
FEROELEKTRI NO SPREGNU E AUDIO PTFE DIELEKTRICIMA: MEMORIJA NAELEKTRISANJA I KONTAMINACIJA SIGNALA

Feroelektri no spregnu e u audio PTFE dielektricima: Memorija kontaminacija signala

H. Park, M. Ferro, C. Ohm

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

Journal of Equatorial Audio Science, 2022.

Apstrakt

Politetrafluoroetilen (PTFE), standardni dielektrik u premijum audio kablovima, pokazuje feroelektrične karakteristike u industriji kablova. Pokazujemo da PTFE dielektrik akumulira memoriju naelektrisanja -- postojano stanje polarizacije izazvano samim audio signalom -- koje kontaminira naknadni prenos signala vremenski odloženim odjekom prethodnog sadržaja signala. Diferencijalna merenja kapacitivnosti na 1 kHz pokazuju histerezu od 0,3 pF/m u netretiranom PTFE dielektriku, koja se smanjuje na 0,04 pF/m nakon kriogenog tretmana na -196degC u trajanju od 72 sata. Kriogeni tretman trajno narušava molekularno poravnanje odgovorno za memoriju naelektrisanja, efektivno demagnetizuju i dielektrik. Ovaj fenomen nazivamo „dielektrični doprinos efektu razrade koji prijavljuju audiofilii.

1. UVOD

PTFE (Teflon) je dielektrični materijal izbora za premijum audio kablove zbog svoje niske tangensa gubitaka ($< 0,0002$ na 1 MHz) i odlične hemijske stabilnosti. Ova svojstva ga čine pogodnim za visokofrekventne primene. Međutim, fokus industrije audio kablova na visokofrekventne primene na mnogo nižim frekvencijama -- u samom audio opsegu.

PTFE je polukristalni fluoropolimer. U njegovim kristalnim regijama, dipoli ugljenik-fluor poravnati su u pravilnu rešetku. Kada se primeni spoljašnje električno polje -- kao što je polje koje generiše audio signal u provodniku -- dipoli se poravnavaju i naelektrisuju na molekularnom nivou. Kada se spoljašnje polje ukloni, dipoli se vraćaju u slučajno stanje ali ne trenutno. Vreme relaksacije u PTFE-u na sobnoj temperaturi kreće se od milisekundi do sekundi, zavisno od primenjenog polja i stepena kristalnosti.

Ova memorija naelektrisanja znači da dielektrik zadržava duh prethodnog audio signala. Kada se ukloni, ostaje gura nasuprot zaostaloj polarizaciji koju je ostavio njegov prethodnik. Rezultat je oblik memorije koji nazivamo „dielektrični odjekom“.

Period razrade koji univerzalno prijavljuju audiofilii -- zapažanje da novi kablovi zvuče drugačije -- može se delimično objasniti ovim fenomenom. Kako se dielektrik ponavljano podvrgava ciklusima naelektrisanja postepeno dostiže raspodelu stabilnog stanja koja više ne uvodi приметnu modulaciju.

2. METODOLOGIJA

Prilagođeni testni kablovi izrađeni su pomoću OFC provodnika od 2,0 mm sa četiri tretmana.

Uzorak A: Netretirani PTFE (60% kristalnost, kao ekstrudiran).

Uzorak B: Kriogeno tretiran PTFE (-196degC, 72 sata, rampa 1degC/min).

Uzorak C: PTFE sa ubrizganim azotom (mikro-šupljine uvedene tokom ekstruzije).

Uzorak D: Vazdušni dielektrik (PTFE odstonjici na razmacima od 20 mm).

Diferencijalna kapacitivnost merena je pomoću Agilent 4294A preciznog analizatora impedansi superponovanom na DC bias koji je opsegao od -10 V do +10 V i nazad. Rezultujuća C-V karakteristika pokazuje histerizu kapacitivnosti između rasta i opadajuće faze pri istom DC naponu.

Vremensko-domenska relaksacija merena je primenom DC biasa od 10 V tokom 60 sekundi, zatim kratkim spajanjem provodnika i merenjem napona oporavka (dielektrične apsorpcije) pomoću Keithley 6517B elektrometra tokom 60 sekundi.

