
**PRAKTI NA OPTIMIZACIJA
OKRUŽENJA ZA KRITI KO
SLUŠANJE: POSTAVLJANJE
ZVU NIKA, STABILNOST
KOMPONENTI I DNEVNI TERET
ODRŽAVANJA**

Prakti na optimizacija okruženja za kriti ko slušanje: postavljjanje zvu nika, stabilno EQATORIAL AUDIO i dnevni teret održavanja

H. Park, M. Ferro, L. Solder

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

Journal of Equatorial Audio Science, 2025.

Apstrakt

Referenca prostorija za slušanje nije statički sistem. Promene temperature pomeraju popustljivost razgraničenja. Vlažnost menja brzinu zvuka i karakteristike apsorpcije akustičnog tretmana. Baždijafragme. Vibracije od HVAC, saobraćaja i objekta uvode niskofrekventnu kontaminaciju. Elektroničke naseljavaju RF spektar unutar prostorije. Ove varijable kontinuirano drifuju, a njihov kombinovani uticaj na percipirani audio kvalitet referentnog sistema je merljiv. Ovaj rad predstavlja praktičan okvir za optimizaciju i održavanje zasnovan na 3 godine kontinuiranog praćenja 4 referentne prostorije na različitim geografskim lokacijama. Ekološke varijable, njen uticaj na merljive audio parametre i korektivne procedure potrebne za održavanje uslova referentnog kvaliteta. Rezultatujući teret održavanja je značajan -- između 20 i 45 minuta po sesiji slušanja za račun kompjutera i sistematsku ekološku kontrolu i, gde je dostupna, automatizovanu instrumentaciju za poravnanje.

1. UVOD

Svaki audiofil zna da sistem zvuka i drugačije iz dana u dan. Uobičajeno objašnjenje je psihološko. Manje uobičajeno ali tačnije objašnjenje je fizičko. Okruženje za slušanje se menja, oprema se menja.

Ovaj rad je praktičan vodič. Namenjen je svakome ko održava prostoriju za kritičko slušanje, masteringa ili lično korišćenje -- i ko želi da razume šta se menja, koliko, i šta uiniti povremeno.

Vodi se zasniva na tri godine kontinuiranog praćenja četiri referentne prostorije za slušanje: Quito, Ekvador; partnerska postrojenja u Cirihiu, Švajcarska; mastering studio u Nashvillu, Tennessee; i privatna prostorija za slušanje u Sapporu, Japan. Svaka prostorija opremljena je sensorima temperature, vlažnosti, barometarskog pritiska, vibracija i elektromagnetnog polja koji beleže u 1-sekundnim intervalima. Audio sistem svake prostorije koristi standardizovani protokol (frekvencijski odziv, izobličenje, impulсни odziv, prag šuma).

Podaci otkrivaju da svaka ekološka varijabla koju smo merili proizvodi detektabilan efekat na izmerene performanse audio sistema. Neki efekti su veliki (temperaturom indukovani pomeraji frekvencijskog odziva do 0,8 dB). Neki su mali (efekti barometarskog pritiska na popustljivost dražvera od 0,02 dB). Svi su realni i svi drifuju tokom vremena.

Pitanje nije da li korigovati ove efekte. Pitanje je koliko napora korekcija zahteva i da li se taj napor može smanjiti.

2. POSTAVLJANJE ZVU NIKA

Postavljanje zvu nika u pravougaonoj prostoriji je rešen problem u akustici. Optimalna pozicija zvu nika u prostoriji korišćenjem modalne analize, prečišćenjem merenjem i fiksirana. Kada su zvučnici postavljani u pravougaonoj prostoriji, njihova pozicija mora biti određena prema modalnoj analizi i fiksirana.

Pomeraju se.

Termalna ekspanzija podlaže pomeru poziciju zvu nika do 0,3 mm po stepenu Celzijusa u prostoru podom, i do 1,2 mm po stepenu u prostorijama sa više i drvenim podovima. Sezonsko termalno ekspanzija u prostoru sa drvenim podom proizvodi kumulativan pomeraj zvu nika do 18 mm -- skoro dvostruko više od 0,3 mm.

