

EPSICOM

Ready Prototyping

EP 0077



2KW POWER AMPLIFIER

- Best-in-Class Pricing
- Fast delivery
- Expandable Design
- High Performance Design
- Manageability
- Easy Assembly Kit
- Interesting Configurations

Training & Educational Kits

Ideas for Small Business

www.epsicom.com/kits
a division of EPSICO Manufacturing

Aplicatie profesionala

Un amplificator formidabil din toate puncte de vedere. Fara prea multe comentarii trecem la ...

Caracteristici:

- **Tensiune de alimentare:** ± 70 V (± 72 V fara semnal) si curent de mers in gol de 0,2 la 0,4 A
 - **Sensibilitate de intrare:** 1,1 V_{eff}
 - **Impedanta de intrare:** 47,5 k Ω
 - **Putere sinus (la DHT de 0,1%):** 280 W/8 Ω 500 W/4 Ω 810 W/2 Ω
 - **Putere muzicala (la DHT de 1%):** 300 W/8 Ω 550 W/4 Ω 1 000 W/2 Ω
 - **Banda de raspuns:** 1,5 Hz la 220 kHz
 - **Rata de crestere (slew rate):** 85 V/ μ s (crestere in 1,5 μ s)
 - **Raport semnal zgomot (la W/8 Ω):** 101 dB (echilibrat in A)
97 dB (B = 22 kHz lin.)
 - **Distorsiuni armonice (DHT) :**

	8 Ω	4 Ω	2 Ω
(banda 80 kHz)			
la 1 kHz :	0,003% (1 W)	0,0046% (1 W)	0,01% (1 W)
	0,005% (200 W)	0,0084% (400 W)	0,02% (700 W)
la 20 kHz:	0,009% (200 W)	0,018% (400 W)	0,07% (700 W)
 - **Distorsiuni de intermodulatie:**

(50 Hz : 7 kHz = 4 : 1)	0,004% (1 W)	0,01% (1 W)	0,034% (1 W)
	0,016% (150 W)	0,025% (300 W)	0,07% (500 W)
 - **Distorsiuni IM dinamice :**
(dreptunghiular 3,15 kHz cu sinus de 15 kHz)

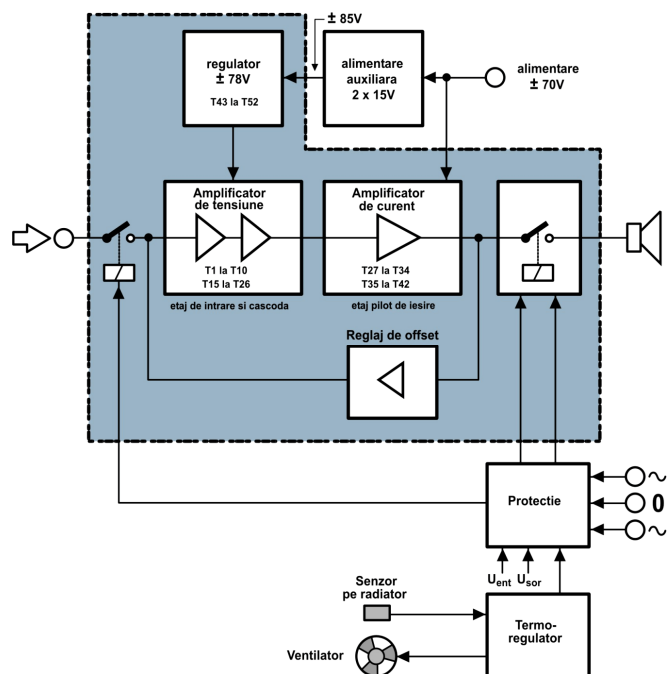
	0,003% (1 W)	0,0036% (1 W)	0,0055% (1 W)
	0,003% (200 W)	0,005% (400 W)	0,0085% (700 W)
 - **Factor de atenuare (la 8 Ω) :**
 - >700 (1 kHz)
 - > 300 (20 kHz)
- Parametrii in bucla deschisa**
- **Castig :** 8 600 ori
 - **Banda :** 53 kHz
 - **Impedanta de iesire :** 1,6 Ω

Descriere

Pe o sarcina normala de 8 Ω puterea statiei este cam de 300W, ceea ce ar insemna un castig de 7.5dB fata de o statie normala de 50W, sau cam 500W pe 4 Ω adica un castig de 10dB fata de una de 50W iar pe 2 Ω 800W sinus (1000W muzicali). In punte pe 4 Ω cca. 2000W.

Daca mai observam si modul de realizare am putea spune: S-a terminat cu rasul ! Este deja putere HI-FI hidroelectrica.

