

Cuprins

Prezentare Proiect	
Fișa de Asamblare	
1. Funcționare	2
2. Schema	2
3. Lista de componente	3
4. PCB	3
5. Tutorial: Subwoofere	4 - 11

300-500W SUBWOOFER POWER AMPLIFIER

- Avantaj Pret/Calitate
- Livrare rapida
- Design Industrial
- Proiecte Modificabile
- Adaptabile cu alte module
- Module usor de asamblat
- Idei Interesante

Idei pentru afaceri

Hobby & Proiecte Educationale

Caracteristici:	8Ω	4Ω
Caștig în tensiune	27dB	27dB
Putere (Continuu)	153W (240W)	240W (470W)
Pmax - 10 ms	185W (250W)	344W (512W)
Pmax - 5 ms	185W (272W)	370W (540W)
Tensiune de intrare	1,3V (2,0V) RMS	1,3V (2,0V) RMS
Zgomot	-63dBV (ref. 1V)	-63dBV (ref. 1V)
Raport semnal/zgomot	92dB	92dB
Distorsiuni	0,4%	0,4%
Distorsiuni (4W)	0,04% (1 KHz)	0,04% (1 KHz)
Distorsiuni (4W)	0,07% (10 kHz)	0,07% (10 kHz)
Răspuns la ieșire	> 3V/us	> 3V/us
Tensiune de alimentare	± 50 ... 70V	
Impedanța de intrare	22KΩ	

Funcționare

Etaj clasic cu intrare diferențială și generator de curent realizat cu Q1 pentru o bună stabilitate. Este prevăzut cu conexiunea SIM (Sound Impairment Monitor) pentru o bună indicare a nivelului de intrare. Urmează un etaj driver în clasa A. Q4, Q5 și Q6 sunt cu radiator iar D2 și D3 prinse pe radiatorul tranzistoarelor finale, cu pasta, pentru un bun transfer termic. Finalii, ca și în schema clasică Quad, fără protecție de data aceasta. Așa cum și vestitul Crown 300 ar putea fi considerat „lipsit de rafinament”, funcționează în clasa B.

Rezistențele sunt cu peliculă metalică de 1/4W, mai puțin R10, R11 și R12 care sunt de 1W carbon și 3,3 și 0,33Ω care sunt de 5W, bobinate.

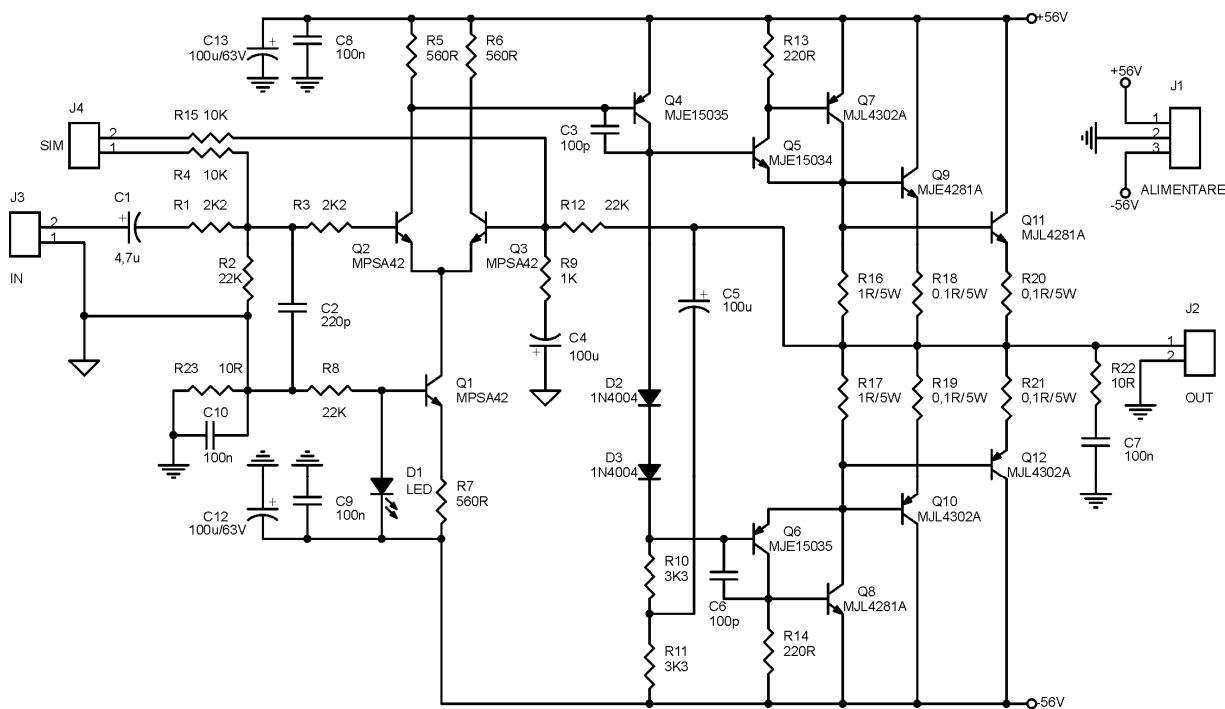
Pentru răcire, nu vă reține nimeni să nu folosiți un ventilator de PC; deasemenea, pentru o disipare mai mică a căldurii se pot folosi suplimentar tranzistori externi. Sursa este clasică : transformator 300-500VA cu ieșiri 50-0-50V, redresare în punte cu diode de 35A și filtraj cu capacitate de 6800μF. Filtrul de RF este realizat cu R1C2.