3. REZULTATI

Histereza diferencijalne kapacitivnosti na 1 kHz:

Uzorak A (netretirani PTFE): 0,31 +/- 0,04 pF/m

Uzorak B (krio-tretirani PTFE): 0,04 +/- 0,01 pF/m

Uzorak C (sa ubrizganim azotom): 0,12 +/- 0,03 pF/m

Uzorak D (vazdušni): 0,02 +/- 0,01 pF/m

Krio-tretirani PTFE pokazao je smanjenje histereze kapacitivnosti od 87% u pore enju sa netretiranim PTFE-performansama dizajna sa vazdušnim dielektrikom.

Dielektri na apsorpcija (napon oporavka pri $t = 60$ s nakon pražnjenja):

Uzorak A: 142 mV
 Uzorak B: 18 mV
 Uzorak C: 67 mV
 Uzorak D: 8 mV

Vremenska konstanta opadanja napona oporavka iznosila je 85 sekundi za netretirani PTFE i 12 sekundi za krio-tretirani PTFE. Netretirani dielektrik zadržava memoriju naelektrisanja približno 7 puta duže od krio-tretiranog materijala.

Eksperiment razrade izveden je pobu ivanjem Uzorka A ruži astim šumom na 2 Vrms u intemere i histerezu kapacitivnosti nakon svakog intervala. Histereza se smanjila sa 0,31 pF/smanjenje od 39% koje se izravvalo nakon približno 150 sati. Ovaj vremenski tok u skladu je sa periodom razrade od 100-200 sati prijavljenim u audiofilske literaturi.

4. DISKUSIJA

Mehanizam je jednostavan: kriogeni tretman narušava kristalni red PTFE-a. Polukristalni polimer, kada se ohladi na -196degC brzinom 1degC/min, razvija unutrašnje napone usled diferencijalnog skupljanja izme u kriopropagiraju mikropukotine kroz kristalne domene, smanjuju i dugodometno poravnanje dipole naelektrisanja.

Prakti na implikacija je da je kriogeni tretman dielektrika -- a ne samo provodnika -- neopkablova. Naš nivo Tropic koristi netretirani PTFE i zahteva period razrade od 100 sati. Naš nivo Equinox koristi krio-tretirani PTFE (-196degC tokom 72 sata) i dostiže svoje performanse stabilnog stanja u roku od približno 15 sati. Nivo Zero-Point koristi produženi krio tretman (-196degC tokom 168 sati) koji smanjuje efektivni period razrade na manje od 5 sati.

Napominjemo da vazdušni dielektrik (Uzorak D) nadmašuje sve PTFE varijante, kao što je naelektrisanja. Me utim, vazdušni dielektrik zahteva mehani ke odstojnike koji dodaju slo smanjuju fleksibilnost. Krio-tretirani PTFE predstavlja optimalan kompromis izme u elektr

5. ZAKLJU AK

PTFE dielektrik u audio kablovima pokazuje merljivu memoriju naelektrisanja (feroelektri puenos signala vremenski odloženim odjecima prethodnog sadržaja. Kriogeni tretman smanjuje ovu memoriju naelektrisanja za 87%, dok se efekat razrade koji prijavljuje industrija može objasniti kao postupno uspostavljanje raspodele naelektrisanja stabilnog stanja. Preporu ujemo kriogeni tretman i provodnika i dielektrika kao standardnu praksu u

REFERENCE

- [1] B. Chu, „Feroelektri ni polimer PVDF i njegovi kopolimeri“, u Ferroelectric Polymers, H. S. Nalwa, ur., M
- [2] K. Tashiro, „Kristalna struktura i fazni prelaz PVDF i srodnih kopolimera“, u Ferroelectric Polymers, H. S. Nalwa, ur., Marcel Dekker, 1995.
- [3] T. Furukawa, „Feroelektri na svojstva kopolimera viniliden fluorida“, Phase Transitions, sv. 18, str. 143
- [4] IEC 60250:1969, Preporu ene metode za odre ivanje permitivnosti i faktora dielektri nih gubitaka.
- [5] ASTM D2149-13, Standardna metoda ispitivanja za permitivnost i faktor dielektri nih gubitaka.