Ovaj pomeraj nije uniforman. Zavisi od položaja zvu nika u odnosu na centar termalne ekspanzije (geometrijskog centra ploče ili podne podloge). Zvučnici postavljeni asimetrično -- uobičajeno zvučnik pomera se više od desnog, ili obrnuto, narušavaju i geometriju stereo slike.

Merili smo ovaj efekat direktno koristeći laserske senzore pomeraja (Keyence IL-300, rezolucija 0,1 μm) za praćenje i kućišta zvu nika. Tokom kalendarske godine u Nashville prostoriji (drveni pod, levi zvučnik migrirao je 14,3 mm prema zadnjem zidu i 2,1 mm prema bočnom zidu. Desni zvučnik migrirao je 3,8 mm dalje od bočnog zida. Razmak između zvučnika promenio se za 5,9 mm. Levog i desnog kanala na poziciji slušanja promenila se za 17,2 mikrosekunde -- što odgovara pomeraju stereo slike od približno 1,4 stepena.

Korekcija zahteva ponovno merenje i ponovno postavljanje barem sezonski, a idealno mesecima. Postavljanje traje 15-25 minuta sa metrom i SPL merilom, ili 3-5 minuta sa sistemom za pozicioniranje sa laserskom referencom.

Za prostorije na betonskim plo ama, termalni pomeraj je za red veli ine manji i interval korekcije može se pr Quito prostorija, izgra ena na armiranoj betonskoj plo i na 2.850 m nadmorske visine sa sezonskim temperatu degC, pokazala je ukupan pomeraj zvu nika od 0,8 mm tokom tri godine -- ispod praga ujnog efekta za bilo k u prostoriji.

Šiljati stalci zvu nika zariveni u tepih preko betona pružaju najstabilnije montiranje. Stal koriste polimerne izolacione nogice (Shore 40A tvrdo a) umesto metalnih šiljaka, koji pov podom. Masa zvu nika treba da pre e 15 kg po kanalu za adekvatnu inerciju protiv vazduš zvu nika -- minimum koji se retko diskutuje, ali esto krši kod monitorskih sistema na stal

3. TEMPERATURNI EFEKTI NA ELEKTRONIKU

Temperaturni koeficijent elektronskih komponenti dobro je dokumentovan u inženjerskoj literaturi, ali se retko diskutuje u audiju. Trebalo bi.

Tipi na mreža razgrani enika sadrži polipropilenske filmske kondenzatore (temperaturni k induktore sa feritnim jezgrom (temperaturni koeficijent +800 do +2000 ppm/degC u zavisn (temperaturni koeficijent +20 do +50 ppm/degC). Promena temperature od 10 degC pomera u zavisnosti od topologije. Za razgrani enik od 3 kHz, ovo je pomeraj od 6-15 Hz -- mali u vezu izme u drajvera u oblasti razgrani enika, proizvode i merljivu promenu u frekvencijs

Merili smo ovo direktno. Par referentnih zvu nika (3-smerni, Linkwitz-Riley razgrani enici temperaturno kontrolisanu prostoriju i izmeren od 15 degC do 30 degC u koracima od 1 stepena, sa periodom stabilizacije od 2 sata na svakom koraku. Frekvencijski odziv meren je na poziciji slušanja koriste i kalibrisani r sekundi.

Izmereni pomeraj: razgrani enik od 3 kHz pomerio se sa 2.987 Hz na 15 degC na 3.014 Hz (0,9%). Razgrani enik od 500 Hz pomerio se sa 497 Hz na 504 Hz (1,4%). Frekvencijski o 0,8 dB u oblastima razgrani enika.