In figura de mai jos se poate observa schema sinoptica unde se observa bucla de reglare intre intrare si iesire pentru evitarea offsetului generat de iesire..



Organigrama

Conectarea cu difuzoarele se face prin releu. S-a notat pe diagrama ca amplificatorul este alimentat cu tensiune simetrică de ± 70 V de la un pereche de transformatoare de 50V urmat de o baterie impresionantă de condensatoare de filtraj. Este necesar să folosim o tensiune mare care să compenseze pierderile inevitabile de tensiune și pentru a duce amplificarea în curent la o modulație completă. De aceea folosim o sursă suplimentară de ± 15 V ce inseriază tensiunea de ± 70 V obținând astfel ± 85 V iar după stabilizare se vor obține ± 78 V. O protecție destul de sofisticată, însă foarte necesară, compară tensiunea de intrare cu cea de ieșire iar în cazul unei diferențe periculoase, offset sau supramodulare ce solicită un curent maxim la ieșire, deconectează ieșirea printr-un releu simultan cu deconectarea intrării. Este de asemenea

protejat la supratensiune având un senzor de temperatură pe radiator ce compară valoarea citită cu o valoare prescrisă activând un ventilator proporțional. În cazul în care aceasta crește în continuare va intra în funcțiune releul de pe ieșire ce va decupla sarcina.

Schema realizată exclusiv cu elemente discrete este figurată mai jos.

Regulatele cu T43 până la T47 și T48 până la T52, etajul de intrare cu T1 la T10 și etajul pilot T15 la T26. T29 și T34 sunt drivere iar T35 până la T42 finali.

Alimentatorul suplimentar și protecțiile nu figurează în această schemă, fiind de sine statatoare și prezentate separat.