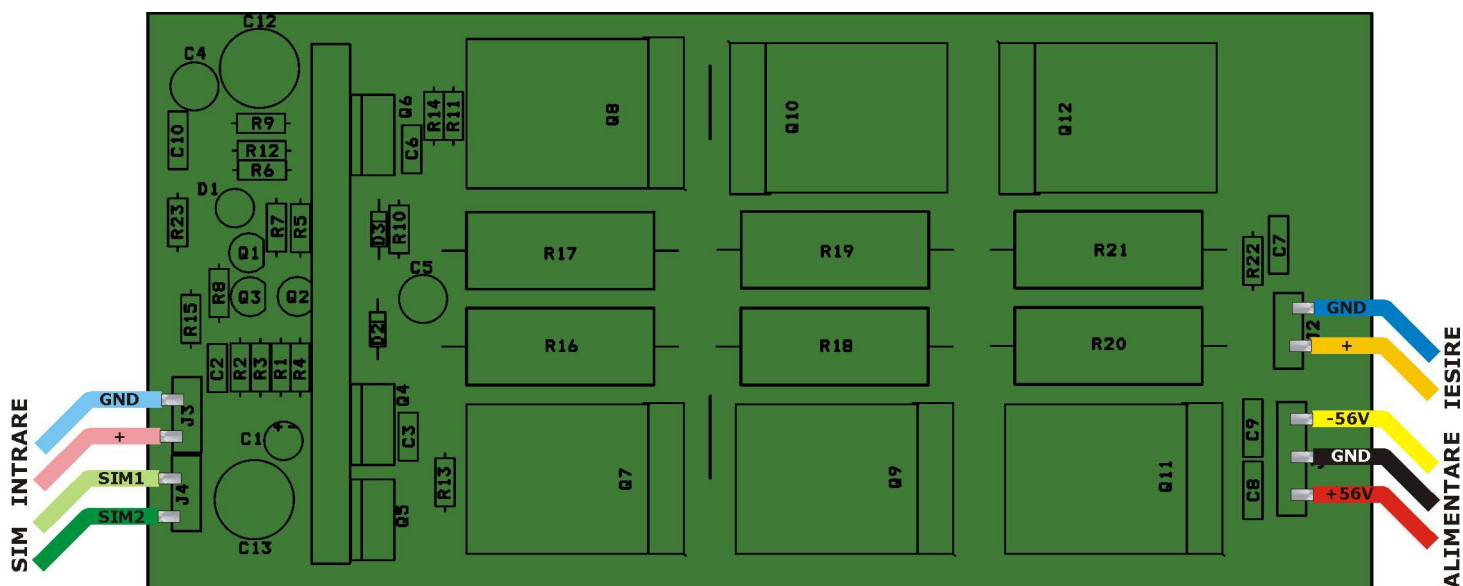
Atenție !!!

**La ieșire se obțin tensiuni periculoase 110V-140V cc !!!
Amplificatorul nu este prevăzut cu protecție !!!**

**ACESTA SĂ NU FIE PRIMUL PROIECT PE CARE ÎL
ABORDAȚI. ESTE NECESARĂ PUȚINĂ EXPERIENȚĂ !!!**



Schema electrică



Amplasarea componentelor

Lista de componente

Nr.Crt.	Componenta	Denumire	Valoare	Cant
1	C1	Condensator POL	4,7 μ F	1
2	C2	Condensator NP	220pF	1
3	C3,C6	Condensator NP	100pF	2
4	C5,C4	Condensator POL	100 μ F	2
5	C7,C8,C9,C10	Condensator NP	100nF	4
6	C13,C12	Condensator POL	100 μ F/63V	2
7	D1	Led	LED	1
8	D2,D3	Diodă	1N4004	2
9	J1	Conector	CON3	1
10	J2,J3,J4	Conector	CON2	3
11	Q1,Q2,Q3	Tranzistor	MPSA42	3
12	Q6,Q4	Tranzistor	MJE15035 (MJE15033)	2
13	Q5	Tranzistor	MJE15034 (MJE15032)	1
14	Q7,Q10,Q12	Tranzistor	MJL4302A (BD246, 2SA1943)	3
15	Q8,Q9 ,Q11	Tranzistor	MJL4281A (BD245, 2SC5200)	3
16	R3,R1	Rezistență	2,2K Ω	2
17	R2,R8,R12	Rezistență	22K Ω	3
18	R4,R15	Rezistență	10K Ω	2
19	R5,R6,R7	Rezistență	560 Ω	3
20	R9	Rezistență	1K Ω	1
21	R10,R11	Rezistență	3,3K Ω	2
22	R13,R14	Rezistență	220 Ω	2
23	R16,R17	Rezistență	1 Ω /5W	2
24	R18	Rezistență	0,1 Ω /5W	1
25	R19,R20,R21	Rezistență	0,1 Ω /5W	3
26	R22,R23	Rezistență	10 Ω	2

