

# Vrijednovanje i kompenzacija utjecaja analognoga sučelja za povezivanje audio uređaja na kvalitetu signala



Vladimir Olujić, dipl. ing.

(vladimir.olujic2@fer.hr)

mentor: prof. dr. sc. Siniša Fajt

Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva

## 1. Uvod

Povezivanje audio uređaja različitim vrstama nebalansiranih ili balansiranih interkonekcijskih audio kabela degradira kvalitetu prenošenog audio signala, implicirajući zvučnu razliku među njima. Subjektivna ispitivanja na različitim razinama znanstvenih, strukovnih i audiofilskih razmatranja, detektiraju ovu negativnu slušnu pojavu. Razinu degradacije prenošenog audio signala nužno je razmatrati objektivnim mernim metodama, kao i subjektivnim ispitivanjima. Ovaj rad detektira izvore i mehanizme parazitnih utjecaja bruma, šuma i smetnji te njihovu interakciju na kvalitetu prenošenog audio signala.

## 2. Opis problema

Mjerenja objektivnim mernim metodama (amplitudna i fazna karakteristika, prijenosna karakteristika s pripadnim nelinearnim izobličenjima itd.) samih audio kabela, pokazuju rezultate koji ne mogu objasniti ovu degradirajuću pojavu.

U ovom radu prikazano je:

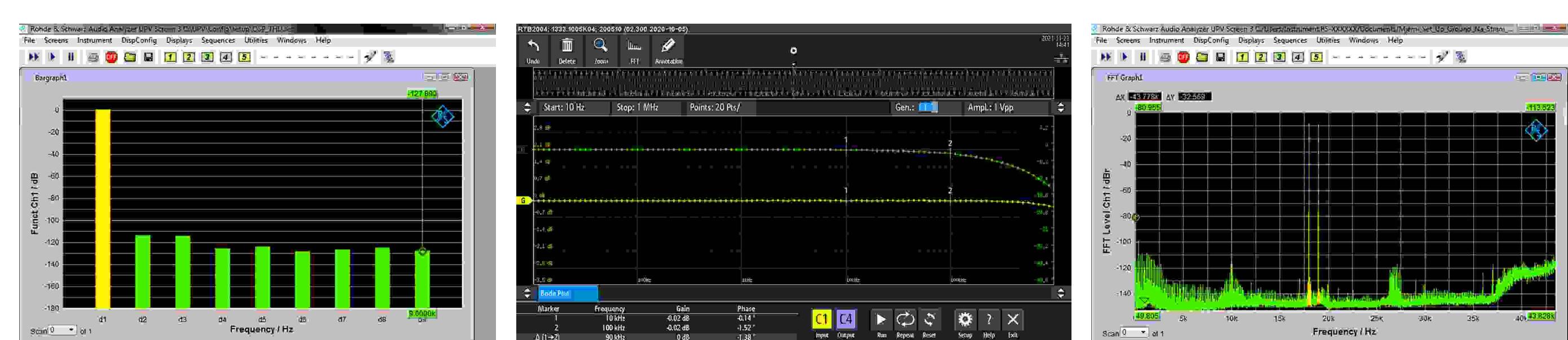
1. Pronalaženje metode detekcije uzroka induciranih smetnji, bruma i šuma te mehanizma njihove interakcije s korisnim audio signalom i
2. Mogućnosti rješenja kompenzacije ove parazitne pojave.

## 3. Metodologija

1. Objektivnim mernim metodama pokazati da audio kabeli, kao izdvojeno promatrani elementi (četveropoli), ne pokazuju značajke degradacije kvalitete prenošenog audio signala.
2. Uvesti pojam analognog audio sučelja kao međuzavisnog sustava izlaznog sučelja izvora audio signala, interkonekcijskog audio kabela i ulaznog sučelja prijemnika audio signala.
3. Strukturirati model funkcionalnog okruženja s pripadnom blok shemom analognog audio sučelja.
4. Utvrditi uzroke i mehanizme interakcije parazitnih izvora smetnji, šuma i bruma te degradacije audio signala u ovisnosti o značajkama analognog audio sučelja, vodova signalnih masa i napajanja te zaštitnih vodova uzemljenja izvora i prijemnika.
5. Predložiti sklopovsko rješenje kompenzacije degradacije kvalitete prenošenog audio signala.

