

Vrhunsko prepojačalo (1. dio)

Težište pri izradi ovog prepojačala bilo je na kvaliteti i želji da se izbjegnu sklopovi za reguliranje boje zvuka i daljinsko upravljanje. Izrada takvoga prepojačala nije jedina, no s druge strane, prepojačala približno iste kvalitete, koja se nude na tržištu, najmanje su dvostruko skupljaa

Hi-fi (High fidelity, vrhunská reprodukcia zvuku) zasigurno je pojam koji se u svijetu zvuka i glazbe najčešće krivo koristi. Pravilno upotrijebljen u vezi s uređajima za reprodukciju zvuka znači da takvim uređajima

možemo proizvesti zvuk koji je, što je više moguće, vjerni izvornom, i takve kvaliteti koja slušatelju pruža mogućnost da doživi gotovo istu senzaciju kao da prisustvuje glazbenoj izvedbi uživo. Ograničene mogućnosti većine uređaja za reprodukciju zvuka kao i akustičnost prostorije u kojima se ti uređaji koriste, onemogućavaju auditivni doživljaj na tako visokoj razini. Što se tiče akustičnosti prostorije, tu se ne može mnogo učiniti. Govorimo li o opremi, nju možemo napraviti toliko savršeno koliko to suvremena tehnologija uopće dozvoljava.

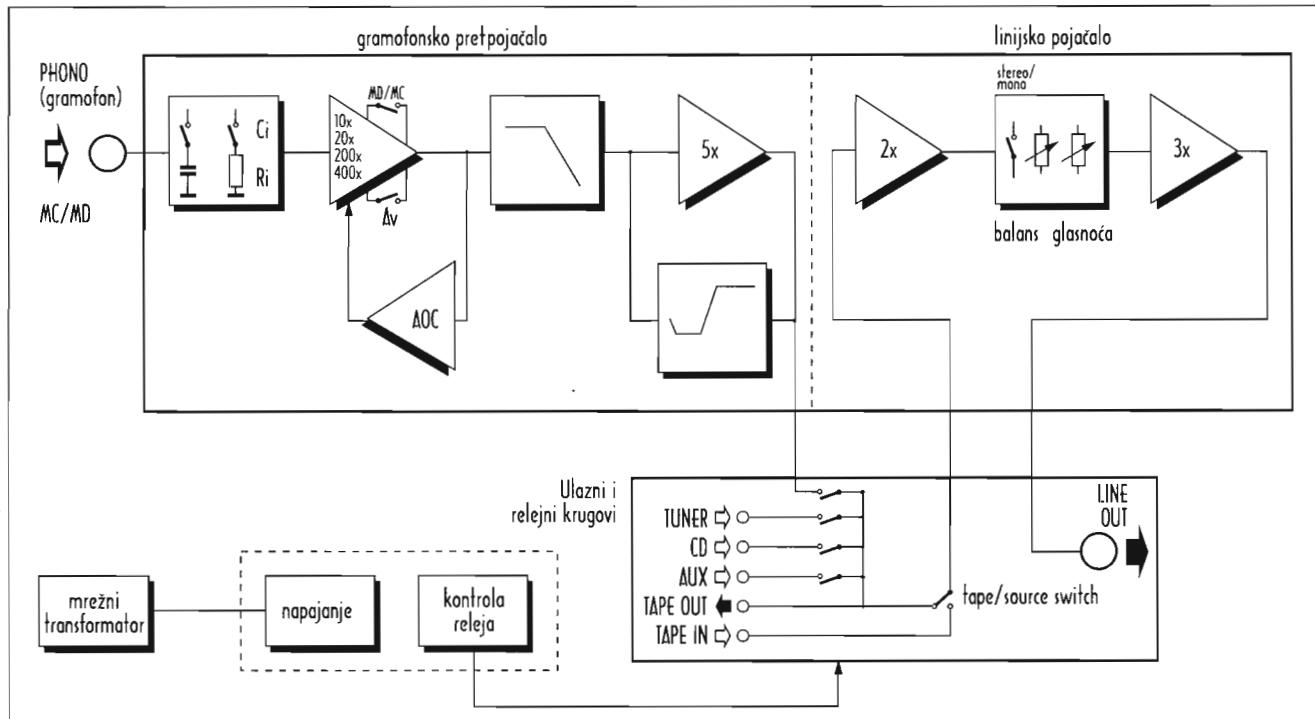
Na sreću konstruktora, dijelovi za izradu audiouređaja svakim danom sve su savršeniji, a spoznaje na području audiotehnike sve se više proširuju. Danas se na tržištu uređaja za reprodukciju zvuka nalazi veliki broj raznih uređaja u omjeru cijena koji se kreće oko 1 : 30. Što se tiče dizajna, uređaje možemo grubo svrstati u dvije kategorije: (1) uređaje s impozantnim izgledom i

