

DIGITALNI MOSTOVI

Besedila posameznih prispevkov niso lektorirana.

* * *

Ne odgovarjamo za škodo, ki bi nastala zaradi sestavljanja in uporabe naprav, opisanih v posameznih prispevkih.

* * *

Prepovedano je vsakršno reproduciranje in uporaba v komercialne namene, posameznih projektov ali celote, brez pisnega dovoljenja izdajatelja oziroma avtorja posameznega projekta.

* * *

All articles are protected by Copyright. Reproduction or commercial use only with written permission from the autor.

(C) S59DBC - S53M
1999, 2000, 2001
<http://www.s53m.com>

Design by S55HH

Blišč in beda protokola AX.25

Matjaž Vidmar, S53MV

1. Beg iz mračnih časov RTTY

Packet radio vsakodnevno uporablja dobršen del aktivnih slovenskih radioamaterjev. Ker je od zadnjega seminarja ZRS o packet-radiu minilo že skoraj desetletje, se mi zdi potrebno, da v tem članku ponovim osnove protokola AX.25 (postopka vzpostavljanja zveze pri packet radiu), saj je med bralci CQ ZRS in uporabniki paketa marsikdo, ki teh osnov ne pozna.

Razen tega se je v desetih letih nabralo marsikaj novega. Marsikatero ne delujočo teorijo, slabo napisano programsko opremo in ne kakovostno strojno opremo smo povsem zavrgli. Ker je večina razpoložljive literature bodisi zastarela in pomanjkljiva, na primer (1), (2) in (3), ali pa je sploh ni, se mi zdi nujen članek o osnovah delovanja packet-radia.

Opis packet radia moram nujno začeti s kratko zgodovino. Amaterski

packet radio se je pojavil pred skoraj dvajsetimi leti. Takrat so se pojavili prvi amaterjem dostopni mikroročunalniki. Ena od prvih amaterskih uporab računalnikov je bilo nadomestilo za nepredvidljivo ropotajočo elektromehansko pošast z imenom teleprinter.

Računalniki so seveda omogočali še kaj več kot le novo obliko strojne telegrafije. Računalnik naj bi predvsem nadomestil operaterja pri najbolj zamudnih in duhamornih opravilih na radijski postaji, kot je preklon sprejem-oddaja, preverjanje kvalitete sprejema in potrjevanje pravilno sprejetih sporočil oziroma zahteva ponavljanja manjkajočih delov sporočila. Računalnik je pri enostavnem RTTY skoraj neizkoriščen, od njega bi radioamaterji želeli bistveno več.

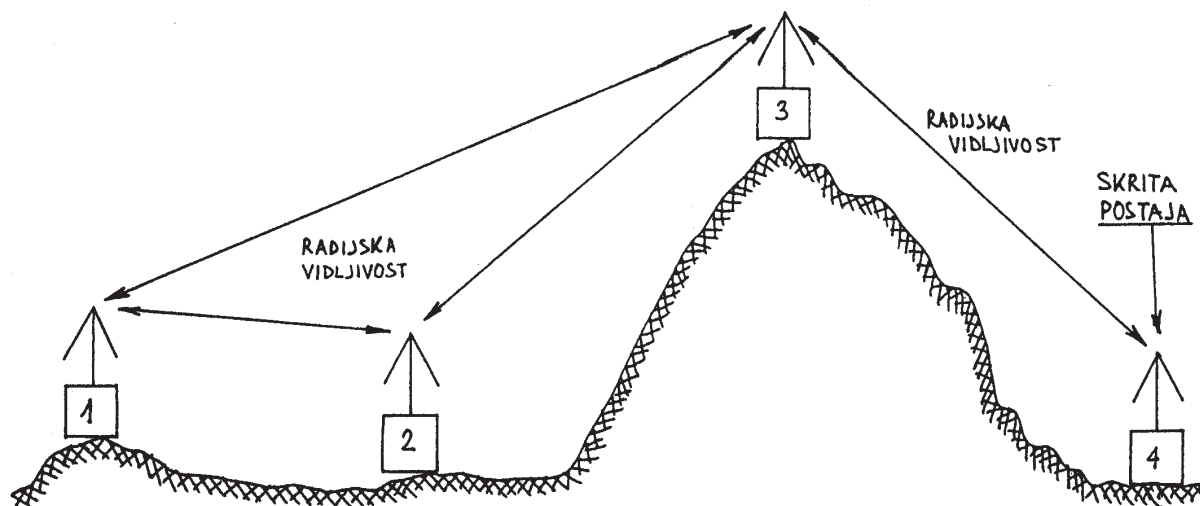
Ker je različnih možnosti skoraj nešteto, se je najprej nujno dogovoriti o pravilih igre, z drugimi besedami o protokolu komuniciranja med radioamaterskimi računalniki. Pred dvema

desetletji so se pojavili številni predlogi.

AMTOR je na primer le prirejeni profesionalni protokol TOR (Teletype Over Radio), ki omogoča le RTTY zvrst zveze z omejeno možnostjo nadzora napak (7-bitni znaki z razmerjem enic in ničel 3:4). Ker je TOR nastal v dobi, ko so teleprinterski inženirji prisegali na mehanske releje in z nezaupljivostjo gledali na vakuumске elektronke, je v dobi računalnikov zaslužen pristal med staro šaro v muzeju.

Sami računalniki sicer razpolagajo z RS-232 asinhronim vmesnikom, ki je najpreprostejša različica računalniškega RTTY, vendar se stvar v amaterskih zvezah ni obnesla. Tudi vmesniki za kasetofon (pri Mavrici, C64 ipd) so se obnesli le na kratke razdalje in med računalniki iste vrste.

Zgledujoč se po profesionalnih satelitih so pri AMSAT-u razvili učinkovit protokol 400bps Manchester/PSK za telemetrijo in telekoman-



- Vsi udeleženci imajo simpleksne radijske postaje, vsi sprejemajo ali oddajajo na istem radiofrekvenčnem kanalu.
- CSMA dostop (Carrier-Sense Multiple Access) - udeleženci oddajajo samo takrat, ko je kanal prost in ko imajo novo sporočilo za oddajo.

Slika 1 - Radijski sistem zvez s paketnim prenosom.

do satelita AMSAT-P3A (predhodnik AO-10). Žal je AMSAT-P3A meseca maja 1980 končal v atlantskem oceanu zaradi okvare prve stopnje nosilne rakete Ariane. Učinkoviti 400bps protokol je pri tem utonil v pozabo in se danes uporablja edino za upravljanje amaterskih satelitov.

Konec sedemdesetih let so kanadski radioamaterji iz mesta Vancouver pod vodstvom VE7APU poskusili z uporabo profesionalnega protokola HDLC ali X.25. V začetku osemdesetih let so jim sledili amaterji iz mesta Tucson (ZDA), ki so en sam bajt naslovnega polja HDLC protokola zamenjali z radioamaterskimi klicnimi znaki in nastali protokol poimenovali AX.25. Za razliko od kanadskih kolegov se je njihovo združenje TAPR (Tucson Area Packet Radio) izkazalo tudi bolj poslovno: kaj kmalu so pripravili prodajo kit-sestavljank za napravo z imenom TNC-1.

Čeprav ni TNC-1 nikoli dočakal brezhibne programske opreme, se je napravica izkazala za uspešnico in kmalu so jim sledili drugi proizvajalci radioamaterske opreme. Ker sam protokol ni bil še povsem točno definiran in se naprave različnih proizvajalcev niso vedno "razumele" med sabo, se je ameriška zveza radioamaterjev ARRL odločila za izdajo opisa izboljšane protokola AX.25 V2 v obliki knjige (1) leta 1984. Slovenski prevod tega opisa smo dobili že štiri leta kasneje, se pravi 1988 v (3).

Razvoj se je seveda nadaljeval v številnih smereh, ki jih v tem članku niti omeniti ne morem. Žal je večina dosežkov slabo dokumentiranih. Delovanje nekaterih sodobnih sistemov,

kot sta CLOVER oziroma PACTOR-2, je tako komplicirano, da brez univerzitetnega znanja matematike sploh ne gre.

Tudi osnovni protokol AX.25 je še vedno poln napak in nedefiniranih stanj, tako da je pravi čudež, da nam danes sploh deluje amatersko packet radio omrežje širom sveta. Na srečo je delovanje protokola AX.25 razmeroma enostavno in razumljivo povprečnemu radioamaterju s srednješolsko izobrazbo. Namen tega članka je zato opis delovanja protokola AX.25, vključno z njegovimi dobrimi in slabimi stranmi.

2. Radijski sistem zvez s paketnim prenosom

Osnovna zamisel radijskega sistema zvez s paketnim prenosom je prikazana na sliki 1. Vsi udeleženci v prometu uporabljajo simpleksne radijske postaje na enem samem radiofrekvenčnem kanalu. Udeleženci so stalno na sprejemu in oddajajo le takrat, ko imajo novo sporočilo za oddajo.

Dostop do radijskega kanala je naključen. Vsak udeleženec preprosto poskusi oddati svoje sporočilo in pričakuje potrditev sprejema od naslovnika. V takšnem sistem se kaj lahko zgodi, da dva ali več udeležencev nevede oddaja hkrati in v tem primeru so vsa oddana sporočila izgubljena. V slučaju neuspešne oddaje udeleženci sporočilo čez čas ponovijo, vse do sprejema potrditve.

Da bi omejili medsebojne motnje, vsak udeleženec pred svojo oddajo prisluškuje vsemu prometu na kanalu. Udeleženec preklopi svojo

radijsko postajo na oddajo samo v slučaju, ko najde prost kanal (Carrier Sense Multiple Access ali CSMA). Ta postopek seveda ne izloči vseh motenj, saj lahko čaka s s sporočili za oddajo več udeležencev hkrati.

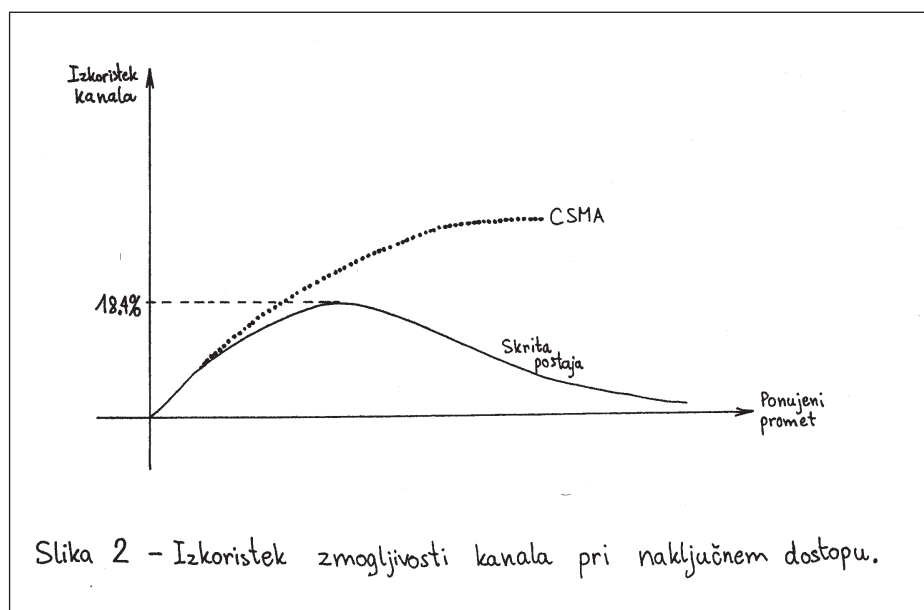
Pri naključnem dostopu je izkoristek zmogljivosti kanala razmeroma majhen, kot to prikazuje slika 2. Izkoristek zmogljivosti je še posebno neugoden v slučaju skrite postaje, ki nima radijske vidljivosti do drugih postaj. Skrita postaja onemogoča urejen CSMA dostop do kanala, zato začne zmogljivost kanal celo upadati, ko postane ponudba prometa prevelika.

Problem dostopa do radijskega kanala v osnovnem dokumentu protokola AX.25 v (1) (oziroma v prevodu v (3)) sploh ni omenjen. Večina radioamaterske strojne in programske opreme podpira postopek P-PERSISTENCE/SLOTTIME, ki je prikazan na sliki 3. Prikazani postopek je neposredno privzet iz žičnih računalniških omrežij, zato na radijskih napravah ni najbolj učinkovit.

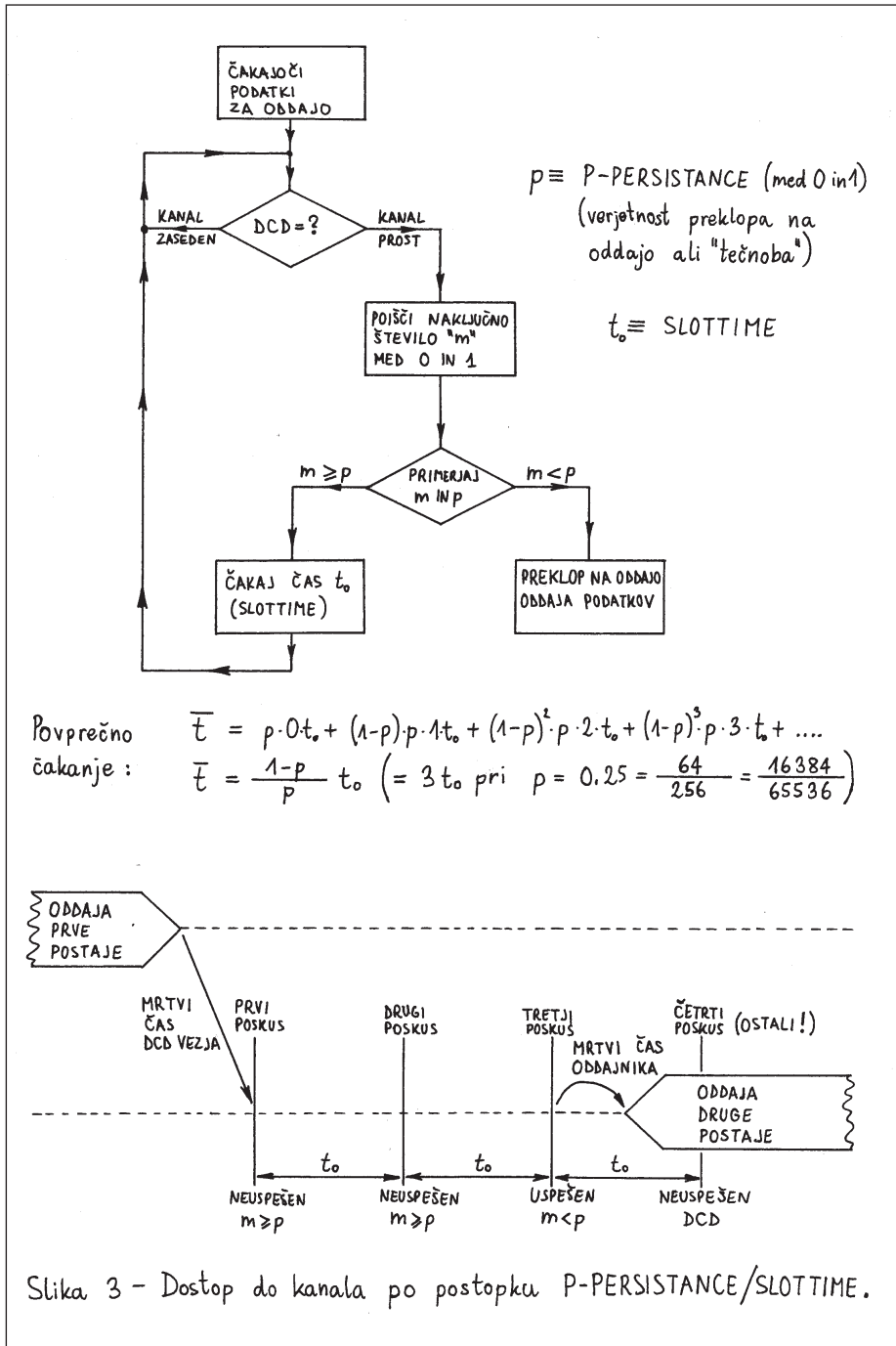
Delovanje postopka P-PERSISTENCE/SLOTTIME je naslednje. Ko udeleženec želi na oddajo z novimi podatki, najprej preveri zasedenost kanala. Ustrezní signal imenujemo DCD (Digital Carrier Detect), lahko bi mu rekli tudi digitalni skvelč. V slučaju zasedenega kanala udeleženec jasno čaka, da se kanal sprostí.

Ko udeleženec najde prost kanal (neaktiven DCD), poišče naključno število "m" med 0 in 1 in ga primerja z verjetnostjo preklopa na oddajo "p" ali P-PERSISTENCE. Če je število "m" preveliko, udeleženec ponovno čaka. Najprej počaka čas "to" ali SLOTTIME, potem pa spet preverja DCD in ponovno čaka na prost kanal. Smisel opisanega postopka je v tem, da se zmanjša verjetnost, da bi dva udeleženca hkrati prešla na oddajo.

Postopek P-PERSISTENCE/SLOTTIME jasno dodaja neko povprečno čakanje, ki je neposredno odvisno od velikosti SLOTTIME. SLOTTIME je lahko zelo kratek v žičnih omrežjih, kjer je preklon na oddajo trenuten in delovanje DCDja ni odvisno od sinhronizacije sprejemnika (na primer Ethernet). V radijskih omrežjih je preklon na oddajo počasen (vnihanje oscilatorjev v oddajniku). Počasno je tudi delovanje DCD vezja v vseh slučajih: skvelč radijske postaje pri enostavnem Baycom modemu ali vnihanje DPLL zanke v bolj kompliciranih modemih.



Slika 2 - Izkoristek zmogljivosti kanala pri naključnem dostopu.



Slika 3 - Dostop do kanala po postopku P-PERSISTANCE/SLOTTIME.

meta zanje.

DAMA ima več slabih strani. Ciklično klicanje vseh ostalih udeležencev po vrsti povzroča velik in nepotreben QRM. Neposredne zveze med podrejenimi udeleženci brez posredovanja vozlišča so skoraj nemožne. Precej programske opreme ne podpira postopka DAMA. Končno, pri nas nihče ne želi imeti policajja na vrhu hriba, ki bi vsem drugim samo ukazoval. Na osovni strani Alp je mnenje izgleda drugačno.

Problem skrite postaje lahko rešimo tudi drugače, s primernejšim krmiljenjem drugih časovnih konstant, kar sploh ne moti združljivosti z običajnimi AX.25 postajami. Žal večina programske opreme podpira le opisani AX.25 in popolnoma zanemarljiv problem skrite postaje.

Nobeden od opisanih postopkov sicer ne rešuje nekaterih pogostih pojavov, na primer QRM oddaljene postaje, ki blokira DCD. Večina programske opreme v tem slučaju ne gre na oddajo in čaka v neskončnost. Zveza jasno pade. Težavo bi rešila dodatna "kužapazi" časovna konstanta, da gre udeleženec čez določen, dovolj dolg čas, v vsakem slučaju na oddajo.

3. AX.25 paketi in okvirji

En preklon udeleženca na oddajo in potem nazaj na sprejem imenujemo en AX.25 paket. Vsak AX.25 paket nujno vsebuje sinhronizacijsko glavo in enega ali več okvirjev s podatki, kot je to prikazano na sliki 4. Pri tem so lahko različni okvirji v istem paketu namenjeni različnim naslovnikom v različnih AX.25 zvezah.

AX.25 paket vsebuje celo vrsto različnih mrtvih časov in vmesnih polj zaradi omejitev strojne in programske opreme. Od vseh zakasnitev pobere največ časa vklop oddajnika in sinhronizacijska glava, kar skupno nastavljammo s parametrom z neustreznim imenom TXDELAY. Neustreznim zato, ker TXDELAY ne vsebuje le mrtvega časa oddajnika, pač pa tudi mrtvi čas skvelča ali DCD vezja na drugem koncu zveze.

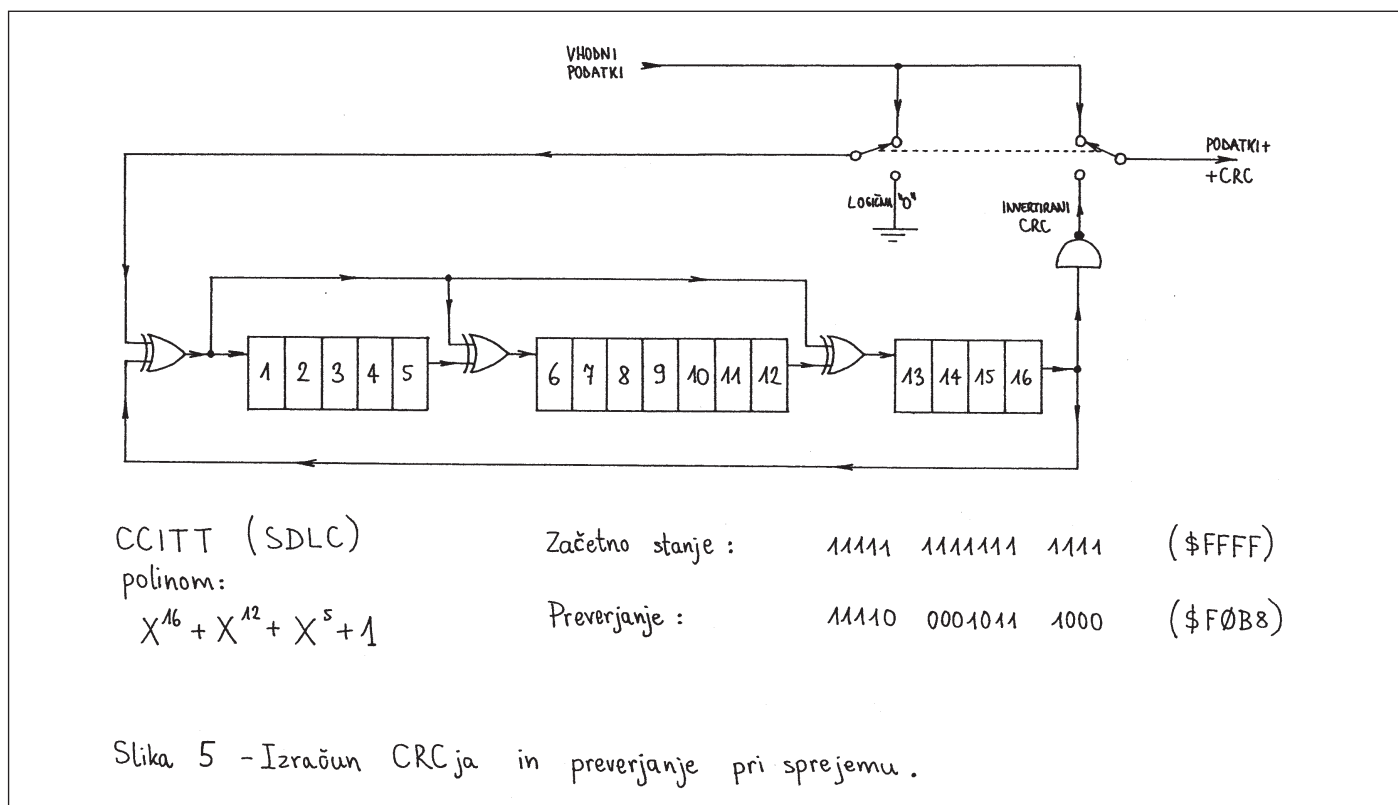
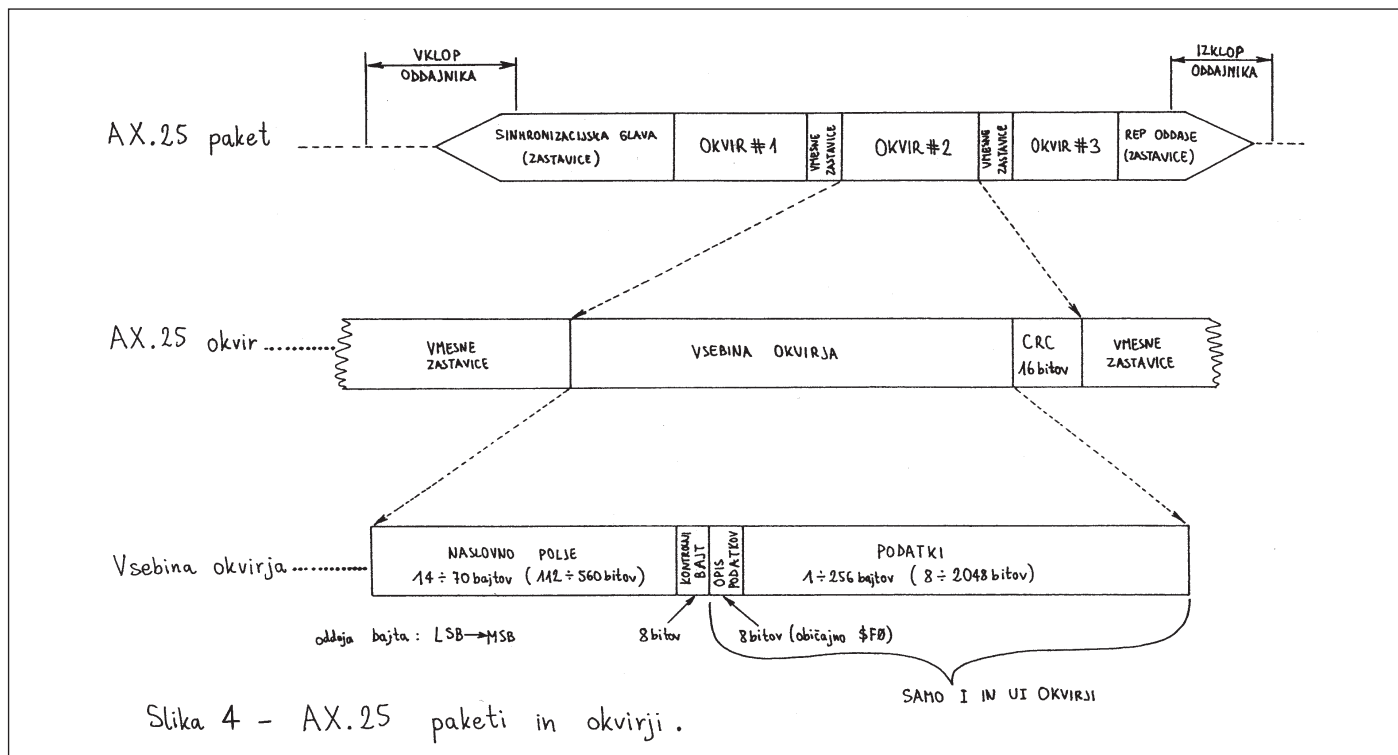
Prav mrtvi čas sprejemnika zahteva, da parametra TXDELAY ne moremo nastavljati kar po svoje, pa če imamo še tako hitro radijsko postajo. Parameter TXDELAY mora biti usklajen z vsemi ostalimi udeleženci na istem radijskem kanalu, da CSMA dostop do kanala sploh lahko deluje. Prekratek TXDELAY povzroča

V radijskem sistemu mora biti SLOTTIME vedno večji od vsote mrtvega časa oddajnika in mrtvega časa DCDja sprejemnika. SLOTTIME mora biti vedno večji ali enak parametru TXDELAY, da ostale postaje zanesljivo detektirajo DCD in ostanejo na sprejemu ob naslednjem izteku svojega SLOTTIME. Žal ima večina radioamaterjev ta parameter povsem napačno nastavljen in nekateri (sicer v dobri veri) takšne napačne nastavitve celo razglašajo naprej (4).

Kljub napačno nastavljenim parametrom večine udeležencev to še ni katastrofa, saj je sam postopek P-PERSISTANCE/SLOTTIME povsem neučinkovit v slučaju skrite postaje.

V našem slovenskem omrežju je to tudi najbolj pogost primer, saj ima večina uporabnikov le radijsko vidljivost do vozlišča na hribu in drugih uporabnikov sploh ne more neposredno poklicati.

Da bi se izognili težavam skritih postaj, so nemški radioamaterji razvili programsko opremo, ki podpira postopek DAMA (Demand-Assigned Multiple Access). Postopek DAMA potrebuje za vsak radijski kanal eno upravno postajo (to je običajno vozlišče na hribu). Vsi ostali udeleženci so podrejeni upravni postaji in smejo na oddajo samo takrat, ko jim to dovoli upravna postaja. Upravna postaja zato ciklično kliče vse udeležence, tudi če nima radijskega pro-



obilico medsebojnih motenj, ki bistveno upočasnijo koristni pretok podatkov na radijskem kanalu.

Učinkovitost prenosa podatkov na radijskem kanalu zavisi od tega, koliko smo se udeleženci sposobni med sabo dogovoriti za uporabo smiselnih parametrov. Največjo učinkovitost jasno dosežemo takrat, ko vsi udeleženci na istem kanalu uporabljajo isti TXDELAY, ki mora biti prilagojen NAJPOČASNEJŠI postaji. SLOTTI-

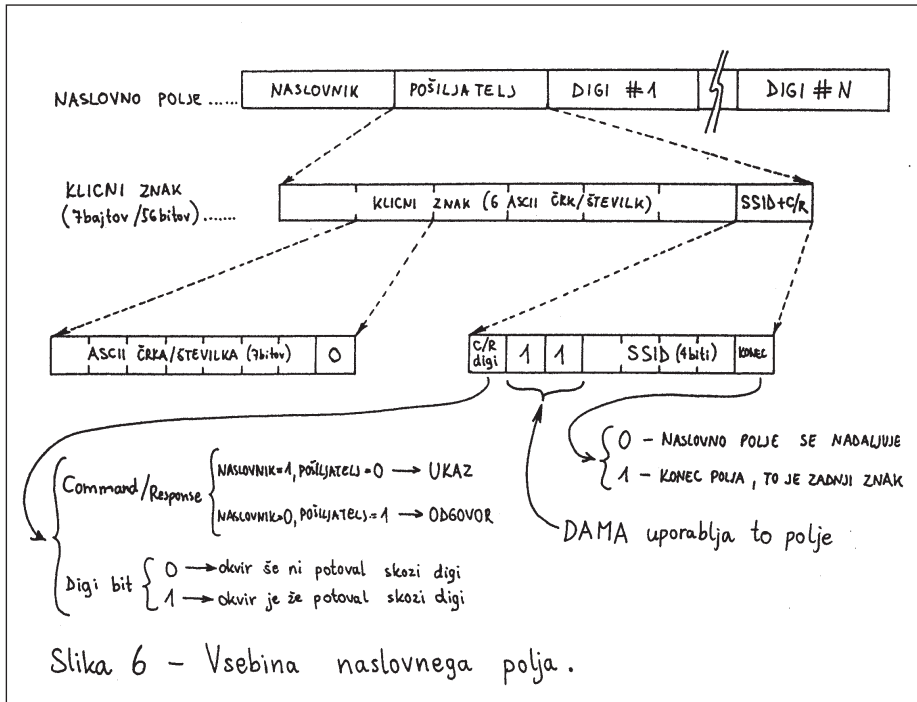
ME nastavimo potem kar enak TXDELAY.

