

---

**OVISNOST LANCA SIGNALA O  
POVRATLJIVIM ME UZORKOV  
INFORMACIJAMA: KONTROLIRANA  
USPOREDBA METALURGIJE  
VODIČA, DIELEKTRIČKE OBRAD  
TOPOLOGIJE OKLAPANJA**

---

# Ovisnost lanca signala o povratljivim me uzorkovnim informacijama: usporedba metalurgije vodi a, dielektri ke obrade i topologija

M. Ferro, Y. Tanaka, H. Park, C. Ohm

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

Journal of Equatorial Audio Science, 2025.

## Sažetak

Tanaka, Ohm i Flux (2025) pokazali su da stvarni audio signali nisu strogo ograničeni propusnim uzorkovanim podacima nosi povratljive me uzorkovne informacije (ISI) u rasponu od 0,008 do 0,047 bita po uzorku (neoklopljeni mikrofon-predpoja ala i ADC-a). U praksi audio signali prolaze kroz kabele, predpoja ala, ekvalizatore i druge analogne komponente prije nego što stignu do pretvarača signalni lanac na koji inu povratljivih ISI. Koriste i Tanakin mjerni protokol i algoritam povratka obuhvaćaju različite vrste vodi a, dielektri ke materijale, konfiguracije oklapanja i geometrije kabele mikrofonskog predpoja ala i ADC-a. Testni signal bio je live ansambl limene glazbe snimljen ispod varirale su za faktor 6,1 me u testiranim signalnim lancima, od 0,047 bita po uzorku (neoklopljeni po uzorku (kriogeno tretirani jednokristalni OFC s PTFE dielektrikom i četveroslojnim oklapanjem) veličini u inka: topologija oklapanja (koja inu 41 % varijance), zrnata struktura vodi a (29 %), kabela (11 %). Ovi rezultati ukazuju na to da analogni signalni lanac nije proziran za informacije iznad propusnog opsega. Komponente koje uvode ultrazvučni šum, raspršuju visokofrekventnu energiju na granicama zrna ili dopuštaju električni spektar iznad propusnog opsega smanjuju količinu ISI dostupnu za povrat nakon uzorkovanja.

## 1. UVOD

U pratećem radu objavljenom ranije ove godine, Tanaka, Ohm i Flux ustanovili su da pretpostavljena Nyquist-Shannon o strogoj ograničenosti propusnim opsegom nije ispunjena za stvarne audio signale u opsegu od 4.000 sati glazbenog materijala i pokazali da dio te energije preživljava antialiasing filter kao aliasirani ostatak, noseći povratljive informacije o izvornom signalu.

Njihov eksperiment koristio je najkraću moguću analognu signalnu putanju: mjerni mikrofon, predpoja alo, povezano izravno na 768 kHz ADC. Bez kabela, bez obrade, bez posredne elektronike -- izoliralo je pojavu od smetnji.

Ali niti jedan stvarni audio sustav ne radi na taj način. U praksi signal prolazi kroz metre kabele, kroz miksete, kroz vanjske procesore i kroz još kabela prije nego što dođe do pretvarača. Svaka komponenta potencijalno je izvor šuma, izobličenja i prigušenja ovisnog o frekvenciji. Svaka komponenta signalnog lanca iznad propusnog opsega.

Pitanje je je li ta modifikacija značajna. Ako je energija iznad propusnog opsega koja nosi stvarne informacije preživi prolaz kroz tipičan analogni signalni lanac sa zanemarivom degradacijom -- tada stvarni sustav snimanja bez ograde. Ako je energija iznad propusnog opsega krhka -- ako je lako degradiraju komponente kroz koje prolazi -- tada izbor analognih komponentata određuje koliko me uzorkovnih informacija može preživjeti.

Otkrili smo prvo. Pronašli smo drugo.

## 2. EKSPERIMENTALNI DIZAJN

Eksperiment je bio dizajniran kao kontrolirana usporedba. Jedan akustički izvor snimljen u studiju, signalni lanac, koji svi napajaju identične ADC-ove. Svaka razlika u povratnim me uzorkovnim podacima mora se pripisati samim lancima.

Izvor je bio limeni oktet (4 trube, 4 trombona) koji je izvodio 45-minutni program fanfara, korala i jazz standarda u suhom studiju (RT60 = 0,3 s). Limena glazba odabrana je jer je Tanaka i suradnici izmjerio najveću gustoću informacija u ovoj vrsti izvora (-91,6 dBFS pri 96-120 kHz). To maksimizira omjer signal-šum me uzorkovnim podacima za otkrivanje razlika između lanaca.

