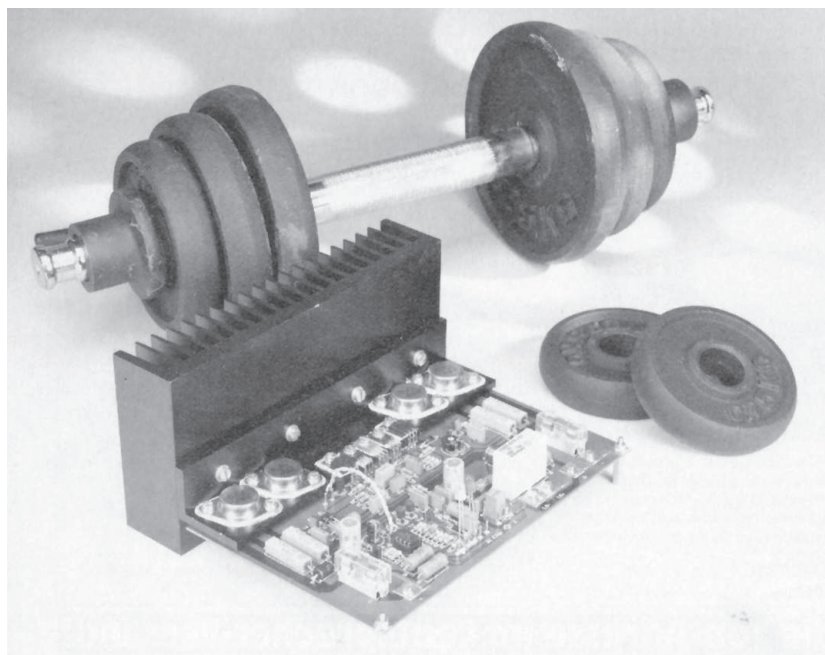


Power Fidelity

PA-300



Dugo se čekalo na audio izlazni stepen koji ima pre-fiks snažan.

Projektom PA300 predstavljamo gigantski audio-izlazni stepen.

Pre nego što se upustite u projektovanje nekog elektronskog uređaja, trebate prvo ustanoviti koji su zahtevi pred vama. Pri izradi audio izlaznog stepena trebate se odlučiti na šta ćete prvo baciti akcenat. Na raspolaganju imamo veliku izlaznu snagu, dobar kvalitet izlaznog signala, jednostavnu izradu, malu cenu itd.

Projekat PA300 koji je ovde predstavljen primer je jednog dobrog kompromisa. Cilj koji je ovde postavljen je velika izlazna snaga, mogućnost dogradnje i najbolji kvalitet tona.

Za kućne potrebe možemo se zadovoljiti i sa nekih 30-40 W, mada nije na odmet napraviti izlazni stepen koji će moći da daje veliku izlaznu snagu i da radi sa zvučnicima koji imaju nizak stepen iskorišćenja. PA300 je izlazni stepen koji garantuje čistih 300 W na 4-omskom zvučniku. Kao što će se dalje videti, za izgradnju ovog pojačavača nisu korišćeni specijalni delovi i komponente.

ELEKTRIČNA ŠEMA

Iako pojačavač ima standardne elemente za podešavanje mirne struje, pobudne i izlazne tranzistore, sadrži i neka iznenađenja za elektroničare-audiofile. To su, visina napona napajanja i upotreba tri operaciona po-

jačavača. Velika izlazna snaga uređaja je posledica toga što je napon napajanja viši od uobičajenog. IC2a i b se zajedno sa nekoliko tranzistora (T10...T13) i pasivnih elemenata nalaze na putu signala, tako da se lako može zaključiti da se radi o zaštiti. U tu svrhu koriste se integrisane komponente.

IC1 ima u sebi diferencijalni pojačavač, posle kog sledi još jedan diferencijalni ili naponski pojačavač. Uloga ovog operacionog pojačavača je da podigne nivo ulaznog signala na potreban nivo za pojačavač.

Bitan dodatak je smanjen maksimalni napon napajanja operacionih pojačavača, koji je znatno manji od napona pojačavača. U ovom slučaju, napon napajanja operacionih pojačavača ograničen je na ± 15 V, što predstavlja ograničenje pobudnog napona pojačavača snage.

Dobijanje simetričnog napona vrši se pomoću Z-dioda D1 i D2, zajedno sa predotpornicima R7 i R8.

Napon napajanja operacionih pojačavača smanjuje se četvorostrukim pojačanjem napona signala iza operacionog pojačavača (sa ± 15 V na ± 60 V).