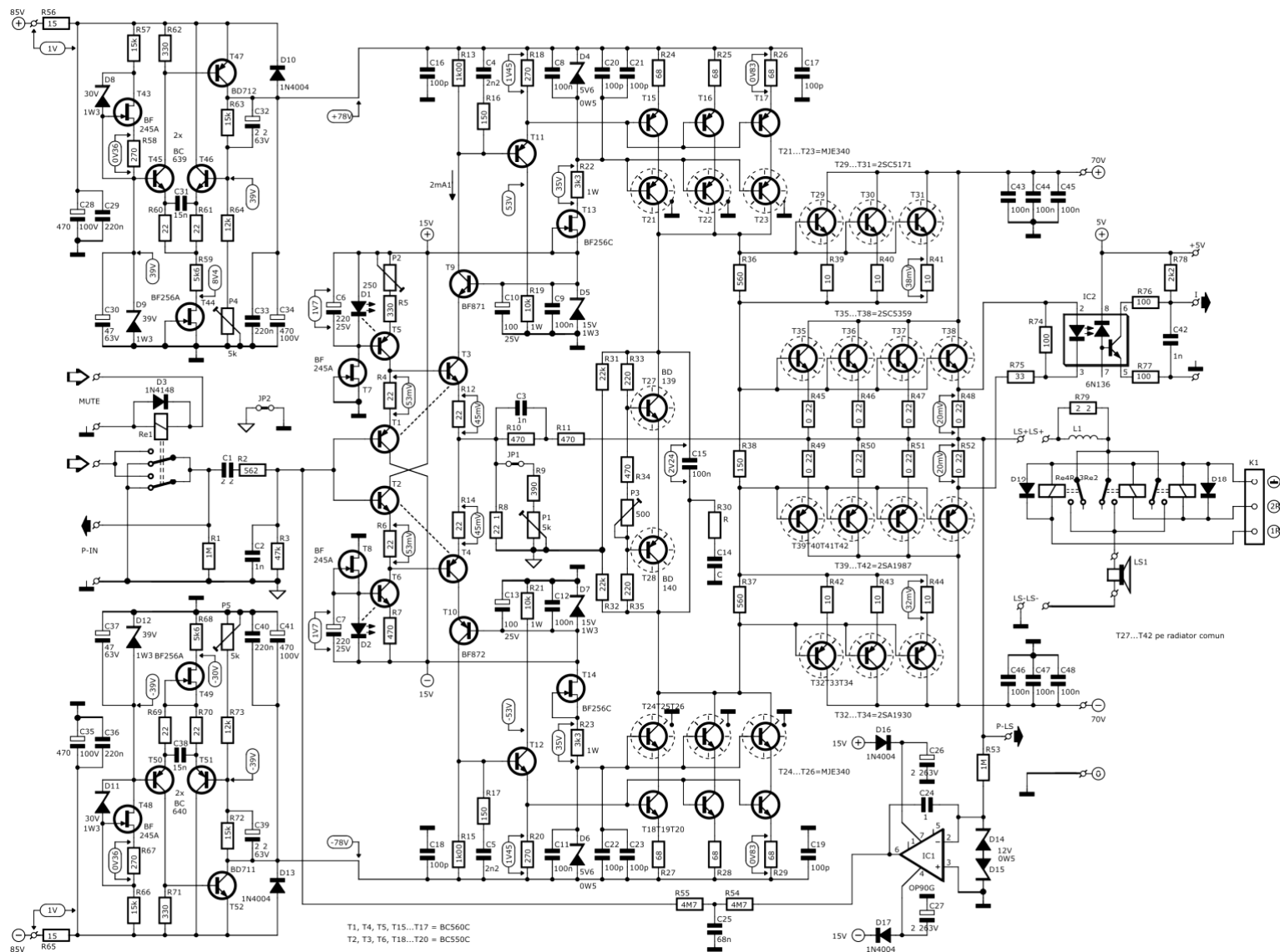
Amplificatorul de curent

Este cea mai importantă parte drept pentru care s-au cuplat în paralel patru perechi de tranzistori (T35 la T42), preferabil Toshiba cu caracteristică de amplificarea în curent constantă până la 7A la frecvențe până la 200MHz. Cu T27 și T28 montați pe același radiator realizăm superdioda iar din P1 reglăm curentul de mers în gol la 200mA. Pe ieșire, datorită curentului mare, sunt cuplate trei releu (Re2 ... Re4) iar pe intrare avem Re1. Cu optocuplorul IC2, alimentat din tensiunea de 5V a circuitului de protecție, a cărui diodă este comandată prin divizorul R74 și R75 din punctul comun R48... R52, realizăm protecția la supracurent. Datorită curentului mare de ieșire al tranzistoarelor cascade, pilotarea etajului este puțin diferită de cum ne-am aștepta folosind în acest scop trei etaje în paralel realizate cu T15..T26. T21..T26 ce se aleg cu V_{ce} de 150V la 50mA, întrucât în sarcină sau modulație mare tensiunea măsurată pe ei crește apreciabil.

Rezistențele R19 și R21 au o triplă funcție: limitează disipatia pe superdioda, limitează curentul prin aceasta și îl transferă către finali, protejează la supracărcarea acestuia în tensiune.

Castigul amplificatorului depinde de etajul de intrare și etajul cascod astfel încât castigul primului depinde de raportul $R13/R12+R8$ (și $R15/R14+R8$) adică mai mare de 10 (cam 20dB). Amplificarea etajului cascod ține de R31, R32 și R24, R25 și R26 și este de 900 ori iar împreună cu cel de intrare este de aproximativ 8500 ori.

Schema amplificatorului



Etajul de intrare

Realizat cascod cu T3 si T4 primii urmati de T9 si T10 la limita suportabila a tensiunii, ajustate cu zenerle D5 si D7 . Acestea limiteaza tensiunea la nivelul de lucru in parametrii ai tranzistoarelor T21... T26. Curentul constant prin zener este realizat cu tranzistoare FET (T13 si T14) iar R22 si R23 limiteaza curentul prin FET-uri. Pentru a nu aparea derivate termice perechile de tranzistoare T1 cu T3 si T2 cu T4 se cupleaza fizic, solidar "fata pe fata". Setarea fina a parametrilor T1 si T2 se face dintr-o sursa suplimentara realizata cu T5 si T6.. Led-urile D1 si D2 au si rol de referinta pentru surse. Stabilitatea termica a acestui etaj este realizata prin cuplarea perechilor D1 cu T5 si D2 cu T6 iar reglarea simetriei curentilor se face masurand tensiunea de pe R4 si R6 corespunzatoare tranzistorilor T5 si T6.

Reactia negativa

... si compensarea in frecventa se transmite de la iesirea amplificatorului la T3 si T4 prin R10 si R11 ce depinde de tensiunea pe rezistenta R8. Amplificarea totala este data de valorile R8 si $R10 + R11$. C3, C4, C5, R16 si R17 reprezinta o retea de linarizare a amplificarii suplinita si cu grupul C14, R10 insa fara a fi critica si necesara. Prin R9 si P1 se regleaza rejectia in mod comun si va fi mai bine explicat acest subiect la legarea in punte. Sursa suplimentara realizata cu IC1 regleaza continuu potentialul de iesire in raport cu masa si are un rol important in compensarea curentilor offset datorati de T1 si T2. R44 si R55 au valorile alese astfel incat curentul de compensare sa fie de max. 1mA, suficient pentru a elimina diferenta curentilor de baza ai lui T1 si T2.