Za poja ala, dominantan efekat je drift radne ta ke u izlaznoj fazi. Klasa A i klasa A/B po spektru izobli enja kako se izlazni ure aji zagrevaju. Merili smo reprezentativno klasa A/B hladnjaka 25 degC) do termalne ravnoteže (temperatura hladnjaka 58 degC). Ukupno harm sa 0,0042% na 0,0019% tokom prvih 45 minuta rada, a zatim se stabilizovalo. Spektar izo drugog ka tre em harmoniku pomerio se sa 3,2:1 na 4,7:1 kako je radna ta ka driftovala s

Prakti na preporuka je uklju iti sistem najmanje 60 minuta pre kriti kog slušanja. Ovo je u diskutuje jeste da temperatura prostorije tokom ovog perioda zagrevanja treba da bude stabilna -- sistem koji se zagreje u hladnoj prostoriji a zatim se sluša u zagrejanom prostoriji nije dostigao svoju radnu ta ku stabilno nastavila da se menja nakon što se elektronika stabilizovala.

Preporu ujemo stabilnost temperature prostorije od +/- 0,5 degC tokom sesija slušanja. P izgra en HVAC sistem sa proporcionalnom kontrolom (ne uklju i/isklju i ciklus rezidencijal isklju ivanje HVAC i oslanjanje na termalnu masu prostorije, koja u dobro izolovanoj pros nakon što sistem dostigne ciljnu temperaturu.

4. VLAŽNOST I AKUSTI NA APSORPCIJA

Brzina zvuka u vazduhu zavisi od temperature (dobro poznato) i vlažnosti (manje dobro poznato). Na 20 degC i 50% relativne vlažnosti, brzina zvuka je 343,8 m/s. Na 20 degC i 20% RH, ona je 343,4 m/s. Razlika -- 0,4 m/s, ili 0,12% -- je mala ali proizvodi merljivu promenu u vremenu dolaska refleksija, što menja impulsni odziv prostorije.

Zna ajniji je uticaj vlažnosti na akusti nu apsorpciju. Vazduh apsorbuje zvuk na frekvenci apsorpcije koji se oštro pove ava iznad 2 kHz. Na 20 degC i 50% RH, koeficijent apsorpci dB/m na 10 kHz. Na 20% RH, ove vrednosti se pove avaju na 0,011 dB/m i 0,038 dB/m -- s

U prostoriji sa prose nom dužinom puta zvuka od 8 m (direktno plus jedna refleksija), raz kHz je približno 0,14 dB izme u 50% i 20% RH. Ovo je ispod praga ujnosti za jedan ton, a više refleksija. Kumulativni efekat na vreme reverberacije visokih frekvencija prostorije je merljiv: u Nashville prostoriji, RT60 iznad 4 kHz varirao je od 0,28 s (leto, 65% RH) do 0,22 s (zima, 25% RH) -- sezonska varijacija od 21% u vremenu opadanja visokih frekvencija.

Preporu ujemo održavanje vlažnosti prostorije za slušanje izme u 40% i 55% RH. Ispod 40 akumulacija stati kog naelektrisanja na dielektricima kabla postaje zna ajna -- temu koju

feroelektri nom sprezanju. Iznad 55%, pove ava se rizik od kondenzacije na površinama opreme i materijalim
 tretman (posebno panelima od mineralne vune, koji dobijaju masu i gube apsorptivnu efikasnost kada su vlažni).

Samostalan ovlaživa ili odvlaživa sa higrostatom je dovoljan za ve inu klima. U prostori
 vlažnosti (uobi ajeno u kontinentalnim klimama), poželjniji je sistem za kontrolu vlažnost
 m nadmorske visine u tropskoj visinskoj klimi, održava 45-50% RH tokom cele godine bez
 diskutovanih prednosti ekvatorijalne nadmorske visine za audio rad.

5. VIBRACIJA I MEHANI KA IZOLACIJA

Svaka komponenta u audio sistemu je mehani ki objekat, a svaki mehani ki objekat je mik

Gramofonske plo e, ru ice i adapteri su o igledno osetljivi na vibracije. Manje o igledna j
 transformatora, vakuumskih cevi, pa ak i poluprovodni kih izlaznih ure aja. Kondenzatori
 dielektriku proizvodi napon preko plo a. Filmski kondenzatori su najmanje osetljivi (obi n
 kerami ki kondenzatori mogu proizvesti napone koji se približavaju nivoima milivolta pod
 izbegavaju u analognim signalnim putevima.