Acest produs se livrează în varianta circuit imprimat, circuit imprimat + componente sau în varianta asamblată în scopuri educaționale.

Subwoofere

Subwooferul este o boxă destinată reproducerii sunetelor de frecvență joasă, sub 100 Hz. De regulă subwooferele sunt boxe active, includ un amplificator de putere cu performanțe bune în reproducerea sunetelor în acest domeniu de frecvențe.

Inițial subwooferele erau considerate ca un moft în sistemele audio convenționale (stereo), însă, pe măsură ce performanțele liniilor acustice au crescut, sunetele sunt din ce în ce mai dinamice și mai complexe în spectrul de frecvențe, pretențiile au crescut pe măsură iar boxele cu difuzoare, elementul final de redare a sunetului, a trebuit să se alinieze cerințelor de redare, separând redarea pe canale de frecvență, în incinte separate.

Avantajele aduse de un subwoofer în sistem sunt foarte mari. Ajuta boxele tip booxshelf sau chiar standfloor, boxe compacte ce nu au difuzoare capabile să reproducă cu claritate și intensitate mare frecvențele joase. Majoritatea a boxelor accentuează zona de mid-bass (50 – 100 Hz) însă neglijează zona de sub 50 Hz (basul profund), mai dificil de redat. Este mai eficient din partea constructorului de boxe, tehnic și economic, să se concentreze pe zona mid-bass și upper-bass întrucât majoritatea înregistrărilor muzicale conțin mai multă informație acolo decât în zona lower-bass. Rezumând, putem utiliza boxe compacte sau de dimensiuni mai mici pentru zona mid-bass și upper-bass lasând dificila sarcină, cu difuzoare de mari dimensiuni, unui fidel reproducător de sunete profunde, grase: Subwooferul.

Pe lângă rolul de completare a redării întregului spectru sonor, apare o nouă problemă, amplasarea boxelor în spațiul acustic, poziționarea boxelor, diferit de sistemul clasic de reproducere stereofonică, mid-bass și upper-bass în care, funcție de reflexiile sunetului și izolațiile fonice, amplasarea se face la min. 1m față de pereții laterali și min. 1,5m față de peretele din spate. Pentru introducerea aceluși suflu profund al frecvențelor joase vom putea amplasa boxele în colțuri, renunțând parțial la efectul de stereofonie, fie amplasăm clasic boxele și amplasăm central subwooferul și folosim panouri reflectoare pentru direcționarea presiunii acustice. Schemele de poziționare pot fi din cele mai diverse, funcție de genul de muzică reproduasă.

Se poate spune că nu există o rețetă perfectă pentru un subwoofer ci există compromisuri cu diverse beneficii și neajunsuri.

Parametrii care trebuie luați în calcul sunt :

- dimensiuni (cât mai mic și mai ușor de integrat în cameră),
- eficiență (cu cât mai bună cu cât reproduce mai mult bas),
- calitatea (să poată reproduce corect frecvențe cât mai joase și tranzienți)
- costul (raportat la calitatea sunetului).

Incinta închisă – difuzorul este montat într-o incintă care nu are nici un fel de deschideri, cu pereții interiori tapetați cu material fonoabsorbant. Este prima alegere în cazul în care dorim calitate fiindcă poate conduce la obținerea unui bas profund și corect, cu tranzienți bine reproduși. Neajunsul ar fi SPL-ul mai mic decât în cazul unei incinte ventilate, fiind astfel forțați să mărim dimensiunile incintei și puterea amplificatorului, eventual dimensiunile sau numărul difuzoarelor folosite pentru a putea obține suficientă energie sonoră în cazul în care îl amplasăm într-o cameră de dimensiuni mai mari.

Incinta tip "bas-reflex" – difuzorul este montat într-o incintă care are montat un tub din PVC sau aluminiu într-o gaură practică în pereții incintei (tubul comunică cu exteriorul). Tubul respectiv este calculat astfel încât să conlucreze împreună cu difuzorul propriu-zis și să amplifice acustic basul pe care îl poate reproduce acesta. Tipul acesta de construcție are un randament bun, reușind să aducă 3 db în plus față de o incintă închisă care ar folosi fix același difuzor și amplificator, randament materializat în costul final al echipamentului. Dezavantajul ar fi faptul că volumul de aer din interiorul incintei comunică liber cu cel de dinafară iar acest lucru conduce la un control ceva mai imprecis decât în cazul incintei închise, control care se concretizează în reproducerea tranzienților și în calitatea reproducerii frecvențelor.