V radioamaterski literaturi pogosto prečitamo ravno obratno trditev: za vsako ceno nastaviti čim krajši TXDELAY! Nekateri so šli celo tako daleč, da so svoja Flexnet vozlišča sprogramirali tako, da rušijo zveze uporabnikom z dolгим TXDELAY.

In koliko naj bo TXDELAY (oziroma SLOTTIME)? S hitro postajo in pravim DCDjem stvari delujejo na

1200bps brezhibno celo s 100ms. Z Baycom modemom in staro radijsko postajo, ki ima počasen PLL in še počasnejši skvelč, moramo TXDELAY včasih povečati tudi preko 500ms. Večina naših vozlišč ima na 1200bps nastavljen TXDELAY na 400ms, kar naj bi zadoščalo za večino uporabnikov, tudi tistih z Baycom modemom.

Na višjih hitrostih je TXDELAY lahko ustrezno manjši, če so radijske postaje temu prirejene. Za naše



pomikalne registre za izračun in preverjanje CRCja. CRC zato ne štiti sporočila pred napakami, ki se pojavijo med zaporednim vmesnikom in računalnikom (izgubljene prekinitve) oziroma med TNCjem in računalnikom na RS-232 prenosni poti. Večina napak v protokolu AX.25 lahko zato pripišemo slabi strojni in programski opreми, ki izgublja prekinitve in zameša znake v sporočilu. Sam protokol AX.25 in predvsem CCITT polinom sta pri tem povsem nedolžna!

4. Vsebina AX.25 okvirjev

Sestava koristne vsebine okvirja (brez CRCja) je prikazana na spodnji vrstici na sliki 4. Vsak AX.25 okvir vsebuje naslovno polje in kontrolni bajt, ki opiše, za kakšen okvir gre. Nekateri okvirji (predvsem I in UI) vsebujejo tudi podatkovno polje. Vsi AX.25 okvirji vsebujejo vedno celo število bajtov (ki jih (1) imenuje "okteti") za razliko od profesionalnih protokolov, kjer okvirji vsebujejo poljubno število bitov, kar običajno ni deljivo z 8. Vrtni red oddaje bajta je najprej najnižji bit (LSB) vse do najvišjega bita (MSB) skladno z večino zaporednih računalniških vmesnikov.

Prvi bajt podatkovnega polja je namenjen opisu podatkov. V običajnih AX.25 zvezah je ta bajt vedno postavljen na \$F0. V (1) je prvi bajt zelo neustrezno imenovan PID ali Protocol Identifier. Povsem jasno nima ta bajt nobene zveze s protokolom AX.25, pač pa le opisuje podatke, ki lahko pripadajo kakšnemu višjemu protokolu, ki je vgrajen v AX.25 podatkovne okvirje (na primer TCP/IP). PID torej spada med neobdige navlako, ki se je moramo držati zaradi kompatibilnosti z obstoječo programsko opremo.

PID bajtu sledijo pravi podatkovni bajti. Podatkovni bajt bi moral biti vsaj eden, v opisanem protokolu AX.25 pa naj bi jih bilo največ 256. Ustrezni parameter se v (1) imenuje "N1" ali "maximum number of octets in an I field", v vsakodnevem radioamaterskem žargonu pa se je ustalilo zelo neustrezno ime PACLEN. Povsem jasno tu ne gre za dolžino paketa, pač pa za dolžino okvirja in še to le podatkovnega dela okvirja. Ustreznejši izraz bi zato bil "FRAMLEN".

Omejitev "N1" na največ 256 je razumljiva, če upoštevamo količino

WBFM radijske postaje običajno zadošča TXDELAY okoli 20ms in to skoraj ne glede na hitrost 19k2, 38k4 ali 76k8. Megabitne PSK radijske postaje zahtevajo minimalni TXDELAY okoli 2ms, zaradi varnosti pa trenutno uporabljamo večjo vrednost 5ms.

AX.25 paket sicer vsebuje mrtve čase oziroma polnilna polja tudi med posameznimi okvirji in na koncu samega paketa (TXTAIL). Sam opis protokola sicer zahteva le eno samo zastavico (flag) med dvema okvirjema, kar pa pri višjih hitrostih prenosa ne zadošča za programsko opremo, ki mora obdelati sprejeti okvir še pred prihodom naslednjega. Še bolj neroden je rep oddaje (TXTAIL). Ta mrtvi čas je potreben zato, ker programska oprema običajno ne ve, kdaj je strojna oprema zaključila s koristno oddajo in izpraznila vse vmesne pomnilnike.

Celotna koristna vsebina vsakega AX.25 okvirja je vedno zaščitena s CRCjem (Cyclic Redundancy Check), ki se odda na koncu vsakega okvirja. CRC uporabljamo kot detektor napak pri prenosu. Sprejemnik vedno preverja CRC vseh sprejetih okvirjev in vedno zavrne vse napačno sprejete okvirje. V protokolu AX.25 uporabljamo zaenkrat 16-bitni CRC, profesionalni protokoli (Ethernet) pa so že prešli na 32-bitni CRC, kar omogoča večjo zanesljivost ugotavljanja napak pri prenosu.

CRC se izračuna kot ostanek pri verižnem deljenju polinomov z binarnimi koeficienti. Pri tem predstavljajo deljenec kar koristni podatki okvirja,

delitelj pa je skrbno izbran polinom, da zazna čimveč vzorcev napak. Napako torej spregledamo le v slučaju, ko je deljiva s polinomom delilcem.

Polinom delitelj je zato standardiziran. V protokolu AX.25 uporabljamo CCITT (SDLC) polinom, kot je to prikazano na sliki 5. Polinomsko deljenje uporabljamo zato, ker lahko sicer komplicirano matematično operacijo izvedemo s preprostimi pomikalnimi registri in EXOR vrati. Polinom delitelj 16. reda zahteva 16-bitni pomikalni register. Navidez komplicirana matematika se torej pretvori v enostavno električno vezje.

Pred začetkom oddaje oziroma sprejema postavimo pomikalni register v stanje samih enic. Nato oddane oziroma sprejete podatke preprosto vstavljamo v pomikalni register. Za ustrezne matematične operacije poskrbi povratna vezava z EXOR vrati, ki opravljajo nalogo binarnega seštevanja.

Na koncu oddaje koristne vsebine okvirja preklpimo vhod pomikalnega registra na logično ničlo, izhod pa vodimo preko inverterja v oddajnik za nadaljnjih 16 taktov. Na sprejemni strani obdelamo CRC povsem enako kot koristno vsebino okvirja. V primeru brezhibnega sprejema se invertirani CRC natančno odšteje od izračunane vsebine v pomikalnem registru in na koncu dobimo v pomikalnem registru fiksni vzorec \$F0B8.

CRC se sicer da izračunati programsko, vendar to nalogo v večini slučajev opravlja HDLC (X.25) zaporedni vmesnik, ki vsebuje ustrezne

pomnilnika, s katero so razpolagali radioamaterski mikroračunalniki pred dvema desetletji. Danes predstavlja omejitve "N1" na 256 največjo oviro pri gradnji hitrejših omrežij, saj mrtvih časov, ki se seštevajo v TX-DELAY, ne moremo poljubno manjšati.

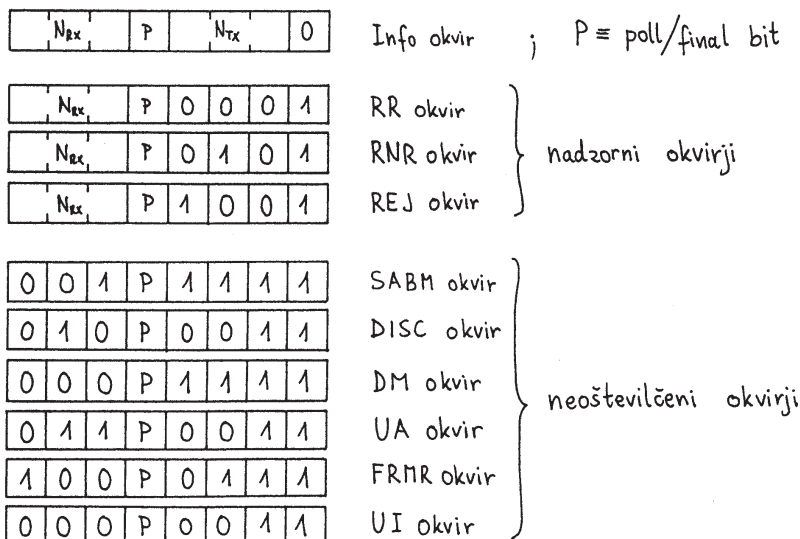
Vsebina naslovnega polja je prikazana na sliki 6. Naslovno polje vsebuje najmanj dva in največ deset radioamaterskih klicnih znakov. Dolžina naslovnega polja je označena na zelo potraten način z najnižjim bitom, ki je postavljen na "1" v zadnjem bajtu naslovnega polja, v vseh ostalih bajtih naslovnega polja pa mora biti postavljen na "0".

Vsak klicni znak je zapisan v sedmih bajtih. Prvih šest bajtov vsebuje običajen radioamaterski klicni znak dolžine do šest črk ali številke. Črke in številke so zapisane v ASCII kodi v gornjih sedem bitov, ker se najnižji bit uporablja za označevanje konca naslovnega polja. Pri klicnih znakih z manj kot 6 črkami/številkami se neuporabljeni bajti zapolnijo z ASCII znakom za presledek.

Zadnji, sedmi bajt klicnega znaka vsebuje več različnih informacij. Štirje biti so namenjeni SSIDju (Secondary Station Identification). SSID je v bistvu dodatek k klicnemu znaku, da se isti klicni znak lahko pojavi na več različnih radijskih postajah istočasno z različnimi SSIDji brez medsebojnih motenj. Štirje biti sicer omogočajo 16 različnih SSIDjev od -0 do -15. SSID -15 je bil v začetku mišljen kot "univerzalni" SSID, na katerega se klicana postaja vedno odzove ne glede na svoj trenutni SSID. Pozneje so to opustili, kljub temu pa stara programska oprema pogosto povzroča težave s SSID -15.

SSID je bil v začetku namenjen možnosti postavljanja lastnega repertitorja, BBSja ipd. Danes se SSID v glavnem uporablja pri posredovanju radijske zveze preko vozlišč. Vsa znana vozlišča (TheNet, KaNode, Flexnet, SuperVozelj, Itanet) uporabljajo SSID v ta namen, zato moramo za pravilno uporabo vozlišč vedno prebrati navodila, na kakšen način določeno vozlišče uporablja oziroma spreminja naš SSID. Končno lahko s smotro uporabo SSIDjev vzpostavimo več vzporednih radijskih zvez, kar se pred dvema desetletji v začetku packet radia nihče niti pomisliti ni drznil.

Sedmi bajt vsebuje dva neizkoriščena bita, ki naj bi bila (1) vedno postavljena na logično enico. Res-



Slika 7 - Vsebina kontrolnega bajta in vrste okvirjev.

ničnost je drugačna in programerji pogosto pozabijo na ta dva bita, ki imata potem naključno vrednost. Tudi v obratni smeri delovanje programa na sprejemu ni zagotovljeno, če sta ta dva bita naključno postavljena. Iskanje takšne napake je težavno, ker večina programske opreme sploh ne prikaže vsebine teh dveh bitov v monitorskem načinu. Končno, nekatere izvedbe DAMA protokola uporabljajo ta dva bita, da določijo upravno (master) in podrejene (slave) postaje.

Naslovno polje vedno vsebuje na prvem mestu klicni znak naslovnika, ki mu sledi klicni znak pošiljalca. Nadalje naslovno polje lahko (ne nujno) vsebuje do osem klicnih znakov digijev, to je postaj, ki jih uporabimo kot enostavne repertitorje okvirjev. Kljub temu, da je prenos preko digijev neučinkovit, ker se sprejem okvirjev ne potrjuje na vsakem odseku poti posebej, so digiji še vedno dobrodošel dodatek protokolu AX.25. Digi način delovanja predvsem pozna prav vsa programska oprema.

Najvišji bit sedmega bajta naslova se pri tem uporablja kot digi bit. Okvir začne svojo pot z vsemi digi biti na "0", posamezni digiji pa svoje bite postavljajo na "1". Na ta način preprečimo, da bi isti okvir večkrat potoval skozi iste digije.

Kljub temu, da klicni znaki digijev predstavljajo del naslovnega polja, jih različna programska oprema različno uporablja. Nekateri programi smatrajo klicne znake digijev za del na-

slova, drugi pa samo kot pripomoček pri vzpostavljanju zveze. Pri prvi skupini programov lahko vzpostavimo dve ločeni radijski zvezi z enakima klicnima znakoma pošiljalca in naslovnika (z enakima SSIDjema) preko različnih digijev, druga skupina programov pa to obravnava kot eno samo radijsko zvezo, ki preskakuje iz ene verige digijev na drugo.

Najvišji bit sedmega bajta naslovnika in pošiljalca se uporablja v povsem drugačne namene. Ta dva bita (eden pri naslovniku in drugi pri pošiljalcu) določata vrsto AX.25 protokola. Če sta oba bita postavljena na "0" ali oba na "1", to določa izvirno različico V1 protokola AX.25. Če pa sta bita različna, je s tem mišljen protokol AX.25 V2. V protokolu V2 ta dva bita tudi določata smer okvirja: ukaz ali odgovor C/R (Command/Response).

Izumitelji različice V2 so s to potezo naredili obilico težav vsem pisem programske opreme, saj informacija o smeri okvirja sodi v kontrolni bajt in nikakor ne med naslove. Navsezadnje, informacija C/R bitov potrebujejo le trije okvirji v različici V2: RR, RNR in REJ. Smer vseh ostalih okvirjev je enoveljavno določena s kontrolnim bajtom, zato C/R bitov ne potrebujejo.

5. Vrste AX.25 okvirjev

Vrsta AX.25 okvirja je določena z vsebino kontrolnega bajta, kot je to

prikazano na sliki 7. AX.25 zvezo vzpostavljamo, podiramo in resetiramo z neoštevilčenimi (unnumbered) okvirji. Zahtevo za vzpostavljanje zveze sporočimo z okvirjem SABM (Set Asynchronous Balanced Mode), ki hkrati resetira vse števec v obeh udeležencih radijske zveze. Odgovor na SABM okvir je lahko UA (Unnumbered Acknowledge) v slučaju uspešne vzpostavitve ali pa DM (Disconnected Mode), ko je druga postaja zasedena (BUSY) in z nami ne želi vzpostaviti zveze.

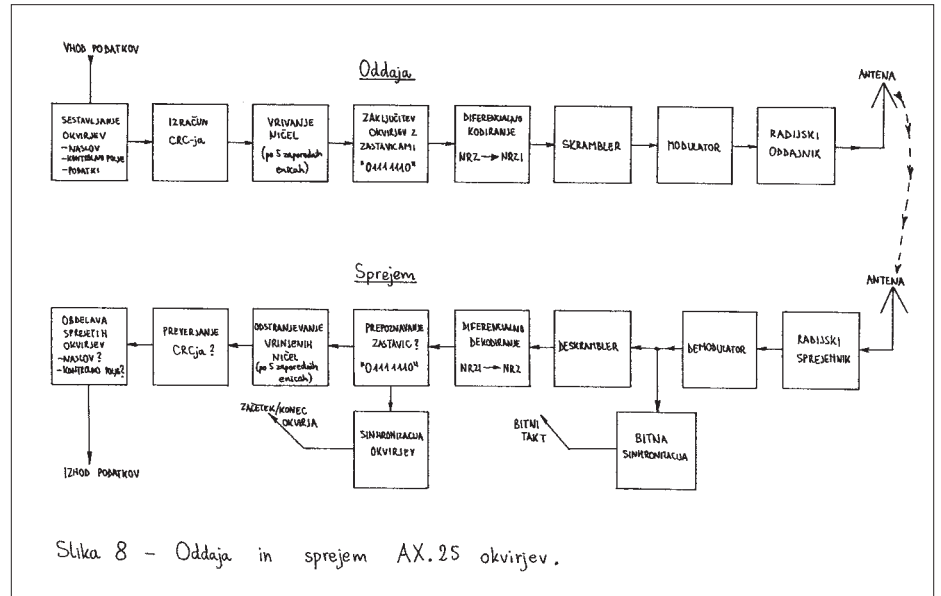
Vzpostavljeno zvezo lahko podre katerikoli od obeh udeležencev z okvirjem DISC (DISConnect). Odgovor na DISC je spet UA okvir oziroma DM, če je druga postaja medtem zvezo že podrla. Neoštevilčena potrditev UA je povsem enaka za SABM kot za DISC okvir, kar je lahko izvor težav pri hitrem zaporednem vzpostavljanju in podiranju zvez.

Podatke, za katere ne zahtevamo potrditve sprejema (beacon) oddajamo v UI (Unnumbered Information) okvirjih. Nekateri protokoli (na primer TCPIP) sicer uporabljajo UI okvirje le kot zunanje ohišje, da lahko izkoriščajo standardno AX.25 omrežje. V notranjosti podatkovnega polja UI okvirja seveda prenašajo povsem svoj protokol z drugačnimi naslovi, kontrolnimi polji in podatki.

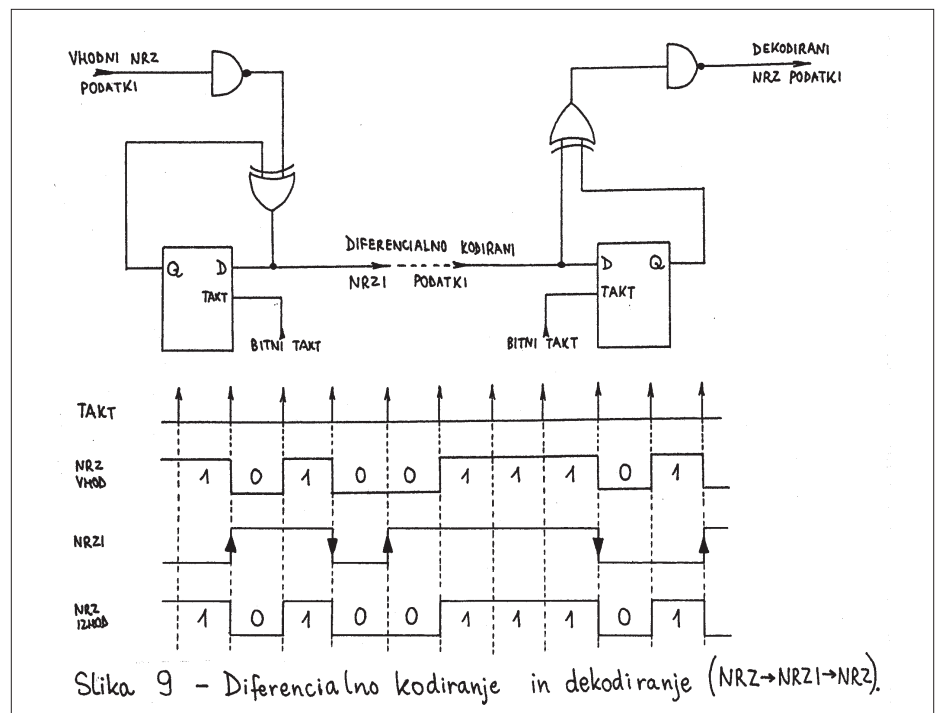
Posebnost je FRMR okvir, ki označuje napako v protokolu. Kontrolnemu bajtu FRMR okvirja sledi kratko podatkovno polje, ki naj bi opisovalo napako. Odgovor na FRMR mora biti v vsakem slučaju SABM, torej ponovno vzpostavljanje zveze in resetiranje števec. FRMR okvir se v praksi skoraj nikoli ne pojavi in nekateri programi ga sploh nikoli ne oddajo. FRMR okvirja zato ne smemo zamešati z REJ okvirjem, ki se običajno pojavlja v vseh AX.25 zvezah.

Ko je AX.25 zveza vzpostavljena, lahko začnemo s prenosom koristne informacije v I (Information-transfer) okvirjih. Kontrolni bajt I okvirja vsebuje sprejemni in oddajni števec. Oddajni števec nosi zaporedno številko I okvirja, sprejemni števec pa potrjuje sprejem v obratni smeri. Vsak števec ima le tri bite, zato lahko šteje od 0 do 7, okvirju številka 7 pa sledi spet okvir z zaporedno številko 0.

Če v obratni smeri ni prometa, lahko sprejem potrdimo tudi z nadzornimi (supervisory) okvirji RR (Receive Ready), RNR (Receive Not Ready) ali REJ (REject). RR okvir potrjuje sprejem in nosi številko naslednjega pričakovanega info okvirja.



Slika 8 - Oddaja in sprejem AX.25 okvirjev.



Slika 9 - Diferencialno kodiranje in dekodiranje (NRZ→NRZ1→NRZ).

RNR in REJ okvirja sta bolj nevarna, saj sporočata, da gre nekaj narobe.

RNR odgovor sicer potrjuje pravičen sprejem, vendar je sprejemnik okvir zavrgel, ker je trenutno prezaseden in ga ne more uporabiti oziroma posredovati naprej. REJ odgovor pomeni, da okvirji niso bili sprejeti v vrstnem redu, ki ga določajo zaporedne številke in jih je zato sprejemnik zavrgel. Oba, RNR in REJ, seveda nosita zaporedno številko naslednjega pričakovanega I okvirja enako kot RR.

En sam AX.25 paket lahko vsebuje več zaporednih I okvirjev za istega naslovnika. Največje dopustno število nepotrjenih I okvirjev (maximum number of I frames outstanding) "k" ali MAXFRAME je omejeno na se-

dem oziroma eden manj od zmogljivosti 3-bitnih števec. MAXFRAME pogosto nastavimo tudi manj, ko so pogoji zveze slabi.

Pri sprejemu zaporedja (paketa) okvirjev ni potrebno potrjevati sprejema vsakega I okvirja posebej. Zadošča potrdilo sprejema zadnjega okvirja. Po uspešnem sprejemu I okvirja se zato splača počakati z odgovorom za "T2" (response delay timer) ali RESPTIME, če bi medtem prispel še kakšen okvir. Konstanta "T2" mora biti zato daljša od najdaljšega pričakovanega okvirja. Smiselna RESP-TIME je dve sekundi pri 1200bps in sorazmerno manj na višjih hitrostih.

Če pošiljatelj SABM, DISC ali I okvirja ne dobi nobenega odgovora, bo čez čas "T1" (acknowledgment

timer) ali FRACK poskusil znova. Število zaporednih neuspešnih poskusov je omejeno z "N2" (maximum number of retries) ali RETRY. Dokument (1) predpisuje fiksen, nespremenljiv čas "T1", kar pa se v praksi ni obneslo. Vsa sodobna programska oprema prilagaja FRACK pogojem zveze. Prve ponovitve naj bojo hitre, po velikem številu zaporednih ponavljanj pa je smiselno čas "T1" povečati.

V marsikaterem programu je FRACK nastavljen premajhen, ker marsikdo upa, da bo tako pohitril zvezo. Če je FRACK krajši od najdaljšega možnega paketa, bo takšna postaja proizvajala ogromno motenj sebi in drugim postajam, saj bo začela ponavljati sporočilo, še preden ga je v celoti oddala. Na primer, paket iz sedmih I okvirjev lahko traja 15 sekund pri hitrosti 1200bps, v marsikaterem programu pa najdemo FRACK nastavljen na samo 3 ali 4 sekunde.

Števec "N2" ali RETRY običajno nastavimo čimveč in rajši ročno prekinemo zvezo, ko vidimo, da naša škatla neuspešno ponavlja. Če ima naša programska oprema vgrajen prilagodljiv FRACK, je smiselno število za RETRY nekje med 20 in 30. Žal imajo stari programi fiksen FRACK, RETRY pa je v samem programu omejen na 15, tako da se z njimi celo na 1200bps zveza dokaj hitro poruši.

Opisani okvirji in postopki v grobem ustrezajo izvornemu AX.25 protokolu V1. Novi protokol AX.25 V2, uveden leta 1984 z dokumentom (1), prinaša celo vrsto dodatkov, ki se v glavnem niso obnesli in predstavljajo danes resno oviro razvoju hitrejšega paketa. Na kratkih valovih še danes radioamaterji uporabljamo izvorno inačico V1, ker je v slučaju motenj in nizkih hitrosti prenosa veliko bolj učinkovita od V2, če si seveda ne moremo privoščiti CLOVER ali PACTOR-2 modema. Na UKV smo se po drugi strani nekako sprijaznili z neučinkovitostjo V2 in poskusili nadomestiti izgubljeni s hitrejšimi modemi in radijskimi postajami.

Novosti AX.25 V2 so RR-ukaz (RNR, REJ) ter poll/final bit. V protokolu AX.25 V2 imamo torej dva povsem različna RR okvirja: RR-ukaz in RR-odgovor, ki ju ločimo med sabo s pomočjo C/R bitov v naslovnem polju. RR-odgovor se uporablja povsem enako kot v V1, RR-ukaz pa ponavljamo namesto I okvirjev, ko naša postaja ne sprejme potrditve. Na RR-ukaz odgovori druga postaja z

RR-odgovor povsem enako kot na I okvir.

Osnovna predpostavka protokola V2 je v tem, da se pogosto izgubi RR-odgovor in ne I okvirji. V tem slučaju je bolj smiselno povprašati drugo stran za stanje s kratkim RR-ukaz okvirjem, kot pa ponavljati oddajo I okvirjev. Na žičnih zvezah je takšna predpostavka povsem pravilna. Na radijskih zvezah se je predpostavka izkazala povsem napačna zaradi velikih zakasnitev pri preklopu na oddajo in sinhronizaciji sprejemnika na drugem koncu zveze.

Tudi poll/final bit je v protokolu AX.25 V2 slabo definiran. Postavljeni poll bit v ukazu zahteva takojšen odgovor s postavljenim final bitom. Pri tem imajo okvirji SABM, DISC in RR-ukaz vedno poll bit postavljen na "1". I in UI okvirji imajo poll bit ponavadi izključen na "0". Odgovori morajo seveda vsebovati enak final bit skladno z okvirjem, na katerega odgovarjajo. Poll in final biti so v monitorskem izpisu večine programov označeni z znaki plus in minus takoj za vrsto okvirja.

Neučinkovitost AX.25 V2 hitro opazimo v monitorskem izpisu programa. Tam vidimo naš klicni znak in množico RR-poll (RR+) ukazov in RR-final (RR-) odgovorov, le pretoka koristnih podatkov ni od nikjer. Zveza visi in se sploh ne podre, ker RETRY števec ne šteje ponavljanj I okvirjev, pač pa ponavljanja RR-poll okvirjev.

V slučaju RNR odgovora predvideva protokol AX.25 V2 dve možni rešitvi. Pošiljatelj lahko čez čas "T3" (inactive link timer) ali LINKTIME preveri z RR-poll stanje prejemnika. Po drugi strani lahko prejemnik obvesti pošiljatelja s svojim RR-poll, da se mu je pomnilnik sprostil. Če prejemnik ne zna (AX.25 V1 ne pozna RR-poll), ne more (vozlišče ne pozna cele radijske poti po omrežju) ali pozabi (pomankljivo napisana programska oprema) obvestiti pošiljatelja in ima pošiljatelj nastavljen "T3" na 30 minut, kot je to lahkomišlno predlagano v (4), se bo med čakanjem pošiljatelju brada devetkrat ovila okoli mize.

"T3" ali LINKTIME je v večini programov nastavljen na tri minute (180s), kar je povsem smiselna vrednost za 1200bps. Pri delu na višjih hitrostih je treba seveda "T3" sorazmerno zmanjšati. Žal se v večini programov LINKTIME nastavlja s korakom ene minute, kar je še sprejemljivo za 9600bps, toda povsem neuporabno na višjih hitrostih. LINK-

TIME ali "T3" naj bi bil približno desetkratna vrednost FRACK.

V sedanjem slovenskem packet-radio omrežju se kaj lahko zgodi, da je na enem koncu zveze 1200bps Baycom modem in na drugem megabitna postaja. V takšnih slučajih velikih preskokov hitrosti se kaj lahko zgodijo dogodki, ki jih pisci programske opreme niso predvideli. En takšen dogodek je sprejem zaporedja REJ okvirjev, ki sam po sebi sicer ne predstavlja kršitve protokola, vendar nekateri (predvsem nemški) programi pri tem preprosto po-bezljajo.

Glavna pomanjklivost vseh inačic AX.25 sicer ni nikjer opisana: kako s primernejšim protokolom rešiti problem skrite postaje? Rešitev je v upočasnitvi oddaje: po uspešni oddaji I okvirjev naj pošiljatelj počaka naključen čas, preden poskusi z oddajo novih I okvirjev. Edino na ta način ima šibkejša skrita postaja možnost, da sploh pride do vozlišča. Smotna upočasnitev oddaje lahko tudi prepreči prepogoste RNR okvirje in s tem nepotrebno zasedanje pomnilnika na vozliščih.

Žal upočasnitve oddaje ne podpira prav noben uporabniški program za packet radio. Na vseh vozliščih SuperVozelj pa smo takšno namerno upočasnitev vgradili prav na vseh kanalih. S tem smo si sicer nakopali jezo nekaterih 1200bps uporabnikov, češ da so vozlišča zdaj še počasnejša. Po drugi strani pa opisani ukrep omogoča, da 5 do 10 uporabnikov na enem samem vstopnem kanalu vozlišča istočasno "molze" BBS in se jim pri tem zveze ne rušijo, kar si na osojni strani Alp brez DAMA niti zamisliti ne morejo.

6. Oddaja in sprejem AX.25 okvirjev

Oddajo in sprejem AX.25 sem delno opisal že v prejšnjih odstavkih: vsebino okvirja, izračun in preverjanje CRCja ter sestavo paketov. Celoten postopek oddaje in sprejema okvirjev vsebuje še vrsto drugih postopkov, ki so prikazani na sliki 8 vključno z radijskim oddajnikom in sprejemnikom.

Na oddajni strani moramo najprej sestaviti vsebino okvirja: naslovno polje, kontrolni bajt in podatke. Ko je okvir dokončno sestavljen, lahko izračunamo CRC. Celoten okvir s CRCjem moramo zdaj zapakirati v HDLC obliko.

HDLC protokol uporablja okvirje kot osnovno enoto informacije. Okvirji so med sabo ločeni z zastavicami, ki jih predstavlja vzorec 01111110, se pravi šest zaporednih enic, ki so spredaj in zadaj zaključene z ničlo. Povsem jasno moramo zagotoviti, da se takšen vzorec ne pojavi nikjer sredi okvirja ali CRCja, sicer sprejemnik ne bi mogel določiti mej okvirja.

