

---

# DIELEKTRI NA ANIZOTROPIJA ARGUMENT U PRILOG EONIM VLAKNIMA: ORIJENTACIJA PUTANJE KAPACITIVNOG OPTERE ENJA U MAGNETSKI NEUTRALNIM DRVENIM KABLOVSKIM NOSA IMA

---

# Dielektri na anizotropija i argument u prilog eonim vlaknima kapacitivnog optere enja u magnetski neutralnim drvenim kabl

A. Bosque, Y. Tanaka, M. Ferro, H. Park

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

Journal of Equatorial Audio Science, 2026.

## Sažetak

Drveni kablovski nosa dielektri no je tijelo smješteno u bliskom polju signalnog provodnika, pa raspodijeljen i zavisao od orijentacije, paralelan s kablom. U glavnoj obradi stepenovanja neutralnosti drveta (Bosque, Ferro, Park i Tanaka, 2026), orijentacija vlakana prepoznata je kao projektna varijabla, a glodanje s eonim vlaknima zajedni kog mehani kog i dielektri nog argumenta iznesenog u jednom odjeljku. Ovaj prate i rad dielektri no anizotropno: i relativna permitivnost  $\epsilon_{ps\_r}$  i tangens gubitaka  $\tan \delta$  viši su duž uzdužna osa nadmašuje dvije popre ne jer su cjevasta geometrija elija traheida i žila te dipoli poravnati s vlaknom. Izvještavamo o mjerenjima  $\epsilon_{ps\_r}$  i  $\tan \delta$  ekvatorijalne tikovine duž sve tri anatomske ose (uzdužne L, radijalne R i tangencijalne T) analizatorom impedanse sa zašt i enim paralelnim plo ama pri 8, 12 i 16 posto potvr uju i omjer anizotropije  $\epsilon_{ps\_L} / \epsilon_{ps\_T}$  od 1.24 do 1.31 na audio frekvencijama i 12 posto raspodijeljenog kapaciteta kabla koji leži u obra enom ležištu iznad drvenog stupa i ra unamo k eonim vlaknima vertikalno nasuprot bo nim vlaknima: dvije orijentacije mjerljivo se razlikuju, p kapacitet referiran prema kabl u jer postavljaju popre ne ose niske permitivnosti u horizontalnu osu visoke permitivnosti uvaju za vertikalnu putanju optere enja, gdje je elektri ki bezopasna p smješta minimum sprezanja na prava eona vlakna. Zaklju no napominjemo da su eona vlakna p da se dielektri ni argument, izveden nezavisno i naknadno, slaže s mehani kim do mjere u kojoj,

## 1. UVOD

Kablovski nosa ne nosi signal. Stoji pored njega. Upravo zato se njegova elektri na uloga kabla o igledno nije u strujnom kolu, pa je primamljivo zaklju iti da su njegov sastav, vla inženjera. Glavni rad o stepenovanju neutralnosti (Bosque, Ferro, Park i Tanaka, 2026) iznio je magnetsku polovinu argumenta -- da je nosa u neprekidnom kontaktu s provodnikom dio okruženja bliskog polja tog provodnika. Sadržaj mjerljivi ulaz instalacije, a ne ukras. Dielektri nu polovinu riješio je u jednom od, dužinu koju fizika zaslužuje.

Elektri na injenica da blok stoji pored kabla umjesto u njemu ne uklanja ga iz strujnog k sprezanja. Dielektri no tijelo u polju provodnika kapacitivno pohranjuje energiju, a raspod linijom jeste optere enje, malo ali stvarno, ija veli ina zavisi od permitivnosti tijela i ori nije izotropan dielektrik. Njegova permitivnost zavisi od smjera, pa drveni nosa nema jed odabrana na glodalici uglom pod kojim je gredica izrezana.

Tvrdnja ovog rada uska je i kvantitativna. Orijentacija s eonim vlaknima vertikalno, spec godovi na gornjoj plohi, vlakna vertikalno niz putanju optere enja -- orijentacija je koja m kabl u; taj minimum je mjerljiv, a ne pojmovni, i podudara se s orijentacijom ve odabrano efekat velik. Tvrdimo da ima predznak, veli inu i poželjan smjer te da je proizvo a koji b drugom smjeru pomjerio broj u pogrešnom smjeru ne znaju i da broj postoji.

## 2. DIELEKTRI NA ANIZOTROPIJA DRVETA

Drvo je elijska vrsta tvar izgra ena od dugih, šupljih, aksijalno poravnatih elija -- traheid vrstama poput tikovine -- ija duga osa definira vlakna. Ta geometrija izvor je mehani ke jednako je izvor dielektri ne anizotropije koja je manje poznata, ali jednako stvarna i oda Torgovnikov, 1993).