mnoštvom funkcija čija cijena potpuno ovisi o izgledu i operativnim funkcijama kojima su oni opremljeni i (2) uređaje kojima je jedina svrha što bolja kvaliteta reproduciranog zvuka. Postoje također mnoge varijante unutar svake od tih dviiju kategorija, no ova šira podjela uvijek je primjenjiva. Ljubitelji glazbe i zvuka su zainteresirani samo za opremu koja spada u drugu kategoriju, i to stoga što znaju da se više isplati uložiti u visoku kvalitetu obrade zvuka nego u niz zanimljivih, ali potpuno nepotrebnih operativnih funkcija kao što su fina regulacija boje tona i daljinsko upravljanje. Naposljetku, govoreći o audiouređajima prvenstveno se misli na kvalitetu reprodukcije zvuka koji mora biti, što je više moguće, vjerniji izvornom zvuku.

Kao što smo rekli, opremu svrstanu u kategoriju pod brojem dva možemo podijeliti u nekoliko podskupina. Pritom je očito da postoji određena veza između cijene i

broja operativnih funkcija - što je veća kvaliteta (cijena), to je uređaj opremljen manjim brojem operativnih funkcija. Ova veza, naravno, ne vrijedi baš za sve postojeće uređaje, ali većinom takav je odnos između cijene, kvalitete i operativnih funkcija prisutan.

Na čelu te skupine nalaze se uređaji koje su dizajnirali "perfekcionisti" za "perfekcioniste", a koji su lišeni svega drugoga osim možda onoga što neposredno utječe na kvalitetu zvuka. Takvi uređaji imaju za cilj krajnju savršenost reprodukcije zvuka. Prepojačala koja se nalaze u uređajima te vrste najčešće imaju samo prekidač napajanja (ON/OFF), selektor ulaza (*input selector*) i potenciometar za reguliranje jakosti zvuka (*volume*). Prepojačalo koje vam preporučujemo spada u tu kategoriju, iako je opremljeno još trima dodatnim kontrolnim funkcijama, osim spomenutih: mono-stereo, predslušavanje (*tape-source*), i balans zvuka (*balance*).



Slika 1 Blok shema pretpojačala

Osnovni raspored

Blok shema na slici 1 prikazuje cijeli sklop pretpojačala. Svaka od tri zasebne sekcije označene isprekidanim crtom nalazi se na zasebnoj tiskanoj pločici. Dio koji se nalazi na samom vrhu sheme je samo pretpojačalo koje je, naravno, radeo u stereo izvedbi, iako je na shemi prikazan samo jedan kanal. Sekcija ispod je ulazni dio na kojoj se nalaze ulazni i izlazni konektori, razni prekidači za odabiranje funkcija i pripadni dijelovi. Na trećoj pločici nalazi se prikaz jedinice za napajanje sklopa. Mrežni transformator nalazi se u zasebnom kućištu, kao i sklopovi za kontrolu releja. Kontrolni sklopovi releja omogućuju da odabir izvora zvuka bude što je bliže moguće odgovarajućem ulazu.

Pretpojačalo je gotovo isključivo DC-propusno: tamo gdje je to bilo teško ili nemoguće izvesti, upotrijebili su kondenzatori izrađeni od polipropilena visoke kvalitete, kojima se doskočilo nedostacima koji nastaju spajanjem kondenzatora. Karakteristike tih kondenzatora, kao i posebnih poluvodiča, bit će detaljno opisane u nastavku.

Samo pretpojačalo sastoji se od dva dijela: od pojačala za zvučnicu na koje se može spojiti ili MC (*moving coil*) ili magnetsko-dinamička zvučnica (MD - *magnetodynamic*), i od linijskog pojačala s priključcima za radio-(TUNER), CD (Compact Disc), pomoćne uređaje (AUX) i kazetofone ili magnetofone (TAPE). Pretpojačalo zvučnice je izrađeno na posebni način jer se ne

sastoji od uobičajene kombinacije magnetsko-dinamičnog pretpojačala (MD pretpojačala) i MC pretpojačala, nego od jednog dijela čije se pojačanje može prilagoditi tako da odgovara i MC i MD zvučnicama.

Ulagni stupanj gramofonskog pojačala omogućuje priključivanje zvučnice uz dodatak koji se koristi za korekciju kapaciteta i otpora: to je neophodni dio za tu vrstu pojačala.

Naponsko pojačanje A_v, drugog stupnja može se namjestiti tako da ne samo da bude prilagođeno MC ili MD zvučnicu već da se - u dva koraka - prilagodi izlaznom naponu tih zvučnika. Stupanj aktivne korekcije *offseta* (AOC, Active Offset Correction) omogućuje da naponska istosmjerna komponenta na izlazu linearne pojačala cijelo vrijeme bude na zanemarivo niskoj razini i da nema potrebe za bilo kakvim namještanjem.

