

POSLEDNJA KARIKA AUDIO LANCA

-1. deo-

Audiofili umeju satima da diskutuju o svakoj komponenti iz njihovog ili tuđeg audio sistema, da hvale ili kude svaku kariku u lancu od nosača zvuka (analogni, digitalni), preko raznih stepena, koji sa nosača zvuka tu informaciju očitaju, pojačavaju, prilagođavaju, pa sve do elektromehaničkog pretvarača (slušalica ili zvučnika), koji signal pretvaraju u zvuk.

U celoj toj priči smo u zadnjih par decenija otišli toliko daleko, da su predmet rasprava postali i delovi, koji te komponente povezuju među sobom (interkonekcijski i zvučnički kablovi) kao i mrežni kablovi (kao da tih 1-1.5m trožilnog bakra može da ispravi sve krive Drine, koje počinju kod lokalnog transformatora, idu kroz razne pod- i nadzemne vodove, uklopnih satova, strujomera, osigurača, zamršenih razvodnih kutija u zidovima, sve do utikača sumnjivog kvaliteta...)... No, to su teme, kojima se bave laici i stručnjaci daleko potkovaniji od mene.

Međutim, da li ste se ikad zapitali, šta se nalazi Sa One Strane Ogledala, odnosno, zašto dva čoveka (i audiofili su samo ljudi) nikad ne čuju, niti doživljavaju na isti način isto muzičko delo, bilo ono izvođeno uživo (idealni slučaj) ili reprodukovano sa nekog hifi-lanca (najčešći slučaj u praksi)? Odgovor je jednostavan: poslednja karika audio lanca je naravno Njegovo/Njeno Veličanstvo Audiofil: jedinstven i neponovljiv, a opet promenljiv u vremenu i prostoru. Svako od nas poseduje čulo sluha, koje je samo po sebi čudo prirode, o kome bih napisao par reči.

Čovek je opremljen sa solidnim organom sluha, koji samo počinje sa mehaničko-električnim pretvaračem zvanim uho (tradicionalno podeljenim na spoljno, srednje i unutrašnje), nastavlja se sa komplikovanim, među sobom ukrštenim nervnim putevima, koji električnu informaciju iz unutrašnjeg uha prenose do primarnih i sekundarnih moždanih jedara radi obrade signala, i na kraju do kore velikog mozga, gde se na kraju stvara ono, što mi doživljavamo, kao zadovoljstvo/nezadovoljstvo slušanja muzike uživo ili sa sopstvenog/tuđeg audio sistema-miljenika. No, krenimo redom:

Spoljašnje uvo počinje sa svima znanim ušnim školjkama, kolektorima audiofrekventne mehaničke energije, koja se prenosi vazduhom, koje su odgovorne i za spoljašnju estetiku glave audiofila. Ovako sakupljenu mehaničku energiju one dalje predaju spoljnom ušnom kanalu, manje-više izvijuganoj cevi (koja se razlikuje često i sa leve i desne strane kod istog pojedinca, a kamo li između raznih osoba) obloženoj kožom, koja poseduje žlezde, koje luče cerumen (tzv. ušnu mast) koja ima lokalna antimikrobna svojstva, štiti i neguje ušni kanal. Cerumen pravi probleme jedino kada se u preteranoj meri nagomila i nabubri, tako da postaje uzrok naprasnoj gluvoći (koja se lako rešava postupkom otolavaže (ispiranja ušiju) kod nadležnog lekara- otorinolaringologa) ili izvor infekcije zbog preteranog razmnožavanja mikroorganizama u cerumenskom čepu (isto se rešava (malo teže) kod nadležnog lekara).

