

EPSICOM

Ready Prototyping

Colecția HI-FI Sono & Light

EP 0077



Cuprins

Prezentare Proiect	
Fișa de Asamblare	
1. Funcționare	2 - 3
2. Schema	3
3. PCB	4
4. Lista de componente	4

2KW 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

www.epsicom.com/kits.php

a division of EPSICO Manufacturing

Un amplificator formidabil din toate punctele de vedere. Proiectul anului 1999 le Elektor. Fără prea multe comentarii trecem direct la ...

Caracteristici:

- **Tensiune de alimentare:** $\pm 70 \text{ V}$ ($\pm 72 \text{ V}$ fără semnal) și curent de mers în gol de 0,2 la 0,4 A
 - **Sensibilitate de intrare:** 1,1 V_{eff}
 - **Impedanța 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 muzicală (la DHT de 1%):** 300 W/8 Ω 550 W/4 Ω 1 000 W/2 Ω
 - **Banda de răspuns:** 1,5 Hz la 220 kHz
 - **Rata de creștere (slew rate):** 85 V/ μs (creștere în 1,5 μs)
 - **Raport semnal zgomot (la W/8 Ω):** 101 dB (echilibrat în 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) |
| (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) |
| (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) |
| | >700 (1 kHz) | | |
| | > 300 (20 kHz) | | |

Parametrii în buclă deschisă

- **Câștig :** 8 600 ori
- **Banda :** 53 kHz
- **Impedanța de ieșire :** 1,6 Ω

Descriere

Pe o sarcină normală de 8 Ω puterea stației este cam de 300W, ceea ce ar însemna un câștig de 7.5dB față de o stație normală de 50W, sau cam 500W pe 4 Ω adică un câștig de 10dB față de una de 50W iar pe 2 Ω 800W sinus (1000W muzicali). În punte pe 4 Ω cca. 2000W.

Dacă mai observăm și modul de realizare am putea spune: S-a terminat cu râsul ! Este deja putere HI-FI hidroelectrică.

În figura de alăturată este prezentată schema sinoptică unde se observă bucla de reglare între intrare și ieșire pentru evitarea offsetului generat de ieșire..

Organigrama

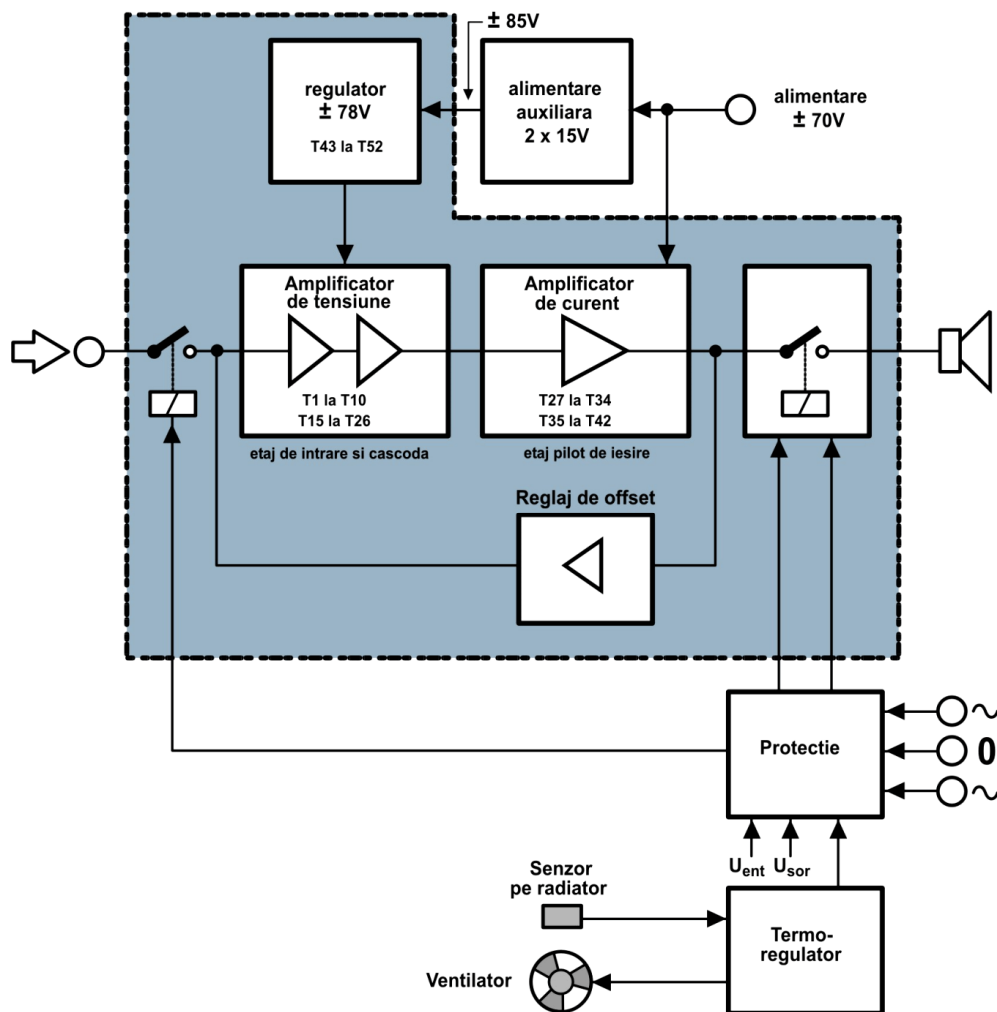
Conectarea cu difuzoarele se face prin releu. S-a notat pe diagramă că amplificatorul este alimentat cu tensiune simetrică de $\pm 70 \text{ V}$ de la o pereche de transformatoare de 50V urmată de o baterie impresionantă de condensatoare de filtraj. Este necesar să folosim o tensiune mare care să compenseze pierderile inevitabile de tensiune și pentru a duce amplificarea în curent la o modulație completă. De aceea folosim o sursă suplimentară de $\pm 15 \text{ V}$ ce înseriază tensiunea de $\pm 70 \text{ V}$ obținând astfel $\pm 85 \text{ V}$, iar după stabilizare se vor obține $\pm 78 \text{ V}$.

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 deasemenea 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.

Reglatoarele realizate cu tranzistoarele 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, ele fiind de sine stătătoare și prezentate separat.



