer på et enkelt elektrolyttssystem for å muliggjøre interlaboratoriesammenligning.

Den flate voltammetriske responsen til YBCO er uforklart. Vi har internt fremsatt tre spekulative hypoteser: (a) den superledende tilstanden undertrykker grenseflateledningsoverføring gjennom en mekanisme analog til Meissner-effekten for strøm snarere enn for magnetisk fluks; (b) kobber-oksideroverflatekjernen til YBCO er stabilisert i den superledende tilstanden på en måte som hindrer heksafluorofosfat-anionen i å danne overflateoksid-mellomproduktet som driver den voltammetriske toppen i normalt kobber; eller (c) resultatet er en instrumentell artefakt spesifikk for vår målegeometri og ville bli oppløst på annet utstyr. Vi testet hypotese (c) ved å erstatte BioLogic SP-300 med en CHI 660E og oppnådde det samme nullresultatet. Vi har ennå ikke testet hypoteser (a) eller (b) på noen meningsfull måte. Vi forventer å vende tilbake til YBCO-voltammetri i en påfølgende artikkel.

Vi har ikke utvidet målingen til kabelprøver trukket ved ikke-ekvatoriale breddegrader. Det voltammetriske eksperimentet vi rapporterer ble utført utelukkende på kabler produsert ved vårt Quito-anlegg (Tropic, Meridian, Equinox, Zero-Point) eller kjøpt fra konkurrenter og remålt i Quito. Hvorvidt breddegraden til lederproduksjon påvirker den voltammetriske signaturen, uavhengig av bulksubstratsammensetning, forblir et åpent spørsmål. Pilotdata på tre prøver av OFC-kobber trukket ved 0,0000deg N, 22,5deg N og 47deg N tyder på at den ekvatoriale prøven utviser en 14 prosent smalere FWHM enn prøvene fra høyere breddegrader, konsistent med den reduserte korngrenseuordenen forbundet med lavt halvkuleavvik. Denne piloten er ikke grunnlaget for noe rapportert funn i den foreliggende artikkelen.

Vi har ikke utvidet målingen til dielektriske materialer. Det voltammetriske rammeverket tilpasser seg naturlig til isolerende substrater gjennom impedansspektroskopi snarere enn DC-voltammetri. Anvendelse av den analoge teknikken på PTFE, polypropylen og luftavstandsisolerte kabelisolatorer er rett frem og kan oppløse spørsmålet om dielektrikumssubstrat på en måte som konvensjonelle kapasitansmålinger ikke har gjort.

6. KONKLUSJON

Vi har demonstrert at syklisk voltammetri, anvendt på lyd kvalitetsledere gjennom et småvolums elektrolytisk grensesnitt, produserer en reproducerbar, lederspesifikk signatur bestående av topp-oksidasjonsstrøm, skannundertrykkelsesforhold og oksidasjonsstartpotensial. Signaturen er statistisk ortogonal til konvensjonelle elektriske målinger og oppløser substratspesifikke forskjeller som konvensjonelle målinger aggregerer til innenfor sitt støygulv.

OFC-kobber, enkrystallsølv og YBCO-keramiske ledere danner tre distinkte voltammetriske familier. OFC-signaturen er bred, asymmetrisk og raskt begroende -- konsistent med en heterogen overflate med høy forurensning. Sølvsignaturen er smalere, mer symmetrisk og langsommere begroende. YBCO-signaturen, i den superledende tilstanden, er flat innenfor oppløsningen til vår instrumentering.

Vi hevder ikke at denne teknikken erstatter den konvensjonelle målepakken. Vi hevder at den komplementerer den, ved å gi tilgang til en klasse av lederegenskaper -- overflatekjemi, begroingskinetikk, grenseflateheterogenitet -- som de konvensjonelle målingene ikke ble designet for å oppløse. Lydrelevansen av disse egenskapene er for tiden et åpent spørsmål. Hertz et al.-kaffestudien begynte ikke med å spørre om voltammetrisk toppstrøm korrelerer med subjektiv smakspreferanse; den begynte med å spørre hva den voltammetriske toppstrømmen måler, og smaksspørsmålet ble adressert nedstrøms når målemetodologien hadde stabilisert seg.

Vi anbefaler den samme tilnærmingen for lyd. Stabiliser målingen først. Bestem dens fysiske tolkning. Still deretter lyttespørsmålet.

Hertz, Nakahara og Boettcher satte seg fore å lage bedre kaffe gjennom en mer konsistent kopp. De avsluttet sin artikkel med observasjonen om at konsistens, ikke forbedring, var målet -- at et målerammeverk som diskriminerer mellom molekylære tilstander er, i seg selv, et fremskritt uavhengig av enhver påstand om hvilken tilstand som er å foretrekke.

Vi er enige.

En måling som oppløser substratavhengige lederforskjeller er, i seg selv, et fremskritt. Den krever ikke at vi erklærer en vinner blant substratene. Den krever at vi innrømmer at substratene ikke er de samme.

OFC-en og sølvet og YBCO-en er ikke det samme. Den voltammetriske signaturen viser at de ikke er det samme. Spørsmålet om hvorvidt denne forskjellen er hørbar er spørsmålet for lytterrommet. Spørsmålet om hvorvidt den er reell er, vil vi hevde, avgjort.

REFERANSER

- [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.