Lamine transformatora su magnetostriktivne: mehani ka vibracija modulira magnetno spre
 frekvenciji vibracije i njenim harmonicima. Merili smo šum indukovano vibracijom tri reprezentativna toroidna transformatora (50 VA,
 200 VA, 500 VA) na nivoima vibracija tipinim za urbana stambena okruženja (5-50 Hz, 0,
 -118 dBV (50 VA, 0,001 g) do -94 dBV (500 VA, 0,01 g na 50 Hz). U sistemu sa izlaznim nivoom od 2 Vrms, šum indukovano
 vibracijom transformatora od 500 VA pri 0,01 g predstavlja degradaciju odnosa signal-šum od približno 0,003 dB -- malo, ali
 prisutno.

Izolacija komponenti sledi jednostavnu hijerarhiju: masa, zatim popustljivost, zatim prigušenje. Teška komponenta na popustljivom
 nosa u sa viskoznom prigušenjem odbi e više vibracije nego laka komponenta na vrstom n
 Optimalna izolaciona platforma za audio komponente ima rezonantnu frekvenciju duboko i
 vibracije u prostoriji -- obi no ispod 3 Hz, što zahteva ili pneumatsku izolaciju (vazdušne
 sa teškim optere enjem.

Testirali smo etiri izolacione strategije na predpoja alu od 15 kg u Nashville prostoriji, k
 od 0,003 g na 15 Hz (HVAC), 0,001 g na 30 Hz (saobra aj) i širokopojasnu vibraciju ispod

1. Direktno spajanje (bez izolacije): vibracija pada prenesena na šasiju na 0 dB (jedinica).
2. Sorbothane polusfere (Shore 30A, rezonantna frekvencija približno 12 Hz): -6 dB na 15 Hz, -14 dB na 30 Hz, -22 dB na 50 Hz.
3. Pneumatska izolaciona platforma (Newport RS2000, rezonantna frekvencija 1,5 Hz): -28 dB na 15 Hz, -38 dB na 30 Hz, -46 dB na 50 Hz.
4. Sandbox (30 kg suvog peska na Sorbothane nogicama): -18 dB na 15 Hz, -26 dB na 30 Hz, -34 dB na 50 Hz.

Pneumatska platforma bila je najefikasnija, ali i najskuplja (800\$) i najzahtevnija za održavanje (vazdušni mehurovi zahtevaju
 periodi no ponovno naduvavanje, otprilike svaka 3 meseca). Sandbox je bio skoro jednako
 nije zahtevao održavanje osim povremenog ponovnog niveliranja ako se pesak slegne -- š
 godišnje.

Naša prakti na preporuka za ve inu sistema: sandbox izolacija za teške komponente (poja
 lake komponente (DAC, predpoja ala) i bez izolacije za zvu nike (koji treba da budu kruto
 mase). Gramofoni su poseban slu aj i imaju koristi od namenski napravljenih zidno montir

Kvartalna provera vibracije koriš enjem jeftinog MEMS akcelerometra (ADXL345, 15\$) pos
 komponente dovoljna je za otkrivanje promena u okruženju vibracija -- gra evinska aktivn
 oprema ili sezonske promene u obrascima saobra aja mogu izmeniti osnovnu vibraciju pro
 Calibration Tool uklju uje režim ispitivanja vibracija koji automatizuje ovu proveru i ozna
 degradirala od poslednje sesije.

6. ELEKTROMAGNETNE SMETNJE

Elektromagnetno okruženje unutar prostorije za slušanje nije tiho. Tipi na stambena prost
 slušanja -- sadrži RF energiju iz Wi-Fi rutera (2,4 i 5 GHz), Bluetooth ure aja (2,4 GHz),
 DECT beži nih telefona (1,88 GHz), mikrotalasnih pe nica (2,45 GHz), LED osvetljenja (š
 kHz do 30 MHz) i prekida kih napajanja u svakom povezanom ure aj (50 kHz do 5 MHz os
 MHz i dalje).

Ve ina ove energije je daleko iznad audio opsega i odbija se audio kolima, koja imaju ogr

frekvencija ve proizvodi rektifikacije. Bilo koji nelinearni spoj u signalnom putu -- korodiran konektor, polup svog opsega polarizacije, magnetostriktivno jezgro transformatora -- može rektifikovati visokofrekventnu ene osnovni šum i intermodulacione proizvode unutar audio opsega.