Da preprečimo šest ali več zaporednih enic v okvirju, v celoten okvir s CRCjem vred najprej vrivamo ničle. Ničlo vrinemo po petih zaporednih enicah v izvornem sporočilu ne glede na to, ali je naslednji znak v sporočilu enica ali ničla. Vrinjene ničle zagotovijo, da se vzorec zastavice ne more pojaviti znotraj okvirja ali CRCja.

Okvir s CRCjem in vrinjenimi ničlami zaključimo spredaj in zadaj z vzorcem zastavice. Zastavice običajno uporabimo tudi za sinhronizacijsko glavo (TXDELAY) in za zapolnitev mrtvih časov med okvirji in na koncu oddaje (TXTAIL). Za vse te "polnilne" zastavice poskrbi že sam hardverski zaporedni HDLC vmesnik.

Celotni signal, se pravi vse okvirje s CRCji, vrinjenimi ničlami in zastavicami vred nato diferencialno kodiramo. Ker oznake NRZ (Non Return to Zero) in NRZI (Non Return to Zero Invert) radioamaterjem niso najbolj domače, jih bom poskusil tule na kratko razložiti: v NRZ signalu predstavlja logično enico visoki nivo in logično ničlo nizki nivo, v NRZI signalu pa kodiramo logično ničlo kot preskok nivoja in logično enico kot nespremenjen, visok ali nizek nivo.

Postopek diferencialnega kodiranja in dekodiranja je prikazan na sliki 9. Tako koder kot dekoder potrebujeta le po en D-flip-flop in po ena EXOR vrata. Če je prenos brez napak, je

vsebina obeh D-flip-flop-ov ista in dvakratna EXOR operacija z vsebino D-flip-flop-ov da na koncu nazaj izvorni signal.

Diferencialno kodiranje je nujno potrebno, da na sprejemni strani zanesljivo regeneriramo bitni takt. Zaradi vrivanja ničel AX.25 oddaja nikoli ne vsebuje več kot šest zaporednih enic (zastavica), pač pa lahko vsebuje dolga zaporedja ničel. V NRZ pomenijo dolga zaporedja ničel konstanten logični nivo brez preskokov, ki so potrebni za sinhronizacijo sprejemnika. V NRZI pa se ničle preslikajo v preskoke nivojev, zaporednih enic pa je največ šest, kar pomeni največ sedem taktov razmaka med dvema preskokoma logičnega nivoja.

Starejši modemi in TNCji za packet radio sicer vsebujejo mostičke, s katerimi lahko preklaplamo NRZ/NRZI. Mostičke moramo seveda vedno pustiti v položaju NRZI. Na obojni strani Alp nekateri o tem nočejo razmišljati in uporabljajo kar NRZ oddajo brez diferencialnega kodiranja. Skozi takšno omrežje se ASCII tekst sicer prebije, binarni podatki z dolgimi zaporedji ničel pa ne pridejo nikoli skozi. Od tod potreba po čudnem "7+" protokolu, ki ne uporablja ASCII kontrolnih znakov, ker vsebujejo veliko ničel...

Diferencialnemu kodiranju lahko sledi skrambliranje podatkov, ki pa ni vedno nujno potrebno. V našem omrežju ga ne uporabljamo pri hitrostih pod 100kbps. Skrambliranje tudi ne smemo zamešati s kriptozoščito, čeprav je končni rezultat podoben: naključno premešane enice in ničle v sporočilu. Algoritem skrambliranja je vedno objavljen in njegova edina naloga je izboljšanje lastnosti modemov in radijskih postaj, ne pa preprečevanje prisluškovanja.

Enostaven algoritem skrambliranja, ki se uporablja v K9NG in G3RUH modemih ter v naših PSK zvezah je prikazan na sliki 10. Skrambliranje je pravzaprav podobno diferencialnemu kodiranju, le da D-flip-flop nadomešča sedemnajst-stopenjski pomikalni register. Primerna povratna vezava z EXOR vrati poskrbi zato, da so izhodni podatki res dobro premešani. Dobro premešane enice in ničle zagotavljajo majhno enosmerno komponento signala, odsotnost ponavljajočih se vzorcev in veliko prehodov logičnega nivoja, kar vse poenostavlja gradnjo in pospešuje sinhronizacijo sprejemnika.

Diferencialno kodirani (in skramblirani) signal vodimo na modulator in potem na oddajnik. Analogni izhod sprejemnika pretvori demodulator v zaporedni niz bitov, ki mu moramo najprej določiti takt. Bitni takt potrebuje deskrambler, diferencialni dekoder in vse nadaljnje operacije do zaporedno/vzporedne pretvorbe.

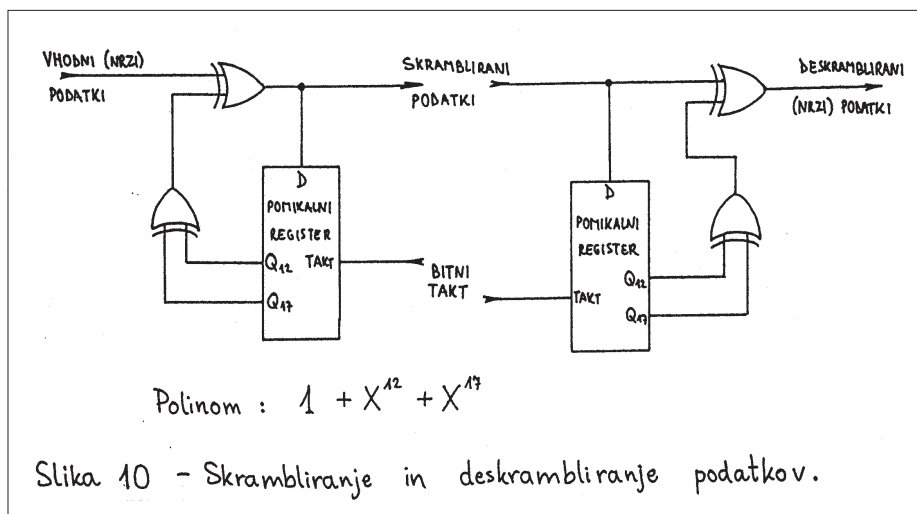
Po diferencialnem dekodiranju moramo v zaporednem nizu bitov najprej poiskati zastavice, ki omejujejo okvirje. Iz vsebine okvirjev nato odstranimo vrinjene ničle in preverimo CRC. Samo pravilno sprejeti okvirji z veljavnim CRCjem grejo v nadaljnjo obdelavo, kjer najprej preverimo naslov. Na koncu iz pravilno naslovljenih okvirjev izluščimo kontrolno polje in uporabimo sprejete podatke.

7. Modemi in radijske postaje

Radioamaterji smo pravzaprav največ novega pričakovali ravno na področju razvoja novih modemov in radijskih postaj. Izumitelji paketa na drugi strani velike luže so že od vsega začetka trdili, da so preprosti AFSK modemi za 1200bps le začasna rešitev. Izgleda so imeli prav, saj italijanski pregovor pravi: "Začasna rešitev traja največ časa!"

Razvijalci packet radia so pozabili, da so postavili za izbiro modulacije štiri povsem nezdržljive zahteve, ki so prikazane na sliki 11. Nobena vrsta modulacije ne more zadostiti niti dveh od navedenih zahtev hkrati: (1) močnostna učinkovitost, (2) spektralna učinkovitost, (3) hitrost preklopa RX/TX in nazaj ter (4) enostavnost modemov in radijskih postaj.

Močnostno učinkovita modulacija pomeni, da z omejeno močjo od-



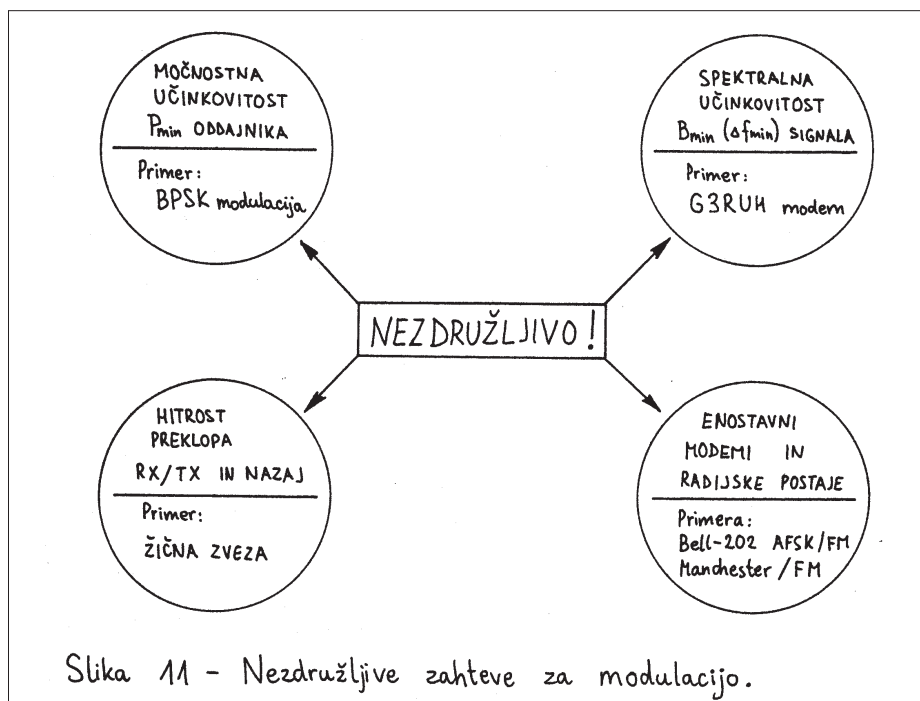
dajnika dosežemo največji domet radijske zveze. Močnostno učinkovite modulacije zahtevajo koherentne detektorje, na primer različne oblike PSK modulacije. Koherentni detektor je komplicirano vezje (ne ustreza zahtevi 4), ki rabi dosti časa za sinhronizacijo (ne ustreza zahtevi 3). Visok izkoristek oddajnika pomeni "kosmat" spekter, kar je v nasprotju z zahtevo 2. PSK (Phase Shift Keying) modulacijo zato uporabljamo na satelitih in v mikrovalovnih področjih, kjer je pasovne širine dovolj, a so moči oddajnikov zelo omejene.

Spektralno učinkovita modulacija pomeni uporabo najmanjše možne pasovne širine. Spet potrebujemo kompliciran modem (ne ustreza zahtevi 4), ki prenaša celoten nizkofrekvenčni pas od enosmerne naprej, kar zahteva dolge preklopne čase (ne ustreza zahtevi 3). Modulacija je občutljiva na motnje in popačenja, kar zahteva močnejši oddajnik (ne ustreza zahtevi 1), kot to dobro poznajo uporabniki G3RUH 9600bps FSK modemov za packet.

Vse do danes ni še nihče uporabil modulacije, ki bi omogočala resnično hiter prejem/oddaja in hkrati hitro sinhronizacijo sprejemnika na drugem koncu zveze. Problem packet radio omrežja je v tem, da je to omrežje z naključnim dostopom: iz sprejema prejšnjega paketa ne moremo sklepati na sinhronizacijo naslednjega. Vsi profesionalni TDMA sistemi so sinhroni (od TOR na kratkih valovih do GSM telefonov), ki dosežejo sinhronizacijo šele po sprejetju več zaporednih paketov.

Radioamaterji navsezadnje še najraje uporabljamo enostavne modeme, ki jih priključimo na enostavne radijske postaje, kot na primer Bell-202 AFSK modem ali Manchester modem. Takšne modulacije niso niti močnostno učinkovite (ne ustrezajo 1) niti spektralno učinkovite (ne ustrezajo 2), pa tudi čas preklopa sprejem/oddaja in nazaj ni ravno kratek (ne ustrezajo 3).

Najbolj običajne vrste modulacij za amaterski packet radio so prikazane na sliki 12. Radioamaterji pogosto uporabljamo kombinacijo več vrst modulacij. FSK izhod iz modema na primer peljemo na mikrofonski vhod FM oddajnika in dobimo dvojno modulacijo, ki jo imenujemo AFSK/FM, kjer pomeni kratica AFSK Audio Frequency Shift Keying. Tudi Manchester kodiranje pogosto uporabljamo skupaj s FM oddajniki



(Manchester/FM v slovenskem paket radio omrežju) oziroma s PSK oddajniki (Manchester/PSK telemetrija profesionalnih satelitov, pa tudi AO-10 in AO-13).

8. Kako naprej s packet radiom?

Razvoj packet radia se zadnje čase nekam ustavlja. To pa sploh ne pomeni, da je s tem konec razvoja radioamaterskih digitalnih komunikacij. Dokument (1), ki je pred dobrim desetletjem pomenil pospešek razvoja packet radia, saj je poenotil postopek (protokol) AX.25, je izgleda danes glavna ovira nadaljnjemu razvoju paketa.

Protokol AX.25, ki je opisan v dokumentu (1), ima nekaj napak, ki so povsem razumljive, če pomislimo na čas, ko je nastajal. Prva napaka je v tem, da so velikosti in dolžine naslovov, okvirjev in paketov premajhne in prirejene računalnikom izpred dveh desetletij. To napako bi zlahka presegli z novimi mejami, če je seveda sploh smiselno postavljati kakšne meje, na primer za dolžino okvirja.

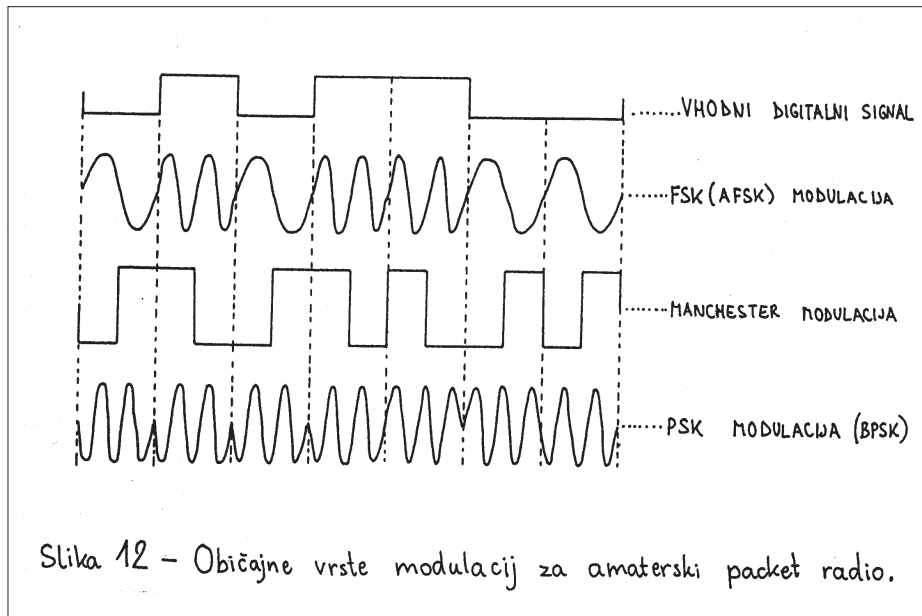
Druga, še dosti hujša napaka pa je v tem, da je sedanji protokol AX.25 preprosto privzet iz žičnih računalniških omrežij. Na žicah gre marsikaj drugače: skritih postaj ni, preklopi sprejem/oddaja so trenutni in oddajo lahko drugi sprejemniki zaznajo takoj brez dolgotrajne sinhronizacije podatkovnega takta. Amaterski protokol za packet radio bi torej morali prilagoditi resničnim

radijskim postajam.

Hiter prejem/oddaja in nazaj namreč sploh ni nujen pogoj za hiter prenos velikih količin podatkov. To zahtevo smo povsem nepremišljeno privzeli iz žičnih omrežij in se je na radijskih valovih izkazala povsem zgrešena. Sedanje enostavne modeme za packet radio bi bilo pametno zamenjati z močnostno ali spektralno učinkovitimi modemi, nikakor pa postavljati nesmiselne zahteve za modem zaradi slabo načrtovanega protokola, ki ni prirejen radijskemu kanalu.

Neučinkovitost AX.25 V2 smo radioamaterji hitro spoznali. Neskončni ping-pong RR-poll in RR-final brez prenosa podatkov pomeni samo nov izvor QRM na naših prezasedenih frekvenčnih področjih. Na kratkih valovih zato še vedno živi stara inačica AX.25 V1, ki ne pozna RR-poll. Tudi SuperVozlji se med sabo vedno pogovarjajo v AX.25 V1, sicer megabitnih postaj sploh ne bi mogli izkoristiti.

Na megabitnih hitrostih je račun naslednji: TXDELAY in SLOTTIME je nastavljen na 5ms. Pri verjetnosti P-PERSISTANCE 25% to pomeni povprečno čakanje 15ms do začetka oddaje in potem še 5ms sinhronizacijske glave. En sam RR-poll/RR-final ping-pong pomeni skoraj 50ms. V tem času bi pri hitrosti 1.2Mbps lahko oddali več kot 20 I okvirjev največje dovoljene dolžine. Z drugimi besedami ena sama ponovitev okvirja na 1.2Mbps potrebuje zaradi RR-poll/RR-final ping-ponga precej več časa kot oddaja istega okvirja s



Slika 12 - Običajne vrste modulacij za amaterski packet radio.

staro WBFM postajo s hitrostjo 38,4kbps.

Žal na mednarodni ravni vse do danes še ni prišlo do kakršnegakoli dogovora. Za AX.25 so bili predlagani le "kozmetični" popravki, na primer kako vgraditi možnost klicnih znakov, ki imajo več kot 6 črk ali števil. "Žični" teoretiki, ki so skomplicirali AX.25 V2 z RR-poll/RR-final ping-ponganjem, so celo predlagali zamenjavo DCD vezja z novim ping-ponganjem. Na srečo jih ni nihče več poslušal in so te blodne zamisli ostale le na papirju.

Če se na mednarodni ravni nič ne premakne, lahko vsaj sami poskusimo s preprostimi ukrepi povečati učinkovitost protokola. Vsaj dva ukrepa ne bi smela zahtevati večjih predelav programske opreme: povratek k učinkovitejšemu protokolu AX.25 V1 in uporaba daljših okvirjev (večji "N1"). Žal povsod naletimo na težave: ameriški programi za TNCje še nekako prebavijo V1, nemški programi (ki so pri nas zelo razširjeni) pa se z V1 radi zataknejo ali celo sesujejo. Še huje je z daljšimi okvirji: veliko programov za packet se enostavno zatakne ali sesuje, ko sliši daljši okvir, pa čeprav ta okvir sploh

ni bil naslovljen na to postajo. Učinkovitost packet radio omrežja torej predvsem zavisi od naše sposobnosti dogovarjanja na vseh ravneh. Vzdrževalci se morajo med sabo dogovoriti, kako med sabo povezati vozlišča in BBSje, sicer packet radio sploh ne dela. Uporabniki bi se morali dogovoriti z vzdrževalcem svojega lokalnega vozlišča (in ne z nekom na drugem koncu Slovenije), kako urediti dostop do vozlišča. Pri tem je verjetno vzdrževalec tista oseba, ki najbolje pozna vozlišče, dobre in slabe lastnosti njegovih radijskih postaj, usmeritve anten, poznane izvore radijskih motenj in pričakovano pokrivanje posameznih kanalov vozlišča.

Sodobni programi za packet radio vsebujejo celo morje različnih parametrov in v tem morju je pametno poiskati tiste, ki se nanašajo na nastavitve TNCja (ali drugačnega vmesnika) in radijske postaje. Teh parametrov potem ne nastavljamo po enem kopitu, pač pa v skladu z zmogljivostjo svoje postaje, postaj drugih uporabnikov in predvsem v skladu s tistim, kar zahteva radijska postaja v vozlišču na vrhu bližnjega kuclja.

Osnovne časovne parametre packet radio postaje nastavimo v dogovoru z vzdrževalcem vhoda v omrežje, ki ga sami največ uporabljamo: TXDELAY, TXTAIL, SLOTTIME, RESPTIME, RETRY. Nekatere parametre je pametno prilagoditi temu, kar trenutno počnemo na packetu: P-PERSISTENCE, PACLEN, FRACK, MAXFRAME, LINKTIME. Večina teh zadnjih se nanaša samo na našo oddajo in so skoraj nepomembni, če na packetu le ročno tipkamo drugim postajam ali "molzemo" BBS.

Za zaključek poudarjam, da najboljši protokol še ni bil izumljen in verjetno nikoli ne bo izumljen. To pa še ne pomeni, da se pri packet radiu stvari ne da prav nič več izboljšati. Vsaka sprememba protokola je seveda mučna zadeva: zahteva veliko dela, za zahvalo pa na inovatorja takoj zgrmi plaz obtožb, da zdaj nič več ne dela...

9. Reference:

- (1) Terry L. Fox, WB4JFI (urednik ARRL): "AX.25 Amateur Packet-Radio Link-Layer Protocol, Version 2.0", 48 strani, oktober 1984, ARRL, Newington, USA.
- (2) ZRS (več avtorjev): "AMATERSKE DIGITALNE KOMUNIKACIJE", 52 strani, skripta seminarja ZRS "Uporaba računalnikov v radio-amaterski praksi", 21/2/1987, ZRS, Ljubljana.
- (3) ZRS (več avtorjev): "PACKET RADIO", 145 strani, skripta istoimenskega seminarja ZRS, 25/3/1988, ZRS, Ljubljana.
- (4) Andrej Souvent, S51BW: "Parametri packet radio postaje", stran 26/5-97, CQ ZRS, Ljubljana.

MAP OF HA RMNC NETWORK

(may 2000)

*= Planned links
 @= Link to TheNet
 \$= Link to BBS
 &= JNOS
 #= CLUSTER
 != -1.6MHz shift
 !!= +5.6MHz shift
 ^= only simplex mode

70cm Interlink with 1.6MHz shift:

FREQUENCY	VERTICAL POL.	HORIZONTAL POL.
432.525-434.125	(3PNA-3PMF)(9PNA-9PBA)	
432.525	(8PKU-U7^)	434.125 (8PKU-8PCS^)
432.525-430.675		(HG6PNB-OM3KKF)
432.550-434.150	(U7-HG2PRX)(9PBA-0PDB)*	
432.575-434.175		(3PMC-4N7ZBT)*(5PDF-5PTV)
432.600-434.200	(U7-5BDU)(3PMF-HA3PMF)*	(OE1XKR-1PSO)
432.625-434.225	(0PLA-9PNA)(3PNA-5PTV)	(1PGY-1PTJ)*(3PHB-1PNK)
432.650-434.250	(1PZA-1KZC)(3PMC-8PUA)*	(1PGY-1PSO)
	(HG5PBD-U7)	
432.675-434.275	(6PNB-U7)(2PTB-2PRX)*	
	(1PZA-USER7)*	432.675 (8GL-8PMK^)
432.700-434.300	(1PZA-1PNK)	(0PNB-9PNA)
432.725-434.325	(PZA-1PYY)(5PDF-USER7)*	
	(9PNA-U7)(6PNB-6PGA)	
432.750-434.350	(U7-HG6PGA)*	(3PHB-1PXX)*
432.775-434.375	(U7-5PTV)(U7-1PYY)	(0PNB-YO5YSM)
432.800-434.400	(5PBD-5OB)	(0PLA-YO5YOR)!!
	(1PZA-OE6XHG)!!	

70cm Interlink with 4MHz shift

1. 434.450-438.450	(9PNA-UR0DNF)	
434.450-430.450		(HG1PYY-OE3XPR)
2. 434.475-438.475	(1PYY-OM0NVB)	
3. 434.500-438.500	(2PEG-OM0NNK)	434.500 (8GL-8PSV^)
4. 434.525-438.525		(1PNK-9A0XDA)
434.525-430.525		(8BV-YO5??)*
5. 434.550-438.550	(3PMC-9A0XDM)*	(1PYY-OE3XPR)

Simplex: Only QRP!

1. 437.900	(5OB-U7)	
437.900-431.175	(6PNB-OM0NXA)	
2. 437.925	(1PZA-1PNK)(QSY..)*	
3. 437.950	(1PYY-S55YMS)(1PXX-U7)*(3PHB-U7)*	(8PCS-8BV)(8PKU-8PSZ)
4. 437.975	(2PEG-1PGY)(5KFU-U7)	(8PUA-3PNA)
5. 437.987.5	(3PMF-3PG)*	

RMNC		TheNet/XNET
1. 433.625	(0PLA-U7)*	(6PGA-8PKU)(5APZ-U7)
2. 433.650	(0PDB-U7)*	
3. 433.675	(1VH-U7)(1PGY-U7)*(3PMF-U7)*	(5KFU-7PST)(7TM-7PST)
4. 433.725	(2PEG-U7)(1PNK-U7)	
5. 433.750	(0PNB-U7)(9PBA-U7)	(2PTB-U7)*
6. 433.775	(1PSO-U7)*(3PNA-U7)	(6PNG-U7)
7. 433.800	(2PSK-U7)*	
8. 433.900		(3PMC-3TK)(8PHM-USR7)*

2m USER's

RMNC	TheNet/XNET
1. 144.800 = HG2PRX	6PGA,HA3PG
2. 144.812.5 = HG1PZA	5BDU
3. 144.825 = HG8PUA	6PNG
4. 144.837.5 = HG1PSO,3PHB,9PNA	8PCS
5. 144.850 = HG5PTV,8PHM	
6. 144.862.5 = HG3PPS	2PTB
7. 144.875 =	5OB
8. 144.887.5 = HG6PNB	3PMC*
9. 144.900 = HG2PEG,OPNB	8KDA
10. 144.912.5 = HG3PMF	5PDF,2PSK*
11. 144.925 = HG1PXX*	7PST
12. 144.937.5 = HG1PGY	8PKU
13. 144.950 = HG0PLA,1PCU	5PBD,8PMA
14. 144.962.5 = HG3PNA	8PSV,7PTM
15. 144.975 = HG1PYY	5KFU
16. 144.987.5 = HG9PBA	8GL,3PGC,HA3PMF

23cm link frq's:

1. 1242.725-1298.725	(5PTV-U23)*
2. 1242.750-1298.750	(1PYY-2PRX)(OPDB-U23)*
3. 1242.775-1298.775	(USER23-HG2PEG)
4. 1242.800-1298.800	(8PHM-8PCS)
5. 1242.825-1298.825	
6. 1242.850-1298.850	(5PTV-6PNB)(OPDB-OPDD)
7. 1242.875-1298.875	
8. 1242.900-1298.900	(9PNA-6PNB)
10. 1242.950-1298.950	(1PYY-S55YMS)*
11. 1242.975-1298.975	
12. 1243.000-1299.000	(5PTV-2PRX)
13. 1270.725	(HG1PYY-HG1PSO)

The HA RMNC network:

HG1PYY KENDIG (JN87FI) 726m asl. Sysop:HA1YA@HA1VH

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P1 = 144.975		(USER2)	V.	5W/ 6dB Y.East
P3 = 434.325-432.725		(HG1PZA)	H.	3W 12dB Y. 9K6
P4 = BBSLINK		(HA1VH)\$		9k6
P2 = 434.375-432.775		(USER7)	V.	8W 6dB GP. 9k6
P6 = 1270.725		(HG1PSO)	V.	1W HORN 9k6
P7 = 434.475-438.475		(OMONVB)	V.	1W 12dB Y. 2k4
P8 = 1242.975-1298.975		(S55YMS)	H.	3W 20dB Dish 19K2 (now 437.95)
P5 = 1242.750-1298.750		(HG2PRX)	H.	1W 20dB Dish 9k6
P9 = 70cm		()	V.	1W 12dB Y. *
P10 = 434.450-430.450		(OE3XPR)	H.	1W 10dB Y 9k6

HG1PZA Zalaegerszeg (JN86KT) Sysop HA1RB@HG1KZC

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P1 = 144.812.5		(USER2)	V.	3W 5dB Y.
P3 = 432.725-434.325		(HG1PYY)	H.	3W 10dB Y. 9k6
P2 = 432.675-434.275		(USER7)	V.	5W 13dB Y. 9K6 *
P4 = 432.650-434.250		(HG1KZC)\$	H.	1W Y. 2K4
P5 = 432.800-438.400		(OE6XHR)	H.	10W 15dB Y. 9k6
P6 = 437.925		(HG1PNK)	V.	5W 12dB Y. 2K4(qsy)

HG1PGY GYOR (JN87TM) 120m asl. Sysop:HA1TJ@HA1VH

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P1 = 144.937.5		(USER2)	V.	1W 3dB
P3 = 437.975		(HG2PEG)	V.	5W 12dB Y. 9k6
P2 = 432.650-434.250		(HG1PSO)	H.	3W 12dB Y. 2K4
P4 = 432.625-434.225		(HG1PTJ)&	H.	3W 10dB Y. 2k4 *

HG1PSO SOPRON (JN87GP) 420 m asl Sysop:HA1DAK@HG1PSO

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P2	= 144.8375	(USER2)	V.	1W 6dB Y.
P3	= 434.250-432.650	(HG1PGY)	H.	3W 12dB Y. 2K4
P1	= 1270.725	(HG1PYY)	V.	3W 12dB Y. 9K6
P4	= 433.775	(USER7)	V.	1W 3dB GP. 9k6
P5	= 434.200-432.600	(OE1XKR)	V.	3W 10dB Y. 9k6
P14	= Line	(HG1PSO-8)\$		BBS

HG1PCU KESZTHELY (JN86OT) 230m Sysop:HA1DQ,HA1CU@HA1CU

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P1	= 144.950	(USER2)	V.	5W LOKAL
P2	= 437.925?	(HG1DQ)& (HG1PZA)	H.	JNOS *
P15	= Line	(HA1CU)\$		BBS

HG1PNK Nagykanizsa(JN86LM) 160m Sysop:HA1RG@HG1KZC

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P5	= 434.500-438.500	(9A0XDA)	H.	5W 12dB Y. 9K6
P4	= 434.225-432.625	(HG3PHB)	H.	3W 12dB Y. 9K6
P1	= 433.725	(USER7)	V.	3W GP. 9K6
P2	= 433.650	()?	H.	3W Y. 2K4 *
P3	= 437.925	(HG1PZA)	V.	3W Y. 2K4(qsy)

HG1PXX Keszthely (JN86OT)160m

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P1	= 144.925	(USER2)	V.	3W GP.
P2	= 437.950	(USER7)	V.	3W GP.
P3	= 434.350-432.750	(HG3PHB)	H.	3W 12dB Y.