Na kraju spoljnog ušnog kanala se nalazi bubna opna, koja fizički i mehanički razdvaja spoljno i srednje uvo. Fizički, pošto predstavlja kompletnu barijeru između spoljnog i srednjeg uha (dakle, kad voda uđe u uši ona ulazi u spoljni ušni kanal i ne može ući u srednje uvo). Mehanički, pošto je bubna opna prva u nizu mehaničkih pretvarača vazduhom prenete zvučne energije: ona se, naime sastoji od sedefaste membrane površine 55mm² koja je sa unutrašnje strane ukrućena sistemom tri slušne košćice (maleusa, inkusa i stapes-a) i dva minijaturna mišića (muskulusa stapedijusa i muskulusa tenzora timpani) od kojih prvi povlači dršku maleusa prema

unutra, a drugi povlači stapes prema spolja. Ove dve sile deluju suprotno jedna prema drugoj i zato izazivaju veliki stepen ukočenosti celog sistema slušnih košćica, što znatno redukuje prenošenje zvukova niske frekvencije slušnim košćicama, uglavnom onih ispod 1000Hz. Ovaj refleks slabljenja može smanjiti prenos niskofrekventnog zvuka za čak 30 do 40 decibela, što otprilike odgovara razlici između glasnog govora i šapata. Funkcija ovog refleksa je dvojaka:

- da *zaštiti* puž (unutrašnje uho) od štetnih vibracija koje izazivaju prejak zvuci
- da *maskira* (prikrije) zvuke niske frekvencije u bučnoj okolini. To obično uklanja dobar deo pozadinske buke i omogućuje osobi da se koncentriše na zvuke iznad 1000 Hz, jer se u tom rasponu frekvencije vrši najvažniji deo govorne komunikacije

Košćice srednjeg uva su učvršćene ligamentima tako da je maleus (čekić) pričvršćen za samo središte bubne opne sa jednim krajem, a sa drugim za inkus (nakovanj), koji je opet zglobljen sa stapesom (uzengija) koji je sa svojim drugim, proširenim krajem (bazom stapes-a, površine oko 3.2mm^2) vezan za tzv. ovalni prozor, početak labirinta unutrašnjeg uva ispunjenog tečnošću. Ova zglobna povezanost bubne opne sa unutrašnjim uvom omogućava da se zvučne vibracije, koje pokreću bubnu opnu prenose na tečnost u unutrašnjem uhu.

Sam mehanički pretvarač srednjeg uva, dakle počinje sa membranom površine 55mm^2 , gde se vibracija prenosi na slušnu košćicu (maleus), koja samo $\frac{3}{4}$ vibracije prenosi preko inkusa na zadnju slušnu košćicu u nizu (stapes). Zbog toga ovaj sistem poluge koju čine slušne košćice ne povećava amplitudu zvučne vibracije (nego je čak *smanjuje* 75%) ali zato povećava *silu* pokreta za oko 1.3 puta .

Površina stapes-a, koji je zadnji u nizu slušnih košćica, i prenosi vibracije na unutrašnje uvo je oko 3.2mm^2 što znači, da je razlika u površini bubne opne (55mm^2) i površine stapesa (3.2mm^2) oko 17 puta, pomnožena sa 1.3 puta većom silom koju stvara sistem poluge uzrokuje približno 22 puta veći pritisak na tečnost u pužu (unutrašnjem uhu) od onog, kojim zvučni talas deluje na površinu bubne opne. Kako tečnost ima mnogo veću inerciju od vazduha, lako je razumljivo, da je potreban veći pritisak da uzrokuje vibraciju tečnosti.

Prema tome, dragi audiofili, bubna opna i sistem slušnih košćica omogućuju *prilagođavanje impedanse* između zvučnih talasa u vazduhu i zvučnih vibracija u tečnosti puža (i naravno, kao i svaki prilagođavač impedanse u našim audio pojačavačima-miljenicima, ima pojačanje manje od 1...). Udeo ovog prilagođavanja impedanse je oko 50-75% savršenog prilagođavanja za zvuke frekvencije između 300 i 3000 Hz, što omogućuje da se gotovo u potpunosti iskoristi energija ulaznih zvučnih talasa. Ako nema sistema slušnih košćica i bubne opne, zvučni talasi se ipak mogu širiti *direktno* kroz vazduh srednjeg uva i ući u puž. Međutim, osetljivost na zvuk je tada slabija za 15-20 decibela u odnosu na prenošenje kroz košćice- što odgovara padu jačine zvuka od srednje glasnog govora do govora koji se jedva čuje.

U sledećem nastavku biće reči o unutrašnjem uvu, našem ličnom mehaničko/električnom pretvaraču...