

Pojačalo snage 300 W

# ZA RAZGLASNE UREĐAJE

*Pojačalo snage je zahtjevni elektronički sklop koji pred graditelja postavlja niz poteškoća koje treba potpuno riješiti kako bi se izradio kvalitetan i pouzdan uređaj. Izbor sklopa, odnosno izvedbe pojačala, izbor elektroničkih komponenti, konstrukcija tiskane pločice*

ulazima sklopa. U našem slučaju to će biti razlika između ulaznog signala i signala negativne reakcije koji preko otpornika R16 dolazi na bazu tranzistora T2. Protufazni pojačani signal vodi se kroz kaskadno pojačalo (tranzistori T3 i T4) i pojavljuje se na bazama tranzistora drugog diferencijalnog pojačala (tranzistori T6 i T7). Drugo diferencijalno pojačalo zajedno s tranzistorima T8 i T9 čini pobudni stupanj izlaznog dijela pojačala. Postavljanje radnih točaka svih tranzistora u ovom dijelu sklopa izvodi se izvorom konstantne struje (tranzistor T5 s pratećim komponentama) bez potrebe za nekim naknadnim podešavanjem. Radne točke u ulaznom i pobudnom dijelu pojačala nalaze se duboko u A-klasi daleko izvan zakrivljenog područja nelinearne  $U_{be}/I_b$  ulazne karakteristike. Pojačani signal velike amplitude napona dolazi na baze tranzistora T13, T14, T17... T22 spojenih kao emitera sklop. Spomenuti tranzistori djeluju kao pobudni tranzistori izlaznih tranzistora T15, T16... T24.

**P**ojačalo je po svojoj izvedbi i karakteristikama osnovna za gradnju svih vrsta razglasnih uređaja. Ono se može, naprimjer, ugraditi u samu razglasnu miksetu koju prikazujemo na priloženoj fotografiji ili se može izvesti kao poseban, cjelovit uređaj.

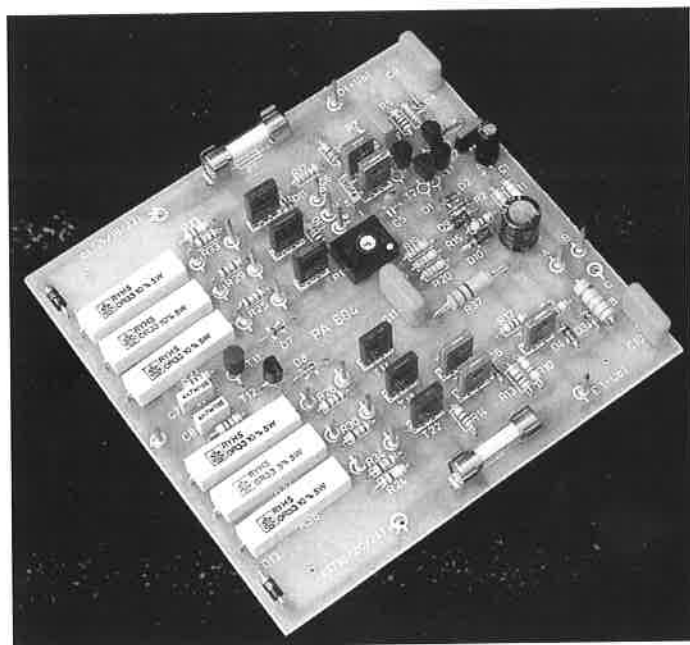
Zbog svojih kvalitetnih prijenosnih karakteristika pojačalo se može u prikazanoj ili malo prilagođenoj izvedbi iskoristiti i za mnoge druge namjene (ozvučavanje diskoteka, ugradnja u niskotonske dijelove aktivnih stereo Hi-fi uređaja itd.).