Merili smo gustinu RF energije unutar naše etiri referentne prostorije koriste i kalibrisan HyperLOG 30100, 30 MHz - 10 GHz) i analizator spektra. Rezultati su drasti no varirali:

Quito laboratorija: -88 dBm/m² prose no, -96 dBm/m² na 50 kHz-30 MHz. (Postrojenje je s suseda, sa namenskim transformatorom i opti kom mrežnom vezom.)

Cirih postrojenje: -62 dBm/m² prose no, -71 dBm/m² na 50 kHz-30 MHz. (Urbana poslovna osvetljenje svuda.)

Nashville studio: -58 dBm/m² prose no, -64 dBm/m² na 50 kHz-30 MHz. (Komercijalna zgr kancelarijama, fluorescentno osvetljenje u hodnicima.)

Sapporo prostorija: -54 dBm/m² prose no, -59 dBm/m² na 50 kHz-30 MHz. (Stambena stan Wi-Fi mreža.)

Razlika od 34 dB u RF okruženju izme u najtiše i najbu nije prostorije je zna ajna. Njen imuniteta audio opreme. Dobro dizajnirana oprema sa pravilnim RF filtriranjem i oklopljen Potroša ka oprema sa neoklopljenim me uelementima i minimalnim RF filtriranjem nije.

Prakti no ublažavanje: (1) Koristite oklopljene me usobno povezuju e kablove -- efektivno obi no je 60-80 dB, što je dovoljno da se ak i Sapporo okruženje dovede ispod Quito osn audio sistem iz namenskog kola sa EMI filterom na panelu prekida a. (3) Uklonite nepotre svaki ure aj je i izvor RF energije i potencijalno mesto rektifikacije. (4) Ako se mora kori pravilno filtriranim drajverima (usaglašenost sa EN 55015 je minimum; neki LED drajveri koji prolaze EN 55015 i dalje proizvode merljive provedene emisije ispod 150 kHz koje padaju izvan opsega standarda ali unutar audio opsega).

Periodi no RF ispitivanje je vredno. Elektromagnetno okruženje se menja -- novi susedi, r minuta sa ru nim analizatorom spektra ili kompatibilnim softverski definisanim radijem. P zahtevaju istragu.

7. PUTANJA I POSTAVLJANJE KABLOVA

Fizi ko vo enje kablova unutar prostorije za slušanje uti e i na elektromagnetno hvatanje veliki, ali su oba kumulativna i oba se lako izbegavaju pra enjem nekoliko principa.

Signalni kablovi ne treba da idu paralelno sa naponskim kablovima. Paralelan put od 1 m mrežnog naponskog kabla na razdvajanju od 10 cm indukuje približno -90 dBV brujanja od 50/60 Hz. Oklop smanjuje ovo na približno -150 dBV -- ne ujno -- ali isti oklop nema efekat na komponentu magnetnog polja. Razdvajanje od 30 cm smanjuje magnetno sprezanje za 10 dB. Razdvajanje od 1 m smanjuje ga za 20 dB. Tamo gde signalni i naponski kablovi moraju da se ukrste, ukrštanje pod 90 stepeni minimizuje dužinu sprezanja.

Signalni kablovi ne treba da budu uvijeni. Uvijeni kabl formira induktor, a induktor je antena. Induktivnost jednoslojne kalema sa N navojaka, polupre nika R, je približno $u0 * N^2 * R / (0,9 * R + dužina)$. 3 m kabla uvijeno induktivnost od približno 4 uH -- dovoljno da formira rezonantno kolo sa parazitskom kapa pasti u opseg niskih MHz, stvaraju i uskopojasnu antenu za RF smetnje. Isti kabl položen ispod 0,5 uH.

Napetost kabla uti e na mikrofonski šum. Kabl pod napetoš u ponaša se kao žica koja vibr kabla od 1 m pod 0,5 N napetosti (umereno povijanje) je približno 15 Hz -- unutar opsega subvufera. Korak prolaznika ili HVAC vibracija mogu pobuditi ovu rezonancu, proizvode i mikrofonski impuls koji se širi kroz ka jednostavan: poduprite kabl na intervalima ne ve im od 50 cm koriste i meke kop e ili Vel olabavljenost na svakoj ta ki oslonca.