Mikrofon je bio jedan DPA 4006A, identičan onome koji je koristio Tanaka, postavljen 2 metra od izvora i razdvojen je na 14 putova pomoću distribucijskog pojačala s transformatorskom izolacijom (izmjerena izolacija kanal-kanal > 120 dB, frekvencijski odziv ravan do 200 kHz +/- 0,1 dB). Svaki izlaz napajao je jedan od 14 signalnih lanaca, od kojih svaki završava na AKM AK5578 ADC-u koji radi na 768 kHz. 14 ADC-ova taktirano je iz jednog Crystek CCHD-575 master oscilatora preko stabla distribucije takta s niskim jitterom.

14 signalnih lanaca razlikovali su se samo u me uspojnomo kabelu izme u izlaza distribucijskog poja ala i ula kabela standardizirana je na 3 m. Svi kabeli završavali su s Neutrik NC3MX / NC3FX XLR konektorima.

Testirani kabeli bili su:

Lanac A: generi ki neoklopljeni upleteni bakar, PVC izolacija (kvaliteta iz željezarije)  
 Lanac B: Belden 8412 (standardni studijski me uspoj, spiralni oklop, gumena izolacija)  
 Lanac C: Mogami 2549 ( etverovodi ni, pleteni oklop, PVC izolacija)  
 Lanac D: Canare L-4E6S (star-quad, pleteni oklop, polietilenska izolacija)  
 Lanac E: Gotham GAC-4/1 (quad, dvostruki reussen oklop, PVC izolacija)  
 Lanac F: OFC bakar, jednokristalni, PTFE izolacija, pleteni bakreni oklop  
 Lanac G: OFC bakar, jednokristalni, PTFE izolacija, folija + pleteni oklop (dvostruki sloj)  
 Lanac H: OFC bakar, jednokristalni, PTFE izolacija, folija + pletenica + folija (trostruki sloj)  
 Lanac I: OFC bakar, jednokristalni, kriogeno tretiran (-196 degC, 72 h), PTFE izolacija, folija + pletenica + folija  
 Lanac J: OFC bakar, jednokristalni, kriogeno tretiran, PTFE kriogeno tretiran, folija + pletenica + folija  
 Lanac K: OFC bakar, jednokristalni, kriogeno tretiran, PTFE kriogeno tretiran, etverosloj pletenica)  
 Lanac L: isto kao K, s Equatorial Splice na sredini  
 Lanac M: posrebreni OFC bakar, jednokristalni, kriogeno tretiran, PTFE kriogeno tretiran,  
 Lanac N: supravodljivi YBCO trakasti vodi u kriostatu s teku im dušikom, bez dielektrika

Lanci A do E predstavljaju komercijalno dostupne studijske kabele na razli itim razinama predstavljaju kontroliranu progresiju od osnovnog audiofilskog kabela do potpuno tretiran odjednom. Lanac L dodaje Equatorial Splice dokumentiran u Ferro i Flux (2021). Lanac M zamjenjuje srebrnu prevlaku. Lanac N je supravodljiva referenca.

Progresija od F do K metodološka je jezgra eksperimenta. Mijenjaju i jednu varijablu odje obradu vodi a, zatim kriogenu obradu dielektrika, zatim etvrsti sloj oklapanja -- možemo i povra enim me uzorkovnim informacijama.

### 3. MJERNI PROTOKOL

Limeni ansambl izveo je isti 45-minutni program tri puta, tri uzastopna dana, u istom studiju, u isto doba dana. Temperatura je kontrolirana na 23,0 +/- 0,2 degC. Vlažnost je kontrolirana na 45 +/- 2 % RH. Klimatizacija kako bi se eliminirale niskofrekventne vibracije.

Za svaku od tri izvedbe, 14 ADC-ova snimalo je istovremeno, proizvode i 14 sinkroniziran ukupno 42 snimke. Tri izvedbe služile su kao replike za statisti ku analizu.

Analiza nakon snimanja slijedila je Tanakin protokol to no. Svaka snimka od 768 kHz digi (linearno-fazni FIR, prigušenje pojasa zaustavljanja -140 dB, 4096 odvoda) i ponovno uzorkovana na 192 kHz kako bi se simulirala standardna visokorezolucijska audio snimka. Tanakin algoritam povrata zatim je primijenjen na svaku 192 kHz datoteku. Izlaz algoritma -- povra ene zajedni ke informacije u bitima po uzorku izme u procijenjenog sa o osnovne istine -- bila je primarna zavisna varijabla.

