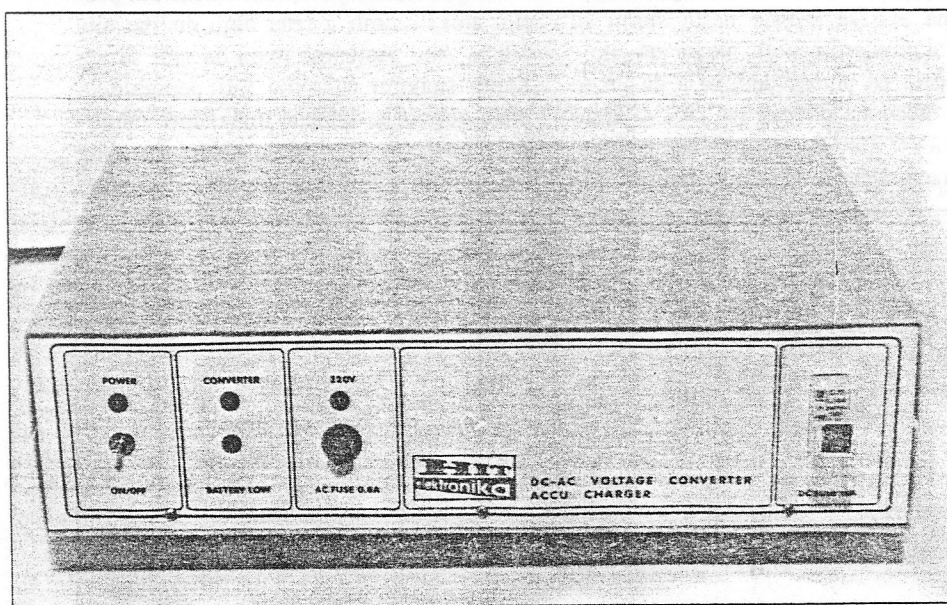


PRETVARAČ NAPONA 200 W

Pod imenom TNK 200, kako ga je autor nazvao predstavljamo vam pretvarač napona, 12/220V snage 200 W koji će vam dobrodoći za dane bez struje.



Verovatno vam se već više puta desilo nestane struja, baš tada kada je vama bitno da završite neki započeti posao ili odgledate prenos utakmice na TV-u. Jesen i zima su vreme kada najčešće, zbog povećane potrošnje, dolazi do havarija u elektro energetsom sistemu. U ovom projektu vam nudimo izlaz iz takvih i sličnih situacija pomoću konvertora ("pretvarača") jednosmernog u naizmenični (DC/AC) napon. Prema zahtevima potencijalnog električnog potrošača, treba tražiti i povoljno praktično rešenje za konvertor. Konvertor koji će ovde biti opisan sadrži u sebi neka kompromisna rešenja, s obzirom na to da je osnovna ideja da bude interesantan za širi krug ljudi koji se bave elektronikom, da bude relativno jeftin, da ne sadrži neke specifične delove koji se teško nabavljaju. Može se koristiti za napajanje osvetljenja, audio i video uređaja, nekih tipova računara, pumpi centralnog grejanja i manjih kućnih električnih aparata, manjih telefonskih centala i sl. Dakle, radi se o potrošačima koji nisu pretežno reaktivnog karaktera (na primer motor hladnjaka, odnosno zamrzivača). Sigurno je da će se među čitaocima naći oni koji će osporiti neko od primenjenih rešenja ili oni koji će ideju dalje razviti. Bez obzira na sve to, u praksi je re-

alizovano više nego dovoljno uređaja koji za sada ispunjavaju zahteve koji su i predviđeni (popis karakteristika ispod).

- IZLAZNI NAPON : (pri punom opterećenju). 220Veff +10% , -15%
- SNAGA: max. 200W
- NAPON NAPAJANJA: (akumulator 12V) 10.5-14.4V
- PRETVARAČ prestaje da radi kada napon akumulatora padne ispod 10.5V.
- POTROŠNJA u praznom hodu:oko 1A
- UGRAĐEN automatski punjač akumulatora.
- ISKLJUČIVANJE PUNJAČA: kod napona akumulatora
.....14.4V (podešava se).

To su uglavnom osnovni zahtevi za kojima se poveo konstruktor uređaja, a ostale ćete videti iz detaljnijeg opisa rada.

Princip rada samog pretvarača se može videti sa sl. 1. Preklopnik P se 100 puta u sekundi prebacuje iz jednog u drugi položaj (jedna perioda naizmeničnog napona ima pozitivnu i negativnu poluperiodu). Na taj način se u primaru transformatora stvara naizmenično magnetno polje zbog čega se u sekundaru indukuje napon sa istom frekvencijom uvećan onoliko koliki je prenosni odnos transformatora. U ovom slučaju (ukoliko nema pauza između prebacivanja preklopnika), dobio bi se napon kao na slici 2. Međutim, takav napon nije

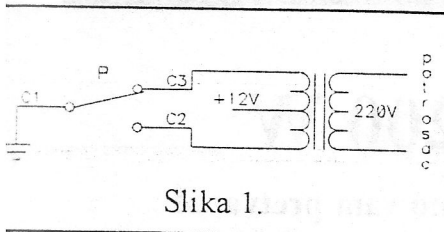
Mitić Slavko

najpodesniji za rad električnih aparata, koji, kao što znamo, koriste sinusni napon napajanja. Da bi se problemi vezani za ovakav oblik napona ublažili, najjednostavnije je stvoriti pauze između pozitivnih i negativnih četvrtki, pri čemu bi se dobila nekakva gruba aproksimacija sinusa, kao na slici 3. Ovakav talasni oblik napona ima nekoliko prednosti:

- a) obezbeđuje malu potrošnju pretvarača u praznom hodu,
- b) veliki koeficijent iskorišćenja pretvarača,
- c) promenom odnosa impulsa i pauze može se menjati efektivna vrednost izlaznog napona.

Iz blok šeme (sl.4) vidi se kako je sam pretvarač napravljen. Oscilator od 100 Hz napravljen je kolom IC1: NE555. Izlaz iz oscilatora vodi se na monostabilni multivibrator IC2, napravljen takode sa NE

555. Dobijeni signal deli se sa dva uz pomoć JK flip-flopa IC3:A CD4027. Izlazi flip-flopa vode se na jedan ili drugi izlazni tranzistor, s tim što se prethodno logički pomnože (preko kola IC4:D i IC4:D) signalom iz monostabilnog multivibratora. Na taj način se dobijaju pauze između uključenja jednog ili drugog izlaznog tranzistora. Posmatranjem logičkih nivoa na sl.5 ovo će vam biti jasnije. U slučaju da napon akumulatora padne ispod 10.5V resetuje se flip-flop IC3:B i na taj način preko izlaza Q zabrani rad NI kola IC4 A i B. Njihov izlaz je sada stalno logički visok, tako da se ne otvaraju tranzistori T1 i

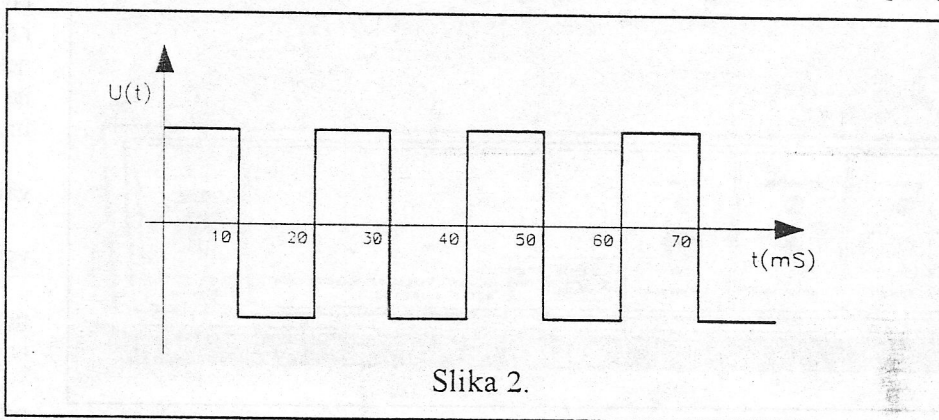


3, a ni izlazni tranzistori koji su vezani u arlington spoj.

Što se tiče automatike za prebacivanje potrošača sa mreže na pretvarač i obrnuto, ako na šemi (sl.6) izgleda dosta komplikovano, u osnovi je vrlo prosto zamišljeno. Dakle, transformator 2x12V 1.3W koji se nalazi na štampanoj ploči služi jedino za merenje napona mreže i za indicaciju da li u mreži ima napona (LE-dioda D13). Izrađeni naizmenični napon transformatora se kreće od 12,3 do 16,9V za napon mreže 160-220Veff. Komparator sa histerizom IC6:B detektuje pad napona mreže ispod 160Veff i preko tranzistora Q5 uključuje rele RE2 i na taj način prebacuje potrošač (tj. njegov priključak OT1) sa mreže (priključak A220) na transformator konvertora (priključak Rb). Potrebno je da komparator ima histerizu da ne bi došlo do stalnog uključivanja pretvarača ako se pojave varijacije napona u mreži. Za preklapanje je izabran rele RE2 od 160V zato što u mnogim mestima (naročito zimi) napon mreže često ide 170-180V. Ako je rele RE1 koji služi za punjenje akumulatora bio uključen u trenutku nestanka struje, tranzistorom Q4 uključuje se tranzistor Q3 koji uključuje E1. Na taj način je trafo sigurno odvojen od mreže. Istovremeno sa uključanjem relea RE2 signalom sa kolektora Q5 uključuje se napon napajanja pretvarača (-5V) preko tranzistora Q1 i stabilizatora 305. Sa uključanjem napajanja +5V resetuje se flip-flop IC3:B preko R14C1 člana diferencijator) i na taj način se omogućava rad pretvarača. Ali na izlaz Q flip-flopa izlazi još jedan RC član za kašnjenje uključivanja (R47C11), čija je vremenska konstanta oko 0,1 sec. Ovo je potrebno zbog vremena potrebnog za prebacivanje relea i razmagnetisanja jezgra transformatora ako je do trenutka nestanka napona mreže trafo bio priključen na nju (tj. punje akumulatora je bio uključen). Smanjivanjem kondenzatora C11 ovo kašnjenje uključivanja se može još smanjiti ali se ne preporučuje njegovo izbacivanje jer je moguće da u trenutku preklapanja dođe do uništenja izlaznih tranzistora (ili jednog od njih) zbog

naponskih špiceva koji se javljaju na transformatoru.

Komparator IC6:A "zadužen" je za uključivanje i isključivanje punjača akumulatora. Na neinvertujući ulaz ovog komparatora dovodi se podesivi napon 8,9-10V koji se "skida" sa klizača trimera potencijometra P3. Ovim potencijetrom podešava se napon isključenja punjača (od 12,8 do 14,4 V). Ova mogućnost je pogodna ako se koriste nešto stariji ili lošiji akumulatori koji mogu da stoje priključeni na punjač danima a da im se napon nikad ne poveća na 14,4V. Zašto baš 14,4V? Zato što je maksimalni napon jedne napunjene ćelije akumulatora 2,4V.



Ako smatrate da vam ova mogućnost neće biti potrebna, izbacite trimer P3 i preko R23 vežite neinvertujući ulaz komparatora stalno na +10V. Ovaj komparator ima histerizu oko 1V. Ako je komparator isključio rele za punjač na 14,4V biće potrebno da napon akumulatora padne za više od 1V (zbog razdelnika) da bi komparator ponovo uključio. Da histerize nema, došlo bi do treperenja kontakata na releu. Kod starih akumulatora može se desiti da ovaj napon vrlo brzo opada. Ako već koristite ovakav akumulator možda ćete morati da povećate histerizu smanjivanjem otpornika R27.

Komparator IC6:C meri napon akumulatora i kada padne ispod 10,5V resetuje flip-flop IC3:B koji je za ovu priliku spojen kao RS flip-flop. Otpornici R21, R40 i R18 su vezani na izlaze komparatora zato što je izlaz komparatora sa otvorenim kolektorom (tzv. open collector).

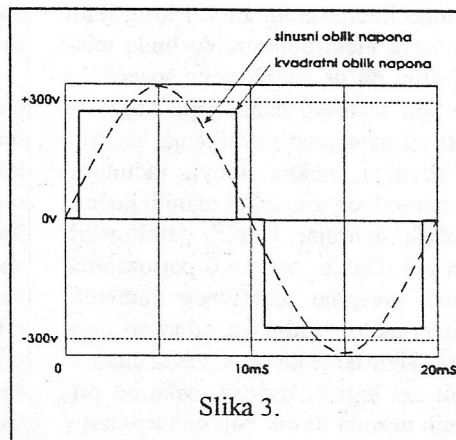
Diode D1 i D3 su snažne diode u metalnom kućištu, montiraju se na aluminijumski hladnjak van pločice i imaju dvostruku ulogu: štite izlazne tranzistore od inverznog napona koji se indukuje u transformatoru i ispravljaju naizmenični napon u režimu punjača akumulatora.

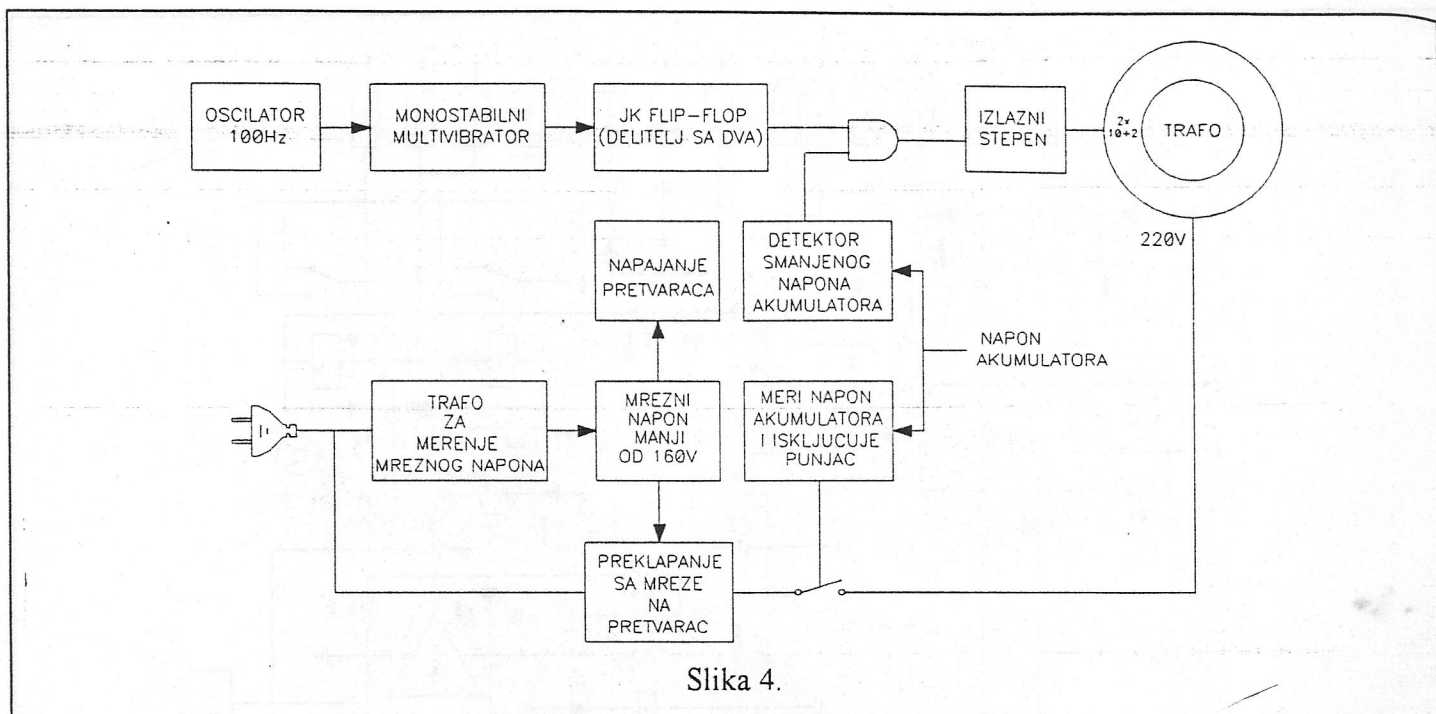
Izlazni tranzistori su u originalu KD503, što ne znači da se ne mogu upotrebiti 2N3771 ili slični. KD503 su izabrani zbog sledećih karakteristika: $U_{ceo}=80V$, $I_c=20A$ i velikog strujnog pojačanja. Izlazni tranzistori se obavezno montiraju na aluminijumski hladnjak od najmanje 200 cm² (ako je reč o aluminijumskoj ploči) ili što je i najbolje na standardnom aluminijumskom rebrastom profilu eloksiranom u crnu boju dužine oko 10cm. Ako pretvarač treba da radi sa velikom snagom nekoliko sati neprekidno, onda obavezno izlazne tranzistore montirajte posebno na ovakve hladnjake zbog što boljeg odvođenja toplote. Pri punoj

snazi disipacija po jednom izlaznom tranzistoru je 20-ak vati.

Sklapanje

Svi elementi osim izlaznih tranzistora i dioda D1 i D3, nalaze se na jednoj štampanoj ploči. Uz napomenu o klasičnoj opreznosti kod lemljenja (posebno važi za IC kola), postoji još jedna stvar. Naime, treba kalajisati veze od kleme K3 do K9 i veze koje povezuju kontakte relea. Ovo su veze kroz koje protiče veća struja i za koje nije dovoljna debljina bakarne folije na ploči. Svi priključci izvedeni su preko red-





Slika 4.

nih (luster) klemu montiranih na štampanu ploču uz pomoć dva zavrtnja M3. Ove klemu su izabrane zbog velikog preseka provodnika, njihove niske cene i zato što se lako nalaze u trgovini. Način spajanja štampane ploče sa ostalim elementima pretvarača vidljiv je iz montažne šeme (sl.7) i nadam se da ga ne treba posebno objašnjavati. Priključne klemu se na šemi nalaze uglavnom sa desne strane i obeležene su sa: POT1 i POT2 (priključivanje potrošača), TRa i TRb (visokonaponski namotaj transformatora), A220 i B220 (napajanje iz mreže) itd.