Sursa

Avantajul adus de reactia negativa duce la dezavantaje prin rejectia de semnal a sursei de alimentare ce trebuie stabilizata. Data fiind tensiunea mare de alimentare (si simetrica) si ca tensiunea de intrare poate varia in raport cu sarcina, s-au ales perechile de tranzistoare reglatoare T43 cu T47 si T48 cu T52 ce trebuie sa asigure o efectiva stabilizare. Referinta este data de D9 la 39V. Amplificatorul de eroare cu T45 si T46 ca si comparator a tensiunii la borne (prin divizorul R63, R64 si P4) cu referinta, C31 si C32 optimizeaza raspunsul in frecventa iar R56, C28 si C29 decupleaza inalta frecventa la intrarea de ± 85 V.

Protectia si alimentarea.

Protectia auxiliara este necesara pentru a preveni dezastrele ce pot aparea accidental la manevrare, in plus si in plus de cele deja prezentate. Motive pot fi chiar tensiunea mare de alimentare si a prevenirii vesnicul "daca as fi stiut..."

Functii:

- Temporizare la cuplare
- Detectarea tensiunii de pe traf (disparitia tensiunii de pe secundar)
- Protectia termica (de pe radiator, combinat cu ventilatia)
- Protectie la curent (varfuri la iesire)
- Protectie la tensiune continua
- Protectie impotriva supramodulatiilor

O anexa inteligenta simte decuplarea sarcinii, monitorizeaza cu trei leduri (rosu "Eroare", cel galben va anunta licarind ca sistemul se va decupla iar cel verde anunta "OK"-ul)

Surse si Temporizari

Avem o sursa cu stabilizatoare integrate ce furnizeaza tensiunile de +5 si ± 12 V.

Circuitul este conectat cu intreg ansamblul amplificator in mai multe puncte:

- "PSP" si "Input" conectate la iesirea respectiv intrarea amplificatorului (P-LS si PINE a placii amplificatorului).
- 50V la terminalele secundarului transformatorului care prin rezistentele divizoare alimenteaza dioda optocuplorului. Daca una din tensiuni dispare, dioda nu se va mai aprinde iar optocuplorul va comanda prin logica urmatoare protectia.
- Trei rele pentru cuplarea intarziata (silentioasa).
- "temp" pentru temperatura, sesizata prin optocuplor si circuitul de ventilare.

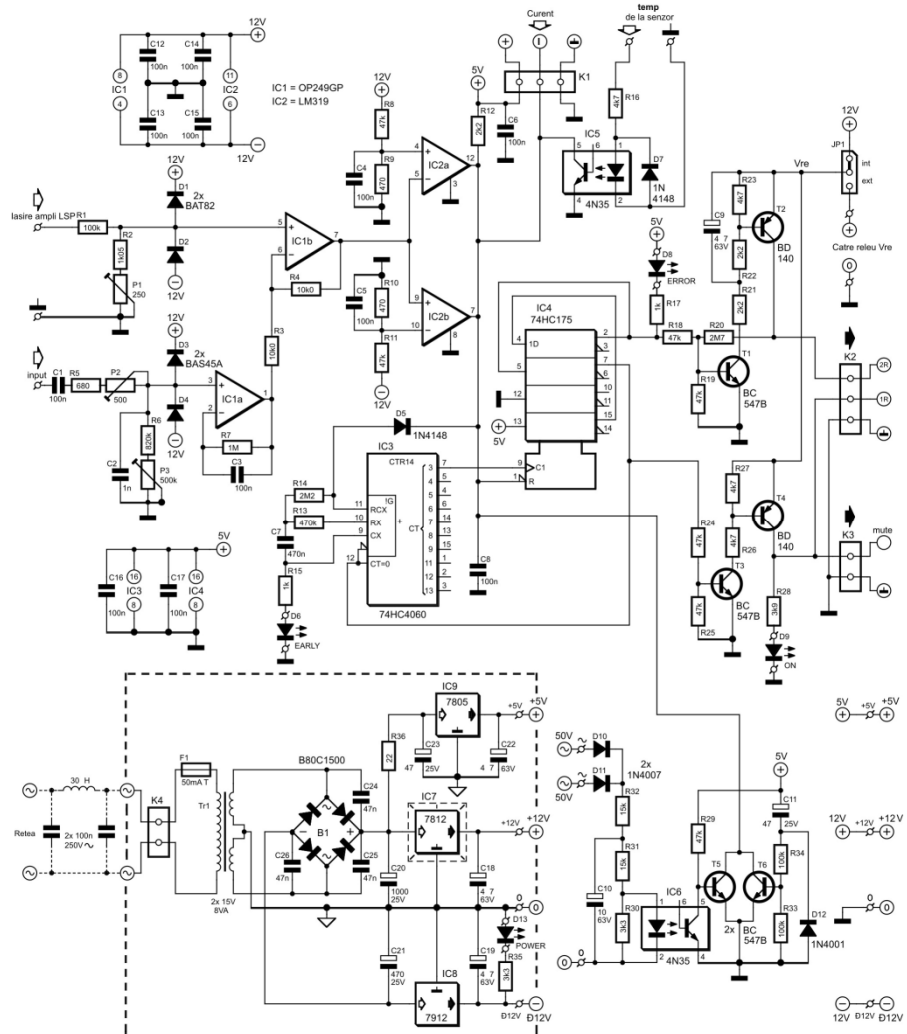
Logica cablata pentru toate aceste intrari