Sklop pojačala (na slici 1) izveden je kao tzv. protutaktno diferencijalno komplementarno izlazno pojačalo s radom u AB-klasi. Protutaktna pojačala s radom u AB-klasi omogućuju vrlo kvalitetne reprodukcije tonskog signala uz relativno visok faktor iskorištenja pojačala. Pod faktorom iskorištenja pojačala podrazumijeva se omjer korisne snage predane opterećenju (zvučniku) i snage koje pojačalo uzima iz ispravljača. Diferencijalni ulaz je karakteristika pojačala sa simetričnim napajanjem gdje ne treba ugraditi elektrolitski kondenzator na izlazu sklopa.

Izlazni dio izveden je u komplementarnom spoju (puna simetrija izlaznih grana u kojima su pobudni i izlazni tranzistori spojeni kao emitera sklop sa zvučnikom kao konačnim opterećenjem) što daje pojačalu veću brzinu i bolji tranzijentni odziv u odnosu na pojačala snage kod kojih je izlazni



*te eventualna pojava samooscilacija neke su od poteškoća na koje nailazi svaki graditelj pri izradi pojačala snage. Zato smo za vas odabrali višestruko provjeren sklop pojačala snage za koje se sve elektroničke komponente mogu naći i na domaćem tržištu.*



dio izveden u tzv. kvazikomplementarnom spoju. Kako smo vam to pojasnili - opisat ćemo detaljnije izvedbu takva pojačala.

Ulazni signal se dovodi na priključnice A/B gdje priključnica B služi za spajanje oklopa oklopljenog voda. Kapacitetom C1 odvajaju se istosmjerne komponente u ulaznom

dijelu sklopa, a član RC (R1, C2) prigušit će nepoželjne visokofrekventne smetnje. Ulazni signal vodi se na bazu tranzistora T1 koji zajedno s tranzistorom T2 čini diferencijalno pojačalo. Osnovna karakteristika ovakvog, diferencijalnog, pojačala jest pojačavanje razlike signala koji se pojavljuju na