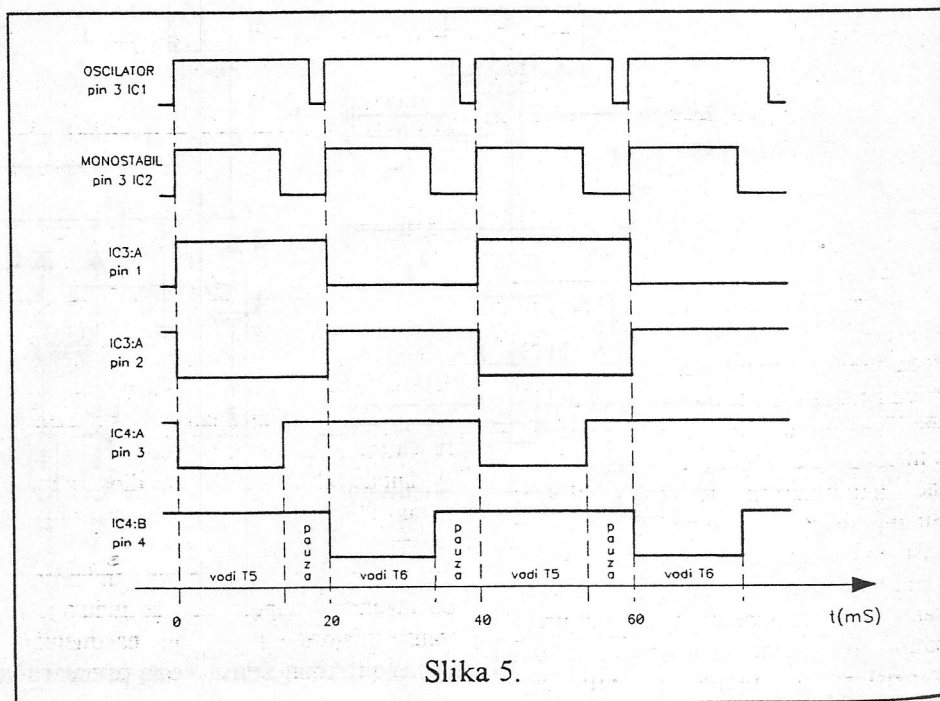
ciloskop. Najpre izmerite frekvenciju na pinu 3 IC1. Frekvencija u ovoj tački treba da bude tačno 100Hz (vidi sl.5) podesite je trimenom P1. Zatim podesite odnos impuls-pauza iza monostabila IC2 trimenom P2 tako da bude oko 7:3. U praksi se par puta dogodilo (zbog upotrebe nekvalitetnih IC-a 555) da se sa postojećim kondenzatorima C2 i C14 frekvencija i efektivna vrednost izlaznog napona ne mogu dobro podesiti. Smanjivanjem ovih kondenzatora na C2=150nF i C14=100nF rešićete i ovaj problem. Izuzetno je bitno da kod podešavanja obratite pažnju na to da izlani

impuls iz monostabila ne bude duži od periode oscilatora. Oscioskopom proverite i oblik napona na pinovima 3 i 4 kola IC4 i uporedite ga sa oblikom na sl.5.

Sledeći korak (i dalje je isključen automatski osigurač) je da proverite da li rele RE2 prebacuje potrošač sa pretvarača na mrežu i obrnuto merenjem napona na priključnim klemama POT1 i POT2. Ako hoćete da utvrdite napon na kome se vrši preklapanje, potrebno je da umesto na mrežu, uređaj priključite na regulacioni transformator, da smanjujete njegov izlazni napon i utvrdite ga volmetrom (oko

Podešavanje

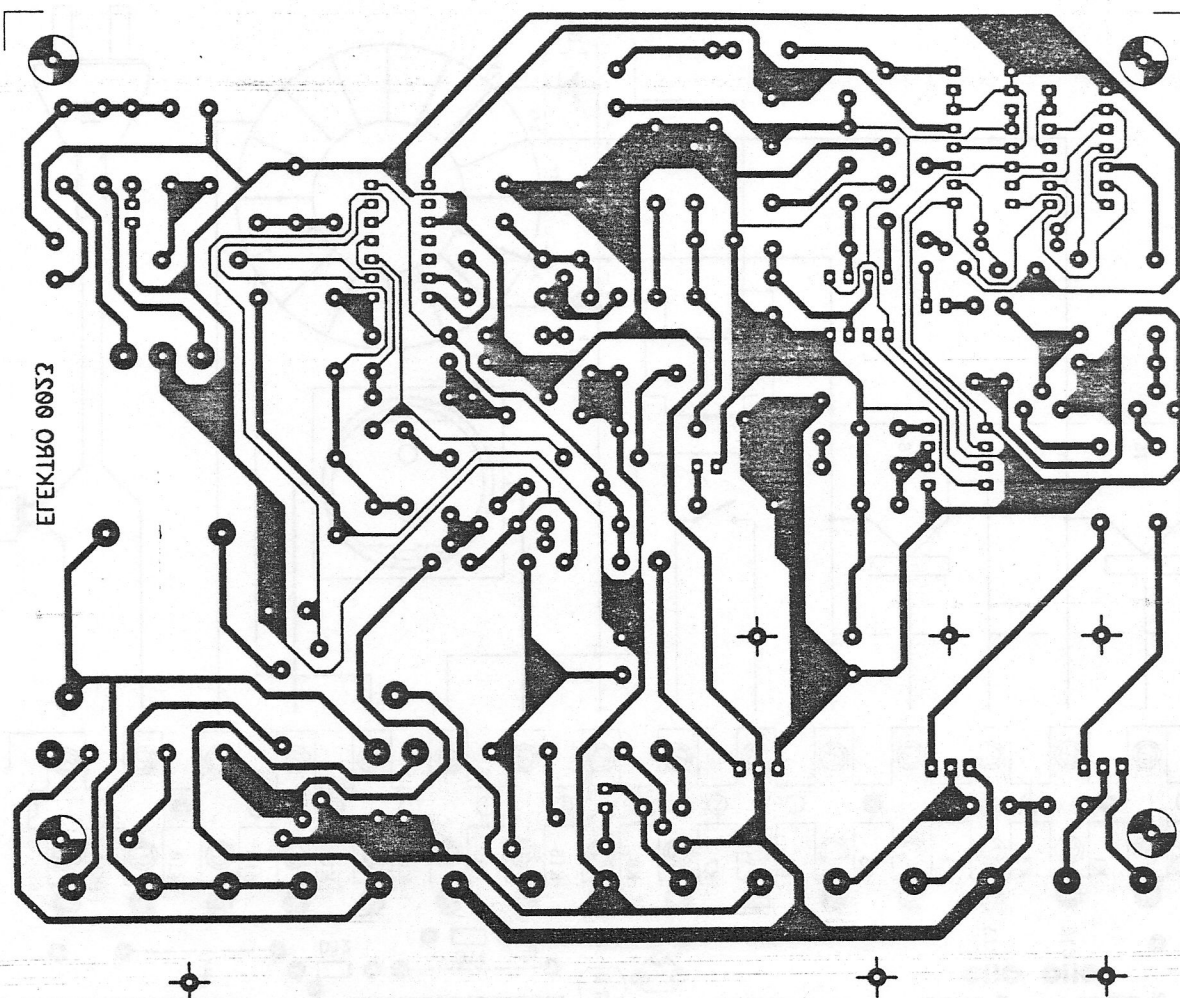
Pre nego što uključite pretvarač da bi podesili njegov rad, odvojite srednji kraj transformatora od "+" pola akumulatora, tj. isključite automatski osigurač. Za merenje struje koju troši pretvarač bez priključenog transformatora upotrebićete neki univerzalni instrument sa ampermetrom i sopstvenim osiguračem od 5A (ili sličnim). Prebacite ampermetar na najveći opseg (5A) i uključite pretvarač. Ako je sve u redu, pogonski deo pretvarača bi trebalo da "vuče" struju reda 150-200 mA. Ako to nije slučaj ili ako je pregoreo osigurač u instrumentu, znači da nešto nije u redu i da treba ponovo sve veze prekontrolisati. Za vreme ovog ispitivanja mrežni kabl mora biti isključen (da bi se pretvarač uključio). Za podešavanje frekvencije na tačnu vrednost biće vam potreban os-



Slika 5.



ELEKTRO 10



Nacrt štampane ploče.

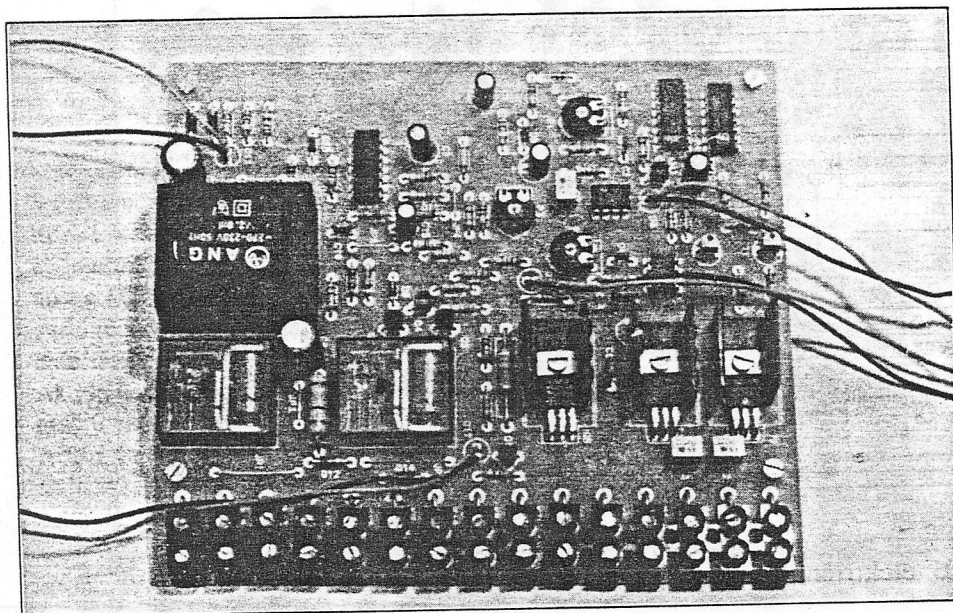
160V).

Sada možete isključiti pretvarač prekidačem koji se vezuje na PRa i PRb (gasi se

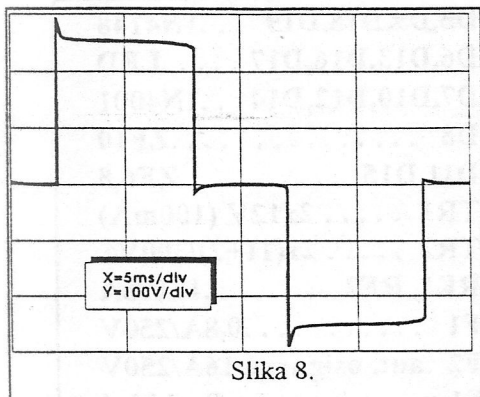
dioda D17). Da biste podesili punjač akumulatora, umesto na akumulator povežite uređaj na ispravljač sa promenljivim

izlaznim naponom (najmanje do 15V). Uključite mrežni kabl i merite napon na transformatoru. Ako ima napona, punjač radi i obrnuto. Povećavajte napon na ispravljaču da biste videli na kom naponu se punjač isključuje. Ovaj napon podesite trimerom P3 najbolje na 14,4V.

Ovim ste praktično sve podesili. Isključite mrežni kabl i ponovo preko ampermetra priključite akumulator. Uključite automatski osigurač a zatim prekidačem i pretvarač. Pretvarač u praznom hodu troši od 0,6 do 2A (najčešće 1A ako je trafo dobro namotan). Izmerite izlazni napon i podesite ga na napon oko 240Veff. Univerzalni instrumenti su predviđeni za merenje efektivnog napona sinusnog oblika tako da vrednost koju pokaže takav instrument nije tačna. Dobra priručna metoda je da istovremeno priključite sijalicu od recimo 40W na mrežu i istu takvu na pretvarač. Pošto je intenzitet svetlosti sijalice

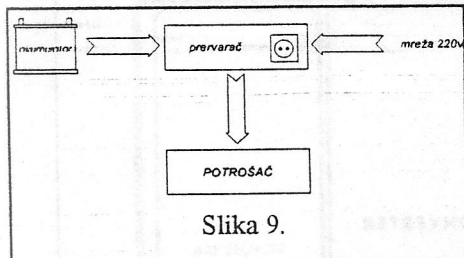






dosta zavistan od efektivnog napona, uporedivanjem intenziteta podesite efektivni napon pretvarača. Osciloskopom pogledajte izlazni napon koji izgleda kao na sl.8. Vrhovi tj. amplituda ovakvog napona je nešto manja nego kod sinusnog iste efektivne vrednosti.

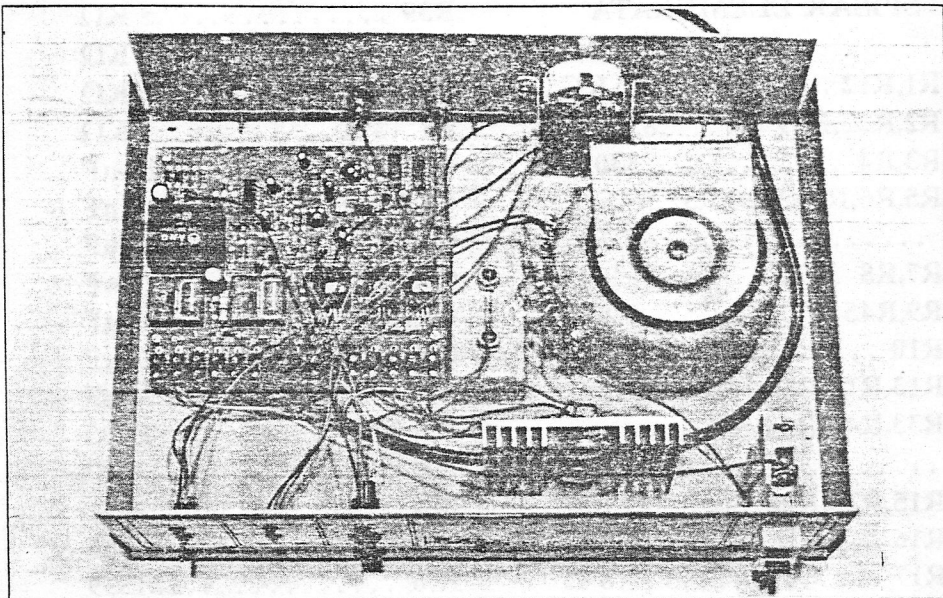
Moguće posledice ovakvog izlaznog napona najčešće su brujanje kod audio i krivljenje slike kod video uređaja slabijeg kvaliteta (sa nedovoljnom stabilizacijom napona). Na sl.9 je prikazano priključivanje potrošača na pretvarač. Ako želite da se po nestanku napona u mreži pretvarač automatski uključi, prebacite prekidač u položaj "uključen". Zapamtite da je



punjač akumulatora uvek uključen, nezavisno od položaja ovog prekidača. Indikator za praznu bateriju se može uključiti i ako je akumulator napunjen ali je loš (ne može "da da" dovoljno struje prilikom startovanja pretvarača), a pogotovu ako potrošač u startu "vuče" malo veću struju nego što je dozvoljeno. U tom slučaju mora se pretvarač ručno startovati i to prebacivanjem prekidača u položaj "isključeno" a zatim se ponovo uključuje. Poželjno je da se koristi brzi automatski osigurač, mada ni to nekad nije dovoljna zaštita od kratkotrajnog preopterećenja. Znači on će izbaciti samo u slučaju kvara pretvarača.

Varijacije na zadatu temu

Za ovakav pretvarač dobro je upotrebiti torusni transformator jedino zbog manjih dimenzija. U originalnu je

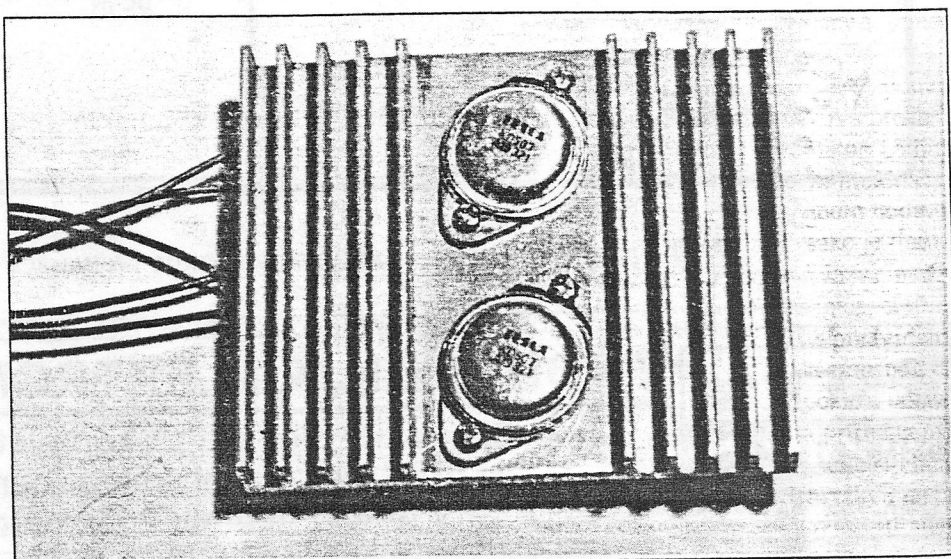


upotrebljen trafo 2x11+2V snage 300VA ali se može upotrebiti i ovakav transformator na EI jezgru. Uzima se transformator veće snage od nominalne najviše zbog toga da se izbegne veći pad izlaznog napona kod korišćenja maksimalne snage. Ako vam je potrebna manja snaga od 200W, slobodno upotrebite manji transformator i imaćete i manju potrošnju struje u praznom hodu i manje zagrevanje izlaznih tranzistora. Veća izlazna snaga može se dobiti samo povećavanjem napona napajanja. Nameće se rešenje upotrebe dva akumulatora tj. napona napajanja od 24V. Onda vam je za duplu maksimalnu snagu potreban transformator 2x22+4V i 500VA. Za ovu varijantu preporučuje se upotreba običnog transformatora. U režimu punjača torusni transformator bi "povukao" malo veću struju iz mreže i ako ne postoji modul za tzv. soft start dolazi do pregorevanja mrežnog osigurača (osim

12V	24V
JP1	180 Ohm, 1W
JP2	180 Ohm, 1W
R10=18 Ohm	R10=47 Ohm
JP4	Dioda 1N4148 sa orijentacijom obeleženom na pločici
D6 = 10 V	D6 = 20 V
D11 = 6,8V	D11 = 13 V
R46=1K2	R46=2K4
Kondenzatori za napon 16V	Kondenzatori sa radnim naponom 35V

Tabela 1.

ako nije "licnovan"). Promene na šemi ogledaju se uglavnom u promenama referentnih napona za isključivanje punjača i pretvarača (kod pada napona akumulatora) i date su u tabeli 1.