Cu C9 se mentine inca cateva ms semnalul pe intrare dupa ce al treilea releu decupleaza iesirea, pentru a nu introduce zgomete.

La cuplare, tensiunea apare imediat si prin T6 reseteaza starea lui IC4. Prin ceasul intern, la cateva secunde Q4 trece in "1". Functie de conditiile de supra curent, scurt, ... supervisorul nostru va trece prin teste si va semnaliza pe rand prin led-urile rosu, galben si apoi verde intrarea in functiune ca si operationala a statiei.

Protectia in curent

... cu optocuplor este reglata la 40A este pe intrarea "I" a lui K1 iar semnalul este preluat de pe R78 inchis prin R12 spre +5V.

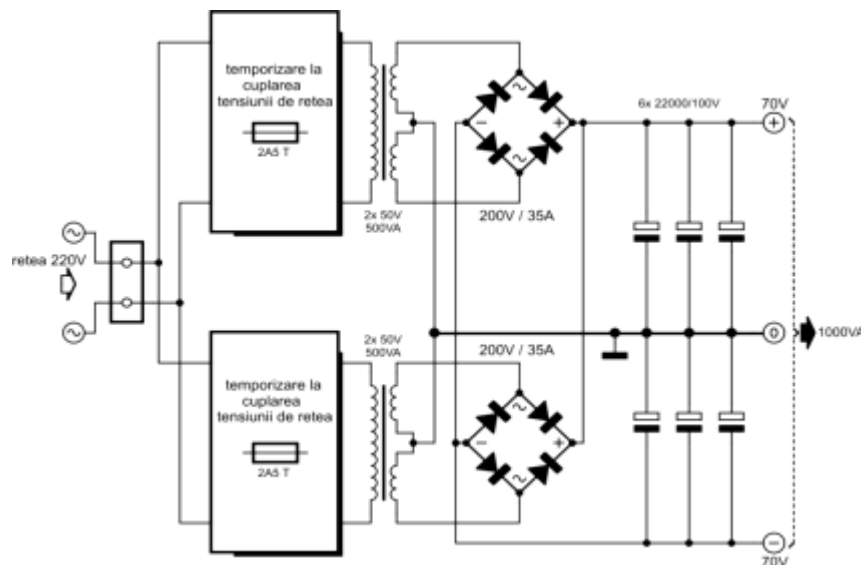


Detectia de supramodulatie

... se face prin compararea semnalelor de pe intrarea si iesirea amplificatorului realizat cu IC1; IC1b defazeaza diferentele in durata dintre semnale. Prin R1, R2, P1 primim semnalul de pe LSP si reglat cu o multitura P1. Prin divizoarele R8 cu R9 si R11 cu R10 se detecteaza semnalele ce depasesc 2.5% distorsiuni (in general de supramodulatie) sau tensiunea continua. P1 ... sunt multitura (pentru reglaje de finete) , D1 ...D4 sunt detasabile (prin cablu pntru a fi expuse pe panoul de control). Alimentarea se face de la un trafa de 2x12V, se folosesc stabilizari integrate 7812 si 7912. Reglarea se face cu un osciloscop si un multimetru de calitate (AC) pe iesirea lui IC1b la 1 KHz, 20 KHz si 20 Hz. Se aduce amplificatorul la maximum de modulatie cu un generator sau CD de test. Se regleaza P1 rejectia la 1KHz (minimum de semnal pe iesirea IC1b), cu P2 la 20KHz si P3 la 20Hz.. P2 si P3 se influenteaza putin reciproc asa ca procedura se reia de doua trei ori.