HG2PRX Parajosteto (JN87VH) 650 m asl. Sysop:HA2RX@HA1VH

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P1	= 144.800	(USER2)	V.	2W 6dB
P3	= 434.275-432.675	(HG2PTB)	H.	3W Y. *
P4	= 1298.750-1242.750	(HG1PYY)	H.	1W DISH 9K6
P5	= 1299.000-1243.000	(HG5PTV)	H.	5W DISH 19K2
P2	= 434.150-432.550	(USER7)	V.	10W GP. 9K6

HG2PEG Esztergom (JN97JS) 402m Sysop:HA2EDR@HA5OB

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P0	= 144.900	(USER2)	V.	1W 0dB
P1	= 1242.975-1298.975	(HG6PNB)	H.	4W DISH 090
P2	= 433.725	(USER7)	V.	4W 6dB Y. 9k6
P3	= 434.500-438.500	(OM0NNK)	H.	4W 12dB Y. 9K6
P4	= 437.975	(HG1PGY)	V.	5W 12dB Y. 9k6
P5	= 1242.775-1298.775	(USER23)	V.	5W 6dB 9K6 *

HG3PHB Fonyod (JN86SR) 230m asl.Sysop:HA3GO@HA3KHB

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P1	= 144.837.5	(USER2)	V.	5W 6dB
P2	= 437.950	(USER7)	V.	3W GP
P4	= 432.750-434.350	(HG1PXX)	H.	3W 12dB Y. *
P15	= Line	(HA3KHB)\$		BBS
P3	= 432.625-434.225	(HG1PNK)	H.	3W 12dB 4K8

HG3PPS Paks (JN96JO) 110m asl. Sysop:HA3UF

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P1	= 144.862.5	(USER2)	V.	3W Y.
P4	= 437.975	(HG3PNA)?	V.	.5W 10dB Y. 2K4 *
P3	= 432.725-434.325	()	H.	3W 10dB Y. 2K4

HG3PNA SZEKSZARD (JN96II) 160m asl. Sysop:HA3NL@HA5KDF

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P0	= 144.962.5	(USER2)	H.	1W 3dB
P1	= 432.625-434.225	(HG5PTV)	V.	5W 10dB Y. 9K6
P2	= 437.975	(HG8PUA)	H.	5W 12dB Y. 2K4
P3	= 433.775	(USER7)	V.	3W GP

HG3PMF (JN96CC) 610m asl. Sysop:HA3PG@HA3PG

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P3	= 144.912.5	(USER2)	V.	6W 6dB
P1	= 434.275-432.675	()	H.	8W 12dB Y. 2K4
P2	= 434.125-432.525	(HG3PNA)	V.	5W 12dB Y. 2K4 *
P4	= 434.200-432.600	(HA3PMF)	H.	.5W 12dB Y. 2k4 *
P5	= 437.987.5	(HA3PG)	H.	.5W 12dB Y. 2k4 *
P5	= Line	(HA3PMF-8)		9K6
P0	= 433.675	(HA3PMF-7)@	V.	5W GP USER7 *

HG5PTV BUDAPEST (JN97LL) 450m asl. Sysop:HA5TI@HA5KDF

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P1	= 144.850	(USER2)	V.	8W /6dB
P5	= 1243.000-1299.000	(HG2PRX)	H.	3W 12dB Y. 19k2d
P2	= 434.175-432.575	(HG5PDF)	H.	3W 8dB Y. 9K6
P3	= 1242.850-1298.850	(HG6PNB)	H.	5W 1.2mDish 19k2d
P4	= 434.225-432.625	(HG3PNA)	V.	5W 12dB Y. 9K6
P7	= 434.375-432.775	(USER7)	V.	5W 3dB GP. 9k6
P8	= 1242.725-1298.725	(HG5PBD)	V.	0.1W 19K2 *

HG5PDF BUDAPEST CITY (JN97OM) 150m asl. Sysop:HA7CR@HA5KDF XNET

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P0	= 144.912.5	(USER2)	V.	5W
P2	= 432.575-434.175	(HG5PTV)	H.	.3W 10dB Y. 9k6
P3	= Line	(HA5PDF)\$		9K6 BBS
P1	= 432.725-434.325	(USER7)	V.	3W GP. 9K6 *
P4	= 432.600-434.400	(HG5BDU)	V.	1W Y. 9K6

HG5BDU BUDAPEST (JN97L?) sysop HA5BDU&HA5BDU XNET

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P0	= 144.812.5	(USER2)	V.	10W GP.
P1	= 434.200-432.600	(USER7)	V.	10W GP.
P2	= Line	(HA5DXC)#		CLUS

HG6PNB(Salgotarjan)(JN98WD) 620m asl. Sysop:HA6PX@HA5KDF

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P1	= 144.887.5	(USER2)	V.	1W GP
P2	= 432.675-434.275	(USER7)	V.	10W GP 9K6 to 6PNG
P3	= 1298.850-1242.850	(HG5PTV)	V.	10W 23dB Dish 19k2d
P4	= 1298.900-1242.900	(HG9PNA)	H.	10W Horn 19k2d
P5	= 437.900-431.175	(OMONXA)	V.	10W Y. 9K6
P6	= 432.725-434.325	(HG6PGA-8)@	H.	3W Y. 4K8
P8	= 1298.950-1242.950	(HG2PEG)	V.	3W Y. 19K2
P9	= 432.525-430.675	(OK3KKF)	H.	10W Y. 9K6

HG6PNG(Balassagyarmat)(JN98??) XNET Sysop:HA6OI

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P1	= 144.825	(USER2)	V.	1W GP
P2	= 433.775	(USER7)	V.	2W Y. 9K6
P4	= 434.275-432.675	(HG6PNB)	V.	5W Y 9K6
P11	= Line	(HA6DX)#		CLUS

HG8PUA(Baja) 150m asl (JN96MD) Sysop:HA8UA@HA1VH

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P1	= 144.825	(USER2)	V.	3W 3dB
P2	= 434.325-432.725	(HG3PNA)	H.	5W 8dB Y. 2K4
P3	= 434.250-432.650	(HG3PMC)	H.	5W 10dB Y. 2K4 *

HG8PHM(Hodmezovasarhely) Sysop HA8FY@HA8FY

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P1	= 144.850	(USER2)	V.	3W 3dB
P2	= 433.900	(USER7)	V.	3W 3dB
P3	= 1242.800-1298.800	(HG8PCS)	V.	1W 15dB Y. *
P4	= 23cm	(HA8FY)\$	H.	3 10dB *

HG9PNA(Bankut) 900m asl.(KN08FC)Sysop:HA9AX@HA9PBA

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P1	= 144.837.5	(USER2)	V.	2W 3dB
P6	= 1242.900-1298.900	(HG6PNB)	V.	3W Dish 19k2
P2	= 434.325-432.725	(USER7)	V.	4W 6dB 9K6
P4	= 434.225-432.625	(HG0PLA)	V.	10W Y. 9K6
P5	= 434.450-438.450	(URODNF)	H.	10W Y. 9K6
P3	= 434.125-432.525	(HG9PBA)	V.	3W Y 9K6
P6	= 434.300-432.700	(HG0PNB)	H.	10W Y. 9K6

HG9PBA (Miskolc) (KN08JC) Sysop:HA9OA@HA9PBA

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P1	= 144.987.5	(USER2)	V.	2el Y.
P3	= 432.525-434.125	(HG9PNA)	V.	3W Y. 9K6
P2	= 433.750	(USER7)	V.	5W 2el
P4	= Line	(HG9PBA-8)\$		BBS
P5	= 432.550-434.150	(HG0PDB)	V.	5W 12elY. *

HG0PLA Puspokladany (KN07ME)Sysop:HA0HW@HA9PBA

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P0	= 144.950	(USER2)	V.	5W 6dB
P1	= 432.625-434.225	(HG9PNA)	V.	10W 12dB Y. 9K6
P2	= 433.625	(USER7)	V.	5W 6dB *
P3	= 432.800-438.300	(YO5YOR)	H.	10W 12dB Y. 9K6

HG0PNB Nyirbator (KN17BU) Sysop:HG0VT@HG8GL

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P0	= 144.900	(USER2)	V.	5W 6dB
P1	= 433.750	(USER7)	V.	5W 6dB 9K6
P2	= 432.700-434.300	(HG9PNA)	H.	10W 12dB 9k6
P3	= 432.775-434.375	(YO5YSM)	H.	5W 12dB 9K6

HG0PDB Debrecen (KN07??) Sysop:HA0HK

Port	TX - RX	Link to	Pol	Info
P0	= 144.875	(USER2)	V.	5W 6dB *
P1	= 433.650	(USER7)	V.	5W 6dB *
P2	= 434.150-432.550	(9PBA)	V.	5W 12dB *

All no marked speed is 1200 Baud.
 Please send me your remarks, and if possible keep on free this channels for HA direktion...
 Please use directional antenna's between your interlinks!
 This info was send to:OE,S5,9A,OM,YU

73! 2000.may. 25. HA1YA@HA1VH

FM sprejemnik/oddajnik za VHF in UHF

Matjaž Vidmar, YT3MV

1. Uvod

Kljub nasičenemu tržišču tovarniških amaterskih postaj je izdelava sprejemnika/oddajnika še vedno zanimiva za mnoge amaterje. Tovarniške postaje so razmeroma poceni, predvsem izdelki velikoserijske proizvodnje, kot so to VHF in UHF ročne amaterske postaje. Samogradnja zato prav gotovo ni zanimiva iz čisto ekonomskih razlogov: kdor takoj potrebuje ročno FM postajo minimalnih dimenzij, si tak izdelek kupi prav tako kot vsi kupujemo druge izdelke široke potrošnje, saj nihče ne bo sestavljal televizorja ali avtomobila iz rezervnih delov!

Domača izdelava radijske postaje postane zanimiva takrat, ko že v naprej zahtevamo drugačne karakteristike izdelkov od tega, kar nam nudi kopica proizvajalcev z daljnega vzhoda. Vse sodobne tovarniške radijske postaje vsebujejo razmeroma veliko število posebnih sestavnih delov, ki so bili proizvedeni samo za dani tip postaje, ki jih ne dobimo v prosti prodaji (če ravno ne kot drage rezervne dele) in za katere so nam tehnični podatki nedostopni. Vsaka predelava take postaje je zato skoraj nemogoča, če ne zaradi drugega iz strahu, da bi kaj pokvarili! Sestavni deli prenosnih sprejemnikov/oddajnikov so razen tega postali tako majhni, da z našim grobim orodjem komaj moremo do njih, kaj šele, da bi kaj predelali ali dogradili!

Samogradnja postane zanimiva tudi takrat, ko potrebujemo več kot eno radijsko postajo oziroma naši znanci amaterji gradijo podobne postaje in lahko eden drugemu pomagamo. Izdelava sprejemnika/oddajnika pa je lahko tudi zanimiva avantura v področju elektronike in radijske tehnike, ki bo v vsakem slučaju obogatila naše znanje in dokazala sebi in drugim, da smo amaterji še vedno sposobni zgraditi lastno radijsko postajo in se zato razlikujemo od ostalih uporabnikov potrošnih dobrin!

Načrtovanje radijske postaje, ki bi bila z lahkoto ponovljiva za večino amaterjev, ni enostavna reč. Proizvajalci sestavnih delov sicer nudijo množico najrazličnejših elementov, ki krijejo skoraj vse potrebe pri načr-

tovanju sprejemnikov in oddajnikov. Žal ti sestavni deli niso dostopni radioamaterjem, tudi v dobro založenih zahodnih trgovinah ne: trgovec na debelo bo zahteval minimalno naročilo 100 ali 1000 kosov medtem ko trgovec na drobno ne more držati na zalogi tako visoko specializiranih proizvodov, kot jih mi rabimo v naših postajah!

Pri načrtovanju postaj, opisanih v tem članku, sem se držal načela, da bom uporabljal izključno sestavne dele, do katerih se da razmeroma enostavno priti: se pravi elemente, ki se vgrajujejo v izdelke široke potrošnje, kot so to televizorji ali osebni računalniki ter so in bojo zato ostali dostopni na tržišču, če ne drugače, vsaj kot rezervni deli.

V tem članku bosta opisani, predvidoma v treh nadaljevanjih, dve inačici FM sprejemnika/oddajnika: za VHF (145MHz) področje in za UHF (435MHz) področje. Obe inačici pokrijeta področje okoli 15-20MHz okoli srednje frekvence, na katero smo ju uglasili. Inačici imata večino modulov skupnih, razlika je le v visokofrekvenčnem modulu. Odgovor na vprašanje zakaj dva ločena sprejemnika/oddajnika za 2m in 70cm in ne ena sama postaja za obe področji je preprost: vse kombinirane postaje za 2m in 70cm vsebujejo bodisi dva povsem ločena sprejemnika/oddajnika za obe področji, bodisi težko sprejemljive kompromisne rešitve, ki povzročajo hude motnje med 2m in 70cm deli postaje.

V sodobni amaterski postaji je skoraj obvezna uporaba mikroročunalnika predvsem zato, ker se z mikroročunalnikom da poenostaviti marsikatero nalogo. V vseh sodobnih radijskih postajah mikroročunalnik vodi frekvenčni sintetizator, ki bi sicer zahteval kopico sestavnih delov za isto nalogo, in skrbi za prikazovanje delovne frekvence in drugih važnih podatkov na zaslonu na prednji plošči postaje. V opisani postaji mikroročunalnik skrbi še za nastavljanje elektronskih potenciometrov za glasnost in skvelč: na ta način se izognemo nezanesljivim in vedno dražjim mehanskim potenciometrom!

Večina radioamaterjev pri nas in v tujini povezuje mikroročunalnike z nepotrebno kompliciranostjo radij-

skih postaj: brez debele knjige navodil za uporabo tovarniške postaje te še prižgati več ne znamo! Po mojem je to mnenje povsem zgrešeno in je posledica neznanja, predvsem pa popolnega pomanjkanja domišljije načrtovalcev postaj z daljnega vzhoda. Z uporabo mikroročunalnika se da vendarle znatno poenostaviti rokovanje z radijsko postajo, ne pa zakomplicirati! Opisana postaja je za to lep primer: vsi ukazi se posredujejo mikroročunalniku preko samo treh tipk na prednji plošči, mikroročunalnik pa nas bo sproti obveščal, kako naj tipke uporabljamo.

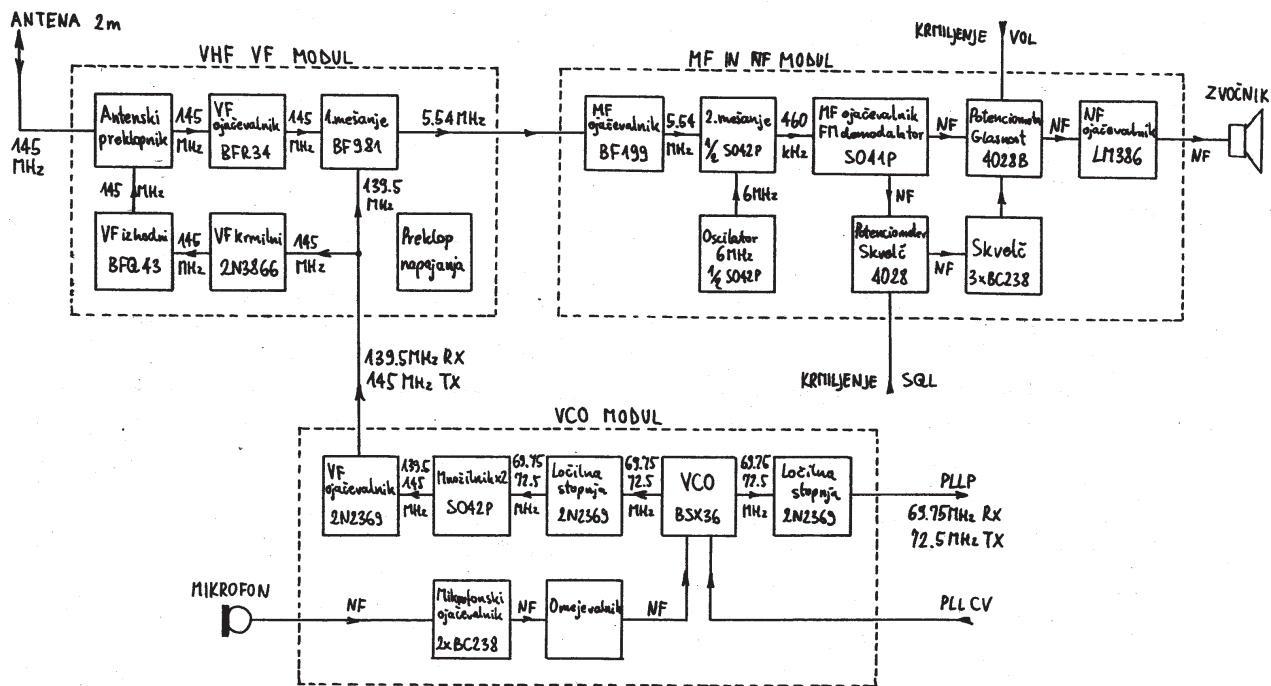
Opisane postaje so doživele v Sloveniji uspeh, ki si ga niti nisem pričakoval, ko sem jih načrtoval predvsem za lastne potrebe: v tem trenutku deluje že okoli trideset postaj za VHF in UHF, še več naših radioamaterjev pa gradi te postaje. Čeprav sem o gradnji teh postaj že napisal in objavil obširen članek v italijanski reviji "CQ-Elettronica", je slovenski opis gradnje in uglaševanja še kako potreben in to je tudi namen tega članka.

2. Blok shema

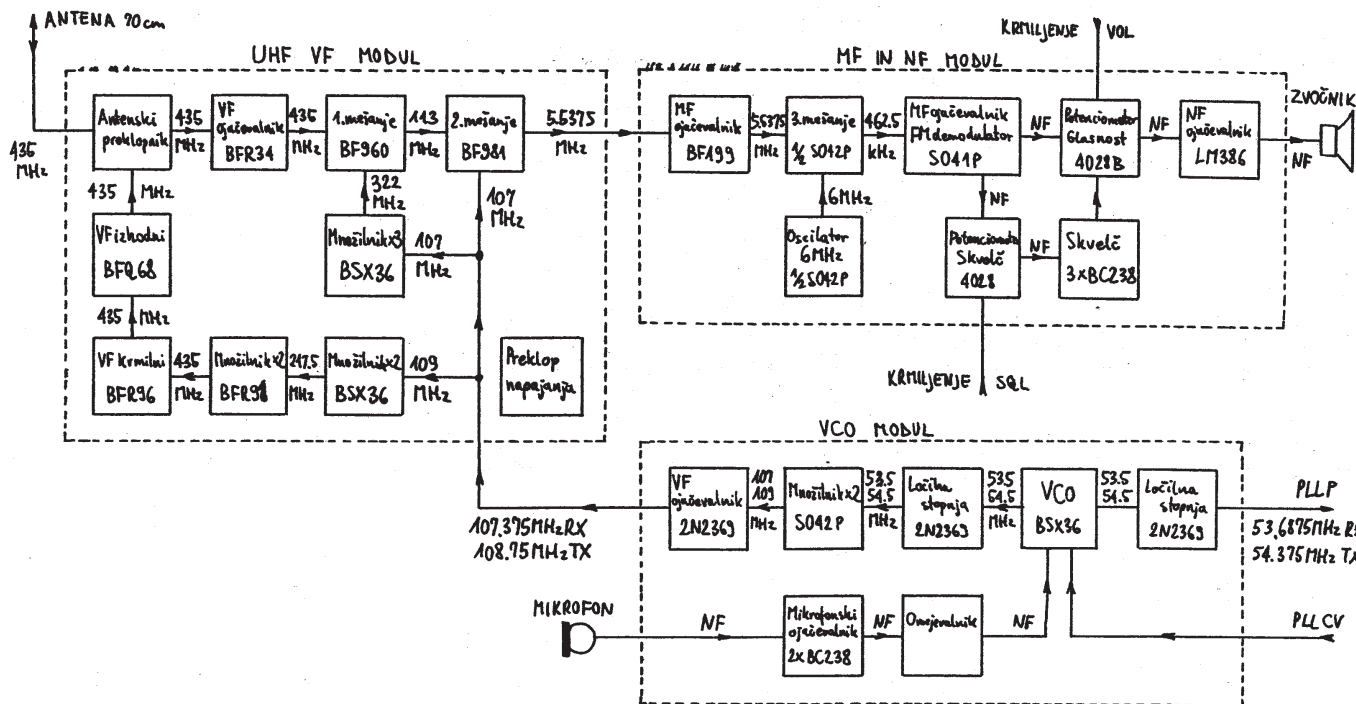
Blok shema FM sprejemnika/oddajnika je razdeljena na tri dele. Na sliki 1. je prikazana blok shema analognega dela (visokofrekvenčna in nizkofrekvenčna vezja) VHF inačice, na sliki 2. je prikazana blok shema analognega dela UHF inačice in na sliki 3. je prikazana blok shema digitalnega dela (frekvenčni sintetizator in mikroročunalnik), ki je enak za obe inačici.

VHF (2m) sprejemnik uporablja dvojno mešanje z medfrekvencama 5.54MHz in 460kHz. Sprejemnik z enojnim mešanjem bi potreboval zelo veliko ojačenje v medfrekvenci (kar vodi v težave) in drag kristalni filter. Prva medfrekvenca uporablja televizijske keramične filtre za 5.5MHz, ki so zadosti široki, da spustijo tudi 5.54MHz signal neoslabljen. Selektivnost postaje določa druga medfrekvenca s standardnimi medfrekvenčnimi transformatorji za 460kHz (455kHz).

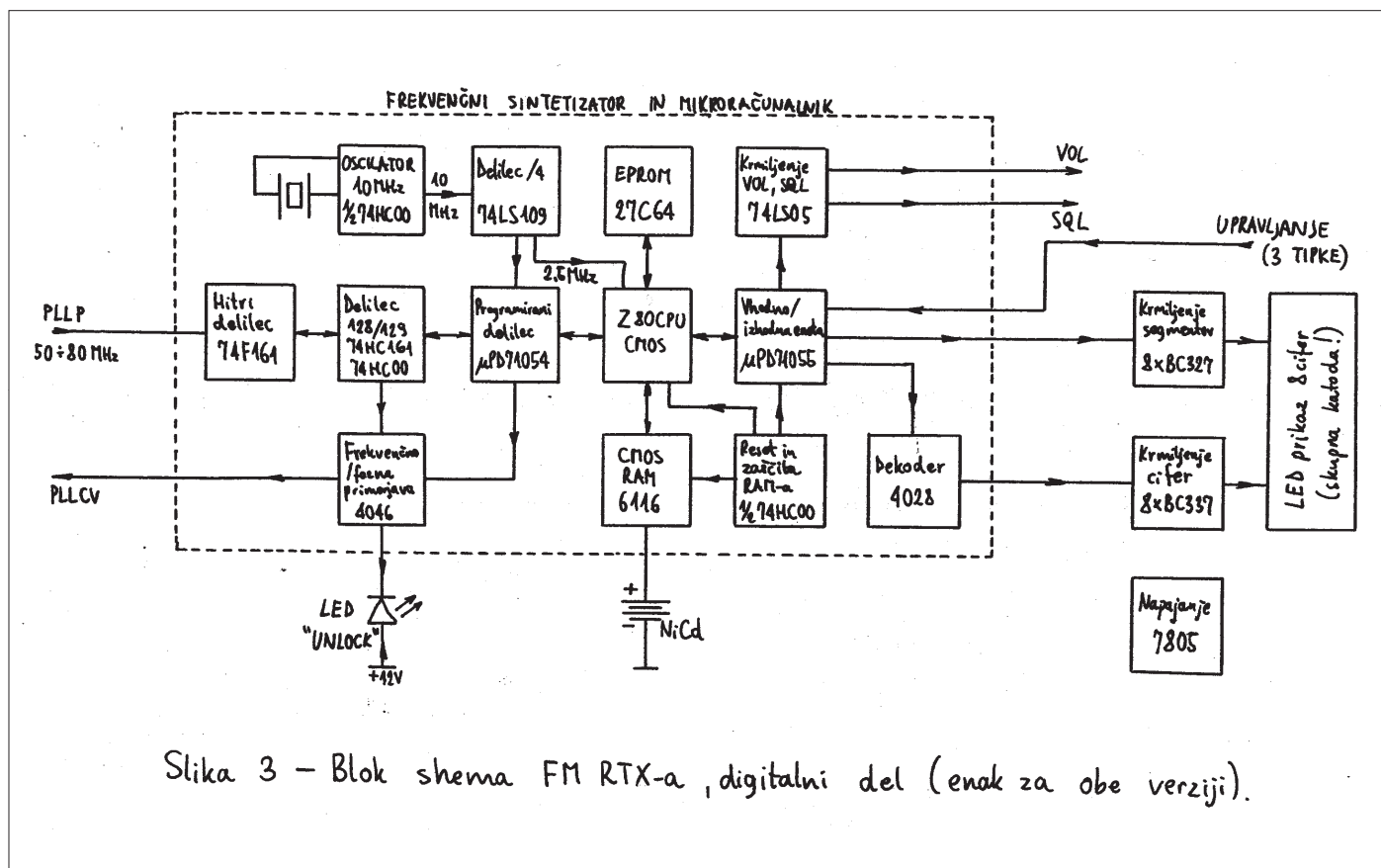
Glasnost in skvelč se nastavljata preko elektronskih potenciometrov, zgrajenih iz CMOS vezij 4028, ki



Slika 1. - Blok shema VHF FM RTX-a , analogni del.



Slika 2. - Blok shema UHF FM RTX-a , analogni del.



preklaplajo po osem fiksnih uporov. Osem stopenj omogoča zadosti fino nastavitvev glasnosti, za skvelč pa je osem stopenj še preveč. Oba potenciometra sta krmiljena naravnost z mikroročunalnikom.

Oddajnik je enostavno VCO, kateremu sledijo množilne in ojačevalne stopnje. Isti VCO se uporablja tudi kot lokalni oscilator za prvo mešanje v sprejemniku. V VHF verziji dela VCO na polovici končne frekvence v področju okoli 70MHz in potrebuje eno množilno (podvojevalno) stopnjo. Na ta način se da v frekvenčnem sintetizatorju uporabiti cenen in dostopen delilec iz serije F hitrih TTLjev: 74F161. VCO na polovični frekvenci pa zahteva tudi manj oklapljanja in manj ločilnih stopenj za izločanje škodljivih vplivov drugih delov radijske postaje, predvsem izhodne stopnje oddajnika. Prav iz tega zadnjega razloga uporablja večina tovarniških postaj, predvsem ročnih, isti koncept VCOja na polovični frekvenci.

UHF (70cm) postaja se v glavnem razlikuje v visokofrekvenčnem delu. UHF sprejemnik uporablja trojno mešanje z medfrekvenkami 113MHz (spremenljiva), 5.5375MHz in 462.5 kHz. Isti signal VCOja se uporablja za prvo in drugo mešanje. Na sprejemu dela VCO na približno 53.5 MHz, ki se podvojijo na 107MHz že v

samem modulu VCOja in služijo med ostalim za drugo mešanje. Za prvo mešanje pa se 107MHz še dodatno potroji na 322MHz. Druga in tretja medfrekvenca uporabljata isti MF in NF modul kot v VHF sprejemniku, le da je uglasen 2.5kHz vstran.

Na oddaji dela VCO na približno 54.5MHz, to je eni osmini končne frekvence oddajnika. Na izhodu VCO modula dobimo 109MHz, nakar sta potrebni še dve podvojevalni stopnji do končne frekvence 435MHz. VCO modul UHF postaje uporablja zato isto vezje kot VCO modul VHF postaje, ki vsebuje le par sprememb: tuljave in ustrezni kondenzatorji v nihajnih krogih.

Frekvenčni sintetizator deluje podobno v obeh inačicah. Signal iz VCOja krmili najprej hitri delilec z dvojnim modulom 8/9, ta pa je naprej povezan z drugim delilcem v delilec z dvojnim modulom 128/129. Delilec z dvojnim modulom 128/129 je povezan s programiranim delilcem uPD71054 in končni rezultat vsega tega deljenja se primerja z referenčno frekvenco (2.5kHz v VHF postaji in 1.5625kHz v UHF postaji). Frekvenčno/fazni primerjalnik 4046 zaključuje zanko PLL frekvenčnega sintetizatorja.

Nastavljanje modulov deljenja v PLL sintetizatorju je komplicirana naloga, zato je prepuščena mikro-

računalniku. Mikroročunalnik je zasnovan na znanem mikroprocesorju Z80CPU, v postajah pa je uporabljena CMOS verzija zaradi manjše porabe. Za delovanje vsakega mikroročunalnika je nujen potreben program in ta je shranjen v EPROMu 27C64. Spremenljivke v programu, na primer delovne frekvence postaje, so seveda shranjene v CMOS RAMu 6116, ki s pomočjo male NiCd baterije obdrži svojo vsebino tudi pri ugasnjeni postaji. Čeprav je 6116 najmanjši CMOS RAM, ki se dobi na tržišču, že polovica njegove kapacitete zadošča za 256 VFOjev, z neodvisnimi sprejemnimi in oddajnimi frekvenkami!

Programirani delilec uPD71054 krmili mikroprocesor Z80CPU neposredno, vse ostale naloge pa opravlja preko vhodno/izhodne enote uPD71055: krmiljenje elektronskih potenciometrov, krmiljenje LED prikaza na prednji plošči postaje in sprejem ukazov s tipk na prednji plošči. Za napajanje mikroročunalnika skrbi 7805, ne sme pa manjkati tudi zanesljivo vezje za reset mikroročunalnika in zaščito vsebine CMOS RAMa ob vklopu/izklopu postaje.

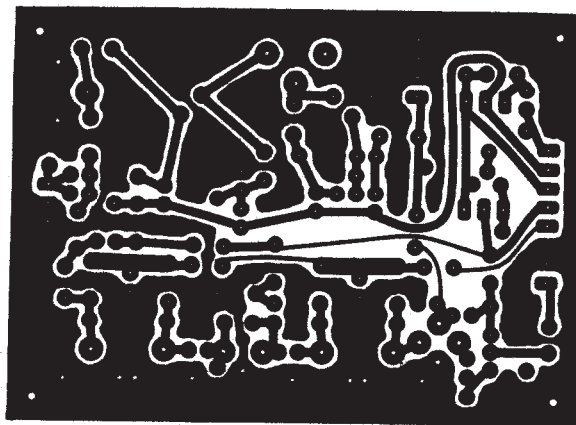
3. VHF visokofrekvenčni modul

Električni načrt VHF visokofrekvenčnega modula je prikazan na sliki 4. Modul vsebuje VF ojačevalnik in prvo mešanje sprejemnika, VF močnostni ojačevalnik oddajnika ter elektronski preklop (sprejem/oddaja) antene in napajanja.

Med anteno in prvim mešanjem sprejemnika so kar štirje nihajni krogi uglasi z varikap diodami za dobro dušenje zrcalne frekvence in drugih motenj. Dioda 1N4148 preko BE spoja tranzistorja BFR34 ščiti isti tranzistor na oddaji pred vdorom VF energije iz oddajnika preko antenskega preklopnika s PIN diodami. Antenski preklopnik uporablja dva različna tipa PIN diod: BA379 ima majhno parazitno kapacitivnost (0.3pF) medtem ko ima BA182 majhno izgubno upornost (1ohm) pri malo večji kapacitivnosti (1.2pF).