Posljednji stupanj u toj sekciji je neophodna korekcija signala (*de-emphasis*) za reprodukciju snimke. Karakteristika je linearna do 0,1 dB unutar važećih zahtjeva Internacio-

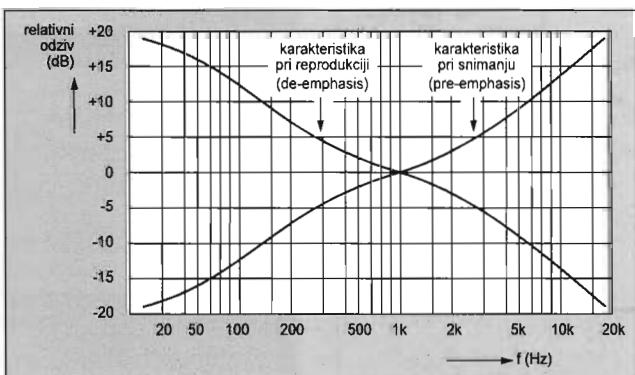
nalne elektrotehničke komisije (IEC - International Electrotechnical Commission); odgovarajuće karakteristike pretpojačanja signala -vidi sliku 2 - prihvaćene su od strane svih većih radio i televizijskih kuća, kao što su to Društvo za audio tehniku (AES -Audio Engineering Society), Američko udruženje proizvođača gramofonskih ploča (RIAA - Record Industry Association of America) i Nacionalno udruženje radio i televizijskih stanica (NARTB -National Association of Radio and Television Broadcasters).

Linearno linijsko pojačalo opremljeno je kontrolnim funkcijama za ugadanje jačine i balansa zvuka i funkcijama za odabir mono odnosno stereo reprodukcije.