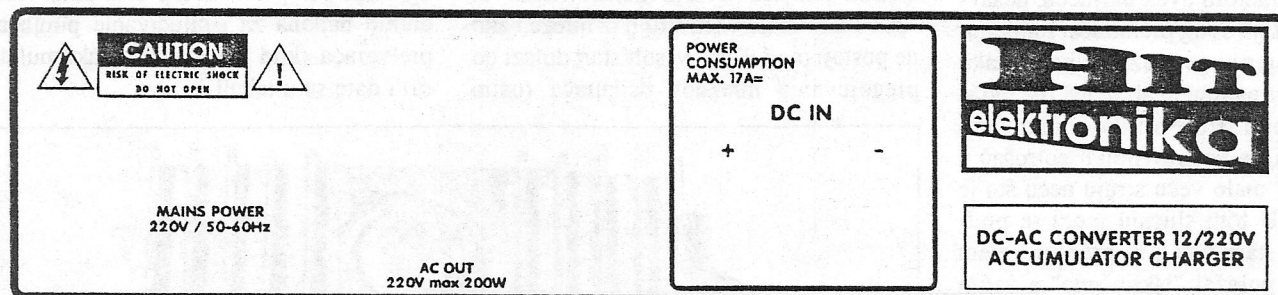
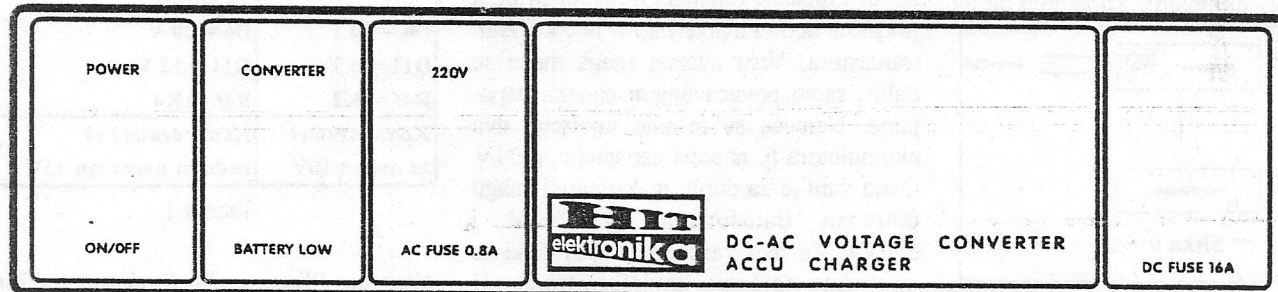
IZVORI ZA NAPAJANJE

SPISAK ELEMENATA

R1,R1247 KΩ
R2,R22,R298,2 KΩ
R3,R4330 Ω
R5,R6,R19,R20,R32,R41 ..
.....4,7 KΩ
R7,R8120 Ω
R9,R45470 Ω
R1047 Ω
R13,R14,R18,R21,R23,R25,
R33,R40,R44,R47
.....10 KΩ
R15,R26,R2827 KΩ
R161 KΩ
R1718 Ω
R24,R36,R462,2 KΩ
R27,R43100 KΩ
R301,2 KΩ
R313,3 KΩ
R3718 KΩ
R389,1 KΩ

R397,5 KΩ
P147 KΩ
P227 KΩ
P31 KΩ
C1,C5,C9,C1510 μF
C2,C12,C13220 nF
C3,C410 nF
C6,C10100 nF
C7,C8220 μF
C1122 μF
C14150 nF
IC1,IC2NE555
IC34027
IC44011
IC57805
IC6LM339
T1,T3BC327
T2,T4BD241
T5,T62N3771(KD 503)
Q1BC327
Q2,Q3,Q4,Q5BC547
D1,D3 .PBY286 (15A min)

D5,D9,D18,D19 ...1N4148
D6,D13,D16,D17LED
D7,D10,D12,D14 ..1N4001
D8ZF10
D11,D15ZF6,8
TR12x12V (100mA)
TR22x(11+2)/300VA
RE1, RE212V/5A
F10,8A/250V
F2 .aut. osigurač 16A/250V
S1 Prekidač
Kućiste za LED4 kom.
Kabli1 kom.
Kablovski uvodnik .1 kom.
K1...K15redna klem.
Šuko utičnica1 kom.
Hlad. za TO2203 kom.
Hladnjak1 kom.
Priključne buksne ..2 kom.
Kućiste osigurača ..1 kom.
Metalna kutija1 kom.



Predlog izgleda prednje i zadnje strane kutije pretvarača u razmeri 1:2



018/ 60-795, 347-127

PROIZVODNJA ELEKTRONSKIH UREĐAJA

Štampane pločice, kit kompleti, metalne kutije
za pretvarač, trafoi, komponente za pretvarač,
gotovi uređaji. Šaljemo pouzdom.

Načine rješavanja problema rasvjete i pogona pumpi centralnog grijanja obrađivali smo više puta pa bi bilo dobro da se podsjetimo o čemu smo i kada pisali.

SAM 3/82

U tom broju opisan je pretvarač od 100 VA koji se može koristiti, citiramo »isključivo za centralno grijanje KOJE KORISTI KRUTA GORIVA i kod kojih se samo crpka napaja električnom energijom«.

Dakle, radi se o jednostavnom pretvaraču koji može ispuniti samo neke zahtjeve, ali ima prednost u jednostavnoj izvedbi i maloj cijeni. Materijal je domaće proizvodnje, a to je u današnjim uvjetima vrlo važna stvar.

SAM 12/82

Neke od nedostataka pretvarača od 100 VA otklonio je pretvarač opisan u tom broju. 200 VA je dovoljna snaga za skoro sve umjerene zahtjeve, ali ipak ne za sve. Nedostaci ovog pretvarača su tipični za sve pretvarače ove vrste — nestabilna frekvencija rada, loša stabilnost napona, pravokutni umjesto sinusnog

oblika napona, vjerojatan ali ne i siguran start pri malim naponima akumulatora. Isto su tako tipične i prednosti — veliko iskorištenje (mali gubici) i jednostavna izvedba, a s tim i manja cijena.

Za one koji traže kvalitetniji pretvarač dali smo u tom broju najavu jednog takvog uređaja i usporednu tablicu zahtjeva i karakteristika.

Da opet citiramo: »...ako imate veće zahtjeve na kvalitetu izlaznog napona (oblik, stabilnost frekvencije, preopterećenje i dr.), a to vam nije najhitnije, pripremamo izvedbu kvalitetnijeg, ali i složenijeg uređaja«.

U ovom broju smo dali i foto-strip za one koji imaju male zahtjeve (samo rasvjeta) i skromnije znanje. U nekih 15-ak slika objašnjeno je kako iskoristiti akumulator da bi se brzo i jednostavno došlo do minimalne rasvjete. Ujedno je prikazan sklop za punjenje akumulatora, koji može dobro doći i za druge namjene (CB i slično).

SAM 8/83

Nedostatke jednostavne izvedbe rasvjete iz broja 12/82 otklanja izvedba

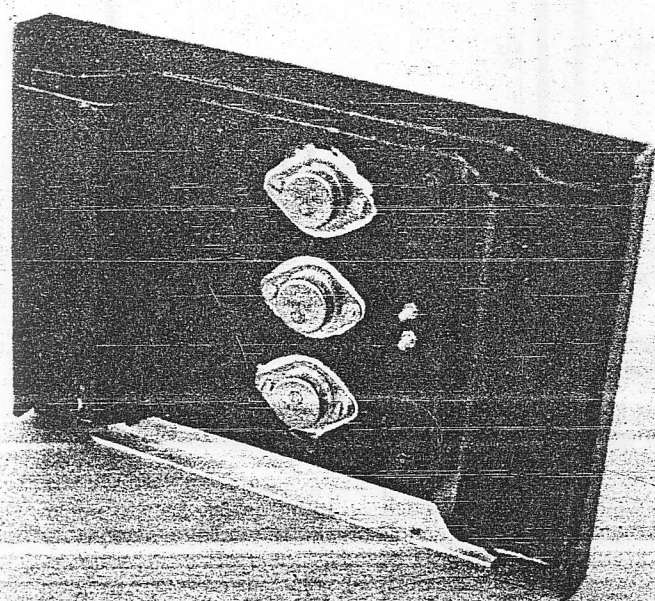
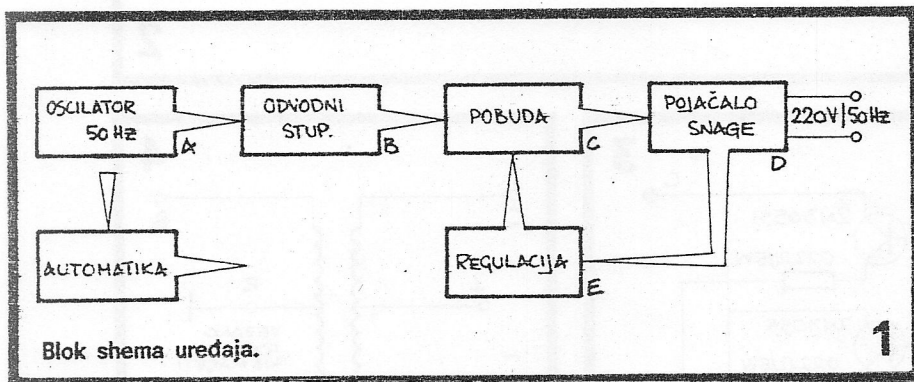
fluorescentne svjetiljke napajane iz akumulatora. Veće iskorištenje (jednako svjetlo uz manju potrošnju ili uz istu potrošnju znatno više svjetlosti) je osnovna prednost ove izvedbe. Materijal je opet domaće proizvodnje. Uz malo truda i izdataka evo dobre rasvjete uz prihvatljivu potrošnju i cijene.

ŠTO IMAMO OVAJ PUT

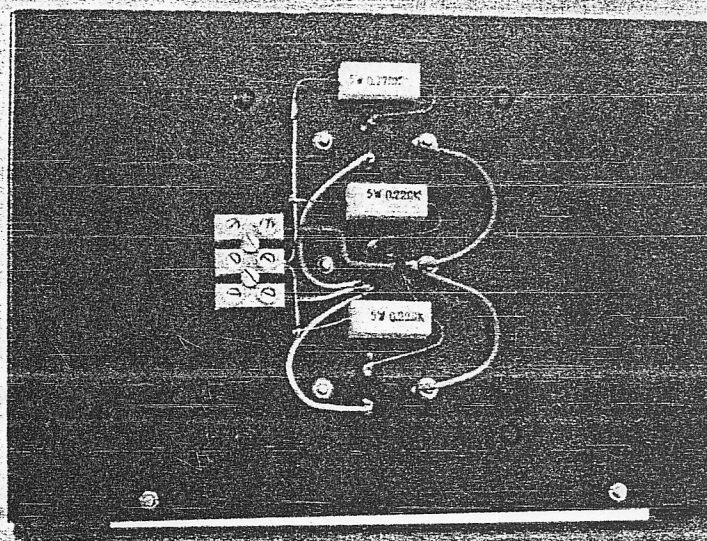
Kao što se iz prethodnog kratkog pregleda vidi, pokrili smo do sada ono najnužnije, pa nam ostaje samo da načinimo nešto i za one s većim zahtjevima. To povlači i veće izdatke, a traži i malo bolje poznavanje elektronike, ali se to ne da izbjeći. Filozofija razvoja koju smo dosljedno slijedili je slijedeća:

- pretvarač mora dati dugotrajnu snagu veću od 200 W
- oblik napona mora biti što sličniji pravom sinusnom
- frekvencija izlaznog napona mora biti bitno stabilnija nego što je kod prethodnih pretvarača
- sigurnost starta mora biti vrlo velika
- uređaj mora podnositi kratkotrajna opterećenja bez posljedica
- uređaj ne smije biti previše složen, ali se na ovom zahtjevu ne inzistira
- izvedba mora biti isključivo od domaćih materijala.

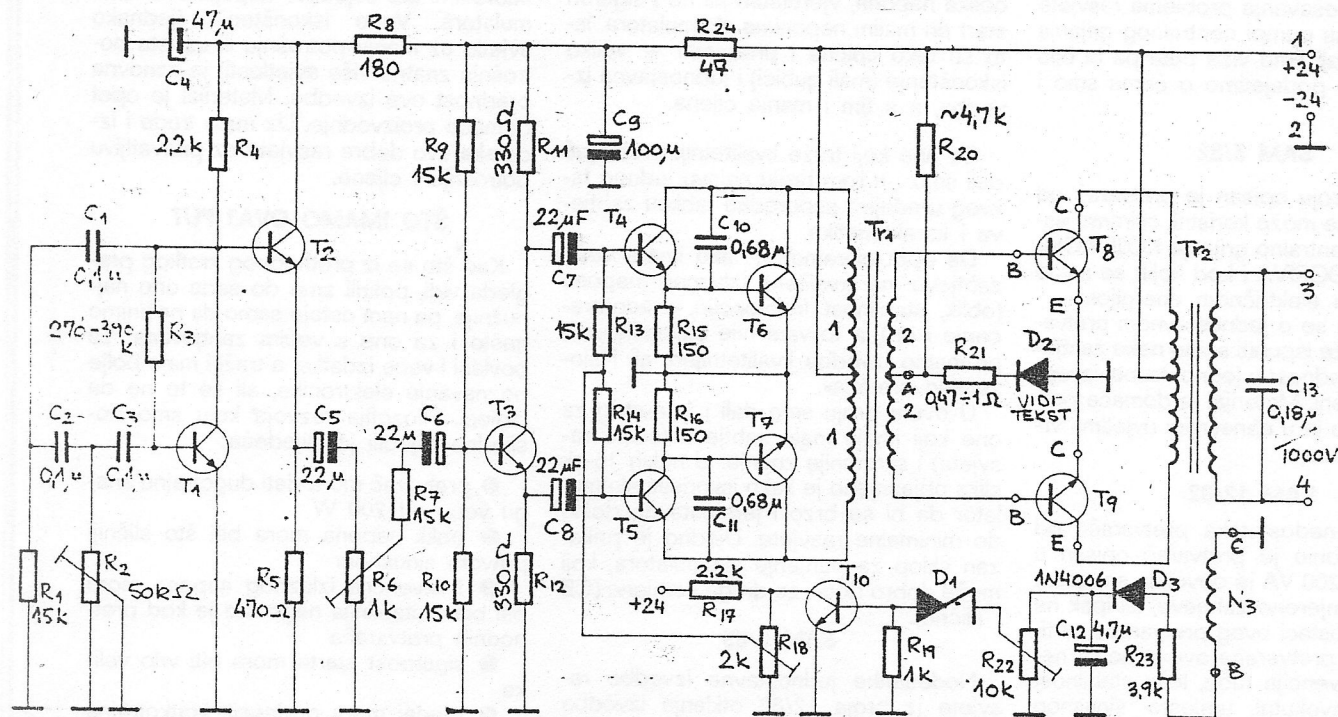
Nabrojeni zahtjevi ne mogu se postići pretvaračima tipa samopobudnih oscilatora, jer se na taj način ne može postići sinusni valni oblik, a to je jedan od bitnih zahtjeva koji se postavljaju na uređaj. Nestabilna frekvencija i ne potpuno pouzdan start kod smanjenog napona napajanja ili većeg opterećenja su druga dva čimbenika koji isključuju ovu izvedbu unatoč njenim prednostima.



Izvedba hladila za izlazne tranzistore.



Jedna mogućnost spajanja izlaznih tranzistora.



Shema pretvarača - elektronički dio.

2

Stoga smo se odlučili za složeniju varijantu uređaja čija je blok-shema prikazana na crtežu 1. Uređaj se sastoji od slijedećih dijelova:

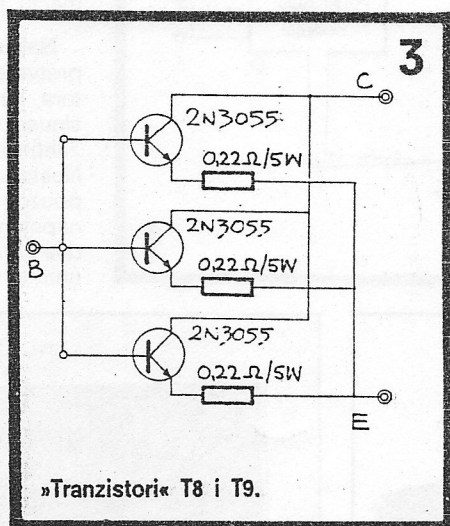
- A - oscilator na frekvenciji od 50 Hz
- B - odvojni stupanj
- C - pobudni stupanj
- D - izlazni stupanj (pojačalo snage)
- E - regulacija amplitude
- AUT - automatika za prekapčanje mreža/akumulator

Princip rada je slijedeći. Oscilator A radi na frekvenciji 50 Hz neovisno o opterećenju pretvarača. Jednom postavljena frekvencija se vrlo malo mijenja s promjenom napona napajanja (ispražnjeni akumulatori). Tako će bez obzira na to radi li pretvarač s malom ili velikom snagom uvijek će raditi na istoj frekvenciji za razliku od samoosilirajućih pretvarača koji s promjenom tereta mijenjaju i radnu frekvenciju.