Radiator pasiv – se folosește o incintă închisă și două difuzoare de bas – unul normal, activ și unul care este pasiv, practic este un difuzor fără bobină și magneți, doar membrana și suspensia. Acest tip constructiv lucrează similar cu sistemul bas-reflex dar aerul din incintă nu mai comunică direct cu cel din exterior ci prin intermediul membranei pasive. Avem avantajele ambelor soluții de mai sus dar la un cost de producție mult mai ridicat. Scopul acestui tip de construcție este de a mari volumul de aer dislocat de difuzor pe o suprafață cât mai mare fapt ce duce la o reproducere fidelă a frecvențelor joase și obținerea unui sunet profund.

În cazul unui sistem home-cinema este foarte importantă cantitatea de bas livrată (eficiența) iar în cazul unui sistem destinat audiției muzicale este esențială calitatea basului produs. Un subwoofer de proastă calitate va oferi bas așa-zis "pe o notă" chiar dacă va reuși să aibe volum suficient (se aude suficient de tare dar ai senzația că reproduce o singură notă, indiferent de ceea ce

cântă). De regulă, basul reprodus de asemenea echipamente este prelung, "ca din butoi", fiindcă subwooferul respectiv nu are suficient control asupra difuzorului – acesta reproduce o notă dar nu este în stare să o oprească rapid atunci când se termină și continuă să rezoneze producând un soi de ecou neplăcut.

Frecvențele reproduse de subwoofere au lungimi mari de undă, de ordinul a peste 10 – 15m. Undele sonore reflectate de pereți interferă unele cu altele producând puncte de amplificare sau de anulare ("modurile camerei"), astfel ca vom găsi zone în cameră unde basul este exagerat de puternic sau zone unde lipsește. Pentru a rezolva această problemă, este eficientă utilizarea a două sau mai multe subwoofere în locul unuia singur.

Pentru o conectare, amplasare și reglare corectă este necesar să putem controla câteva caracteristici ale echipamentului.

- În cazul conectării pe un canal LFE, subwooferul primește doar frecvențe joase fiindcă acest canal este gândit special pentru acest tip de echipamente.
- În cazul conectării într-un sistem stereo, subwooferul folosește un crossover care extrage din întreg spectrul sonor al materialului muzical doar acea porțiune pe care o poate reproduce. Este important ca subwooferul să aibă un potențiomtru de control al acestei valori peste care "taie semnalul" primit – reglajul CROSSOVER FREQUENCY prin care utilizatorul stabilește sub ce frecvențe lucrează subwooferul (echipamentele sofisticate au integrat un egalizator grafic de frecvențe în locul unui simplu potențiomtru, egalizator care poate controla mai precis banda de frecvențe reprodusă de subwoofer). Este evident că în cazul conectării pe intrarea LFE, nu avem un reglaj pentru CROSSOVER fiindcă semnalul este deja filtrat încă de la înregistrarea lui.

În afară de acest reglaj, mai sunt doi parametri pe care trebuie să-i putem controla : un control de volum (GAIN sau LEVEL) și unul de fază (PHASE).

- Reglajul de volum este unul relativ. Volumul general al sunetului îl vom controla tot din amplificatorul principal al întregului sistem (cel care controlează și boxe principale) dar putem mări sau micșora aportul pe care îl aduce subwooferul la cantitatea de bas reprodusă de sistem.
- Reglajul de fază este esențial pentru a putea face corect poziționarea echipamentului. Dacă amplasăm subwooferul într-un alt loc al camerei față de boxe principale, acest reglaj ne ajută să le sincronizăm astfel încât unda sonoră trimisă de subwoofer să ajungă simultan cu cea reprodusă de boxe în punctul de audiție (neutralizăm decalajul generat de amplasament)

În cazul sistemelor home-theater se recomandă și legarea simultană a subwooferului atât pe intrarea LFE cât și pe cea HIGH-LEVEL, în cazul în care echipamentele permit funcționarea simultană a acestor intrări. Astfel reproducem efectele speciale dedicate subwooferului dar ajutăm și boxe față în reproducerea frecvențelor joase.

Poziționare în cameră și reglajul efectiv

Amplasarea în cameră (pentru subwoofere cu incinta închisă)

Pentru a obține un maxim de eficiență vom încerca amplasarea subwooferului într-unul dintre colțurile camerei, în spatele boxelor. Amplasarea în colț permite obținerea unui răspuns cât mai coborât în frecvență și ne permite să ne folosim de acustica spațiului de audiție pentru a amplifica în mod natural răspunsul în bas. Faptul că este amplasat mai departe de boxe va fi compensat prin utilizarea reglajului de fază.