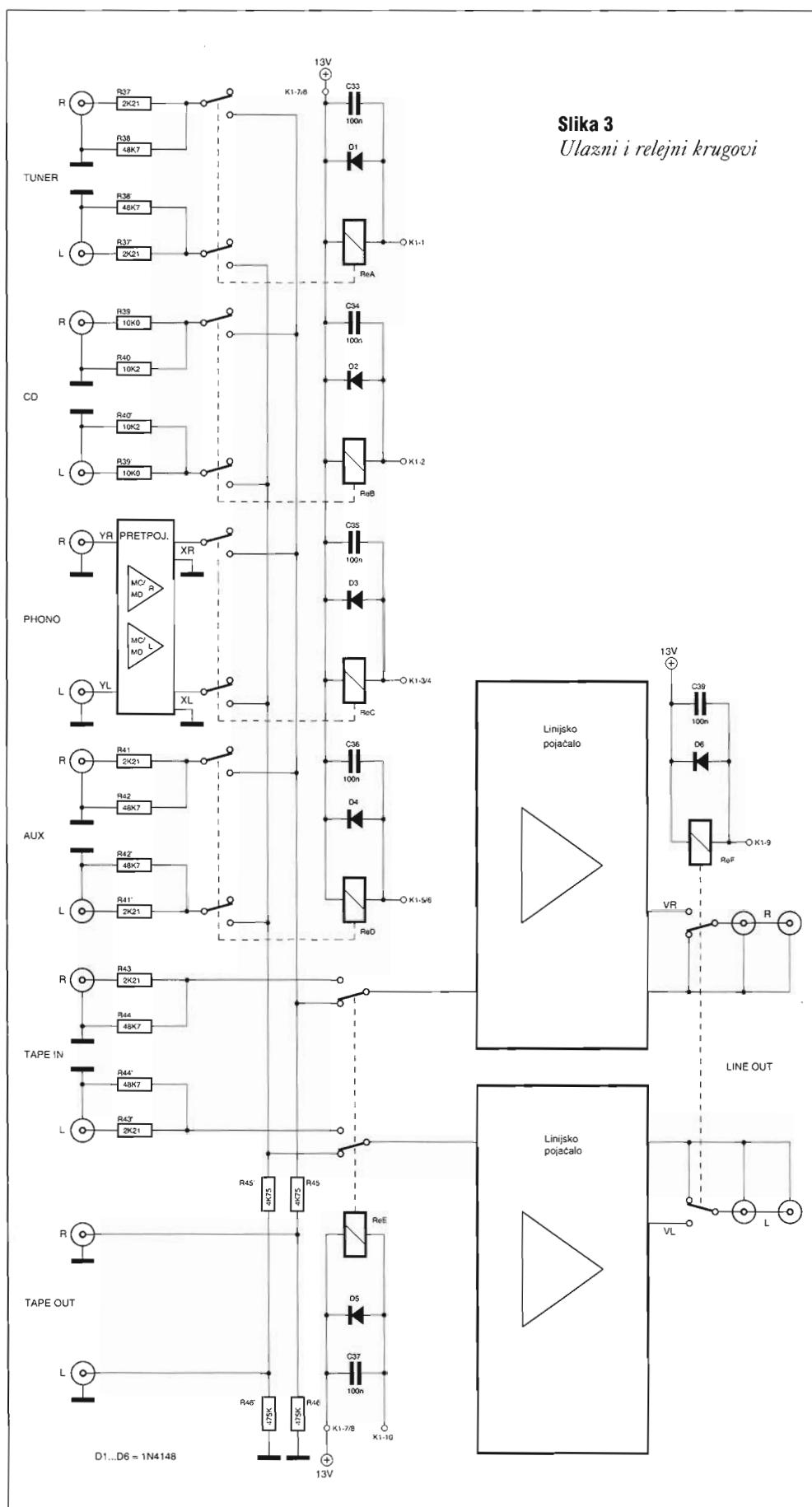
Ulagni dio

Ulagni dio se ne sastoji samo od ulaznih i izlaznih konektora i releja već i od djejila napona koji su potrebni za određivanje odgovarajuće razine napona. Električna shema ulaznog dijela prikazana je na slici 3. Na lijevoj strani nalaze se svi ulazi, a na desnoj svi izlazi. Releji s pripadajućim kondenzatorima i diodama brinu se za uključivanje i isključivanje.

Budući da CD plejer ima puno veći izlazni napon nego radio ili ka-



Slika 2 Karakteristike snimanja i reproduciranja po preporuci IEC-a



Slika 3
Ulagani i relezni krugovi

Popis dijelova

NAPAJAČKI DIO I KONTROLA RELEJA

OTPORNICI

$1,8 \Omega$	$0,25 \text{ W}$	R1-R4
10Ω		R12, R13
47Ω		R15
120Ω		R9
220Ω		R2
680Ω		R14
$1,0 \text{ k}\Omega$		R30, R31
$1,5 \text{ k}\Omega$		R7
$2,7 \text{ k}\Omega$		R6