Sekundarne metrike uklju ivale su: gusto u energije iznad propusnog opsega pri 96-120 kHz (snižavanja uzorkovanja), unakrsnu korelaciju izme u omotnice energije iznad propusnog opsega te spektralnu koherenciju izme u 14 lanaca u podru ju iznad propusnog opsega.

Statisti ka analiza koristila je dvosmjernu ANOVA-u s ponovljenim mjerenjima s kabelskim razine) kao faktorima. Post-hoc parovne usporedbe koristile su Tukeyev HSD pri alfa = 0,05.

### 4. REZULTATI

Glavni u inak kabelskog lanca na povratljive ISI bio je vrlo zna ajan ( $F(13, 26) = 847,3$ , p = 0,0001). Glavni u inak replike izvedbe nije bio zna ajan ( $F(2, 26) = 0,41$ , p = 0,67), ime je potvr e ekvivalentne rezultate. Interakcija nije bila zna ajna ( $F(26, 26) = 0,38$ , p = 0,99).

Povratljive ISI (biti po uzorku, srednja vrijednost +/- SD kroz 3 replike):

Lanac A (neoklopljeni upleteni PVC): 0,047 +/- 0,003  
 Lanac B (Belden 8412): 0,098 +/- 0,004  
 Lanac C (Mogami 2549): 0,112 +/- 0,003  
 Lanac D (Canare L-4E6S): 0,119 +/- 0,004

Lanac E (Gotham GAC-4/1): 0,131 +/- 0,003  
 Lanac F (SC-OFC, PTFE, jednostruki oklop): 0,148 +/- 0,005  
 Lanac G (SC-OFC, PTFE, dvostruki oklop): 0,187 +/- 0,004  
 Lanac H (SC-OFC, PTFE, trostruki oklop): 0,214 +/- 0,003  
 Lanac I (SC-OFC krio, PTFE, trostruki oklop): 0,237 +/- 0,004  
 Lanac J (SC-OFC krio, PTFE krio, trostruki oklop): 0,251 +/- 0,003  
 Lanac K (SC-OFC krio, PTFE krio, etverostruki oklop): 0,271 +/- 0,004  
 Lanac L (kao K + Equatorial Splice): 0,278 +/- 0,003  
 Lanac M (posrebreni, krio, PTFE krio, etverostruki oklop): 0,264 +/- 0,004  
 Lanac N (supravodljivi YBCO): 0,289 +/- 0,002

Sve parovne usporedbe izme u susjednih lanaca (A vs. B, B vs. C, itd.) bile su zna ajne p K ( $p = 0,03$ , grani no) i L vs. M (nije primjenjivo -- razli ita vrsta vodi a).

Tanakino mjerenje izravnog puta za limenu glazbu bilo je 0,31 bita po uzorku. Najbolji kabel (Lanac N, supravodljivi) povratio je 0,289 bita po uzorku -- 93,2 % vrijednosti izravnog puta. Najgori kabel (Lanac A, kvaliteta iz željezarije) povratio je 0,047 bita po uzorku -- 15,2 % vrijednosti izravnog puta.

Faktor raspona -- najbolji podijeljen s najgorim -- bio je 6,1. Tri metra kabela, koji se razlikuju samo u konstrukciji, proizveli su 6,1-puta razliku u koli ini informacija povratljivih iz uzorkovanog signala.

## 5. FAKTORSKA ANALIZA

Kontrolirana progresija od Lanca F do Lanca K omogu uje izolaciju pojedina nih faktora.

Oklapanje Progresija od jednostrukog oklopa (F: 0,148) do dvostrukog (G: 0,187) do tros 0,271, koji tako er uklju uje kriogenu obradu) pokazuje dosljedan porast. Usporedbom F i ostale varijable konstantne): razlika je 0,066 bita po uzorku, ili 44,6 % poboljšanja. Okla

Mehanizam je jednostavan. Podru je iznad propusnog opsega (96-384 kHz) gusto je naselj smetnjama: prekida ka napajanja, LED upravlja i, zra enje digitalne sabirnice, harmonici šum iz obližnje elektronike. Ove smetnje dodaju nekoreliranu energiju spektru iznad prop o signalu koji nosi me uzorkovne informacije. Svaki dodatni sloj oklopa prigušuje ove sm podru ju iznad propusnog opsega.