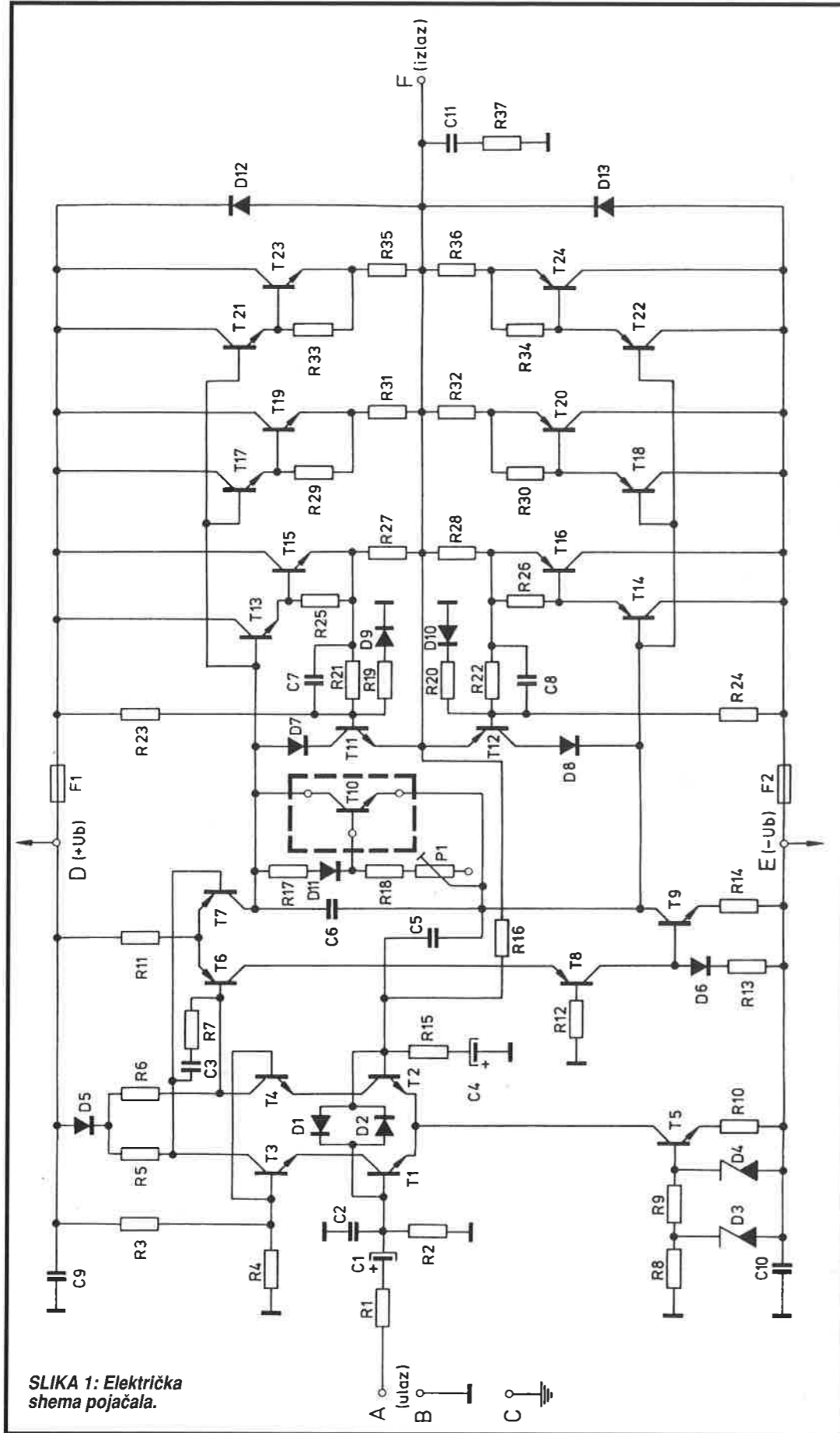
Izlazni dio može se najjednostavnije zamisliti kao strujno pojačalo s faktorom pojačanja jednakim umnošku faktora strujnih pojačanja pobudnih i izlaznih tranzistora. Podešavanje kolektorske struje mirovanja izvodi se trimerskim potencijetrom P1 koji zajedno s tranzistorom T10 i pratećim elektroničkim komponentama čini svojevrstan stabilizator napona s mogućnošću podešavanja. Tranzistor T10 održava na taj način željeni prednapon pobudnih i izlaznih tranzistora na konstantnoj razini bez obzira na veličinu i polaritet pobudnog signala koji se pojavljuje na kolektorima tranzistora T7 i T9. Podešavanjem trimerskog potencijetra P1 mijenja se veličina istosmjernog napona između kolektora i emitera tranzistora T10 te se izlazni tranzistori manje ili više otvaraju propuštajući manju ili veću kolektorsku struju mirovanja kroz izlazne grane. Podešavanje treba izvesti bez prisutnosti pobudnog signala. Pojačalo ima već zadovoljavajuće karakteristike uz kolektorsku struju mirovanja od tek kojih 50 mA (zajednička struja za sve tri grane). Povećanjem kolektorske struje mirovanja na 100 ili više miliampera mogu se postići i malo linearnije karakteristike uz povećano zagrijavanje izlaznih i pobudnih tranzistora. Za razglasne se namjene to pokazalo potpuno nepotrebno. Tranzistor T10 mora se ugraditi pomoću odgovarajućeg aluminijskog kutnog profila, izo-

