

Ivica Milošić

I tako na red dođe i druga celina, a u drugoj celini već nekoliko puta najavljivana pojačala snage, pojačala snage kao jedna od najvažnijih (ako ne i najvažnija) sklopna grupa u Hi-Fi lancu.

Kako početi opis pojačala snage? Dugo smo u neizvesnosti jer imamo mnogo toga reći, a prostora i vremena malo. Ipak nemožemo početi a prethodno neobjasniti (onima manje upućenim) šta zapravo znače izrazi u tehničkim karakteristikama i gde god se ukaže potreba ukazati na eventualne zamke, koje proizvođači često primenjuju da bi na papiru prikazali neki svoj pojačivač boljim nego što u stvari jeste. U tome nažalost najviše prednjače Japanci i to u svojim proizvodima srednje klase.

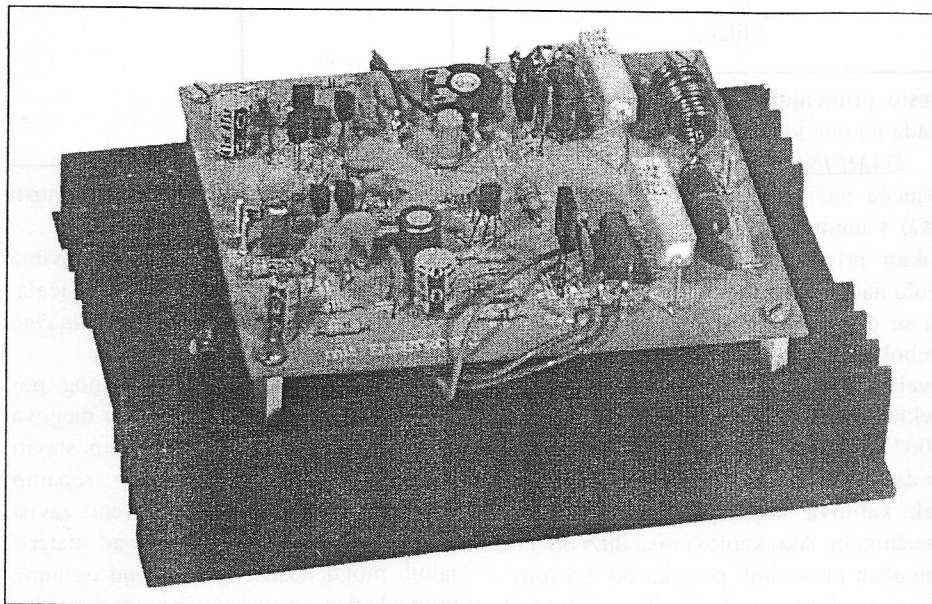
IZLAZNA SNAGA POJAČAVAČA najviše utiče na cenu pojačala. Muzička snaga je ona koju pojačalo može dati u vrlo kratkom vremenu (delić sekunde), pa ukoliko je još uvek neko daje u svojim tehničkim karakteristikama ponašajte se kao da nije napisana. Znatno korisniji (neophodan) je podatak o sinusnoj snazi. To je snaga koju pojačalo može dati iz oba kanala pri reprodukciji bilo kojeg tona iz zvučnog spektra (20 Hz - 20 kHz) uz izobličenja ne veća od 0,5% ?, a sve to na nominalnom opterećenju i u proizvoljno dugom vremenskom periodu. Nominalno opterećenje je otpornost zvučnika za koje je pojačalo konstruisano.

FREKVENTNI OPSEG predstavlja opseg frekvencija koje pojačalo može preneti bez većih promena u pojačanju, mereno

mit SERIJA - SAMOGRADNJA HI-FI SREDNJE I VISOKE KLASSE

HIGH FIDELITY 3

Problem Hi-Fi zvuka možete rešiti na razne načine: jednostavno i jeftino, skupo i konformno, možete odabrati kompromis, ali najbolje rešenje je put koji vodi do znanja, dobrog rezultata i uštede novca.

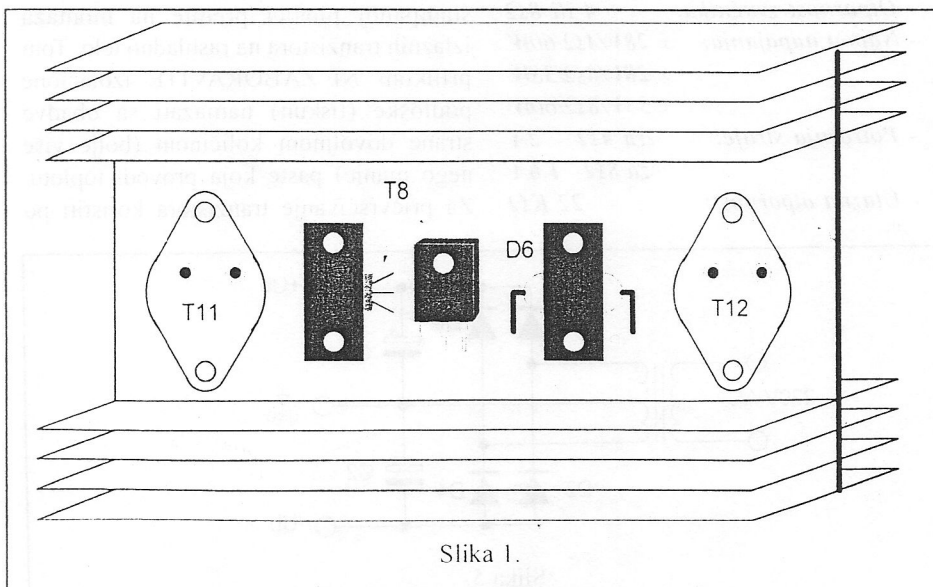


pri maloj snazi (obično 1W). Promene u pojačanju (obično pad) redovno nastaju na krajevima opsega, a izražavaju se u decibelima, gde je 3dB već čujna promena. Širina frekventnog opsega treba biti dovoljno velika, jer pojačalo mora biti u stanju da prenese i sve harmonične komponente signala. Idealno bi bilo kada bi frekventni opseg bio potpuno linearan po celom čujnom području (20 Hz - 20 kHz), ali to još uvek nije moguće. U koliko pojačalo ima frekventni opseg od 20 Hz do 20 kHz uz odstupanja manja od ± 1 dB,

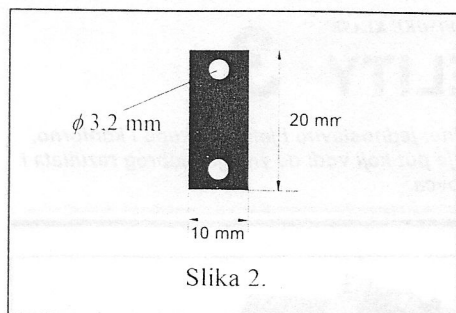
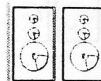
smatra se gotovo idealna frekventna karakteristika.

IZOBLIČENJA se dele na harmonijska i intermodulaciona. Kada na ulaz pojačala pustimo signal od 1 kHz, na izlaz iz pojačala dobićemo pojačani signal od 1 kHz i signale od 2,3,4,5...kHz. Odnos osnovnog signala i ovih "harmoničnih" naziva se harmonično izobličenje. Ako na pojačalo dovedemo dva tona (jedan duboki a drugi visoki), a na izlazu iz pojačala na neki način uklonimo onaj duboki (to često radi sastav uho-mozak), visoki ton će treperiti u ritmu onog dubljeg. Ta pojava se može izmeriti, a naziva se intermodulaciono izobličenje. Poželjno je da obe vrste izobličenja ne prelaze 0,1% ni kod pune snage, zato što je uho u nekim slučajevima osetljivo na izobličenja od samo 0,2%.

ODNOS SIGNAL/ŠUM je odnos vlastitog šuma pojačala i njegove pune snage, a govori nam koliku dinamiku pojačalo može verno preneti. Upravo pri davanju podataka o odnosu signal/šum postoji velika anarhija kod proizvođača. Sa obzirom na nelinearnost ljudskog sluha, razvijeni su mnogi standardi (DIN, IEC, CCIR) kojima se meri ovaj odnos. Engleski i Američki proizvođači pridržavaju se svojih službenih normi dok Japanci, i ako imaju svoj standard (JIS).



Slika 1.

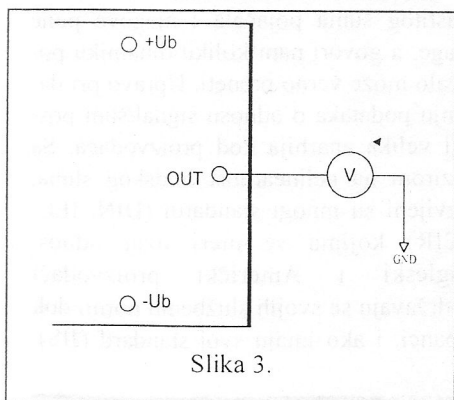


Slika 2.

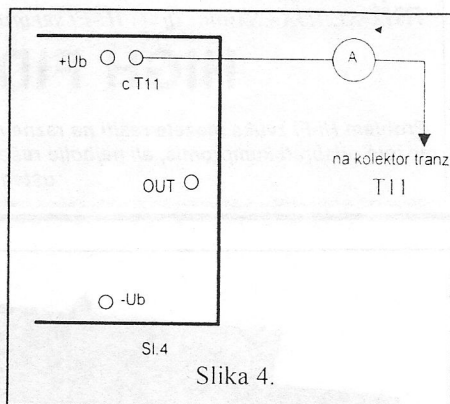
često primenjuju druge norme, naročito kada im one idu i prilog.

DAMPING FACTOR predstavlja odnos između nazivnog otpora zvučnika (4 ili 8Ω) i unutrašnjeg otpora pojačala. Veći faktor prigušenja omogućuje veću kontrolu nad zvučnicima, a kao rezultat dobija se čišći i precizniji zvuk, naročito na dubokim tonovima. Današnja pojačala uveliko premašuju brojku 100. Međutim u nekim pojačalima pojavljuje se i brojka 400? OPREZ !!! Manje poznata činjenica je da na ukupni Damping faktor utiče presek kablova koji spajaju pojačalo sa zvučnikom. Ako kablovi nisu duži od 4 m, dovoljan provodnik preseka od 2,5 mm². Za veće dužine treba uzeti veći presek provodnik. Ukoliko upotrebite provodnik premalog preseka, neće Vam pomoći ni izuzetan damping faktor pojačala. Rezultat može biti i manji od 10.

ZVUK POJAČALA (SONIČNOST) je pojam koji se sve češće koristi među audiofilima. Njima se opisuje subjektivni kvalitet nekog pojačala, nezavisno o njegovim tehničkim karakteristikama. Pojam nije nov, poznat je još iz vremena kada su tranzistoriska pojačala zamenjivala cevna (ali mi uvek kasnimo, kasnimo...). Tada je primećeno da cevna pojačala bolje zvuče od tranzistorskih iako imaju lošije karakteristike. Danas se situacija poboljšala u korist tranzistorskih pojačavača (ali se nije sasvim i preokrenula) zahvaljujući MOSFET tranzistorima. I među samim tranzistorskim konstrukcijama pojačavača



Slika 3.



Slika 4.

postoje lako uočljive razlike u prirodi zvuka.

Za sada toliko o osnovnim pojmovima u tehničkim karakteristikama pojačala.

U koliko bude bilo prostora vratimo se još jednom na ovu problematiku.

Osnovna karakteristika izlaznog pojačavača (kako smo već rekli) je njegova sinusna snaga, pa stoga moramo postaviti pitanje: Koju izlaznu snagu trebamo odabrati? To naravno prvenstveno zavisi od namene pojačavača, zatim od materijalnih mogućnosti i na kraju od trenutne mode. U današnje vreme je moda imati što snažnije pojačalo hvaliti se time, a slušati ga na kojih 5W. To bi se moglo reći i ovako: Imam Porsche-a može da ide 300 km/h, a vozim ga 40 km/h ?! Ali moda je moda i mi moramo da idemo u korak sa njom. Zato ćemo u ovoj celini objaviti dva pojačavača od 300W, pa ko voli nek izvoli!

Ali podimo redom najpre pojačavač od 60W sinusa.

Tehničke karakteristike:

- **Otpornost zvučnika:** 4 ili 8Ω
- **Napon napajanja:** ± 28V/4Ω/60W
± 28V/8Ω/38W
± 35V/8Ω/60W
- **Potrošnja struje:** za 4Ω 2A
za 8Ω 1,6A
- **Ulazna otpornost:** 22 KΩ

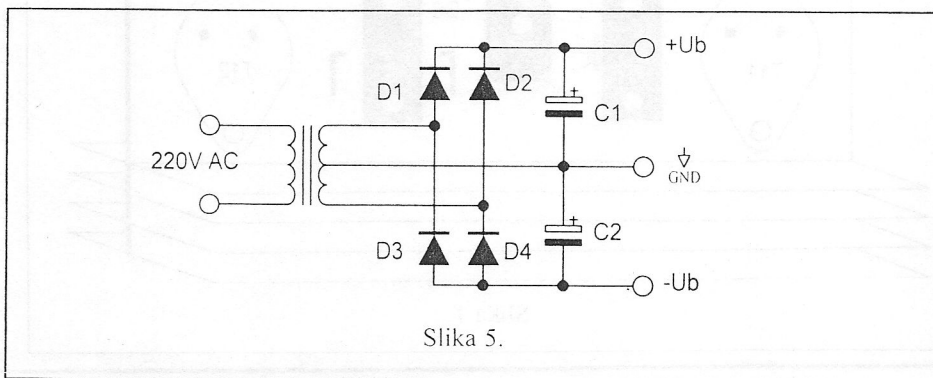
- **Ulazna osetljivost (P=60W):** 0,775 mV (0 dB)
- **Frekventni opseg:** 10 Hz-100 kHz (-3dB)
- **Harmonična izobličenja (P=50W, 1 kHz):** 0,04%
- **Intermodulaciona izobličenja (P=50W, 1 kHz):** 0,06%
- **Odnos signal/šum:** 100 dB na 1W
- **Damping faktor:** 100Hz - 200
1kHz - 200
10kHz - 100

Pojačavač MIT 641 je visokokvalitetan pojačavač snage. Tehnički podaci i rezultati merenja pokazuju, da pojačalo zadovoljava i najstrože kriterijume visokokvalitetne reprodukcije zvuka pa se ovo pojačalo može koristiti i tamo gde su potrebe za vernost prenosa tonsokog signala najveće.

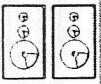
Opis pojačala će mo izostaviti i time dobiti više prostora za objašnjenje o sastavljanju i štelovanju.

SASTAVLJANJE počnite lemljenjem otpornika, zatim kondenzatora, elektrolita (pazite na polaritet), trimera i na kraju poluprovodnika (takode obratite pažnju na polaritet). Dioda D6 i dva tranzistora označena kao T8 ne montiraju se na štampanoj pločici već na rashladnom telu (hladnjak). Po završetku lemljenja elemenata prekontrolišite da slučajno niste ostavili "hladan lem", ili pak da niste kratkospojili dve veze ili dve lemne tačke. Emitorske otpornike R20 i R21 kao i otpornik R22 zajedno sa kalemom L1 pri montaži izdignite od štampane pločice minimalno 5mm.

Po završetku montaže elemenata na štampanoj pločici pređite na montažu izlaznih tranzistora na rashladno telo. Tom prilikom NE ZABORAVITE izolacione podloške (liskun) namazati sa obadve strane dovoljnom količinom (bolje više nego manje) paste koja provodi toplotu. Za pričvršćivanje tranzistora koristiti po



Slika 5.



Slika 6.

dva zavrtnja M3 x 15 sa navrtkama i izolacionim podloškama. Između izlaznih tranzistora (na sredini rashladnog tela) montirajte diodu D6 i dva tranzistora kako pokazuje slika 1. Predhodno morate napraviti dva držača (slika 2) i izbušiti odgovarajuće rupe na rashladnom telu.

Kada završite montažu trebate OM-metrom proveriti da TO3 kućište izlaznih tranzistora nema kontakt sa aluminijumom. Do ovog kontakta nesme da dođe. Pinovi ostalih elemenata koji su montirani na rashladno telo takođe nesmeju dodirivati aluminijum.