Prvo mešanje uporablja MOSFET z dvojnimi vrati BF981. V vezju ponora MOSFETA se nahaja edini nihajni krog uglasi na prvo medfrekvenco 5.54MHz, saj selektivnost na 5.54 MHz zagotavljata dva keramična filtra v MF in NF modulu.

VHF visokofrekvenčni modul vsebuje le dvostopenjski močnostni ojačevalnik oddajnika. V krmilni stopnji dela tranzistor 2N3866 v AB razredu, v izhodni stopnji pa je uporabljen BFQ43 v B razredu. Močnostni ojačevalnik zahteva krmiljenje okoli 5mW in da na izhodu okoli 2 do 3W moči.



Slika 5.

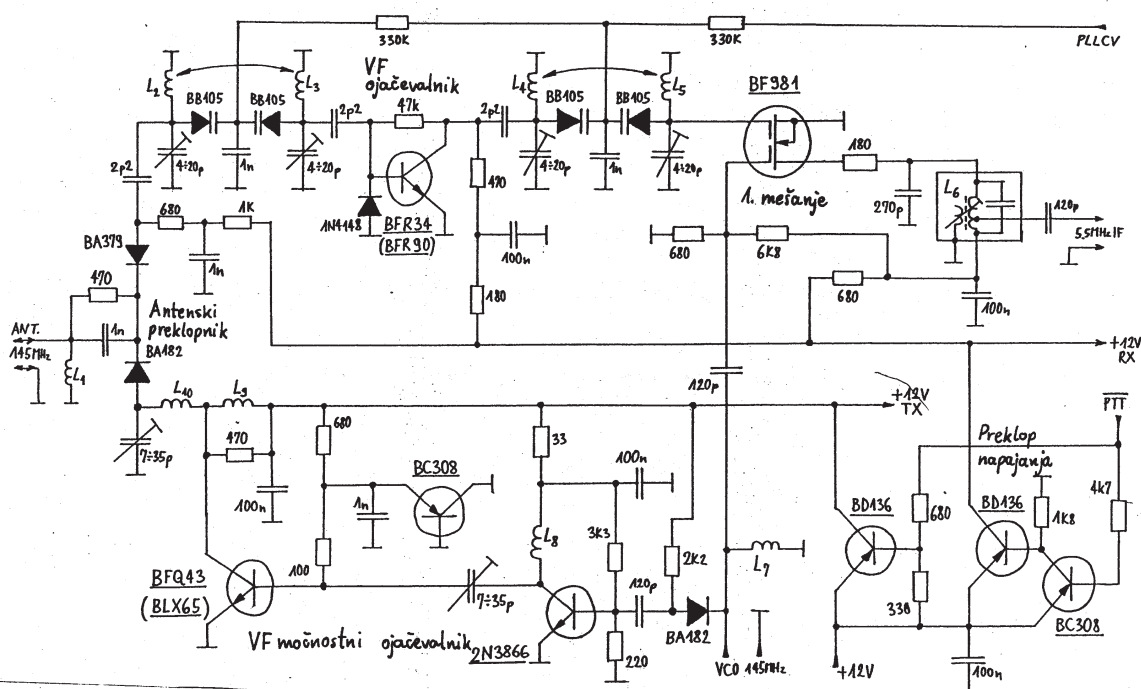
Tiskano vezje za VHF visokofrekvenčni modul (enostransko, pogled od spodaj)

Visokofrekvenčni modul vsebuje tudi vezje za preklop napajanja med sprejemom in oddajo. Preklopnik uporablja PNP tranzistorje BD136 zato, da so padci napetosti na preklopniku čim manjši. Signal za preklop sprejem/oddaja, PTT, je mišljen kot kontakt, ki se na oddaji sklene proti masi. Preklopnik se napaja s +12V (stalni) in dovaja tudi drugim modulom postaje napajalne napetosti +12VRX in +12VTX.

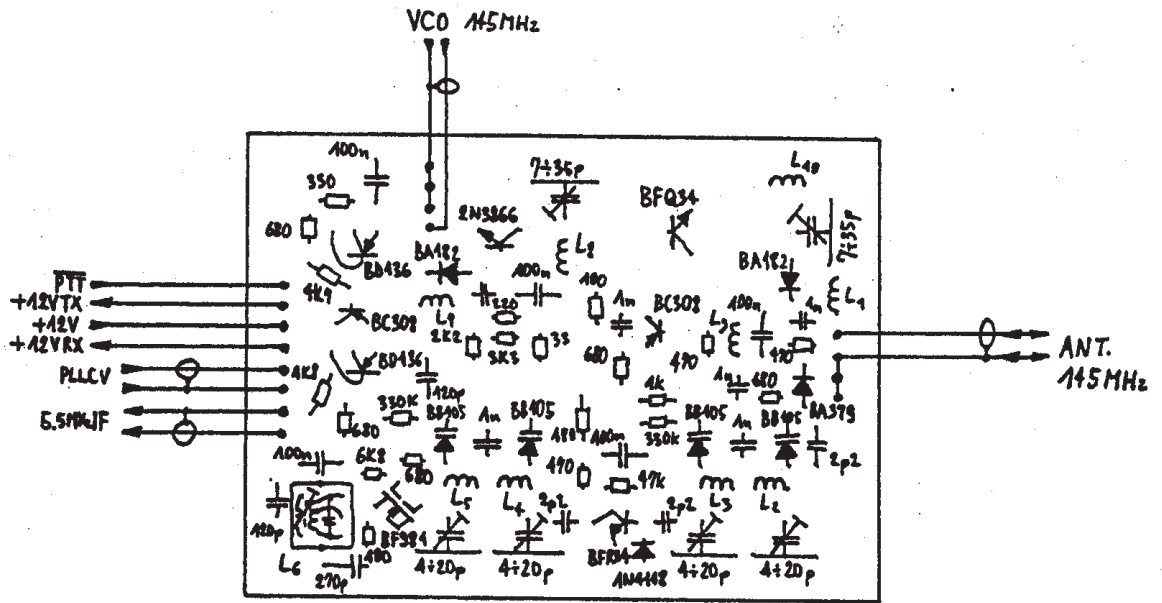
VHF visokofrekvenčni modul je zgrajen na enostranskem tiskanem vezju dimenzij 75x55mm, ki je

prikazano na sliki 5. Na sliki 6 je prikazana razporeditev sestavnih delov. Vsi upori so postavljeni pokončno (os pravokotno na ploščico). Prostor okoli izhodnega tranzistorja je namenjen malemu zvezdastemu hladilnemu telesu. Fiksni kondenzatorji so vsi keramični (disk ali večslojni) z razmakom med nožicami 2.5mm za majhne vrednosti in 5mm za 100nF. Kapacitivni trimmerji naj bodo po možnosti folijski (so dosti boljši od keramičnih), standardnega premera 7.5mm.

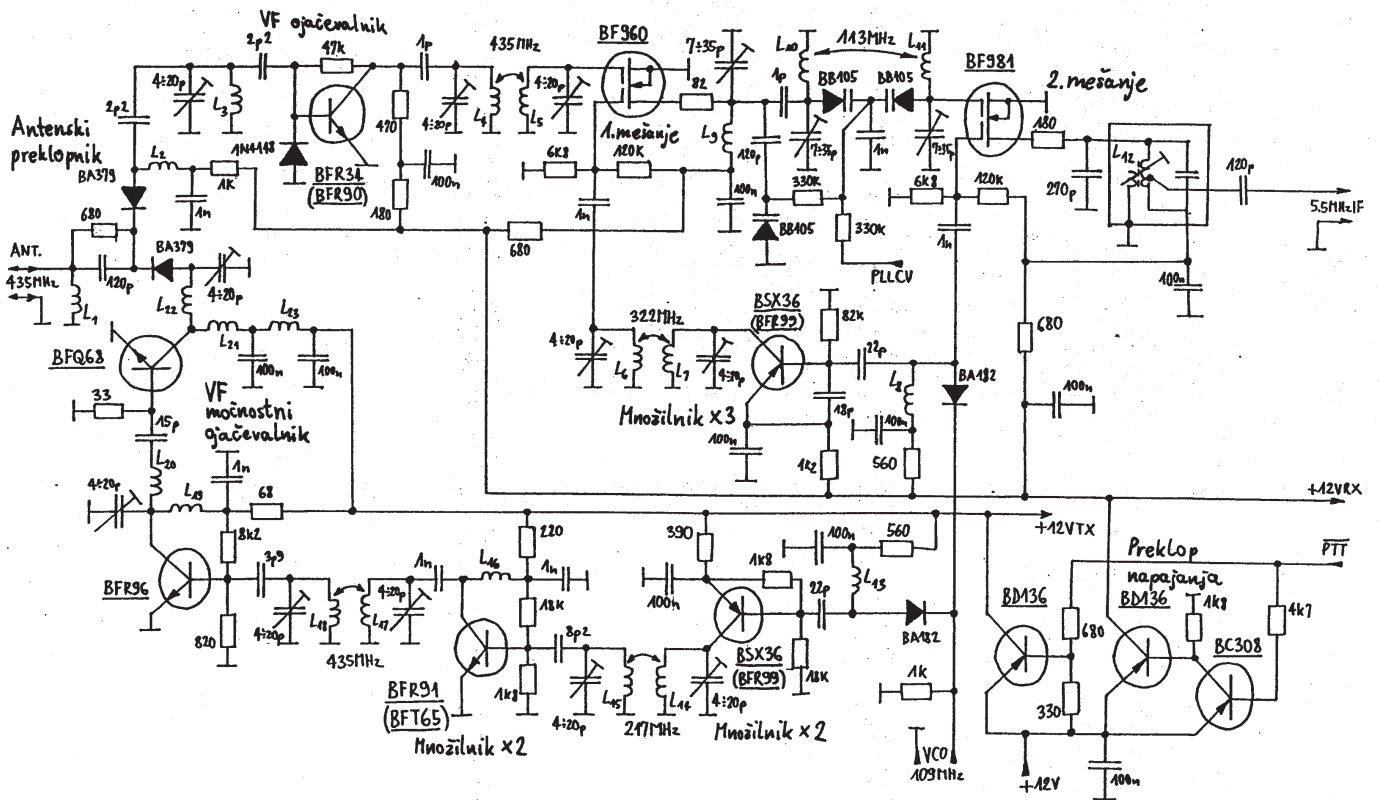
Vse tuljave razen L6 so samo-



Slika 4. - FM RTX, VHF visokofrekvenčni modul.



Slika 6. - Razporeditev sestavnih delov na ploščici VHF visokofrekvenčnega modula.



Slika 7. - FM RTX, UHF visokofrekvenčni modul.

noseče, navite brez razmaka med ovoji na notranjem premeru 4mm z lakirano bakreno žico. L2, L3, L4, L5, L8 in L10 imajo po tri ovoje in so navite z žico 0.7mm CuL. Med uglasenjem se lahko izkaže potrebno raztegniti ovoje L8 in L10. L1 in L9 imajo 7 ovojev vsaka in L7 ima 5 ovojev, vse tri pa so navite z žico 0.5mm CuL.

L6 je standardni (naviti) medfrekvenčni transformator, dimenzij 7x7mm za 10.7MHz z jedrom modre barve in notranjim kondenzatorjem okoli 100pF. Z dodatnim zunanjim kondenzatorjem 270pF se ga da uglasti na 5.54MHz. Odcep na L6 je na sredini navitja!

Pozor! V izhodni stopnji oddajnika se lahko uporabljajo različni tranzistorji, ki imajo različen razpored nožic! Stari tipi tranzistorjev, BLX65 in stara verzija BFQ43, imajo standarden razpored nožic (emitor pri zobčku in kolektor na ohišju). Novejši tranzistorji, MRF237 in nova verzija BFQ43, imajo kolektor pri zobčku in emitor na ohišju. Ker pomeni zamenjava emitorja in kolektorja razmeroma dragega izhodnega tranzistorja njegovo trenutno uničenje, previdnost ne bo odveč! Film za tiskano vezje je prilagojen stari verziji razporeda nožic, zato je treba za nove tranzistorje izvrtati nove luknje.

4. UHF visokofrekvenčni modul

Električni načrt UHF visokofrekvenčnega modula je prikazan na sliki 7. Modul vsebuje VF ojačevalnik, prvo in drugo mešanje ter množilno stopnjo x3 sprejemnika, dve množilni stopnji x2 in močnostni ojačevalnik oddajnika ter elektronski preklop (sprejem/oddaja) antene in napajanja.

V sprejemniku s trojnim mešanjem in tremi medfrekvencami je težko preprečiti nastanek motilnih signalov iz nezaželenih mešanj. V UHF postaji pa je trojno mešanje potrebno, da dosežemo sprejemljivo dušenje zrcalne frekvence in drugih motenj. Nezaželenih produktov mešanja je znatno manj, če dve od treh frekvenc lokalnih oscilatorjev dobimo iz istega oscilatorja. V opisanem UHF sprejemniku dobimo signal za prvo in drugo mešanje iz istega VCO modula: za drugo mešanje je uporabljen kar signal VCOja tak kot je, za prvo pa njegov tretji harmonik. Slaba stran te rešitve je le v tem, da je prva

medfrekvenca nujno spremenljiva.

VF ojačevalnik sprejemnika (BFR34) je kar fiksno uglasen na 435MHz, saj je zrcalna frekvenca daleč proč. Tudi tu služi dioda 1N4148 za zaščito tranzistorja pred vdorom signala oddajnika. Množilnik x3 (BSX36 ali boljši BFR99) je tudi fiksno uglasen, ker so tudi tu neželjeni signali daleč proč.

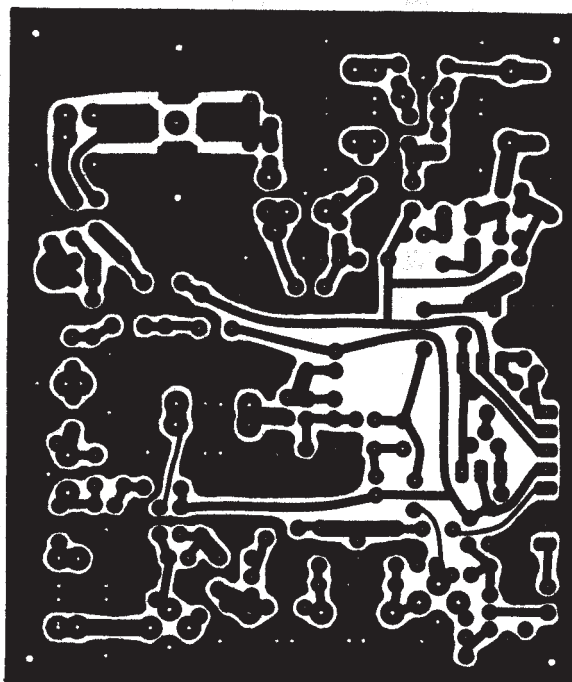
Po drugi strani pa so potrebni trije nihajni krogi, uglaseni z varikap diodami, med prvim mešanjem (BF960) in drugim mešanjem (BF981), saj je zrcalna frekvenca druge medfrekvence (5.5375MHz) zelo blizu v primerjavi z vrednostjo prve medfrekvence (okoli 113MHz). Prvo mešanje zahteva MOSFET z majhnimi parazitnimi kapacitivnostmi za UHF (BF960 ali BF980). Za drugo mešanje pa je uporaben katerikoli MOSFET BF9xx serije. Izhodno vezje na drugi medfrekvenci (L12) je popolnoma enako ustreznemu vezju v VHF visokofrekvenčnem modulu.

UHF oddajnik sestavljajo dve množilni stopnji in močnostni ojačevalnik. Prvi množilnik x2 (109MHz/217

MHz) uporablja tranzistor BSX36 (ali boljši BFR99), drugi množilnik x2 (217MHz/435MHz) pa tranzistor BFR91 (BFT65). Oba množilnika sta fiksno uglasena. Krmilni tranzistor BFR96 dela v razredu AB, izhodni tranzistor močnostnega ojačevalnika BFQ68 pa v razredu C. Žal za 70cm področje ni cenениh močnostnih tranzistorjev (v ohišju TO-39 na primer), zato sem izbral tranzistor v stripline ohišju z velikim ojačenjem, kar poenostavi načrt oddajnika. Razen tega je BFQ68 zelo razširjen tranzistor, saj se uporablja kot močnostni ojačevalnik v skupinskih in kabelskih antenskih napravah.

UHF antenski preklopnik uporablja izključno BA379 PIN diode, ker je vezje preklopnika na višjih frekvencah še bolj občutljivo na parazitne kapacitivnosti. Slabše BA182 se uporabljajo le za preklop signala VCOja na frekvencah okoli 108MHz. Preklop napajanja pa je izveden enako kot v VHF visokofrekvenčnem modulu.

UHF visokofrekvenčni modul je zgrajen na enostranskem tiskanem

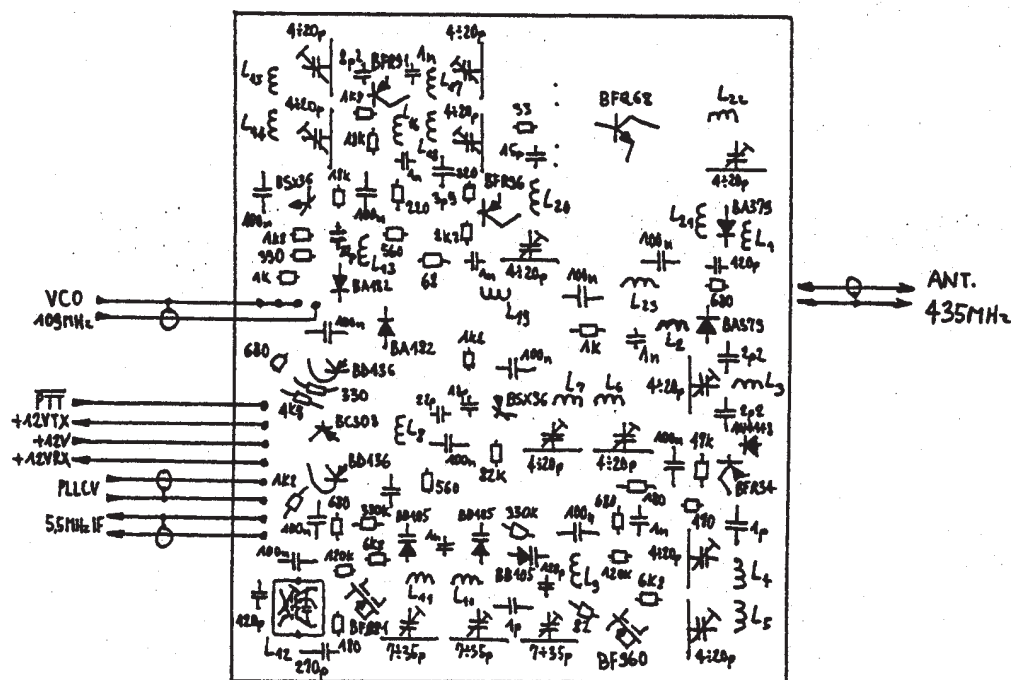


Slika 8.

Tiskano vezje za UHF

visokofrekvenčni modul

(enostransko, pogled od spodaj).



Slika 9. - Razporeditev sestavnih delov na ploščici UHF visokofrekvenčnega modula.

vezju dimenzij 90x75mm, ki je prikazano na sliki 8. Na sliki 9 je prikazana razporeditev sestavnih delov. Vsi upori so postavljeni pokončno kot v VHF visokofrekvenčnem modulu. Tudi za kondenzatorje velja isto kot v VHF modulu.

Izhodni tranzistor je pritrjen na hladilno telo iz kosa aluminijevega U-profila. Hladilno telo je pritrjeno na tiskano vezje z dvema vijakoma M3 na označenih mestih. Vijaka morata poskrbeti tudi za dober električni stik med hladilnim telesom in maso na tiskanem vezju! Izhodni tranzistor je privit na hladilno telo skozi izvrtino premera 10mm v tiskanem vezju. Na tiskanem vezju sta predvidena tudi dva kondenzatorja z baze izhodnega tranzistorja proti masi. Ta dva kondenzatorja nista potrebna za BFQ68, lahko pa bi bila potrebna za kakšen drug tip izhodnega tranzistorja.

Pozor! Oddajni tranzistorji v stripline ohišju so zelo krhki sestavni deli in zahtevajo pravilno montažo. Predvsem je treba tranzistor najprej pritrditi na hladilno telo z ustrezno matico (ameriški navoj UNC 8-32, nikakor ne evropski metrični navoj!) in šele potem prispajkati primerno skrajšane izvode, sicer ohišje tran-

zistorja iz bele keramike počí.

Vse tuljave razen L12 so samonoseče, navite brez razmaka med ovoji z lakirano bakreno žico. L3, L4, L5, L6, L7, L17, L18, L20 in L22 imajo po dva ovoja in so navite z žico 1mm CuL na notranjem premeru 3mm. L14 in L15 imajo tudi po dva ovoja a so navite z žico 0.7mm CuL na notranjem premeru 4mm. L9, L10 in L11 imajo po štiri ovoje žice 0.7mm CuL na notranjem premeru 4mm. L1, L2, L8, L13, L19, L21 in L23 imajo po pet ovojov žice 0.5mm CuL na notranjem premeru 4mm. Končno, L16 ima tri ovoje žice 0.5mm CuL na notranjem premeru 4mm.

L12 je medfrekvenčni transformator in točno ustreza L6 v VHF visokofrekvenčnem modulu.

5. VCO modul

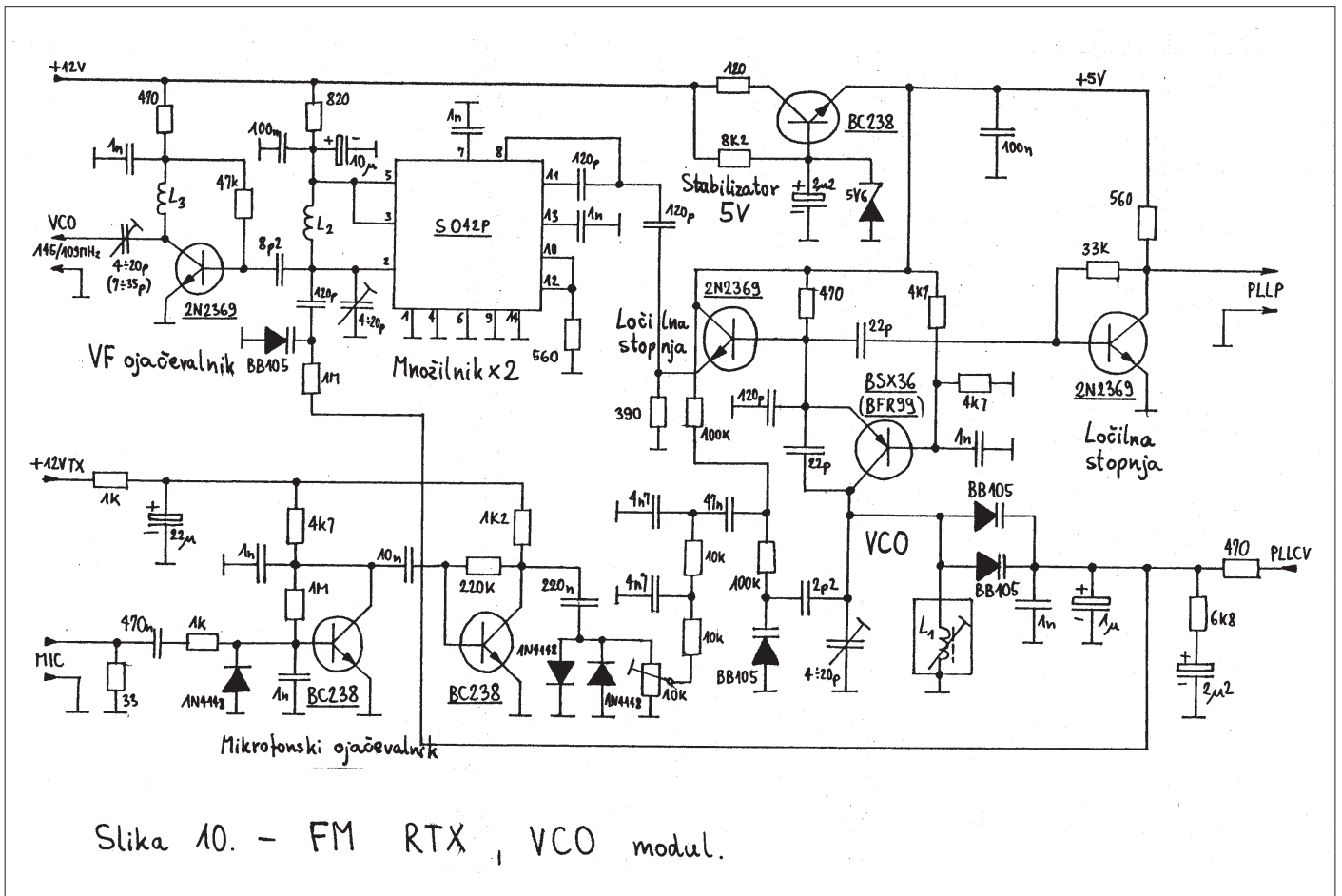
Električni načrt VCO modula je prikazan na sliki 10. Razlike med VHF in UHF inačicama so majhne: tuljave imajo različno število ovojov, razlika pa je se v kapacitivnem trimerju na izhodu. Modul vsebuje VCO, dve ločilni stopnji, frekvenčni

množilnik z ustreznim ojačevalnikom na izhodu ter mikrofonski ojačevalnik - modulator.

VCO je izveden s PNP tranzistorjem (BSX36): tako je lahko hladni konec tuljave L1 spojen naravnost na maso. VCO ima dva krmilna vhoda: za nastavljanje frekvence preko PLL zanke in za modulacijo. VCO ima tudi svoj lasten napetostni stabilizator za 5V: napajalna napetost VCOja mora biti dobro stabilizirana in filtrirana, da na VCOju ne dobimo se kakšne neželjene modulacije. Isto nalogo imata tudi ločilni stopnji: preprečiti neželjene vplive na VCO iz drugih vezij. Tudi ločilni stopnji uporabljata hitre preklopne tranzistorje 2N2369 ali podobne (2N2368, BSX39, 1W8723, 1W8907...).

Kot frekvenčni množilnik se uporablja mešalnik S042P. Signal VCOja je priveden na oba vhoda S042P, ki sta kar povezana vzporedno. Na izhodu množilnika je se nihajni krog, uglašen z varikap diodo, za boljše dušenje neželjenih signalov. Množilniku sledi ojačevalna stopnja (2N2369), ki ojača signal na približno 5mW na izhodu VCO modula.

Mikrofonski ojačevalnik vsebuje dve stopnji (BC238), katerima sledi

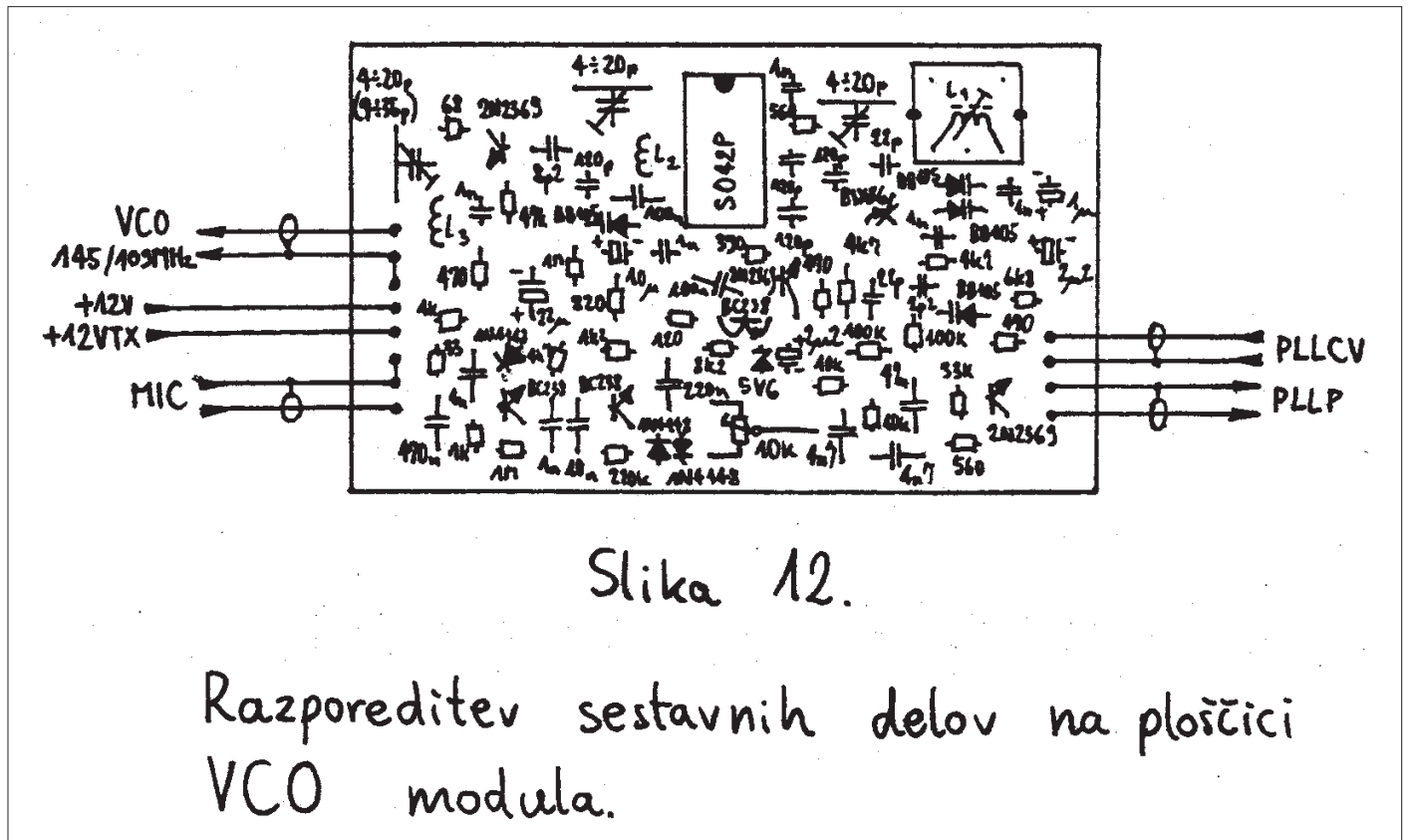


Slika 10. - FM RTX , VCO modul.



Slika 11.

Tiskano vezje za VCO modul
(enostransko , pogled od spodaj).



Slika 12.

Razporeditev sestavnih delov na ploščici VCO modula.

omejevalnik. Vhod ojačevalnika je zaščiteno tako, da se da uporabljati zvočnik tudi kot mikrofona, brez preklapljanja. Sklopni kondenzator med stopnjama je razmeroma majhen (10nF) in določa preenfazis FM modulacije. Omejevalnik na izhodu je potreben iz vsaj dveh razlogov: preprečuje motnje na sosednjih kanalih in zagotavlja pravilno delovanje skvelča našega korespondenta pri "vrhovih" modulacije. Omejevalniku sledi nizkopropustni filter, ki dodatno omejuje popačenje v "vrhovih" modulacije.