**ZA RAZGLASNE UREDAJE**

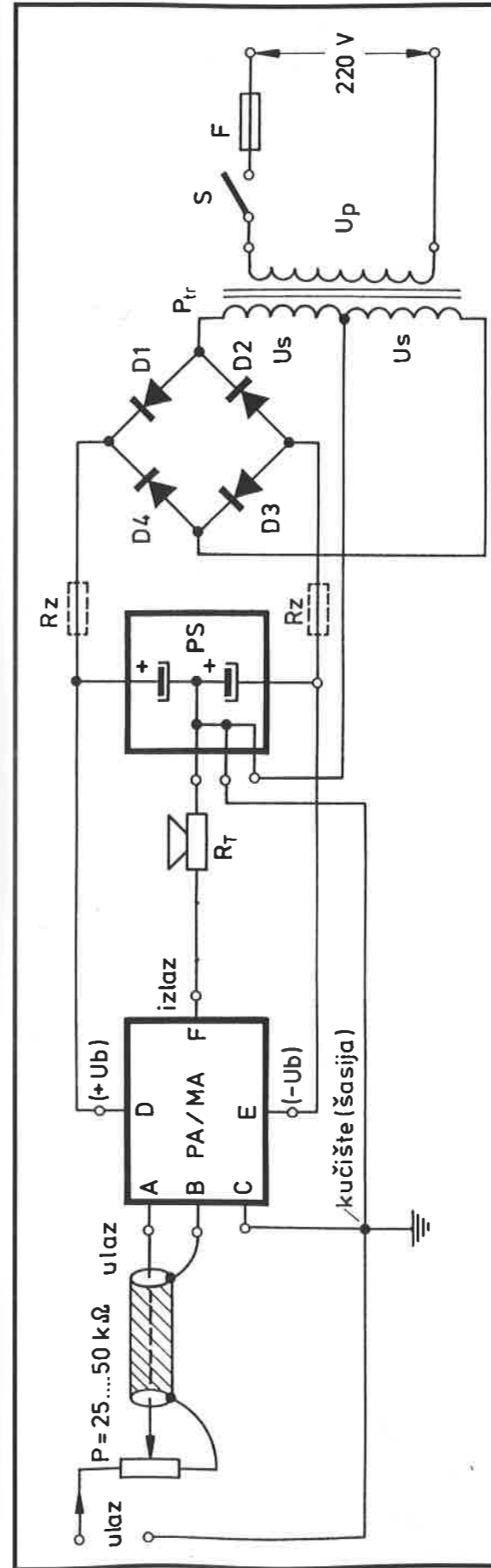
latora i posebne tiskane pločice na samo rashladno tijelo na koje su ugrađeni i izlazni tranzistori. Jednolikim zagrijavanjem izlaznih tranzistora i tranzistora T10 kompenzira se na taj način porast kolektorske struje mirovanja zbog zagrijavanja izlaznih tranzistora. U suprotnom bi se slučaju izlazni tranzistori mogli zagrijavati sve do područja nekontroliranog porasta kolektorske struje što bi moglo toplinski uništiti cijeli izlazni dio pojačala. Izlazni dio sklopa sastoji se od tri simetrične grane gdje svaki od izlaznih tranzistora ima po jedan pobudni tranzistor. Ugradnjom tri komplementarna para slabijih i bržih pobudnih tranzistora umjesto jednog komplementarnog para jačih i sporijih, znatno su se poboljšale karakteristike pojačala. Uz uvjet ugradnje izlaznih tranzistora s malo većim strujnim pojačanjem (50 ili više) dozvoljeno je ugraditi pobudne tranzistore i bez rashladnih tijela što pojednostavljuje izvedbu uređaja.

Frekvencijskoj stabilnosti pojačala posvećena je posebna pažnja. Pojačanje unutar petlje negativne reakcije kontrolirano je članom RC R7, C3 što pruža niz prednosti u usporedbi s klasičnim načinom kompenzacije frekvencijske karakteristike, a to je kompenzacija ugradnjom kapaciteta između kolektora i baze tranzistora T7. Uz povećanu brzinu kojom pojačalo odgovara na vrlo brze promjene ulaznog signala postignuta je i znatno povoljnija fazna karakteristika pojačala i veća postojanost na samooscilacije. Ugradnjom kapaciteta C5 dodatno je umanjena osjetljivost pojačala na priključak kapacitativnih opterećenja za razliku od ugradnje RC člana R37, C11 koji povećava stabilnost pojačala u slučaju priključka induktivnog opterećenja ili ako pojačalo radi bez ikakva opterećenja.