Pošto ste opremili pločicu i rashladno telo pristupite štelovanju pojačavača.

Najpre štelujte jednosmerni napon na izlazu iz pojačavača. Priključite napon napajanja i umesto zvučnika povežite V-metar (slika 3). Podesite opseg merenja da bude veći od napona napajanja. Uključiti napon na kratko i istovremeno pratite skalu V-metra. V-metar mora pokazivati nula volti. Dozvoljena tolerancija je $\pm 30\text{mV}$. Međutim to Vam se u 99% slučajeva neće desiti bez obzira što je konstruktor predvideo da se taj napon automatski šteluje. Promenom vrednosti otpornika R3 menjaće se i jednosmerni napon na izlazu iz pojačavača. Najbolje da umesto otpornika R3 stavite trimer od 100Ω naštelujete jednosmerni napon na izlazu, a potom izmerite vrednost i motirate otpornik izmerene vrednosti. **VAŽNA NAPOMENA:** Dok štelujete jednosmerni napon na izlazu iz pojačavača izlazni tranzistori nisu povezani, ali zato dioda D6 i dva tranzistora označena kao T8 moraju biti povezani sa štampanom pločicom.

Po završetku štelovanja jednosmernog napona na izlazu iz pojačavača štelujte mirnu struju izlaznih tranzistora. Povežite izlazne tranzistore i A-metar (slika 4). Opseg A-metra neka bude veći od 1A. Opet uključite pojačalo na kratko i pratite skalu na A-metru. U koliko pojačalo ne povuče veliku struju smanjite opseg merenja na A-metru i trimenom P1 naštelujte mirnu struju izlaznih tranzistora na vrednost od 20-30mA.

Štelovanje jednosmernog napona na izlazu iz pojačavača i mirnu struju izlaznih tranzistora ponovite nekoliko puta. U ko-

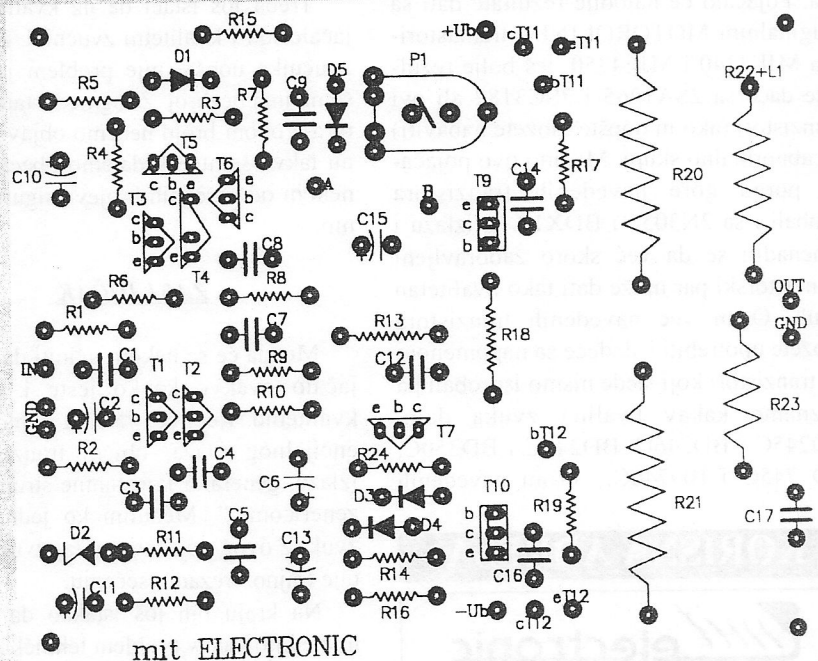
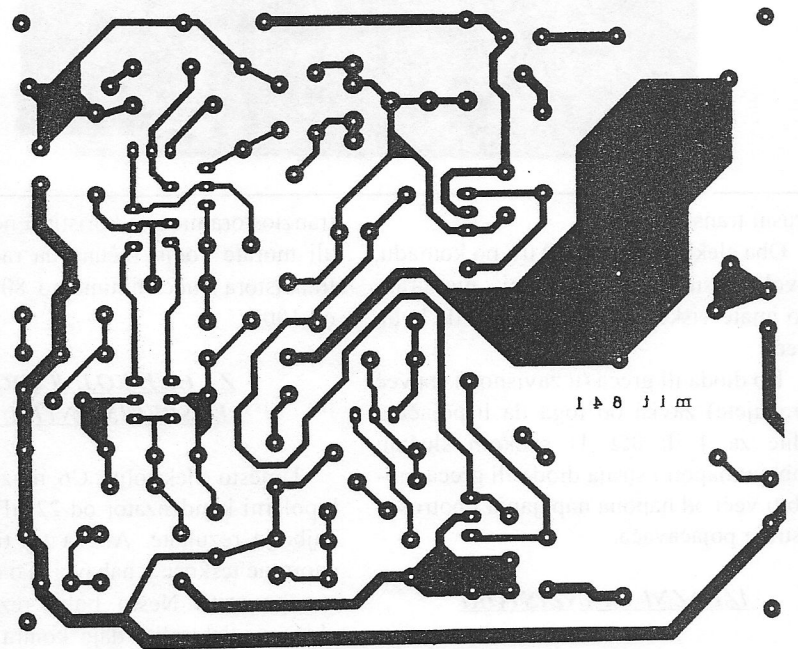
liko imate mogućnost štelovanje pojačavača radite sa V-metrom i A-metrom istovremeno.

Na kraju Vam preostaje da priključite zvučnik i uživajte u plodu Vašega rada.

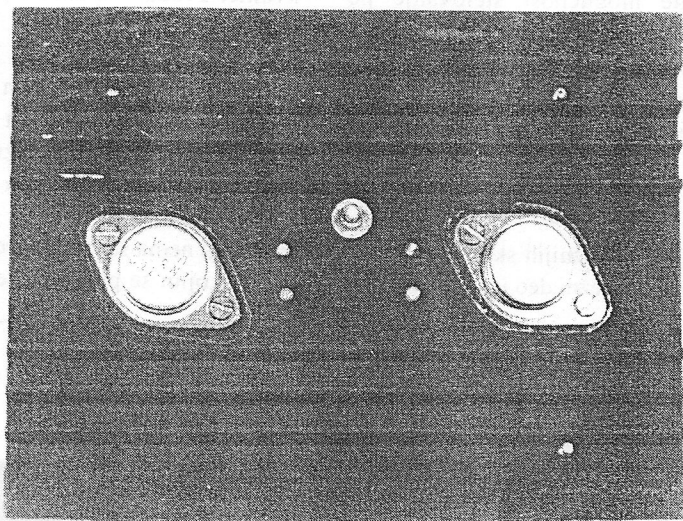
ISPRAVLJAČ

Jedna od najvažnijih sklopnih grupa u pojačavaču je mrežni deo jer je on bitan za

kvalitet zvuka. Na slici 5 je prikazan ispravljač za stereo izvedbu. Trafo mora da ima sekundarni napon od $2 \times 20\text{V}$ i da može da daje struju od min. 4A za izradu pojačala koje ima otpornost zvučnika 4Ω . Za pojačalo sa otpornošću zvučnika od 8Ω trafo na sekundaru mora da ima napon $2 \times 25\text{V}$ i struju od minimalno 3,2A. Najbolji trafo koji nema štetne posledice na pojačalo i sa kojim se postiže ušteda prostora je



Slika 7: Nacrt štampane pločice sa rasporedom elemenata



torusni transformator.

Oba elektrolita sa 6800 μ F po komadu, dovoljno su demenzionisani, međutim, ako imate viška novca oni smeju da budu i veći.

Tip dioda ili greca (u zavisnosti šta već ugrađujete) zavisi od toga da li pojačalo radite za 4 ili 8 Ω . U svakom slučaju probojni napon i struja dioda ili greca mora biti veći od napona napajanja i potrošnje struje pojačavača.

IZLAZNI TRANZISTORI

Nekoliko reči o izlaznim tranzistorima. Pojačalo će najbolje rezultate dati sa originalnim MOTOROLINIM tranzistorima MJE4340 i MJE4350, ješ bolje rezultate daće sa 2SA1265 i 2SC3182 ali ovi tranzistori (ako ih uopšte možete nabaviti) su abnormalno skupi. Mi smo ovo pojačalo pored gore navedenih tranzistora probali i sa 2N3055 i BDX18 na izlazu i iznenadili se da već skoro zaboravljeni tranzistorski par može dati tako kvalitetan zvuk. Osim već navedenih tranzistora možete upotrebiti i sledeće sa napomenom da tranzistori koji slede nismo isprobali pa neznamo kakav kvalitet zvuka daju. BD245C i BD246C, BD249C i BD250C, BD 745C i BD746C... Osim navedenih

tranzistora možete koristiti i neke slične, ali morate voditi računa da radni napon tranzistora bude minimalno 80V i snage od 100W.

ZA ONE KOJI RADO EKSPERIMENTIŠU

Umesto elektrolita C6 možete staviti bipolarni kondenzator od 22 μ F koji daje najbolje rezultate. Ali za taj tip postoje enormne teškoće u nabavci, a o ceni nećemo govoriti. Nešto bolje rezultate od običnog elektrolita daje kontra spoj dva elektrolita od po 47 μ F kao na slici 6.

Treba još istaći da uz kvalitetno pojačalo idu i kvalitetni zvučnici. Zaštita za zvučnike uopšte nije problem jer takvih šema ima bezbroj. Zbog nedostatka prostora u ovom broju nećemo objaviti ni jednu takvu šemu, ali dajemo obećanje da u nekom od narednih brojeva sigurno hoćemo.

ZAKLJUČAK

Možda će se nekom učiniti da ovo pojačalo ovakvo kavko jeste i nije baš kvalitetno. Reći će: "Nema duplog diferencijalnog ulaza, obični tranzistori na izlazu, generator konstantne struje urađen zenericom...". Međutim ko jednom čuje zvuk iz ovog pojačavača, taj zvuk mu ostaje trajno urezan u sećanju.

Na kraju bih još istakao da ukoliko imate bilo kakav problem tehničke prirode pri gradnji ovoga pojačavača ili pak problem u nabavci materijala i štampane pločice možete se obratiti na dole navedenu adresu.

SPISAK MATERIJALA

OTPORNICI:

R1.....	1 K Ω
R2.....	56,21 K Ω
R3.....	47,5 Ω
R4.....	39 K Ω
R5.....	47,5 Ω
R6.....	8,25 K Ω
R7.....	82,3 Ω /1W
R8.....	47,21 Ω
R9.....	56 K Ω
R10.....	476 Ω
R11.....	15,43 K Ω
R12.....	8,2 K Ω
R13.....	47,21 Ω
R14.....	82 Ω
R15.....	10 Ω
R16.....	10 Ω
R17.....	2,2 Ω
R18.....	330 Ω
R19.....	2,2 Ω
R20.....	0,22 Ω /5W
R21.....	0,22 Ω /5W
R22.....	10 Ω /2W
R23.....	10 Ω /1W
R24.....	33 K Ω

KONDENZATORI:

C1.....	150 pF
C2.....	4,7 μ F/25V
C3.....	150 pF
C4.....	150 pF
C5.....	150 pF
C6.....	22 μ F
C7.....	10 pF
C8.....	47 pF
C9.....	100 nF
C10.....	47 μ F/35V
C11.....	10 μ F/25V
C12.....	47 pF
C13.....	47 μ F/35V
C14.....	150 pF
C15.....	1 μ F/50V
C16.....	150 pF
C17.....	47 nF

DIODE:

D1.....	1N4148
D2.....	ZENER 18V
D3.....	1N4148
D4.....	1N4148
D5.....	1N4148
D6.....	1N4148

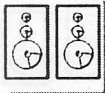
POLUPROVODNICI:

T1, T2.....	BC238
T3, T4.....	BC546B
T5, T6.....	BC556
T7.....	BC546
T8.....	BC238+BD139
T9.....	BD139
T10.....	BD140
T11.....	videti u tekstu
T12.....	videti u tekstu

KORISNA ADRESA

mit electronic

Paljinska 23a, 18000 Niš
018/353-467



mit SERIJA - SAMOGRADNJA HI-FI SREDNJE I VISOKE KLASSE

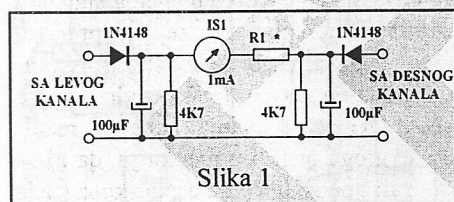
HIGH FIDELITY 7

Problem Hi-Fi zvuka možete rešiti na razne načine: jednostavno i jeftino, skupo i konformno, možete odabrati kompromis, ali najbolje rešenje je put koji vodi do znanja, dobrog rezultata i uštede novca.

MOSFET pojačavačem iz prošlog broja završili smo projekte pojačala snage. U ovom broju časopisa ELEKTRO opisaćemo nekoliko sporednih, ali ipak korisnih uređaja koji mogu da oplemene jedan Hi-Fi. Zato podimo redom:

BALANS METAR

Ovaj krajnje jednostavan uređaj (sl. 1) može Vam pomoći (a i ukrasiti prednju masku kutije), ukoliko se odlučite da montirate potencijometar za BALANS. Vrednost otpornika



Slika 1

R1 zavisi od osetljivosti instrumenta i izlaznog napona iz pretpojačala ili pojačala. Ukoliko posedujete instrument osetljivosti 1mA vrednost otpornika je približno 10 KΩ. Instrument bi trebao da ima nulti položaj na sredini skale.

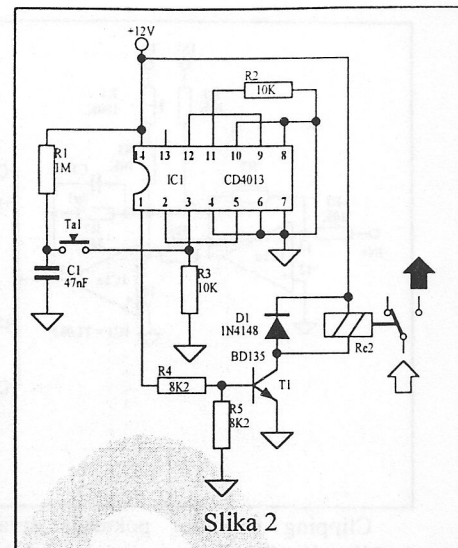
UKLJUČIVANJE / ISKLJUČIVANJE JEDNIM TASTEROM

Na sl. 2 je prikazana električna šema takođe jednostavnog uređaja koji može da Vam zameni klasični prekidač za uključivanje i isključivanje uređaja. Rele trebate odabrati prema snazi uređaja koji uključujete i isključujete. Mi smo izabrali (a tako i konstruisali pločicu) rele koji ima četiri parakontakta od kojih svaki može da izdrži 8A.

ZAŠTITA OD STRUJNIH ŠPICEVA

Zadatak ovog uređaja (sl. 3) ima dvojnoulogu: da zaštiti zvučnike od špiceva napona koji se javljaju prilikom uključivanja, druga uloga ovoga sklopa je da zaštiti osigurače od pregaranja po uključanju pojačala. Naime poznat je problem dimenzionisanja osigurača. Prilikom uključivanja pojačavač trenutno povuče mnogo veću struju od one koja mu je potrebna za nominalni rad. Ukoliko dimenzionišemo osigurače za nominalan rad, osigurači će bez ovog sklopa izgoriti. Ako stavimo osigurače koji će izdržati struju koju povuče pojačavač pri uključanju onda ostajemo bez zaštite u kasnijem radu pojačala, tako da pretpostavljamo da prilikom eventualnog kvara iz gore izlazni tranzistori.

