

---

## *Samogradnja dvo-sistemskog zvučnika sa Ei-Nis drajverima*

---

### UVOD

● Samogradnja zvučnika je od uvek bila moja slabost, i kao takva cesto je privlacila moju paznju ponekad i vise nego sto bi trebalo. Ali sta tu da se radi. Kada je neko Hi-Fi-holicar, a takvi se tesko lece. Elem, ako zelite da ih shvatite, ucinite to sa velikom dozom entuzijazma, jer naprotiv mozete se naci u "neobranom grozdju". A sad, posto mi je psihologija losija strana, da predjemo lagano na projekat koji sledi.

Za ovaj projekat vam je potrebno malo novca, volje i strpljenja, sto je inace odlika samogradnje i samograditelja. Sto se tice zvuka, za ovaj projekat sa pravom mogu reci da je srazmeran u odnosu na komponente koje koristi, i sa vrlo pristupacnom cenom od 125-150 € po paru kutija. To govorim iz vise razloga. Navescu neke. Unazad par godina, mnoge stvari su pocele da se komercijalizuju (citaj. Prave u enormno velikim serijama), sto dovodi do zakljucka da svetski poznate firme koje prave zvučnike da bi dosle do profita, moraju da naprave proizvod koji ce zadovoljavati standarde u hi-fi recniku, a istovremeno biti i novcano pristupacne. Tad firme pribegavaju osiromasjenju elemenata, odnosno kvaliteta unutar samog zvučnika. Da razocaranje bude jos vece, u nekim modelima (necu navesti firme), video sam da korpe zvučnika umesto aluminijskog lima, koriste plastiku! Koja pri vecim snagama pocinje da se deformise i topi! Ista stvar se odnosi i na kvalitet kondenzatora, odnosno zavojnica. Tu sam se takodje nagledao svakakvih kombinacija. A o ozicenju kutija i da ne govorimo. Cak sam jednom prilikom bio svedok izletanja prednje ploce iz kabineta kutije! Firmu opet necu da pominjem. Sve ovo dovodi do zakljucka, ako hocete da kvalitetno slusate vasu omiljenu muziku, mozete izabrati jedan od nekoliko razlicitih puteva :

1. Napraviti zvučnike u samogradnji, bilo iz kit-a, ili po uparivanju razlicitih zvučnickih jedinica sistemom merenja (sto inace licno praktikujem).
2. Poboljsati zvučnike, tako sto ce te zameniti postojece delove (kondenzatore, zavojnice), odnosno zice sa kvalitetnijim i izvuci maksimum iz kutije.
3. Prodati iste, dodati "nesto" para i kupiti bolje.
4. Ili uopste nista ne raditi, i ne cuti ih nikad kako bi stvarno trebali da zvuče.

U svakom slucaju izabracete put koji vam najvise odgovara, i postici ono sto ste zaista zeleli. Ako ste izabrali prvu ili drugu soluciju tu vam mogu pomoci. Za ostale dve odlucite sami.

---

### DRAJVERI I MERENJA

● Projekat koristi Ei-Nis zvučnicke jedinice sa oznakama :

**Bas-srednjetonska jedinica : AZ 880 8ohm**

**Visokotonska jedinica : AZ 011 8ohm**

Bas jedinica je uradjena od presovanog lima, sa tvrdom parirnom membranom, gumenim vesanjem i

relativno mekanom linearnom ekskurzijom.

Visokotonska je "soft dome" tekstilna jedinica sa prednjom maskom od plastike debljine 4mm i spulnom od 25mm. Sto je cini pogodnom za kucni Hi-Fi.

U nastavku sledi tabela sa T-S (Thiele-Small) parametrima koji su inace dobijeni sistemom merenja van i unutar test kutije, koja je inace neophodna za dobro obavljen posao. T-S parametri su standard u svetu, pomocu kojih odredjujemo u kakvu, odnosno koju kutiju cemo koristiti u finalnom dizajnu.

<b>Parametri</b>	<b>Bas-srednjetonac AZ 880</b>	<b>Visokotonac AZ 011</b>
<b>Sd</b>	210 cm <sup>2</sup>	4.9 cm <sup>2</sup>
<b>Vas</b>	23.97 litara	-
<b>Qms</b>	3.4	-
<b>Qes</b>	1.17	-
<b>Qts</b>	0.87	-
<b>Pe</b>	80 W	50 W
<b>Re</b>	7.6 ohm	7.1 ohm
<b>Fs</b>	44.4 Hz	1160 Hz
<b>Xmax</b>	8mm p-p	-