Odvojni stupanj B služi za odjeljivanje oscilatora od ostalih sklopova u uređaju čime poboljšava njegovu stabilnost.

Pobudni stupanj C je u biti malo pojačalo snage koje se koristi za pobudu izlaznog stupnja. Dimenzionirano je tako da mu nakon 50 Hz pojačanje počinje opadati čime se »čisti« izlazni signal.

Izlazni stupanj D je dio uređaja koji daje potrebnu snagu uz napon od 220 V. Izlazni napon se može regulirati po frekvenciji i amplitudi.



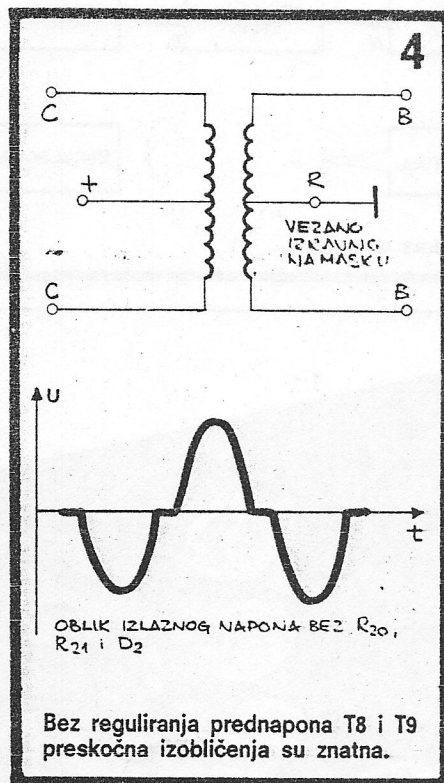
»Tranzistori« T8 i T9.

Regulacijski sklop E kontrolira izlazni napon i mijenja pojačanje pobudnog stupnja tako da na njegovom izlazu napon bude što konstantniji.

Automatika AUT preklapa pretvarač tj. spaja trošilo na mrežu ili na pretvarač.

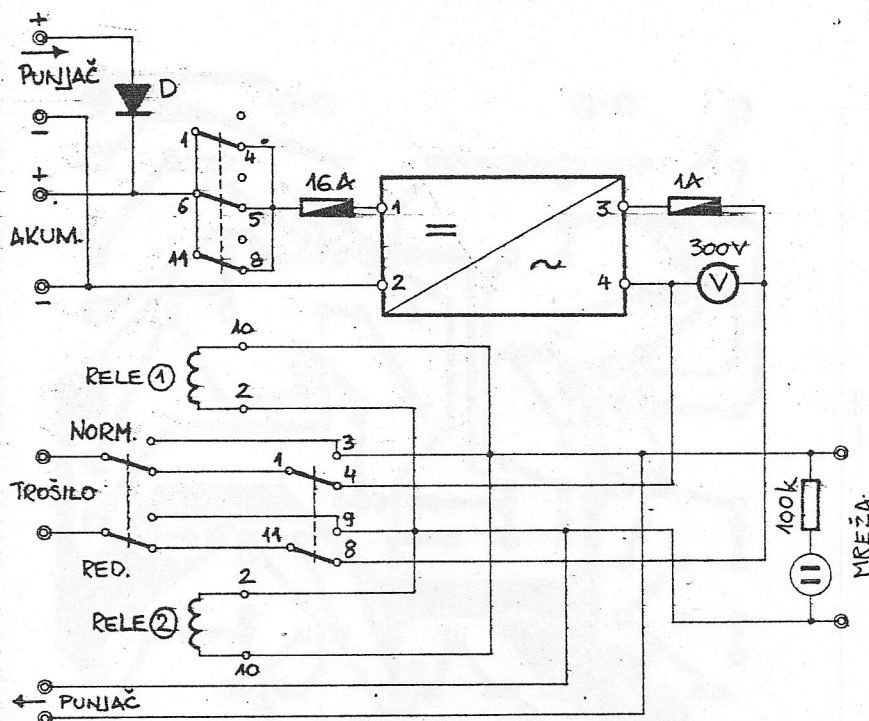
Crtež 2 prikazuje kompletnu električnu shemu pretvarača bez automatike (preklapanja).

Tranzistor T1 radi kao oscilator s pomakom faze. Frekvenciju osciliranja određuju kondenzatori C1, C2 i C3 te otpornici R1, R2, R3. Frekvencija osciliranja se može ugađati trimmer-potencijetrom R2.



Bez reguliranja prednapona T8 i T9 preskočna izobličenja su znatna.

Tranzistor T1 treba biti sa što većim pojačanjem kako bi oscilator sigurno radio. U našem slučaju odabran je tranzistor BC109 koji svojim faktorom strujnog pojačanja od nekoliko stotina može sigurno dati pojačanje sklopa veće od 29 što je uvjet za rad ovog oscilatora.



Kompletna električna shema.

5

Odvojni stupanj T2 je emitorsko sljedilo koje svojom visokom ulaznom impedancijom malo opterećuje oscilator, a niskom izlaznom impedancijom bez problema pobuđuje naredni sklop. RC konstanta R8-C4 filtrira napon napajanja i onemogućava neželjene sprege preko grane napajanja.

Tranzistor T3 okreće fazu pobudnog signala tako da se na izlazu, s njegovog kolektora i emitera, dobiju dva protufazna napona jednakih amplituda i frekvencija.

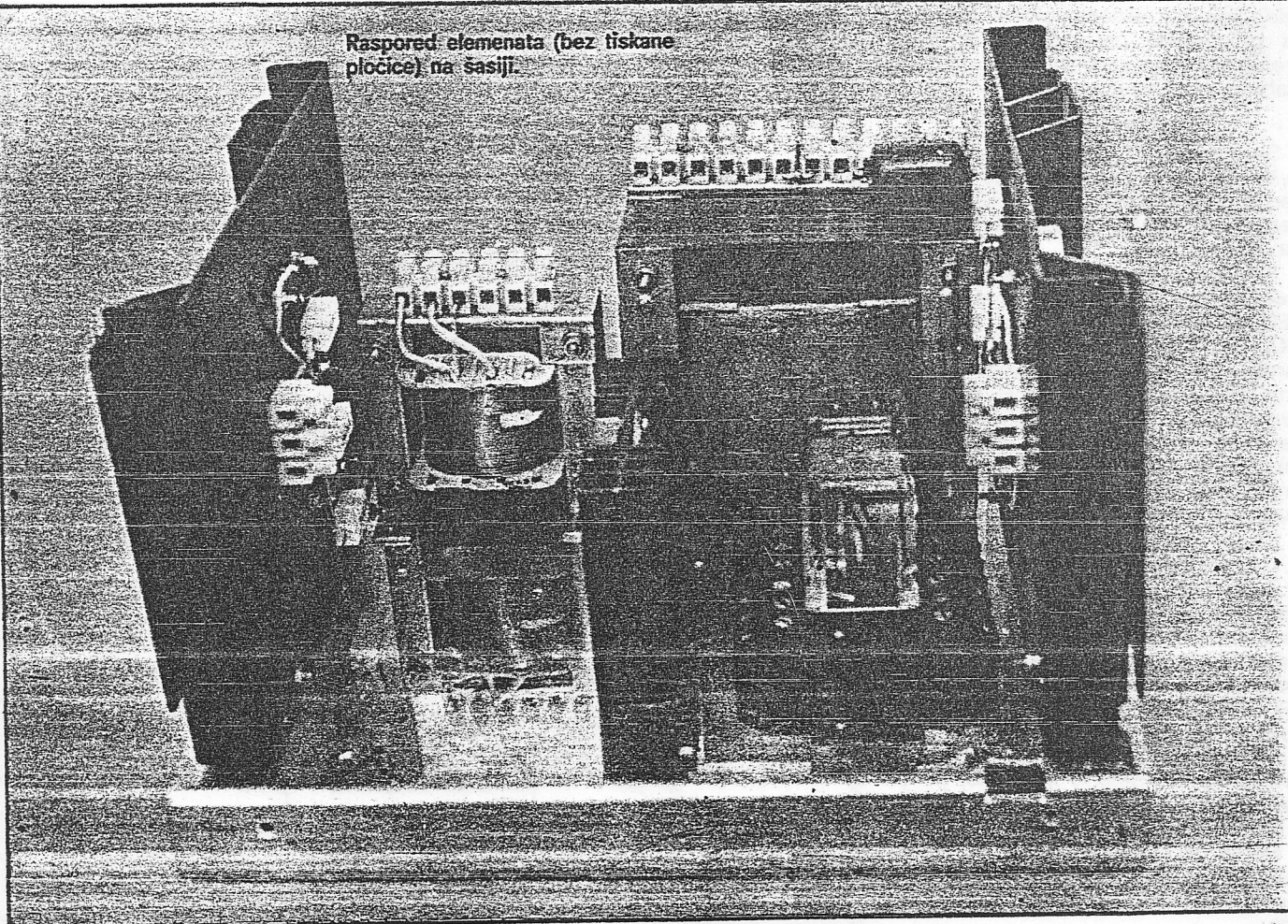
Amplitudu ulaznog signala na tranzistoru T3 možemo mijenjati potencijetrom R6 sve dok se na izlazu uređaja ne dobije napon 220 V/50 Hz.

Tranzistori T4 i T5 rade kao emitorska sljedila za pobudu tranzistora T6 i T7. Pojaćanje parova T4/T6 i T5/T7 opada vrlo brzo s frekvencijom uslijed djelovanja kondenzatora C10 i C11. Tranzistori T6 i T7 su dva N3055 za maksimalne zahtjeve ili 2N3054 za snagu do oko 100 W.

Ovi tranzistori se nalaze na hladilu koje nije na tiskanoj pločici tako da se mogu zamijeniti s bilo kojim drugim sličnim tranzistorima.

Pobudni transformator Tr1 transformira napon pobudnog sklopa na razinu potrebnu za pobudu izlaznih tranzistora

Raspored elemenata (bez tiskane pločice) na šasiji.



»T8« i »T9«. »Tranzistori« T8 i T9. (crtež 3) su, zapravo, dva puta po tri paralelno vezana tranzistora 2N3055 s emiserskim otporima za balansiranje (0,22 oma) koji izjednačuju struju kroz tranzistore tako da opterećenje tranzistora bude što ravnomjernije. Ovo vrijedi za neselekcioniране tranzistore. Pokusi su pokazali da se i u tom slučaju dobiju zadovoljavajući rezultati.

Sklop za dobivanje prednapona izlaznih tranzistora R20, R21 i D2 određuje struju mirovanja izlaznih tranzistora i smanjuje preskočna izobličenja (crtež 4). Ukoliko se želi pretvarač koji će raditi s većim iskorištenjem ali i većim izobličenjem signala onda se ovaj sklop može izostaviti i srednji izvod sekundara transformatora Tr1 se spoji izravno na masu.

Napon s pomoćnog namotaja izlaznog transformatora N3 ispravlja se diodom D3 i nabija kondenzator C12. Dio tog napona se vodi preko Zener diode D1 koja određuje prag djelovanja na tranzistor T10. Djelilo R17, R18 određuje struju mirovanja tranzistora T4/T6 i T5/T7, a time i njihovo pojačanje. Trimer potencijetrom R18 koji je premošten tranzistorom T10 regulira se pojačanje navedenih parova tranzistora. Ovim potencijetrom se podese pojačanje napona tako da na izlazu uređaja dobijemo 220 V, stabiliziranih. Time smo dobili sklop koji uz konstantni signal oscilatora za promjenjivo opterećenje na izlazu pretvarača daje stabilan izlazni napon i stabilnu frekvenciju.

KOMPLETIRANJE

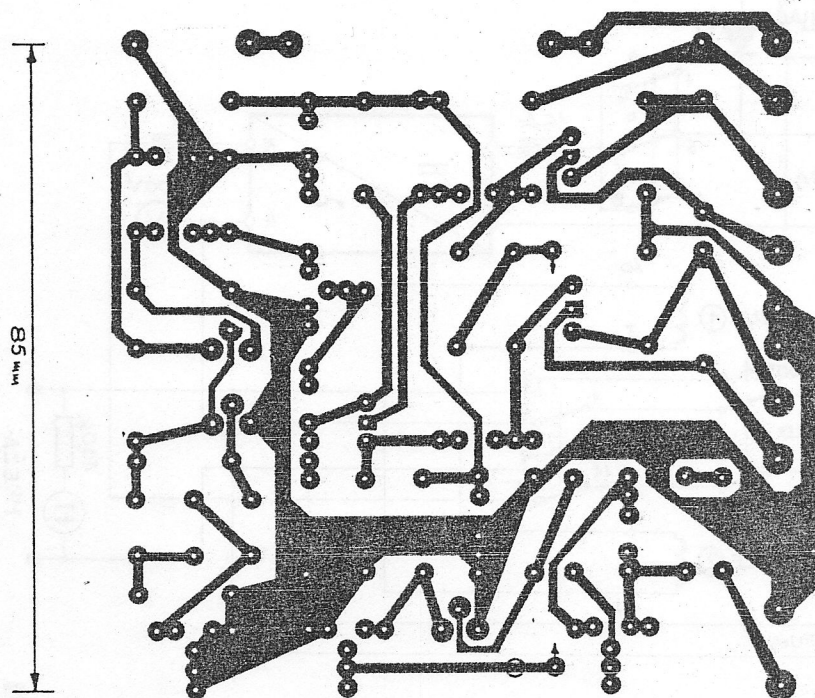
Schema kompletnog uređaja prikazana je na crtežu 5. Sam pretvarač je prikazan, radi jednostavnosti, kao blok s označenim izvodima koji su prikazani na crtežu 2.

S opisom ćemo započeti sa strane trošila. Kad nema redukcije preklopka REDUKCJA/NORMAL je u položaju NORMAL i trošilo se napaja izravno iz mreže. Svijetli signalna tinjalica MREŽA koja pokazuje da postoji mrežni napon. Kroz namotaj releja 1 teče struja i njegove kotve su u položaju 3 i 9. Releji 2 je također uključen i odspaja akumulator od pretvarača. Pretvarač ne radi, a PUNJAC puni preko diode D akumulator.

S nestankom struje otpuštaju oba releja i sklopke prebacuju u položaje 4, 5 i 8. Akumulator se spaja na pretvarač, a trošilo na izlazni napon pretvarača. Instrument na prednjoj ploči (ili, ako ga nemate, tinjalica) pokazuje da uređaj radi. Preklopnik mora, naravno, biti u položaju REDUKCJA jer bi inače trošilo bilo odspojeno.

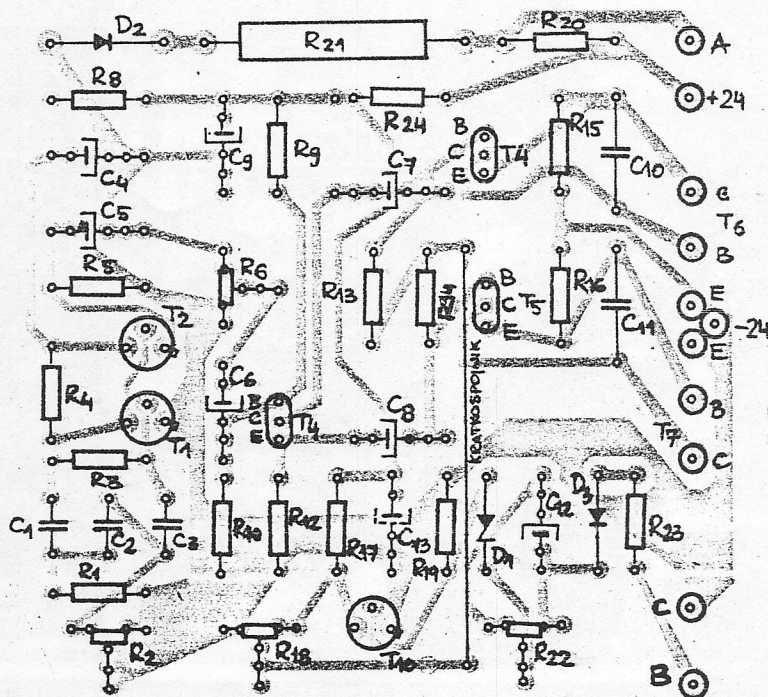
Kao što se sa crteža vidi relej 2 ima sve kontakte spojene paralelno, jer je struja kroz njega reda 10–13 A ovisno o potrošaču. Releji 1 preklapa struju oko 1 amper pa se može koristiti i slabiji. U našem slučaju smo koristili iste releje budući da se jedino njih moglo naći na tržištu.

6



Tiskana pločica u mjerilu 1:1.

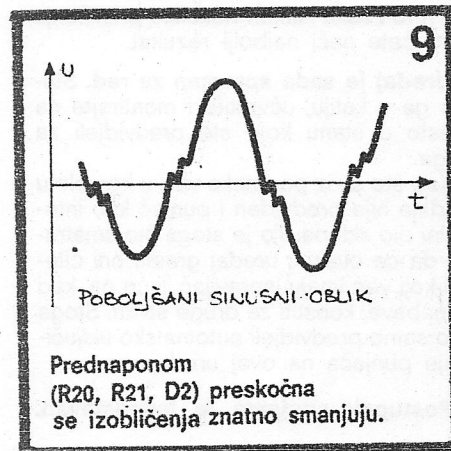
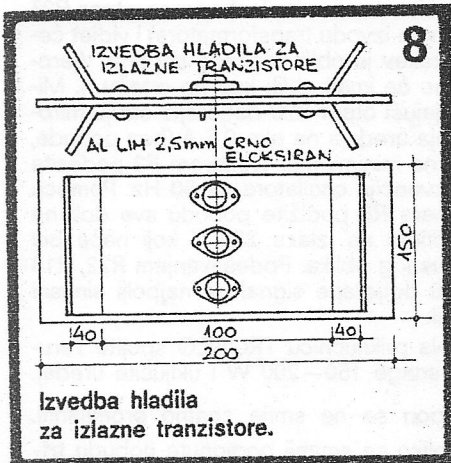
7



Raspored elemenata na tiskanoj pločici.