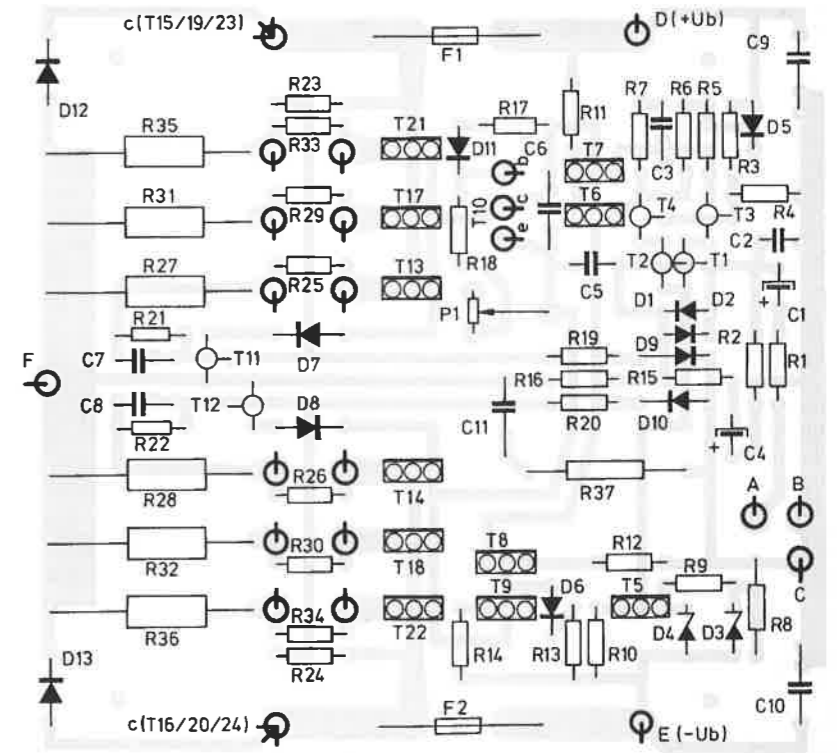
Sklop pojačala zaštićen je od preopterećenja i pojave istosmjernog napona na izlazu na nekoliko načina. Osjetljivo diferencijalno pojačalo na ulazu sklopa zaštićeno je diodama D1 i D2 od djelovanja istosmjernog napona koji bi se u slučaju kvara mogao preko otpora R16 pojaviti na bazi tranzistora T2. Ograničenje jakosti kolektorske struje izlaznih tranzistora u slučaju kvara, preopterećenja ili kratkog spoja na izlazu izvedeno je tzv. *elektronskim osiguračima*, tranzistorima T11 i T12. Jedan od tih tranzistora otvara se ako se na otporima R27 ili R28 pojavi preve-



SLIKA 1: Električna shema pojačala.



SLIKA 2: Način spajanja pojačala snage i ispravljača.



SLIKA 3: Nacrtna tiskana pločica i nacrt rasporeda elemenata pojačala.

lik pad napona. Tako odgovarajući tranzistor kratko spaja pobudni signal koji se javlja na kolektorima tranzistora T7, odnosno T9. Pri dužem preopterećenju ili pri pojavi većeg istosmjernog napona na izlazu pojačala pregorjet će jedan ili oba osigurača na pločici pojačala (osigurači F1 i F2) i tako zaštititi

osjetljivi dinamički zvučnik i preostali dio sklopa od još većeg oštećenja. Pojačalo je zaštićeno od svih vrsta induktivnih opterećenja (prilagodni audiotransformator za 100 V liniju naprimjer) reverzno polariziranim diodama D12 i D13. Pojačalo se napaja iz dvostranog istosmjernog ispravljača napona