Tri mehanizma ine permitivnost zavisnom od smjera i sva tri favoriziraju uzdužnu osu. Pr neprekidne polarizabilne putanje duž vlakna, a prekinute poprijeko na njega, pa se me up polarizacija na brojnim granicama zida i lumena prvenstveno akumulira duž vlakana. Drug dominantni doprinos permitivnosti drveta u svim osim najsušim stanjima -- nalazi se u ok mikrofibrilarna skela i sami poravnati s vlaknom, pa je orijentacijska polarizacija dipola vezane vode lakša duž vlakana nego poprijeko. Tre e, dva popre na smjera, radijalni R i tangencijalni T, me usobno se razliku uzdužne vrijednosti L. Rezultat, dosljedan u cijeloj literaturi, jeste poredak  $\epsilon_{ps\_L} > \epsilon_{ps\_R} \sim \epsilon_{ps\_T}$ , s istim poretkom tangensa gubitaka, i omjer anizotropije  $\epsilon_{ps\_L} / \epsilon_{ps\_T}$  koji je obi no 1.2 do 1.5 za tvrde vrste umjer rasponu.

Apsolutne vrijednosti su umjerene i njima dominira vlaga. Drvo osušeno u pe i nalazi se b monotono raste s pove anjem sadržaja vlage jer svaki prirast vezane vode dodaje dipole p razlog je zbog kojeg je sadržaj vlage, a ne vrsta, najve a poluga dielektri nog doprinosa argument anizotropije klju na je strukturna, a ne broj ana injenica: smjer najviše permitti odre uje stolar, ne drvo.

### 3. MJERENJE: PERMITIVNOST I GUBITAK DUŽ TRI OSE

Izmjerali smo  $\epsilon_{\text{ps\_r}}$  i  $\tan \delta$  na obra enim uzorcima tikovine izrezanim duž svake od tri primjenjivala elija s paralelnim plo ama kroz uzorak redom prolazilo uzdužno, radijalno i stranice 40 mm, debljine 3.0 mm, s ravnim i paralelnim plohamu unutar +/- 10 mikrometara, izrezani iz tri ekvatorijalne gredice stepena 5N odabrane prema glavnom protokolu kako magnetsko one iš enje ne bi zamutilo uzoraka kondicioniran je do ravnoteže na tri sadržaja vlage -- 8, 12 i 16 posto -- u komorama vlažnosti, a vlaga je na kraju ciklusa gravimetrijski potvr ena prema masi nakon sušenja u pe i.

elija je bila zašti ena naprava s paralelnim plo ama tipa opisanog ranije (Tanaka i Park, impedanse Keysight E4990A od 20 Hz do 10 MHz. Zaštitni prsten potiskuje rubna polja tako da izmjereni kapacitet odgovara definiranoj površini elektrode, a izvedena permitivnost predstavlja vrijednost mase mater tangens gubitaka o itava se direktno kao faktor disipacije naprave. Kontakt je ostvaren kl elastomera da bi se prilagodio preostaloj hrapavosti obra enih ploha bez ljepila koje bi d

Pri 12 posto sadržaja vlage i 1 kHz tikovina je dala  $\epsilon_{\text{ps\_L}} = 2.64$ ,  $\epsilon_{\text{ps\_R}} = 2.09$  i  $\epsilon_{\text{ps\_T}} = 2.02$ , omjer anizotropije  $\epsilon_{\text{ps\_L}} / \epsilon_{\text{ps\_T}}$  od 1.31 i  $\epsilon_{\text{ps\_L}} / \epsilon_{\text{ps\_R}}$  od 1.26; dvije popre ne ose slagale su se unutar 4 posto, kao što se isti poredak:  $\tan \delta$  bio je 0.021 duž vlakana i 0.014 do 0.015 poprijeko na njih. Kroz audio pojas od 20 Hz do 20 kHz permitivnosti su bile ravne unutar 3 posto, a omjer anizotropije zadržao se izme u 1.24 i posto podiglo je svaku vrijednost --  $\epsilon_{\text{ps\_L}}$  je dosegao 3.08 -- i, važno, blago proširilo anizotropiju jer se dodana vezana voda prvenstveno polarizira duž favorizirane ose. Sušenje na 8 posto smanjilo je i apsolutne vrijednosti i omjer. Anizotropija stoga nije fiksna konstanta materijala, nego konstanta modulirana vlagom, najja a tamo gdje je najm materijal najsuši; pri isporu enoj specifikaciji od 12 +/- 1 posto jasno je razlu ena i stabi