REALIZACIJA

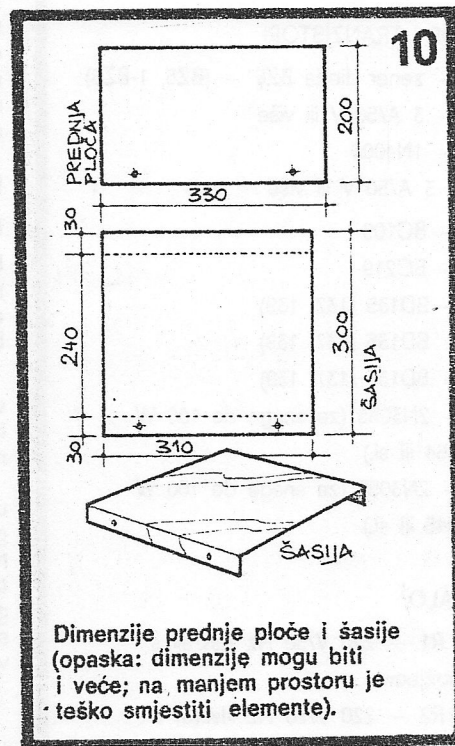
Skoro sve elektroničke komponente uređaja nalaze se na tiskanoj pločici čiji je izgled dan na **crtežu 6**. Raspored elemenata je prikazan na **crtežu 7**. Na plo-



čici se jedino ne nalaze pobudni i izlazni tranzistori, osigurači i kondenzator C13.

Nakon što ste uredno zaleмили sve elemente i ponovno pregledali pločicu montirajte je na njezino mjesto na šasiji uređaja. U našem slučaju je montirana okomito radi uštede u prostoru.

»Tranzistori 8 i 9 se sastoji od po 3 paralelno vezana tranzistora 2N3055. Ova snaga bi se dala koristiti i sa dva para tranzistora, ali je ovako pogonska sigurnost mnogo veća, a razlika u investiciji zanemariva. Tranzistori su montirani



na hladila (**crtež 8 i slika**) čiji toplinski otpor ne smije biti veći od 2°K/W . Na **crtežu** je prikazan način izrade hladila od aluminijskog lima debljine 2,5 mm. Kod izrade hladila treba paziti da plohe budu potpuno glatke i ravne kako bi dosjed između ploha bio što bolji. Ukoliko imate toplinski vodljivu pastu koristite je za toplinski vezu između ploha. Krila se međusobno zakivaju zakovicama i nakon toga buše rupe za tranzistore. Tranzistori se montiraju na izolacijske podloške, a vijci se vode kroz izolacijske pušnice. Na slici se vidi kako je riješena montaža balansnih otpornika (0,22 oma).

Ako pažljivije pogledate slike i **crtež** hladila vidjet ćete da smo mi krila montirali malo drugačije. Toplinska vrijednost je ostala ista, samo smo malo zaštedjeli na prostoru.

Hladila se montiraju na stranice šasije, a kutija na tim mjestima mora imati otvore za hlađenje. Dimenzije šasije nisu kritične i možete upotrijebiti svaku veću kutiju ukoliko je imate pri ruci. Raspored elemenata također nije kritičan jedino što treba paziti na to da se elementi koji se povezuju suviše ne udaljavaju, tj. da žice budu što kraće.

Releji su montirani na podnožja, a njihovo spajanje treba izvesti kablskim stopicama koje se zaleme na vodiče, a onda vijcima pričvrste na podnožja. Vezivanje žica izravno na podnožja ne daje pouzdan rezultat. S vremenom, naime, može doći do labavljenja spoja i prekida kontakata.

UGAĐANJE

Nakon što ste sve spojili i još jednom provjerili pođite ovim redom:

- trimmer potencijometar R2 postavite u srednji položaj



- trimmer potencijometar R6 postavite u donji položaj
- trimmer potencijometar R18 postavite u donji položaj
- trimmer potencijometar R22 postavite u srednji položaj
- u utičnicu trošila spojite žarulju snage 60 do 100 W
- mrežni gajtan utaknite u mrežnu utičnicu (treba se čuti dosta glasan »klik«)
- pune akumulatore spojite na klemu AKUMULATOR (pazite na polaritet)

Žarulja će svijetliti punim sjajem jer se pogoni iz mreže. Sada je sve spremno za probni pogon.

POPIS UPOTRIJEBLJENOG MATERIJALA

OTPORNICI

- R1 – 15 mm
- R2 – trimmer 50 koma/lin
- R3 – 270 – 390 koma
- R4 – 2,2 koma
- R5 – 470 oma/0,5 W
- R6 – trimmer – 1-2,2 koma/lin
- R7 – 12-15 koma
- R8 – 180 oma
- R9 – 15 koma
- R10 – 15 koma
- R11 – 330 oma/0,5 W
- R12 – 330 oma/0,5 W
- R13 – 15 koma
- R14 – 15 koma
- R15 – 150 oma
- R16 – 150 oma
- R17 – 2,2 koma
- R18 – trimmer – 2-2,5 koma/lin
- R19 – 1 kom
- R20 – 8,2-3,9 koma
(za struju mirovanja 0,5 – 0,8 A)
- R21 – 2,2 oma/5 W
- R22 – trimmer 10 koma/lin
- R23 – 3,9 koma
- R24 – 47 oma

KONDEZATORI

- C1 – 0,1 uF
- C2 – 0,1 uF
- C3 – 0,1 uF
- C4 – 47-100 uF/40 V
- C5 – 22 uF/25 V
- C6 – 22 uF/25 V
- C7 – 22 uF/25 V
- C8 – 22 uF/25 V
- C9 – 100 uF/40 V
- C10 – 0,68 uF
- C11 – 0,68 uF
- C12 – 47 uF/25 V
- C13 – 0,18 – 0,33 uF/1000 V

DIODE I TRANZISTORI

- D1 – zener dioda BZ6 – (BZ5, 1-BZ6)
- D2 – 3 A/50 V ili više
- D3 – 1N4006
- D – 3 A/50 V ili više
- T1 – BC109
- T2 – BC219
- T3 – BD135 (137, 139)
- T4 – BD135 (137, 139)
- T5 – BD135 (137, 139)
- T6 – 2N3055 (za snage do 100 W 2N3054 ili sl.)
- T7 – 2N3055 (za snage do 100 W 2N3045 ili sl.)

OSTALO

- Rele R1 – 220 V/50 Hz »Iskra« s podnožjem
- Rele R2 – 220 V/50 Hz »Iskra« s podnožjem
- Tinjalica 220 V
- Osigurač 1 A s kućištem
- Osigurač 16 A s kućištem
- Kleme 4 komada
- Mrežni gajtan
- Utičnice 2 komada
- Instrument 300 V/50 Hz
- Preklopka 2 x 2 položaja

Transformatori

- Tr1 – S = 6 cm² ili više, primar 2 x 90 zavoja Ø 0,6 mm Cul.
- Sekundar 2 x 3D zavoja Ø 0,8 Cul
- Tr2 – S = 16 cm² ili više, primar 2 x 24 zavoja Ø 1,6 mm.
- Sekundar 1 620 zavoja Ø 0,45 Cul.
- Sekundar N3 30 zavoja Ø 0,5 Cul
- Hladila (vidi tekst) 3 komada
- Izolacijske pločice, tester klem, kabelaške stopice i dr. prema izvedbi.

Izvučite utikač iz mreže. Opet se mora čuti »klik« i žarulja će svijetliti, ali vjerojatno ne punim sjajem. Instrument će pokazati koliki je izlazni napon pretvarača. U ovoj fazi bi vam izuzetno dobro došao osciloskop pa ga nastojte posuditi. Priključite sondu osciloskopa na otpor R23 (prema izvodu transformatora) i vidjet ćete kakav je oblik izlaznog napona. Vjerojatno će imati oblik kao na crtežu 4. Mijenjajući otpor R20 dotjerajte struju mirovanja uređaja na oko 0,6 A (bez pobude, R6 na minimumu). Trimerom R2 podesite frekvenciju oscilatora na 50 Hz. Pomoću trimera R6 podižite pobudu sve dok ne dobijete na izlazu 220 V koji neće biti sinusnog oblika. Podešavanjem R22, R18 i R6 dotjerajte signal na najbolji sinusni oblik.

Na priključnicu TROŠILO spojite žarulje snage 150–200 W i uključite uređaj.

Napon se ne smije znatno promijeniti.

Ukoliko se smanji podignute pobudu trimmerom R6 i povećajte regulaciju trimmerima R18 i R20. Nakon nekoliko približenja brzo ćete naći najbolji rezultat.

Uređaj je sada spreman za rad. Stavite ga u kutiju, učvrstite i montirajte na mjesto u stanu koje ste predvidjeli za njega.

Kao što se iz podataka vidi, u kompletu uređaja nije predviđen i punjač kao integralni dio sklopa. To je stoga što smatramo da će ovakav uređaj graditi oni čitatelji koji već imaju ispravljač ili će ga, kad ga nabave, koristiti za druge stvari. Stoga smo samo predvidjeli automatsko uključivanje punjača na ovaj uređaj.

Postupak spajanja je jednostavan.

Ukoliko imate ispravljač s regulacijom napona i ograničenjem struje (slični uređaji su više puta objavljivani u časopisu) postavite izlazni napon na 14,5 V, a struju na 2–3 A (ovisno o trošilu) i sve spojite.

Sve dok se akumulator ne napuni na iznos 13,8 V ispravljač će davati struju, a nakon toga punjenje prestaje. Na taj se način akumulator ne može prepuniti. Ukoliko imate punjač bez regulacije struje nakon nekog vremena prekontrolirajte napunjenost akumulatora. Ukoliko ih prepunite dolazi do razvijanja plinova, a taj miris... Uređaj u punom pogonu troši oko 12 A (ovisno o naponu akumulatora) pa za ritam redukcije »svaki treći dan po 9 sati« treba imati kapacitet akumulatora od oko 120 Ah. Ukoliko trošilo ne radi stalno (a to je najčešći slučaj) može se uzeti i slabiji akumulator. Kapacitet ćete jednostavno odrediti iz vremena rada pretvarača i struje trošila. Imate, na primjer trošilo od 100 W koje radi približno polovicu vremena. U tom će slučaju potrošiti približno $100/24 \times 1,3$, tj. približno 5 Ah x 5 sati – 25 Ah. Akumulator smijemo isprazniti do približno polovice kapaciteta, pa će u ovom slučaju trebati nabaviti akumulator kapaciteta 55 Ah.

mr Goran Stojkovski

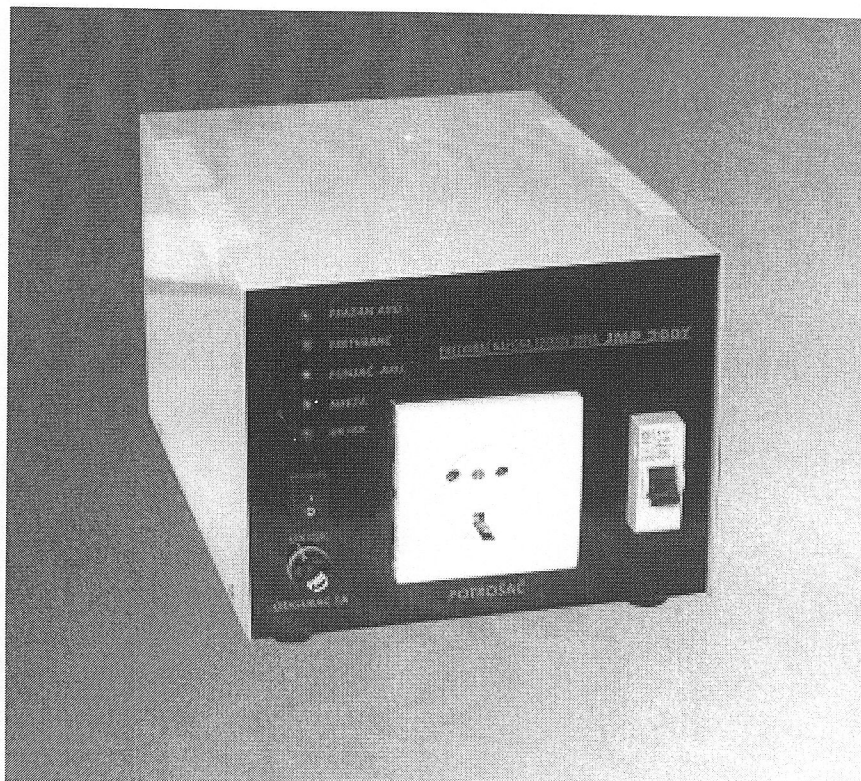


TV SERVIS PROKO

Pretvarač napona 12/220V

Ali kakav?.....Kompletan

U stranoj i domaćoj literaturi postoji veliki broj objavljenih konstrukcija ali sve one imaju ne-ki nedostatak: ili su skupe, ili ne rade dovoljno pouzdano ili nemaju po neku od funkcija koje su potrebne za kvalitetan i pouzdan rad. Zato je autor odlučio da napravi neku "svoju" konstrukciju koja je ubedljivo najjeftinija (bar prema ovome što smo do sada mogli da vidimo među objavljenim rešenjima), a uz to zadovoljava osnovne kriterijume o pouzdanosti.

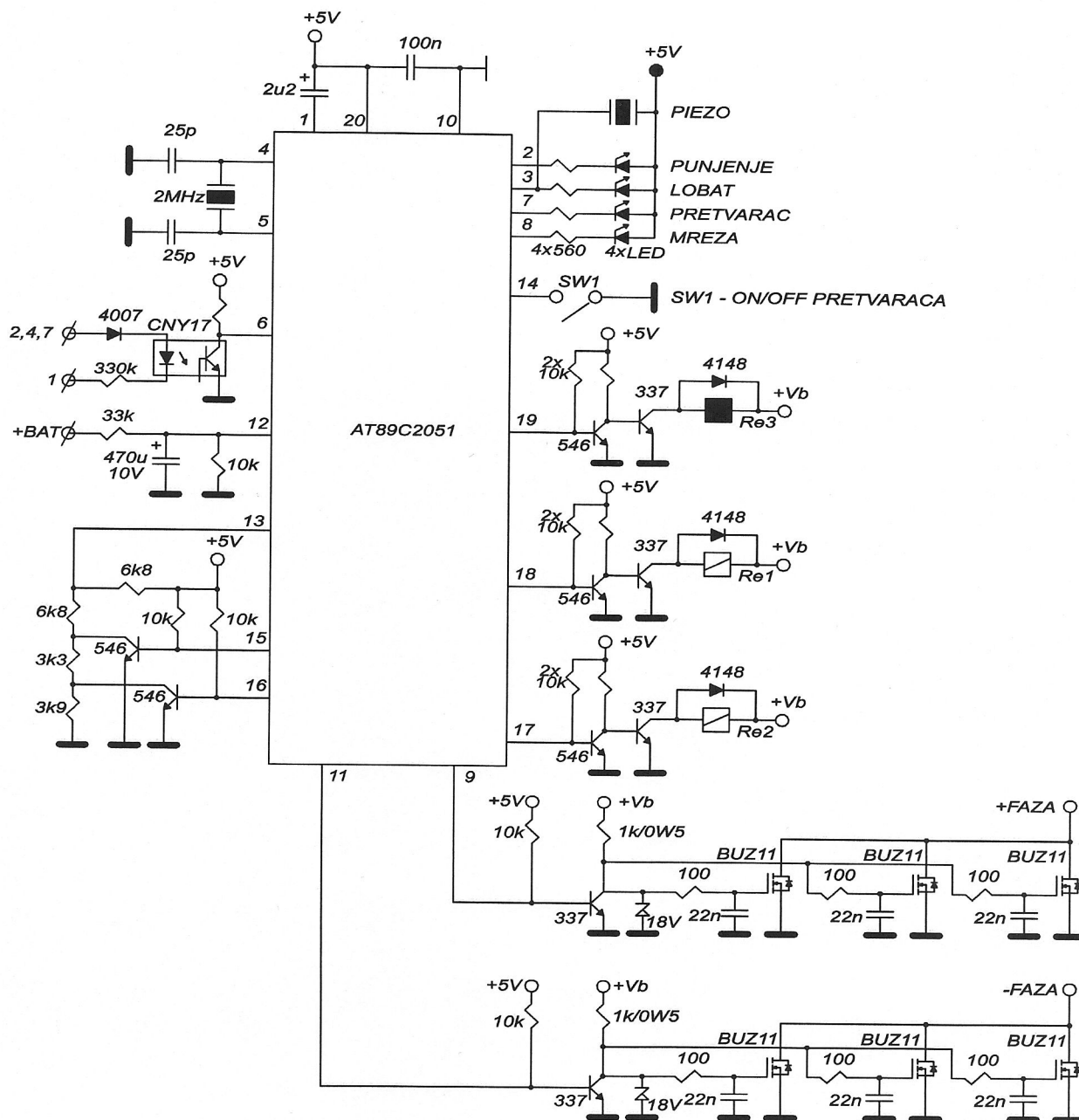


Umesto gomile hardvera upotrebljeno je jedno jedino integrisano kolo, mikrokontroler AT89C2051 i par elemenata oko njega. Naravno, potreban je i softver koji kontroliše rad celog pretvarača/punjača akumulatora (dostupan kod autora projekta).