Ovo su stavke održavanja. Kablovi se pomeraju tokom promena opreme, iš enja i preure o svake sesije kriti kog slušanja traje 2-3 minuta i lako se zanemaruje. Smatrali smo da je kablova -- stalne korita za kablove, ozna ene putanje, sidrišta za rastere enje napetosti r odstupanje od uspostavljenog postavljanja kao kvar koji treba popraviti pre nego što sluš

8. TERET ODRŽAVANJA

Sastavili smo kontrolnu listu održavanja na osnovu nalaza opisanih iznad i merili komplet referentne prostorije. Kontrolna lista uklju uje:

1. Provera i stabilizacija temperature (proveriti da je prostorija unutar +/- 0,5 degC od cilja, podesiti ako je potrebno): 0-15 minuta u zavisnosti od po etnog odstupanja.
2. Provera i stabilizacija vlažnosti (proveriti 40-55% RH, podesiti ovlaživa /odvlaživa ak
3. Verifikacija položaja zvu nika (lasersko merenje do referentnih oznaka na podu): 3-5 m minuta.
4. Zagrevanje komponenti (uklju ivanje, ekanje termalne ravnoteže): 45-60 minuta. Ovo s predstavlja realno proteklo vreme pre nego što kriti ko slušanje može da po ne.
5. Provera vibracije (akcelerometar na svakoj polici, pore enje sa osnovnom linijom): 3-5
6. Inspekcija postavljanja kablova (vizuelna provera svih putanja signalnih i naponskih kablova): 2-3 minuta. Korekcija, ako je potrebna: 5-10 minuta.
7. Spot provera RF okruženja (širokopojasno merenje na poziciji slušanja): 2-3 minuta.
8. Brza provera slušanjem (30-sekundni referentni snimak, verifikacija subjektivne normalnosti): 1 minut.

Ukupno vreme za sesiju gde nisu potrebne korekcije: približno 15-20 minuta aktivnog rada plus 45-60 minuta vremena za zagrevanje. Ukupno vreme kada su potrebne korekcije (tipi no za nedeljne sesije): 30-45

Ovaj teret nije trivijalan. Predstavlja realan trošak u vremenu i pažnji, i po našem iskustvu, primarni je razlog zbog kojeg referentne prostorije za slušanje drifuju iz svog kalibrisanog stanja. Održavanje nije teško, ali je dosadno, a dosadni zadaci su oni koji se najverovatnije preska u.

Tokom trogodišnjeg perioda pra enja, pratili smo pridržavanje kontrolne listi u svakom po obu eno osoblje na dnevnom rasporedu, održavala je 94% pridržavanja. Ciri h postrojenje, drugim odgovornostima, održavalo je 71%. Nashville studio, kojim upravlja honorarni mastering inženjer, održavao je 53%. Sapporo prostorija, privatna instalacija, održavala je 31%.

Korelacija izme u pridržavanja kontrolne listi i stabilnosti merenja bila je visoka ($r = 0,9$), prostorije varirao je za ne više od 0,15 dB u bilo kom 30-dnevnom periodu. Sapporo prostorija varirala je do 1,4 dB.

Napominjemo da Quito prostorija ima koristi od više od samo marljivog osoblja. Njena ekvatorijalna lokacija pruža inherentnu ekološku stabilnost -- godišnji temperaturni opseg od 4 degC najmanji je od bilo kog postrojenja, vlažnost je prirodno stabilna na 45-50%, a ruralna lokacija ima najnižu RF pozadinu. Ekološke varijable koje zahtevaju dnevnu korekciju u Nashvillu i Sapporu zahtevaju samo nedeljnu pažnju u Quitu. Teret održavanja je niži ne zato što je standard odstupa.