### 4. MODEL RASPODIJELJENOG KAPACITETA LEŽIŠTA, KABLA I STUPA

Da bismo tri permitivnosti pretvorili u projektnu odluku, potrebna nam je geometrija sprežanja. Kabel ne leži na ravnom bloku; po iva u ležištu, plitkom zaobljenom žlijebu obra enom u gornjoj plohi, tako da je kona ni debljinom zida plašta. Drvo neposredno ispod tog luka -- kratki vertikalni stup koji ide od dna ležišta u tijelo bloka -- mjesto je gdje je polje izme u provodnika i bilo kojeg udaljenog povratnog uzemljenja najja e i gdje se poh kabla i nosa a. Udaljenije i dublje drvo doprinosi težinom koja brzo opada kako se polje š

To modeliramo kao raspodijeljeni kapacitet po jedinici dužine trase, integriraju i energiju i oko ležišta, s tenzorom permitivnosti drveta unesenim osa po osa. Konstrukcija je standardna za anizotropni dielektrik: vertikalna komponenta polja uzorkuje permitivnost vertikalne ose, horizontalne komponente uzorkuju da ležište koncentrira polje u gotovo vertikalno podru je neposredno ispod provodnika, do kapacitet pružaju prema van i dolje kroz bokove stupa, horizontalne permitivnosti nose ve jedna je inženjerski zanimljiva vrijednost: kapacitet koji blok dodaje kابلu, u pikofaradima po bloku, kao funkcija orijentacije tenzora permitivnosti.

Prakti no su zanimljive dvije orijentacije. Glodanje s eonim vlaknima vertikalno postavlja optere enja, a dvije niske popre ne ose R i T ostavlja u horizontalnoj ravni. Glodanje s b (horizontalno) polaže uzdužnu osu L u horizontalnu ravan, gdje je uzorkuju snažne horizontalne komponente polja, a jednu popre nu osu postavlja vertikalno. Unošenje izmjerenih konstanti pri 12 posto u model rep kabla 12 mm, zaobljeno ležište od 3 mm, visina bloka 60 mm, nazivni povrat uzemljenja na udaljenosti šasi je) daje približno 1.9 pF po bloku za orijentaciju eonih vlakana i približno 2.3 pF po bloku za orijentaciju bo nih v posto, nastalu samo uglom reza. Po bloku je to malo. Tako er je stvarno, ponovljivo, jedn košta samo odluke da gredicu pravilno orijentira, a sabira se preko nekoliko blokova cijele trase.

### 5. PREGLED UGLA VLAKANA I OSJETLJIVOST NA VLAGU

Dvije imenovane orijentacije krajnje su ta ke kontinuuma i vrijedi potvrditi da su eona vl proizvoljna izbora. Obradili smo niz uzoraka s uglovima vlakana od 0 deg (vlakno vertikal do 90 deg (vlakno horizontalno, bo na vlakna) prema osi optere enja i svaki izmjerili u ge provodnikom iznad njega. Kapacitet referiran prema kابلu monotono je rastao s uglom vla deg do maksimuma bo nih vlakana pri 90 deg, pomno slijede i ponderiranje kvadratom kos se uzdužna osa visoke permitivnosti postepeno okre e u horizontalno polje. Krivulja je pli

glodanja ne košta gotovo ništa -- a najstrmija kroz sredinu pregleda, pa je kazna za istinu nesavršen, ali dobronamjeran. Minimum je na pravim eonim vlaknima i jest minimum, a ne

Sadržaj vlage pomjera cijelu krivulju vertikalno bez pomjeranja mjesta minimuma. Budući da je vodom, blok koji je odlutao s 12 na 16 posto vlage dodaje više kapaciteta u apsolutnom smislu nego što bih vlakana pri fiksnoj vlazi -- poluga vlage već je od poluge orijentacije. Ali te dvije stvari podižu dno, ne mijenja koja je orijentacija najniža. Orijentacija i kondicioniranje stoga su komplementarne kontrole i obje se moraju primijeniti. To je mjerena osnova za sušenje svake stepenovane gredice u peći na mjestu sušenja. Provjeru vlage u rasporedu održavanja: orijentacija se trajno ugrađuje glodanjem i ne može se nosa ostavljen da se uravnoteži s vlažnom prostorijom polako predaje marginu koju je glodanje

Usput napominjemo da slaganje poprečnih osi izmjereno u Odjeljku 3 znači da je izbor između horizontalnoj ravni nevažan unutar mjerne nesigurnosti; blok se može zakrenuti oko svoje vertikalne ose radi najljepšeg izgleda godova na gornjoj plohi bez dielektri ne posljedice, pod uslovom da vlakna ostanu vertikalna.