## 4. Rezultati

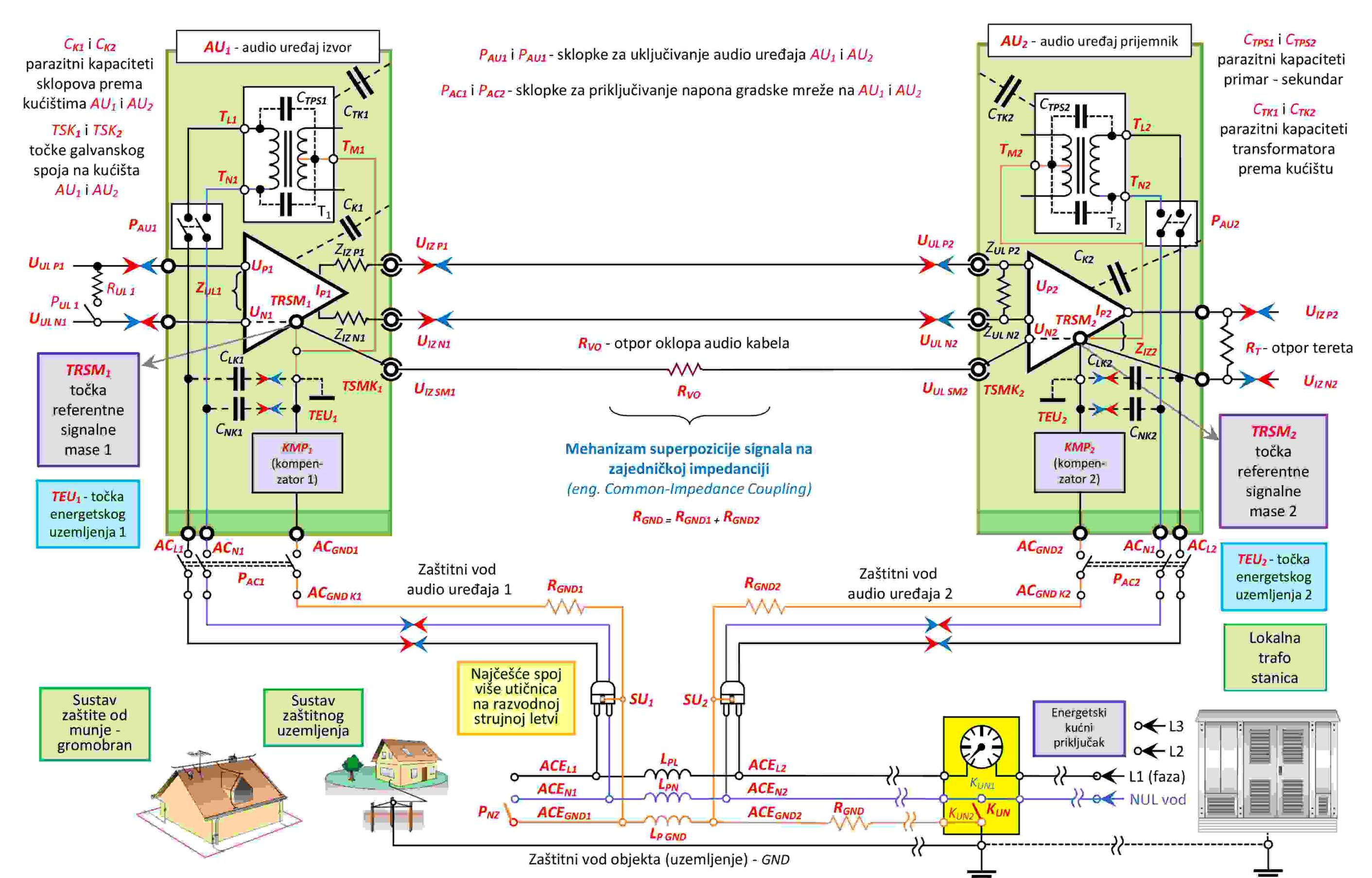
Rezultati mjerjenja audio kabela Accuphase Super Refined, impedancija izvora  $10\Omega$ , a impedancija tereta  $600\Omega$ .



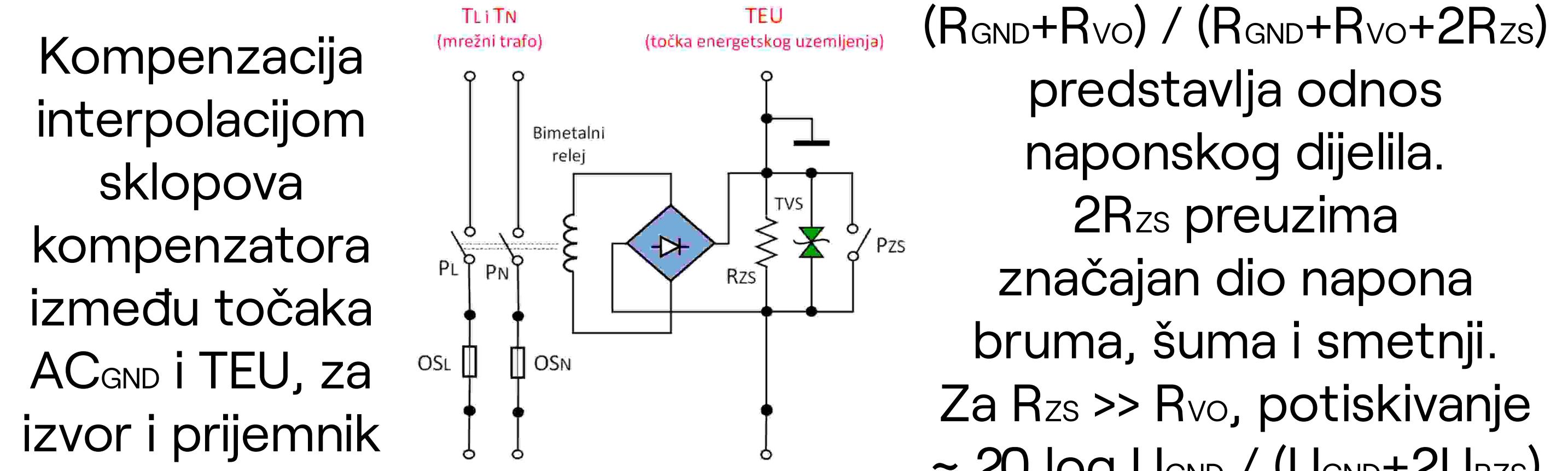
**Spektar nad harmonika signala od 1kHz (harmonička izobličenja):**  
- 112dB za prva dva harmonika, ispod -120db za sve ostale