Trimer potencijetrom (R4) možemo naštelovati vreme za koje će rele da privuče kontakte (oko 1 sec.) i kratkospoji otpornik R9. Otpornik R9 biramo prema snazi trafoa i



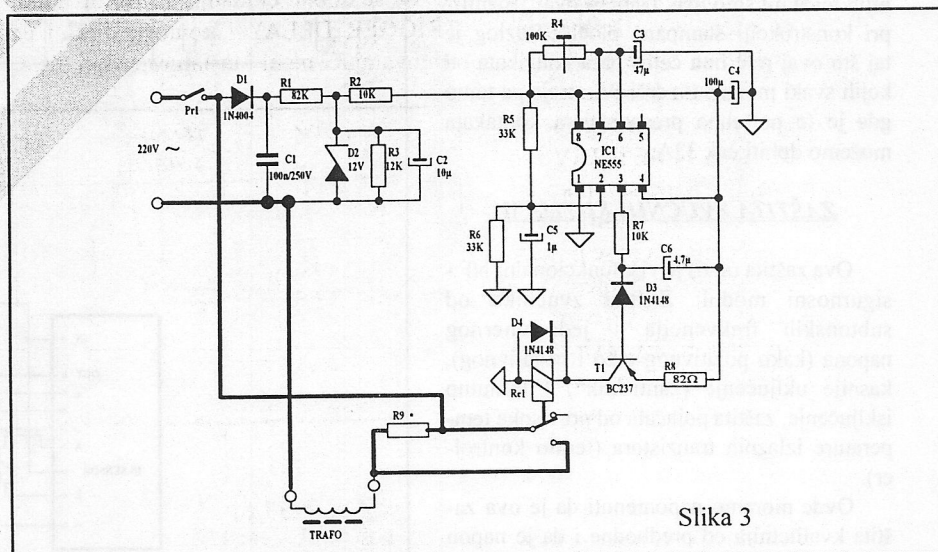
Slika 2

njegova otpornost može da bude četrdesetak Ω i desetak W.

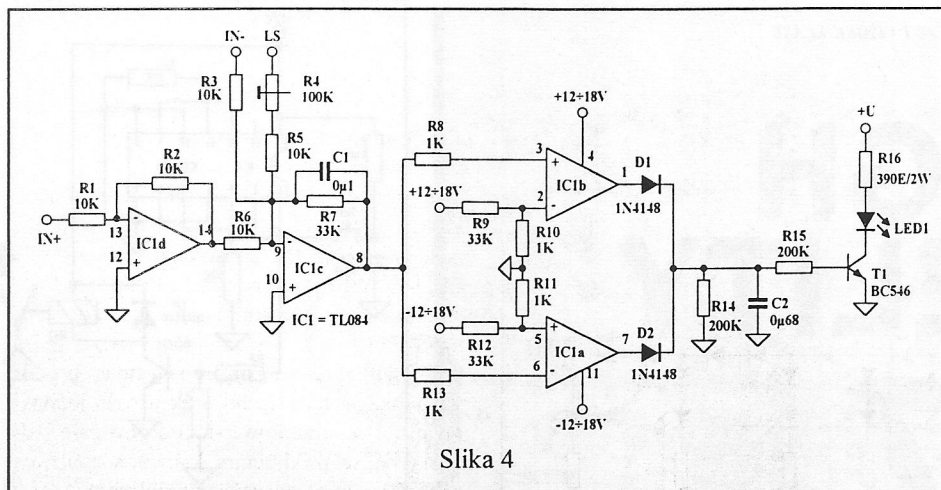
CLIPPING INDIKATOR

Clipping (na engl. Rezanje, ali i sjajan, veličanstven u smislu prideva). Ove prideve odmah zaboravite jer clipping je jedna od najštetnijih audio pojava. Nastaje kada je pojačalo prezasićeno signalom i kada radi iznad granica svojih mogućnosti. Tom prilikom se javljaju velika izobličenja i vrlo neprijatne zvučne senzacije. U ekstremnim slučajevima javljaju se snažne oscilacije koje mogu da unište zvučnike (najpre visokotonce), ali i pojačalo.

Sklop sa sl. 4 se može povezati i na pretpojačala i na pojačala. Funkcioniše tako što upoređuje oblik izlaznog signala sa oblikom ulaznog signala. Ova funkcija je naročito važna kod pojačala snage koji po pravilu nemaju stabilno napajanje strujom, pa prema tome, zavisno od vrste signala može da daje različite max. snage. Otuda i potiče razlika „Sinusna snaga“ - „Muzička snaga“ - „Impulsna snaga“.



Slika 3



Slika 4

Clipping indikator pokazuje stvarno izobličenje. LED-diode svetle uvek, kada izlazni signal ima drugačiji oblik od oblika onog signala koji je doveden do pojačala. LED-diode pri tome ostaju da svetle nešto duže nego što traje nejednakost (0,5 sec.) da bi kratkotrajne smetnje postale vidljive.

Zbog prostora električna šema prikazuje samo jedan kanal, dok je štampana pločica urađena za stereo verziju.

ZAŠTITA ZVUČNIH KUTIJA I

Zaštita sa sl. 5 je na prvi pogled jednostavna, ali ipak kvalitetna zaštita. Osnovna uloga zaštite je da štiti zvučne kutije od pojave jednosmernog napona na izlazu iz pojačala. Zaštita reaguje kako pri pojavi pozitivnog tako i pri pojavi negativnog napona na izlazu iz pojačala.

Zaštita ima i „anti - klik“ kolo, čije vreme kašnjenja direktno zavisi od vrednosti kapaciteta elektrolita C3 i što je njegov kapacitet veći i vreme kašnjenja biće veće.

Glavna odlika ove zaštite je ta što za stereo pojačalo pravite samo jednu zaštitu, čime ne štedite samo na prostoru u kutiji, već i u novcu. Iako na tržištu ima elegantnijih relea mi smo ipak izabrali ovaj „ružniji“ pri konstrukciji štampane pločice. Razlog je taj što ovaj rele ima četiri para kontakata od kojih svaki može da izdrži 8A struje, pa tamo gde je to potrebno prespajanjem kontakata možemo dobiti čak 32A.

ZAŠTITA ZVUČNIH KUTIJA II

Ova zaštita (sl.6) je višefunkcionalni NF - sigurnosni modul: Zaštita zvučnika od subtonskih frekvencija i jednosmernog napona (kako pozitivnog tako i negativnog), kasnije uključuje („anti-klik“) / trenutno isključenje, zaštita pojačala od previsoke temperature izlaznih tranzistora (termo kontroler).

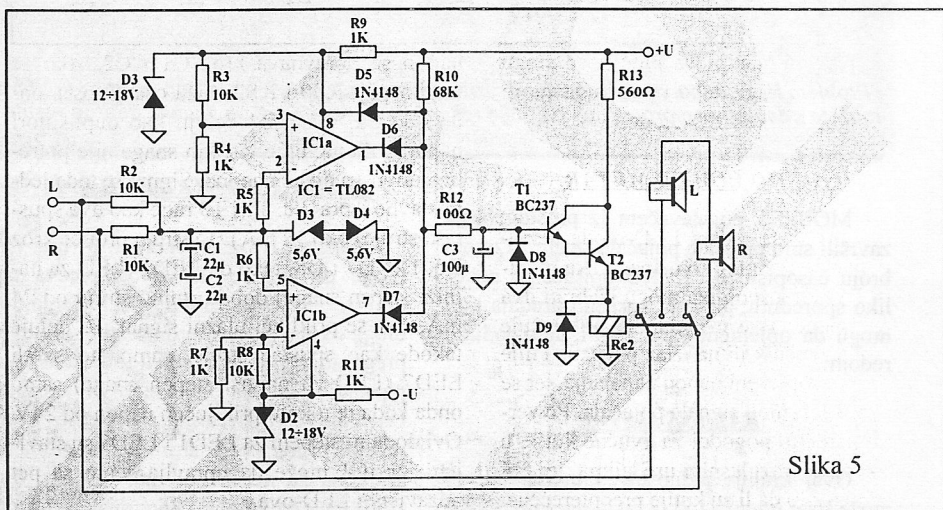
Ovde moramo napomenuti da je ova zaštita kvalitetnija od predhodne i da je napon

napajanja sa ovako odabranim elementima $\pm 24V \div \text{max. } \pm 70V$.

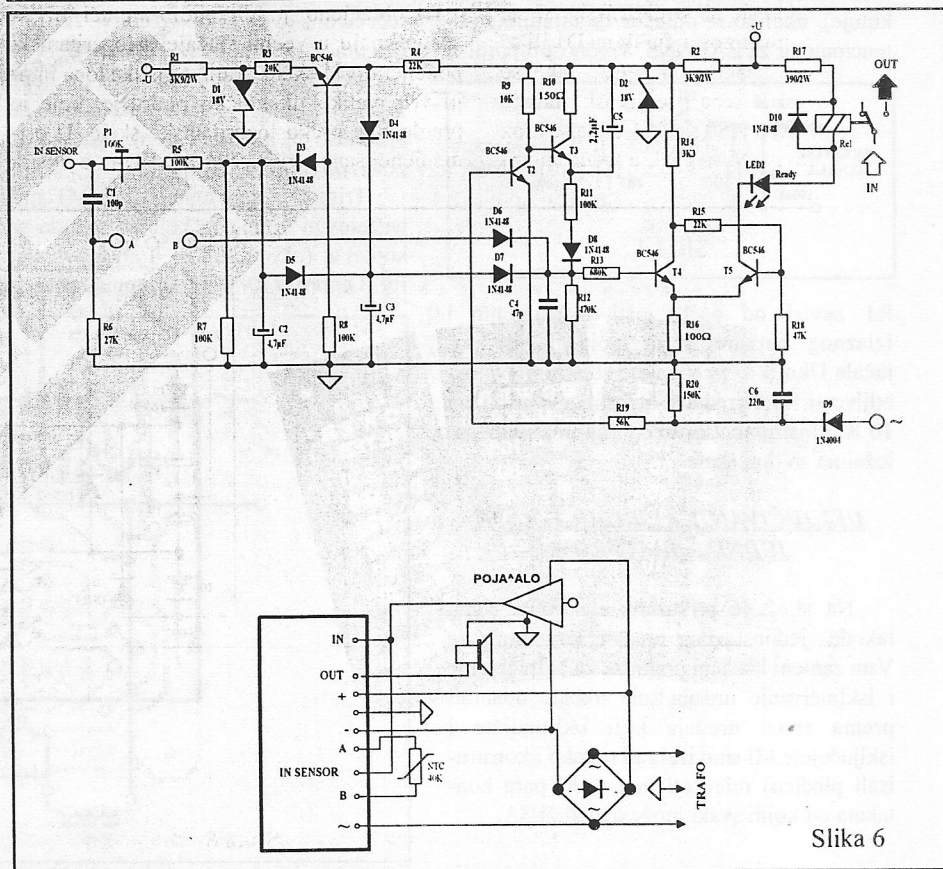
VU - METAR

Ovaj VU-metar (VU = Volume Unit) prikazan na sl. 7 je nadsve jednostavan i jeftin za izradu. Promenom vrednosti otpornika R1 i R2 menja se i ulazna osetljivost pa se tako ovaj VU-metar može priključiti kako na pretpojačalo tako i na svako pojačalo snage. Takođe promenom vrednosti otpornika koji se nalaze u kolu katode LED-dioda možemo kontrolisati pri kom naponu će se paliti pojedina LED-dioda.

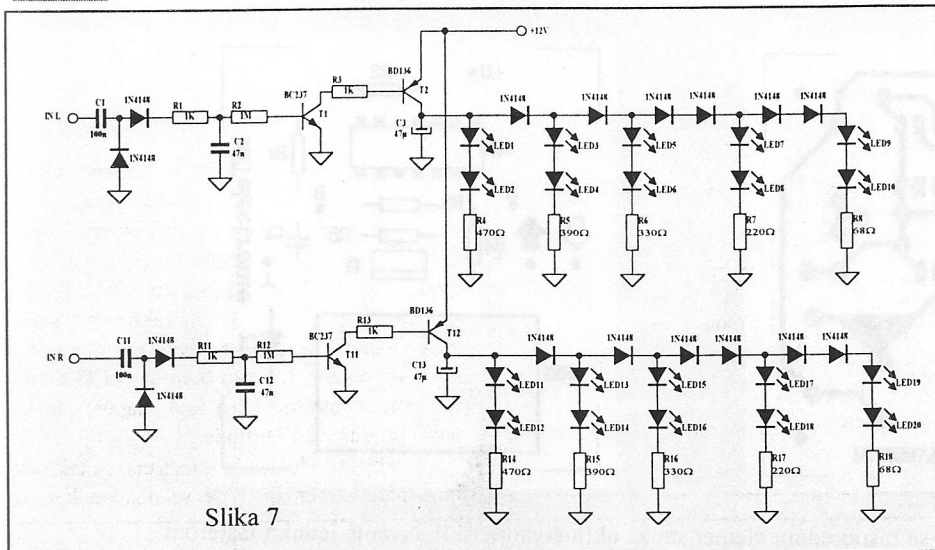
Štampana pločica je konstruisana tako da ima male dimenzije i da se obadva kanala



Slika 5



Slika 6



Slika 7

nalaze na jednoj štampi. Na pločici se mogu povezati kako okrugle tako i pravougaone ili nekog drugog oblika LED-diode.

LED AUDIO POWER METAR

Ovaj uređaj sa sedam LED-dioda bezinertno pokazuje trenutni nivo snage. Na pločici se preko kratkospojnika mogu izabrati dva područja snage. Power-metar se priključuje direktno na zvučnik ili na izlaz pojačala i nije mu potreban sopstveni napon napajanja, jer se on dobija iz izlaznog signala pojačala. Power-metri su naročito pogodni za zvučne kutije u diskotekama ili razglasnim uređajima, jer oni odmah pokazuju da li su kutije preopterećene.

Kao što pokazuje sl. 8 ulazni signal se, preko kratkospojnika postavlja ili na D1 ili se uspostavlja veza između C1 i C2. Tako se može podešavati željena osetljivost. Ako je kratkospojena tačka KS0 sa KS1 onda se kroz D1 do D4 ispravlja NF-signal, a jednosmerni

napon se poravnava kroz C1 i C2. Ako se kratkospoji KS0 i KS2 (niža osetljivost), onda C1, C2, D3 i D4 deluju kao duplikatori napona. Za merenje visokih snaga nije potreban udvostručivač napona. Signal se tada jednostavno ispravlja. T1 i T3 rade kao dva spustaša struje (oko 12 mA). Ta struja protiče kroz D5, D6, D7 i D8, tako da LED1 (LED za najniži stepen snage) dobija stalnu struju od 24 mA, čim se priključi ulazni signal. T2 deluje takođe kao spustač struje, samo što svetli LED7 (LED za najviši stepen snage) samo onda kada je u kolu priključen napon od 24V. Ovi dodatni stepeni za LED1 i LED7 su stavljeni jer IC1 može da upravlja samo sa pet nezavisnih LED-ova.

Uobičajeno je da audio-merači nivoa snage imaju u većini slučajeva logaritamski podeljenu VU-skalu. Karakteristike tona imaju vrlo veliko dinamičko područje, koje je preglednije preko logaritamske skale. U primenjenoj šemi struja se kroz LED-ove fiksira

na 20 mA. LED-ovi su povezani u seriji da bi se štedela struja. Pet LED-dioda koje se pale preko IC1, svetle kada napon na pin 7 iznosi 0,1; 0,3; 0,5; 0,7 i 0,9 V. Zbog zener diode ZD2 radni napon IC1 mora da iznosi oko 6V pre nego što zasvetli prva LED-dioda.

Power-metar možete ugraditi u zvučnu kutiju ili u kutiji pojačala, ili pak u nekoj posebnoj kutiji (po sopstvenoj želji). Ako se LED-POWER-metar ugrađuje na prednjoj strani neke zvučne kutije mora se voditi računa o tome da se sa unutrašnje strane mora predvideti zaptivka koja će sprečavati prodor vazduha. Električni priključak je vrlo jednostavan jer se ulaz Power-metra povezuje jednostavno sa priključnim klemama zvučnika pri čemu se ne vodi računa o polaritetu.