Sada je na redu šema sa slike 1. Otpornik R1 na ulazu, zajedno sa R2 i R3, obrazuje ulaznu impedansu od 17,8 Koma. Dva RC člana ograničavaju opseg ulaznih frekvencija. Pri tom C5 i R3 služe za donju granicu koja je oko 3,5 Hz, dok R2 i C6 služe za gornju granicu koja je oko 70 kHz. Operacioni pojačavač je povezan kao diferencijalni pojačavač. Neinvertujući ulaz služi za priključenje negativne povratne sprege sa izlaza pojačavača (čvorovi R25...R28), preko R9 i C12. C9, C12 i C14 služe za kompenzaciju negativne povratne sprege unutar petlje. Ukupan fak-

tor pojačanja pojačavača PA300 je odnosom otpornika R9/R5 postavljen na oko 40.

Izlazni signal sa operacionog pojačavača kreće se preko R6 ka predpojačavačima T1 i T3. Sa naponskim razdelnikom u kolu baze (R10...R13) i emiterskim otpornicima R14 i R15, tranzistori imaju struju emitera oko 10 mA i rade u klasi A. Predpojačavači predstavljaju neku vrstu veze ulaznog operacionog pojačavača sa izlaznim stepenom. Izlazni stepen je potpuno simetričan. Počinje sa pobudnim tranzistorima T6 i T7. Izlazni tranzistori T8, T14, T9 i T15 povezani su u snažni simetrični darlington. Tranzistori koji su ovde upotrebljeni, MJ15005 i MJ15004 mogu doneti jačinu struje kolektora i do 20 A, a njihova maksimalna snaga je 250 W. Dakle, ne bi trebalo da bude problema sa opterećenjem ovih tranzistora.

Izlazni stepen radi u klasi AB. Time se sprečavaju prenosna izobličenja NPN i PNP tranzistora u izlaznom stepenu. To uslovljava i malu struju kroz izlazne tranzistore i kada nema signala. Za mirnu struju tu je deo sa T2. Naponski razdelnik R16/R17/P1 koji funkcioniše kao Z-dioda podešava prednapon za tranzistore T6 i T7. Potencijetrom P1 se mirna struja može podesiti na optimalnu vrednost.

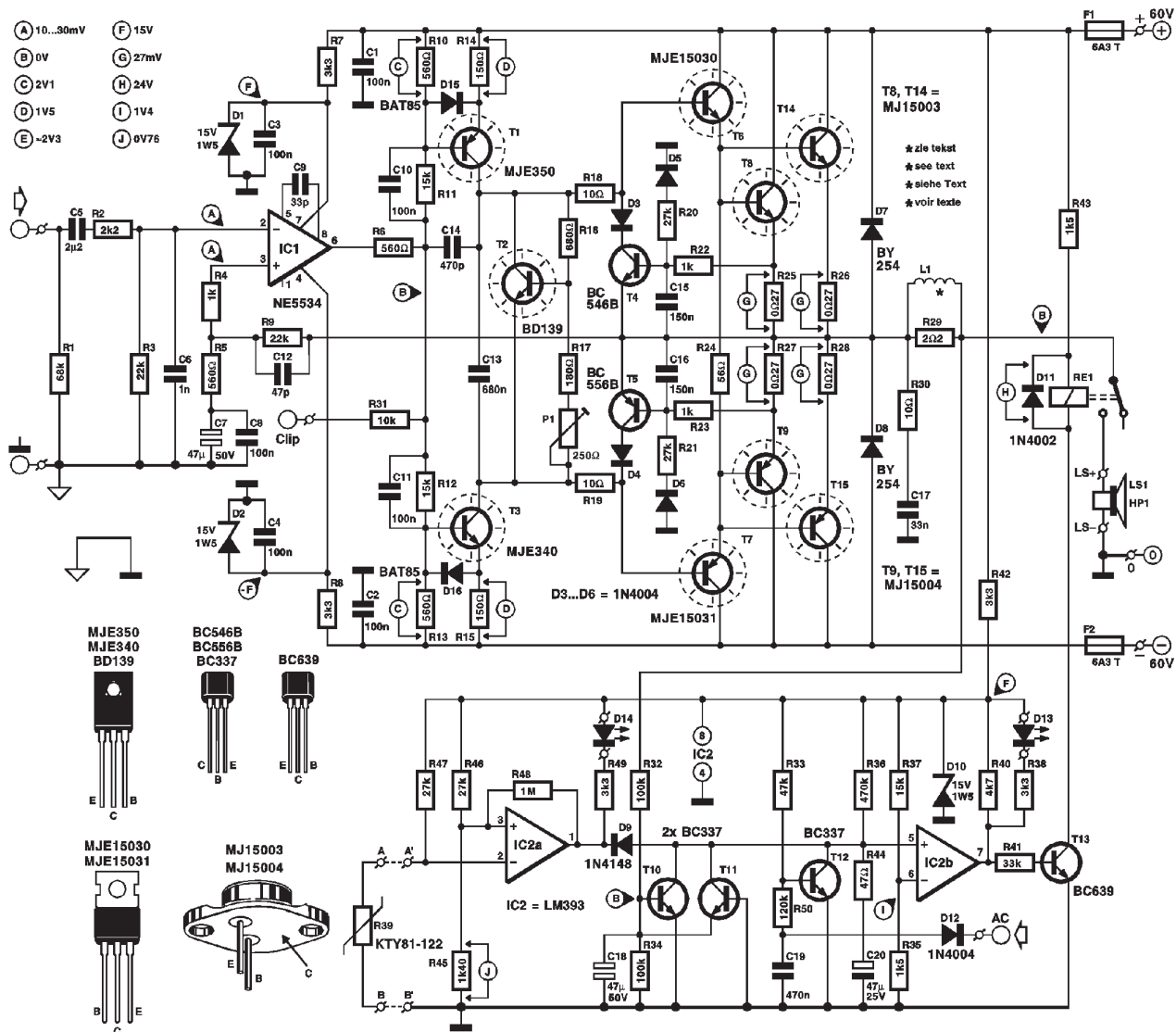
Radi dobre termičke stabilnosti mirne struje, pobudni tranzistori T6 i T7 su, zajedno sa predpojačavačima T1 i T3 i tranzistorom za mirnu struju (T2) montirani na isti hladnjak. Pri većoj jačini zvuka može se desiti da mirna struja kratkotrajno poraste, ali čim se smanji jačina zvuka i ona će polako opasti.