Iz T-S parametara vidimo da Bas-srednjetonac zahteva iskljucivo kompresionu kutiju, i to zbog veoma visokog Qts faktora . Sve preko 0.5 se podrazumeva da kutija "mora" da bude kompresiona. To od prilike moze da se vidi i golim okom. Ako je mali magnet, drajver verovatno ima veliki Qts faktor i kao takav je pogodan za kompresionu kutiju. Moram jos da vam napomenem, da velicina magnetu nemora da bude uvek uslov visokog Qts faktora, jer sve inace zavisi od konstrukcije, i samog materijala od koga je izradjena celokupna zvučnicka jedinica. U poslednjih nekoliko godina razvijeni su novi vestacki magneti od strane vodećih svetskih firmi, koji imaju relativno male mase, a materijali najcesce korisceni su Neodumium i Stroncijum. Membrane su takodje pretrpele razne materijale, celulozu, polipropilen, kevlar, aluminium, kao i mnostvo mixtura... tako da covek moze lako da se prevvari.

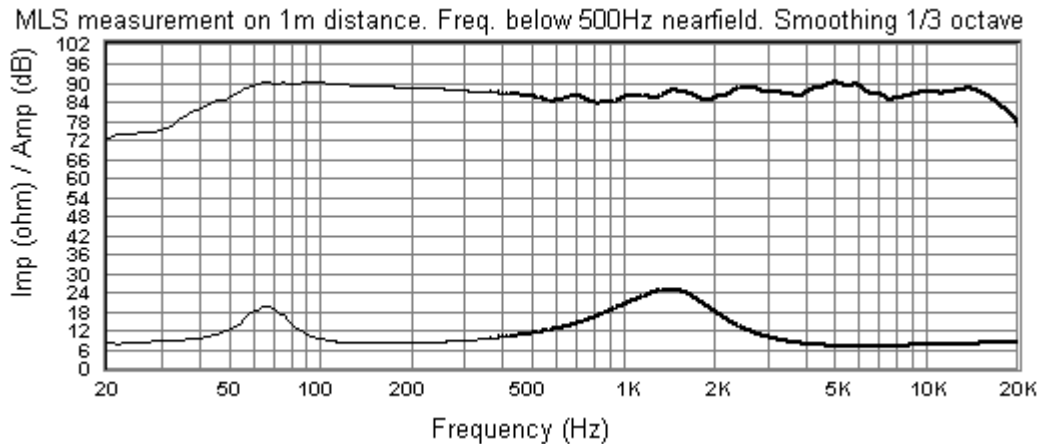
Pomocu simulacije Bas-srednjotonskog zvučnika u razlicitim zapreminama, dosao sam do finalizacije i odredjivanja optimalne. A ona iznosi :

<b>Parametri</b>	<b>Bas-srednjetonac AZ 880</b>
<b>Zapremina (VB)</b>	19 litara
<b>Faktor (Qtc)</b>	1.308
<b>Rezonantna frekv. sistema (VBFs)</b>	67 Hz

Odluka o ovoj zapremini je "pala" zbog relativno izdignute krive, skoro citavih 3dB u regionu od 70-80Hz, sto rezultuje malo jacim basom, a vecina ljudi u zadnje vreme to voli. A onima koji zele malo vise "ispeglaniju" sliku u nizem bas registru, savetujem pravljenje kutije sa nesto visom zapreminom, recimo od 25-35 litara. Pa ako im se takav zvuk ne "dopadne" uvek mogu staviti kese napunjene peskom na dno kutije i samim tim smanjiti zapreminu, a usput poboljsati definiciju istog.

Meranja finalnog proizvoda kutije su ostvorena u sobi, sto je prednost nad ostalim, zbog proucavanja ponasanja zvučnika u realnim uslovima. Sam proces merenja se sastoji iz tri dela. Prvo je merenje impedanse kroz citav frekventni opseg , koje je inace nezavisno od okoline u kojoj se nalazi. Drugo