În cazul subwooferelelor cu port bas-reflex, poziționarea acestuia în colțul camerei s-ar putea să fie excesivă datorită particularităților constructive. Este recomandată o amplasare asimetrică față de pereții camerei – se poate porni de la o amplasare la cîte un sfert din dimensiunile camerei față de peretele lateral și de cel din spatele boxelor.

Reglajul de fază

Cu crossoverul setat astfel încât banda sonoră reprodusă de subwoofer să se suprapună peste cea reprodusă de boxe principale (crossoverul poziționat pe la jumătate sau chiar mai sus), se reglează faza astfel încât sunetul să fie cât mai "plin" sau "tare". Poziția reglajului de fază în care obținem acest lucru este cea corectă pentru acest amplasament (nu mai umblăm la fază chiar dacă efectuăm alte reglaje, umblăm la fază doar dacă mutăm subwooferul în alt loc din cameră).

Reglajul fin al poziționării

Mutăm subwooferul din colțul camerei, pe o linie mediană (echidistantă față de cei doi pereți care se intersectează în colț). Ne oprim acolo unde sunetul "coboară cel mai jos", este mai "plin" și mai "tare". Prin "reglaj fin" ne referim la faptul că, în această fază, mutăm subwooferul cu cîteva cm, sub 1 m. Astfel nu va fi necesară o reluare a reglajului de fază, de la pasul 1, după găsirea poziției optime.

Reglajul frecvenței de crossover și al nivelului (gain)

Inițial reglajul de Crossover și cel de Level se dau la minim. Cu crossover frequency la minim se mărește încet nivelul pînă cînd subwooferul devine audibil în paralel cu boxele principale. Lăsând nivelul în această poziție se ridică frecvența de crossover pînă cînd basul devine exagerat. Lăsând frecvența de tăiere în acest punct reducem volumul ușor pînă cînd subwooferul doar completează boxele principale fără să fie pregnant. Dacă este nevoie se mai pot face corecții fine atît de frecvență și de volum.

În principiu, este de preferat să fie găsit un punct de tăiere (crossover frequency) cît mai coborât chiar dacă necesită un volum mai mare (gain sau leve) pentru a obține o accentuare corectă a basului incintelor principale fără a pierde din dinamica generală. Întotdeauna subwooferul trebuie privit ca o completare a boxelor sau pe o extensie a lor și nu ca pe o incintă acustică de sine stătătoare. Un subwoofer corect amplasat și setat va aduce doar accente în zona low-bass și nu va conduce la un bas bubuit sau copleșitor, nenatural.

Chiar dacă în prospect apar performanțe tehnice foarte bune, un subwoofer care nu permite controlul nivelului, fazei și a frecvenței de tăiere a sunetului este total nefolositor fiindcă nu permite o amplasare eficientă în cameră iar interferențele cu semnalele boxelor principale pot înrăutăți calitatea sunetului. Performanțele tehnice măsurate de producător în condiții ideale au valoare atîta timp cît pot fi reproduse în camera de sistemul nostru acustic. Se recomandă utilizarea unor subwoofere de calitate, cu performanțe tehnice foarte bune (coboară cît mai jos în frecvență audio) care permit și reglaje care să le facă adaptabile cu restul sistemului audio.

Difuzorul și proiectarea incintei

Difuzoare de bas

Woofers-ul determină tipul și dimensiunile boxei. Unele sînt construite pentru bas-reflex, altele pentru boxe de compresie. Funcție de parametrii Thiele-Small ai difuzorului putem ști pentru ce tip de incintă este recomandat.

Evaluarea este simplă. Raportul dintre F_s (frecvența de rezonanță a woofer-ului în aer liber) și Q_{es} (factorul de amortizare electrică) se numește EBP (Efficiency Bandwidth Product) care indică cu ce tipul de boxă recomandat pentru difuzorul respectiv.

Pentru $EBP \leq 50$, este recomandat pentru boxa cu compresie,

Pentru $EBP \geq 70$ este recomandat pentru boxa bas-reflex.

Pentru EBP cuprins între 50 și 70, poate fi folosit în oricare din tipuri.

Comparație între boxa bas-reflex cu tub și boxa de compresie

Boxa de compresie

Avantaje

Se comportă foarte bine la semnale tranzitorii (semnale dreptunghiulare, triunghiulare, etc.). Volum intern mic comparabil cu bas-reflex cu același răspuns în frecvență. Design destul de tolerant la greșeli de proiectare. Căderea de frecvență la bas e numai 12 dB/octavă. Wooferul e mai bine protejat la puteri mari și frecvențe foarte joase.

Dezavantaje

Presiune acustică mai redusă cu 3 dB (în jurul frecvenței de acord) decât bass-reflex (3 dB înseamnă o dublare a puterii), întrucît nu folosește și energia radiată de spatele membranei woofer-ului. Cutia va vibra mai puternic pentru că energia acustică rămîne în interior și se disipă în pereți și în materialul fono-absorbant. O parte din aceasta energie este reflectată înapoi prin membrana woofer-ului cauzînd distorsiuni de formă și bandă.