SIGURNOST SA VELIKIM S

Neki detalji izlaznog stepena služe za dobru sigurnost PA300. Diode D7 i D8 štite izlazne tranzistore od negativnih špiceva napona koji

TEHNIČKI PODACI

- Ulazna osetljivost:1 Veff
 - Izlazna impedansa:17,8 Koma
 - Izlazna snaga (0,1 % THD)
 - na 8 oma:164 W
 - na 4 oma:275 W
 - Muzička snaga
 - na 8 oma:176 W
 - na 4 oma:306 W
 - Propusni opseg (90 W/8 oma):7 Hz do 67 kHz
 - Brzina porasta signala:10 V/ μ s
 - Odnos signal/šum (1 W/8 oma):>96 dB(A)
 - Harmonijska izobličenja (THD+N),
 - širina opsega 80 kHz: pri 1 kHz, 1 W/8 oma:<0,004 %
 - pri 1 kHz, 150 W/8 oma:<0,001 %
 - pri 20 Hz do 20 kHz, 150 W/8 oma:<0,05 %
 - Intermodulaciona izobličenja (50 Hz:1 kHz, 4:1)
 - pri 1 W/8 oma:<0,003 %
 - pri 100 W/8 oma:<0,0035 %
 - Dinamička izobličenja
 - (pravougaoni 3,15 kHz sa sinusnim 15 kHz)
 - pri 1 W/8 oma:0,004 %
 - pri 150 W/8 oma:0,06 %
 - Faktor prigušenja na 8 oma:
 - 1 kHz:>345
 - 10 kHz:>275
- Sva merenja su izvedena uz upotrebu napajanja sa slike 4



Slika 1. Šema PA300 je konvencionalna i lako nadogradiva. Na ulazu se nalazi operacioni pojačavač.

mogu biti prouzrokovani kompleksnim opterećenjem. R30 i C17 obrazuju *Boucherot-ovu* mrežu, koja pri višim frekvencijama opterećuje pojačavač i tako doprinosi stabilnosti pojačavača. L1 otklanja probleme sa kapacitivnim opterećenjem (npr. elektrostatički zvučnici), dok paralelno vezan otpornik služi za otklanjanje uticaja kabela L1 na prenosne karakteristike pri višim frekvencijama.