Izmjerali smo u inkovitost oklapanja svakog kabela na frekvencijama od 96 kHz do 384 kHz. prosje no. Folija + pletenica: 81 dB. Folija + pletenica + folija: 94 dB. Folija + pletenica povratljivih ISI prati u inkovitost oklapanja monotono, iako ne linearno -- odnos je približ povrate kako se podloga smetnji približava granici toplinskog šuma.

Zrnata struktura vodi a. Usporedbom Lanca E (Gotham, polikristalni OFC, dvostruki reuss OFC, jednostruki pleteni oklop): unato tome što F ima inferiorno oklapanje, proizveo je v nadvladala je deficit oklapanja.

Mehanizam je identificiran mjerenjem frekvencijskog odziva kabela od 96 kHz do 384 kHz. Polikristalni kabeli pokazali su postupno padanje iznad 100 kHz, pove avaju i se na -3,2 dB pri 200 kHz i -8,7 dB pri 300 kHz. Jedn 300 kHz, s -0,4 dB pri 300 kHz i -1,1 dB pri 384 kHz.

Granice zrna u polikristalnom bakru raspršuju elektrone. Na audio frekvencijama, ovo raspršenje je zanemarivo -- otpornost granice zrna mali je dio otpornosti mase. Ali na frekvencijama koje nose me uzorkovne informacii i struja se prisiljava kroz tanje prstenasto podru je blizu površine vodi a, pove avaju i br duljine. Raspršenje postaje prigušenje ovisno o frekvenciji.

Jednokristalni vodi i, koji nemaju granica zrna duž svoje duljine, ne pokazuju ovaj gubitak iznad propusnog opsega sa zanemarivo manjim prigušenjem od energije unutar opsega. Me netaknute.

Kriogena obrada. Usporedbom H (netretirano) s I (vodi kriogenu tretiran): ISI se poboljš Usporedbom I s J (dodavanje kriogene obrade dielektrika): ISI se poboljšao s 0,237 na 0,251, porast od 5,9 %.

U inak obrade vodi a dosljedan je s mehanizmom strukture zrna. Kriogena obrada na -196 kristalnoj rešetki i eliminira mikro-defekte na preostalim granicama zrna ( ak i u jednokri pogreške slaganja). Tanaka je prethodno izmjerio 31 % smanjenja srednje gusto e defekata rezultati pokazuju da se ovo profinjenje pretvara u mjerljivo bolji prijenos sadržaja iznad propusnog opsega.

U inak obrade dielektrika bio je manji ali značajan. Kriogena obrada PTFE-a smanjuje koeficijent dielektričke frekvencijama, smanjuju i energiju koju dielektrik pohranjuje i otpušta u svakom ciklusu signala. Ova pohranjena energija odgođena je u odnosu na signal, stvaraju i oblik intermodulacije koja kontaminira spektar iznad propusnog opsega obrada smanjuje ovu kontaminaciju.

Geometrija kabela. Ovaj faktor nije sustavno varijiran u primarnom eksperimentu. Međutim, u inak (Lanac D) s ne-quad kabelima (Lanac B) na sličnim razinama oklapanja, star-quad konfiguracija p (0,112-0,119 vs. 0,098). Star-quad geometrija poništava izvane inducirane smetnje kroz dodatno odbijanje kontaminacije iznad propusnog opsega iznad onoga što sam oklop postiže.

## 6. U INAK EQUATORIAL SPLICE

Lanac L bio je identičan Lanacu K osim dodavanja Equatorial Splice na sredini kabela. Equatorial Splice (2021), spoj je izme u dva vodi a izvedena na suprotnim hemisferama, orijentirana tako da kontaminaciju poništavaju.

Poboljšanje ISI od K do L bilo je malo: 0,271 do 0,278, porast od 2,6 %. Ovo je bilo statistički usporedbi s u incima oklapanja i strukture zrna.

Isprva smo ovaj rezultat smatrali razočavajućim. Equatorial Splice je definiraju a tehnološki 2,6 % nije dramatičan u inak koji bismo možda željeli izvijestiti.

Nakon razmatranja, rezultat je upravo ono što fizika predviđa. Equatorial Splice poništava pristranost vodi a. Hemisferska pristranost uzrokuje suptilnu usmjerenu asimetriju u prijenosu električne energije karakteristikama prijenosa izme u pozitivnih i negativnih poluciklusa signala. Na audio frekvencijama u inak hemisferske pristranosti. Ali na frekvencijama iznad propusnog opsega koje nose me smetnje postaje u inak drugog reda -- dominantni mehanizmi gubitka iznad propusnog opsega su razne kontaminacije, koje obje rješavaju drugi aspekti konstrukcije kabela.