Boxa bas-reflex

Avantaje

Corect construită și acordată are cam aceeași comportare la semnale tranzitorii ca și boxa de compresie. Are microdinamică foarte bună (la semnale tranzitorii de nivel mic). Principalul avantaj e că are un câștig de 3 dB la joase profunde, chiar se poate acorda un pic mai jos, extinzînd banda de frecvență cu aproape o jumătate de octavă. În jurul frecvenței de acord, woofer-ul stă aproape nemișcat, toată energia fiind radiată de tubul cu care e acordată boxa.

Dezavantaje

Este mult mai puțin tolerantă la greșeli de proiectare, un design prost produce un sunet dezastruos. Căderea la bas, sub frecvența de acord e de 24 dB/octavă (de fapt, din anumite puncte de vedere boxa bas-reflex se poate asimila cu un filtru trece sus de ordinul 4). Excursia membranei sub frecvența de acord crește vertiginos generând distorsiuni apreciabile, de aceea se recomandă un filtru trece sus în amplificator. Este mai greu de construit și are o cutie mai voluminoasă decît cea de compresie la același răspuns în frecvență.

Formulele necesare proiectării incintelor bas-reflex.

Să presupunem că avem o pereche de woofere cu EBP mai mare de 60, cu parametrii Thiele-Small cunoscuți (carte tehnică sau măsurate). Datele se simplifică. Ecuațiile folosite pentru a dimensiona o incintă bas-reflex liniară (răspuns în frecvență plat, fără atenuări sau vârfuri), derivate din lucrările lui A. N. Thiele și Richard H. Small, sunt următoarele:

Cu prima formulă se calculează volumul intern optim pentru respectivul woofer.

$$V_b = 15 \times Q_{ts}^{2,87} \times V_{as}$$

unde:

V_b este volumul intern al incintei în litri.

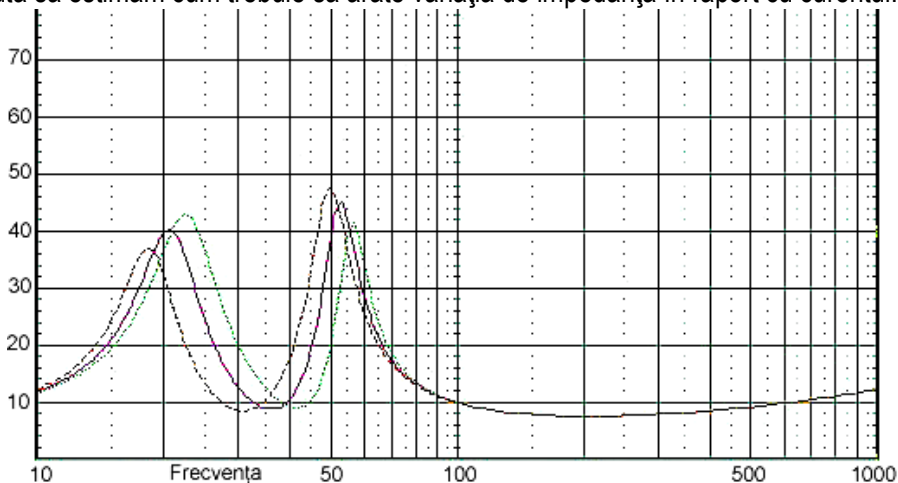
Q_{ts} este factorul de amortizare total și se ia din parametrii Thiele-Small ai woofer-ului (adimensional).

V_{as} este parametrul Thiele-Small care reprezintă complianța mecanică a sistemului mobil al woofer-ului. Se măsoară în litri.

Dacă folosim două difuzoare de bas identice conectate în paralel, V_{as} se înmulțește cu doi. Se adaugă apoi la volumul final al boxei V_b , volumul pe care îl ocupă woofer-ul, tubul rezonator, filtrul, ramforsările etc. Volumul acestora este destul de greu de calculat... de aceea se adaugă de obicei cam 10 % la V_b . La incintele de dimensiuni mari se pot adăuga aproximativ 5 – 8 %, iar la incintele cu volum mic max. 10 %. Asta pentru că filtrele, ramforsările, și chiar difuzoarele au cam același volum și nu mai ocupă chiar atât de mult spațiu comparativ cu volumele interne mari. Oricum regula este relativă întrucât rămâne destul de mult spațiu în interior astfel ca boxa să fie ușor de acordat și de controlat.