V VCO modul je vgrajen tudi nizkopropustni filter PLL zanke. V primerjavi z modulacijo je PLL zanka dosti počasnejša, medsebojni vpliv med modulatorjem in PLL-jem je zato zanemarljivo majhen, frekvenčno modulacijo pa dosežemo enostavno z dodatno varikap diodo BB105.

VCO modul je zgrajen na enostranskem tiskanem vezju dimenzij 75x45mm, ki je prikazano na sliki 11. Na sliki 12 je prikazana razporeditev sestavnih delov. Vsi upori so postavljeni pokončno kot na visokofrekvenčnih modulih.

VCO modul uporablja več različnih tipov kondenzatorjev. Vsi kondenzatorji nizkih vrednosti (do vključno 1nF) v visokofrekvenčnem delu vezja so keramični z razmakom med nožicami 2.5mm. Nepolarizirani kondenzatorji v nizkofrekvenčnem delu

(modulatorju) vrednosti od 1nF do 470nF so folijski z razmakom med nožicami 5mm. Izjema so le kondenzatorji po 100nF, ki so keramični z razmakom med nožicami 5mm. Polarizirani kondenzatorji od 1uF do 10uF morajo biti tantalovi, ker imajo le ti dosti manjše izgube od navadnih elektrolitskih kondenzatorjev. Le kondenzator za 22uF je elektrolitski (pokončna izvedba).

Na VCO modulu se nahajajo tri tuljave. Število ovojev vsake od teh tuljav zavisi od verzije, VHF ali UHF. L1 je navita na jedru televizijskega MF transformatorja (36MHz) zunanjih dimenzij 10x10mm. V VHF inačici ima L1 2 ovoja in v UHF inačici ima L1 3 ovoje. L1 je navita s štirimi žicami 0.15mm CuL vzporedno. Navitje je zalito s kapljico voska za preprečevanje mikrofoniije.

L2 in L3 sta samonoseči, obe naviti z lakirano žico brez razmaka med ovoji na notranjem polmeru 4mm. L2 je navita z žico 0.7mm CuL in ima 3 ovoje v VHF inačici in 4 ovoje v UHF inačici. L3 je navita z žico 0.5mm CuL in ima 7 ovojev v VHF inačici ter 9 ovojev v UHF inačici.

6. MF in NF modul

Električni načrt MF in NF modula je prikazan na sliki 13. Modul vsebuje ojačevalnik na 5.54MHz, me-

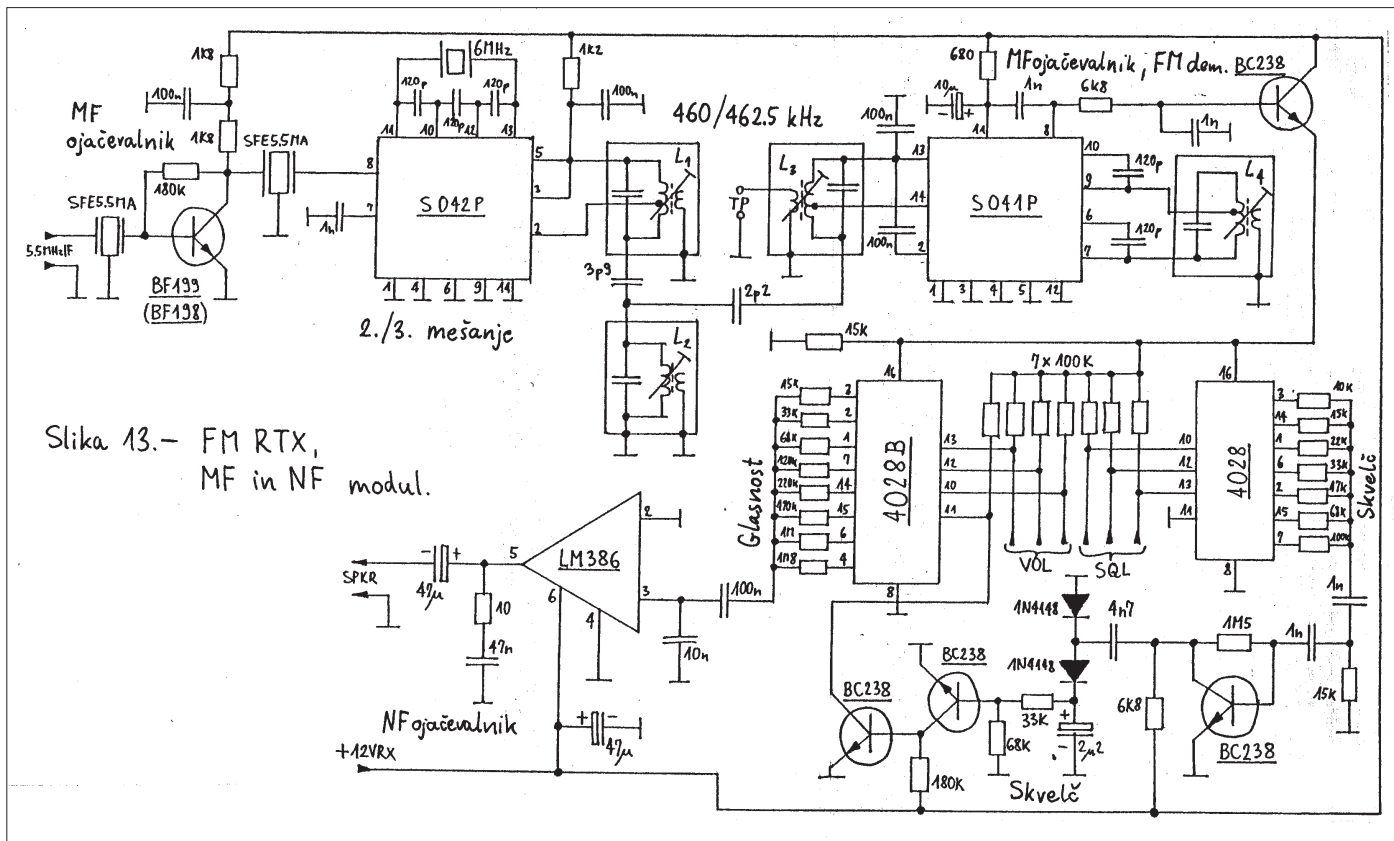
šalnik z oscilatorjem, ojačevalnik in FM diskriminator na 460kHz, dva elektronska potenciometra, vezje za skvelč in NF ojačevalnik.

Ojačevalnik na 5.54MHz uporablja en sam tranzistor BF199 (ali podoben) ter dva keramična filtra za 5.5MHz (TV ton). TV keramični filtri imajo prepustni pas širine 200kHz okoli srednje frekvence 5.5MHz, zato prepuščajo brez težav 5.54MHz ali 5.5375MHz in hkrati dobro dušijo zrcalno frekvenco 6.46MHz.

Mešalnik z oscilatorjem na 6MHz uporablja integrirano vezje S042P. Vezje S042P ima razmeroma majhno porabo, hkrati pa je tudi nivo signala njegovega notranjega oscilatorja na 6MHz zelo nizek in zato njegovi harmoniki ne motijo občutljivih vhodnih stopenj sprejemnika.

Medfrekvenčna veriga na 460kHz je zgrajena okoli integriranega vezja S041P. Selektivnost sprejemnika določajo v glavnem trije nihajni krogi med mešalnikom S042P in medfrekvenčno verigo S041P. S041P potrebuje se dodaten nihajni krog za diskriminator. Nizkofrekvenčni izhod S041P je speljan najprej na nizkopropustni filter, potem pa na emitorski sledilnik z BC238.

S042P in S041P sicer nista zadnji krik tehnike, saj uporabljata večje število zunanjih sestavnih delov kot nekatera novejša vezja. S041P tudi nima izhoda za S-meter, kar otežuje



uglaševanje sprejemnika. Novejša vezja tudi niso brez napak, saj obstaja zaradi velikega ojačenja resna nevarnost samooscilacij, pa tudi nekateri dodatki (skvelč) ne delajo najbolj zanesljivo.

Dobljeni nizkofrekvenčni signal je speljan na oba elektronska po-

tenciometra za glasnost in skvelč. Potenciometra sta izvedena s CMOS dekoderji 4028, ki krmilijo uporabno mrežo. Oba potenciometra se nastavljata v osmih korakih, ki se izbirajo preko treh vhodov za vsak dekoder 4028. Uporabna mreža potenciometra za skvelč je izbrana za

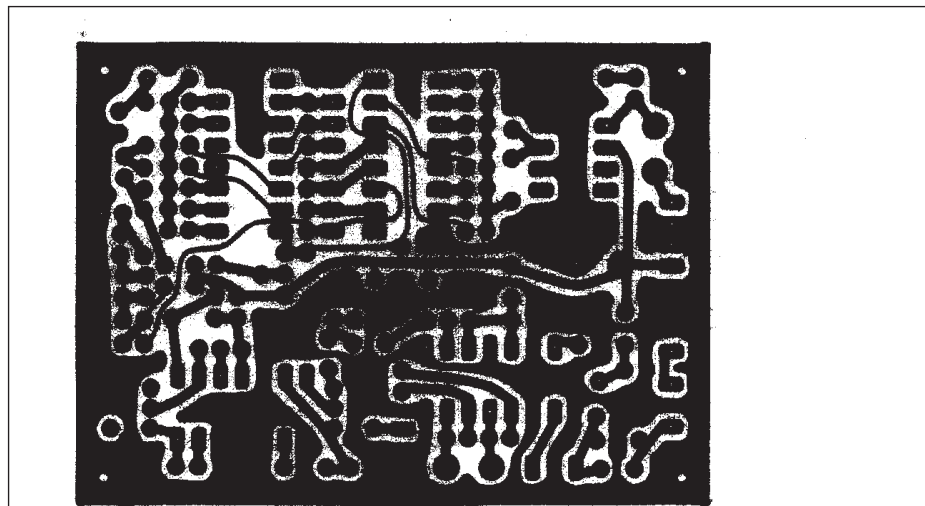
korake po 3dB, razen tega manjka en upor in ta položaj ustreza povsem izključenemu vezju za skvelč. Potenciometer za glasnost ima korake po 6dB in uporablja vseh 8 položajev.

Vezje za skvelč vsebuje ojačevalnik šuma (BC238), detektor z diodama 1N4148 in enosmerni ojačevalnik z dvema drugima BC238. Ojačevalnik šuma vsebuje visokopropustne filtre na vhodu in izhodu, saj za razliko od govornega signala vsebuje šum predvsem višje frekvenčne komponente NF spektra (okoli 10kHz). Izhod skvelča krmili potenciometer za glasnost ter izključi celotno uporabno mrežo, ko je to potrebno.

Kot nizkofrekvenčni ojačevalnik je uporabljen LM386 zaradi majhne porabe in majhnega števila potrebnih sestavnih delov.

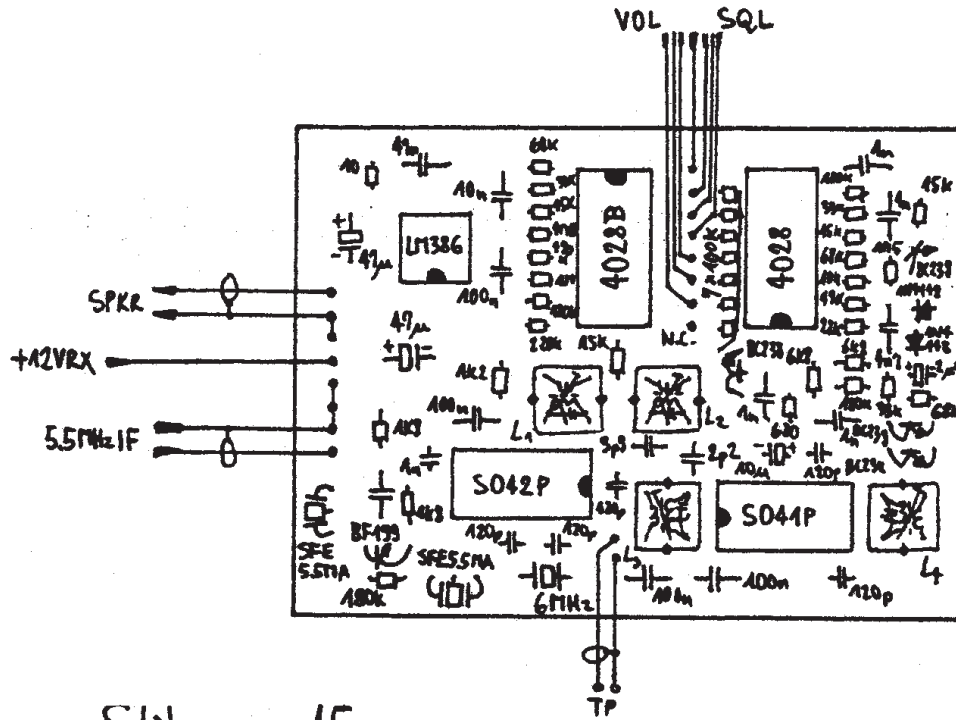
MF in NF modul je zgrajen na enostranskem tiskanem vezju dimenzij 75x55mm, ki je prikazano na sliki 14. Na sliki 15 je prikazana razporeditev sestavnih delov. Kar se izbere in vgradnje sestavnih delov tiče velja isto kot za VCO modul. Izjema je le 100nF folijski kondenzator na vhodu NF ojačevalca. Razen posamičnih uporov je uporabljena tudi uporabna mreža, ki vsebuje 7 uporov po 100kohm z enim skupnim izvedom.

V elektronskih potenciometrih in se posebno v potenciometru za glasnost je priporočljivo uporabljati samo



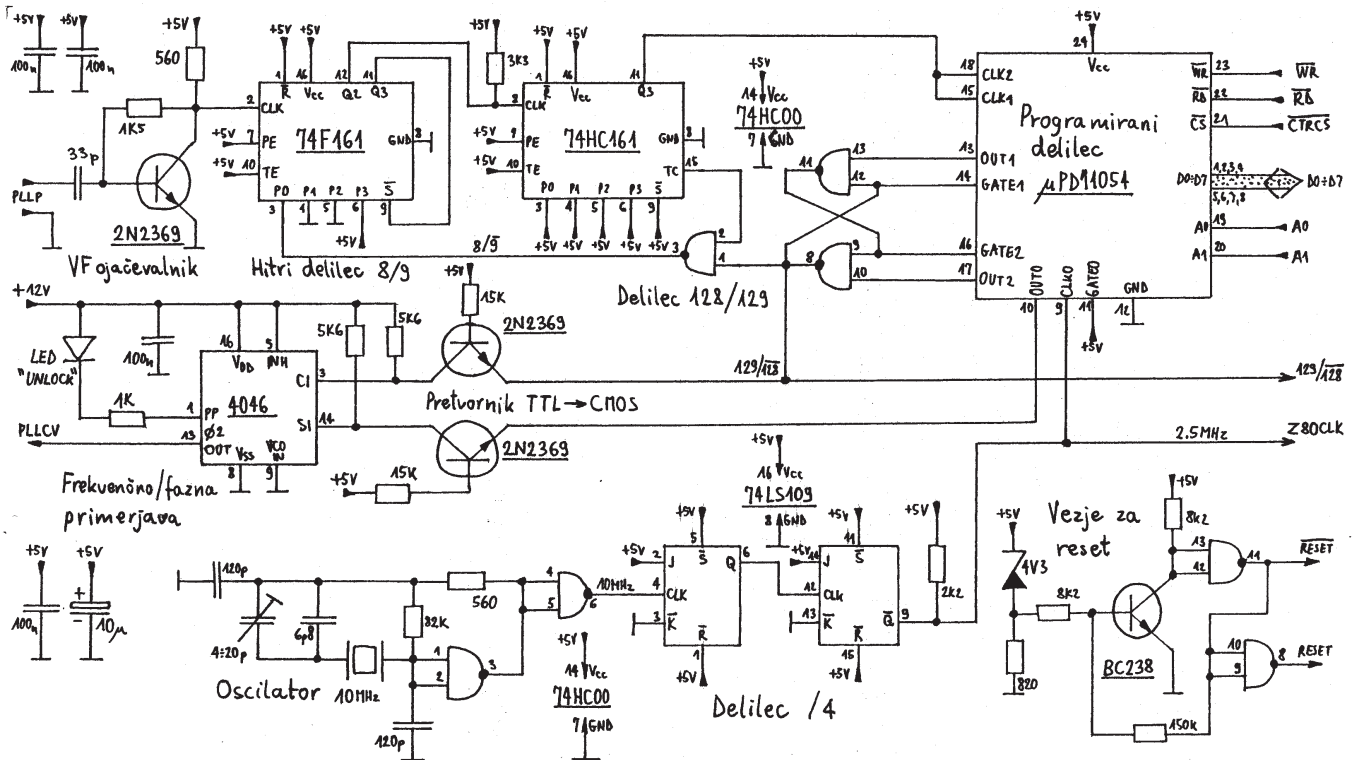
Slika 14.

Tiskano vezje za MF in NF modul (enostransko, pogled od spodaj).



Slika 15.

Razporeditev sestavnih delov na ploščici MF in NF modula.



Slika 16. - FM RTX, frekvenčni sintetizator.

novije 4028 tipa B, ker nekateri stari 4028 tipa A nimajo izhodov popolnoma dekodiranih.

L1, L2, L3 in L4 so vsi standardni medfrekvenčni transformatorji za 455kHz, zunanjih dimenzij 7x7mm, jedro bele (rumene) barve in odcep na primarju na približno polovici ovojev. Medfrekvenčni transformatorji za 455kHz se običajno dajo uglasiti v področju od 380kHz do 530kHz s samim vrtenjem jedra, zato jih ni težko uglasiti na 460 ali pa 462.5kHz.

7. Frekvenčni sintetizator in mikroračunalnik

Modul frekvenčni sintetizator/mikroračunalnik je precej obsežen, zato je njegov električni načrt razdeljen na dva dela: frekvenčni sintetizator na sliki 16 in mikroračunalnik na sliki 17.

Načrtovanje sintetizatorja zavisi predvsem od razpoložljivih sestavnih delov: hitrih delilcev (preskalerjev) in programiranih delilcev. Kot hitri delilec je uporabljen TTL delilec iz F serije in bolj natančno 74F161. 74F161 je sinhroni delilec in kot tak ni najhitrejši. Iz poskusov je ugotovljeno, da 74F161 lahko doseže 90-100MHz, medtem ko drugi delilci iz F serije delajo tudi preko 130MHz.

Za delilec z dvojnimi modulom pa je nujno potreben sinhroni delilec. Delilec z enojnim (fiksni) modulom bi namreč zahteval dodatno deljenje v PLL zanki, nižja primerjalna frekvenca pa bi znato upočasnila nastavljanje frekvence pri prehodu s sprejema na oddajo in obratno.

74F161 ima tudi prednost, da ne potrebuje drugih hitrih vezij pri delovanju kot delilec z dvojnimi modulom. Za delilec 8/9 zadošča pravilna povezava med nožicami samega 74F161. Za krmiljenje 74F161 s signalom TTL nivoja je potreben le še VF ojačevalnik z 2N2369.

Frekvenca na izhodu 74F161, predvsem pa čas za postavljanje modula deljenja so se vedno prehitri za programirane delilce, zato 74F161 krmili še dodatni delilec 74HC161. Oba delilca sta povezana z logičnimi vrati v delilec z modulom 128/129.

Programirani delilec uPD71054 (82C54) vsebuje tri delilce. Dva delilca se uporabljata skupaj s hitrim delilcem. Njihovi izhodi krmilijo RS flip-flop, ki določa kateri od obeh je v določenem trenutku aktiven oziroma s katerim modulom takrat dela hitri delilec. Tretji delilec uPD71054 se uporablja za referenčno frekvenco PLL-ja.

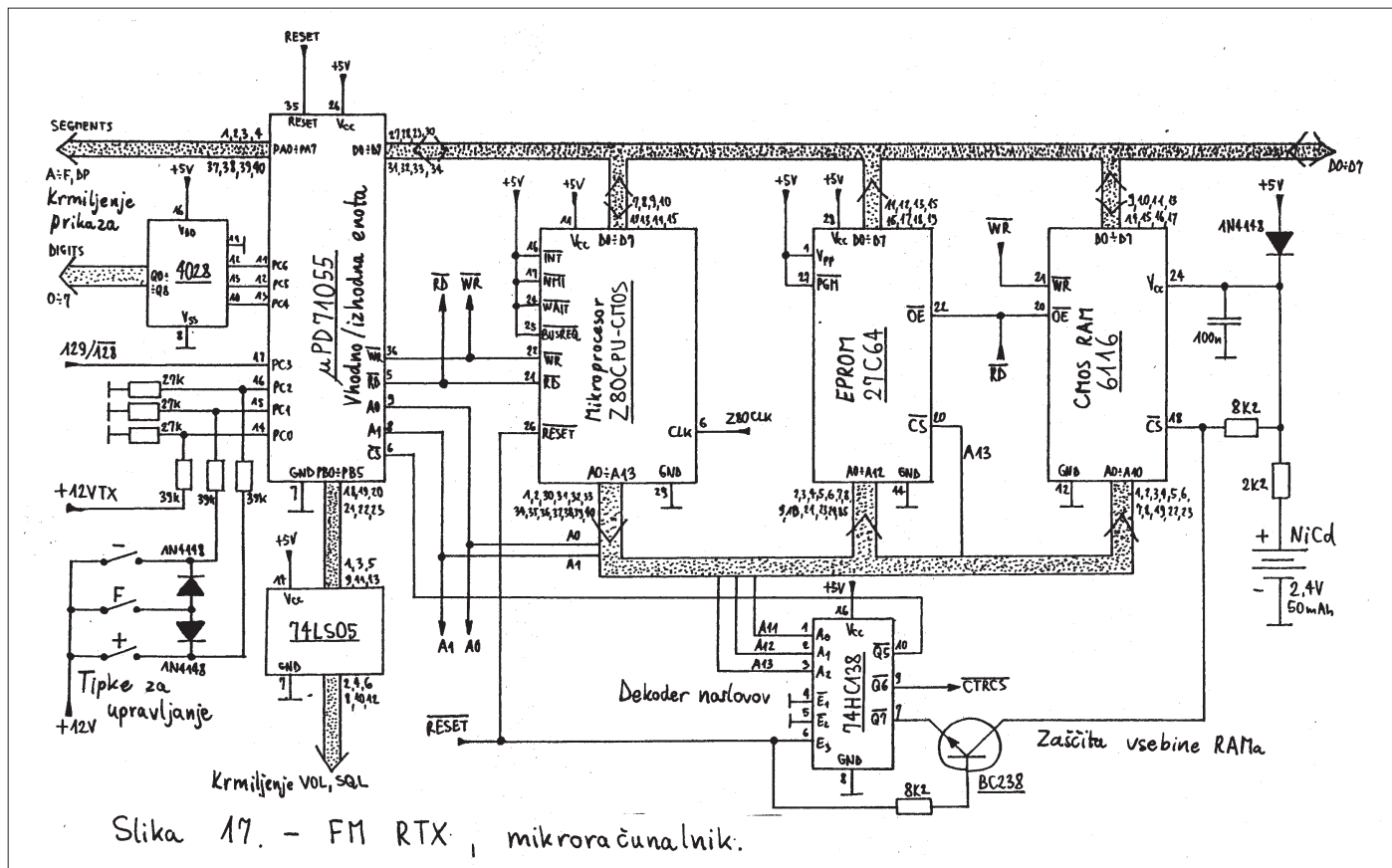
Frekvenčno/fazni primerjalnik uporablja vezje 4046, ki se napaja na 12V zaradi neposrednega krmiljenja

varikap diod. Seveda so zato potrebni pretvorniki logičnih nivojev (dva 2N2369), saj vsa ostala vezja sintetizatorja delajo na 5V. 4046 tudi krmili LED "UNLOCK".

Referenčna frekvenca PLL-ja mora biti zelo stabilna, zato se dobi z deljenjem frekvence kristalnega oscilatorja na 10MHz. Kristalni oscilator uporablja vrata iz 74HC00 in kristal za 10MHz (osnovna rezonanca, 20pF vzporedno). 10MHz naprej deli s 4 dvojni flip-flop 74LS109. Dobljeni 2.5MHz krmilijo programirani delilec in hkrati služijo kot takt za mikroprocesor.

Zanesljivost delovanja mikroračunalnika dostikrat zavisi od vezja za reset. Enostavna vezja za reset, sestavljena iz upora in kondenzatorja so pripomogla k splošno razširjenemu mnenju, da so mikroračunalniki zelo nezanesljive naprave. Seveda se da narediti, z malo truda, tudi zelo zanesljiva vezja za reset. Če uporablja mikroračunalnik kakršenkoli tip pomnilnika, vsebina katerega naj ostane nedotaknjena tudi kadar je mikroračunalnik izključen (na primer CMOS pomnilnik z malo NiCd baterijo), potem je treba vsebino pomnilnika zaščititi pred neželenim pisanjem v času reseta!

Prikazano vezje za reset nadzira napajalno napetost +5V mikroračunalnika preko zener diode 4V3.



Vežje odpusti signal za reset samo takrat, ko napajalna napetost doseže vrednost potrebno za pravilno delovanje mikroročunalnika. Na podoben način vežje takoj resetira mikroročunalnik, ko napajalna napetost pade pod predpisano minimalno vrednost in s tem prepreči, da bi računalnik uničil vsebino CMOS pomnilnika. Vsebinska CMOS pomnilnika pa je razen tega še naravnost zaščitena z reset signalom: ko je reset aktiven (nizek), s pomočjo tranzistorja BC238 prekine dostop do CS pomnilnika (nožica 18 6116). Zaščitno vežje preprečuje dostop do pomnilnika tudi pri izključenem napajanju, saj signal za reset ostane na nizkem nivoju, vsebinsko pomnilnika pa ohranja mala NiCd baterija.

Med normalnim delovanjem postaje se CMOS pomnilnik napaja preko diode s +5V, NiCd baterija pa se polni preko upora. Pri ugasnjeni postaji je poraba CMOS pomnilnika zelo majhna: celo (dober) 2200uF elektrolitski kondenzator namesto NiCd baterije bo obdržal vsebinsko pomnilnika za več ur in celo dni (v slučaju uporabe 6116L)!

Mikroprocesor Z80CPU (CMOS izvedba) se uporablja na najbolj enostaven način: oba pomnilnika (EPROM 27C64 in RAM 6116) ter obe vhodno/izhodni enoti (delilec uPD71054 in vzporedna enota uPD71055) so dodeljeni v pomnilniški naslovni prostor. Vhodno/izhodni naslovni prostor in prekinitve niso uporabljene. Izbira pomnilnikov oziroma vhodno/izhodnih enot gre preko dekoderja 74HC138, razen za EPROM 27C64, ki zna dekodirati ustrezne naslove sam.

Vse ostale funkcije postaje so izvedene preko vzporedne vhodno/izhodne enote uPD71055 (82C55). uPD71055 ima tri porte A, B in C, vsak po 8 bitov. Port A je uporabljen za krmiljenje segmentov na prikazu (7 segmentov in decimalna pika). Port B krmili elektronske potenciometre preko 74LS05 (uporablja se samo 6 od 8 razpoložljivih bitov).

Nižji štirje biti porta C so vhodi: en bit za preklon sprejem/oddaja, dva bita za ukaze s treh komandnih tipk in en bit za sinhronizacijo mikroročunalnika s frekvenčnim sintetizatorjem. Višji biti porta C krmilijo multipleks prikaza (uporabljeni so samo trije od štirih bitov) preko dekoderja 4028.

Modul frekvenčni sintetizator/mikroročunalnik ne vključuje krmilnih

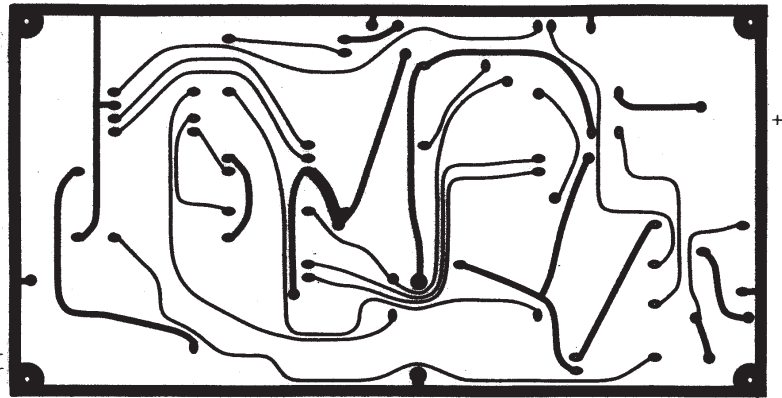
stopenj za prikaz. Na ta način se da uporabiti isti modul z več različnimi prikazovalniki: LED, fluorescentni ali drugi.

Modul frekvenčni sintetizator/mikroročunalnik je zgrajen na dvostranskem tiskanem vezju dimenzij 145x75mm, ki je prikazano na slikah 18 in 19. Na sliki 20 je prikazana razporeditev sestavnih delov. Vsi upori, kondenzatorji, diode in kristal so postavljeni vodoravno (vzporedno s ploščico). Vsi fiksni kondenzatorji so keramični, razen elektrolita 10uF.

Komplicirana integrirana vežja (mikroprocesor, pomnilniki, vhodno/izhodne enote) je priporočljivo postaviti na podnožja, še posebno če niste 100% gotovi, da so vaša vežja

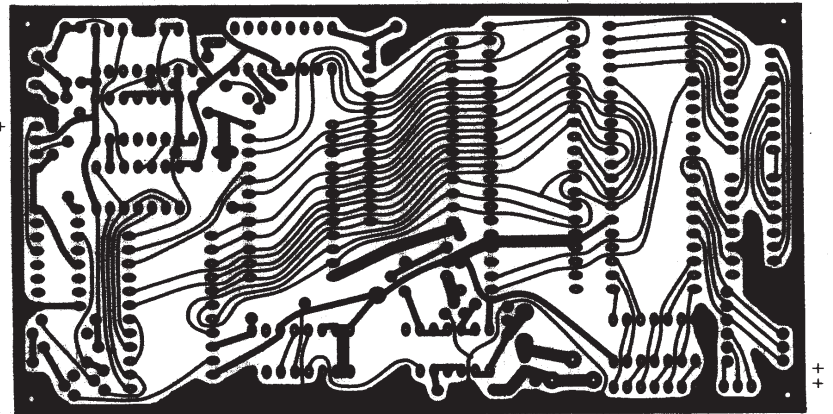
dobra. Seveda je treba uporabljati izključno kvalitetna podnožja z okroglimi kontakti in pozlačenimi vzmetmi, sicer bo z uporabo podnožij več težav kot koristi. Pri izbiri podnožij upoštevajte, da je treba spajkati kar precej povezav tudi na gornji strani ploščice, če nimate metaliziranih lukenj.