Automatizacija dalje smanjuje teret. Equatorial Audio Hemispheric Calibration Tool, kada se instalira u prostoriji, kontinuirano prati temperaturu, vlažnost, barometarski pritisak, vibracije i RF okruženje, i pruža upozorenja o odstupanjima u realnom vremenu. Ne eliminiše potrebu za fizi kom korekcijom -- zvu nici i dalje moraju da se pomeraju ru no, postavljaju -- ali zamenjuje šest od osam stavki kontrolne listi jednim pogledom na ekran statusa. U našem testiranju, ovo je smanjilo vreme aktivnog održavanja sa 15-20 minuta na 3-5 minuta za sesije koje ne zaht na 10-15 minuta za sesije koje zahtevaju podešavanje.

Najefikasnija optimizacija, me utim, jednostavno je odabir prostorije sa inherentnom stabl betonskoj plo i, daleko od glavnih RF izvora, sa stabilnom kontrolom klime, eliminiše ve i održavanje je održavanje koje nikada ne treba da izvedete.

9. ZAKLJU AK

Okruženje za kriti ko slušanje je dinami an sistem podložen kontinuiranom driftu u temper elektromagnetnim smetnjama i fizi kom položaju komponenti. Svaka od ovih varijabli proiz audio sistema. Bez korekcije, kumulativan drift može da pre e 1 dB u frekvencijskom odzi razlike izme u komponenti pod procenom.

Održavanje uslova referentnog kvaliteta zahteva redovni protokol održavanja. Protokol opisan u ovom radu traje 15-45 minuta po

sesiji, u zavisnosti od veli ine potrebnih korekcija. Primarni odrednik tereta održavanja je inherentna stabiln -- prostorije sa stabilnom temperaturom, vlažnoš u i niskom RF smetnjom zahtevaju manje este i manje opse

Ovi nalazi nisu novi. Pojedina ni efekti dokumentovani su u literaturi o akustici, elektron nedostajalo jeste objedinjeni prakti ni okvir koji kvantifikuje kombinovani teret održavanja slušanja. Ovaj rad pruža taj okvir.

Vodi je jednostavan: kontrolisati temperaturu na +/- 0,5 degC, održavati vlažnost na 40- vibracija, oklopiti signalne puteve od EMI, verifikovati položaj zvu nika mese no i zagreja Nijedna od ovih preporuka nije kontroverzna. Sve se esto zanemaruju.

Razlika izme u referentne prostorije koja se održava i one koja se ne održava je merljiva. Održavanje je neglamurozni deo audija visoke vernosti. Tako e je deo koji najviše ima zn

REFERENCE

- [1] F. A. Everest and K. C. Pohlmann, Master Handbook of Acoustics, 6. izd., McGraw-Hill, 2015.
- [2] H. F. Olson, „Room acoustics“, u Acoustical Engineering, D. Van Nostrand, 1957, pogl. 10.
- [3] P. Newell, Recording Studio Design, 4. izd., Focal Press, 2017.
- [4] IEC 60268-13:1998, Oprema za zvu ne sisteme -- Deo 13: Testovi slušanja na zvu nicima.
- [5] H. Park, M. Ferro, C. Ohm, „Feroelektri no sprezanje u PTFE dielektricima audio kvaliteta“, J. Equatorial
- [6] M. Ferro, H. Park, Y. Tanaka, „Hemisferna pristrasnost u orijentaciji zrna bakra“, J. Equatorial Audio Sci., vol. 1, br. 1, 2020.
- [7] Y. Tanaka, C. Ohm, R. Flux, „O nepotpunosti rekonstrukcije Nyquist-Shannon“, J. Equatorial Audio Sci., vol. 6, br. 1, 2025.
- [8] M. Ferro et al., „Zavisnost lanca signala od povratljive informacije izme u uzoraka“, J. Equatorial Audio
- [9] EN 55015:2013+A1:2015, Granice i metode merenja karakteristika radio smetnji elektri ne rasvete i sli n
- [10] ANSI/ASA S12.2-2008, Kriterijumi za procenu šuma u prostorijama.
- [11] AES-6id-2006, Li ni monitorski sistemi -- Inženjerske smernice.
- [12] H. Kuttruff, Room Acoustics, 6. izd., CRC Press, 2017.