Amplificatorul de curent

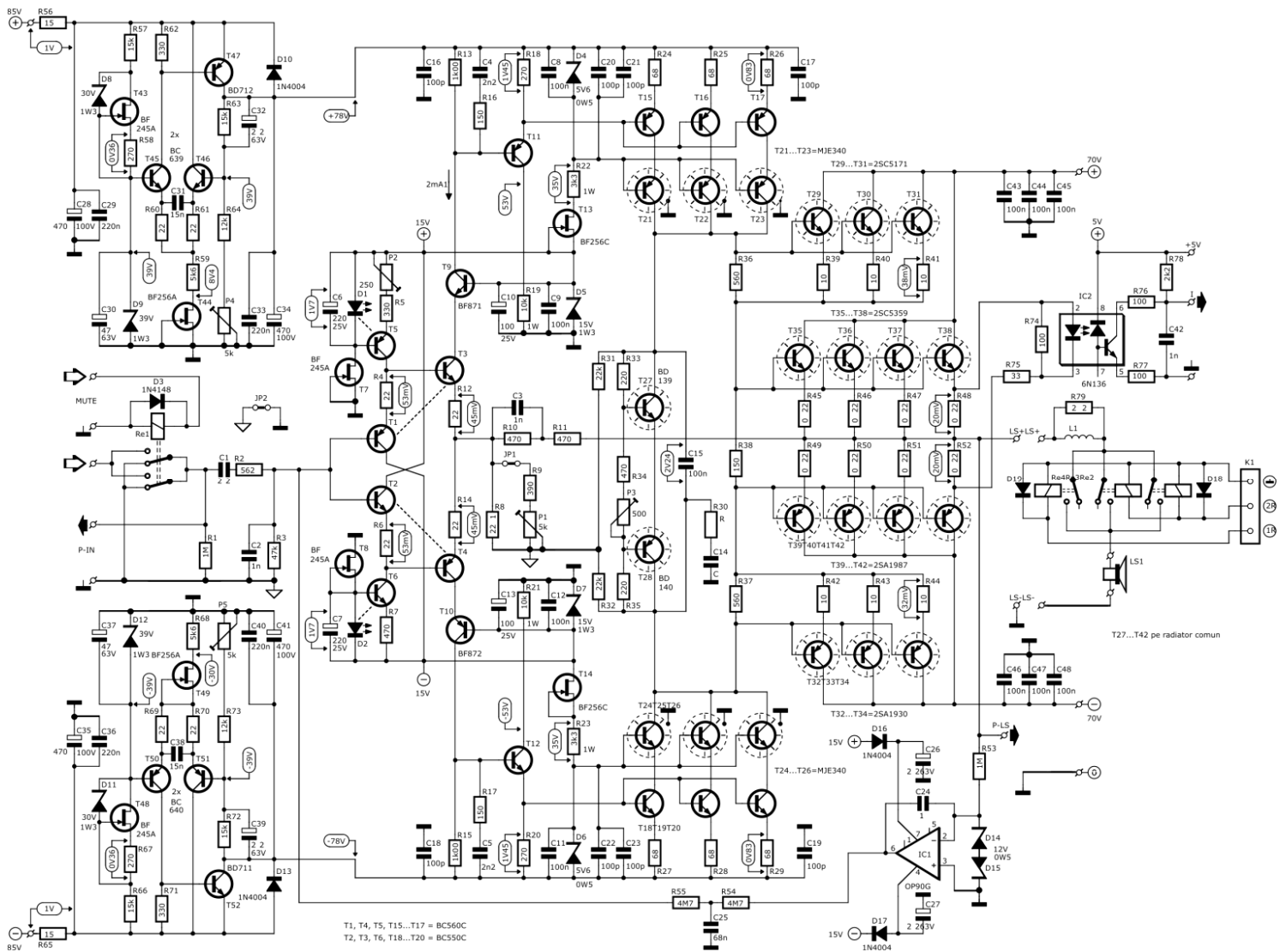
Este cea mai importantă parte, drept pentru care s-au cuplat în paralel patru perechi de tranzistori (T35 la T42), preferabil Toshiba cu caracteristica de amplificare în curent constant până la 7A la frecvențe de până la 200MHz. Cu T27 și T28, montați pe același radiator, realizăm superdioda iar din P1 reglăm curentul de mers în gol la 200mA. Pe ieșire, datorită curentului mare, sunt cuplate trei relee (Re2 ...Re4) iar pe intrare avem Re1. Cu optocuplorul IC2, alimentat din tensiunea de 5V a circuitului de protecție, a cărei 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 disipația pe superdiodă, limitează curentul prin aceasta și îl transferă către finali, protejează la suprîncărcarea acestuia în tensiune.

Câștigul amplificatorului depinde de etajul de intrare și etajul cascod astfel încât câștigul 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.

Etajul de intrare

Realizat cascod cu T3 și T4, primii, urmați de T9 și T10 la limita suportabilă a tensiunii, ajustate cu diodele zener D5 și D7. Acestea limitează tensiunea la nivelul de lucru, în parametrii tranzistoarelor T21... T26. Curentul constant prin zennere este realizat cu tranzistoare FET (T13 și T14) iar R22 și R23 limitează curentul prin FET-uri. Pentru a nu apărea derive termice, perechile de tranzistoare T1 cu T3 și T2 cu T4 se cuplează fizic, solidar "față pe față". Setarea fină a parametrilor T1 și T2 se face dintr-o sursă suplimentară realizată cu T5 și T6. Led-urile D1 și D2 au și rol de referință pentru surse. Stabilitatea termică a acestui etaj este realizată prin cuplarea perechilor D1 cu T5 și D2 cu T6 iar reglarea simetriei curenților se face măsurând tensiunea de pe R4 și R6, corespunzătoare tranzistorilor T5 și T6.



(dați zoom 200%)