## ZA RAZGLASNE UREĐAJE

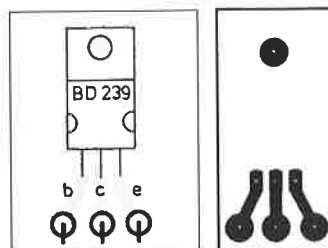
### POPIS MATERIJALA

R1 = 39 kΩ	C1 = 2,2 μF/50V
R2 = 33 kΩ	C2 = 100 pF
R3 = R4 = 27 kΩ	C3 = 47 nF
R5 = R6 = 1,5 kΩ	C4 = 100 μF
R7 = 150 Ω	C5 = 100 pF
R8 = 27 kΩ/0,5W	C6 = 100 nF
R9 = R10 = 4,7 kΩ	C7 = C8 = 4,7 nF
R11 = 68 Ω	C9 = C10 = 47 nF/250V
R12 = R13 = R14 = 150 Ω	C11 = 33 nF/250V
R15 = 470 Ω	
R16 = 33 kΩ	D1 = D2 = 1N 4148
R17 = 3,3 kΩ	D3 = ZPD 10
R18 = 1,5 kΩ	D4 = ZPD 4,7
R19 = R20 = 33 kΩ	D5 = D6 = 1N 4148
R21 = R22 = 820 Ω	D7 = D8 = 1N 4148
R23 = R24 = 390 kΩ	D9 = D10 = 1N 4004
R25 = R26 = 680 Ω	D11 = 1N 4148
R27 = R28 = 0,33 Ω/5W	D12 = D13 = 1N 4004
R29 = R30 = 680 Ω	T1=T2=T3=T4= BC 546 B
R31 = R32 = 0,33 Ω/5W	T5 = BF 469
R33 = R34 = 680 Ω	T6=T7=T8= BF 470
R35 = R36 = 0,33 Ω/5W	T9 = BF 469
R37 = 10 Ω/2W	T10 = BD 239
	T11 = BC 549 C
P1 = 470 Ω	T12 = BC 559 C
	T13=T17=T21= MJE 340
	T14=T18=T22= MJE 350
F1 = F2 = 5A	T15=T19=T23= MJ 15003
	T16=T20=T24= MJ 15004

pojačala. Nakon toga treba ukloniti zaštitne otpore, pojačalo priključiti neposredno na ispravljač i podesiti mu kolektorsku struju mirovanja. Pojačalo je nakon toga spremno za upotrebu. Treba naglasiti da ulazni napon možete dovesti neposredno na ulaz pojačala ili preko potencijometra za podešavanje veličine ulaznog napona (potencijometar P na slici 2). Nacrt tiskane

naznačeno - opteretivost svih otpornika 0,25 W.

Na kraju još nešto o karakteristikama pojačala. Ulazna osjetljivost pojačala iznosi otprilike 1 V<sub>eff</sub> za punu izlaznu snagu od 300 W na nazivnom opterećenju od 4 Ω. Sinusoidna snaga pojačala 300 W odgovara otprilike 500 W muzičke snage. Na pojačalo se smije priključiti i opterećenje (zvučnik) od 8 Ω, ali u tom slučaju treba računati na otprilike 50 posto manju izlaznu snagu pojačala. Harmoničko izobličenje je pri punoj snazi manje od 0,01 posto pri frekvenciji od 1 kHz. Amplitudna karakteristika je potpuno linearna u granicama od 20 Hz do 20 kHz (± 0,1 dB), a odnos signal/šum je bolji od 100 dB. Faktor prigušenja je veći od 200 pri frekvenciji od 1 kHz uz izvjestan pad prema višim frekvencijama. Sigurni smo da će ovakva izvedba pojačala snage zainteresirati i zahtjevnije samograditelje a svima koji se odluče na gradnju ovakva pojačala želimo puno uspjeha.