Mai există un fenomen care se întâmplă cu volumul intern al boxei: după căptușirea boxei cu material fono-absorbant pentru distribuția presiunilor pe pereți, volumul aparent intern crește puțin. De aceea, în practică, F_b este de fapt ceva mai mică decât rezultă din calcul. Acesta e un lucru bun, invers ar fi fost mai greu de corectat. Se poate folosi un tub din care se taie câte puțin până se ajunge la frecvența de acord la care sună cel mai bine. Cu un calculator făcut în Excel, se poate corecta lungimea tubului cu 0,6. În alte proiectări se folosesc 0,64 dar se preferă să avem un tub în mai lung pentru a avea de unde să scurtăm pentru acordul final. Ideal ar fi să avem un SPL-metru, un aparat care măsoară presiunea acustică și să măsurăm răspunsul în frecvență la diferite lungimi ale tubului de acord. Dacă dispunem de un SPL-metru putem observa variația impedanței punând o rezistență de cca. 10Ω în serie și măsurând tensiunea la boxă cu un voltmetru care să funcționeze liniar până la frecvența de 200 Hz. Dacă boxa e acordată corect vom obține două vârfuri de tensiune cu același nivel situate simetric la stânga și la dreapta frecvenței de acord F_b a sistemului.

Graficul de mai jos ne ajută să estimăm cum trebuie să arate variația de impedanță în raport cu curentul.



Calculul frecvenței optime F_b la care trebuie acordată incinta, este frecvența de la jumătatea distanței dintre cele două vârfuri din graficul de mai sus și se calculează cu relația:

$$F_b = \frac{0,42 \times F_s}{Q_{ts}^{0,9}}$$

unde:

F_b frecvența la care trebuie acordată incinta, se calculează în Hz,

Q_{ts} este factorul de amortizare total, același ca la punctul anterior

F_s este frecvența de rezonanță a woofer-ului în aer liber (tot parametru Thiele-Small), se calculează în Hz

Calcularea **frecvenței de bas** la care boxa are deja o cădere de 3 dB. Scăzând frecvența, după o comportare liniară, presiunea acustică generată de boxă începe să scadă. Cu formula de mai jos se calculează frecvența la care scăderea e de 3 dB. S-a ales diferența de 3 dB întrucât s-a constatat că nu reprezintă o scădere a nivelului suficient de mare pentru a fi percepută de majoritatea oamenilor. Un auz antrenat poate percepe și diferențe de 1 dB (în anumite condiții).

$$F_{-3} = F_s \sqrt{\frac{V_{as}}{V_b} + 1}$$

unde:

F_{-3} este frecvența la -3 dB, se calculează în Hz.

După ce s-a calculat F_b și V_b putem calcula lungimea tubului cu care acordăm boxa la F_b . În acest caz, lungimea tubului este dependentă și de diametrul lui intern. Cu cât este mai mare diametrul intern cu atât este mai lung tubul pentru aceeași frecvență de acord. Ca să se evite zgomotul pe care-l produce aerul care circulă cu viteză prin tub la frecvența de acord (cînd woofer-ul este aproape nemișcat), diametrul tubului ar fi bine să fie cât mai mare (se poate calcula și coeficientul de zgomot la acord). La un diametru prea mare trebuie să se folosească un tub lung care poate că să încapă în boxă. Capătul interior al tubului, nu trebuie să fie aproape de nici un perete al incintei, filtre sau ranforsări, diafragme, material fono-absorbant etc. Distanța minimă trebuie să nu fie mai mică de un diametru intern al tubului rezonator. Lungimea tubului se calculează cu formula:

$$L_v = \frac{23562,5 \times D_v^2 \times N_p}{F_b^2 \times V_b} - k \times D_v$$

L_v lungimea tubului, în cm.

D_v diametrul intern al tubului, în cm.

N_p numărul de tuburi (în acest exemplu se folosește un singur tub).

ke un număr care reprezintă o modificare de lungime pe care ar introduce-o un tub cu gurile evazate pentru zgomot mai mic. Dacă tubul are capetele tăiate perpendicular pe axa longitudinală, $ke \approx 0,732$.



Tub cu deschideri evazate

Există o formulă care calculează automat diametrul minim al tubului pentru zgomot minim. Cu WinISD se calculează și coeficientul care reprezintă o fracțiune din viteza sunetului prin tub. Când numărul devine roșu, înseamnă că tubul are diametrul prea mic și avem zgomot la bași puternici la frecvența de acord. În practică se observă că putem să folosim un tub cu un diametru ceva mai mic pentru că zgomotul (dat de viteza aerului) calculat cu formulele amintite, apare aproape de nivelul maxim al presiunii acustice SPL. În condiții normale zgomotul apare la vîrfuri de semnal, deci pentru perioade scurte de timp. Concluzie pentru alegerea diametrelor tubului:

- pentru woofer-e de 8 inchi (220 mm) se folosesc tuburi cu diametre interioare de 6 - 7 cm.
- pentru woofere de 10 inchi (250 mm) tuburi cu diametrul interior de 7 - la 8 cm.