Reacția negativă

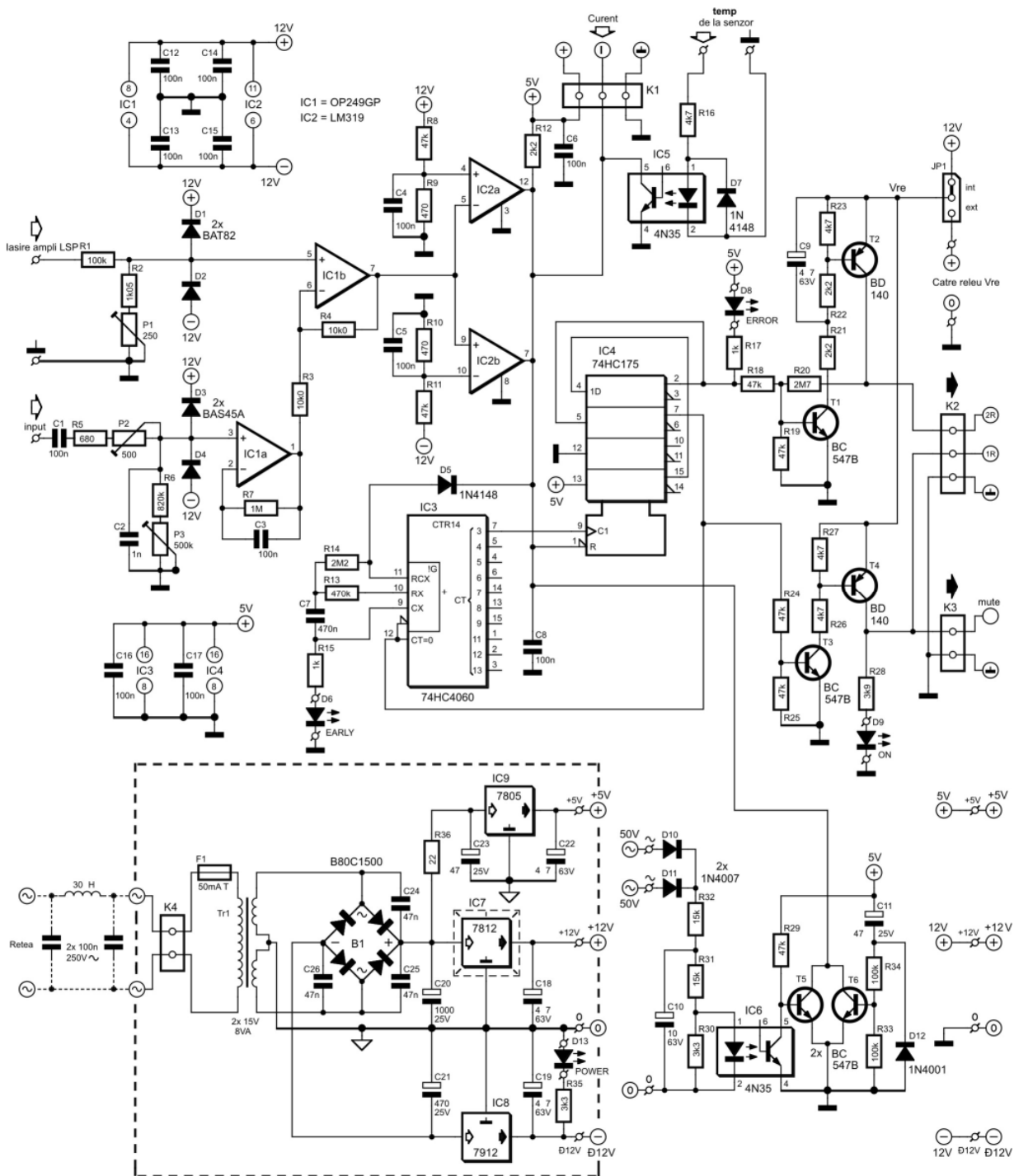
... și compensarea în frecvență se transmite de la ieșirea amplificatorului la T3 și T4 prin R10 și R11, ce depinde de tensiunea pe rezistența R8. Amplificarea totală este dată de valorile R8 și R10+R11. C3, C4, C5, R16 și R17 reprezintă o rețea de liniarizare a amplificării, suplinită și de grupul C14, R10 însă fără a fi critică și necesară. Prin R9 și P1 se reglează rejecția de mod comun, însă acest subiect va fi mai bine explicat la legarea în punte. Sursa suplimentară realizată cu IC1 reglează continuu potențialul de ieșire în raport cu masa și are un rol important în compensarea curenților offset datorati de T1 și T2. R44 și R55 au valorile alese astfel încât curentul de compensare să fie de max.1mA, suficient pentru a elimina diferența curenților de bază ai lui T1 și T2.

Sursa

Avantajul adus de reacția negativă duce la dezavantaje prin rejecția de semnal a sursei de alimentare ce trebuie stabilizată. Dată fiind tensiunea mare de alimentare (simetrică) și ca tensiunea de intrare să poată varia în raport cu sarcina, s-au ales perechile de tranzistoare reguloare T43 cu T47 și T48 cu T52, ce trebuie să asigure o stabilizare efectivă. Referința este dată de D9 la 39V. Amplificatorul de eroare cu T45 și T46, ca și comparator al tensiunii la borne (prin divizorul R63, R64 și P4) cu referința, C31 și C32 optimizează răspunsul în frecvență iar R56, C28 și C29 decuplează frecvența înaltă la intrarea de ±85 V.

Protecția și alimentarea

Protecția auxiliară este necesară pentru a preveni dezastrele ce pot apărea accidental la manevrare și în plus de cele deja prezentate. Motive pot fi chiar tensiunea mare de alimentare și a preveni veșnicul "dacă așa fi știut..."



Funcții:

- Temporizare la cuplare,
- Detectarea tensiunii de pe traf (dispariția tensiunii de pe secundar),
- Protecție termică (pe radiator, combinat cu ventilația),
- Protecție la curent (vârfuri la ieșire)
- Protecție la tensiune continuă,
- Protecție împotriva supramodulațiilor.

O anexă inteligentă simte decuplarea sarcinii, monitorizează cu trei leduri (roșu "Eroare", cel galben va anunța licărind că sistemul se va decupla iar cel verde anunță "OK"-ul).

