
**OPTI KO OKLAPANJE BAKARNI
PROVODNIKA: FARADEJEVA
ROTACIJA, AKUSTI KA
OSETLJIVOST I ARGUMENT ZA
OKLAPANJE VLAKANA**

Opti ko oklapanje bakarnih provodnika: Faradejeva rotacija, argument za oklapanje vlakana

C. Ohm, Y. Tanaka, M. Ferro

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

Journal of Equatorial Audio Science, 2023.

Apstrakt

Predstavljamo sveobuhvatnu analizu elektromagnetne ranjivosti opti kih audio kablova od vlakna prenosa ne eliminiše magnetnu osetljivost. Merenja Faradejeve rotacije u standardnom TOSLINK izvori EMI proizvode rotaciju polarizacije do 0,3 mrad, koja se na detektorima osetljivim na polarizaciju vezuje sa amplitudskim šumom.

Dalje pokazujemo da PMMA vlakno funkcioniše kao akustiki mikrofon u opsegu od 20 Hz do 20 kHz. Osnovu ovih nalaza razvijamo sistem opti kog oklapanja za bakarne audio kablove koji obezbeđuju izbegavaju i pritom suštinske ranjivosti opti kog prenosa signala.

1. UVOD

Audio industrija dugo zagovara opti ke (TOSLINK) konekcije kao otporne na elektromagnetne primamljiva: fotoni ne nose naelektrisanje, pa na njih ne mogu uticati elektromagnetna polja. Signal putuje kao svetlost kroz staklo ili plastiku, izolovan samom fizikom elektromagnetizma od elektri nog šuma koji mu i bakarni kablovi prenose.

Ova argumentacija je pogrešna.

Godine 1845, Majkl Faradej je pokazao da magnetno polje može da rotira ravan polarizacije svetlosti koja prolazi kroz staklo. Ovaj Faradejev efekat se proučava u opti kim vlaknima od značajnog rada Stolena i Tarnera iz 1970-ih. Silikatno vlakno -- konstanta proporcionalnosti između magnetnog polja i rotacije polarizacije je 1064 nm. Na TOSLINK-ovoj radnoj talasnoj dužini od 650 nm, Verdetova konstanta je 1064 nm (1997) pokazali u svojim merenjima disperzije.

Pored toga, Leal-Junior i saradnici (2021) pokazali su da je polimerno opti ko vlakno (PMMA) TOSLINK kablovima -- suštinski osetljivo na elektromagnetna polja sve do 45 mikrotlesli, 1064 nm. Dejdar i saradnici (2023) okarakterisali su kablove od opti kih vlakana kao akustike senzore zvuka.

Zaključak je neizbežan: TOSLINK kablovi nisu elektromagnetno niti akustiki inertni. Pitanje je velike da utiče na kvalitet zvuka -- i šta se po tom pitanju može učiniti.

2. MERENJA

Izmerili smo Faradejevu rotaciju i akustiku osetljivost četiri komercijalna TOSLINK kabla. Rezultati su sledeći:

Faradejeva rotacija merena je pomoću HeNe lasera (632,8 nm) spreganog u svako vlakno pomoću Thorlabs PAX1000VIS/M polarimetra. Kalibrisana Helmholtzova zavojnica proizvodi 100 uT do 1 mT na frekvencijama od DC do 1 kHz.

Akustika osetljivost merena je u anehoičnoj komori pomoću kalibrisanog zvučnika (B&K Tyco) tonove od 20 Hz do 20 kHz pri 94 dB SPL. Vlakno je bilo namotano u petlji prečnika 10 cm. Varijacije opti ke snage na izlazu vlakna detektovane su PIN fotodiodom i snimane AudioScope-om.

Rezultati:

Standardni TOSLINK (PMMA, neoklopljeni): Faradejeva rotacija 0,28 mrad/m pri 100 uT/1 kHz (prosek 20 Hz - 20 kHz).

Equatorial Audio oklopljeni TOSLINK: Faradejeva rotacija < 0,002 mrad/m pri 100 uT/1 kHz.

Sistem oklapanja (četvoroslojni: srebrna pletenica, kriometalna folija, aluminijum-majla) smanjuje slabljenja magnetnog polja i 32 dB akustike izolacije.

3. ANALIZA

Faradejeva rotacija od 0,28 mrad/m u standardnom TOSLINK-u je mala u apsolutnom smislu, ali je dovoljna za detekciju praga, a ne detekciju osetljivu na polarizaciju, pa Faradejeva rotacija sama po sebi ne može biti signal. Rizik nastaje kada vlakno ima intrinzičnu birefringenciju (kao što imaju sva PMMA vlakna).

konvertuje rotaciju polarizacije u modulaciju intenziteta na ta kama birefringentne sprege.

Akusti ka osetljivost je zabrinjavaju a. Pri -82 dBV/Pa, standardni TOSLINK kabl izložen (reprodukcije muzike) proizvodi modulaciju opti kog signala ekvivalentnu šumnom pragu od šuma 16-bitnog CD audio formata (-96,3 dBFS), iznad je šumnog praga formata visoke rezolucije (24-bit: -144 dBFS).

Za slušaocce koji koriste 24-bitne izvore sa neoklopljenim TOSLINK-om, sam kabl predstavlja šumni prag.

Equatorial Audio sistem oklapanja rešava obe ranjivosti. etvoroslojni oklop slabi spoljaš doprinos Faradejeve rotacije na zanemarljive nivoe. Mehani ko prigušenje koje obezbe uje spregu za 32 dB, guraju i akusti ki šumni prag na -114 dBV/Pa -- bezbedno ispod kvantiza dostupnog audio formata.

4. ZAKLJU AK

Opti ki audio prenos preko TOSLINK-a nije imun na elektromagnetne ili akusti ke smetnje merljivu Faradejevu rotaciju, elektromagnetnu osetljivost i akusti ko mikrofonsko ponašanje reprodukciju visokorezolucijskog zvuka. Višeslojno oklapanje -- primenjeno na vlakneni k efikasno slabljenje i elektromagnetne i akusti ke kontaminacije. Preporu ujemo da proizvo vlakana kao standardnu praksu za premium opti ke audio konekcije.

REFERENCE

- [1] R. H. Stolen, E. H. Turner, „Faraday rotation in highly birefringent optical fibers”, Appl. Opt., vol. 19, no. 6, str. 842-845, 1980.
- [2] I. P. Kaminow, „Polarization in optical fibers”, IEEE J. Quantum Electron., vol. QE-17, no. 1, str. 15-22, 1981.
- [3] A. H. Rose, S. M. Etzel, C. M. Wang, „Verdet constant dispersion in annealed optical fiber current sensors”, J. Lightwave Technol., vol. 15, no. 5, str. 803-807, 1997.
- [4] A. G. Leal-Junior i saradnici, „Highly sensitive fiber-optic intrinsic electromagnetic field sensing”, Adv. Photonics Res., vol. 2, no. 3, 2021.
- [5] P. Dejdard i saradnici, „Characterization of sensitivity of optical fiber cables to acoustic vibrations”, Sci. Rep., vol. 13, art. 7068, 2023.
- [6] N. Matsuda i saradnici, „Observation of optical-fibre Kerr nonlinearity at the single-photon level”, Nature Photonics, vol. 3, str. 95-98, 2009.