PODEŠAVANJE PODRUČJA SNAGE

4 Ω

Snaga pojačala 200W: kratkospojeni KS0 i KS1, skala 10 do 200W

Snaga pojačala 100W: kratkospojeni KS0 i KS2, skala 4 do 100W

8 Ω

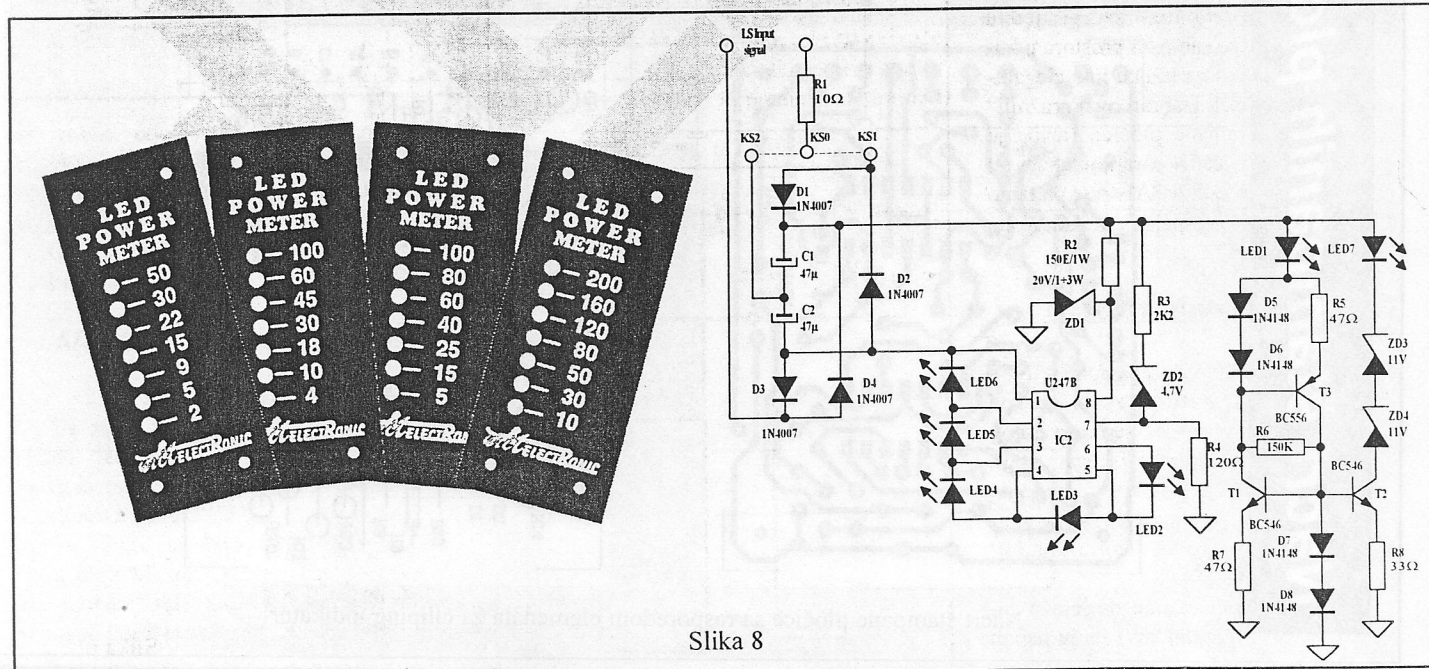
Snaga pojačala 100W: kratkospojeni KS0 i KS1, skala 5 do 100W

Snaga pojačala 50W: kratkospojeni KS0 i KS2, skala 2 do 50W

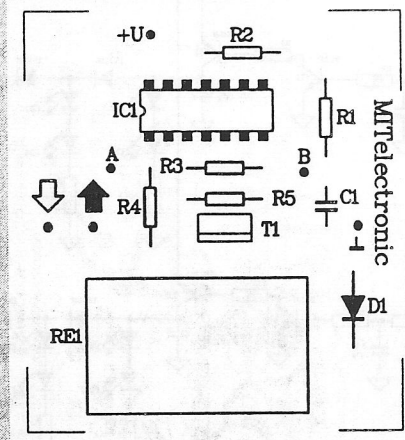
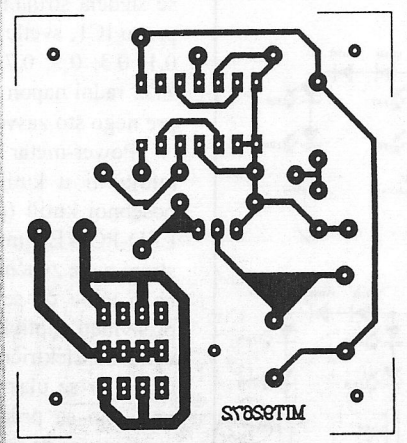
KORISNA ADRESA

mit ELECTRONIC

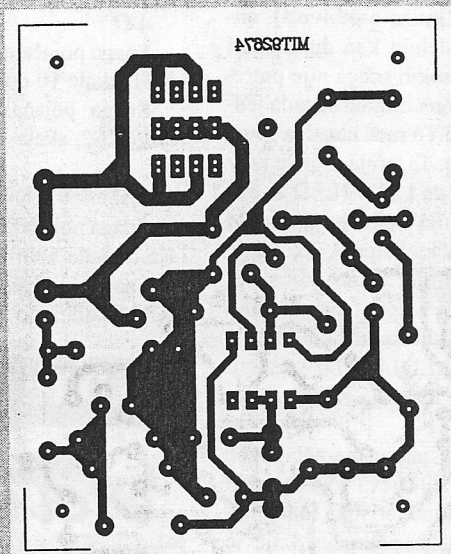
Paljinska 23a, 18000 Niš
018/353-467



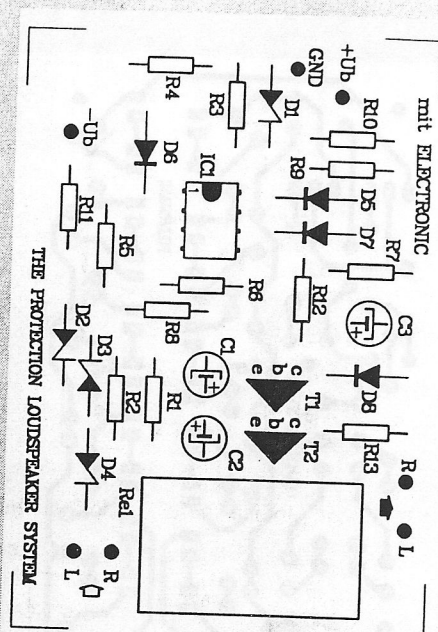
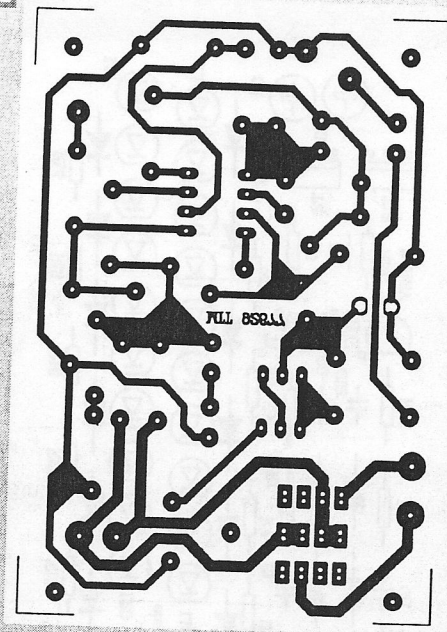
Slika 8



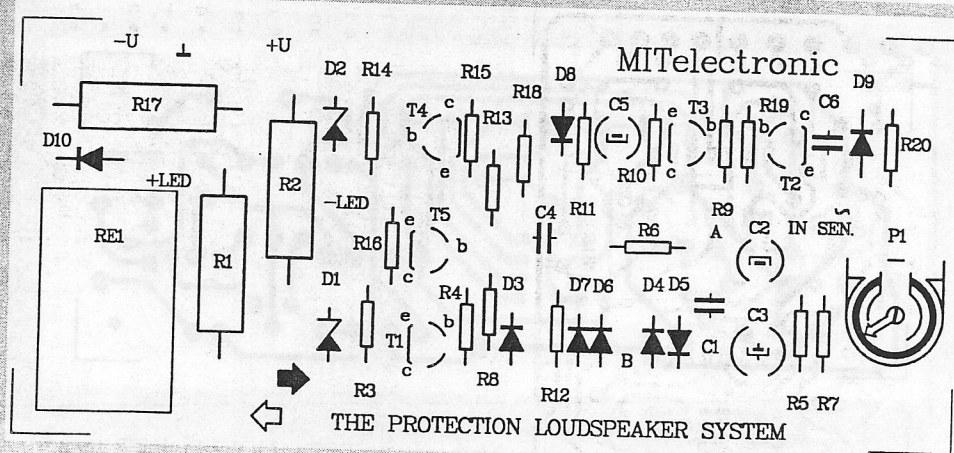
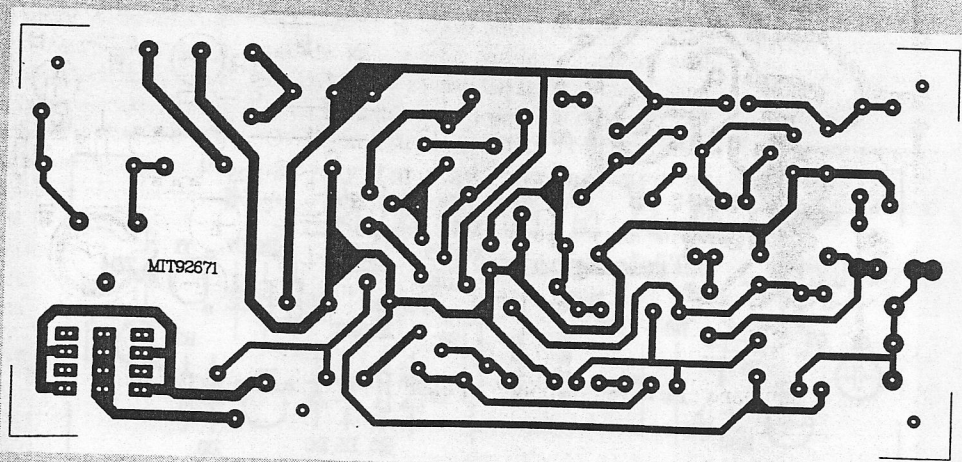
Nacrt štampane pločice sa rasporedom elemenata za uključivanje/isključivanje jednim tasterom



MIT ELECTRONIC

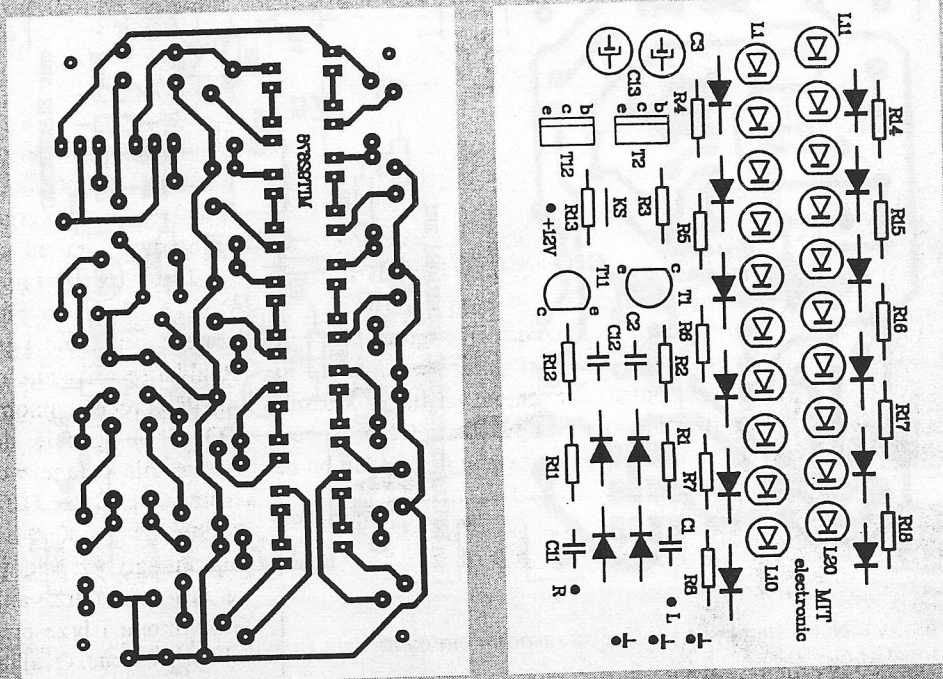


Nacrt štampane pločice sa rasporedom elemenata za zvučnih kutija I



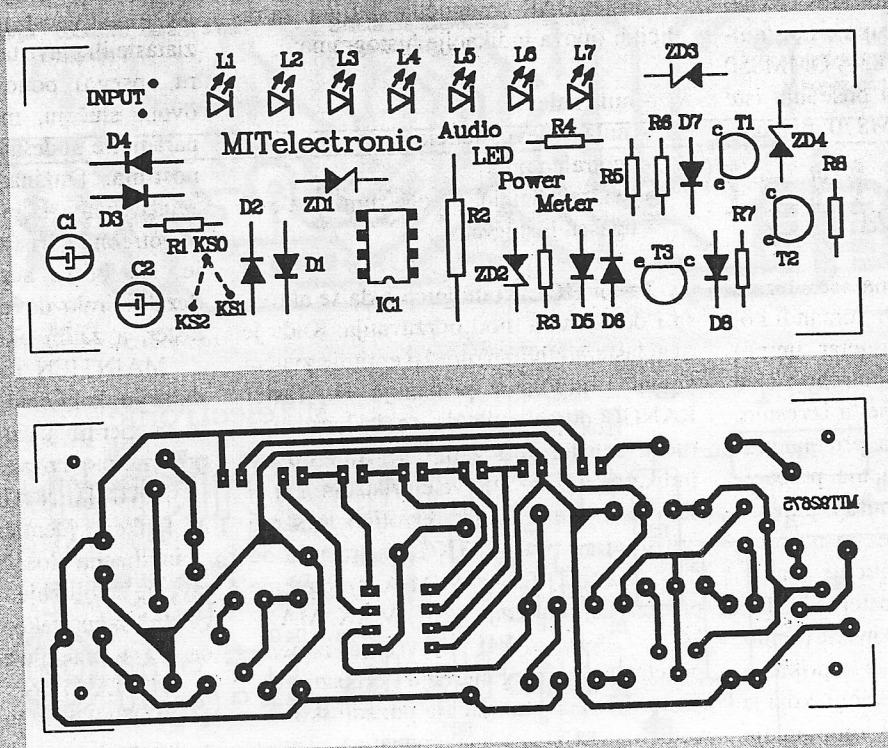
Nacrt štampane pločice sa rasporedom elemenata za zvučnih kutija II

Nacrt štampanih pločica II



Nacrt štampane pločice sa rasporedom elemenata za VU-metar

Nacrt štampanih pločica III



Nacrt štampane pločice sa rasporedom elemenata za LED AUDIO POWER metar

Dejan Palinkaš

Poslednjih godina usled ekspanzije razvoja poluprovodničke tehnologije koja je gotovo potpuno potisnula cevi iz šire upotrebe, na tržištu se uglavnom mogu naći uređaji ovog tipa, koji se baziraju na poluprovodničkim aktivnim elementima (tranzistori, integrisana kola). Takvi uređaji su zasigurno jeftiniji, manjeg gabarita, adekvatniji za masovnu proizvodnju, pa samim tim pristupačniji prosečnom kupcu. Sve prednosti nad cevima, su na strani poluprovodničkih pojačavača, osim jednog, a to je ono najvažnije: zvučna karakteristika. O superiornosti elektronskih cevi nad tranzistorima, kada su u pitanju sonične karakteristike, isticanje parnih harmonika koji prijaju ljudskom uhu i ukupna zvučna "slika", nije potrebno posebno govoriti. Ova činjenica dobro poznata najeminentnijim svetskim proizvođačima gitarskih pojačavača, (MARSHALL, FENDER, MESA/BOOGIE) koji svoje najbolje modele, u eri poluprovodnika na početku 21. veka i dalje proizvode u cevnoj tehnici.

Ovom prilikom Vam predstavljamo jedan takav cevni gitarski pojačavač koji će svojim karakteristikama ispuniti očekivanja mnogih gitarista.