Princip rada ovakvih pretvarača je verovatno poznat, ali nije na odmet da se podsetimo: U izlazu se nalaze dva (ili dve grupe) prekidačka tranzistora koji naizmenično uključuju jedan ili drugi namotaj transformatora, dok je srednji kraj transformatora vezan na +pol napajanja. Na ovaj način dobija se naizmenično magnetno polje u samom transformatoru, a na izlazu dobijamo naizmenični napon uvećan onoliko puta koliki je odnos transformacije. U ovoj konstrukciji izabrani su FET tranzistori zbog male otpornosti (R_{ds}) u stanju vođenja, pa se prema tome dobija i mala disipacija na tranzistorima, odnosno bolje korisno

dejstvo pretvarača. Ali, da krenemo od početka. Čitaoci koji slabo poznaju arhitekturu mikrokontrolera AT89C2051 verovatno neće sve razumeti, ali za izradu ovog pretvarača to nije ni potrebno. Sva elektronika se napaja iz akumulatora napona 12 V. Kao što se vidi na šemi, tu je i stabilizator napona 7805 koji obezbeđuje napon +5 V za napajanje kontrolera i ostalih elemenata kojima je potreban stabilan napon za rad. Po uključenju napajanja, mikrokontroler se resetuje, za šta je "zadužen" kondenzator 2,2 μ F vezan na pin 1. Svi izlazi mikrokontrolera (port 1 i port 3) su nakon reseta postavljeni na logičko "1". To znači da su svi relei, LE diode i izlazni tranzistori u isključenom stanju. Zatim se posmatra napon baterije pomoću analognog komparatora koji se nalazi u mikrokontroleru (nožice 12 i 13). Na nožicu 12 se preko razdelnika 33 k/10 k dovodi napon koji se meri, a na nožici 13 je referentni napon koji se po po-

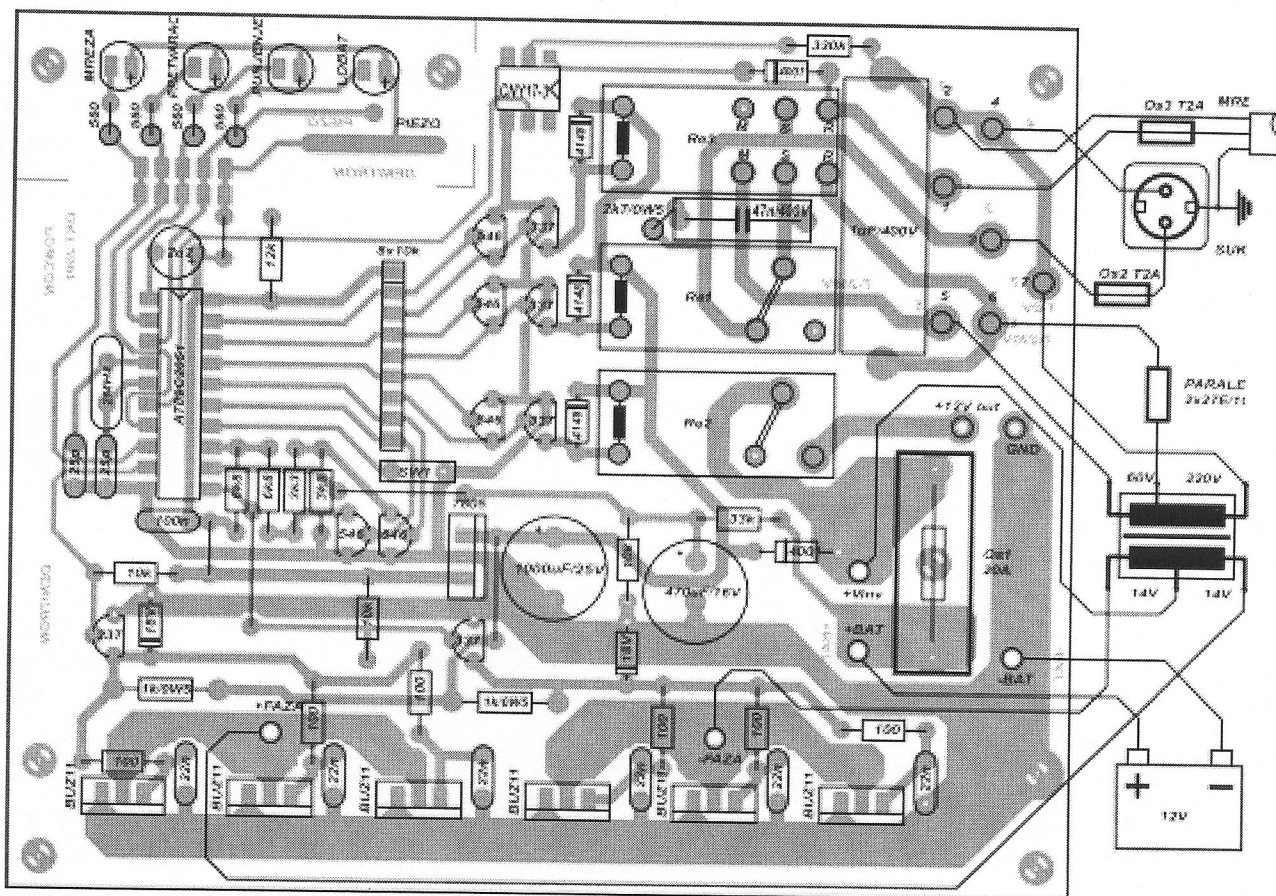
*Autor: Dragan Denić
tel. 018 714-184*



trebi menja sa dva tranzistora BC546 vezana na pinove 15 i 16. Kondenzator 470 μ F/10V na pinu 12 usporava promene merenog napona na razdelniku. Kod prvog uključenja na napajanje, dok se napuni ovaj kondenzator, kontroler detektuje nizak napon akumulatora i dok se ne uspostavi stvarna vrednost napona blinka LE dioda "LOBAT". Zatim se uključuje pretvarač (naravno ako napon akumulatora nije ispod 10.8 V) naizmeničnim uključivanjem grupe tranzistora veza-

nih na priključke transformatora označene sa "+FAZA" i "-FAZA" – svetli dioda "PRETVARAC". Za sve ovo vreme releji Re1 i Re3 su u isključenom stanju pa je zato utičnica za potrošač vezana na napon transformatora 220 V+60 V. Napon od 60 V se dodaje na napon 220 V da bi se imao približno isti odnos transformacije (uračunati su i padovi napona na prekidačkim tranzistorima). Kondenzator 1 μ F/400 V je vezan na namotaj transformatora 220 V i osim što "upija"

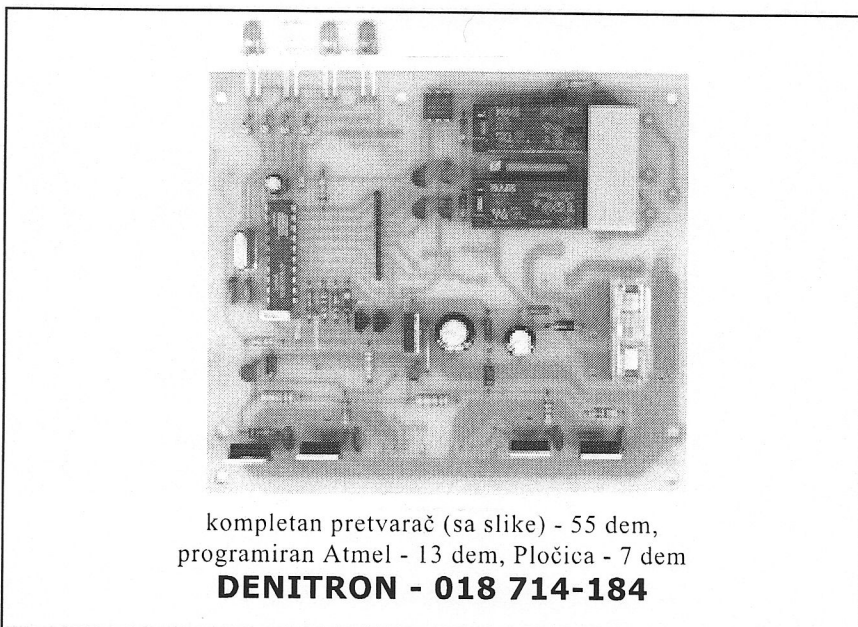
naponske pikove koji se kod ovakvog načina rada obavezno pojavljuju, doprinosi da izlazni napon nalikuje na sinusni oblik. Celo dosadašnje izlaganje se odnosi na situaciju kada mrežni kabl nije uključen na mrežu. Posmatranje mrežnog napona obavlja se na pinu 6 preko optokaplera CNY 17-3, diode 1N4007 i otpornika 330k. U slučaju dolaska stabilnog mrežnog napona (preko 160 V) uključuje se LED "MREŽA". Ako je napon stabilan u vremenu od 10 sekundi, pretvarač pre-



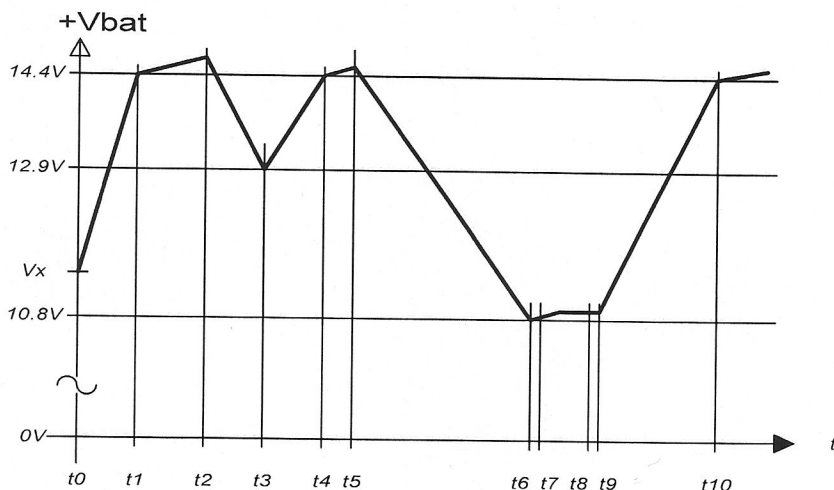
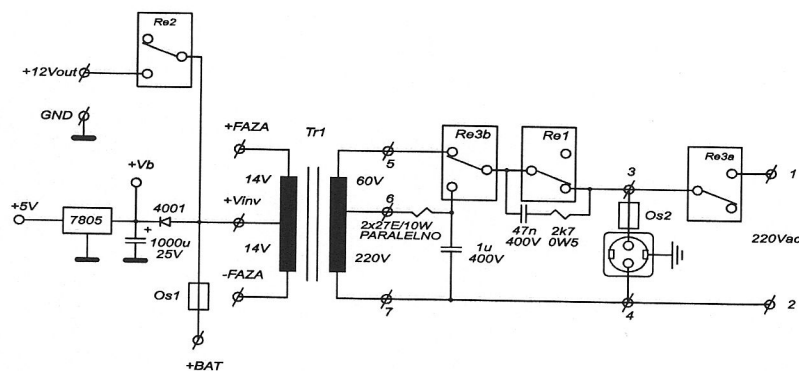
staje da radi a potrošač se uključenjem relea Re1 i Re3 prebacuje na mrežu. Malo kasnije (1 sekundu) isključenjem relea Re1 se uključuje namotaj transformatora 220 V na mrežu i na taj način počinje proces punjenja (LED "punjenje") akumulatora (pogledajte dijagram na slici). Akumulator se pu-

ni preko inverznih dioda u FET tranzistorima. Maksimalna struja punjenja ograničena je sa dva paralelno vezana otpornika 27 E/10 W u primarnoj strani transformatora (testirano na akumulatoru 12 V/97 Ah). Ovi otpornici mogu se eksperimentalno odrediti u zavisnosti od kapaciteta upotre-

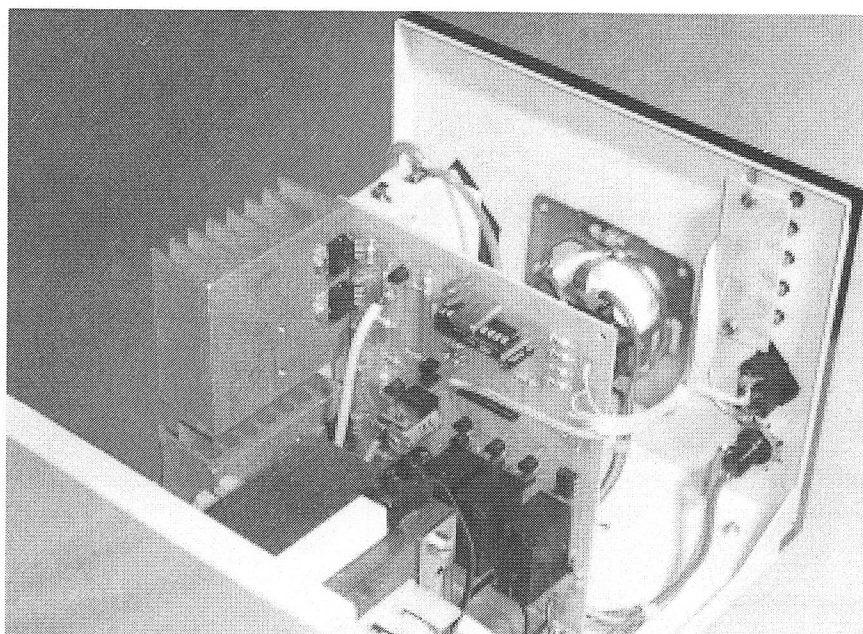
bljenog akumulatora, kao i od napona (2x14 V) na sekundarnoj strani trafoa. Kod punjenja akumulatora posebna pažnja je obraćana na održavanje njegovog kapaciteta: puni se do 14.4 V i posle detekcije ovog praga produžava punjenje još 10 minuta a zatim se lagano prazni (zbog rada celog uređaja sa akumulatorskim napajanjem) do 12.9 V (akumulator je još uvek pun) kada se ponovo uključuje dopunjavanje. Ovaj režim stalnog dopunjavanja i laganog pražnjenja doprinosi dužem veku trajanja akumulatora. Ponovni nestanak mrežnog napona prebacuje releje Re1 i Re3 u odgovarajući položaj, gasi LED "mreža" i uključuje LED "pretvarač". Istovremeno se uključuje i rele Re2 koji uključuje 12 V sa akumulatora za slučaj da je potrebno napajati još neki potrošač sa napajanjem 12 V (npr. Fluo cevi za osvetljenje sa odgovarajućim pretvaračem). Ovaj rele se može izostaviti ako vam ovakav izlaz nije potreban. Ako se ne želi automatsko uključivanje pretvarača po detekciji pada mrežnog napona potrebno je uključiti prekidač SW1, što ne utiče na ostale funkcije



kompletan pretvarač (sa slike) - 55 dem,
programiran Atmel - 13 dem, Pločica - 7 dem
DENITRON - 018 714-184



- t0 - uključenje i početak posmatranja napona akumulatora (svetli LED MREZA i PUNJENJE)
 t1 - punjenje do 14.4V
 t1, t2 - dopunjavanje za vreme od t1 do t2 (10 minuta)
 t3 - pražnjenje do 12.9V (svetli LED MREZA)
 t4 - punjenje do 14.4V (svetli LED MREZA i PUNJENJE)
 t5, t6 - trenutak nestanka mrežnog napona i prelazak na baterijski rad
 (start pretvarača, svetli LED PRETVARAC, ako je SW1 OFF, LED PRETVARAC blinka)
 t6, t7 - pretvarač radi, blinka LED LOBAT i zvučni signal iz bipera, 2minuta
 t7 - trenutak prestanka rada pretvarača (sporo blinka LED LOBAT)
 t8 - trenutak pojave mrežnog napona (svetli LED MREZA)
 t9 - nakon 10 sec početak punjenja (svetli LED MREZA i PUNJAC)
 t10 - punjenje do 14.4V



uređaja. Za vreme nestanka mrežnog napona u tom slučaju blinka LE dioda "pretvarač".

Sve vreme dok pretvarač radi posmatra se napon u mreži (optokapler CNY 17-3) i napon na akumulatoru. Kada napon akumulatora padne na 10.8 V (prazan akumulator) počinje da blinka LED "lobat" i čuje se zvuk (4 kHz) iz piezo zvučnika, ali pretvarač radi još narednih 2 minuta. Nakon tog vremena pretvarač se isključuje, a LED "lobat" sporije blinka. U ovoj situaciji, pošto je celokupno napajanje iz akumulatora, on će se neznatno prazniti preko otpornika za pobudu izlaznih tranzistora i blinkanjem diode "lobat". Bitno je pomenuti da tada nijedan od relea nije uključen, tj. nema nikakve značajnije potrošnje akumulatora.

Ova koncepcija uređaja nam je omogućila da bez izmena hardvera sagrađimo nekoliko modela sa različitim snagama pretvarača i različitim kapacitetima akumulatora: od 7 do 140 Ah. Izlazna snaga pretvarača zavisi od veličine upotrebljenog transformatora, ali i od broja izlaznih tranzistora. Iskustva pokazuju da je za snagu 100 W dovoljno upotrebiti po jedan tranzistor u grani, za 200 W po dva, za 300 W po tri, a ako se želi veća snaga, mogu se upotrebiti i neki drugi tranzistori sa većom strujom I_{ds} i manjim otporom u zasićenju R_{ds} , npr. BUZ 111, a ako je neko zaljubljenik u "klasiku" tj. klasične tranzistore, mogu se u izlazu staviti IGBT tranzistori, ali se u tom slučaju mora voditi računa o odgovarajućem prenosnom odnosu transformatora.

PUŠTANJE U RAD I PODEŠAVANJE

Uređaj se instalira jednostavnim priključivanjem kablova na akumulator i uključivanjem mrežnog kabla. Naknadno podešavanje nije potrebno. Na osnovu iskustva od više od pedeset sklopljenih uređaja, autor je slobodan da kaže da je sa ovom koncepcijom izuzetno zadovoljan, i da čitaocima i eventualnim konstruktorima stoji na raspolaganju za sve eventualne konsultacije.

PRETVARAČ NAPONA 12 V DC/220 V AC (24/220)

Pretvarač napona namjenjen je za pretvaranje istosmjerne struje koju dobivamo iz akumulatora 12V na izmjeničnu struju napona 220 V i frekvencije 50 – 60 Hz. Na ovaj pretvarač se mogu priključiti obične žarulje za 220V, TV prijemnik, štedne žarulje, pumpa centralnog grijanja, što je ovisno o snazi koju daje pretvarač. U opisu koji slijedi opisat ću pretvarač snage 300 VA (210W) za napon 12V, a sa ovom istom elektronikom moguće je uz manje promjene (BUZ11 => IRF 540 i transformator sa drugim namotom) pretvarati napon 24V na 220V i ujedno dobiti duplo više snage.