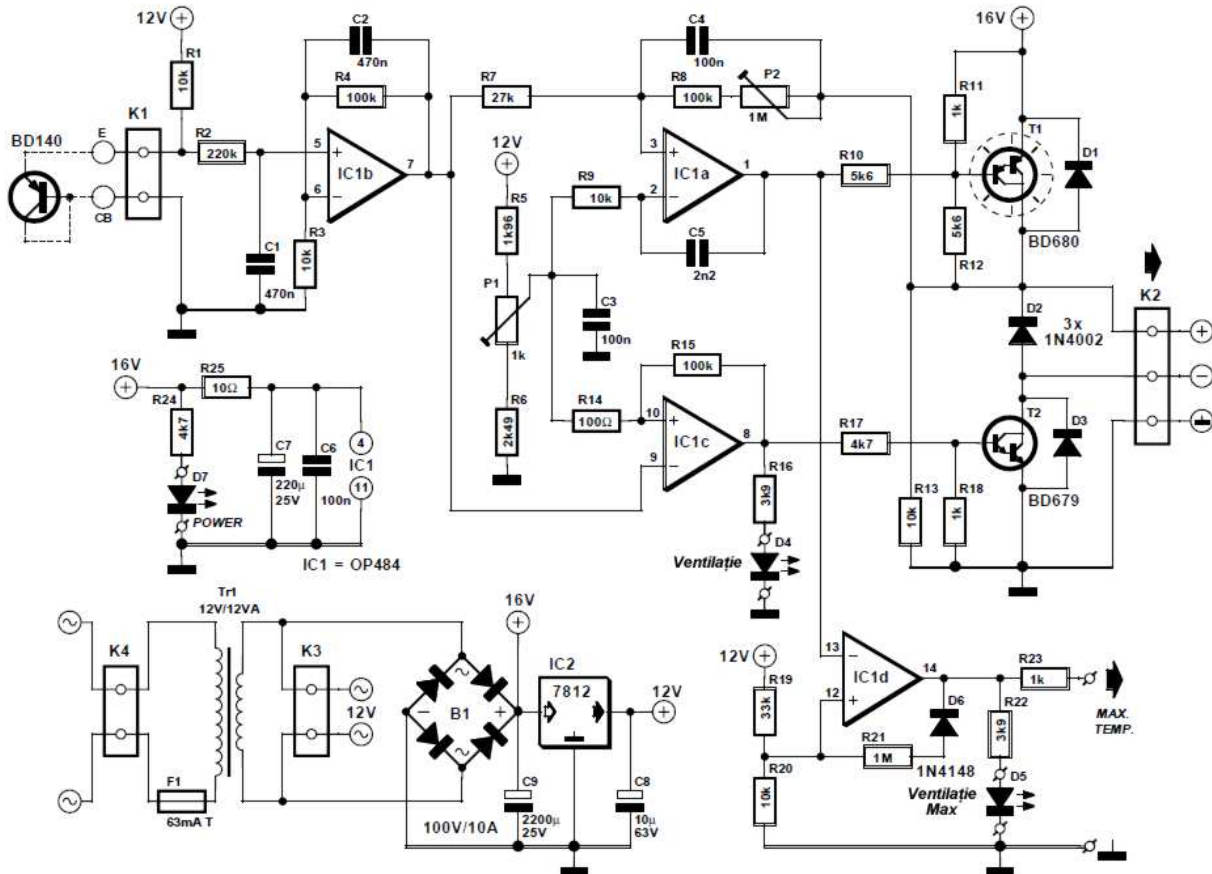
Surse și Temporizări

Avem o sursă cu stabilizatoare integrate ce furnizează tensiunile de +5 și ±12V .

Circuitul este conectat cu întreg ansamblul amplificator în mai multe puncte:

- "PSP" și "Input" conectate la ieșirea, respectiv intra-rea, amplificatorului (P-LS și PINE a plăcii amplificato-rului).
- 50V la terminalele secundarului transformatorului care prin rezistențele divizoare alimentează dioda optocuplorului. Dacă una din tensiuni dispăre, dioda nu se va mai aprinde iar optocuplorul va comanda prin logica următoare protecția.

- Trei rele pentru cuplarea întârziată (silențioasă).
- "temp" pentru temperatură, sesizată prin optocuplor și circuitul de ventilare.



Logica cablată pentru toate aceste intrari

Cu C9 se menține încă câteva milisecunde semnalul pe intrare după ce al treilea releu decuplează ieșirea, pentru a nu introduce zgomete.

La cuplare, tensiunea apare imediat și prin T6 reșetează starea lui IC4. Prin ceasul intern, după câteva secunde Q4 trece în "1". Funcție de condițiile de supracurent, scurt, ... supervisorul nostru va trece prin teste și va semnaliza pe rând, prin led-urile roșu, galben și apoi verde, intrarea în funcțiune operațională a stației.

Protecția la curent

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

Detecția la supramodulație

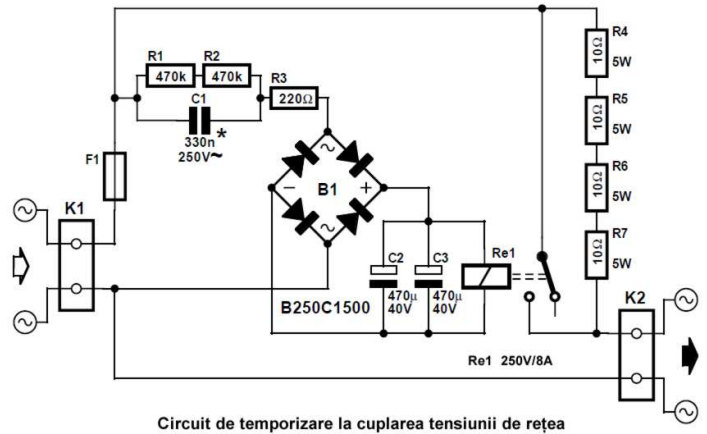
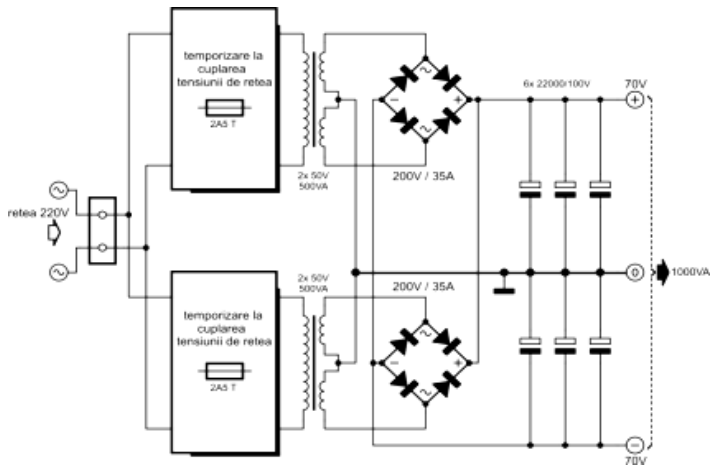
... se face prin compararea semnalelor de pe intrare și ieșirea amplificatorului, realizat cu IC1; IC1b defazează diferențele în durată dintre semnale. Prin R1, R2, P1 primim semnalul de pe LSP și reglat cu o multitură P1. Prin divizoarele R8 cu R9 și R11 cu R10 se detectează semnalele ce depășesc 2,5% distorsiuni (în general la supramodulație) sau tensiunea continuă. Multitura P1 este folosită pentru reglaje de finete, D1 ...D4 sunt detașabile (prin cablu pentru a fi expuse pe panoul de control).

Alimentarea se face de la un trafo de 2x12V, se folosesc stabilizatoare integrate LM7812 și LM7912. Reglarea se face cu un osciloscop și un multimetru de calitate (AC) pe ieșirea lui IC1b la 1 KHz, 20 KHz și 20 Hz. Se aduce amplificatorul la maximum de modulație cu un generator sau CD de test. Se reglează P1 rejectia la 1KHz (minimum de semnal pe ieșirea IC1b), cu P2 la 20KHz și P3 la 20Hz. P2 și P3 se influențează reciproc, puțin, așa că procedura se reia de doua trei ori.

Alimentarea

... cu 2x15V ce se însumează la tensiunea de bază de ±70V pentru obținerea celei de ±85V, se realizează prin cuplarea conectorilor K1, K2, K3 și K4, conform schemei. Urmează punțile și bateria de condensatoare. Punțile se pun pe radiator iar bateria de condensatoare se realizează cu benzi de aluminiu de 3mm; cablurile folosite sunt de 2,5mm diametru legate stil conexiuni auto. Evaluând serios acest bloc la performanțele ce trebuiesc atinse, pentru alimentarea unei stații de 2000 W pe

sarcini sub 2Ω , va trebui să verificăm foarte bine ca toate conexiunile să fie bine strânse în șuruburi, lipiturile realizate Class iar siguranțele puse cu profesionalism la valoarea corectă.



Circuit de temporizare la cuplarea tensiunii de rețea

Construcția

Un proiect solid ce solicită, dă încredere și, prin complexitate, educă. Se realizează cu atenție și îngrijit dând totodată și aspectul potrivit unei astfel de lucrări.