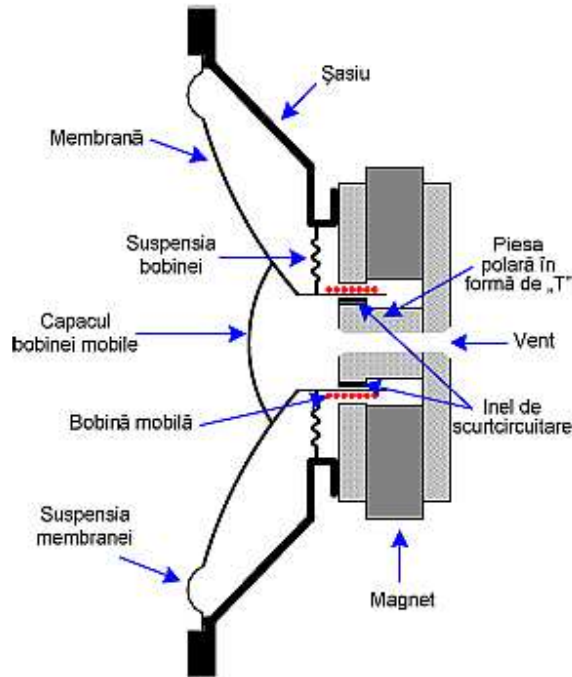
Acestea ar fi minimum de formule necesare pentru a dimensiona o incintă care să sune corect.

Puterea electrică și sensibilitatea difuzoarelor

Aproape totdeauna, puterea electrică este confundată cu cât de tare sună difuzorul, ceea ce este în mare măsură greșit. Pentru că este foarte important atunci când vine vorba despre „puterea acustică” a difuzoarelor, trebuie menționat faptul că difuzoarele electrodinamice au un randament energetic foarte slab, cuprins între 0,5 și 5%. Restul puterii electrice se pierde prin transformare în căldură.

Întotdeauna puterea nominală P_e se referă la puterea electrică pe care o poate suporta difuzorul fără a se distruge și nu la puterea acustică. Singurul indiciu despre cât de tare sună un difuzor este parametrul SPL (Sound Pressure Level) sau sensibilitate, se exprimă în decibeli (dB) și se măsoară cu un SPL-metru la distanța de un metru de membrană cu o putere de un watt aplicată bobinei difuzorului.

Pentru a fi mai ușor de înțeles s-a completat un tabel în care se observă diferențele valorilor presiunii acustice pentru două difuzoare de bas cu dimensiuni egale și cu aceeași putere nominală de 100 de wați, recomandate pentru boxe bas-reflex.



La fiecare dublare de putere, presiunea acustică creată de un difuzor crește cu 3 decibeli, adică se dublează.

Putere electrică	Scan Speak 21W/8555-01	SEAS CA21REX
Wați [W]	SPL [dB]	SPL [dB]
1	87,5	93
2	90,5	96
4	93,5	99
8	96,5	102
16	99,5	105
32	102,5	108
64	105,5	111
128	108,5	114

Se vede clar că din punct de vedere al presiunii acustice SEAS are un dezavantaj. Ca să producă în jur de 105 dB să zicem, Scan-Speak are nevoie de 64 de wați, pe când SEAS are nevoie numai de 16 wați. Bineînțeles că sînt și alți parametri care determină în final calitățile unui difuzor, de asta nu se poate aprecia că SEAS e mai bun decît Scan-Speak (și în realitate nu e). În concluzie... putem avea un woofer pe care scrie 200 de wați care să sune mai încet decît altul similar pe care scrie 100 de wați, amîndouă fiind excitate la 50 de wați.

Subwoofere utilizează difuzoare cu diametru între 8 și 21". Unele subwoofere, mai puțin cunoscute de marele public, utilizează difuzoare mai mari sau chiar prototip lca cel de 60 "fabricat de Bad Link. Cele mai frecvente dimensiuni sunt modelele de 10 ", 12", 15 " și 18", mai rar cele de 21".

Amplificarea

"Subwooferele active" includ propriile lor amplificatoare dedicate în incintă. Unele permit reglarea volumului sau a domeniului specific de frecvențe de către utilizator, cu egalizatoare parametriche.

"Subwooferele pasive" conțin un filtru in incintă, nu include un amplificator. Ele încorporează doar crossoverul pasiv interne, cu frecvența filtrului determinată de fabricant. Acestea sunt utilizate cu amplificatoare de putere preluând intrările de crossover active, din lanțul de semnal. În timp ce puține sisteme home-theater high-end folosesc subwoofere pasive, acest format este încă popular în industria de sunet profesionist.

Bibliografie

<http://ldsg.snippets.org/>

<http://www.diysubwoofers.org/>

<http://www.thielesmall.com/>

http://www.trueaudio.com/st_index.htm

<http://www.linkwitzlab.com/>

<http://www.tlinespeakers.org/>

<http://www.tymphany.com/products.php>

<http://www.seas.no/>

<http://www.madisound.com/>

<http://www.partsexpress.com/>

<http://www.zalytron.com/>

<http://www.speakercity.com/Merchant2/merchant.mvc?>

<http://www.linearteam.dk/default.aspx?pageid=winisd>

Data Notes