Način rada

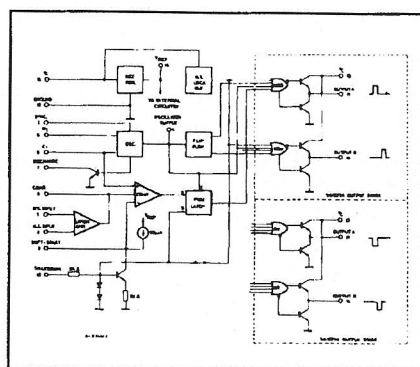
Čitav pretvarač baziran je na samo jednom IC-u. To je SGS-ov PWM (pulsno-širinski modulator) SG 3525. Cijena samog SG 3525 je oko 10KN (Chipoteka Zagreb) pa do 25KN, što ovisi o trgovini-dobavljaču, a manje više ima ga svaka bolje opskrbljena trgovina elektroničkim komponentama. On u sebi sadrži sve potrebne sklopove za izradu jednostavnog a kvalitetnog pretvarača napona koji na izlazu daje širinsko modulirani

ni pravokutni valni oblik, tj. izlazni napon je stabilan bez obzira da li pretvarač radi u praznom hodu ili je priključeno opterećenje. Blok shema SG 3525 prikazana je na slici 1, a električna shema pretvarača prikazana je na slici 2. SG 3525 u sebi sadrži oscilator čija se frekvencija može podesiti u granicama 100 Hz do 500 KHz. U ovom slučaju frekvencija je podešena na 110 Hz a određena je otpornikom R5, R6 i kondenzatorom C1.

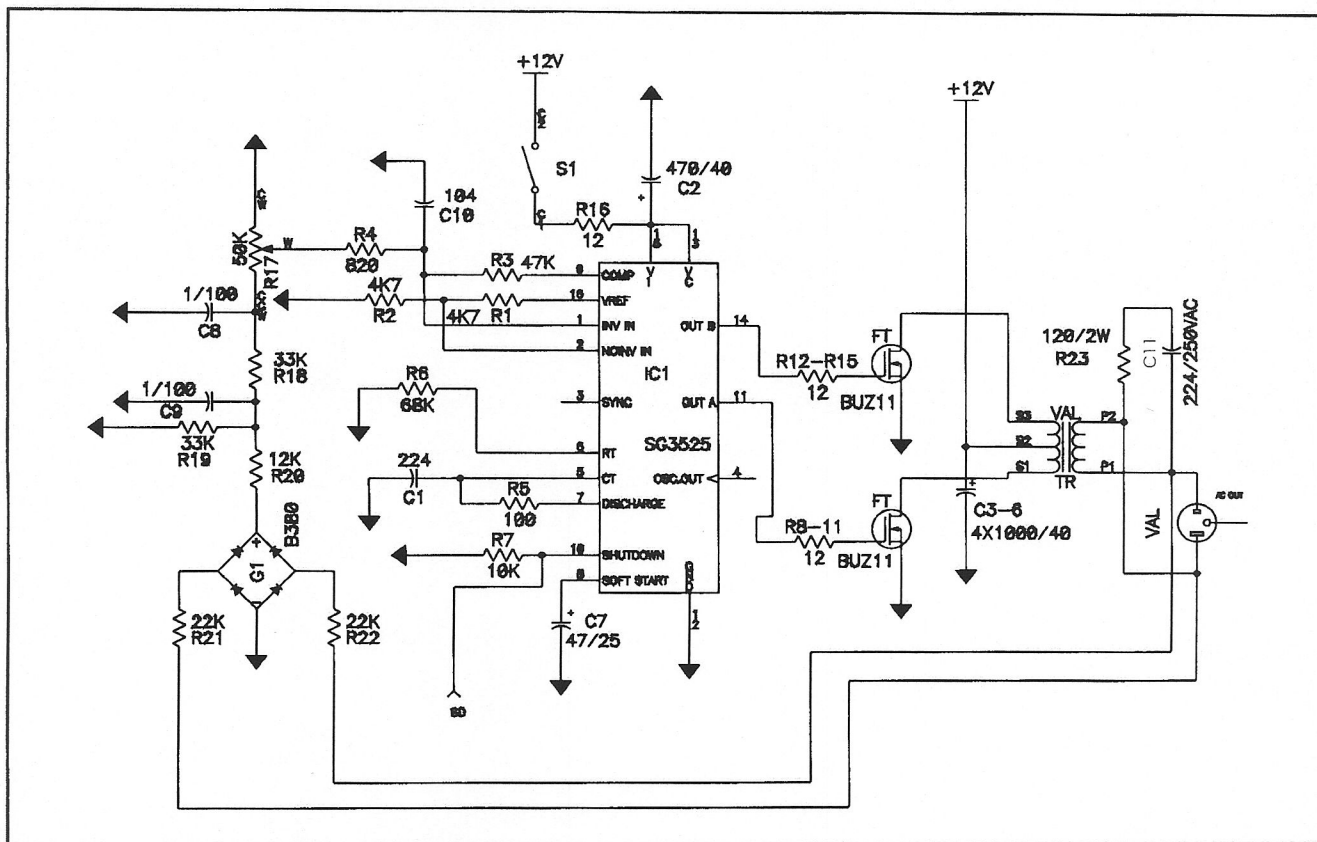
Frekvencija se približno može izračunati prema formuli:

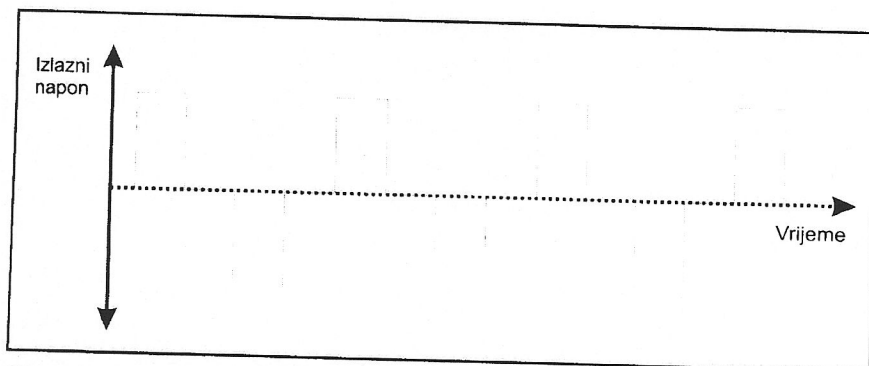
$$f = 1 / C1 (0.7 R6 + 3 R5)$$

Izlazna frekvencija iz IC-a je 55 Hz jer se unutar dijeli sa flip-flopom što se vidi na slici 1. Frekvenciju od 55 Hz sam odabrao zato jer je to srednja frekvencija između 50



Slika 1: Unutar integriranog kruga SG 3525 nalaze se svi sklopovi, neophodni za realizaciju jednog DC-AC pretvarača





Slika 3: Napon pretvarača je pravokutnog valnog oblika i promjenjivog trajanja

i 60 Hz, a moguće ju je postići sa standardnim vrijednostima elemenata (R5, R6 i C1), uštedjevši pritom jedan precizni trimer serije 64W (čija je cijena oko 15 KN). Ova ne-standardna frekvencija neće smetati niti jednom uređaju (osim digitalnom satu, koji se sinhronizira iz mreže). Na pin 1 dovodi se napon povratne veze koji se dobiva ispravljanje izlaznog izmjeničnog napona 220 V a uzima se preko otpora R21, 22. On se spravlja u ispravljaču G1, a zatim se taj ispravlje-

ni napon filtrira preko elemenata R20, R19, C9, R18, C8 i trimrom R17, s kojim se ujedno vrši podešavanje izlaznog napona, i otpornika R4. Na pin 1 također se dovodi napon povratne veze preko otpornika R3 sa izlaza komparatora čiji su ulazi pin 1 (invertirajući) i pin 2 (neinvertirajući) a izlaz pin 9. Pin 9 ujedno služi i za frekvencijsku kompenzaciju, kojom se smanjuje pojačanje komparatora a time postiže bolja regulacija izlaznog napona. Na neinvertirajući

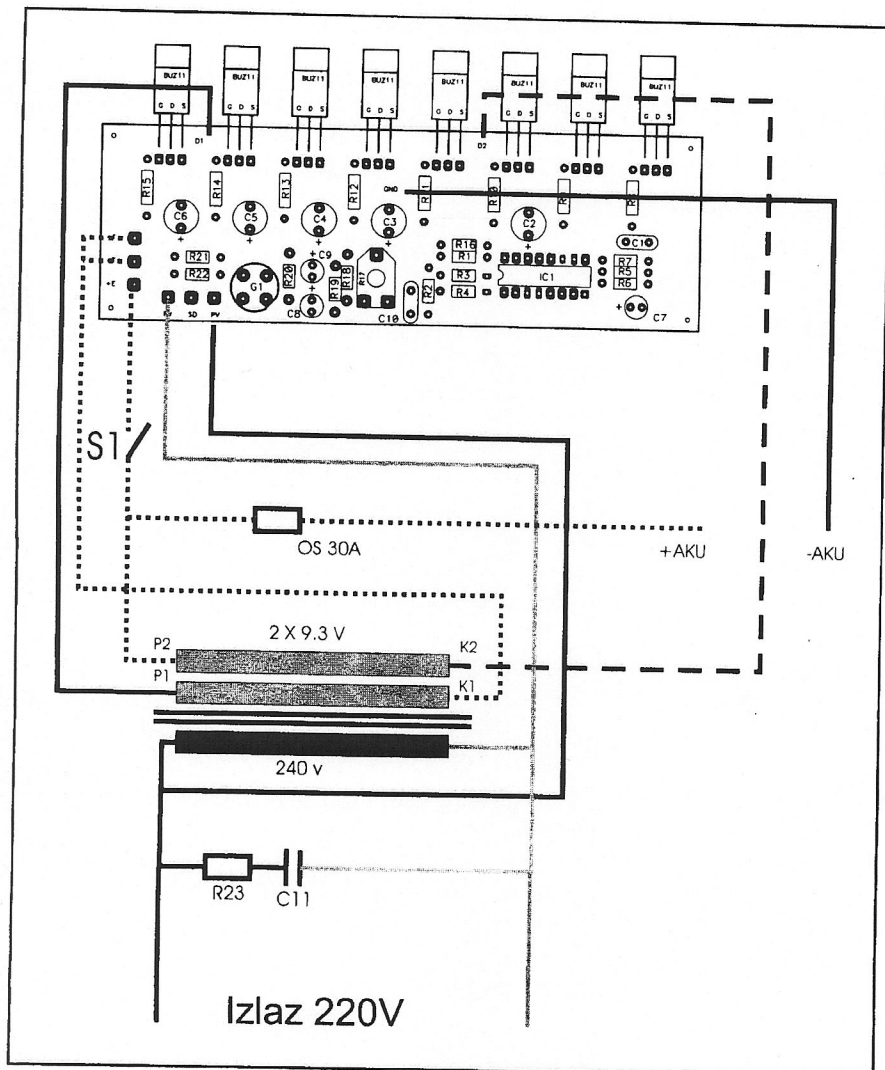
ulaz komparatora dovodi se sa djelatelja napona R1 i R2 pola referentnog napona (referentni napon na pinu 16 iznosi tipično 5.1V). Na pinu 4 možemo izmjeriti frekvenciju oscilatora koja u ovom slučaju iznosi oko 110 Hz. Pin 8 je ulaz za soft start. Elektrolitski kondenzator C7, koji je priključen na taj pin, određuje kojom će brzinom izlazni napon porasti na svoju maksimalnu vrijednost odnosno, za koje će vrijeme izlazni PWM signal postići svoju maksimalnu širinu. Kod pretvarača za veće snage, tj. tamo gdje su veći transformatori, bolje je da je to vrijeme duže odnosno da širina sporije raste. Tako ćemo u trenutku uključanja izbjeći velike udare struje, jer transformator u trenutku uključanja predstavlja kratki spoj (sve dok se ne postigne magnetizacija jezgre). Vrijednost kondenzatora C7, bez obzira na odabrani kapacitet, u toku rada poslije uključanja nema nikakvu daljnju ulogu. Pin 10 predstavlja ulaz za shut down odnosno za gašenje pretvarača bez isključenja napajanja pretvarača. Taj ulaz je spojen preko R7 na masu. Ako se na njega dovede pozitivan napon, pretvarač će se isključiti, a kada se napon odspoji, ponovno će djelovati soft start i pretvarač će ponovno raditi. Napon napajanja IC SG 3525 dovodi se preko otpornika R16 na pin 15, koji napaja sve sklopve unutar IC-a, i na pin 13, koji posebno napaja izlazni stupanj IC-a. Napon na pinovima 13 i 15 dodatno je filtriran elektrolitskim kondenzatorom C2.

PWM signal dobiva se na pinovima 11 i 14, a sa njih se signal preko otpornika R8-R11 i R12-R15 dovodi na gate (G) elektrode svakog snažnog FET izlaznog tranzistora posebno. Izlazni stupanj je izrađen sa dvije grupe od po četiri snažna FET-a BUZ 11. Sve source (S) elektrode su spojene na masu dok su drain (D) elektrode od svake grupe spojene svaka na jedan kraj transformatora. Srednji izvod transformatora je spojen na +12V. Na srednji izvod je također spojena i grupa elektrolitskih kondenzatora C3-C6, koji služe za "utvrđivanje" napona napajanja. U principu se može staviti samo jedan kondenzator kapaciteta 1000uF ali je bolje, ako je taj kapacitet što veći.

Na sekundarnoj strani transformatora, odnosno na izlazu, nalazi se RC filter koji "pegla" izlazni napon tako da nema oštih vrhova. Izgled valnog oblika izlaznog napona prikazan je na slici 3.

Izrada

Tiskana pločica je jednostrana, a raspored elemenata prikazan je na slici 4. Redoslijed



Slika 4: Raspored elemenata na tiskanoj pločici i način spajanja

popunjavanja pločice ne treba posebno opisivati, osim preporuke da IC postavimo kao posljednji element. Izlazne fetove BUZ 11 možemo montirati ili sa strane elemenata, tako da stoje vertikalno, ili ispod štampane pločice, tako da svojom "leđnom" površinom leže na kućištu metalne kutije a izvodi su savijeni prema gore. Fetove treba međusobno električki izolirati ili svaku grupu fetova staviti na poseban hladnjak. Za hlađenje je dovoljan i deblji komad aluminijskog lima, jer se u radu fetovi ne griju previše čak i kod punog opterećenja.

Površine D1, D2 i GND na štampanoj pločici bilo bi dobro pojačati, tako da ih pokrijemo tanjim slojem lema. D1 se spaja na jedan kraj transformatora, D2 na drugi kraj, a GND na minus pol akumulatora. Spajanje je najbolje izvesti licnom od 4 mm². Izvodi +T se spajaju na srednji kraj transformatora a srednji kraj se spaja na +12V preko osigurača. Za 300 VA treba predvidjeti osigurač od 30A.

Izvod +E se spaja preko prekidača za paljenje/gašenje na srednji izvod transformatora. Izvodi PV se spajaju na sekundar transformatora, odnosno na izlaznu priključnicu, kao i RC filter sastavljen od otpornika 120/2W i kondenzatora 0.22uF/250VAC.

Na električnoj shemi, zbog preglednosti nisam ucrtao 2 X 4 izlazna FET-a, jer se oni

spajaju paralelno, dok je to na tiskanoj pločici sve izvedeno. Naravno, ako radite pretvarač manje snage, htio fetova možete smanjiti.

Prvo uključenje

Provjeriti još jednom ispravnost spajanja. Umjesto osigurača 30A staviti osigurač 10A. Spojiti V-metar na izlazne priključnice.

Spojit minus i plus pol na akumulator.

Uključiti pretvarač prekidačem. Kada se uključi, trebalo bi se začuti brujanje transformatora a na izlazu bi se trebao izmjeriti neki napon, čiji iznos ovisi o položaju trimera R7. Dobro bi bilo prije uključjenja trimera zakrenuti u krajni ljevi položaj odnosno na minimum.

Trimerom R7 zatim podesiti izlazni napon na 220V i time bi, što se podešavanja tiče, sve bilo gotovo.

Sada se može priključiti kao potrošač žarulja od 60W kako bismo vidjeli, da li radi regulacija. Promjene izlaznog napona mogu biti 5 do 10V.

Sada možete prekidačem ugasiti pretvarač pa onda ponovno upaliti sa priključenim opterećenjem i pratiti kako se pali žarulja. Ako je sve u redu, trebala bi se paliti postepeno do maksimalne jačine svjetla. Ako se pali naglo, treba provjeriti elektrolit C7.

Ako je sve prošlo u redu možete isključiti

pretvarač, staviti 30A osigurač i ponovno upaliti te pokušati sa punim opterećenjem od 200 do 300 W (upotrijebiti odgovarajući broj žarulja).

Izrada transformatora

Transformator se može motati na standardnoj EI ili na toroidni jezgri. Ako motate na EI jezgri, bitno je da se primarni namotaji motaju bifilarno. Ja osobno preferiram toroidne transformatore, posebno zbog manjih dimenzija i manjih gubitaka, a primijetio sam da mogu dobiti i nešto više snage. Ako naručujete motanje transformatora, naručite ga u kontekstu:

- Primar 240V
- Sekundar 2 X 9.3 V u praznom hodu, struja maksimalna

a za standardni EI trafo još dodati da se sekundar mota bifilarno (to znači da oba namota sekundara, koja mi u stvari koristimo kao primarne namote, trebaju biti simetrični tj. da njihovi omski otpori budu isti). Prilikom spajanja valja obratiti pažnju na raspored izvoda kod bifilarnog namota (oba početka su na jednom a oba kraja namota su na drugom kraju), te za srednji izvod transformatora treba spojiti kraj prvog namota sa početkom drugog namota kako se vidi na slici 4.

Iskustva iz primjene

Već dosta vremena bavim izradom razno-raznih pretvarača. Iz početka sam radio po tuđim shemama a kasnije razvijao svoja vlastita rješenja (NE555, NE556, CD 4047 ...). Pojedini sklopovi su bili dosta komplicirani, posebno ako se ide na povratnu vezu i regulaciju izlaznog napona. Stoga me ovo rješenje sa SG 3525, u kojem se nalaze svi potrebni sklopovi, oduševilo i zbog cijene i zbog jednostavnosti.