Cevi koje su u ovoj konstrukciji upotrebljene, su već svima dobro poznate ECC83, kao i izlazne EL34. Odluka za standardnu varijantu je doneta iz razloga i onako loše snabdevenosti našeg tržišta

CEVNI POJAČAVAČ ZA *Gitara*

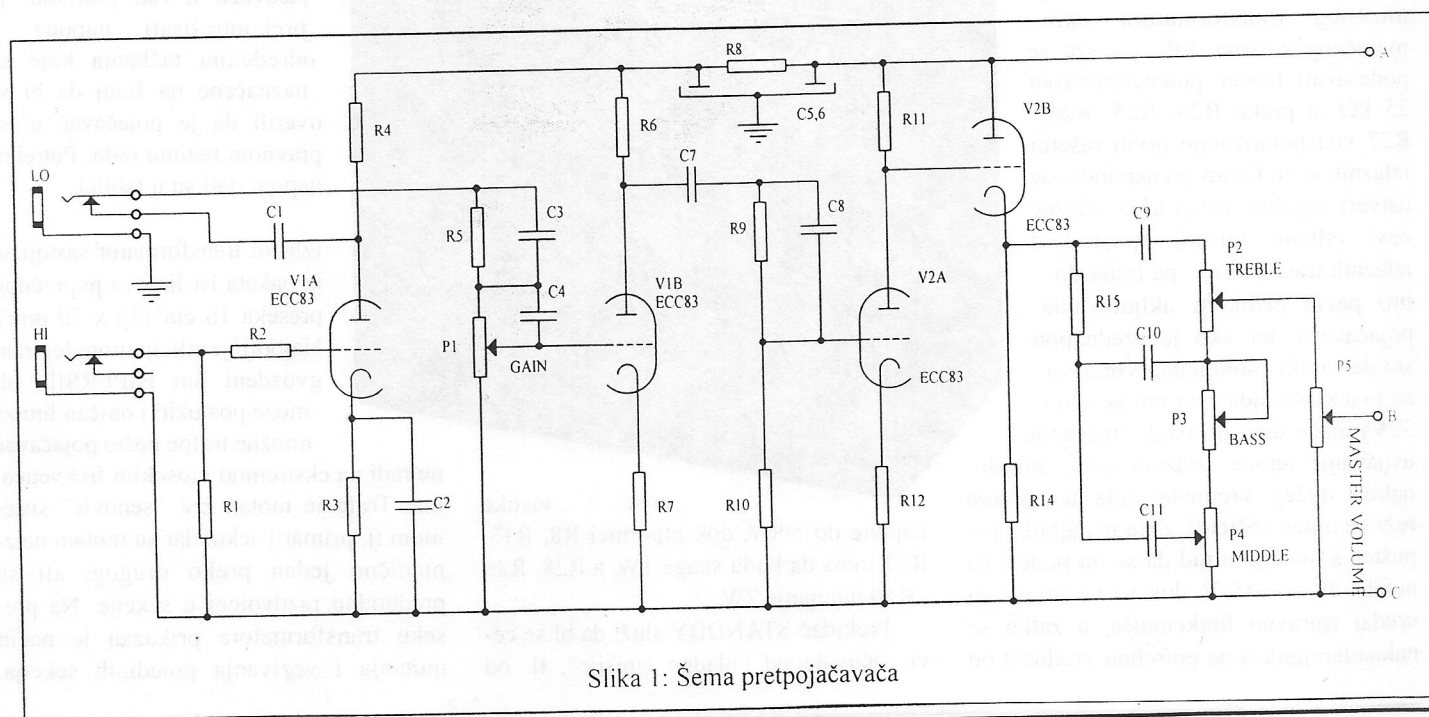


materijalom za ovakvu vrstu uređaja.

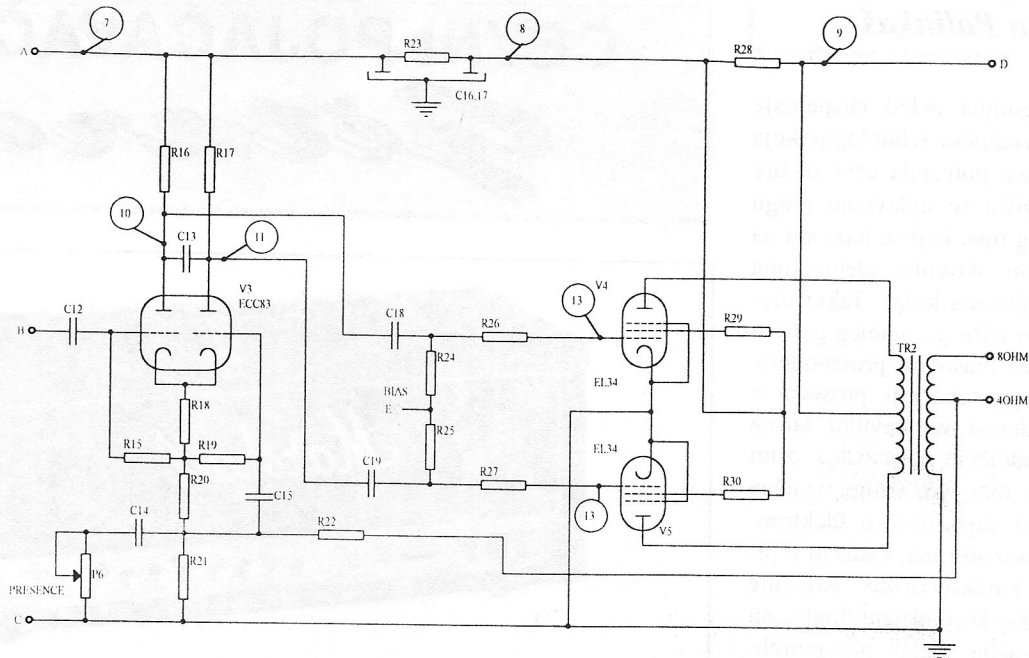
Ulazni signal visoko osetljivog ulaza se, preko R1 i R2 koji određuju ulaznu impedansu odvodi na rešetku prve triode prve cevi ECC83. Otpornici u katodama anoda i trioda služi za postavljanje potrebnih radnih uslova, a R3 zajedno sa C3 predstavlja visoku ulaznu impedansu za niske frekvencije. Pojačani signal se sa anode prve triode preko C1 zajedno sa niskom osetljivim ulazom odvodi na filter R5, C3, C4 i preko potencijometra P1 (gain) 1MΩ log, na rešetku druge diode. treba napomenuti da se potencijetrom P1 može kontrolisati tzv. DISTORTION,

efekt presecanja vrhova poluperioda signala koji nastaje visokim ulaznim nivoom na rešetki V1B a istovremeno i na rešetkama V2A i V2B, tako dolazi do naglog izobličenja. Potencijetrom P1 podešavamo od CLEAN preko CRUNCH i OVERDRIVE pa sve do DISTORTION boje koje dobijamo pri maksimalnom zakretanju P1. Naravno pri tom moramo obratiti pažnju i na P5 (master volume) kako bi ujednačili nivo izlaznog signala.

Izlaz sa katode V2B odvodi se na filtre za frekvencijsku korekciju niskih, srednjih i visokih tonova (bass, middle, treble), a zatim i na master volume, sa koga se



Slika 1: Šema pretpojačavača



Slika 2: Šema pojačavača

odvode na ulaz izlaznog stepena tj. na obrtač faze (driver) koji pobuđuje izlazne cevi. U katodi drajvera nalazi se i kolo povratne veze sa zvučnika (R21, R22, C15, C14 i P6) kojim se može regulisati efekat PRESENCE tj. izdizanje "najviših" frekvencija u opsegu od 4 do 5 kHz.

Preko C18 i C19 signali se sa anoda drajvera odvođe na prve rešetke izlazne cevi za čiji je ispravan rad potrebno obezbediti i negativni pred napon (BIAS) bias se dobija iz posebnog ispravljača koji je vezan na sekundarni namotaj mrežnog transformatora naizmeničnog napona 40V i može se podešavati trimer potencijetrom 25 kΩ, a preko R24, R25, R26, R27 vrši polarizaciju prvih rešetki izlaznih cevi. Ovim prenaponom se ustvari reguliše struja kroz izlazne cevi (slično mirnoj struji kod izlaznih tranzistora), pa treba dobro paziti prilikom uključivanja pojačavača, jer ako je prednapon suviše veliki (nominalna vrednost za ovu klasu rada cevi mu je oko -32V) može doći do nagle disipacije i usijavanje anoda izlaznih cevi, što ih nakon dužeg vremena rada u takvom režimu može i oštetiti. Zato je najbolje pre puštanja uređaja u rad da se on podesi na nekih -40 do -45 V, dok se ne utvrdi da uređaj ispravno funkcioniše, a zatim se naknadno podesi na potrebnu vrednost od

-32V. Pre podešavanja na zvučniku će se pojaviti slabiji i izobličen zvuk, dok će, kako se približavamo nominalnoj vrednosti zvuk postajati "zdraviji" i neznatno jačeg inteziteta.

Kondenzatori C5,6; C16,17; C20,C21 imaju ulogu filtera i potrebno je da sa lakoćom pod-

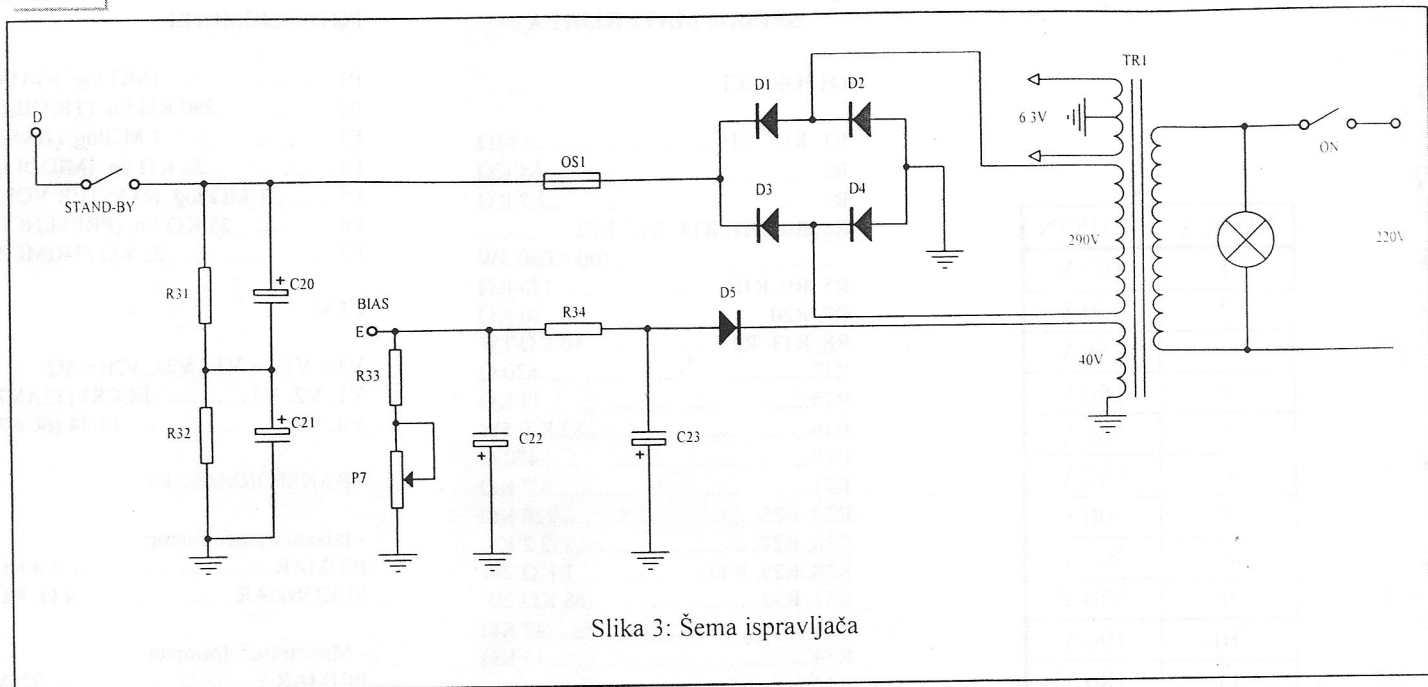
emisije elektrona iz nezagrejane katode gde anodni napon "čupa" elektrone iz katode i time vrši eroziju njene emisione površine, što sve zajedno drastično smanjuje vek trajanja elektronskih cevi. Najpre uključujemo prekidač ON koji automatski stavlja u pogon grejanjem cevi ali ne i anodni napon. Zatim sačekamo nekoliko trenutaka da se cevi zagreju (optimalno je 30 do 40 sekundi) pa tek onda uključujemo anodni napon pomoću STANDBY prekidača. Nakon puštanja pojačavača u rad potrebno je prekontrolisati napone u određenim tačkama koje su naznačene na šemi da bi se uverili da je pojačavač u ispravnom režimu rada. Potrebni naponi dati su u tablici.



nose visoke napone do 500V, dok otpornici R8, R13, R23 treba da budu snage 1W, a R28, R29 i R30 najmanje 2W.

Prekidač STANDBY služi da bi se cevi sačuvala od "hladne emisije", tj. od

Izlazni transformator sastoji se iz paketa EI limova poprečnog preseka 16 cm² (32 x 50 mm). Najbolji je silicijumom legirani gvozdeni lim HIPERSIL, ali može poslužiti i običan lim za mrežne trafoe pošto pojačavač ne radi na ekstremno visokim frekvencijama. Trafo je motan tzv. "sendvič" sistemom tj. primar i sekundar su motani naizmenično jedan preko drugog, ali su predhodno razdvojeni u sekcije. Na preseku transformatora prikazan je način motanja i vezivanja pojedinih sekcija.



Slika 3: Šema ispravljača

Primar se sastoji od 4 x 800 navoja lak žice prečnika 0,2, a sekundar od 2 x 55 navoja prečnika 0,7 za 4Ω, odnosno 2 x 75 navoja prečnika 0,6 za 8Ω. Između svih sekcija treba izvršiti izolaciju masnim papirom a između primarnih i sekundarnih sekcija potrebno je staviti nešto deblji sloj da bi se smanjila mogućnost proboja.

Podatke za motanje mrežnog transformatora nećemo posebno pominjati jer su oni poznati u praksi.

Maksimalna izlazna snaga pojačavača je negde oko 60W, što će se nekom učiniti malo ali kada budete pustili pojačalo u rad uverićete se da se ovakav pojačavač mogno glasnije čuje od adekvatnog tranzistorskog, iste snage. Stoga će ovih 60W zadovoljiti i gitariste koji vole žestoku glasnu svirku.

Na samom kraju potrebno je reći da bi trebalo obezbediti i dobar zvučnik koji je u stanju da reprodukuje svo sonično bogastvo ovog cevnog pojačavača. Autor je ovom prilikom koristio ELECTRO VOICE 12L koji spada u sam vrh zvučnika za ove namene. Međutim dobro su se pokazali i CELESTION G12H100 i FANE STUDIO 12L.

Ukoliko imate nekih problema tehničke prirode i problema sa nabavkom materijala i delova, obratite se autoru na dole navedenu adresu.