V mikroročunalniku priporočam uporabo CMOS sestavnih delov: Z80CPU-CMOS (LH5080, uPD70008), 27C64, uPD71054 (82C53, 82C54) in uPD71055 (82C55). Cena teh vežij je za približno 20% višja od starejših NMOS vežij (navaden Z80CPU, 2764, 8253 in 8255), zato pa je poraba toka več kot 10krat manjša. Vežje je bilo sicer preizkušeno tudi z



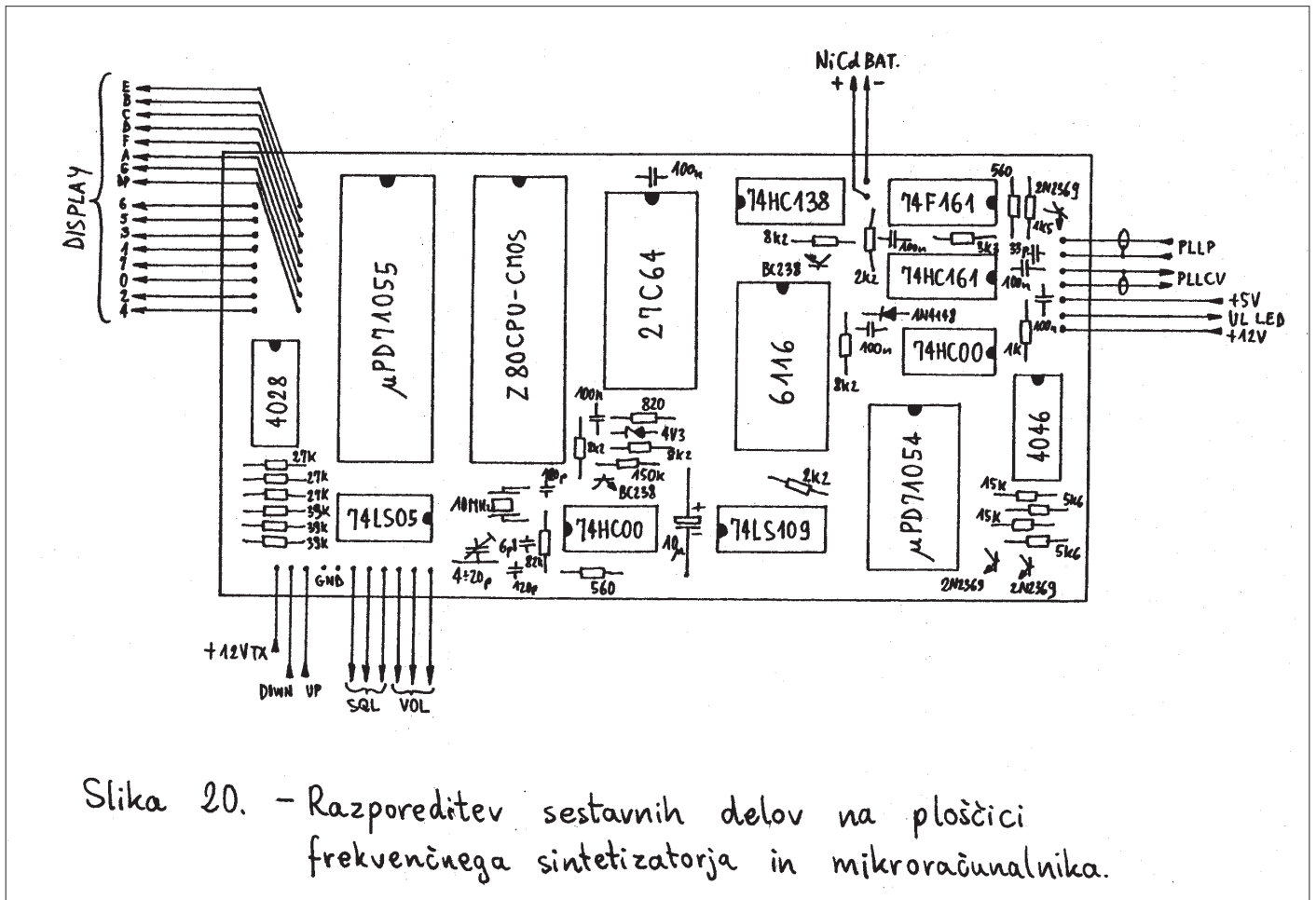
Slika 18.

• Tiskano vezje za frekvenčni sintetizator in mikroročunalnik (dvostransko, pogled od zgoraj).



Slika 19.

• Tiskano vezje za frekvenčni sintetizator in mikroročunalnik (dvostransko, pogled od spodaj).



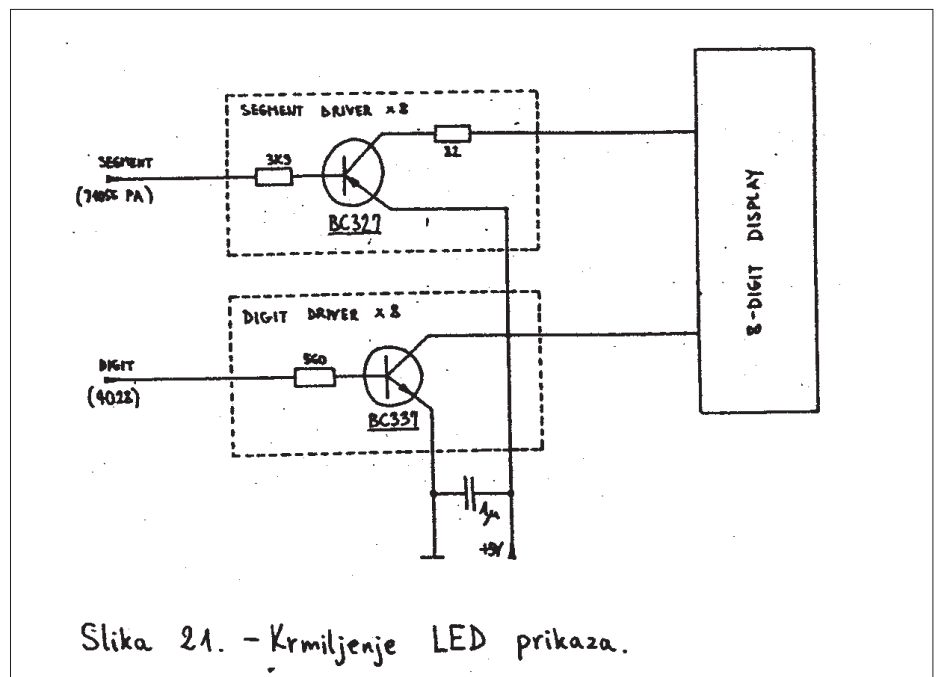
NMOS vezji in je vedno pravilno delovalo v vseh možnih kombinacijah med NMOS in CMOS vezji. NMOS vezja se zelo grejejo, segreva se tudi 5V stabilizator, poraba postaje se znatno večja (par sto mA več!).

8. Krmiljenje prikaza, napajanje in napotki za gradnjo

V prejšnjih dveh delih je bila opisana cela vrsta modulov za gradnjo sprejemnika/oddajnika. Le ti potrebujejo seveda se nekaj dodatnih vezij, predvsem modul frekvenčni sintetizator in mikroročunalnik, v celotni radijski postaji. Ta vezja niso vključena v module iz več razlogov.

Na primer, ploščica mikroročunalnika ne vsebuje stopenj za krmiljenje LED prikazovalnika enostavno zato, ker obstaja več različnih vrst takih prikazovalnikov, pa še vsak tip ima drugačne dimenzije in drugačno razmestitev nožic. Zato nima smisla izdelati filma za tiskano vezje, ustrezno vezje je bolj smiselno zgraditi na univerzalni ploščici z luknjami v standardnem rastru 2.54mm.

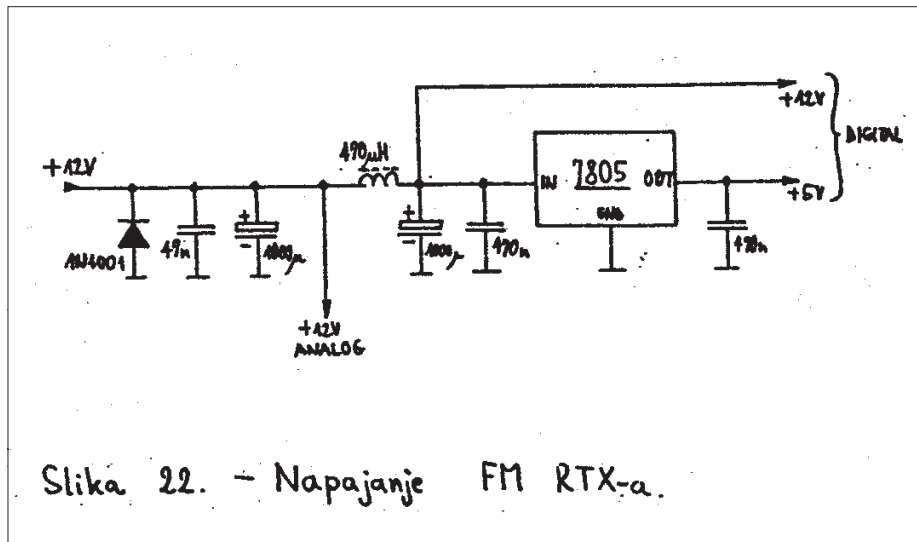
Vezje za krmiljenje LED prikazovalnika s skupno katodo je prikazano na sliki 21. Vezje vsebuje 8



PNP tranzistorjev za krmiljenje 7 segmentov in decimalne pike in 8 NPN tranzistorjev za izbiranje ustrezne številke (multipleksiranje). Vsak NPN tranzistor krmili eno skupno katodo ene številke, medtem ko so anode, segmenti, povezani vzporedno med vsemi osmimi številkami. Če uporabimo LED prika-

zovalnik iz starega kalkulatorja, so vse te povezave že izvedene v notranjosti samega prikazovalnika in je treba le pogruntati (z ohmmetrom) razporeditev izvodov.

Pri uporabi LED prikazovalnika s skupno anodo je treba seveda zamenjati polaritete tranzistorjev v vezju in invertirati polariteto krmilnih



Slika 22. - Napajanje FM RTX-a.

signalov. Za krmiljenje segmentov se da to izvesti z majhno spremembo v programu, za krmiljenje številke (digit) pa je treba dodati čisto hardverske inverterje na izhode 4028 oziroma zamenjati ta dekoder s takim, ki ima aktivne-nizke izhode (na primer 74HC138, toda razporeditev nožic tega vezja ne ustreza tiskanini za 4028!).

Seveda se da uporabiti tudi druge vrste prikazov. Na primer, za krmiljenje fluorescentnega prikazovalnika je treba zgraditi še mali pretvornik, ki bo dal 30 do 40V enosmerne anodne napetosti in 2 do 3V izmenične za kurjavo. V tem slučaju so vsi tranzistorji PNP, za majhne tokove a velike napetosti.

LCD prikazovalniki imajo ponavadi že vgrajen krmilnik, zato bi zahtevali večjo predelavo mikroračunalnika in ustreznega programa za krmiljenje.

Tudi napajalnik za razna vezja postaje ni zgrajen na tiskanem vezju. Napajalnik vsebuje več kondenzatorjev velikih vrednosti in 5V regulator za mikroračunalnik. Celotno vezje je prikazano na sliki 22. Veliki elektrolitski kondenzatorji in dušilka predvsem preprečujejo medsebojne motnje med analognim in digitalnim delom postaje, zato ni vseeno, kje so ti kondenzatorji postavljeni in kako dobro so ozemljeni na skupno maso (ohišje) postaje.

Tudi stabilizator 7805 (v ohišju TO-220) mora biti pritrjen na šasijo zaradi hlajenja, kondenzatorji 470nF pa morajo biti prispajkani naravnost na nožice regulatorja. Boljša, a bolj komplicirana rešitev bi bil switching napajalnik, ki bi bistveno zmanjšal porabo postaje.

Moduli postaje morajo biti vgrajeni v kovinsko ohišje, še najboljše iz nepobarvane aluminijeve pločevine

zato, da je med deli ohišja (dno, ogrodje, pokrov) zagotovljen dober električni stik. Samo tako ohišje zagotavlja ustrezno oklapanje posameznih delov postaje. Še najboljše se je obneslo ohišje z dvema prekati za analogni in digitalni del postaje. Dodatno oklapanje ni potrebno, če se držimo pravila, da mora biti med robovoma dveh sosednjih ploščic vsaj 1cm razmaka.

Z dobro izpeljanim ožičenjem se lahko izognemo tudi kondenzatorjem skoznikom. Vsi moduli postaje so povezani preko enostavnih konektorjev, narejenih iz podnožij za integrirana vezja. Seveda pridejo v poštev samo kvalitetna podnožja z okroglimi, pozlačenimi kontakti. Ženski konektor je enostavno vrsta kontaktov iz podnožja, pricinjnih na ploščico. Moški konektor je narejen iz še enega enakega podnožja: nožice se zataknejo v ženski del, v luknjice pa so pricinjene žice. VF povezave uporabljajo več sosednjih kontaktov za maso (oklop kabla) zato, da bi bila parazitna induktivnost čim manjša. Edina izjema je antenski kabel v 70cm postaji: ta je pricinjjen naravnost pod ploščico, brez konektorjev.

Zgrajena postaja zahteva seveda dosleden preizkus in uglaševanje: skoraj nikoli ne bojo vsa vezja delovala takoj! Najprej se splača preizkusiti mikroračunalnik, ki potrebuje sprogramiran EPROM z željeno inačico programa. Mikroračunalnik je zgrajen na precej "gostem" tiskanem vezju, zato bo večina napak tu kratki stiki med sosednjimi povezavami ali pa manjkajoči (hladni) spoji. Preizkusiti je treba predvsem delovanje ukazov preko tipk na prednji plošči, LED "UNLOCK" pa bo ostal prižgan, saj še nimamo VCOja in PLL

zanka ni sklenjena.

Naslednji modul, ki ga je treba priključiti, je ravno VCO. Z frekvencetrom najprej nastavimo VCO tako, da pokriva željeno frekvenčno območje. Podvojevalna stopnja in sledeča vezja uglasimo enostavno za največji izhodni signal. Če povežemo VCO z mikroračunalnikom, se mora LED "UNLOCK" POPOLNOMA ugasniti. Če LED še malo brli, oziroma če kasneje ugotovimo, da je signal VCOja frekvenčno moduliran s tonom 2.5kHz (1.5625kHz pri UHF postaji), potem imamo v nizkopropustnem filteru PLL zanke slab element (običajno elektrolitski kondenzator), ki ima prevelik izgubni tok (upornost mora biti večja od 100 Mohm!).

Oddajnik enostavno uglasimo na največjo izhodno moč. Pri uglaševanju je treba včasih tudi razvleči ovoje kakšne tuljave, da res dosežemo največjo možno moč. V UHF inačici je dobro preveriti, da so množilne stopnje res uglašene na pravi harmonik!

Sprejemnik je za uglaševanje malo bolj zahteven, predvsem zato, ker integrirano vezje S041P nima izhoda za S-meter! Če razpolagate z ustreznimi merilnimi pripomočki (spektralni analizator), potem lahko tak instrument priključite na točko "TP" pri uglaševanju medfrekvence. V nasprotnem primeru je treba nastaviti sprejemnik na šibek signal znane frekvence in poskušati izboljšati sprejem z uglaševanjem vseh nihajnih krogov. Za točno nastavitve je dobro zmanjšati ojačenje medfrekvenčnega ojačevalnika na 5.54MHz (BF199) enostavno tako, da mu prekinemo napajanje. Z zmanjšanim ojačenjem v medfrekvenci so vsa uglaševanja dosti bolj občutljiva!

Nazadnje ostanejo še fine nastavitve: točna frekvenca referenčnega oscilatorja na 10MHz, maksimalna deviacija oddajnika in diskriminator sprejemnika. Če se pisk PLLja pojavlja samo na oddaji, potem je lahko vzrok tudi nezadostno oklapanje med moduli, ki so preblizu eden drugega oziroma je ožičenje neumno speljano. V UHF inačici pomaga proti 1.5625kHz pisku (samo na oddaji) tudi 100uH dušilka v vodu PLLCV. Mikroračunalnik lahko tudi moti sprejemnik na harmonskih frekvencah svojega takta: če na 145.000 MHz oziroma 435.000MHz slišimo le zelo šibek signal, v šumu, potem je oklapanje dobro izvedeno.

9. Programi: delovanje in ukazi

Kakor vse naprave, ki vsebujejo mikroracionalnik, je tudi opisana postaja samo "mrtvo železje" brez programske opreme, v tem slučaju programa, ki ga je treba zapeči v EPROM 27C64 z ustreznim programatorjem (pekačem). Žal zaradi prostorske stiske ne morem objaviti komentiranega listinga programa: obe inačici bi zahtevali eno celo število revije samo zato. Kogar to zanima, si lahko prečita oba listinga z računalnika YT3A preko packet-radio omrežja. Tu objavljam samo heksadecimalni izpis strojne kode obeh programov in sicer na sliki 23 za VHF inačico in na sliki 24 za UHF inačico. Programa sta enake dolžine in sta si zelo podobna.

Upravljanje s postajo poteka preko samo treh tipk. Dve tipki služita za večanje (+) oziroma manjšanje (-) parametra, ki ga prikazuje LED prikazovalnik na prednji plošči postaje. Tretja tipka (F) izbira funkcijo ostalih dveh oziroma menu na prikazovalniku. Vse tri tipke imajo vgrajeno tudi funkcijo samoponavljanja če jih držimo pritisnjene. Če zaporedoma pritisnemo tipko (F), bomo na prikazovalniku videli sledeče menuje (glej tabelo A).

Seveda črke napisane s samo sedmimi segmenti številčnega LED prikazovalnika niso ravno najlepše, pa tudi besedi "sqelch" manjka ena črka, ker ni zadosti znakov na razpolago.

Menu številka 1 omogoča izbiro kanala (VFOja ali memorije). Program omogoča 256 različnih kanalov, oštevilčenih od 0 do 255, z neodvisnimi sprejemnimi in oddajnimi frekvencami. Menuji 2, 3 in 4 omogočajo nastavljanje frekvence kanala, izbranega v menuju 1. Če je postaja na sprejemu, potem v menujih 2, 3 ali 4 nastavljamo hkrati in vzporedno, v enakih korakih, sprejemno in oddajno frekvenco. Ko je postaja na oddaji, pa nastavljamo samo oddajno frekvenco (na primer za delo preko repetitorja) in se takrat sprejemna frekvenca ne menja. Ob vrnitvi na sprejem postaja ohrani nastavljeno razliko sprejemne in oddajne frekvence.

Menuji 5 in 6 omogočajo nastavljanje potenciometrov za glasnost oziroma skvelč v osmih korakih, oštevilčenih od 0 do 7. Nazadnje, menu številka 7 ugasne LED prikazovalnik (za zmanjšanje porabe v slučaju baterijskega napajanja). V

VHF inačica		UHF inačica	
Menu	prikaz	prikaz	funkcija
1	CH 000	CH 000	št.kan.
2	F 145.000	F 435.000	korak 1MHz
3	M 145.000	M 435.000	korak 100kHz
4	S 145.000	S 435.000	korak 12.5kHz
5	VOLUME 3	VOLUME 3	glasnost
6	SQELCH 0	SQELCH 0	skvelč
7			ugasnjen

Tabela A

```

0000H - 1FFFH : EPROM 27C64 (8kbytes)

2000H - 27FFH : Neuporabljeno, možnost dodatkov!

2800H - 2FFFH : uPD71055 vzporedna vhodno/izhodna enota
2800H : port A : segmenti prikazovalnika
2801H : port B : glasnost in skvelč
2802H : port Č : razni vhodi in multipleks
2803H : komandni register

3000H - 37FFH : uPD71054 programirani številci
3000H : ČTR0 : referenčna frekvenca
3001H : CTR1 : modulo*129
3002H : CTR2 : modulo*128
3003H : komandni register

3800H - 3FFFH : RAM CMOS 6116 (2kbytes)

Po 3FFFH se slika ponavlja, ker A14 in A15
nista dekodirana.

Tabela B

```

menuju 7 tudi tipki (+) in (-) ne delata, vse ostale funkcije mikroracionalnika in postaje pa ostanejo nespremenjene.

Pri prvi vključitvi postaje je vsebina CMOS pomnilnika povsem naključna, zato potrebuje mikroracionalnik najprej popolni RESET za pravilno delovanje. Za izvršitev popolnega RESETa je treba držati pritisnjeno tipko (F) med vklopom postaje. Na prikazovalniku se bojo za kakšno sekundo prikazale vodoravne črtice. Tipko (F) je treba spustiti, ko črtice zamenja napis "SET Fr". Po nekaj sekundah tudi ta napis zamenja menu številka 2. RESET nastavi vse kanale, sprejemne in oddajne frekvence na 145.000MHz v VHF postaji in na 435.000MHz v UHF postaji. Glasnost se postavi na 3 in skvelč na 0 (popolnoma odprt).

Program ne vsebuje nikakršne zaščite glede frekvenc, ki jih lahko nastavimo. Na prikazovalniku VHF postaje lahko nastavimo katerokoli

število med 0 in preko 300MHz in na UHF postaji lahko nastavimo karkoli med 0 in preko 800MHz. Seveda PLL ne more delati v tako širokem frekvenčnem, tudi če bi VCO to zmož! Uporabljeni sestavni deli in programska oprema omogočajo uporabno območje od približno 100MHz do približno 170MHz s korakom 5kHz v VHF inačici in od približno 250MHz do približno 600MHz s korakom 12.5kHz v UHF inačici. Analogni del postaje je načrtovan za pokrivanje samo 15-20MHz široko področje v obeh inačicah.

Program je dolg malo več kot 1kilobajt, tako da je EPROM 27C64 skoraj prazen (vendar je to najmanjši CMOS EPROM na tržišču). Prostora za dodelave in izboljšave programa zato ne manjka!

Objavljeni program ima tudi majhno napako: če PTT kontakt odskakuje in napravi kopico impulzov ob preklopu, se včasih prikaže namesto sprejemne frekvence oddajna in

```

310040C34000FFFFE5F5CD8000F1E1C9DDE5CDC000DDE1C9E5F5CDF000F1E1C9
E5F5CD8001F1E1C9FDE5CDC001FDE1C9C31002FFFFFFF3E002FFFFFFF
3E813203283A07003200283E003201283E003202283E363203303E543203303E
943203303E83200303E03320030DD21003EFD210038C35002FFFFFFF
C50100C0097D6C943005252D3C2804FE8038032CD6804F84673E8085916F06FF
3A0228E608200210F706FF3A0228E608280210F77C3201307D320230C1C9FFFF
C5F501000879320228C6104F3A0600DDAE00320028DD233EE3D20FD3A070032
002810E1F1C1C9FFFFFFFDD36000DD360100C5D5010E0B1116F01
130938FC01204E091ADD77020130F8116F01130938FC01D007091ADD77030138
FF116F01130938FC01C800091AC601DD770401ECFF116F01130938FC01140009
1ADD770501FEFF116F01130938FC010200091ADD7706117001444D292909197E
DD7707D1C1C9FFFFFFF7E0CB69ECCDAFA0EDEFDEFF
DD36000DD360100DD360200DD360300DD360400216F0123D66430FBC66466DD
7405216F0123D60A30FBC60A66DD7406217001856F66DD7407C9FFFFFFF
D5E5F52600DD6E102929EB2100003A0228E601200521ACFB18021313FD19FD5E
00FD560119CFDD7E11E607DD771107070757DD7E12E607DD7712B2320128F1E1
D1C9FFFFFFF73A0228E601DDBE162806DD77163E
00C93A0228E606200ADD361300DD36140218DDDBE132809DD361402DD771318
CFDD351420CADD36140CC9FFFFFFFDE50608DD360092DD2310F8DDE1DD36
143F3A0228E606FE06205CD7DD351420F1DD36000DD3601DADD3602F2DD3603
F0DD360400DD3605E2DD3606A0DD360700DD361000DD361103DD361200DD3613
00DD36141FDD3615000600110400FDE5D7FD360048FD360171FD360248FD3603
71FD1910EBFDE1DD7E15FFDD7E153CFE1038023E00DD771518F0FFFFFFF
FE0020672600DD6E102929EB3A0228E60128021313FDE5FD19FD6E00FD6601FD
E1DFDD3600E2F7FE0028D9FE062001C901C800FE0220030138FF2600DD6E1029
29EBFDE5FD193A0228E601200DFD6E00FD660109FD7500FD7401FD6E02FD6603
09FD7502FD7403FDE11899FE0120672600DD6E102929EB3A0228E60128021313
FDE5FD19FD6E00FD6601FDE1DFDD36006EF7FE0028D9FE062001C9011400FE02
200301E8FF2600DD6E102929EBFDE5FD193A0228E601200DFD6E00FD660109FD
7500FD7401FD6E02FD660309FD7502FD7403FDE11899FE0220672600DD6E1029
29EB3A0228E60128021313FDE5FD19FD6E00FD6601FDE1DFDD3600DAF7FE0028
D9FE062001C901100FE02200301FFF2600DD6E102929EBFDE5FD193A0228E6
01200DFD6E00FD660109FD7500FD7401FD6E02FD660309FD7502FD7403FDE118
99FE062025DD7E10E7DD360172DD3602ECF7FE0028FDE062001C9DD3410FE02
2006DD3510DD351018DBFE032047DD7E11E7DD36007CDD36017DD36027DD36
037CDD36046EDD3605F2DD360600F7FE0028FDE062001C9DD3411FE02DD7E11
20023D3DFE8038023E00FE0838023E07DD771118B9FE042047DD7E12E7DD3600
DADD3601CEDD3602F2DD360370DD360472DD3605ECDD360600F7FE0028FDE06
2001C9DD3412FE02DD7E1220023D3DFE8038023E00FE0838023E07DD771218B9
FE052014DDE50608DD36000DD2310F8DDE1F7FE0620FBC9C9

```

Slika 23. - Heksadecimalni izpis programa za VHF RTX.

```

310040C34000FFFFE5F5CD8000F1E1C9DDE5CDC000DDE1C9E5F5CDF000F1E1C9
E5F5CD8001F1E1C9FDE5CDC001FDE1C9C31002FFFFFFF3E002FFFFFFF
3E813203283A07003200283E003201283E003202283E363203303E543203303E
943203303E83200303E03320030DD21003EFD210038C35002FFFFFFF
C50100C0097D6C943005252D3C2804FE8038032CD6804F84673E8085916F06FF
3A0228E608200210F706FF3A0228E608280210F77C3201307D320230C1C9FFFF
C5F501000879320228C6104F3A0600DDAE00320028DD233EE3D20FD3A070032
002810E1F1C1C9FFFFFFFDD36000DD360100C5D5010E0B1116F01
130938FC01204E091ADD77020130F8116F01130938FC01D007091ADD77030138
FF116F01130938FC01C800091AC601DD770401ECFF116F01130938FC01140009
1ADD7705545DCB3B2929444D29091901F6FF116F01130938FC010A00091ADD77
06117001197EDD7707D1C1C9FFFFFFF7E0CB69ECCDAFA0EDEFDEFF
DD36000DD360100DD360200DD360300DD360400216F0123D66430FBC66466DD
7405216F0123D60A30FBC60A66DD7406217001856F66DD7407C9FFFFFFF
D5E5F52600DD6E102929EB2100003A0228E60120052145FE18021313FD19FD5E
00FD560119CFDD7E11E607DD771107070757DD7E12E607DD7712B2320128F1E1
D1C9FFFFFFF73A0228E601DDBE162806DD77163E
00C93A0228E606200ADD361300DD36140218DDDBE132809DD361402DD771318
CFDD351420CADD36140CC9FFFFFFFDE50608DD360092DD2310F8DDE1DD36
143F3A0228E606FE06205CD7DD351420F1DD36000DD3601DADD3602F2DD3603
F0DD360400DD3605E2DD3606A0DD360700DD361000DD361103DD361200DD3613
00DD36141FDD3615000600110400FDE5D7FD360048FD360171FD360248FD3603
87FD1910EBFDE1DD7E15FFDD7E153CFE1038023E00DD771518F0FFFFFFF
FE0020672600DD6E102929EB3A0228E60128021313FDE5FD19FD6E00FD6601FD
E1DFDD3600E2F7FE0028D9FE062001C9015000FE02200301B0FF2600DD6E1029
29EBFDE5FD193A0228E601200DFD6E00FD660109FD7500FD7401FD6E02FD6603
09FD7502FD7403FDE11899FE0120672600DD6E102929EB3A0228E60128021313
FDE5FD19FD6E00FD6601FDE1DFDD36006EF7FE0028D9FE062001C9010800FE02
200301F8FF2600DD6E102929EBFDE5FD193A0228E601200DFD6E00FD660109FD
7500FD7401FD6E02FD660309FD7502FD7403FDE11899FE0220672600DD6E1029
29EB3A0228E60128021313FDE5FD19FD6E00FD6601FDE1DFDD3600DAF7FE0028
D9FE062001C901100FE02200301FFF2600DD6E102929EBFDE5FD193A0228E6
01200DFD6E00FD660109FD7500FD7401FD6E02FD660309FD7502FD7403FDE118
99FE062025DD7E10E7DD360172DD3602ECF7FE0028FDE062001C9DD3410FE02
2006DD3510DD351018DBFE032047DD7E11E7DD36007CDD36017DD36027DD36
037CDD36046EDD3605F2DD360600F7FE0028FDE062001C9DD3411FE02DD7E11
20023D3DFE8038023E00FE0838023E07DD771118B9FE042047DD7E12E7DD3600
DADD3601CEDD3602F2DD360370DD360472DD3605ECDD360600F7FE0028FDE06
2001C9DD3412FE02DD7E1220023D3DFE8038023E00FE0838023E07DD771218B9
FE052014DDE50608DD36000DD2310F8DDE1F7FE0620FBC9C9

```

Slika 24. - Heksadecimalni izpis programa za UHF RTX.

obratno. Napaka se vidi samo na prikazu, postaja dela na pravilni frekvenci in tudi prikaz se popravi takoj, ob naslednjem preklopu sprejem/oddaja ali ob pritisku katerekoli tipke. Napako se da enostavno popraviti čisto programsko, toda to bi podaljšalo čas preklopa sprejem/oddaja in obratno, kar je pri uporabi postaje za packet-radio silno neugodno!

Nazadnje objavljam še tabelo naslovov v spominskem prostoru mikroročunalnika Z80 za vse tiste, ki bi radi napisali ali dopisali svoj program (glej tabelo B).