Što se same primjene tiče, problemi se mogu javiti kod specifičnih trošila kao FC rasvjeta, gdje se cijevi neće upaliti, i u glavnom kod induktivnih trošila. Pumpa centralnog grijanja, npr., radi bez problema. Moderni TV uređaji sa switching mrežama rade također bez problema, rasvjeta sa štednim lampama radi također, i čak jednom prilikom lampe kupljene u Mađarskoj su se pale na 60 VAC !? i normalno svjetlile.

Za sada toliko, a uskoro iz moje radionice stižu jedan jednostavniji UPS (nije pogodan za računala) i jedan "pravi" UPS, koji će moći zaštititi i vaše računalo od ispada struje...

Pozicija	Vrijednost	Napomena
R1,R2	4K7 1/4W	
R3	47K	
R4	820	
R5	100	
R6	68K	
R7	10K	
R8-R16	12	
R17	50K trimer horiz PIHER	
R18,R19	33K	
R20	12K	
R21,R22	22K	
R23	120/2W	
C1	220Nf	5 mm raster
C2	470/40 RADIAL ELKO	
C3-C6	1000/25 RADIAL ELKO	za verziju 24V 1000/35
C7	47/25 RADIAL ELKO	
C8,C9	1/100 RADIAL ELKO	
C10	100Nf 63V	5 mm raster
C11	220 nF 250 VAC	
G1	B380C1500	okrugli
IC1	SG 3525	
FT1-FT8	BUZ 11	za verziju 24V IRF 540
OS	30A	auto osigurač plosnati
TR	300VA PRIMAR 240V SEKUNDAR 2 X 9.3V u praznom hodu, struja maksimalna	600VA PRIMAR 240V SEKUNDAR 2 X 21V u praznom hodu, struja maksimalna

DC/AC Pretvarač 12/220V 300W

[emi je iz Radio amatera, ne znam koji broj jer ga više nemam, samo sam prečitao {emu. Malo je modifikovana, jer su u originalu bili bipolarni tranzistori na izlazu. Ja sam stavljao MOSFET-e IRF540 i rezultati su izvanredni. IRF 540 ima RDS 0.08Ω, dok tri tranzistora paralelno daju otpor od 0.027Ω. Tako |e imaju ugra|enu inverznu diodu izme|u dreina i sorsa. Zbog svega ovoga ure|aj se jako malo greje, tj. greje se tek pri snagama ve|im od 200W.

U originalnoj {emi je bio kvarc od 1 MHz, ali je on skuplji od onog koji sam koristio, pa sam iz -isto prakti-nih razloga stavio onaj od 4 MHz, dok je mogu|e koristiti i ostale kvarcove (2MHz ili 1MHz) stavljanjem jumpera J2 ili J3. Za 4MHz stavlja se jumper J1. Mogu|a je i upotreba nekog drugog oscilatora, va`no je samo da u IC4 (4017) u|e 500Hz. Ono {to su napomenuli u Radio amateru je to, da je va`no isfiltrirati napon na IC4, tj. staviti kondenzator od 0.1uF blizu njega, da ne bi podivljao. Takodje je bio elektrolit od 100uF vezan paralelno napajanju, ali sam sa njim imao problema (oscilator je radio jos nekoliko poluperioda posle prekida napajanja) pa sam ga smanjio na 10uF i ubacio jo{ jedan kontakt za reset (R21 na +).

Releji K1 je 220V iskrin pomo}ni releji, i slu`i za prebacivanje potro{a-a sa mre`e na pretvara~ kontakt S2, za blokiranje pretvara~a kod prisustva mre`e i uklju-enje punja~a kontakt S1.

Najvi{e mi se svidelo to {to je elektronika proradila iz prve, i bez ikakvog pode{avanja. Trafo je motan $2 \times (10.5 + 4) / 250$ (300W) sa izvodima na 220, 230, 240. Takodje je na istom jezgri namotan i namotaj za punja~ (to su onih 2x4V) a elektronika za automatski punja~ je uzeta opet iz SAM a ne znam koji broj, i radila je kod mene godinama kako treba, tj. drzi napon akumulatora u granicama od 12.6 do 14.4V i ne dozvoljava mu da se prepuni. Ukoliko se neko odlu-i da koristi ovu varijantu za punja~, tj. da se doda ovih 2x4V na 2x10.5 na red pa se to ve`e kao dvostrani ispravlja~ sa dve diode, tada je + punja~a ve} vezan na "+" akumulatora (srednji kraj trafoa), a "-" treba prekinuti (tiristorom) dok radi pretvara~ jer mu smeta. Trenutno nemam {emu, ali ako treba proba}u da je iskopam. Mirna struja je negde oko 400mA, ali to dosta zavisi od trafoa. Ovaj moj je torusni, i dosta "moma-ki" namotan (namotaj od 10.5V je motan `icom od 12.5mm).

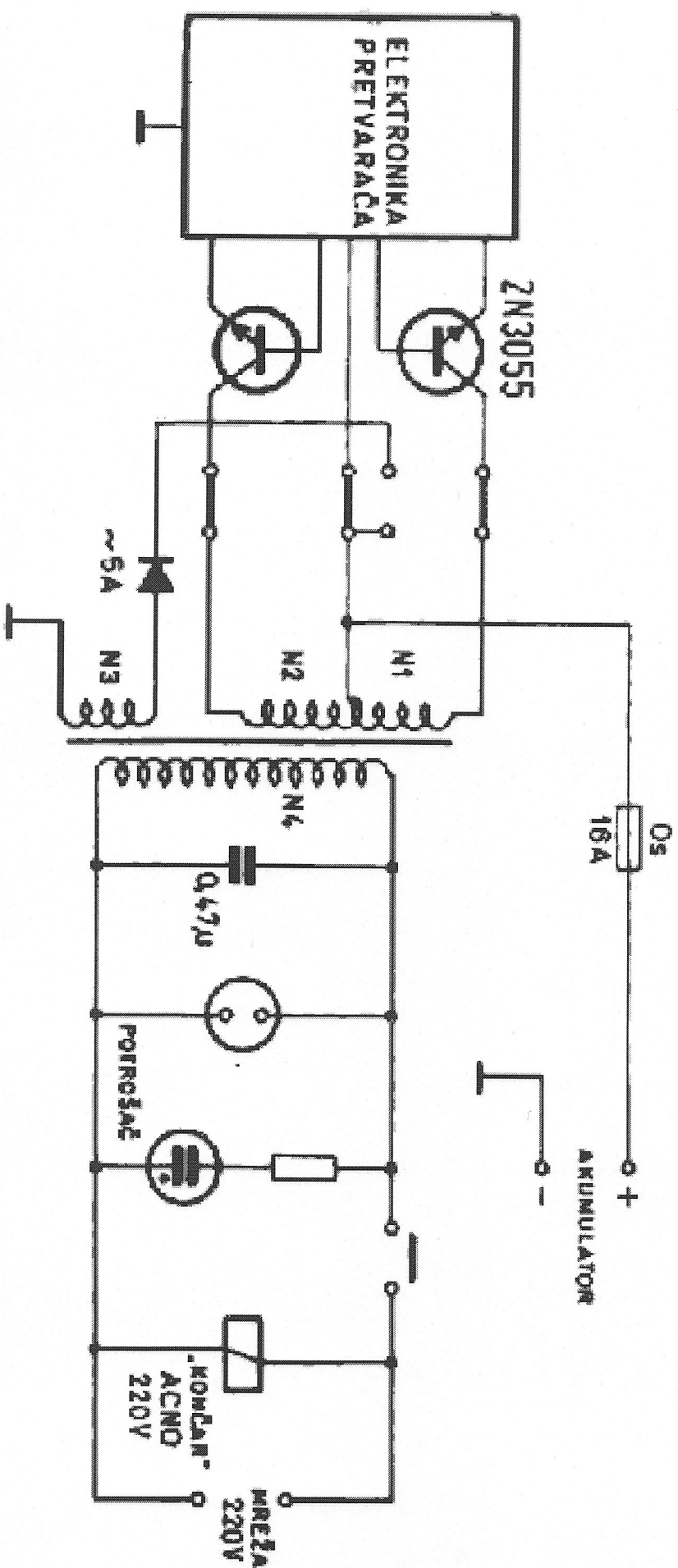
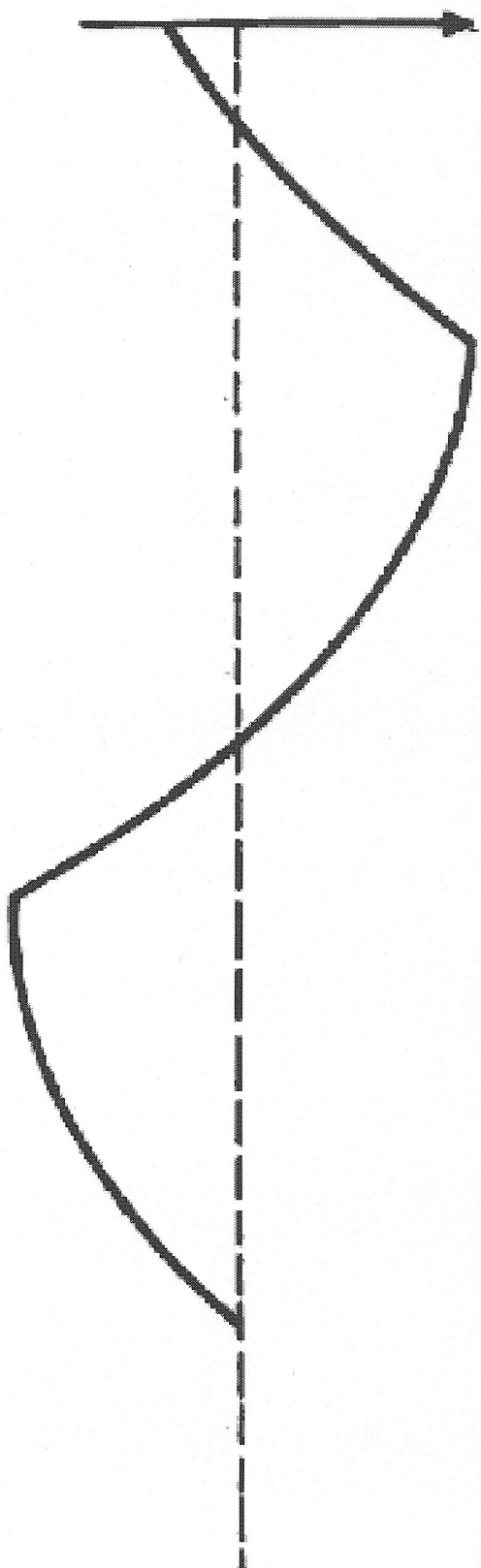
Treba obratiti pa`nju pri projektovanju {tampe na struju koja prolazi kroz IRF-ove, ona je za 300W veca od 30A, pa ako su tranzistori na plo-i, treba podebljati vodove i dobro ih nakalajisati. Tako |e unutra{nje veze ne bi trebalo da budu tanje od 2.5mm, a vodovi do akumulatora {to kra|i i deblji (ja sam stavio 10mm²). Mo`e se staviti i osigura~ od 32A, po mogu}nosti topivi. Jeste da izgleda ru`nije od automatskog, ali je bolji jer automatski ima zbog ugra|enog bimetala mnogo ve|i pad napona. Tranzistori se moraju izolovati od hladnjaka, ili montirati na dva hladnjaka.

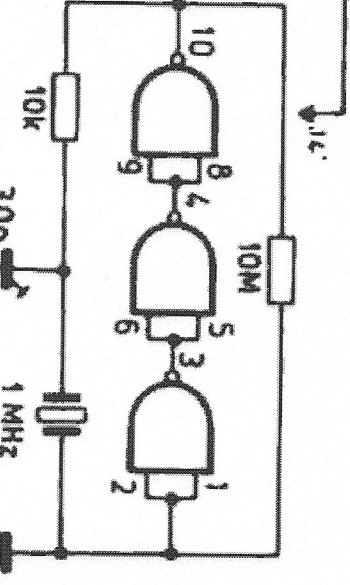
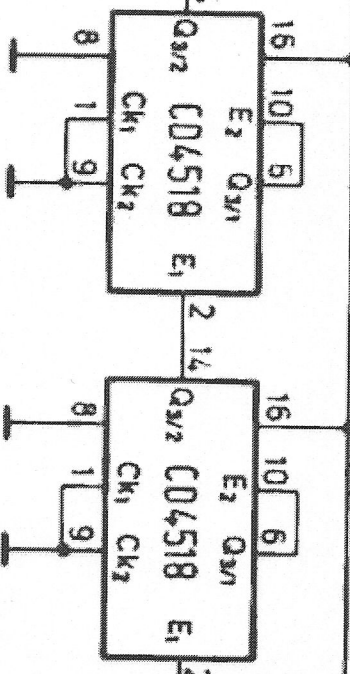
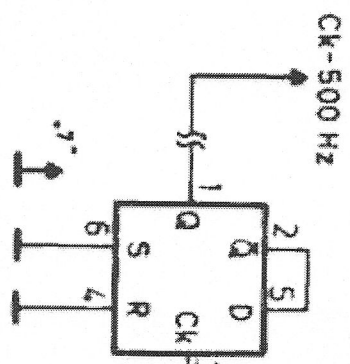
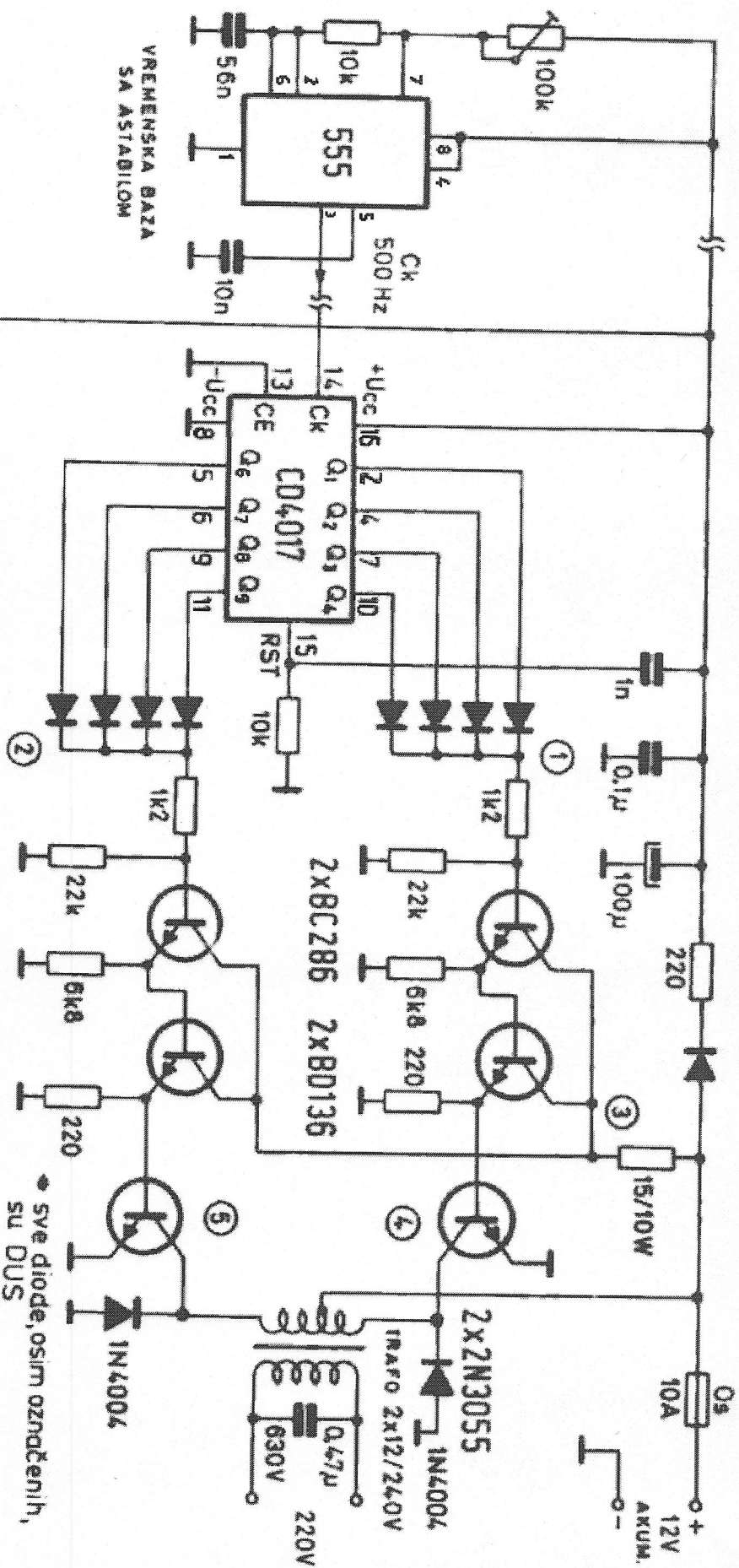
Na izlazu se dobije ~etvrtka sa pauzom i sa nekim "-vr-kom", ali kad se stavi kondenzator od 2.5uF na 220V, pik se smanjuje i pretvara~ mnogo mirnije radi (-ak se i mirna struja smanji za 50 ak mA. Napon je u zavisnosti na koji se namotaj zaka-i u praznom hodu od 240 do 300V, mada to nije prava slika, jer kad se pretvara~ optereti, napon se normalizuje na oko 230V (opet zavisi koji se namotaj koristi 230, 240 ili 250). Napon treba meriti instrumentom koji pokazuje efektivnu vrednost "RMS", jer obi-ni digitalac pokazuje preko 350V. Pumpe za centralno grejanje i kotlovi dobro rade, ja sam priklju-ivao i bu{ilicu, tocilo i reflektor od 300W, i pokazalo se da sve radi korektno.

Za sve detalje ili nejasno}e se obratite na:

goran.beric@zr.ev.co.yu
ICQ#20511733

IZLAZNI
NAPON
(220V)





1/2 CD4013

KVARCNA VREMENSKA BAZA

3/4 CD4011

• sve diode, osim označenih, su DUS