Palinkaš Dejan

DUŠANOVA 104C/23

18000 Niš

Tel: 018/24-628



SPISAK MATERIJALA

OTPORNICI:

R1, R15, R19.....	1 M Ω
R2.....	.68 K Ω
R3.....	2,7 K Ω
R4, R6, R11, R14, R17, R22.....	100 K Ω /0.5W
R5, R9, R10.....	470 K Ω
R7, R20.....	10 K Ω
R8, R13, R23.....	10 K Ω /1W
R12.....	820 Ω
R15.....	.39 K Ω
R16.....	82 K/0.5W
R18.....	470 Ω
R21.....	4,7 K Ω
R24, R25.....	220 K Ω
R26, R27.....	2,2 K Ω
R28, R29, R30.....	1 K Ω /2W
R31, R32.....	.68 K Ω /2W
R33.....	47 K Ω
R34.....	15 K Ω

KONDENZATORI:

C1, C7, C10, C11, C12, C18, C19.....	22 nF/400V
C2.....	.680 nF/63V
C3, C8, C9.....	.470 pF
C4.....	1 nF
C5, C6 i C16, C17.....	2 x 50 μ F/500V
C13.....	47 pF
C14, C15.....	100 nF
C20, C21.....	220 μ F/350V
C22, C23.....	100 μ F/100V

POTENCIOMETRI:

P1.....	1M Ω log. (GAIN)
P2.....	250 K Ω lin. (TRABLE)
P3.....	1 M Ω log. (BASS)
P4.....	25 K Ω lin. (MIDDLE)
P5.....	1 M Ω log. (MASTER VOL.)
P6.....	25 K Ω lin. (PRESENCE)
P7.....	25 K Ω (TRIMER)

CEVI:

V1a, V1b = V1 ; V2a, V2b = V2	
V1, V2, V3	ECC83 (12AX7)
V4, V5	EL34 (6CA7)

TRANSFORMATORI:

- Izlazni transformator:	
PRIMAR	3,4 K Ω
SEKUNDAR	4 Ω , 8 Ω

- Mrežni transformator:

PRIMAR.....	220V
SEKUNDAR.....	6,3 V/4A sa srednjim izvodom
290 V/500mA	
40 V/200 mA	

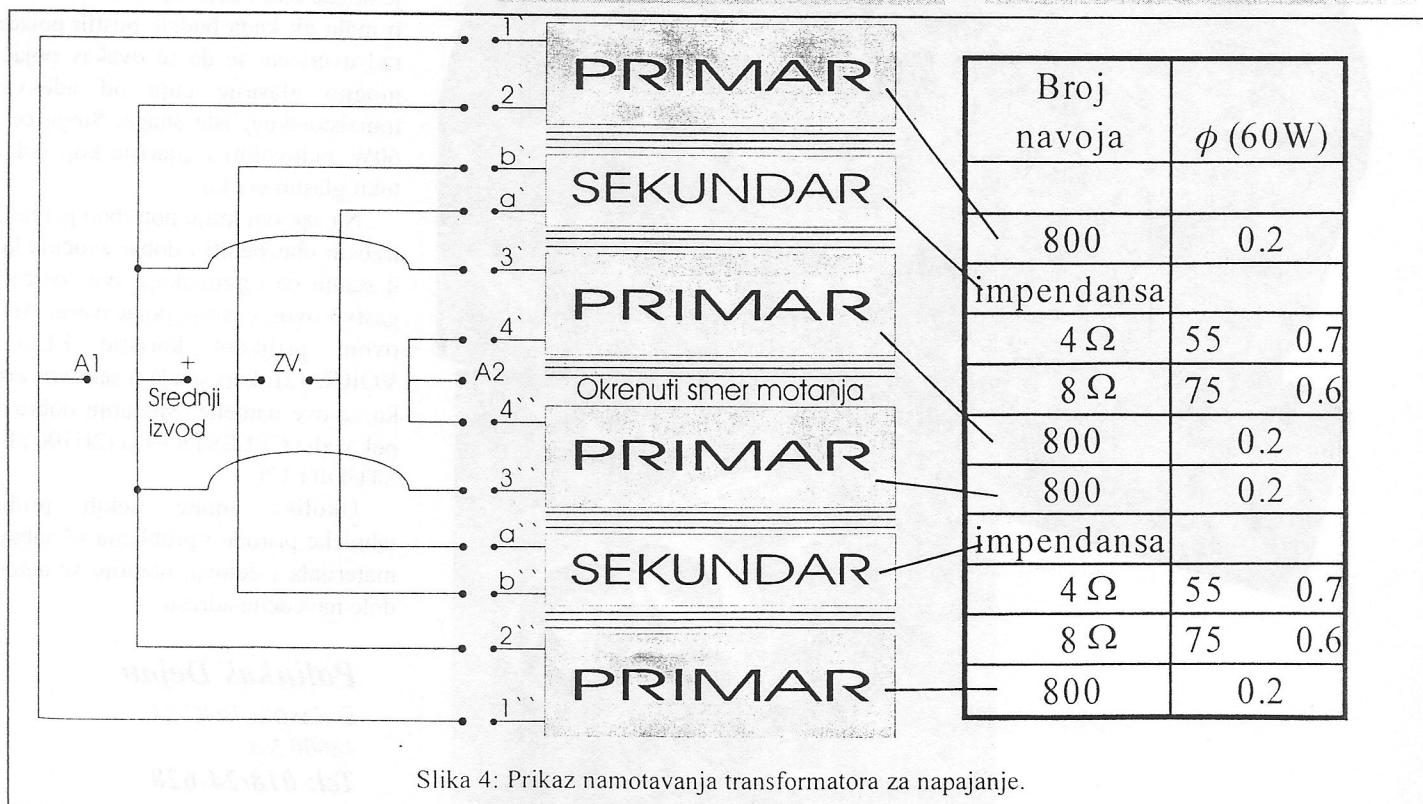
PODNOZJA:

2 x OKTAL
3 x NOVAL

DIODE:

D1-D5.....	1N4007
------------	--------

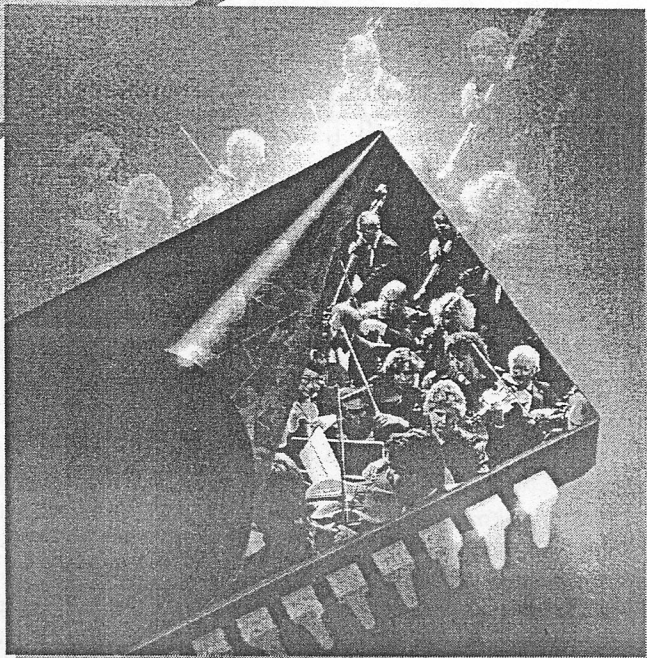
TAČKA	NAPON
1	192 V
2	230 V
3	256 V
4	150 V
5	265 V
6	152 V
7	300 V
8	365 V
9	370 V
10	190 V
11	180 V
12	38 V
13	- 32 V



TON MAJSTOR

**Nova specijalna audio
integrisana kola**

*Iako se danas
zahtevna audiotehnika
ne može zamisliti bez
dva velika "D-A"
(digitalna i DSP),
proizvodi iz klase
niskih i srednjih cena
na tržištu i dalje se
baziraju na čisto
analognim rešenjima.
ELEKTRO je tu - kao i
u oblasti mešovitih
digitalno-analognih
rešenja - malo
zagrebao i predstavlja
vam svoje rezultate -
integrisana kola u
tipičnim aplikacijama.*



Jedna od (malobrojnih) oblasti koje su se dosada uspešno opirali digitalizaciji, jeste oblast pojačavača snage. Iako u prošlosti nije odoleo pokušajima digitalizacije – još uvek pravi probleme – što se tiče realizacije funkcionalnog D–izlaznog stepena sa impulsnoširinskom modulacijom (PWM), dosadašnji predlozi rešenja nisu imali uspeha. Zbog toga se išlo na mnogo potrebnija integrisana kola za male i srednje izlazne stepene.

250mW – izlazni stepen

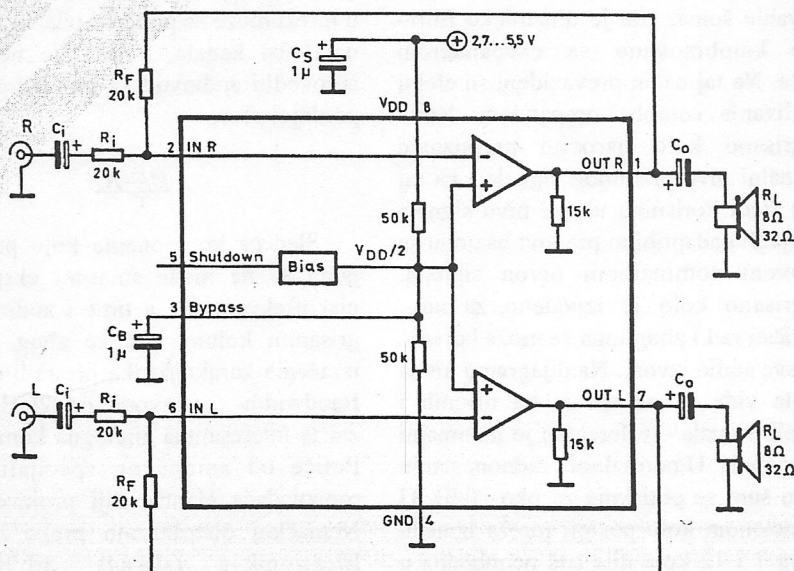
National Semiconductor je njihov vodeći proizvođač, koji u Nemačkoj radi preko prilično aktivnog odeljenja za mogućnosti njihove aplikacije. Od pre nekoliko meseci pojavila se tzv. Boomer-familija; radi se o integrisanim kolima za izlazne stepene, čija je snaga od 250mW do 2W, a čiji nominalni radni napon u zavisnosti od integrisanog kola sme da iznosi od 2,7V ...5,5V. Mala demo-ploča, na kojoj izlazni konektori zauzimaju više mesta nego sve potrebne komponente zajedno, napaja se sa dve minjon ćelije; njoj

250mW. Klir faktor (THD) je pritom manji od 0,1%, tipično naponsko pojačanje je 1 a posebna karakteristika je još jedan, dodatni, Shutdown–ulaz koji – postavljen na + napajanje – služi za isključivanje komponente i ima strujnu potrošnju manju od 1mA. U aplikacionom kolu postaje jasna jednostavnost povezivanja; integrisano kolo se, u principu, može tretirati kao običan operacioni pojačavač.

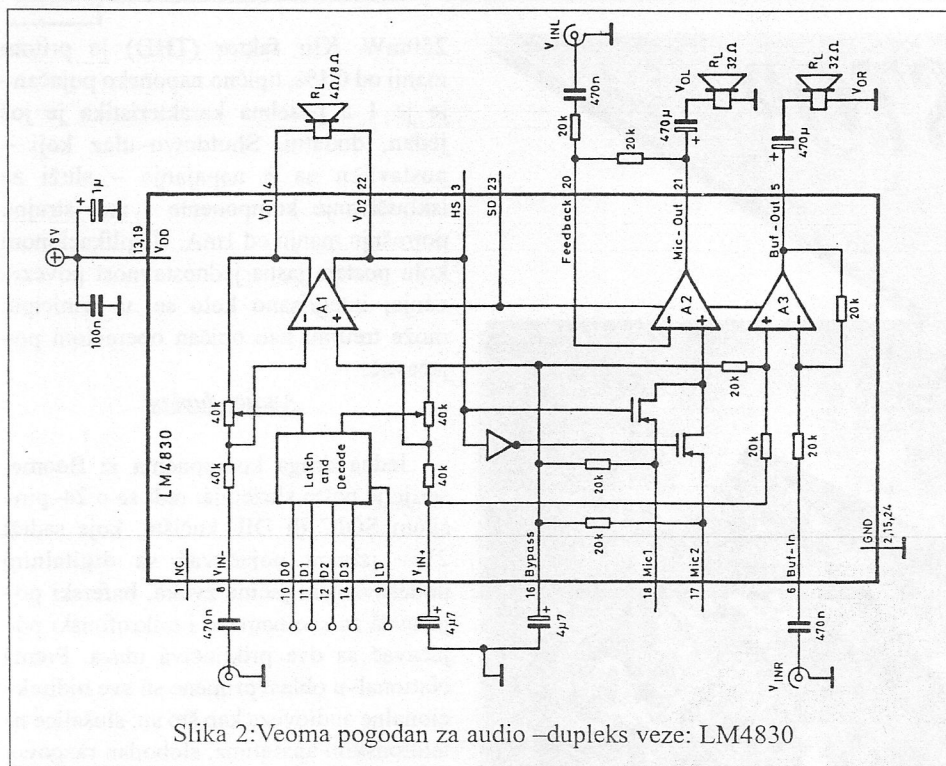
Audio-duplex

Jedna druga komponenta iz Boomer serije je nešto složenija: radi se o 24–pin–skom SOIC ili DIL kućištu, koje sadrži 2W– izlazni pojačavač sa digitalnim podešavanjem jačine zvuka, baferski pojačavač za sve namene i mikrofonski pojačavač sa dva priključiva ulaza. Prema National–u oblast primene su sve bidirekionalne audioveze kao što su: slušalice na telefonskim aparatima, slobodan razgovor radio telefonima u automobilima, instaliranje Haedsets–a (slušalice sa mikrofonom) na računaru i telefonske aplikacije – dakle svuda gde dve osobe moraju jedna sa drugom da razgovaraju preko slušalica i mikrofona. Jedna od takvih aplikacija prikazana je na našem blok–dijagramu: ovde su mikrofonski i baferski pojačavač povezani kao visokonivooski ulazi sa pojačanjem 1, koji napajaju stereo slušalice, a pojačavač zvučnika A1 radi potpuno nezavisno od trajnog rada zvučne kutije. I ovde se pomoću pina SD cela komponenta može postaviti u Shutdown – mod; pinom HS se, pak, s jedne strane može

se priključuje zvučnik kojim se može proizvesti značajan zvučni pritisak. Novi član Boomer familije zove se LM4880: on je osmopinski (DIL ili SOP), objedinjuje dva izlazna stepena čiji je dozvoljeni napon napajanja od 2,7V do 5,5V – dakle nema razdvojenog napajanja – i čija izlazna snaga na 8 W iznosi maksimalno



slika 1: Stereo Boomer proizvođača National Semiconductor



Slika 2: Veoma pogodan za audio -dupleks veze: LM4830

izlazni stepen A1 prebaciti sa mostnog režima na Single-Ended - time se isključuje zvučnik između pina 4 i pina 22, ali se ne isključuje i slušalica vezana između pina 4 i mase-, a s druge strane njime se može vršiti prebacivanje između Mic 1 i Mic2.

Potiskivanje sa adaptibilnim pragom

Ne, ne od Dolby-ja, već od Analog Devices stiže nam komponenta SSM2000, koja se bazira na usavršenom Hush-sistemu Rocktron-a (zbog toga su i komprimovani signali i Dolby-kompatibilni). To je integrisano kolo sa sistemom za potiskivanje šuma, gde je dinamičko filtriranje kombinovano sa ekspanderom naniže. Na taj način prevaziđeni su efekti zagađivanja ostalih kompandera. Novo integrisano kolo naročito prepoznaje nominalni nivo prisutnog signala i na taj način štedi korisniku ulazni nivo signala uređaja. Svi adaptibilni pragovi baziraju se na ovom nominalnom nivou signala. Integrisano kolo je izvedeno za nesimetričan rad i zbog toga se može koristiti za sve audio izvore. Na dijagramu nivoa signala vide se odnosi nivoa ulaznih i izlaznih signala - referentan je nominalni nivo signala. U normalnom radnom stanju sistem šum se potiskuje za oko 20dB. U aplikacionom kolu postoji mreža između pinova 7 i 12 koja nije baš neophodna u uobičajenim aplikacijama, međutim, ona

omogućava veliki broj efekata: npr. karakteristikom nazvanom "Automatic-Leveling" moguće je izvesti kompresiju koja u velikoj meri prati početnu dinamiku signala. Nasuprot normalnoj kompresiji, gde i pojedinačni pik signala remeti talasni oblik, regulacija u slučaju Automatic-Leveling-a počinje tek kada je ukupni nivo signala u toku dužeg vremenskog intervala - npr. duže od 1 sekunde - iznad podešenog praga. Pomenuta aplikacija je primer aplikacije pomoću koje se signal preko čijeg se normalnog nivoa dodaju signali reklame, na radiju i televiziji, bez greške ponovo vraća na normalnu jačinu zvuka. Drugim potencijetrom (Volume) u mreži može se podesiti izlazni nivo signala oba kanala, a da nije neophodno sprovesti audiovod ka potencijetru na prednjoj ploči.