Alimentarea

... cu 2x15V ce se insumeaza la tensiunea baza $\pm 70V$ pentru obtinerea $\pm 85V$ se realizeaza prin cuplarea conectorilor K1, K2, K3 si K4, conform schemei. Urmeaza punctile si bateria de condensatoare. Punctile se pun pe radiator iar bateria de condensatoare se realizeaza cu benzi de aluminiu de 3mm ; cablurile folosite sunt de 2.5mm diametru legate stil conexiuni auto. Evaluand serios acest bloc la performantele ce trebuie atinse, pentru alimentarea unei statii de 2000 W pe sarcini sub 2 ohmi, va trebui sa verificam foarte bine ca toate conexiunile sa fie bine stranse in suruburi, lipiturile realizate Class iar sigurantele puse cu profesionalism la valoarea corecta.



Constructia

Un proiect solid ce solicita, da incredere si prin complexitate educa. Se realizeaza cu atentie si ingrijit dand totodata si aspectul potrivit unei astfel de lucrari.

Circuitul amplificator

Remarca: modulul are castig in banda de 0.5GHz, deci necesita o buna proiectare a traseelor, a punctelor de masa, amplasarea componente, decuplari. Radiatorul se conecteaza la masa iar tranzistorii se prind cu izolatori de mica pentru reducerea capacitatilor. Placa de rele se pozitioneaza in "sandwich" cu distantiatori metalici de 50mm, solid si cu rol de transfer al semnalelor electrice.

L1 are 4 spire duble si se bobineaza cu sarma CuEm de 1.5mm pe diametrul de 16mm.

A nu se uita sa se cupleze termic perechile T1/T3, T2/T4, D1/T5 si D2/T6, T45/T46 si T50/T51 iar tranzistoarele T21 la T23 pe o parte si T24 la T26 pe cealalta parte, izolate cu mica.

Radiatorul ,

tip SK27 Fisher de 150mm latime este gaurit cu maxima precizie cu 3mm si suprafete finisate pentru tranzistorii T27 ...T 42 ce se vor prinde cu picioarele indoite (arcuite) astfel incat sa permita o pozitionare usoara. Operatia cere atentie si indemanare. Se prind initial T27 si T28, apoi ceilalti, senzorul cu un BD140 pe mijlocul radiatorului langa T40 sau T37 si apoi ventilatorul.

Prinderea se face cu distantoare de 3mm in gauri de 10mm lungime.

Reglajul

Tensiunea de 78V se regleaza prin P4 si P5 , simetria etajului de intrare cu P2 (masuram pe IC1 pin 6 OV) si curentul mers in gol cu P3 (un ampermetru in serie cu linia de +70 si -70V masuram 200mA). Cu P1 se regleaza simetria puntii, altfel acesta nu este activ. Nivelele de tensiune de $\pm 70V$ si $\pm 85V$ se masoara pe o sarcina de 10 Ω la 5W.