Ne smeju se zaboraviti ni osigurači F1 i F2, koji prekidaju dovod struje u pojačavač pri preopterećenju ili kratkom spoju pojačavača. Često se dešava da u slučaju kvara pre pregore izlazni tranzistori nego

topljivi osigurači. Zbog toga postoji i elektronska zaštita od kratkog spoja, koja se sastoji od T4, T5 i okolnih komponenta. Kada kroz R25 i R27 protekne neuobičajeno velika struja, poraste pad napona na njima toliko da T4 i T5 provedu, tako da se signali na bazama T6 i T7 potpuno ili delimično kratko spoje.

Ipak, ni to nije dovoljna zaštita: Izlazni relej odspaja opterećenje ukoliko se pojavi jednosmerni napon na izlazu ili se hladnjak pregreje. Osim toga, zvučnik (zvučnici) se kasnije uključuje(u) od pojačavača, da bi se izbegli nepoželjni šumovi pri uključanju i isključenju

pojačavača.

Elektronika neophodna za upravljanje ovim funkcijama sastoji se od dvostrukog komparatora LM393 (IC2), četiri tranzistora (T10...T13), dve LED (D13 i D14) i standardnih komponenta. Cela upravljačka elektronika napaja se naponom 15 V, koji je dobijen sa 60 V-tnog voda, pomoću R42 i D10. Relejem se upravlja pomoću komparatora IC2b preko tranzistora T13

Sve zaštitne funkcije "vise" na neinvertujućem ulazu komparatora. Sve dok je napon na pinu 5 manji od referentnog napona, čija je

vrednost podešena pomoću R35 i R37 na +1,4 V, izlaz komparatora je na niskom naponskom nivou, T13 ne provodi i relej ne privlači. D13 indicira jednu od sledećih situacija:

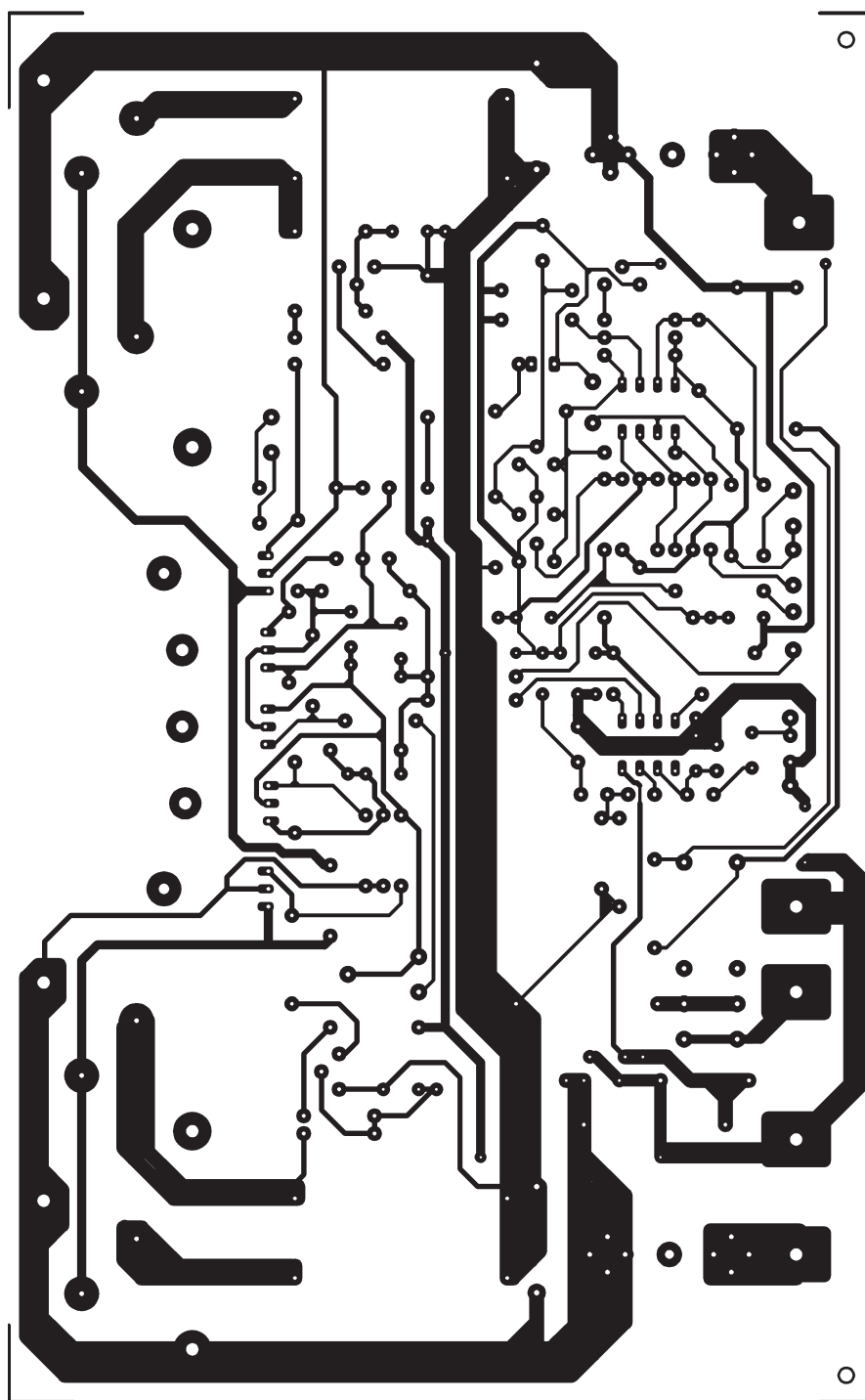
Uključenje i isključenje opterećenja sa zakašnjenjem: Priključak koji je označen sa AC je direktno povezan sa jednim od sekundarnih namotaja transformatora. Naizmenični napon sa sekundara koji se dovodi na ovaj priključak jednostrano je ispravlja i filtrira pomoću D12 i C19. Napon na bazi T12 je po uključenju negativan, tako da tranzistor ne provodi. C20 se puni preko R36 i R44, dok se ne stabilizuje napajanje pojačavača. Kada vrednost napona na kondenzatoru pređe referentnu vrednost, relej uključuje zvučnike. Kada se isključi napajanje pojačavača, nestaje negativni napon na AC priključku, tako da poraste napon na bazi T12. Tranzistor provodi, tako da se neinvertujući ulaz komparatora nalazi na potencijalu mase i rele isključuje zvučnike pre nego što napon napajanja pojačavača opadne na 0 V, jer je potrebno vreme da se ispravne filtarski kondenzatori čija je vrednost dosta velika.