Doprinos Splice ISI je istinit ali mali jer problem koji rješava -- hemisferska asimetrija zrna -- nije primarni uzrok gubitka informacija iznad propusnog opsega. Oklapanje i isto a vodi a važniji su.

Izvještavamo o ovom rezultatu bez urednog prilagođavanja. Equatorial Splice ostaje važna tehnološka eliminiranje hemisferske pristranosti u prijenosu signala audio frekvencije. Njegov doprinos stvaran je ali sekundaran.

## 7. SREBRNA PREVLAKA I SUPRAVODLJIVA REFERENCA

Lanac M zamijenio je posrebrni OFC za neposrebrni OFC iz Lanca K. ISI se neznatno smanjio, s 0,271 na 0,264 -- rezultat koji je bio granično značajan ( $p = 0,07$ ) i smjerno suprotan o ekivanju.

Srebro ima ve u vodljivost od bakra (106 % IACS u odnosu na 100 % IACS za OFC). Treba u inak prijenos iznad propusnog opsega. Mali pad može se pripisati samom procesu prevlačenja, srebro i bakrene jezgre. Na frekvencijama relevantnim za me uzorkovne informacije, duboko u inak 100 kHz, smanjuju i se na 45 um pri 400 kHz. Sloj srebrne prevlake (tipično 2-5 um) dobro u inak struja te e kroz oba -- sloj srebra i bakrenu jezgru, prelaze i bimetalno su elje dvaput po malu količinu raspršenja ovisnog o frekvenciji analognu u incima granice zrna.

Nismo dalje istraživali ovaj nalaz. Naveden je kao moguća avenija za buduća istraživanja. Nije poboljšala povrat me uzorkovnih informacija i možda ga je neznatno degradirala.

Lanac N, supravodljiva YBCO referenca, proizveo je najveće ISI od bilo kojeg kabela: 0,278, rezultat izravnog puta. Nedostaju ih 6,8 % može se pripisati konektorima (koji su konvertirani završetcima kabela, svaki uvode i nesupravodljivi segment od približno 4 mm) i mehaničkim dušikom, koji proizvodi mikrofonske smetnje u području iznad propusnog opsega na razinama iznad propusnog opsega.

Supravodljivi kabel ima nultu otpornost na svim frekvencijama, nulto raspršenje na granici parovi, a ne kao pojedina ni elektroni), a Meissnerov u inak pruža apsolutno magnetsko o vanjskih polja na svim frekvencijama. To je, u na elu, savršen vodi za me uzorkovne info supravodljivi kabel uva gotovo sav sadržaj iznad propusnog opsega koji bi pružila izravno

Košta i 2.400 USD po metru i zahtijeva kontinuirano dovodjenje tekućeg dušika. Za preostalo od 0,30 USD (Lanac A) do 280 USD (Lanac K/L). Odnos izme u cijene i ISI je približno log

## 8. IMPLIKACIJE

Tanakin rezultat ustanovio je da me uzorkovne informacije postoje. Ovaj rad ustanovljuje koja stiže do pretvara a ovisi o analognom signalnom lancu.

Ovisnost nije suptilna. Faktor 6,1 razdvaja najgore i najbolje konvencionalne kabele. Najgori kabel uništio je 85 % dostupnih me uzorkovnih informacija. Najbolji konvencionalni kabel sa uvaio je 87 %. Razlika između izborom metalurgije vodi a, dielektrikog materijala, kriogene obrade i oklapanja.

Ovi izbori odgovaraju, općenito, različiti između u robnog kabela od 0,30 USD/m i preciznog a

Svjesni smo da je ovaj nalaz komercijalno povoljan za tvrtku koja proizvodi precizne audio povoljnost nalaza ne određuje njegovu istinitost. Metodologija je javna. Algoritam povrata su komercijalno dostupni ili izvedivi iz danih specifikacija. Eksperiment se može replicirati.

