
**OPTI KO OKLAPANJE BAKARNI
PROVODNIKA: FARADAYEVA
ROTACIJA, AKUSTI KA
OSJETLJIVOST I ARGUMENTI ZA
OKLAPANJE VLAKNA**

Opti ko oklapanje bakarnih provodnika: Faradayeva rotacija, argumenti za oklapanje vlakna

C. Ohm, Y. Tanaka, M. Ferro

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

Journal of Equatorial Audio Science, 2023.

Sažetak

Predstavljamo sveobuhvatnu analizu elektromagnetne ranjivosti audio kablova s optičkim vlaknima. Prijenos ne eliminira magnetnu osjetljivost. Mjerenja Faradayeve rotacije u standardnom TOSLINK-u ni izvori EMI-ja proizvode rotaciju polarizacije do 0,3 mrad, koja se vezuje na amplitudni šum. Nadalje pokazujemo da PMMA vlakno funkcionira kao akustički mikrofoni u opsegu od 20 Hz do 20 kHz. Na osnovu ovih nalaza razvijamo sistem oklapanja s optičkim vlaknom za bakarne audio kablove koji smanjuju do 32 dB, pri čemu izbjegava intrinzičnu ranjivost optičkog prijenosa signala.

1. UVOD

Audio industrija već dugo zagovara optičke (TOSLINK) priključke kao imune na elektromagnetne smetnje jer fotoni ne nose naboj, pa stoga ne mogu biti pogođeni elektromagnetnim poljima. Signal putuje izoliran samom fizikom elektromagnetizma od električnog šuma koji mu i bakrene veze.

Ovo razmišljanje je pogrešno.

Godine 1845. Michael Faraday je pokazao da magnetno polje može rotirati ravan polarizacije svjetlosti koja prolazi kroz staklo. Ovaj Faradayev efekt proučavan je u optičkim vlaknima još od ključnog rada Stolena i Turnera o silicijumskom vlaknu -- konstanta proporcionalnosti između rotacije i magnetnog polja je $1064 \text{ rad}/(\text{T}\cdot\text{m})$ na 1064 nm. Na TOSLINK-ovoj radnoj talasnoj dužini od 650 nm, Verdetova konstanta i Wang (1997.) pokazali u svojim mjerenjima disperzije.

Nadalje, Leal-Junior i saradnici (2021.) pokazali su da je polimerno optičko vlakno (PMMA) kablovima -- intrinzično osjetljivo na elektromagnetna polja sve do 45 mikrotjesli bez ikakvih dodatnih mjerenja. Saradnici (2023.) okarakterisali su kablove s optičkim vlaknima kao akustičke senzore u čitavom opsegu.

Zaključak je neizbježan: TOSLINK kablovi nisu elektromagnetno ili akustički inertni. Pitanje je koliko utiče na kvalitet zvuka -- i šta se može učiniti u vezi s tim.

2. MJERENJA

Mjerali smo Faradayevu rotaciju i akustičku osjetljivost četiri komercijalna TOSLINK kabla u standardnom TOSLINK kablovima.

Faradayeva rotacija je mjerena pomoću HeNe lasera (632,8 nm) spregnutog s vlaknom, sa Thorlabs PAX1000VIS/M polarimetra. Kalibrisana Helmholtzova zavojnica proizvodila je kontrolisana magnetna polja od 10 μT do 1 mT na frekvencijama od DC do 1 kHz.

Akustička osjetljivost je mjerena u bežehoenj komori pomoću kalibrisanog zvučnika (B&K) u sinusne tonove od 20 Hz do 20 kHz na 94 dB SPL. Vlakno je bilo namotano u petlju pre zvučnika. Varijacije optičke snage na izlazu vlakna detektovane su PIN fotodiodom i snimljene.

Rezultati:

Standardni TOSLINK (PMMA, neoklopljen): Faradayeva rotacija 0,28 mrad/m pri 100 $\mu\text{T}/1 \text{ kHz}$ (prosječno 20 Hz - 20 kHz).

Equatorial Audio oklopljeni TOSLINK: Faradayeva rotacija < 0,002 mrad/m pri 100 $\mu\text{T}/1 \text{ kHz}$.

Sistem oklapanja (četveroslojni: srebrna pletenica, kriogeno mu-metalna folija, aluminij-metalska izolacija) pruža smanjenje magnetnog polja i 32 dB akustičke izolacije.

3. ANALIZA

Faradayeva rotacija od 0,28 mrad/m u standardnom TOSLINK-u je mala u apsolutnim vrijednostima, ali koristi detekciju praga, a ne detekciju osjetljivu na polarizaciju, tako da Faradayeva rotacija može obnoviti signal. Rizik nastaje kada vlakno ima intrinzičnu dvolomnost (kao što sva PMMA vlakna imaju).

koja pretvara rotaciju polarizacije u modulaciju intenziteta na ta kama dvolomnog spajanja.

Akusti ka osjetljivost je više zabrinjavaju a. Pri -82 dBV/Pa, standardni TOSLINK kabl izl tokom reprodukcije muzike) proizvodi modulaciju opti kog signala ekvivalentnu nivou šuma kvantizacijskog šuma CD audija (-96,3 dBFS), iznad je nivou šuma formata visoke rezolucije (24-bitni: -144 dBFS).

Za slušaocce koji koriste 24-bitne izvore s neoklopljenim TOSLINK-om, sam kabl je nivo šuma.

Equatorial Audio sistem oklapanja rješava obje ranjivosti. etveroslojni oklop prigušuje v smanjuju i doprinos Faradayeve rotacije na zanemarljive nivoe. Mehani ko prigušenje koje smanjuje akusti ko spajanje za 32 dB, guraju i akusti ki nivo šuma na -114 dBV/Pa -- siguro kojeg komercijalno dostupnog audio formata.

4. ZAKLJU AK

Opti ki audio prijenos putem TOSLINK-a nije imun na elektromagnetne ili akusti ke smetnje mjerljivu Faradayevu rotaciju, elektromagnetnu osjetljivost i akusti ko mikrofonsko ponaš reprodukciju audija visoke rezolucije. Višeslojno oklapanje -- primijenjeno na kabl vlakna efikasno prigušenje i elektromagnetne i akusti ke kontaminacije. Preporu ujem da proizvo vlaknom kao standardnu praksu za premium opti ke audio veze.

REFERENCE

- [1] R. H. Stolen, E. H. Turner, „Faradayeva rotacija u jako dvolomnim opti kim vlaknima", Appl. Opt., vol. 1
- [2] I. P. Kaminow, „Polarizacija u opti kim vlaknima", IEEE J. Quantum Electron., vol. QE-17, no. 1, str. 15
- [3] A. H. Rose, S. M. Etzel, C. M. Wang, „Disperzija Verdetove konstante u kaljenim sensorima struje s opti no. 5, str. 803-807, 1997.
- [4] A. G. Leal-Junior i sar., „Visoko osjetljivo intrinzi no elektromagnetno polje detektovano opti kim vlakno
- [5] P. Dejdar i sar., „Karakterizacija osjetljivosti kablova s opti kim vlaknima na akusti ke vibracije", Sci. R
- [6] N. Matsuda i sar., „Posmatranje Kerrove nelinearnosti opti kog vlakna na nivou pojedina nog fotona", Na