HF-IC

Sledeća komponenta koju predstavljamo se ne može smatrati eksplicitnim niskofrekventnim, a time i audio - integrisanim kolom, već se zbog njegovih izraženih karakteristika pre radi o Gain - Bandwidth- proizvodu od 2GHz. To je zaista interesantna analogna komponenta. Potiče od američkog specijalizovanog proizvođača elantec čiji proizvodi se u Nemačkoj distribuiraju preko Atlantik-Elektronik-a (slika4). EL2075 je širokopojasni pojačavač projektovan za

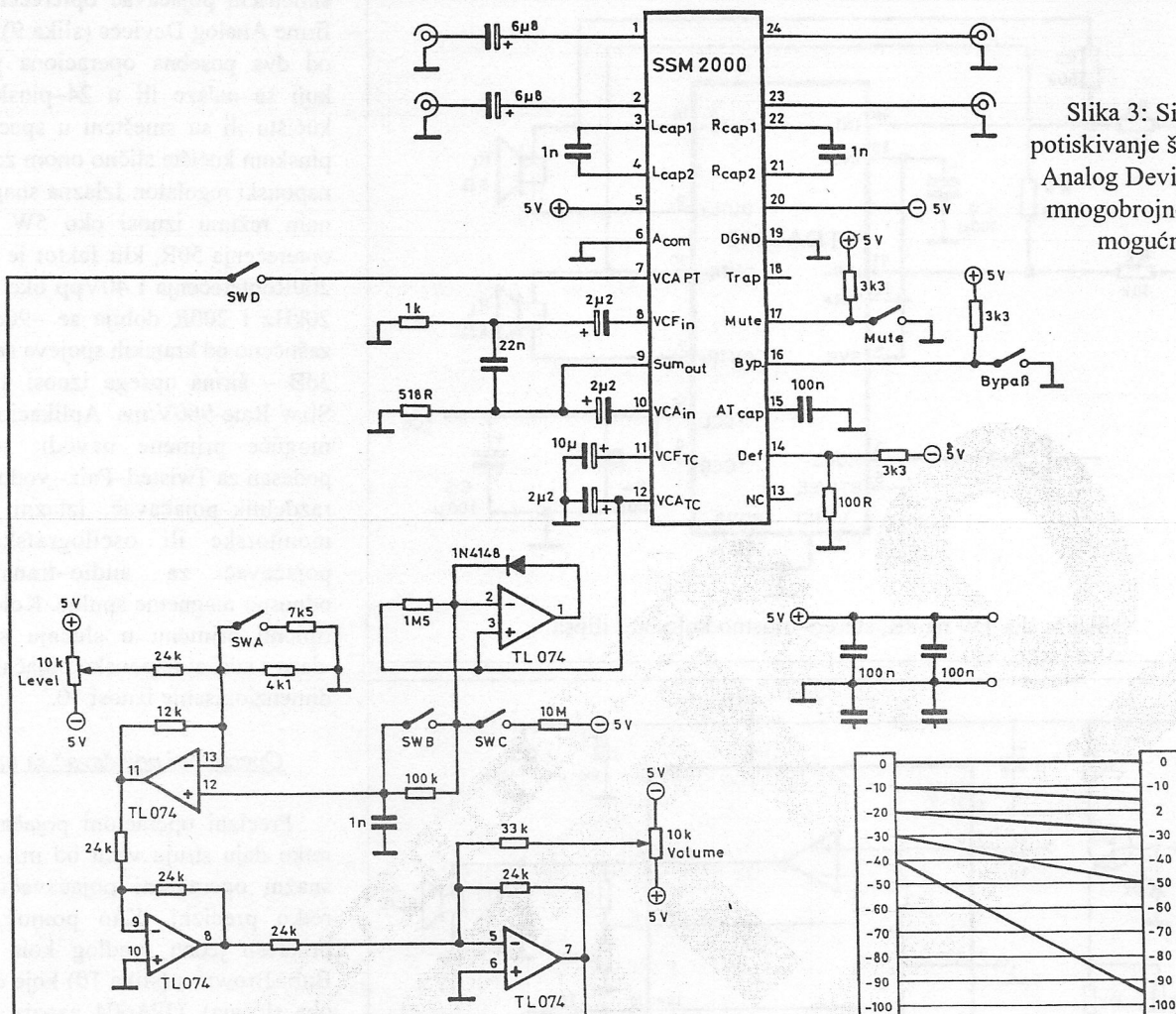
obične naponske povratne sprege, tako da se mogu koristiti uobičajene topologije kola za pojačavače, filtere, Sample-and-hold stepene ili integratore. Ulazni ofset napon iznosi 200mV, ulazna ofset struja 0,1mA, ravnomerno potiskivanje takta je manje od 90dB. Posebna poslastica je pak obrada napona šuma od 2,3nV/√Hz koji pada u opseg specijalnog mikrofonskog predpojačavača. Izlazni pojačavač je optimiziran na impedansu od 50R...57R i može da podnese napone do 6Vpp. Zbog ograničavanja struje, izlazni stepen je u stanju da preživi kratkotrajne kratke spojeve (kurcšluse).

2X1W-stereo mostovi

Od Philips Semiconductors dolazi nam komponenta za izlazni stepen sa oznakom TDA8542. Ova komponenta sadrži dva mostna stepena od kojih svaki ima izlaznu snagu od 1W pri naponu napajanja od 5V, klir faktor od 10% pri otporu opterećenja od 8R. Kao minimalni napon napajanja data je vrednost od 2,2V; integrisano kolo se isporučuje u 16-pinskim DIL- i SO16L-kućicama (slika 5). U aplikacionom kolu pojačanje se izračunava prema formuli $V = (R3/R1) \times 2$. Na pinu SVR je srednja vrednost radnog napona, koji se odgovarajuće velikim kondenzatorom u slučaju naizmeničnog signala postavlja na masu; u ovu tačku povezan je i neinvertujući ulaz. Pinom Mode integrisano kolo se može postaviti u Stand-by režim; potrošnja struje tada iznosi samo 10mA. Pinom BTL/SE omogućeno je prebacivanje između mostnog režima i Single-Ended - elegantna mogućnost prebacivanja na režim slušalice bez dodatnog razdelnika napona. Kada je pin 5 na masi, isključene su i neinvertujuće grane mosta.

2X25W-stereo

Nešto jači kalibar je integrisano kolo TDA7265 firme SGS-Thomson; ovi stereo izlazni stepeni koji se isporučuju u Multiwatt-1-kućistu daju 2x25W sinusne snage na opterećenju od 8W i mogu funkcionisati u opsegu radnih napona od ±5V...±25V. Komponenta pri uključivanju i isključivanju ne generiše slučajne šumove, a ima Stand-by/Mute - funkciju sa mnogo trikova; izvedena je zaštita od kratkog spoja i termička zaštita od preopterećenja (slika 6). Aplikaciona šema



Slika 3: Sistem za potiskivanje šuma firme Analog Devices pruža mnogobrojne efektne mogućnosti

slika 3a: Dijagram nivoa signala ekspanderom naniže

pokazuje jednostavno spoljašnje ožičavanje: ako nije potrebno koristiti funkciju Stand-by/Mute, celo kolo se može otkaćiti preko pina 5 tako što će se ovaj pin dovesti na masu. Naponsko pojačanje izlaznog stepena se, kao i kod drugih operacionih pojačavača, podešava preko odnosa raspodele napona na otpornicima u povratnoj sprezi; u tom slučaju otpornik veći od 18kW je u rednoj vezi sa otpornikom od 560W. Boucherot-članom vezanim paralelno sa zvučnikom (4R7 – 100n) sprečavaju se sopstvene oscilacije kola.

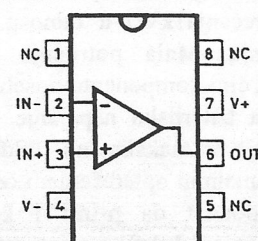
Digitalni potencijometar

Firma Analog Devices nudi digitalno upravljive potencijometre sa oznakama AD8402 (dva potencijometra) i AD8403 (četiri potencijometra), u SO14/24- ili DIP14-kućištu. Odnos raspodele napona se može podešavati u 256 koraka kod svih tipova; postoje u 10k-, 50k-, i 100k-verziji. Power-down-režim reducira potrošnju struje na 5mA, gde je vrući pin

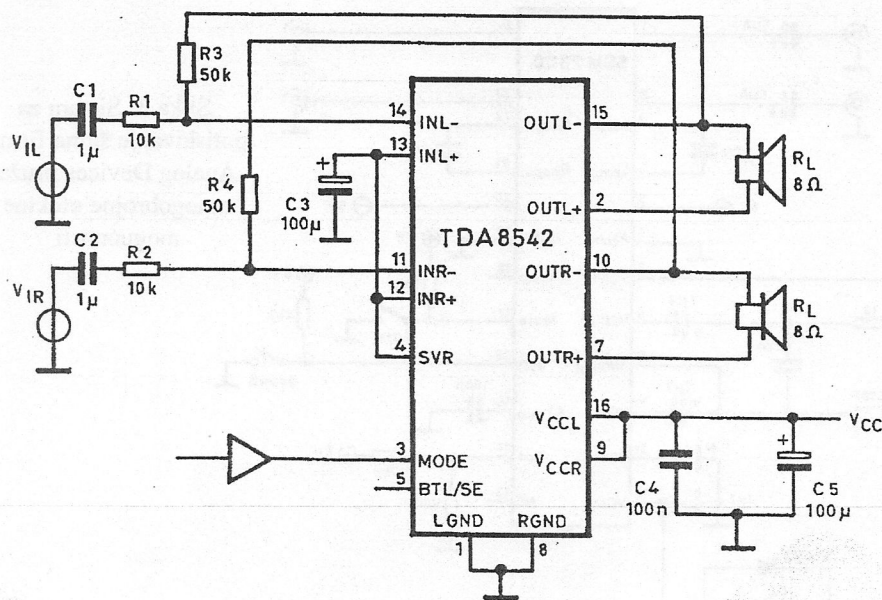
potenciometrima odvojen od napajnog kola a klizač je povezan sa masom. Vraćanje PWD-režima na nulu ima za posledicu vraćanje potenciometra na zadnje podešenu vrednost. Pri potpunom isključivanju napona napajanja potenciometar "zaboravlja" svoje podešenje; pomoću obligacionog Power-up-Reset-a potenciometar se dovodi na sredinu skale podešavanja (slika 7a). Digitalno napajanje integrisanog kola vrši se preko trožičnog serijskog busa sa SDI (Serial Data In), SCLK (Serial Clock) i /CS (Chip Select), gde se od 10 bita duge reči podataka dva koriste za adresiranje; ostalih osam bitova predstavljaju podatke. Aplikacija pokazuje dobro poznato standardno kolo State-Variabile-filtera (slika 7) u kome su potenciometri zamenjeni sa AD8403. Pomoću RDAC2 i RDAC3 se podešava frekvencija – imaju iste naredbe kao kod stereo potenciometra. RDAC1 je namenjen za pojačanje, a RDAC4 za faktor dobrote Q.

Rail to rail

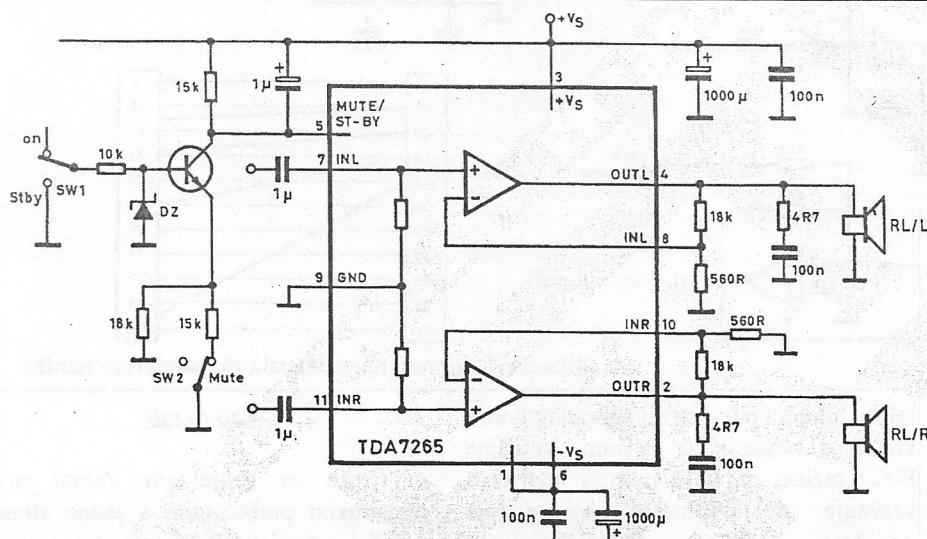
Često se projektant nalazi pred dvostrukim problemom: s jedne strane, potrebno mu je korišćenje širokog opsega napajanja, a s druge strane, da ima samo jedan relativno nizak napon napajanja na raspolaganju. Svaki poklonjeni milivolt oscilovanja izlaznog napona pritom je razlog za sedu kosu. Maxim za ovakve probleme nudi novu komponentu, koja s jedne strane predstavlja "samo" novi operacioni pojačavač, a s druge, pak, u takvim graničnim slučajevima, zaista ume



slika 4: Raspoored pinova EL2075
firme elantec



slika 5: 2 x 1W na 8R, stereo-mostno kolo od Philipsa



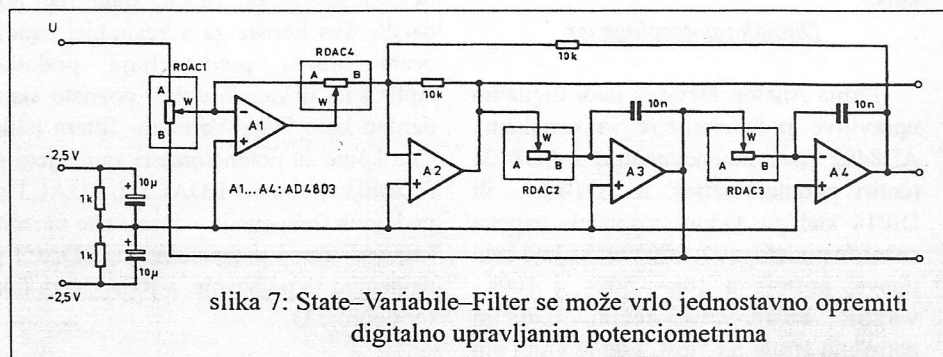
slika 6: 2 x 25W na 8R sa TDA7265 od SGS-Thomson

korisno da zablista. Radi se o 1/2/4-strukom integrisanom kolu sa oznakom MAX495/492/494 u DIP/SO ili mmax SO -kućištu, koje koristi samo jedan jedini napon napajanja između 2,7V i 6V. Opseg upravljanja je prema tehničkim podacima zadat sa rail-to-rail, i dostiže i do 75mV (Ropterećenja 100kW) ili 200mV (Ropterećenja 1kW) u odnosu na napon napajanja. Mala potrošnja struje od 150mA čini komponentu posebno pogodnom za baterijsko napajanje. Naponsko pojačanje od maksimalno 108dB, zajedno sa minimalnim opterećenjem od 1kW kao i sposobnost da primi i kapacitivna opterećenja od 1nF, su još neke interesantne karakteristike ove komponente. Šema veze pokazuje primenu MAX495

komponente u jednom A/D konvertoru (slika 8).

Simetrični pojačavač opterećenja

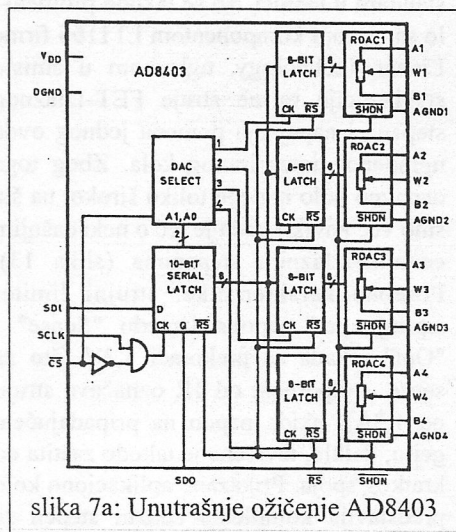
Specijalna komponenta predstavlja



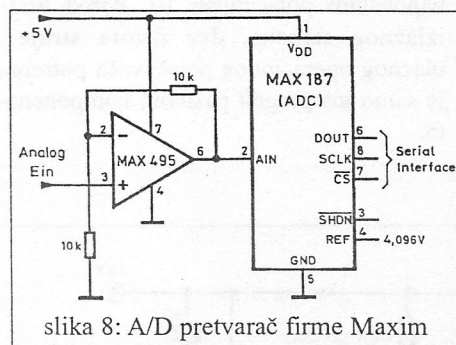
simetrični pojačavač opterećenja AD815 firme Analog Devices (slika 9). Sastoji se od dva posebna operaciona pojačavača koji se nalaze ili u 24-pinskom SOIC kućištu ili su smešteni u specijalno 15-pinskom kućištu slično onom za dvostruki naponski regulator. Izlazna snaga u mostnom režimu iznosi oko 5W na otporu opterećenja 50R, klir faktor je pri 1MHz, 200R opterećenja i 40Vpp oko -66dB; za 20kHz i 200R dobija se -96dB; sve je zaštićeno od kratkih spojeva sa masom. -3dB - širina opsega iznosi 120MHz, a Slew Rate 900V/ms. Aplikacioni list kao moguće primene navodi: regeneratorski podesean za Twisted-Pair -vodove, video-raزدelnik-pojačavač, izlazni stepen za monitorske ili oscilografske cevi i pojačavač za audio-transformatore, odnosno magnetne spulne. Kolo pokazuje tipičnu primenu u slučaju simetričnih ulaza i izlaza; naponsko pojačanje za dato dimenzionisanje iznosi 10.