Circuitul amplificator

Remarcă: modulul are câștig în banda de 0.5GHz, deci necesită o bună proiectare a traseelor, a punctelor de masă, amplasare a componentelor, decuplări. Radiatorul se conectează la masă iar tranzistorii se prind cu izolatori de mică pentru reducerea capacităților. Placa de relee se poziționează în "sandwich" cu distanțori metalici de 50mm, solid și cu rol de transfer al semnalelor electrice.

L1 are 4 spire duble și se bobinează cu sârmă CuEm de 1,5mm pe diametrul de 16mm.

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

Radiatorul

... tip SK27 Fisher de 150mm lățime este găurit cu maximă precizie cu 3mm și suprafețe finisate pentru tranzistorii T27 ... T 42 ce se vor prinde cu picioarele îndoite (arcuite) astfel încât să permită o poziționare ușoară. Operația cere atenție și îndemănare. Se prind inițial T27 și T28, apoi ceilalți, senzorul cu un BD140 pe mijlocul radiatorului lângă T40 sau T37 și apoi ventilatorul. Prinderea se face cu distanțoare de 3mm în găuri de 10mm lungime.

Reglajul

Tensiunea de 78V se reglează prin P4 și P5, simetria etajului de intrare cu P2 (măsurăm pe IC1 pin 6 OV) și curentul de mers în gol cu P3 (un ampermetru în serie cu linia de +70 și -70V măsurăm 200mA). Cu P1 se reglează simetria punții, altfel acesta nu este activ. Nivelele de tensiune de $\pm 70V$ și $\pm 85V$ se masoară pe o sarcină de 10Ω la 5W.

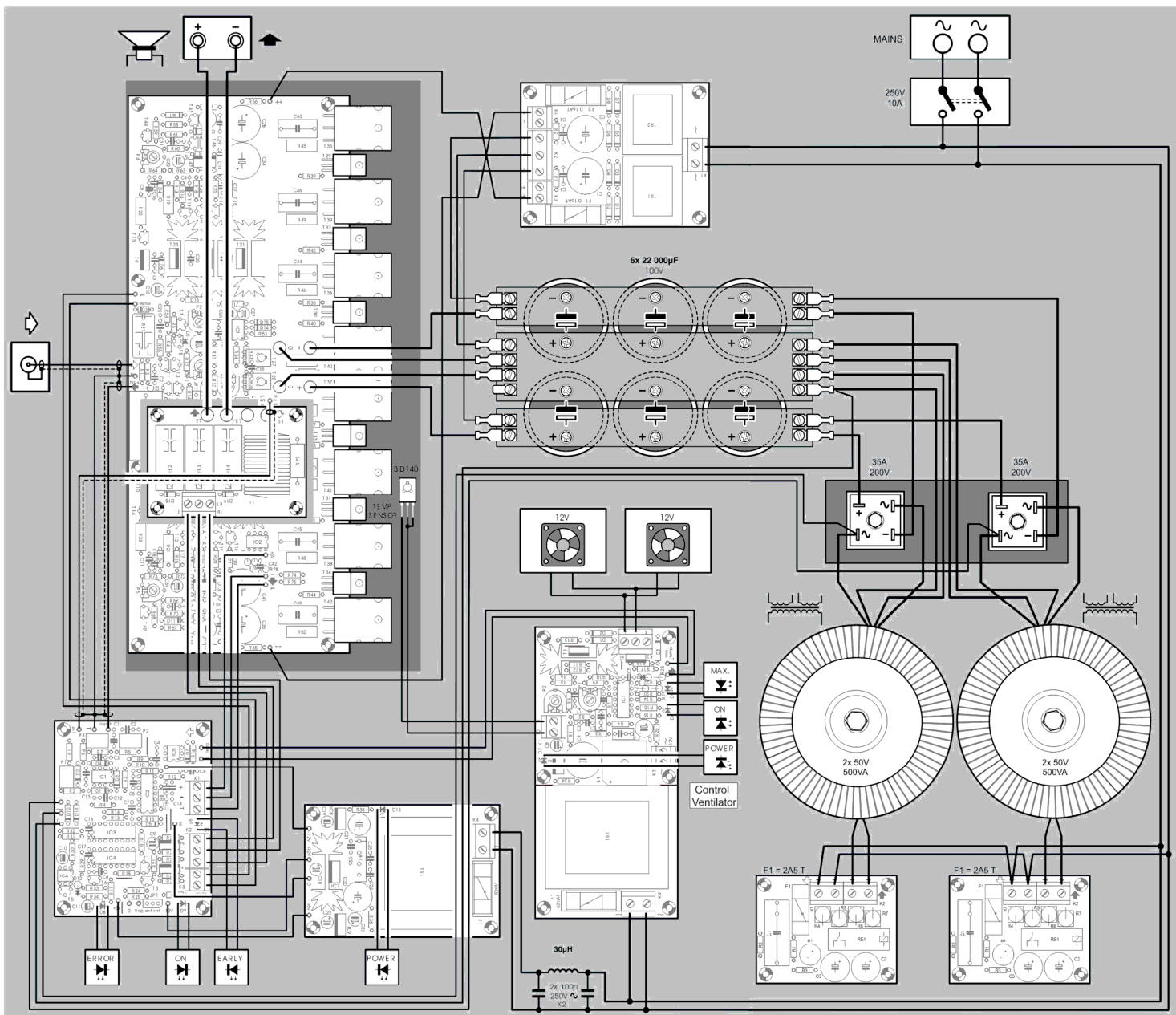
Verificare

Tensiunile măsurate în punctele menționate în schemă trebuie să corespundă valorilor scrise (toleranța este uneori de 30%). Trebuie măsurată tensiunea pe R45 .. R52 pentru a verifica dacă finalii sunt corect conectați. Pe R56 sau R65 avem 0.8-1.1V. Echilibrul perechilor T45/T46 și T50/T51 se datorează rezistențelor din emitor. Asimetria alimentării, datorate toleranței rezistențelor R62 și R71 poate duce uneori la schimbarea perechilor de tranzistoare. Se va face o izolare bună a tensiunii de alimentare, aceste tensiuni fiind periculoase.