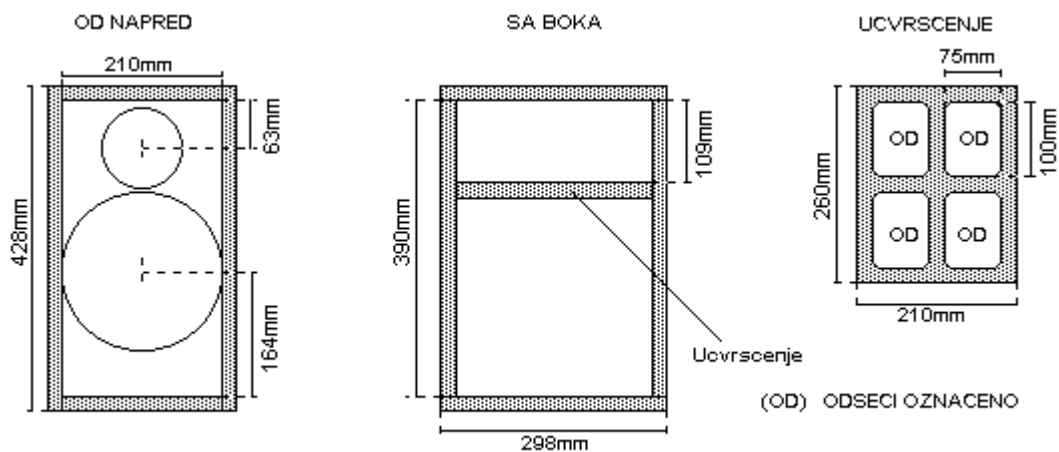
je merenje frekventnog opsega iz blizine, svega santimetar od membrane bas zvučnika, inace limitirano do 500 Hz. Treće je merenje citavog frekventnog opsega (20-20000 Hz) na razdaljini od 1 metar.



Na kraju se sva merenja uklope u jednu celinu i formiraju finalni izgled citavog sisitema. Sto mozete videti iz gore prikazanog grafikona.

## SAMOGRADNJA KUTIJE

● Kao materijal za pravljenje kutija, koristio sam Medijapan **MDF** (Medium Density Fiber-board) od 19mm debljine. Koriscenje Medijapana olaksava samogradnju kabineta, a takodje ima i vecu cvstinu u odnosu na ivericu. Usput sam za svaki slucaj kutiju pregradio sa ucvrscenjem sto je dalje "umrtvljuje".



Na slici mozete videti dimenzije same kutije iz dve projekcije, polozaj ucvrscenja i njegove dimenzije. Bela polja unutar ucvrscenja treba iseci sa ubodnom testerom, a isto tako ce te iseci rupe za zvučnike i terminal za kablove. Dimenzije ploca potrebnih za samogradnju kutija, su date u tabeli ispod.

Ploce	Dimenzije	Komada
<b>Prednja i zadnja</b>	210 x 390 mm	4
<b>Gornja i donja</b>	210 x 298 mm	4

<b>Bocne strane</b>	298 x 428 mm	4
<b>Ucvrscenja</b>	210 x 260 mm	2

Stranice (ploce) spajate lepljenjem sa (**Dufiksom**) lepkom za drvo, ujedno mozete da ih tiplujete drvenim tiplima, ili srafite sa iver-stafovima, uz to obavezno koristite stege kojima ce te obezbediti siguran kontakt izmedju stranica i cvrstinu samog kabineta. Posto se lepak osusi, od prilike 6 sati nakon spajanja na temperaturi od 25 stepeni Celzijusa, (na nizim temperaturujama potrebno je duze vreme susenja, zbog tezeg vezivanja lepka za površinu), skinite stege i pripremite kabinet za dalju obradu.

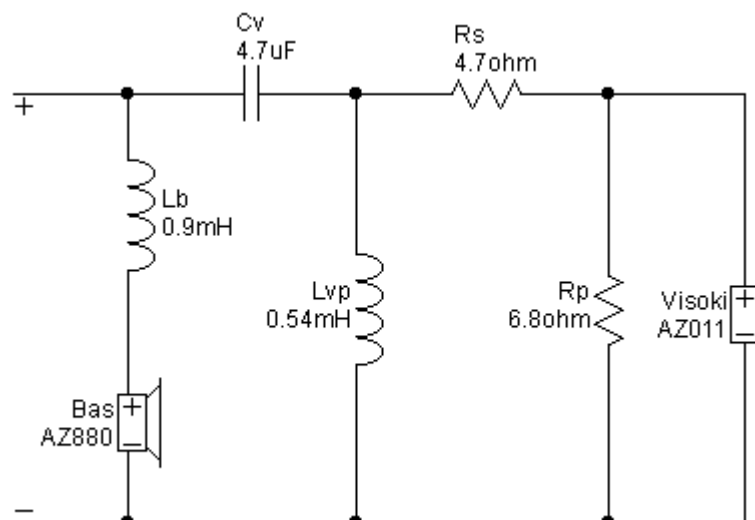
Ivice koje strce i sve ostale nepravilnosti mozete otkloniti veoma lako koristeći bilo koju elektricnu slajfericu. Rupe koje su ostale od srafova ili tiplova mozete zagitovati sa finim auto-gitom ili podlogom za farbanje automobila.

Kabinet dodatno "umrtvite" premazom unutar kutije (po svim zidovima) sa Kobitom, masom na bazi smola koja se inace koristi u auto-industriji za zastitu patosa automobila od soli, vode i korozije. Ovaj premaz se inace veoma dobro pokazao kao upijac nezelenih vibracija u samogradnji kutija.