Operacioni pojačavač sa baferom

Precizni operacioni pojačavači samo retko daju struju veću od mA-opsega, a snažni operacioni pojačavači su samo retko precizni. Kao pomoć, ovde je prikazan jedan predlog kola od strane Burr-Brown-a (slika 10) koje objedinjuje oba slučaja). OPA604 napaja BUF634 a povratna sprega se vodi preko obe komponente. Pritom se radi o sledećoj prednosti: značajni parametri kao što su npr. ofset, drift, šumovi i klir faktor su skoro isključivo određeni u odnosu na operacioni pojačavač, temperatura operacionog pojačavača se samo beznačajno menja u rasponu od praznog hoda do punog opterećenja, a potrebnu snagu obezbeđuje samo mala ulazna struje bafera. Bafer je specificiran za maksimalnu izlaznu struju od 250mA, a ako su potrebne veće vrednosti mogu se koristiti više paralelno vezanih BUF634. Kada se pin BW postavi na negativnu vrednost napona napajanja,



slika 7a: Unutrašnje ožičenje AD8403

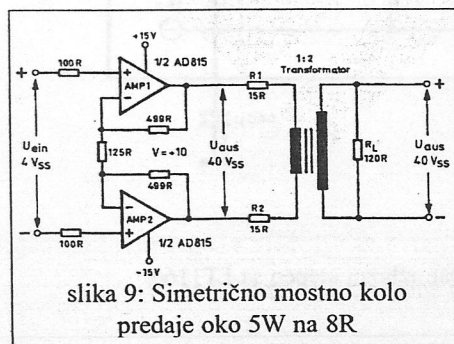


slika 8: A/D pretvarač firme Maxim

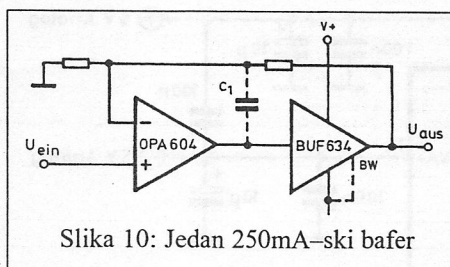
širina dostupnog opsega skače sa 30MHz na 180MHz. Bafersko integrisano kolo ima zaštitu od termičkog opterećenja i od kratkog spoja prema masi.

Senzor nivoa signala

Za zadatke kontrole ili upravljanja često se koriste audio senzori nivoa signala. Pritom se ne traži tačna vednost amplitude signala; iskazi "nivo prisutan" ili "nivo nije prisutan" potpuno su dovoljni za većinu aplikacija – npr. kod kasetofona za detekciju granica opsega ili kod multi-indikatorskih uređaja za oscilovanje do sledećeg traga (indikacije). Projektovanje takvog kola sada više nije nikakva "ingeniozna" majstorija, ali kada postoji mogućnost realizacije 8-pinske SOP verzije sa svim mogućim funkcijama, tre-

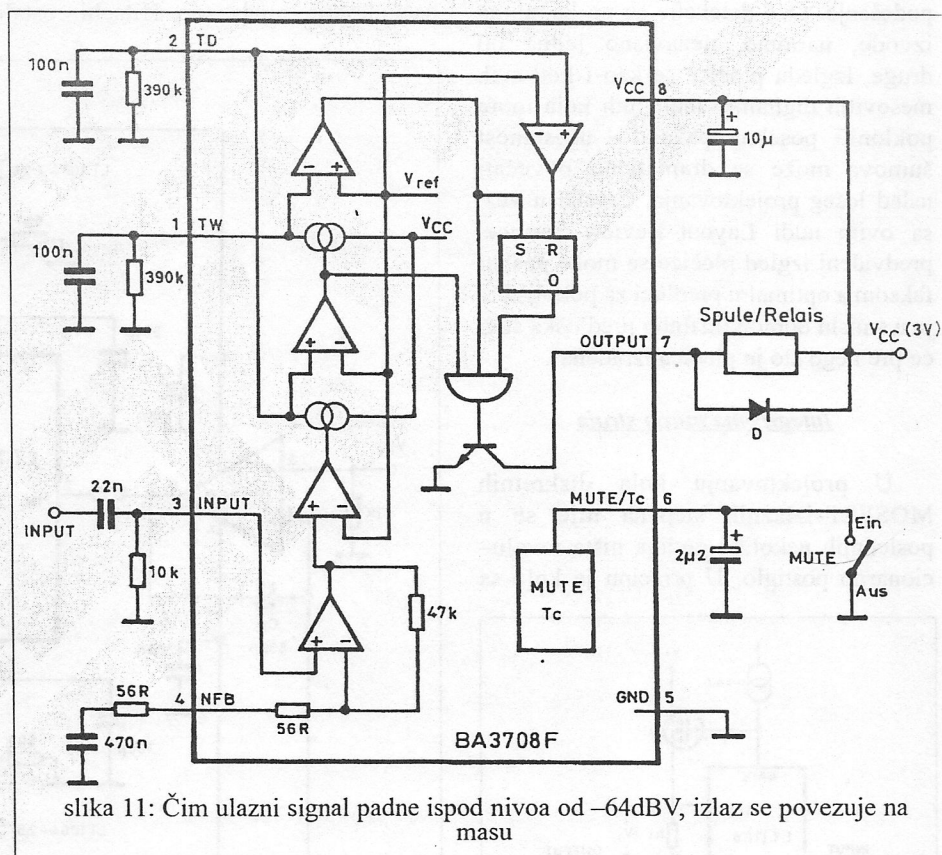


slika 9: Simetrično mostno kolo predaje oko 5W na 8R



Slika 10: Jedan 250mA-ski bafer

balo bi uštedeti nekoliko časova rada (slika 11). Japanska firma Rohm pod oznakom BA3708F nudi takvu komponentu. U predstavljenoj aplikaciji, pomoću odgovarajućeg šemiranja RC članova, mogu se podešavati različita vremena reagovanja. Da bi se minimizirao broj grešaka, mora se na primer fiksirati vreme reagovanja Tc; koliko dugo je potrebno da ulazni signal bude prisutan da bi se detektovale dve uzastopne greške? Na izlazu se onda može napajati rele ili magnetni prekidač, gde je pritom na raspolaganju, kao Open-



slika 11: Čim ulazni signal padne ispod nivoa od -64dBV, izlaz se povezuje na masu

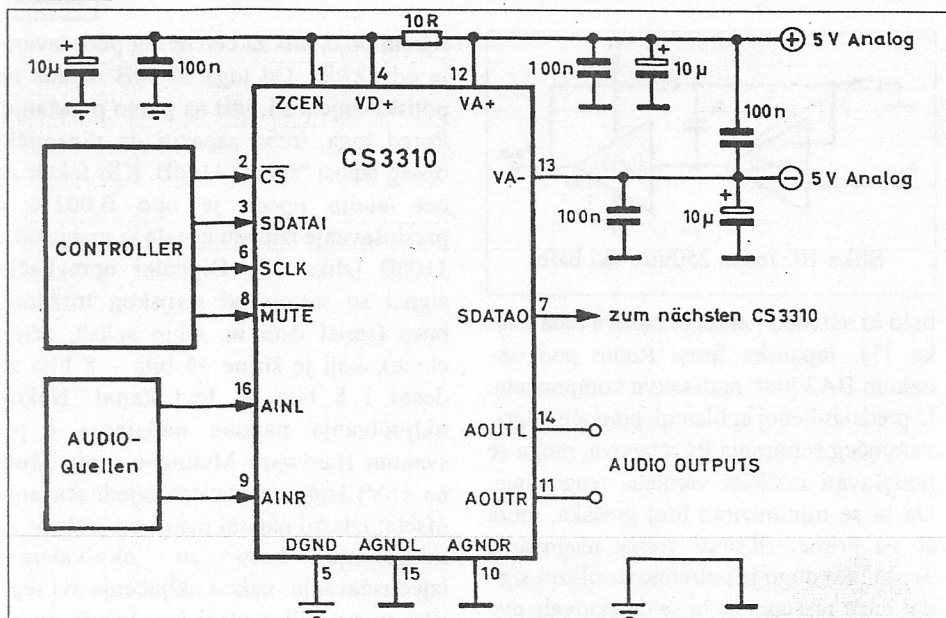
Collector, struja, struja od 100mA. Integrisano kolo se može primenjivati za opsege napona napajanja od 1,8V do 5V.

Stereo regulator jačine zvuka

Komponenta CS3310 proizvođača Crystal sadrži dva međusobno nezavisno podesiva regulatora jačine zvuka, sa ko-

rakom od 0,5dB za ceo opseg podešavanja od 127dB. Od toga 95,5dB otpada na potiskivanje a 31,5dB na pravo pojačanje. Pored toga, treba zapaziti da dinamički opseg iznosi "samo" 116dB. Klir faktor za ceo audio opseg je oko 0,001% a preslušavanje između kanala je manje od -110dB (slika 12). Digitalni upravljački signal se sastoji od serijskog trožilnog busa (serial data in, /chip select, serial clock), koji je širine 16 bita – 8 bita za desni i 8 bita za levi kanal. Nakon uključivanja napona napajanja i pri svakom Hardware-Muting-u (pin Mute na +5V) komponenta vrši izjednačavanje ofseta; izlazni naponi manji od 200mV za integrisano kolo su ekvivalentni izjednačavanju; nakon uključivanja svi registri su na nuli a ulazi pojačavača su na masi, pa je otuda radi memorisanja aktuelnog podešavanja pre isključivanja

potrebno preduzeti posebne mere. Specifičnost komponente je zvučna signalizacija pri preuzimanju komandi podešavanja; obično to teče tako da se sa rastućom ivicom na /CS preuzimaju nove vrednosti podešavanja. Pošto se ovo može desiti i pri visokom niskofrekventnom nivou smetnji ili neželjenih šumova, čeka se na sledeći prolazak kroz nulu amplitude

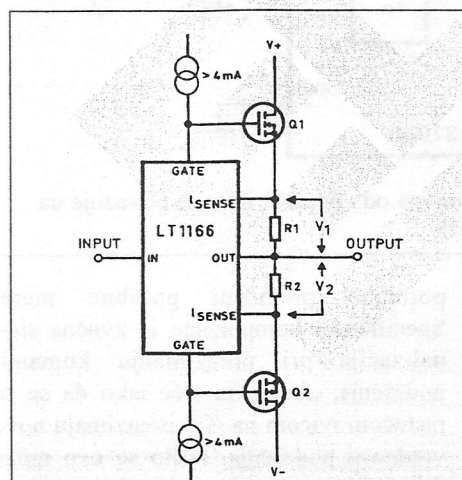


slika 12: Digitalno upravljivi stereo potencijometar za veliki broj aplikacija

signala i tek tada se preuzima novo podešanje. Ove detekcije se po kanalima izvode, naravno, nezavisno jedna od druge. Izgledu pločice se kao i kod svih mešoviti digitalno-analognih kola mora pokloniti posebna pažnja – učestanost šumova može se dramatično povećati usled lošeg projektovanja. Crystal u vezi sa ovim nudi Layout-Review-Service: predviđeni izgled pločice se može poslati faksom a optimalni predlozi za poboljšanje u smislu dorade finalnog predloška stiće pre nego što je pločica izrađena!

Integrirana mirna struja

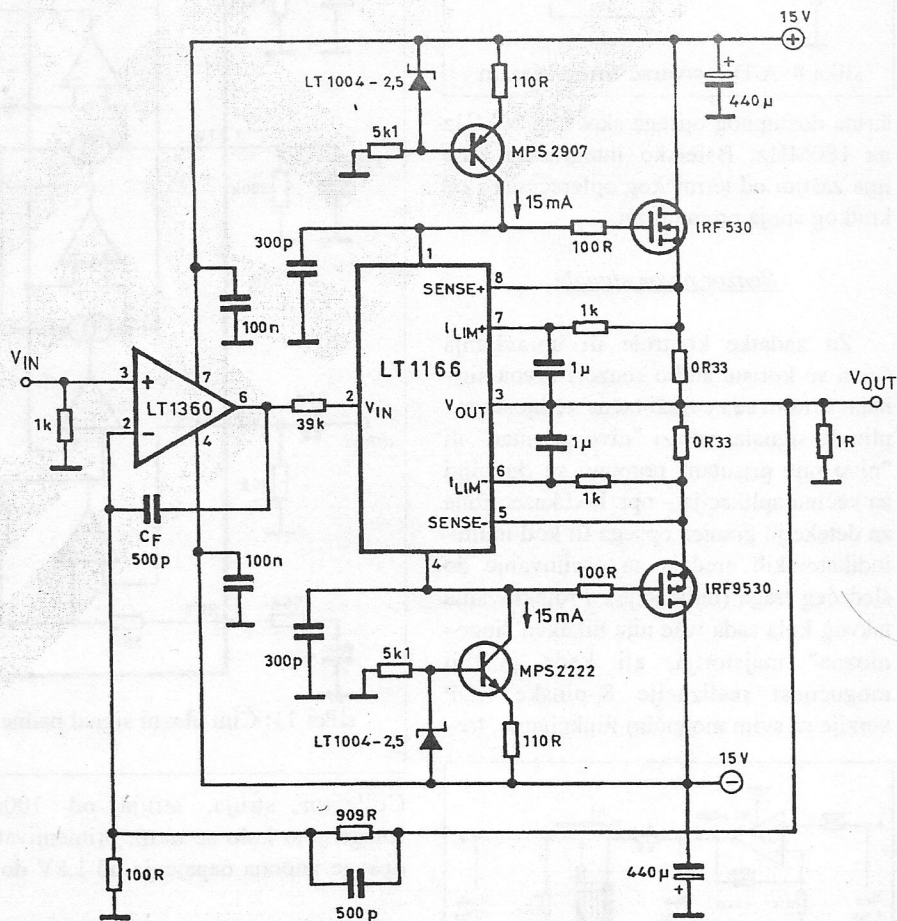
U projektovanju kola diskretnih MOSFET-izlaznih stepena nije se u poslednjih nekoliko godina ništa revolucionarno postiglo. U principu je kolo sa



slika 13: Osnovno ožičenje jednog MOSFET izlaznog stepena sa LT1166

standard u tehnici. To se takođe promeni-
lo sa novom komponentom LT1166 firme
Linear Technology, uglavnom u smislu
stabilizacije mirne struje FET-izlaznog
stepena i napajanja pomoću jednog ovde
ugrađenog integrisanog kola. Zbog toga
osnovno kolo izgleda toliko široko, na šta
smo već navikli kada je reč o nekadašnjim
cevnim-izlaznim stepenima (slika 13).
Posebne karakteristike: strujni limiter
ispituje pad napona između "Sense" i
"Out" i kada se prekorači 1,3V (što za
sense – otpornost od 1R označava struju
od 1,3A), ukida napon na pripadajućem
gejtu; dalkle, izvršena je takođe zaštita od
kratkog spoja. Prikazano aplikaciono kolo
predstavlja kompletan izlazni stepen sa
naponskim pojačanjem 10. Pored FET-
izlaznog stepena, dva izvora struje i
ulaznog operacionog pojačavača potrebna
je samo još pregršt pasivnih komponenta-
ta.

AB – radnom tačkom, koje je početkom
osamdesetih predstavio Hitachi, ostalo



slika 14: Finalno dimenzionisan izlazni stepen sa LT1166