Interconectarea Modulelor

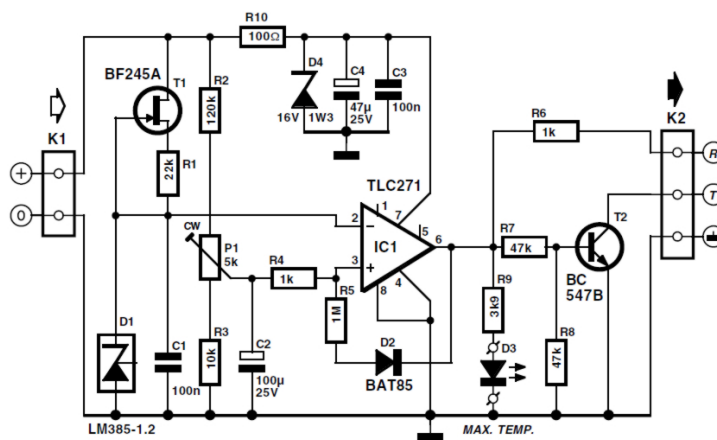
Un bloc funcțional se obține conform figurii, cablurile vor fi de secțiune $2.5mm^2$, nu mai lungi de 15cm, modulele cuplate la carcasă prin punctele de masă. Starea de funcționare, monitorizată cu led-uri, va fi observată pe panoul frontal. Cutia va avea prevăzută aerisirea prin fante, pentru o bună circulație a aerului.

Interconectare (dați zoom 500%)



Si dacă nu ați fost impresionați încă de acest laborator de amplificat semnale audio, veți fi acum. Acest ultimul modul, deloc neglijabil, este cel din figura alăturată, ce supraveghează tensiunea de pe ventilator, o compară cu o tensiune de referință de 1,2V și comandă pe două căi, prin R optocuplorul circuitului de protecție iar prin ieșirea T un mic releu de ventilație avarie.

Pragul scăderii tensiunii limită de pe ventilator, pentru a asigura o bună răcire este reglat de P1.



Lista de componente – Modul de protecție

Nr.Crt.	Part Type	Denumire	Valoare	Cant
1	C1,C3	Condensator NP	100nF	2
2	C2	Condensator NP	1nF	1
3	C4,C5,C6,C8,C12...C17	Condensator NP	100nF	10
4	C7	Condensator NP	470nF	1
5	C9,C18,C19,C22	Condensator POL	4,7μF/63V	4
6	C10	Condensator POL	10μF/63V	1
7	C11,C23	Condensator POL	47μF/25V	2
8	C20	Condensator POL	1000μF/25V	1
9	C21	Condensator POL	470μF/25V	1
10	C24,C25,C26	Condensator NP	47nF	3
11	D1,D2	Diodă	BAT82	2
12	D3,D4	Diodă	BAS45A	2
13	D5,D7	Diodă	1N4148	2
14	D6,D8,D9,D13	LED	LED 3mm	4
15	D10,D11	Diodă	1N4007	2
16	D12	Diodă	1N4001	1
17	T1,T3,T5,T6	Tranzistor	BC547	4
18	T2,T4	Tranzistor	BD140	2
19	IC1	C.I.	OP249GP	1
20	IC2	C.I.	LM319	1
21	IC3	C.I.	74HC4060	1
22	IC4	C.I.	74HC175	1
23	IC5,IC6	C.I.	4N35	2
24	IC7	C.I.	7812	1
25	IC8	C.I.	7912	1
26	IC9	C.I.	7805	1
27	JP1	JUMPER	JUMPER	1
28	R1,R33,R34	Rezistență	100KΩ	3
29	R2	Rezistență	1,05KΩ	1
30	R3,R4	Rezistență	10KΩ	2
31	R5	Rezistență	680Ω	1
32	R6	Rezistență	820KΩ	1
33	R7	Rezistență	1MΩ	1
34	R8,R11,R18,R24,R25,R29	Rezistență	47KΩ	6
35	R9,R10	Rezistență	470Ω	2
36	R12,R21,R22	Rezistență	2,2KΩ	3
37	R13	Rezistență	470KΩ	1
38	R14	Rezistență	2,2MΩ	1
39	R15,R17	Rezistență	1KΩ	2
40	R16,R23,R26,R27	Rezistență	4,7KΩ	4
41	R20	Rezistență	2,7MΩ	1
42	R28	Rezistență	3,9KΩ	1
43	R30,R35	Rezistență	3,3KΩ	2
44	R31,R32	Rezistență	15KΩ	2
45	R36	Rezistență	22Ω	1
46	P1	Multitură în picioare	250Ω	1
47	P2	Multitură în picioare	500Ω	1
48	P3	Multitură în picioare	500KΩ	1
49	K1,K2	CON3		2
50	K2,K4	CON2		2
51	B1	Punte	B80C1500	1
52	F1	Siguranță	500mA	1
53	TR1	Transformator	2X15V/8VA	1

D993062 (990001-2)

Lista de componente - Sursa dublă de suplimentare tensiune de la $\pm 70V$ la $\pm 85V$

Nr.Crt.	Part Type	Denumire	Valoare	Cant
1	C1,C2	Condensator POL	470 μ F/100V	2
2	C3,C4	Condensator NP	100nF/100V	2
3	D1...D8	Diodă	1N4007	8
4	R1,R2	Rezistență	1M Ω	2
5	K1,K3,K4	Conector	CON2	3
6	K2	Conector	CON3	1
7	TR1,TR2	Transformator	12V/1.5VA	2
8	F1,F2	Siguranță	160mA	2

D993062 (990001-3)

Lista de componente – Modulul întârziere cuplare tensiune de rețea

Nr.Crt.	Part Type	Denumire	Valoare	Cant
1	C1	Condensator NP	330nF/250v	1
2	C2,C3	Condensator POL	470 μ F/40v	2
3	R1,R2	Rezistență	470K Ω	2
4	R3	Rezistență	220 Ω	1
5	R4,R5,R6,R7	Rezistență	10 Ω /5W	4
6	B1	Punte	B250C1500	1
7	Re1	Releu	24V	1
8	K1,K2	CON2		2
9	F1	Siguranță	100mA	1

D993062 (974078-1)

Lista de componente – Modulul amplificator (placa de bază)

Nr.Crt.	Part Type	Denumire	Valoare	Cant
1	C1	Condensator POL	2,2 μ F/160V	1
2	C2,C3,C42	Condensator NP	1nF	3
3	C4,C5	Condensator NP	2,2nF	2
4	C6,C7	Condensator POL	220 μ F/25V	2
5	C8,C9,C11,C12,C15	Condensator NP	100nF	5
6	C10,C13	Condensator POL	100 μ F/25V	2
7	C16..C23	Condensator NP	100pF/100V	8
8	C24	Condensator NP	1 μ F	1
9	C25	Condensator NP	68nF	1
10	C26,C27,C32,C39	Condensator POL	2,2 μ F/63V	4
11	C28,C34,C35,C41	Condensator POL	470 μ F/100V	4
12	C29,C33,C36,C40	Condensator NP	220nF/100V	4
13	C30,C37	Condensator POL	47 μ F/63V	2
14	C31,C38	Condensator NP	15nF	2
15	C43..C48	Condensator NP	100nF/630V	6
16	D1,D2	LED		2
17	D3,D18,D19	Diodă	1N4148	3
18	D4,D6	Diodă Zenner	5V6/0.5W	2
19	D5,D7	Diodă Zenner	15V/1.3W	2
20	D8,D11	Diodă Zenner	30V/1.3W	2
21	D9,D12	Diodă Zenner	39V/1.3W	2
22	D10,D13,D16,D17	Diodă	1N4004	4
23	D14,D15	Diodă Zenner	12V/0.5W	2
24	L1	Bobină	0,6 μ H	1
25	R1,R53	Rezistență	1M Ω	2
26	R2	Rezistență	562 Ω	1