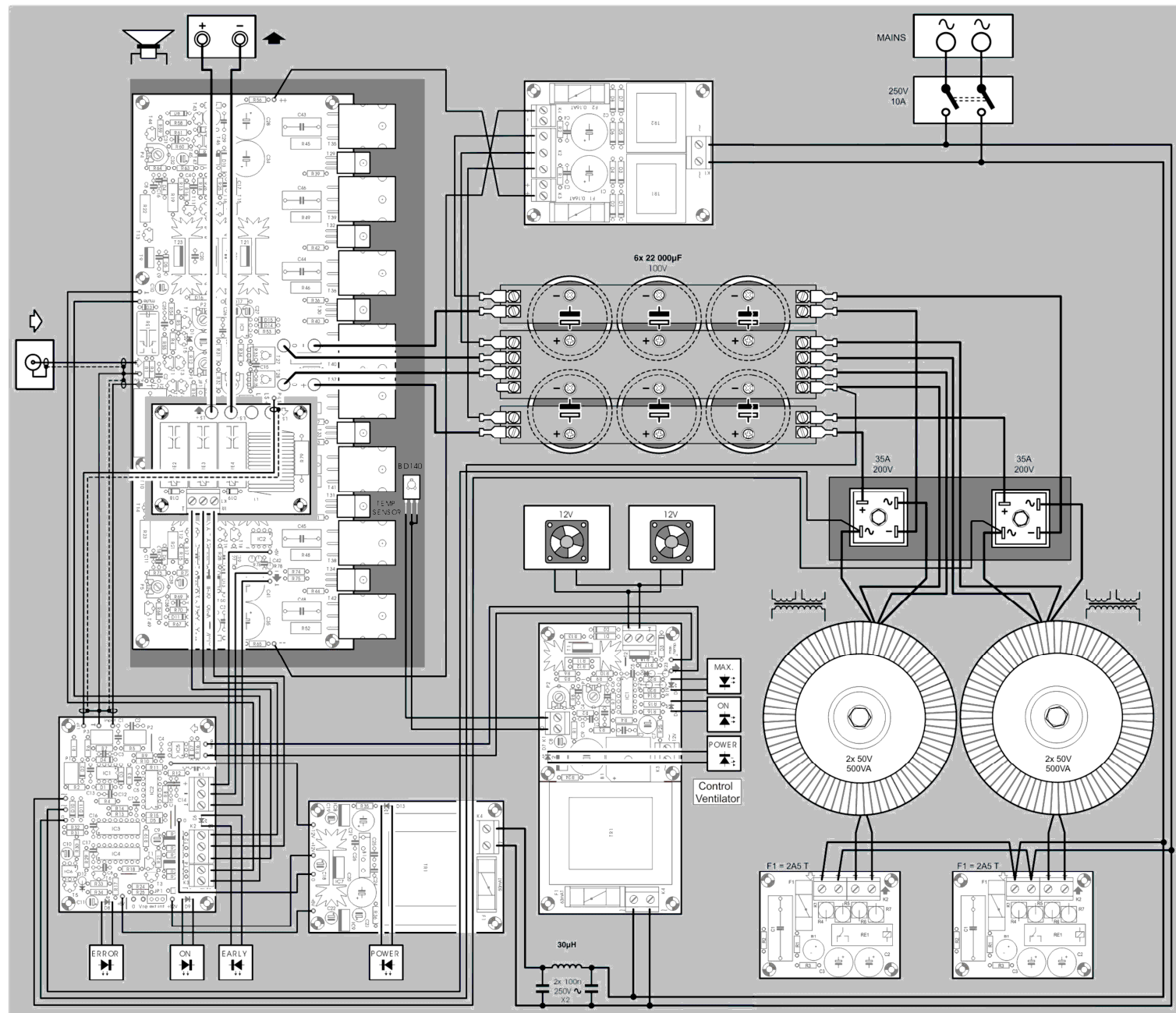
Verificare

Tensiunile masurate in punctele mentionate in schema trebuie sa corespunda valorilor scrise (toleranta este uneori de 30%). Trebuie masurata tensiunea pe R45 .. R52 pentru a verifica daca finalii sunt corect conectati. Pe R56 sau R65 avem 0.8-1.1V. Echilibrul perechilor T45/T46 si T50/T51 se datoreaza rezistentelor din emitor. Asimetria alimentarii , datorate tolerantei rezistentelor R62 si R71 poate duce uneori la schimbarea perechilor de tranzistoare. Se va face o izolare buna a tensiunii de alimentare, aceste tensiuni fiind periculoase.

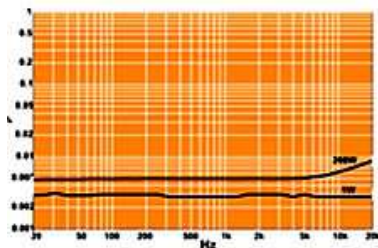
Interconectarea Modulelor

Un bloc functional se obtine conform figurii, cablurile vor fi de sectiune 2.5mm², nu mai lungi de 15 cm, modulele cuplate la carcasa prin punctele de masa. Starea de functionare , monitorizata cu led-uri, va fi observata pe panoul frontal. Cutia va avea prevazuta aerisire prin fante, pentru o buna curculatie a aerului.

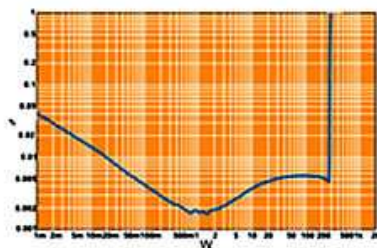
Interconectare



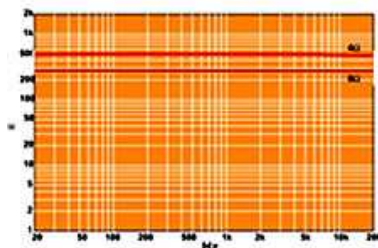
Diagrame



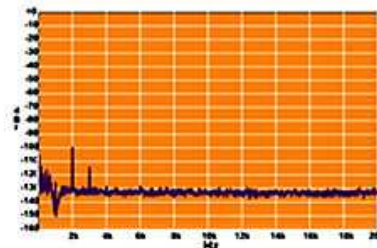
Distorsiunile armonice totale DHT + zgomot la 1W/8 ohmi (jos) si la 200 W/8 ohmi (sus). Corespunde la 70% din puterea sinus maxima