$10 \text{ k}\Omega$		R16-R20, R25-R29
$47 \text{ k}\Omega$		R10, R11, R32, R33
$1,0 \text{ M}\Omega$		R5, R21-R24
$1 \text{ k}\Omega$ precizni trimer		P1, P2

KONDENZATORI

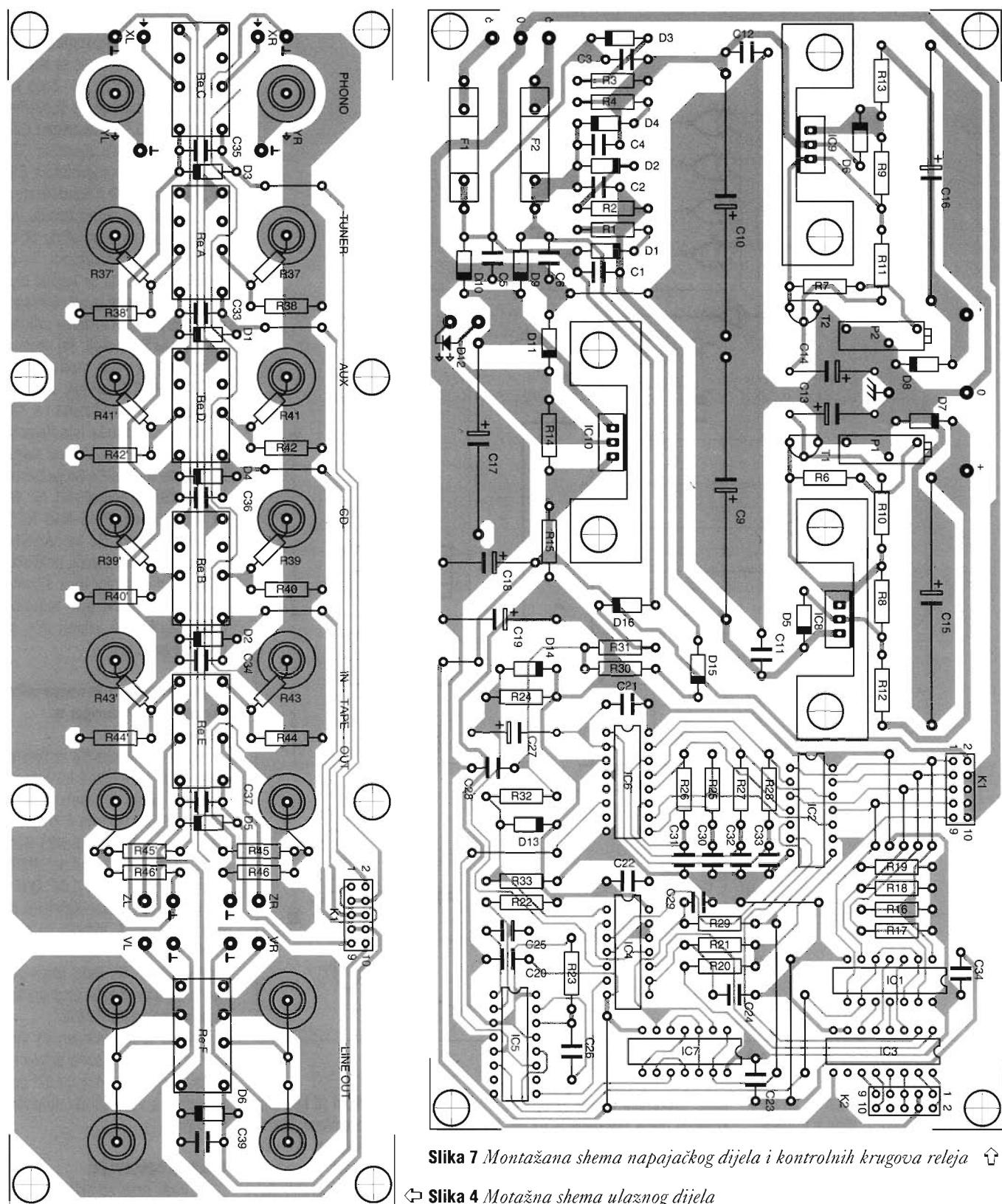
470 pF	C25, C29-C33
$10 \text{ nF}/250 \text{ V}, \text{MKT}$	C5, C6
$22 \text{ nF}/250 \text{ V}, \text{MKT}$	C1-C4
$47 \text{ nF}/250 \text{ V}, \text{MKT}$	C7,C8
22 nF	C20-C23, C34
100 nF	C11, C12
220 nF	C24, C28
$1 \mu\text{F}$	C26
$4,7 \mu\text{F}/16 \text{ V}$ elektrolitski	C27
$4,7 \mu\text{F}/25 \text{ V}$ elektrolitski	C13, C14
$10 \mu\text{F}/16 \text{ V}$ elektrolitski	C18
$100 \mu\text{F}/16 \text{ V}$ elektrolitski	C19
$1000 \mu\text{F}/40 \text{ V}$ elektrolitski	C17
$4700 \mu\text{F}/25 \text{ V}$ elektrolitski	C15, C16
$4700 \mu\text{F}/40 \text{ V}$ elektrolitski	C9, C10