## 6. RASPRAVA: DVA ARGUMENTA, JEDNA ORIJENTACIJA

Orijentacija eonih vlakana nije usvojena zbog dielektričnog ponašanja. Usvojena je zato što je na in tla nog opterećenja drveta: s vlaknima postavljenim vertikalno, sila prema dolje preklapa se sa silom težine, a blok se suprotstavlja statičkoj težini kablovske trase i slijeganju instalacije dimenzijsku promjenu. To je star i nesporan dio konstrukcijskog inženjerstva drveta koji je odredio specifikaciju glodanja prije mjerjenja bilo koje permitivnosti.

Ovdje navedena dielektrična mjerenja obavljena su naknadno i na elno su se mogla ne sloziti s mjerjenjima vlakana mogla je biti osa niske permitivnosti, pa binjeno vertikalno postavljanje bilo mekano i bi nametnulo kompromis. Nisu se razila. Osa duž vlakana osa je visoke permitivnosti, pa je vertikalno postavljanje uklanja iz horizontalne ravni u kojoj je polje kabla najjače, što je ta no ono što model kapaciteta za blok ne uzima u obzir. nezavisno je i dielektrično najtiša orijentacija. Dva argumenta izgrađena su iz različite fizike i rješavali različite probleme, i biraju isti rez.

Tom slaganju ne pripisujemo mističnu težinu; anizotropni materijali često imaju me usobno komplementarne permitivnosti jer oba svojstva proizlaze iz iste poravnate mikrostrukture, a tikovina je takva. Proizvođa koji slijedi samo mehanički argument stiže do eonih vlakana i, bez namjere, ugrađuje. Proizvođa koji zanemari mehanički argument radi ukrasnih bojih vlakana gubi na oba računa. Najbolje slušajnost kojoj se treba uditi koliko razlog da se vjeruje specifikaciji: kada dvije nezavisne stvari daju isti broj, vjerovatnije je da je broj tačan.

## 7. ZAKLJUČAK

Drvo je dielektrično anizotropno tijelo, a drveni kablovski nosač to je tijelo smješteno u blok. U instalaciji mali je raspodijeljeni kapacitet iju veličinu proizvođač, svjesno ili ne, postavlja. Upravo zbog permitivnosti i gubitak ekvatorijalne tikovine, potvrdili o ekvivalentni poredak  $\epsilon_{L} > \epsilon_{R} \sim \epsilon_{\theta}$  i isporu enom sadržaju vlage i proveli te konstante kroz model kapaciteta ležišta i stupa do blok u -- koji se mjerljivo razlikuje između glodanja s eonim i bojih vlaknima. Orijentacija i boja približno 0.4 pF i 18 posto u reprezentativnoj geometriji, a pregled ugla vlakana potvrđuje

Margina po bloku mala je i ne želimo je preuveličati. Tvrdimo samo da je stvarna, da ima specifičan na mehaničkim osnovama. Equatorial Elevation Block gloda se s eonim vlaknima i najkru i na in nošenja tla nog opterećenja; ovdje navedena dielektrična analiza provedena s eonim vlaknima i dielektrično najtiši. Svaki blok isporu uje se s eonim vlaknima prema gore, sušen u peći i u svojim stepenom i izmjenjenim konstantama na certifikatu. Pozivamo itaoca da bilo kojeg u kojem smjeru idu njihova vlakna i zašto.

## REFERENCE

- [1] James, W. L. (1975). Dielektrična svojstva drveta i lesonita: varijacija s temperaturom, frekvencijom, sadržajem vlage. Forest Service Research Paper FPL-245, Forest Products Laboratory, Madison.
- [2] Torgovnikov, G. I. (1993). Dielektrična svojstva drveta i materijala na bazi drveta. Springer-Verlag, Berlin.
- [3] Skaar, C. (1988). Odnosi drveta i vode. Springer Series in Wood Science, Springer-Verlag, Berlin.
- [4] Norimoto, M. (1976). Dielektrična svojstva drveta. Wood Research: Bulletin of the Wood Research Institute, 21, 1-10.
- [5] Bosque, A., Ferro, M., Park, H., Tanaka, Y. (2026). Stepovanje magnetske neutralnosti konstrukcijskih materijala audio nosača. Journal of Equatorial Audio Science, 7(2), 44-71.

- [6] Tanaka, Y., Park, H. (2022). Mjerenje permitivnosti anizotropnih vrstih tijela s malim gubicima zaštite. *Audio Science*, 3(1), 12-29.