SLIKA 4: Nacrt tiskane pločice za ugradnju T10.

pločice i nacrt rasporeda elemenata opisanog pojačala prikazan je na slici 3. uz posebnu napomenu da je na slici 4. nacrt tiskane pločice predviđene za ugradnju tranzistora T10. Popis elektroničkih komponenti naći ćete u popisu materijala gdje je ako nije drukčije

Pripremio mr. Dubravko Miklin, dipl. ing.  
Laboratorij za elektroakustičke uređaje, Zagreb

➤ ± 60V. Za izradu ispravljača treba nabaviti mrežni transformator snage  $P_{tr} = 500 \text{ VA}$ , napona primarnog namotaja  $U_p = 220 \text{ V}_{eff}$  te napona sekundarnog namotaja  $U_s = 2 \times 43 \text{ V}_{eff}$  u praznom hodu (neopterećen transformator). Uz transformator treba ugraditi i odgovarajuće ispravljačke diode i ispravljačke elektrolitske kondenzatore i to onako kako je to prikazano na slici 2. Preporučujemo ugradnju gretz-ispravljača 10 A/125 V ili jačeg te ugradnju elektrolitskih kondenzatora nazivne vrijednosti od najmanje 10.000 μF/70-80 V

(kapaciteti uokvireni debljom linijom na slici 2). Graditelj treba predvidjeti i sklopku (S) za ukapčavanje uređaja te mrežni osigurač za zaštitu mrežnog dijela i ispravljača ( $F = 3,15 \text{ A}$ ). Pojačalo se pušta u rad preko zaštitnih otpornika ( $R_z = 100 \Omega / 10 \text{ W}$ ) u namjeri da se zaštiti sklop od oštećenja u slučaju ako dođe do neke greške pri sklapanju uređaja. Najprije se ispituje modul bez izlaznih tranzistora i tek kad se ustanovi da su sve radne točke pojačala ispravno postavljene spajaju se izlazni tranzistori i ponavlja postupak ispitivanja probnog rada

### Želite li sami sagraditi TESTER

#### DALJINSKOG UPRAVLJAČA

možete naručiti kit-komplet po **58 kn**  
Nudimo i dijelove za izradu svjetlosnog efekta  
**EIGHT LIGHT**

- Tiskana pločica osnovnog sklopa - **50 kn**
  - Tiskana pločica izbornika programa (8 poz.) - **15 kn**
  - Tiskana pločica izbornika programa (64 poz.) - **37 kn**
  - Programirani EPROM 27256 (4, 6, 8 kanala) - **53 kn**
- Izrada posebnih programa po narudžbi

#### Kit-kompleti

Gotovi zalemljeni i ispitani moduli

Za pošiljke poslone pouzecom, poštanske troškove snosi kupac.

Informacije:

**PERUŠKO VINETI**

Maršala Tita bb, 52223 Raša, tel. 052/874-335.

## SHEME I PRIBOR ZA IZRADU

### TISKANIH PLOČICA

Nudimo više od 1500 uputa za izradu  
različitih elektroničkih uređaja



Uz shemu spoja svaka uputa sadrži opis rada sklopa, izgled tiskane pločice, montažnu shemu i specifikaciju materijala. Upute su dovoljno opširne da se pomoću njih može bez poteškoća načiniti svaki sklop. **Dobro će doći svim elektroničarima i amaterima koji se bave elektroničkom te učenicima strukovnih škola, posebno pri odabiru tema za završni stručni rad.**

Osim shema spojeva nudimo i pribor za izradu tiskanih pločica. Posebno ističemo TRANSFER foliju pomoću koje se tiskana pločica može izraditi vrlo brzo, jednostavno i jeftino bez filмова ili kemikalija. *Disketa (3,5'') s katalogom i cjenikom te uputama za izradu tiskanih pločica košta 12 kuna.*

Informacije: **BART elektronika**, Horvatovac 41,  
Zagreb, telefon 01/20-00-771.