POLUVODIČI

1N 4001	D1-D10
1N 4148	D13-D16
zener dioda $2,7 \text{ V}$, 400 mW	D11
LED, crvena	D12
BC 547B	T2
BC 557B	T1
CD 4001	IC1
CD 4069	IC2
ULN 2004	IC3
4063	IC6
4093	IC4, IC7
4098	IC5
LM 317	IC8
LM 337	IC9
7812	IC10

OSTALO

dvopolozajna sklopka	S1
jednopolna četvoropoložajna	
okretna sklopka	S2
sklopka	S3
osigurač 800 mA , tromi s ležištem	F1, F2
mrežni transformator $2 \times 18 \text{ V}/0,83 \text{ A}$	
3 hladila, $6,8 \text{ kW}$	
desetoropolni konektor za montažu na pločicu	K1, K2



Slika 7 Montažana shema napajačkog dijela i kontrolnih krugova releja

Slika 4 Montažna shema ulaznog dijela

zetofon, ulazni napon na ulazu za CD smanjen je pomoću djelila naponi R39-R40 (R39'-R40'). Djelila naponi koja se nalaze na drugim ulazima služe isključivo dalnjem

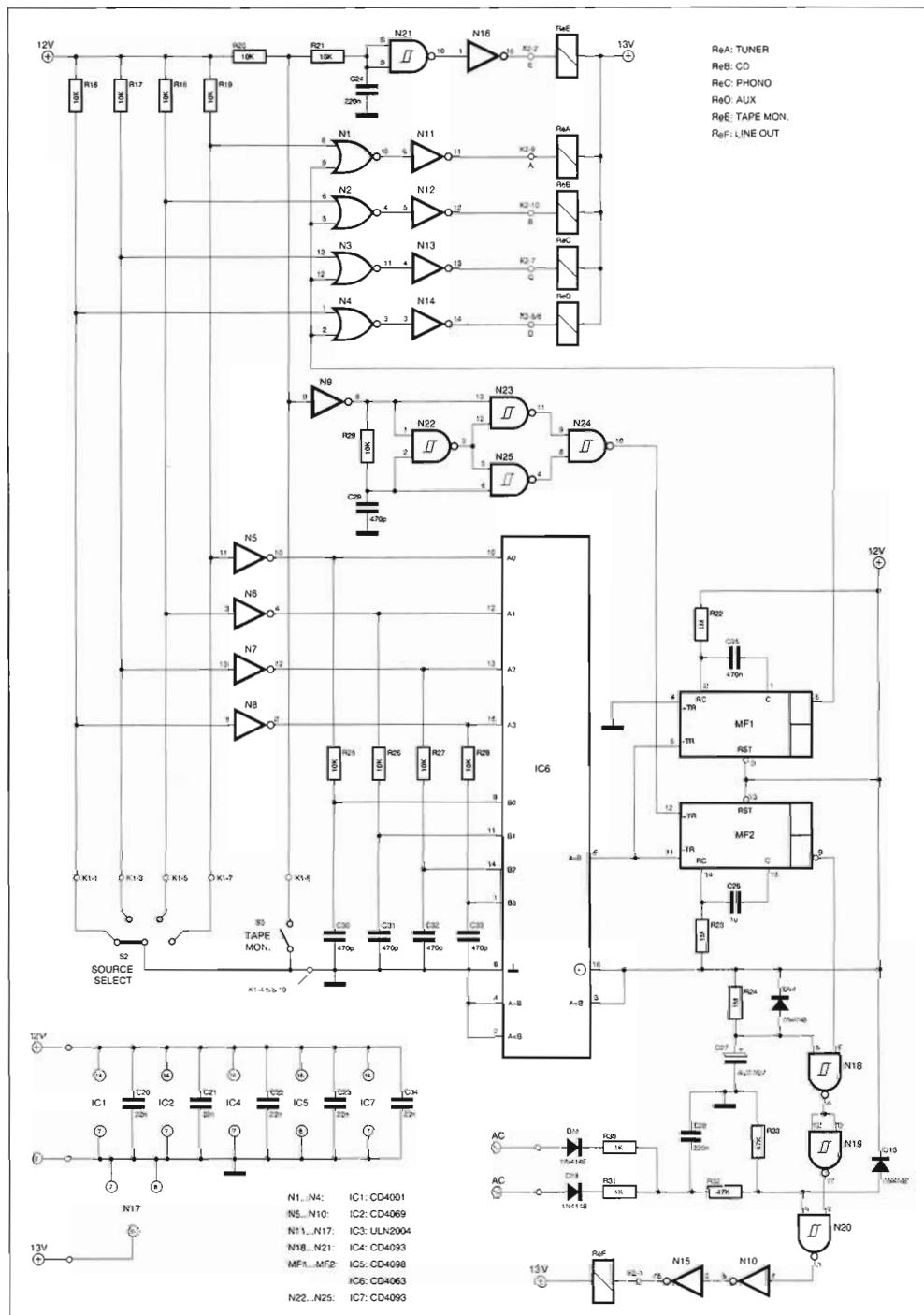
smanjivanju utjecaja preslušavanja i zapravo nisu potrebna. Ulazi koji nisu u uporabi uzemljuju se otpornicima R38, R40, R42 i R44 (R38', R40', R42', R44').

Relejima se upravlja pomoću kontrolne jedinice releja koja se nalazi na pločici za napajanje.

Ulazni dio (slika 4) dizajniran je tako da omogućava neposredno

ugrađivanje konektora.

Releji su mali, tipa PCB, a moraju biti najkvalitetniji tako da nepotrebni otpor dodatno ne ometa put signala niske razine. Ako je to mo-



Slika 5 Električna shema sklopova za kontrolu releja

guće, preporučamo vam da upotrijebite konektore i releje s pozlaćenim kontaktima.

Kontrola releja

Relejima ulaznog dijela upravlja se pomoću nekoliko pogonskih sklopova koji su smješteni na pločici za napajanje. Ti su pogonski sklopovi napravljeni tako da omogućuju gotovo bešumno prekidanje jedne i uključivanje neke druge funkcije.

Električna shema sklopa za kontrolu releja prikazana je na slici 5.

Kada se napajanje prvi put uključi, reley na izlazu pobuduje se s malim zakašnjenjem; no kada se napajanje isključi, izlazni reley se odmah deaktivira.

Odabir izvora signala

Pri rukovanju bilo ulaznom

sklopom ili sklopom za kontrolu preslušavanja sa kazetofona, izlazni reley odspaja prije nego što dode do odgovarajuće promjene, a ponovno se aktivira tek nakon što je uključen na neki drugi uređaj ili kazetofon. Kontakti selektora S2 koji nisu u funkciji imaju visoki logički nivo i to preko otpornika R16, R17, R18 i R19, a odabrani ulazni kontakt ima nizak logički nivo i to preko preklopnika. Informacija preklapanja

prenosi se na ulaze A0, A1, A2 i A3 komparatora integriranog kruga IC6, gdje se uspoređuje sa stanjem na ulazima B0, B1 i B3. Zbog kašnjenja koje nastaje na spojevima otpornika R25 i kondenzatora C30, otpornika R26 i kondenzatora C31, otpornika R27 i kondenzatora C32 te otpornika R28 i kondenzatora C33, vremenska razlika između dva impulsa koja se uspoređuju bit će tek nekoliko mikrosekundi. To će dovesti do toga da se logički nivo izlaznog signala na izvodu 6 integriranog kruga IC6 u trenutku uključenja sklopke S2 smanji. Taj negativni impuls aktivira monostabile MMV1 i MMV2 koji pak uzrokuju zaostatak od 0,5 s odnosno 1 s. Ako se oba monostabila istovremeno uključe, odabrani će se izvor signala i izlazne linije releja istoga trenutka isključiti i to pomoći N1, N2, N3 ili N4, odnosno N18-N19-N20-N10-N15. Nakon što se zaostatak uzrokovani MMV1 ukloni, priključuje se drugi odabrani izvor signala, te nakon što je uklonjen zaostatak uzrokovani MMV2, izlazni reley se ponovno pobudi.