Distorsiunile armonice DHT la 1KHz la 8ohm

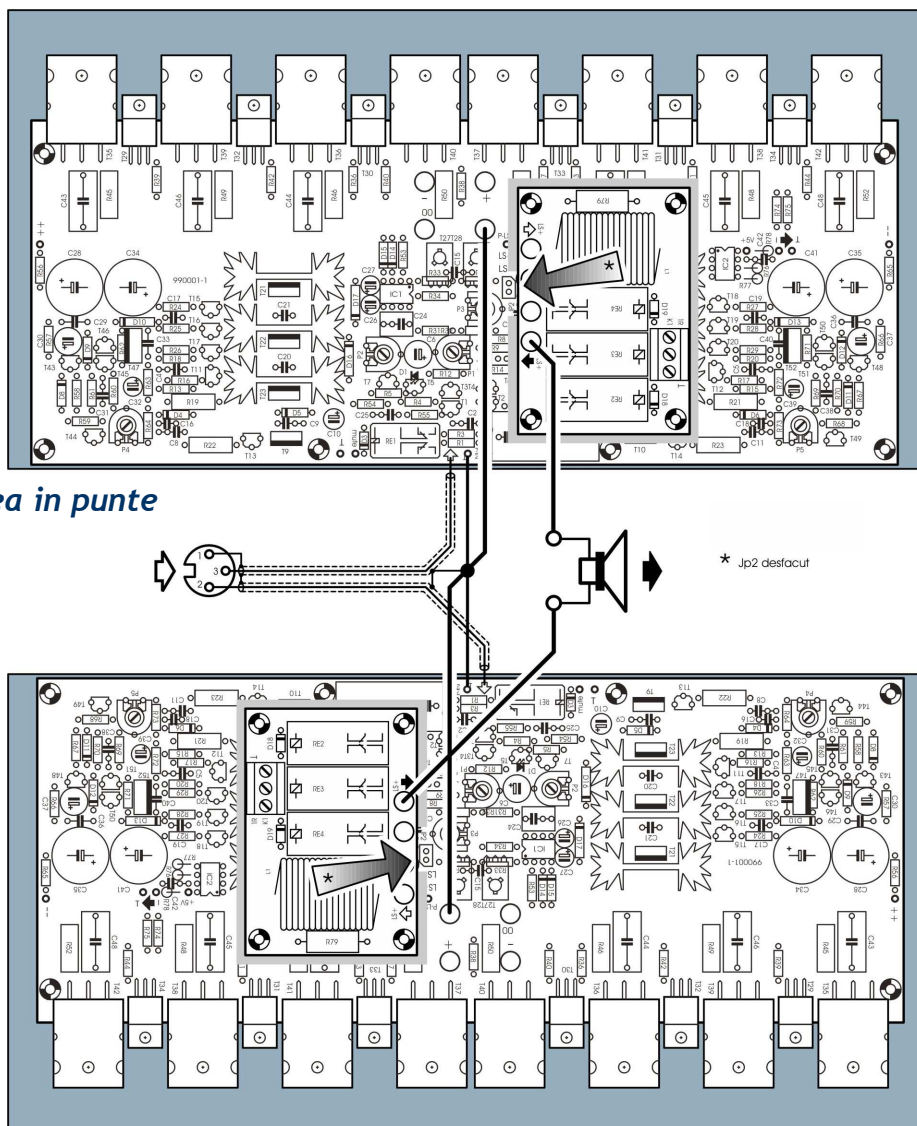


Raspunsul in putere la distorsiuni constante de 1% si sarcina de 4 ohmi (sus) si cea liniara la 8 ohmi Banda de frecvente testata 80KHz.



Analiza Fourier la 1KHz masurata pe sarcina de 8 ohmi 1W. Armonica a doua porneste dupa -100dB a treia sub -114dB, celelalte sunt invizibile si trec dincolo de -130dB de fundamentala

Legarea in punte



Produsul este realizat de ELEKTOR si prezentat intr-un ciclu de 8 numere in anul 1999 sub denumirea TITAN (GIGANT) 2000. Multumirile le adresati lor la adresa : <http://www.elektor-electronics.co.uk/Default.aspx?tabid=50>

Acest produs este livrat numai in varianta circuit imprimat si va fi insotit de documentatia completa de asamblare.

The Largest Collection of Educational Electronic Kits

The smart way to boost productivity

EPSICOM, Ltd.
37 Sararilor Street
200570 Craiova, Romania
Mob: (+40) 743-377426
Tel: (+40) 351-591001
Fax: (+40) 351-595003

e-mail: office@epsicom.com