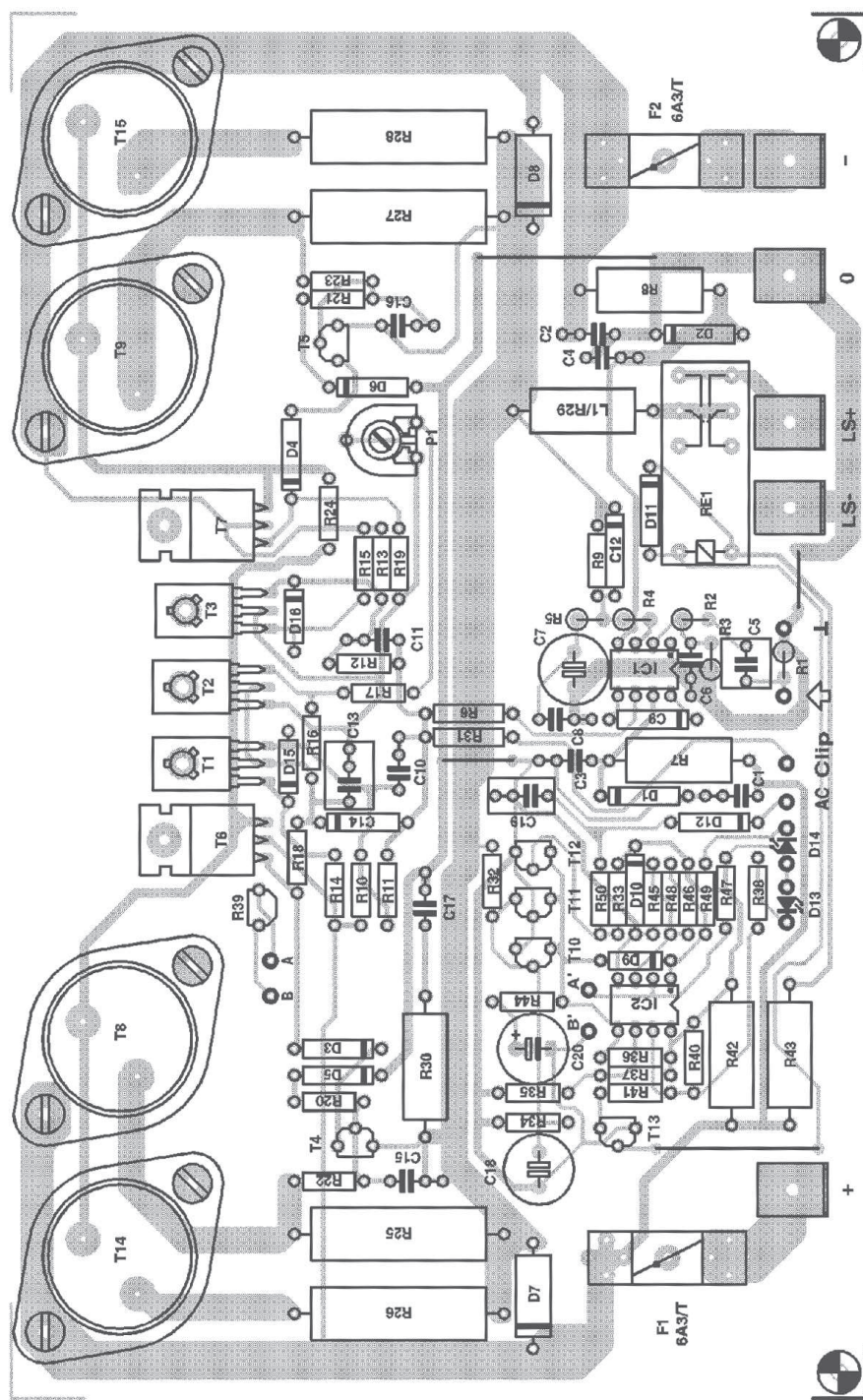
Zaštita od jednosmernog napona: Da bi se sprečila pojava visokog jednosmernog napona na izlazu (prouzrokovan npr. pregrevanjem jednog od pobudnih tranzistora) koja bi mogla da uništi