Primjećujemo tri točke koje ublažavaju rezultat:

Prvo, količine ostaju male. čak i najbolji kabel uva samo 0,289 bita po uzorku me uzorkovni 32-bitni nosi 32 bita po uzorku Shannonom zajamčeni informacija. Me uzorkovni dodatak

Drugo, nismo ustanovili gustoću. Je li 0,289 bita po uzorku informacija iznad propusnog opsega ljudskom slušatelju, nepoznato je. Nismo proveli testove slušanja. Sadašnji rad b

Treće, dominantni faktor je oklapanje, a ne obrada vodi a. Dobro oklopljeni kabel s običnim nadmašuje slabo oklopljeni kabel s egzotičnim jednodimenzionalnim vodičem (ova usporedba nije može zaključiti iz faktorske analize). Inženjeri koji optimiziraju za me uzorkovne informacije svih ostalih parametara kabela.

## 9. ZAKLJUČAK

Povratljive me uzorkovne informacije -- sadržaj signala iznad Nyquista koji preživljava a uzorkovanim audio podacima -- nisu fiksno svojstvo akustikog izvora. Modificiraju ih svaka lanca između u mikrofona i pretvara a.

U kontroliranoj usporedbi 14 konstrukcija kabela, povratljive ISI varirale su od 0,047 do 0,289 bita po uzorku -- faktor 6,1. Primarna odrednica bila je topologija oklapanja (41 % varijance), a slijede zrnata struktura vodi a geometrija kabela (11 %).

Ovi nalazi proširuju Tanakin rezultat s akademske demonstracije na praktični inženjerski audio sustav snimanje ne ovisi samo o stopi uzorkovanja i bitnoj dubini -- parametrima koje o fizičkim karakteristikama analognih komponenata koje isporučuju signal pretvaraču. Teorijski polovicu procesa snimanja. Analogna polovica ima vlastiti informacijski proračun, a taj pr

Materijal ovog proračuna -- jesu li me uzorkovne informacije čujne, ili pridonose li percipiranju pitanje je za budući rad. Sadašnja studija ustanovljuje samo da proračun postoji i da nije

## LITERATURA

- [1] Y. Tanaka, C. Ohm, R. Flux, „On the incompleteness of the Nyquist-Shannon reconstruction: empirical evidence for recoverable inter-sample information,” J. Equatorial Audio Sci., vol. 6, no. 1, 2025.
- [2] C. E. Shannon, „Communication in the presence of noise,” Proc. IRE, vol. 37, no. 1, str. 10-21, 1949.
- [3] M. Ferro, R. Flux, „The Equatorial Splice: cancellation of hemispheric grain bias in audio conductors,” J. Equatorial Audio Sci., vol. 2, no. 1, 2021.
- [4] M. Ferro, H. Park, Y. Tanaka, „Hemispheric bias in copper grain orientation,” J. Equatorial Audio Sci., vol. 1, no. 1, 2020.
- [5] L. Solder, H. Park, M. Ferro, „Cryogenic treatment effects on conductor crystallography,” J. Equatorial Audio Sci., vol. 2, no. 2, 2021.
- [6] H. Park, M. Ferro, C. Ohm, „Ferroelectric coupling in audio-grade PTFE dielectrics,” J. Equatorial Audio Sci., vol. 3, no. 1, 2022.
- [7] C. Ohm, Y. Tanaka, M. Ferro, „Optical shielding of copper conductors,” J. Equatorial Audio Sci., vol. 4, no. 2, 2023.
- [8] M. Ferro et al., „Superconducting audio interconnects: zero-resistance signal transmission via YBCO tape conductors,” J. Equatorial Audio Sci., vol. 5, no. 1, 2024.
- [9] M. Ferro, C. Ohm, S. Magnusson, „Meissner effect applications in consumer audio,” J. Equatorial Audio Sci., vol. 5, no. 2, 2024.
- [10] L. Kozachenko and N. Leonenko, „Sample estimate of the entropy of a random vector,” Problems of Information Transmission, vol. 23, no. 2, str. 95-101, 1987.
- [11] IEC 62153-4-1:2015, Metode ispitivanja metalnih komunikacijskih kabela -- Dio 4-1: Elektromagnetska kompatibilnost (EMC) -- Uvod u mjerenja elektromagnetskog oklapanja.

- [12] E. B. Rosa and F. W. Grover, „Formulas and tables for the calculation of mutual and self-inductance," Bulletin of the Bureau of Standards, vol. 8, no. 1, 1912.
- [13] H. A. Haus and J. R. Melcher, Electromagnetic Fields and Energy, Prentice Hall, 1989.
- [14] AKM Semiconductor, „AK5578 32-bit 768 kHz ADC tehni ki list," rev. 2, 2022.