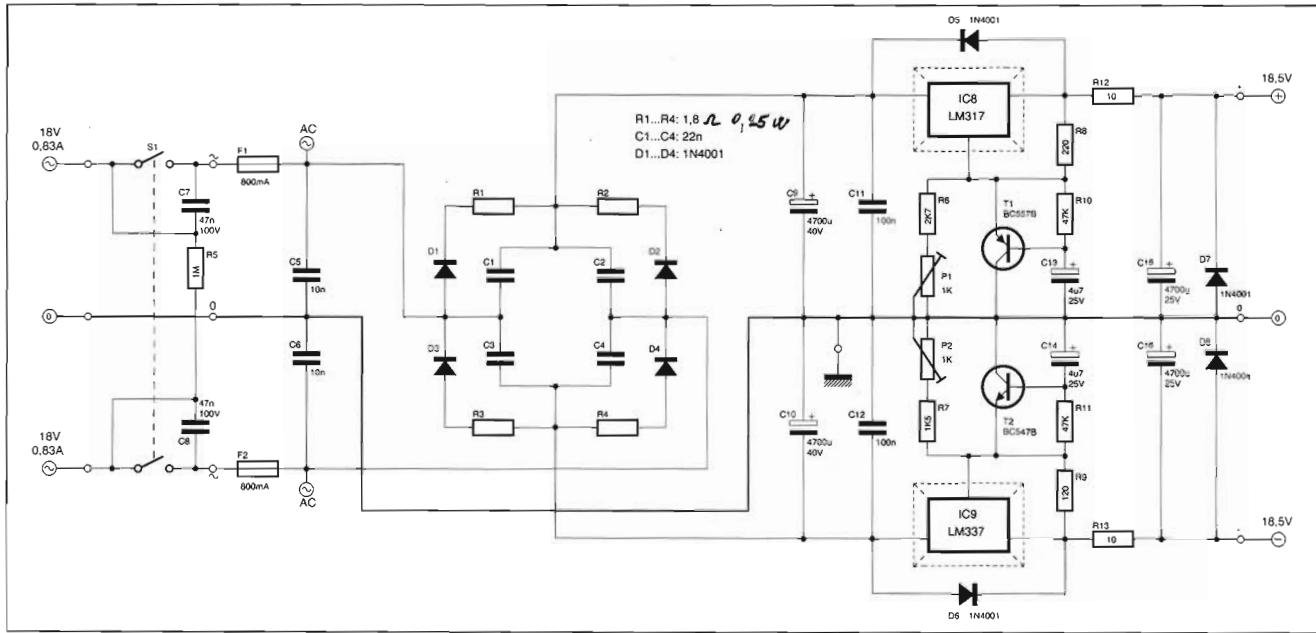
Sklopka za kontrolu preslušavanja s vrpce

Kada je sklopka S3 za preslušavanje sa kazetofona isključena, stvara se pozitivni impuls pomoći N9, mreže za kašnjenje R29-C29, i isključivo ili sklopa N22-N23-N24-N25. Taj impuls pobuduje MMV2 tako da se izlazni reley (LINE OUT - ReF) deaktivira. Nakon kašnjenja na sklopu R21-C24, aktivira se reley preslušavanja sa kazetofona, ReE (TAPE MONITOR). Reley izlaza ponovno se aktivira kada prestane kašnjenja uzrokovano MMV2.

Važno je napomenuti da tijekom izvođenja opisane operacije ulazni reley stalno moraju biti pod naponom a spoj sa kazetofonom neprekinitut.

Uključivanje

Izlazni reley se aktivira s kašnjenjem zbog vremenske konstante R24-C27 koja je tek nešto duža od vremena koje je potrebno da se pojačalo aktivira i potpuno stabilizira. Dioda D14 omogućuje brzo pražnjenje kondenzatora C27 kada se prepojačalo isključi.



Sekundarni napon transformatora mreže ispravlja se diodama D15 i D16 i donekle stabilizira kondenzatorom C28. Tada se napon raspolovljava pomoću naponskog djelila kojeg čine otpornici R32 i R33, ne bi li se na taj način osigurao odgovarajući izlazni napon od 12V na izlazu 1, N20. Dioda D13 osigurava zaštitu od smetnji. Zbog vrlo kratke vremenske konstante

Slika 6a Električna shema napajajućkog dijela audio sekcije.