zvučnike, izlazni napon iza L1 i R29 vodi se preko otpornog razdelnika R32/R34 na tranzistore T10 i T11. Naizmenični naponi zbog C18 nemaju uticaja. Dok je pozitivan jednosmerni napon viši od 1,7 V ili negativan jednosmerni napon niži od -4,8 V oni prouzrokuju provođenje navedenih tranzistora.

Time se neinvertujući ulaz postavlja na nizak naponski nivo i relej isključuje zvučnike od pojačavača.

Temperaturna zaštita: Pri visokim temperaturama okoline i/ili pri pregrevanju hladnjaka, temperaturna zaštita pruža dodatnu sigurnost u radu pojačavača. PTC senzor montiran na hladnjaku tipa





Slika 2. Štampana ploča svojim izgledom i jednostavnošću garantuje laku izgradnju uređaja. Zvučnici i napajanje, koje se uključuje sa zakašnjenjem, priključuju se na određena mesta na ploči.

KTY81-122, čini deo otpornog mosta čija je merna dijagonala priključena na ulaze drugog komparatora IC2a. Pri visokim temperaturama (preko 70 °C) napon na invertujućem ulazu raste iznad referentnog napona od 0,76 V, tako da

je izlaz komparatora na niskom naponskom nivou. D14 signalizira da je došlo do nepoželjne situacije. Zvučnici se tada isključuju i izlazni stepen se može ohladiti, sve dok komparator sa histerezisom određenim pomoću R48 ponovo

ne uključi izlazni stepen. Promenom R48 možemo podesiti histerezis komparatora. Na ulazu pojačavača nalazi se priključak sa oznakom Clip, koji je preko R31 povezan sa izlazom operacionog pojačavača. Na ovaj priključak može se (ali i ne mora) povezati dodatno kolo za indikaciju preopterećenja pojačavača.

SNAŽNI MODUL SA LAKOM MONTAŽOM

Izrada PA300 je laka. Štampana ploča (slika 2) popunjena je pregledno, tako da se sve komponente i delovi mogu montirati na lak način. Popunjavanje ploče otpočinje se sa malim ležećim komponentama kao što su otpornici i kondenzatori. Zatim dolaze na red komponente koje se uspravno montiraju, a potom najveći delovi kao što su držači osigurača i relej.

Nekoliko detalja: IC1 i IC2 trebaju se montirati na kvalitetna podnožja. Radi priključivanja svetlećih dioda (D13 i D14) na ploču se leme kontakti za njih, pošto diode trebaju stajati na prednjoj ploči gotovog uređaja. L1 se može samostalno napraviti. Ovaj kalem čine 15 namotaja 1-mm-ske Cu-lak žice, namotanih na prečniku od 8 mm. Kroz kalem se provuče otpornik R29 i zaleme se krajnji izvodi kalema na izvode otpornika, pa se zajedno montiraju na ploču.

Sama ploča je tako pro-