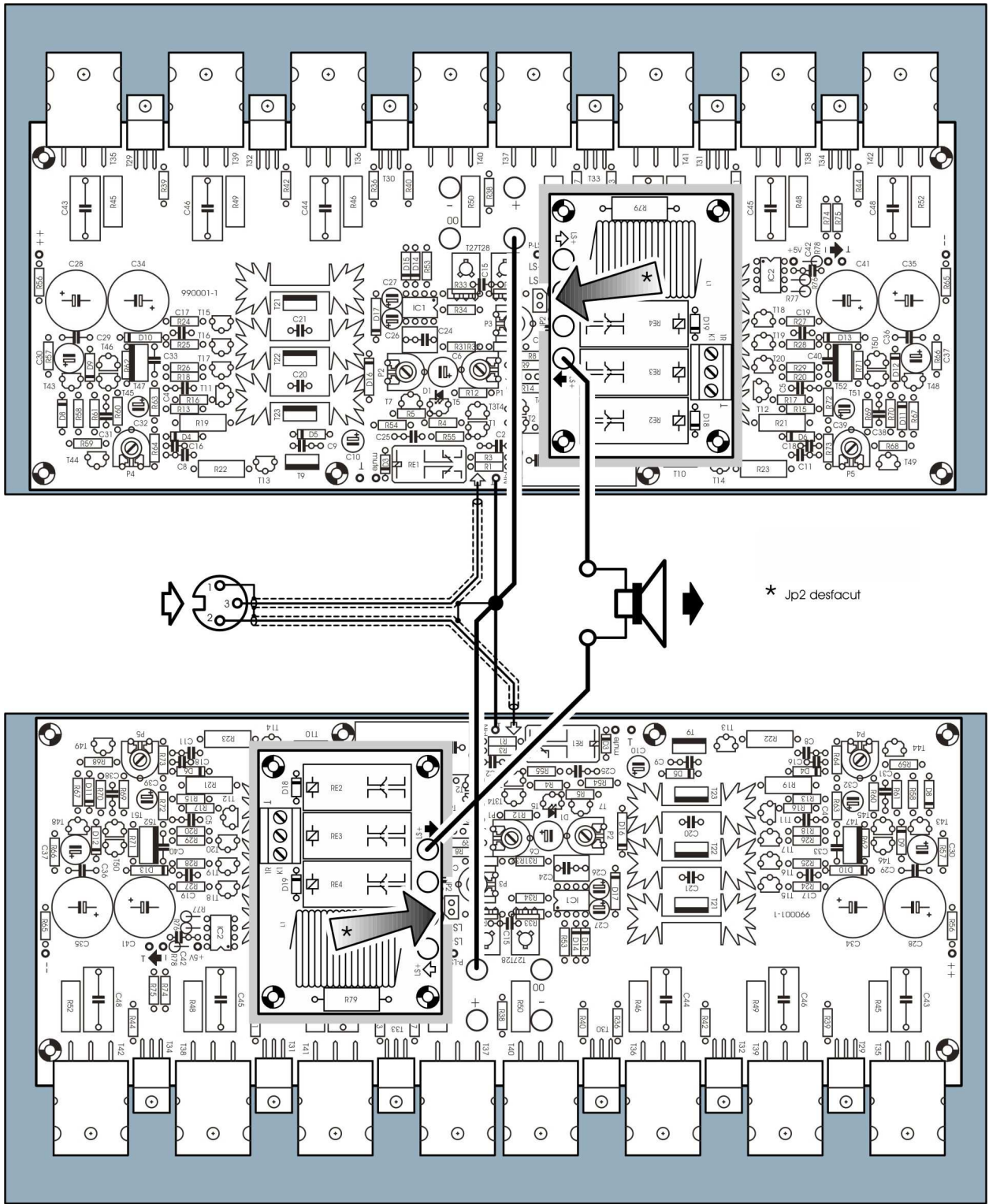
27	R3	Rezistență	47KΩ	1
28	R4,R6,R12,R14,R60,R61,R69,R70	Rezistență	22Ω	8
29	R5,R62,R71	Rezistență	330Ω	3
30	R7,R34	Rezistență	470Ω	2
31	R8	Rezistență	22,1Ω	1
32	R9	Rezistență	390Ω	1
33	R10,R11	Rezistență	470Ω/5W	2
34	R13,R15	Rezistență	1KΩ	2
35	R16,R17,R38	Rezistență	150Ω	3
36	R18,R20,R58,R67	Rezistență	270Ω	4
37	R19,R21	Rezistență	10K/1W	2
38	R22,R23	Rezistență	3K3/1W	2
39	R24...R29	Rezistență	68Ω	6
40	R31,R32	Rezistență	22KΩ	2
41	R33,R35	Rezistență	220Ω	2
42	R36,R37	Rezistență	560Ω	2
43	R39...R44	Rezistență	10Ω	6
44	R45...R52	Rezistență	0,22Ω/3W	8
45	R54,R55	Rezistență	4,7MΩ	2
46	R56,R65	Rezistență	15Ω	2
47	R57,R63,R66,R72	Rezistență	15KΩ	4
48	R59,R68	Rezistență	5,6KΩ	2
49	R64,R73	Rezistență	12KΩ	2
50	R74,R76,R77	Rezistență	100Ω	3
51	R75	Rezistență	33Ω	1
52	R78	Rezistență	2,2KΩ	1
53	R79	Rezistență	2,2Ω/5W	1
54	P1,P4,P5	Semireglabil	5KΩ	3
55	P2	Semireglabil	250Ω	1
56	P3	Semireglabil	500Ω	1
57	T1,T4,T5,T15,T16,T17	Tranzistor	BC560C	6
58	T2,T3,T6,T18,T19,T20	Tranzistor	BC550C	6
59	T7,T8,T43,T48	Tranzistor	BF245A	4
60	T9	Tranzistor	BF871	1
61	T10	Tranzistor	BF872	1
62	T11,T50,T51	Tranzistor	BC640	3
63	T12,T45,T46	Tranzistor	BC639	3
64	T13,T14	Tranzistor	BF256C	2
65	T21,T22,T23	Tranzistor	MJE350	3
66	T24,T25,T26	Tranzistor	MJE340	3
67	T27	Tranzistor	BD139	1
68	T28	Tranzistor	BD140	1
69	T29,T30,T31	Tranzistor	2SC5171	3
70	T32,T33,T34	Tranzistor	2SA1930	3
71	T35,T36,T37,T38	Tranzistor	2SC5359	4
72	T39,T40,T41,T42	Tranzistor	2SA1987	4
73	T44,T49	Tranzistor	BF256A	2
74	T47	Tranzistor	BD712	1
75	T52	Tranzistor	BD711	1
76	IC1	C.I.	OP90G	1
77	IC2	C.I.	6N136	1
78	JP1,JP2	Jumper		2
79	K1	CON3		1
80	Re1	Releu	12V/600R	1
81	Re2...Re4	Releu	12V/270R	3