**Amplitudna i fazna karakteristika** pokazuju pad od  $-0,02 \text{ dB}$  i  $-1,52^\circ$  tek na frekvenciji od  $100 \text{ kHz}$ , uz parazitni C tereta od  $100\mu\text{F}$

**Spektar intermodulacijskih izobličenja, signali 18kHz i 19kHz.** Svi harmonici su ispod  $-118 \text{ dB}$ . Brum od  $50 \text{ Hz}$  je dominantan s razinom od  $-81 \text{ dB}$

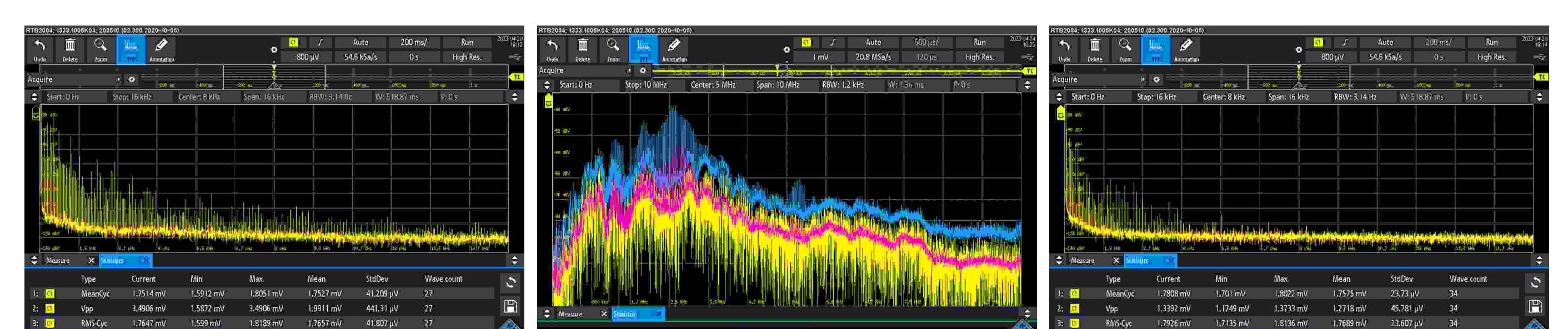


Strukturirani model s pripadnom blok shemom funkcionalnog okruženja analognog audio sučelja



$(R_{GND}+R_{VO}) / (R_{GND}+R_{VO}+2R_{zs})$  predstavlja odnos naponskog dijelila.  $2R_{zs}$  preuzima značajan dio napona bruma, šuma i smetnji. Za  $R_{zs} \gg R_{VO}$ , potiskivanje  $\sim 20 \log U_{GND} / (U_{GND}+2U_{Rzs})$

Blok shema kompenzatora sa sigurnosnim zaštitnim sklopom



**Amplitudni spektar signala bruma, smetnji i šuma na otporu tereta  $R_T$  prijemnika bez aktiviranog kompenzatora**

**Amplitudni spektar parazitnih signala između točaka  $AC_{GND}\ K_1$  i  $AC_{GND}\ K_2$  kabela za napajanje audio uređaja u pojasu do  $10 \text{ MHz}$**

**Amplitudni spektar signala na teretu  $R_T$  s aktiviranim kompenzatorom.** Primjetno je potiskivanje bruma, smetnji i šuma

## 5. Zaključak

Pokazuje se da na degradaciju kvalitete prenošenog audio signala utječu značajke i parametri ulaznog i izlaznog sučelja, rasipno polje transformatora, impulsni oblik struje ispravljanja itd., ali dominantno pojava parazitnih signala bruma, šuma i smetnji u zaštitnim vodovima uzemljenja izvora i prijemnika.

Interakcija parazitnih signala s audio signalom zasniva se na mehanizmu superpozicije signala na zajedničkoj impedanciji oklopa audio kabela  $R_{VO}$ .

Pored narušavanja odnosa S/Š, na teretu  $R_T$  pojavljuju se produkti intermodulacije, odnosno rezultirajuće sub i nad harmoničke komponente miješanja korisnog i parazitnih signala superponiranih na impedanciji oklopa audio kabela  $R_{VO}$ , kao posljedica nelinearnih prijenosnih karakteristika sklopova audio uređaja.

U konačnici, posljedica navedenih utjecaja i mehanizama interakcije je promjena zvuka audio sustava inicirana promjenom interkonekcijskog audio kabela.