Posto je kabinet sada završen, ostaje samo pitanje spoljnog finisa. Mozete koristiti razne furnire: prirodne, vestacke, samolepljive, sve zavisi od vase kreativnosti i iskustva. Odnosno farbanje u zeljenu boju. Oba postupka zahtevaju maksimalno iskustvo u radu, stoga bih preporucio ako niste vicini tome, da finisiranje prepustite majstorima. Ista preporuka vazi za izradu kabineta i filtera. Informacije radi, jedan prazan kabinet ima tezinu nesto preko 6kg, sto nije malo, pogotovo ako se uporedi sa nekim fabricki napravljenim zvučnikom iz te klase.

## SKRETNICA (FILTER)

Sto se tice skretnice koristio sam veoma prostu konstrukciju. Bas-srednjotonski zvučnik koristi samo zavojnicu sto je inace filter od 6dB po oktavi poznatog kao First-order Butterworth. Visokotonski opseg koristi filter od 12dB po oktavi, Second-order Butterworth, i kao takav eliminise nize frekvencije iz grane. Zbog vece osetljivosti visokotonca u odnosu na bas, u shemu je uvsteno i atenuatorsko kolo koje dovodi u ravan visokotonski opseg. Sa ovom skretnicom susretanje bas-srednjetonca i visokotonca se dogadja na frekvenciji od 3300 Hz sto inace daje maksimalno iskoriscenje samih zvučnickih jedinica.



Na slici mozete videti raspored elemenata u skretnici i njihove vrednosti. Prost dizajn dozvoljava upotrebu tkzv. "hard-wire" konekcije elemenata, bez upotrebe stampane plovice, tj. svi delovi se spajaju medjusobno sa direktnim kontaktom a posrednik takvog spoja je dobro nam poznat kalaj.

Zavojnica za bas najbolje je uraditi "na vazduhu" bez ikakvih feritnih odnosno metalnih jezgara sa lak zicom precnika  $\varnothing$  1mm. Isti postupak je i za zavojnicu visokotonca, stim sto ce pecnik lak zice biti  $\varnothing$  0,6mm.

Kao kondenzator za visokotonac preporucio bi upotrebu blokova (MKT, MKS, MKC) sa naponom od 100V. Mada moze da se koristi i bipolarni kondenzator, ne bih ga preporucio, jer kao takav je losijeg kvaliteta nego gore navedeni.

Otpornici u atenuatorskoj sekciji visokotonskog filtera moraju obavezno biti zicani sa min. 5W disipacije i 5% tolerancije.

Sto se tice ozicenja unutar kutije, za bas-srednjotonski zvucnik bi preporucio bakarnu zicu sa krupnom licnom, i precnikom od 2-2,5 mm<sup>2</sup>. Za visokotonac, zicu istog precnika samo sa sto vise tanjih licni, jos ako je (OFC) bakar ili posrebren, tada je kombinacija potpuna.

Posle montiranja skretnice sa elementima i kablovima u kutiju, potrebno je istu dobro "dampirati" sa lio-vatom. Oko 60% prostora kabineta. Treba pripaziti da nepreterate sa dampiranjem, jer mozete "udaviti" srednje tonove. Kolicinski gledano u jednu stane oko 1 m<sup>2</sup> ovog materijala, u zavisnosti od debljine. Tako da je sada ostalo samo da prekontrolisete da niste negde slucajno pogresili.

Pa posto ste sve proverili usrafite zvucnike u kabinet i prikljucite na pojacalo. Pustite pojacalo da svira veoma tiho prvih par sati, onda ga pojacajte tako da mozete nesmetano da pricate. Dugme za pojacavanje na pojacalu bi trebalo da ostane u tom poloazaju oko 24 radna sata, da bi se komponente ugradjene u zvucnik prilagodile jedna na drugu. Posle toga dolazi usviravanje zvucnika za koje potrebno od petnaest do mesec dana efektivnog rada.

---

## ZAKLJUCAK

● Za kraj, moram da napomenem da ovaj zvucnik sa svojom relativno prostom konstrukcijom i pristupacnom cenom, nije se ni malo postideo konkurenata u svojoj klasi, (pod uslovom da se uradi kako je opisano), rezultati nece izostati. Nemogu da kazem da je to vrhunski zvucnik, i da svira bolje od nekog DYNAUDIO-a ili KEF-a u samogradnji, jer to stvarno nemoze. Ali za novac koji ste u njega ulozili, pruzyice vam sate i sate muzickog zadovoljstva. Toliko od mene za sad, do sledeceg projekta, puno sreće u samogradnji.

[Pocetak strane](#)

---

[Za vise informacija ostavite e-mail](#)