D994064

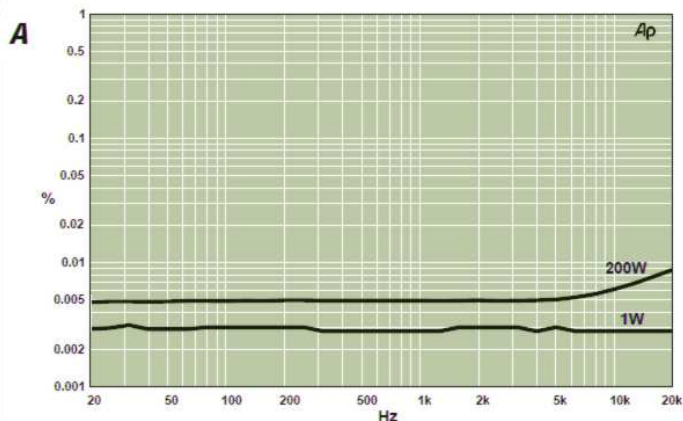
Lista de componente – Modulul control ventilator

Nr.Crt.	Part Type	Denumire	Valoare	Cant
1	C1,C2	Condensator NP	470nF	2
2	C3,C4,C6	Condensator NP	100nF	3
3	C5	Condensator NP	2,2nF	1
4	C7	Condensator POL	220μF/25V	1
5	C8	Condensator POL	10μF/63V	1
6	C9	Condensator POL	2200μF/25V	1
7	D1,D2,D3	Diodă	1N4002	3
8	D4,D5,D7	LED (galben,roșu,verde)	LED	3
9	D6	Diodă	1N4148	1
10	R1,R3,R9,R13,R20	Rezistență	10KΩ	5
11	R2	Rezistență	220KΩ	1
12	R4,R8,R15	Rezistență	100KΩ	3
13	R5	Rezistență	1,96KΩ	1
14	R6	Rezistență	2,49KΩ	1
15	R7	Rezistență	27KΩ	1
16	R10,R12	Rezistență	5,6KΩ	2
17	R11,R18,R23	Rezistență	1KΩ	3
18	R14	Rezistență	100Ω	1
19	R16,R22	Rezistență	3,9KΩ	2
20	R17,R24	Rezistență	4,7KΩ	2
21	R19	Rezistență	33KΩ	1
22	R21	Rezistență	1MΩ	1
23	R25	Rezistență	10MΩ	1
24	P1	Semireglabil	1KΩ	1
25	P2	Semireglabil	1MΩ	1
26	T1	Tranzistor	BD680	1
27	T2	Tranzistor	BD679	1
28	IC1	C.I.	OP484FP	1
29	IC2	C.I.	7812	1
30	K1,K3,K4	CON2		3
31	K3	CON3		1
32	B1	Punte	100V/10A	1
33	TR1	Trafo	12V/12VA	1
34	F1	Siguranță	63mA	1

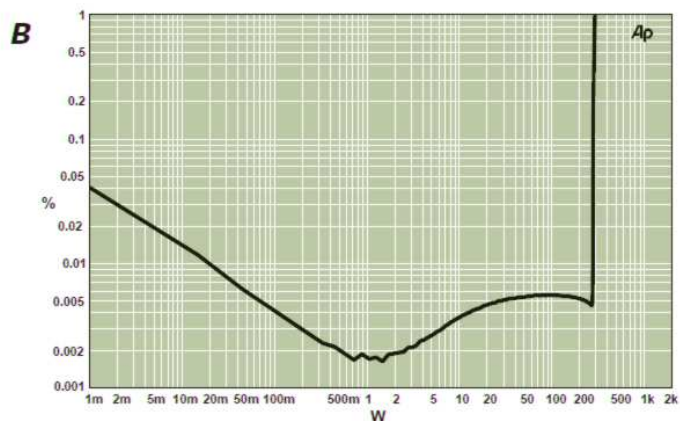
D995028 (990041-1)



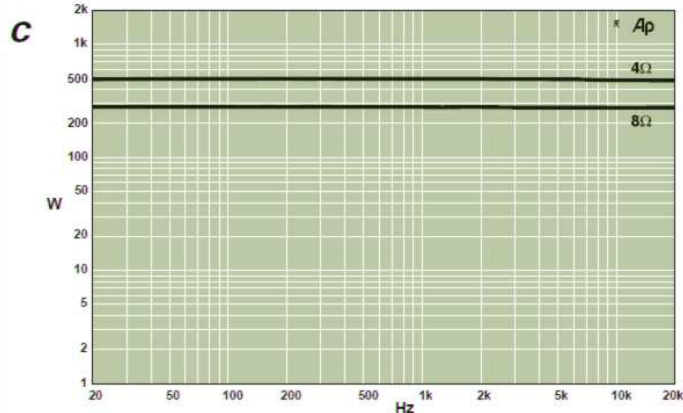
* Jp2 desfacut



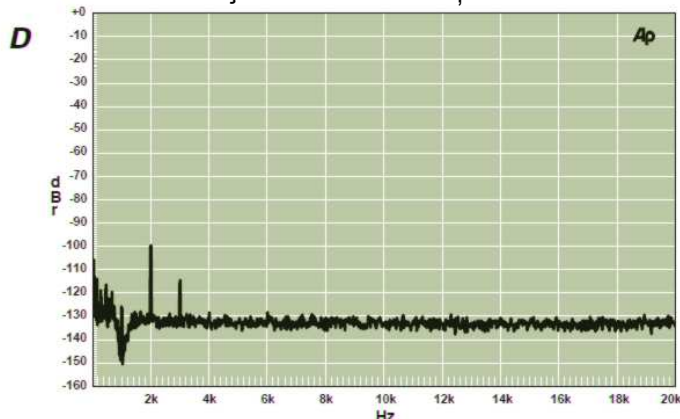
Distorsiuni armonice totale THD+N la 1W și 200W la 8Ω



... și THD+N la modulație de 1kHz



Ultralinier, putere constantă până la 20kHz



Analiza Fourier la 1kHz pe 1W/8Ω, două armonici slabe

Produsul este realizat de **ELEKTOR** și prezentat într-un ciclu de 8 numere în anul 1999 sub denumirea **TITAN(GIGANT) 2000**. Mulțumirile pentru acest superb proiect le adresați lor .

Acest produs se livrează numai în varianta circuit imprimat, cu componente la cerere, în scopuri educaționale și va fi însoțit de documentația completă de asamblare pe CD.

Data Notes