Slika 6b Električna shema napajajućkog dijela releja i kontrolnih krugova releja

Pepis dijelova

ULAZNI DIO

OTPORNICI

(svi metal-film)

2,21 kΩ	R37, R37', R41, R41'
	R43, R43'
4,75 kΩ	R45, R45'
10,0 kΩ	R39, R39'
10,2 kΩ	R40, R40'
48,7 kΩ	R38, R38', R42, R42'
	R44, R44'
475 kΩ	R46, R46'

KONDENZATORI

100 nF keramički _C33-C37, C39

POLUVODIČI

1N 4148 _____ D1-D6

OSTALO

desetopolni konektor za montažu na pločicu _____ K1
16 činčeva za ugradnju
dvopolni subminijaturni relj za tiskanu pločicu; 12 V _ReA, ReB,
ReC, ReD, ReE, ReF

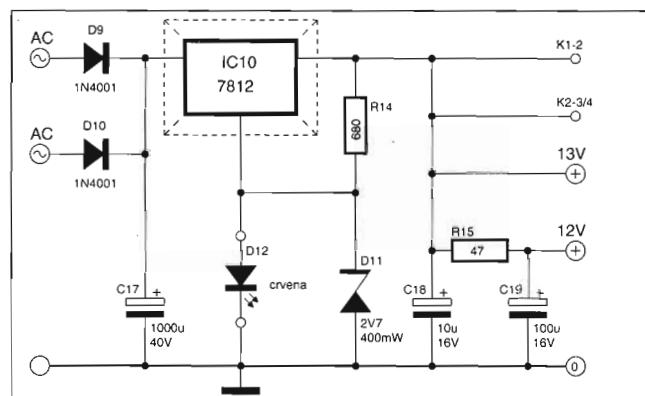
R32-R33-C28 (oko 20 ms) izlazni se relj prazni onog trenutka kada se isključi napajanje ili kada se napajanje ne uključi pravilno.

Izvor napajanja

Izvor napajanja je mnogo jačeg nego što je to uobičajeno za tu vrstu uređaja i to stoga što postoji potreba za različitim naponima u audio sekcijsama, reljima i kontrolnim funkcijama za releje.

Izvor napajanja za audio sekciju - vidi sliku 6a - omogućava simetričan napon od $\pm 18,5$ V. Učinjenje je sve što je bilo moguće ne bi li se brum sveo na minimum, tako da krug sadrži dijelove koje nećemo tako često naći u ostalim izvorima napajanja.

Mrežni transformator trebao bi imati dvije sekundarne zavojnice, od kojih bi svaki imao napon od 18 V uz jakost struje od 1 A (0,83 A). U tu svrhu gotovo savršeno će poslužiti toroidni tip transformatora.



Transformator se ne nalazi u kućištu prepojačala već u zasebnoj kućištu; to je opet zbog tog da se brum u prepojačalu svede na apsolutni minimum.

Mrežna sklopka - glavni prekidač, S1, zaštićena je kondenzatorima C7 i C8. Smetnje na mreži uzmjavaju se kondenzatorima C5 i C6.

Otpornici R1, R2, R3 i R4 u mostu s diodama D1-D2-D3-D4 ograničavaju strujne udare prilikom uključivanja. Kondenzatori C1-C2-C3-C4 efektivno potiskuju unutrašnje šumove ispravljača.

Elektrolitski kondenzatori C9 i C10 prespojeni su folijskim kondenzatorima C11 i C12 da bi se pospešilo prigušivanje smetnji radiofrekvencija.

Integrirani krugovi IC8 i IC9 stabiliziraju napon od ± 18 V. Aktivnost tih regulatora pospješena je tranzistorima T1 i T2, koji služe kao promjenljive Zenerove diode: trime-

rima P1 i P2 precizno se ugada izlazni napon.

Mreže R12-C15 i R13-C16 su niskopropusni filtri s vrlo niskom prelomnom frekvencijom koja omogućuje potpuno uklanjanje bruma iz linija napajanja.

Napajanje releja i sklopa za reguliranje relejima - vidi sliku 6b - vrlo je jednostavno. Izlazni napon stabilizatora IC10 se u nekoj mjeri povećava tako da se izvod za uzmajanje spoji preko diode D12. Ta LE-dioda također funkcioniра kao svjetlosni signal za uključeno-isključeno (ON-OFF).

Uloga Zenerove diode D11 je da u slučaju kvara LE-diode osigura ispravnost rada.

Tiskana pločica kruga za napajanje i upravljačka pločica releja prikazani su na slici 7. Stabilizatori napona IC8, IC9 i IC10 moraju biti ugrađeni na odgovarajuća hladila. ▽

(nastavak u broju 15 EE)