10. Doseženi rezultati in zaključek

Opisane postaje so bile dobro preizkušene. Sam sem zgradil in natančno preizkusil tri VHF in tri UHF postaje, rezultate teh meritev pa navajam v naslednjem odstavku.

Ena najvažnejših lastnosti sprejemnika je občutljivost. Ta znaša okoli 0.5µV pri VHF inačici in okoli 0.25µV pri UHF inačici. Pri VHF postaji je danes že bolj važna selektivnost vhodnega dela, zato sem žrtvoval nekaj občutljivosti. Ker je zasedenost UHF področij zaenkrat še bistveno manjša, je pri UHF sprejemniku občutljivost dosti bolj važna. Selektivnost sprejemnika je primerna za večino namenov, seveda pa se ne da primerjati treh medfrekvenčnih transformatorjev na 460kHz s kristalnim filtrom s šestimi ali osmimi kristali v profesionalnih postajah, vsaj kar se tiče dušenja sosednjega kanala ne!

Oddajniki obeh inačic dajo od 2 do 3W izhodne moči, pač glede na tolerance uporabljenih sestavnih delov.

Pri uporabi postaj za packet-radio je važna lastnost tudi čas preklopa od sprejema na oddajo in obratno. V dobro načrtovani postaji ta čas zavisi izključno od časa vnihanja PLL zanke. Pri VHF postaji znaša čas preklopa okoli 70ms (parameter TXD 7), medtem ko je UHF postaja zaradi nižje primerjalne frekvence malo počasnejša, okoli 110ms (parameter TXD 11 pri TNCju). Vsi ti poskusi so bili seveda opravljeni s TNCji z digitalnim DCDjem, ki ne rabijo skvelca postaje. Pri vseh TNCjih, ki ne razpolagajo z digitalnim DCDjem (skoraj vsi tovarniški TNCji) je treba zakasnitvam prišteti še čas zakasnitve skvelca, ki pri opisanih postaji znaša okoli 200ms.

Seveda se da doma izdelano po-

stajo prilagoditi: časovno konstanto skvelča se da zmanjšati (za packet-radio) oziroma povečati (za navadne FM govorne zveze). Prav tako se da prilagoditi PLL zanka: objavljene vrednosti kondenzatorjev v filtru PLLja so izbrane tako, da se PLL čimprej vniha, kar je zaželjeno predvsem za packet-radio. Za govorne zveze čas vnihanja ni toliko pomemben, pač pa dosti bolj moti primerjalna frekvenca PLLja, to pa bi večji kondenzatorji v filtru bolje dušili.

Opisani visokofrekvenčni moduli pokrivajo 145MHz VHF in 435MHz UHF področje. Za 23cm področje bi postaja potrebovala malo boljši PLL, pa tudi VF modul bi bil malo bolj

kompliciran. Zato pa bi se dalo uporabiti sintetizator, mikroračunalnik in medfrekvenco tudi za 29MHz FM postajo in (upajmo kmalu dovoljeno tudi pri nas) 50MHz FM postajo. Za SSB postaje opisani PLL sintetizator ni primeren iz več razlogov.

Verjetno bo marsikdo pobrskal tudi po programu, napisal kakšen nov ukaz oziroma našel kakšno bolj duhovito rešitev od moje. V EPROMu je vsekakor se zadosti prostora za marsikaj, na primer spremenljive korake PLLja (večji koraki omogočajo hitrejše vnihanje, manjši pa finejšo nastavitvev na signal poljubne frekvence). Tudi nastavljanje svetlosti in s tem porabe LED prikazovalnika se da enostavno izvesti v softveru.

Nazadnje še nasvet začetnikom: opisana postaja je velik zalogaj, zato previdnost ne bo odveč! Pri izbiri ohišja se rajši odločite za malo večje ohišje, v katerem se da v slučaju napake premakniti kakšen modul ali pa ožičenje. Ohišje mora zagotavljati dober oklop med analognim in digitalnim delom postaje, hkrati pa morajo biti vsi moduli dobro dostopni za uglaševanje in popravila.

Vsem seveda želim srečno in uspešno gradnjo!



IZBOLJŠAVE IN PREDELAVE za VHF/UHF FM RTX

Matjaž Vidmar, YT3MV

1. Uvod

Ker je veliko število radioamaterjev zgradilo, še več pa vsaj začelo sestavljati "FM sprejemnik/oddajnik za VHF in UHF", objavljen v glasilu CQ YU3, številke 2/90, 3/90 in 4/90, bo vsekakor dobrodošel opis predelav in izboljšav.

V tem članku bojo opisane naslednje izboljšave:

- Izboljšanje občutljivosti sprejemnika VHF inačice
- Povečanje izhodne moči oddajnika
- Zmanjšanje celotne porabe sprejemnika/oddajnika

Razen omenjenih predelav bojo opisani še načini uporabe različnih vrst prikazovalnikov (displejev), saj se LED prikazovalnik ni najboljše izkazal (velika poraba, motnje zaradi multipleksiranja). Podrobno bo opisana uporaba fluorescentnega prikazovalnika in prikazovalnika s tekočimi kristali.

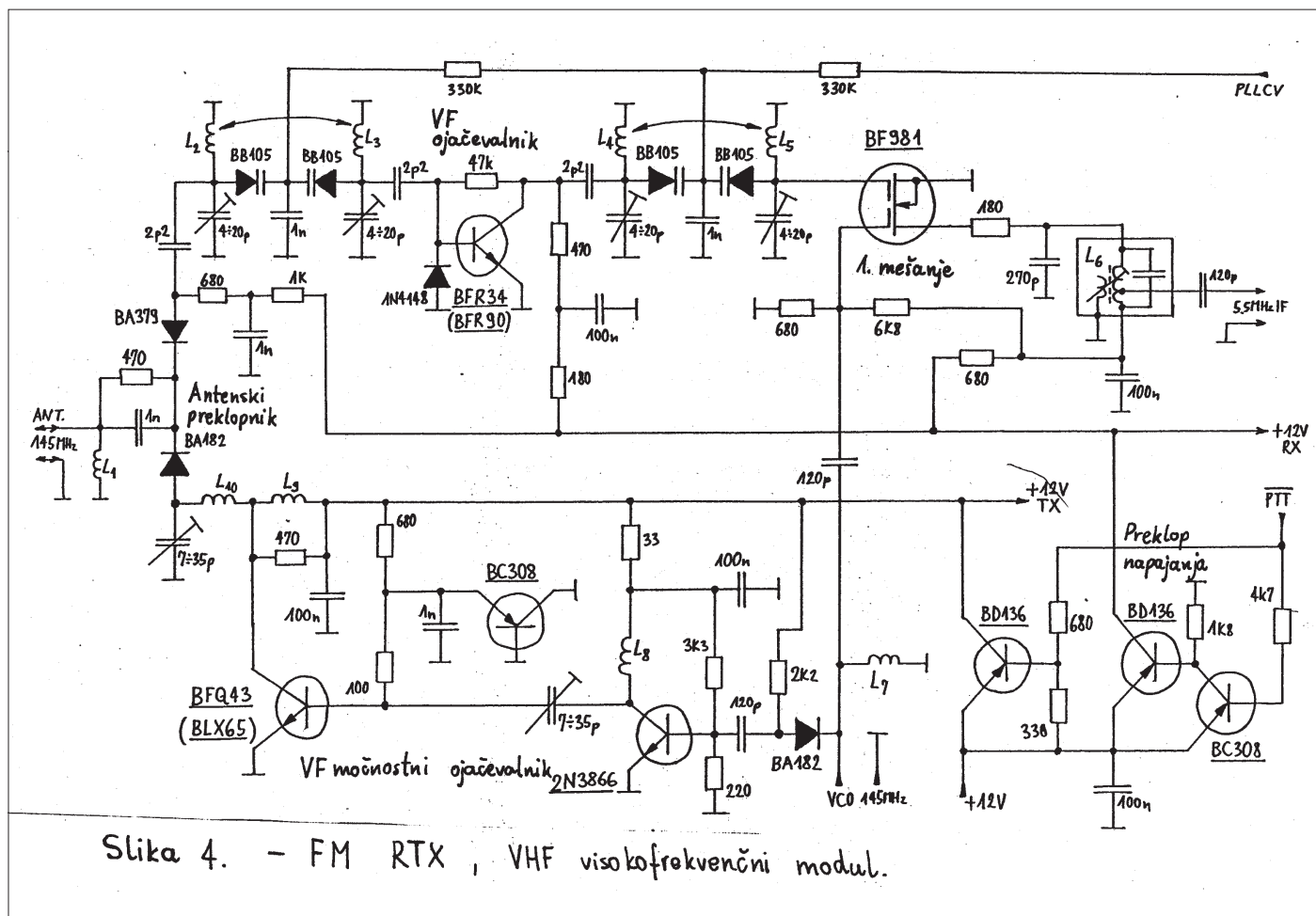
2. Predelava VHF visokofrekvenčnega modula

Predelava VHF modula sestoji v zamenjavi večjega števila sestavnih delov za izboljšanje občutljivosti sprejemnika, povečanje izhodne moči oddajnika in zmanjšanje porabe vezjav, predvsem na sprejemu.

Občutljivost izvorne VHF inačice je komaj 0.5uV, se pravi približno dvakrat več od tistega, kar se običajno da doseči. Vzrok slabe občutljivosti so predvsem izgube v vhodnem situ, sestavljenem iz dveh nihajnih krogov. Izgube se da zmanjšati in s tem povečati občutljivost sprejemnika s povečanjem sklopa teh nihajnih krogov. Če povečamo oba sklopna kondenzatorja z 2.2pF na 3.9pF, kot je to prikazano na Sliki 1. in približno tuljavi obeh nihajnih krogov za močnejši magnetni sklop, se da občutljivost povečati za približno 5dB oziroma lahko dosežemo občutljivost okoli 0.3uV.

Izboljšava občutljivosti pomaga predvsem povečati domet sprejemnika/oddajnika: enak domet bi dobili s trikratnim povečanjem moči oddajnika. Seveda ima predelava tudi svoje slabe strani: selektivnost vhodnega pasovnega sита se zmanjša, s tem pa se zmanjša tudi dušenje zrcalne in ostalih nezaželenih frekvenc. Zato opisana predelava nima smisla pri postajah, katere uporabljamo v okolju z zelo močnimi signali izven radioamaterskega področja (pretvornik ali digipiter na izpostavljenem mestu in z obilico drugih oddajnih anten v bližini): motnje bi povsem izničile izboljšano občutljivost sprejemnika.

Ker se FM sprejemnik/oddajnik nahaja večino časa uporabe na sprejemu, praznjenje baterij določa v glavnem poraba vseh vezij sprejemnika. Porabo analognih vezij sprejemnika se da zmanjšati s povečanjem vrednosti nekaterih uporov. Na Sliki 1. so zato povečane vrednosti uporov



v antenskem preklopniku, v VF ojačevalniku, v prvem mešalniku in v preklopniku napajanja. Na ta način se da privarčevati okoli 20mA brez večjih škodljivih vplivov na lastnosti sprejemnika.

Izhodna moč oddajnika zavisi od krmilnega signala in ojačenja dveh močnostnih stopenj. Ojačenje prve močnostne stopnje (2N3866) zmanjšuje predvsem parazitna induktivnost blokirnega kondenzatorja 100nF, ki je priključen med hladnim koncem L8 in maso. Ta kondenzator je treba zato vgraditi s čim krajšimi izvodi, dodatno povečanje ojačenja in izhodne moči pa se da doseči z vgradnjo dveh dodatnih kondenzatorjev 1nF s hladnega konca L8 na maso. Ta dva dodatna kondenzatorja naj imata čim manjšo parazitno induktivnost in ju je treba priciniti pod tiskanim vezjem s čim krajšimi izvodi (manj kot 1mm).

Skoraj vsi sodobni oddajni tranzistorji v TO39 ohišju (MRF237, novejša izvedba BFQ43) imajo emitor na ohišju, zato je treba izvrtati na tiskanem vezju nove luknje. Pri tem je treba paziti, da ne prerežemo preveč mase in da je dolžina emitorskega izvoda čim krajša, saj ravno ta določa ojačenje stopnje. Na izhodni tranzistor seveda natakemo ustrezno zvezdasto hladilno rebro.

V izhodni stopnji lahko uporabimo tudi starejše tranzistorje 2N3866 oziroma 2N4427. S takim tranzistorjem lahko pričakujemo med 500

mW in 1W izhodne moči, medtem ko se z opisanimi izboljšavami in BFQ43 v izhodni stopnji da vedno doseči več kot 2.5W. Po vseh predelavah VHF visokofrekvenčnega modula je treba tega seveda ponovno uglasiti, tako sprejemni kot oddajni del!

3. Predelava VCO modula

Tudi delovanje VCO modula se da izboljšati z zamenjavo nekaj sestavnih delov: popravki so prikazani na Sliki 2. V oscilatorju je pametno zamenjati kondenzator v emitorju BSX36 (oscilator) s 120pF na samo 100pF ali manj. Ta ukrep poveča izhodni nivo oscilatorja, da zanesljivo izkrmili podvojevalnik frekvence s S042P.

Nadaljnje povečanje izhodnega nivoja se da doseči z zamenjavo tranzistorja v ojačevalniku za podvojevalnikom. Namesto 2N2369 se tu splača vgraditi BFY90, ki ima dosti večje ojačenje. Pri vgradnji tranzistorja BFY90 vtaknemo obe nožici (emitor in ohišje) skozi isto luknjo v tiskanem vezju. Obe opisani izboljšavi omogočata boljše krmiljenje močnostnih stopenj in s tem za 0.5 do 1W večjo izhodno moč oddajnika.

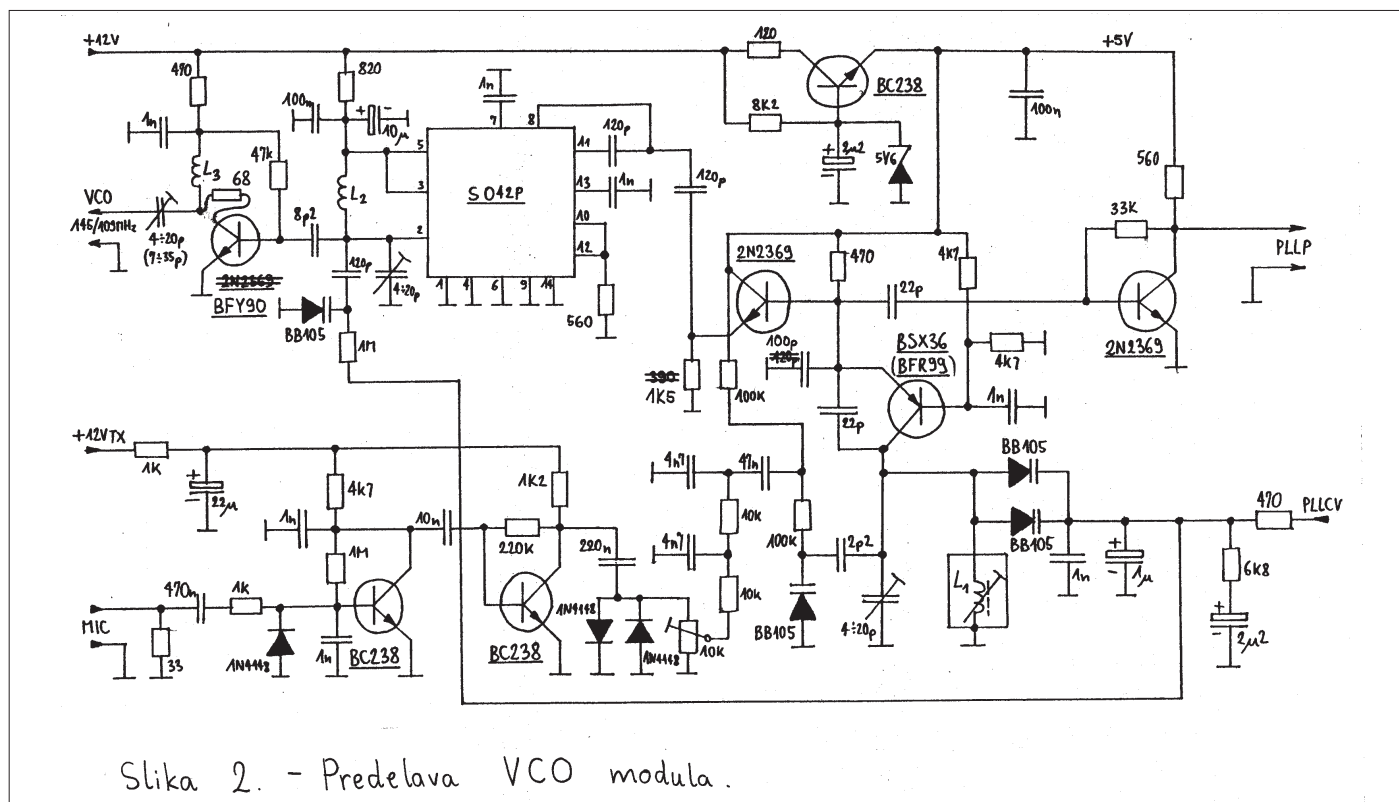
Na izvornem načrtu je pri izhodni stopnji VCO modula napaka: manjka upor 680ohm zaporedno s kolektorjem tranzistorja. Ta upor je sicer narisan na sliki razporeditve sestavnih delov. Pri ločilni stopnji med oscilatorjem in

podvojevalnikom lahko povečamo emitorski upor 390ohm na 1.5kohm in na ta način prihranimo nekaj mA pri napajanju.

Modulator v VCO modulu ima vgrajen standarden preenfazis za FM govorno modulacijo. Pri uporabi digitalnih načinov komuniciranja in pri packet-radiu je preenfazis često nezaželen, zato ga je pametno izločiti, še posebno v slučaju uporabe Manchester modulacije. Preenfazis izločimo enostavno tako, da povečamo vrednost sklopnega kondenzatorja 10nF med prvim in drugim tranzistorjem BC238 v modulatorju. Za Manchester 2400bps tu lahko vgradimo kondenzator 47nF.

4. Switching napajalnik za mikroročunalnik

V FM sprejemniku/oddajniku odpade levji delež porabe na modul frekvenčni sintetizator in mikroročunalnik. Tudi z uporabo CMOS vezij in z ugasnjenim LED prikazovalnikom znaša poraba tega modula okoli 80mA pri 5V, od tega pa odpade levji delež (okoli 60mA) na hitri delilec 74F161. Če uporabljamo navaden 7805 regulator za napajalno napetost, znaša poraba na 12V strani okoli 85mA, saj porabi 7805 še dodatnih 5mA za svoje notranje delovanje. Pri vključenem LED prikazovalniku se poraba v povprečju poveča na 200mA, pri tem



pa se večji del električne energije iz dragih baterij pretvarja v nekoristno toploto v regulatorju 7805.

Porabo mikroracionalniškega modula se da vsekakor zmanjšati z uporabo switching regulatorja. Izkoristek majhnih switching regulatorjev znaša okoli 80%. Pri pretvorbi napajalne napetosti z 12V na 5V to pomeni polovično porabo moči v primerjavi z 7805, oziroma okoli 40mA brez prikazovalnika in 100mA z vključenim LED prikazovalnikom.

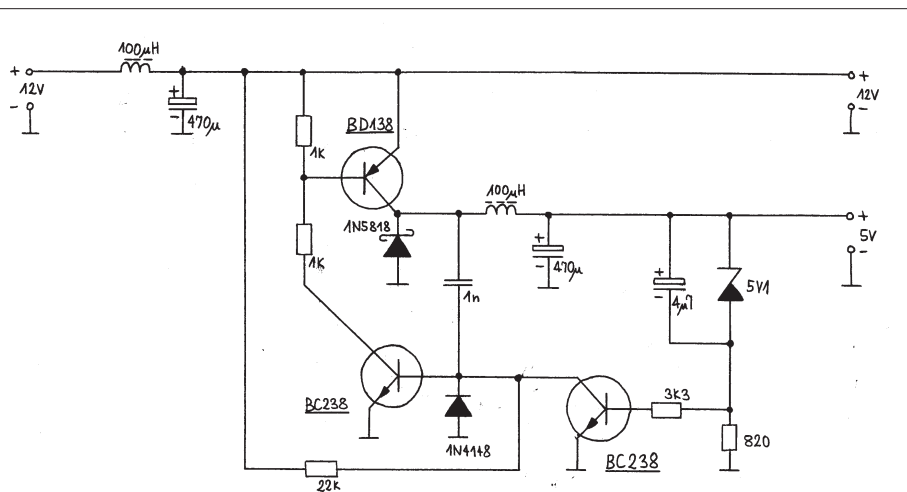
Switching napajalnik pa ima tudi nekaj slabih lastnosti. Zaradi svojega načina delovanja mora vsebovati oscilator, ki lahko moti druga vezja v radijski postaji in zahteva dodatno filtriranje. Tako napajalnik sam kot filtriranje zahtevajo uporabo tuljav, ki jih današnji leni radioamaterji nočejo več sami navijati.

Za opisani mikroracionalniški modul sem zato razvil majhen switching regulator, ki uporablja standardne tovarniško izdelane dušilke tako v samem regulatorju kot tudi za filtriranje. Načrt switching regulatorja je prikazan na Sliki 3. Največji dopustni tok pravzaprav določa vrsta uporabljenih tuljav. Dušilke 100uH (ali 120uH) velikosti upora 1/2W dopuščajo izhodni tok do 200mA preden se začnejo prekomerno segrevati ob istočasnem manjšanju izkoristka regulatorja. 200mA zadošča tudi za mikroracionalniški modul z vključenim LED prikazovalnikom. Z boljšimi tuljavami bi vezje sicer zmoglo izhodni tok do 500mA.

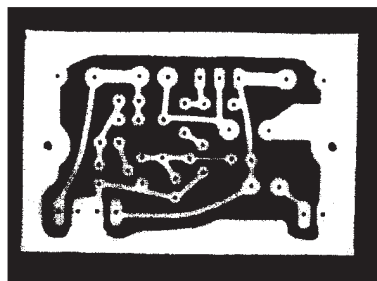
Vezje switching napajalnika vsebuje še nizkopropustno LC sito za vhodno napetost 12V, na izhodu pa zadošča kondenzator. Switching regulator je zgrajen na majhnem enostranskem tiskanem vezju dimenzij 30X45mm (glej Sliko 4.). Sestavni deli so vsi vgrajeni pokončno, kot je to prikazano na Sliki 5. Ploščica je mišljena kot nadomestilo za 7805 in vse filtrirne sestavne dele, zato je na razpolago tudi filtrirani izhod +12V za napajanje frekvenčno/faznega komparatorja 4046.

5. Napajanje in krmiljenje fluorescentnega displeja

Že v zadnjem nadaljevanju članka o FM sprejemniku/oddajniku sem omenil možnost uporabe drugačnih prikazovalnikov. Fluorescentni prikazovalnik je čisto navadna (vakuumna) elektronika z direktno ogre-

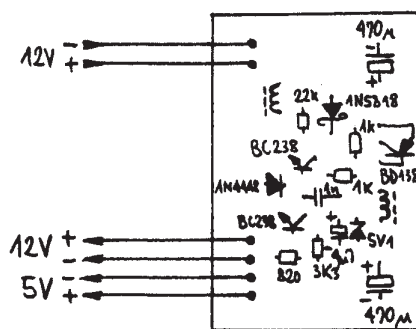


Slika 3. - Switching napajalnik 5V / 200 mA.



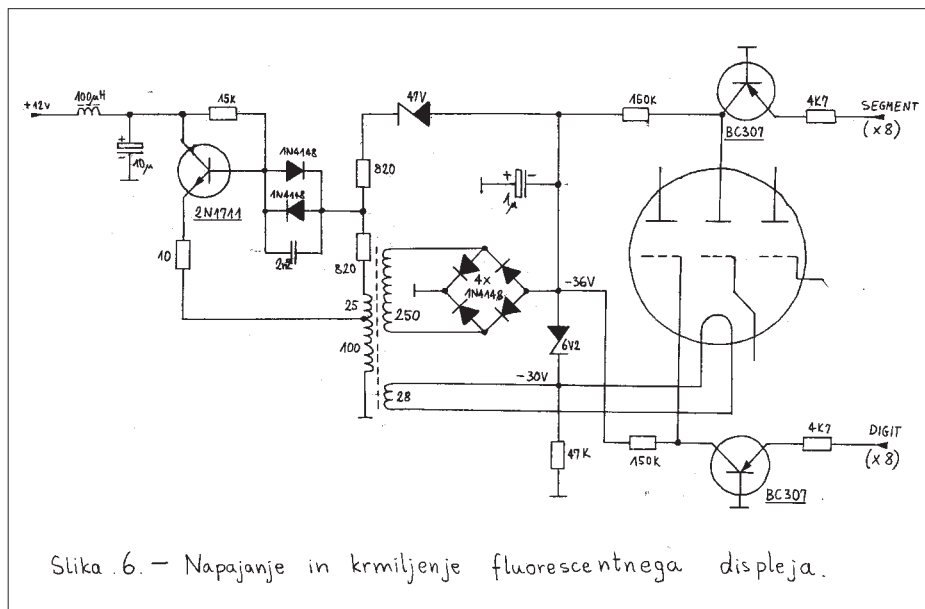
Slika 4.

Tiskano vezje za switching napajalnik.



Slika 5.

Razporeditev sestavnih delov switching napajalnika.



prikazovalnik sicer deluje pri razmeroma majhnih tokovih v primerjavi z LED prikazovalnikom: anodni tokovi in tokovi mrežic znašajo nekaj sto mikroamperov pri 30V, direktno ogrevana katoda pa potrebuje 2 do 3V in nekaj 10mA. Celotna poraba prikazovalnika in ustreznega napajalnika znaša zato od 30 do 50mA pri 12V napajanju.

Vse potrebne napetosti za fluorescentni displej lahko dobimo le s pomočjo switching napajalnika. Tak napajalnik zahteva transformator na feritnem jedru z več navitji. Na Sliki 6. je dano število ovojjev za feritni lonček zunanjega premera 15 do 20mm, vsa navitja pa so navita z žico 0.15mm CuL. Točno število ovojjev, vrsta jedra in induktivnost navitij vpliva le na frekvenco delovanja pretvornika, bolj važno pa je točno razmerje ovojjev. Pri podiranju starega žepnega računalnika s fluorescentnim displejem bomo prav gotovo našli tudi celoten napajalnik, ki ga lahko uporabimo takega kot je v radijski postaji.

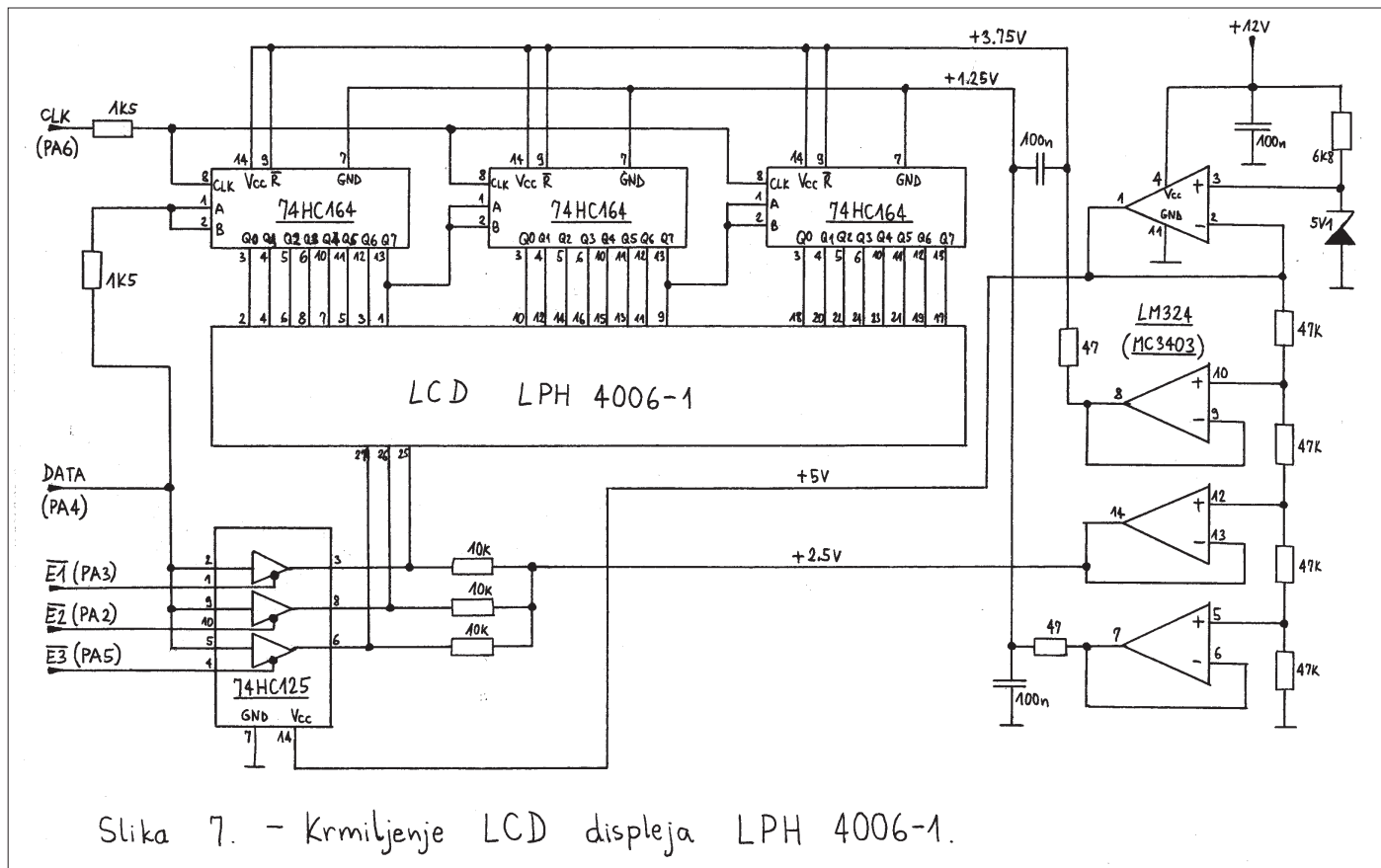
Za krmiljenje anod in mrežic fluorescentnega prikaza potrebujemo PNP tranzistorje, ki zdržijo napetost vsaj 45V (BC307 in podobni). Vse neuporabljene anode in mrežice je treba povezati na najnegativnejši potencial (-36V), da se ustrezni znaki ne bojo naključno prižigali.

vano katodo, mrežicami in anodami. Anode so nanese na stekleno ploščico in prevlečene s fluorescenčno snovjo, ki ob vpadu elektronov proizvaja zelenomodro svetlobo.

Mrežice imajo le multipleksirani fluorescentni prikazovalniki, ki so se pred leti na veliko uporabljali v žepnih računalnikih in tudi v amaterskih postajah. Prav tak prikazovalnik potrebujemo tudi za opisano postajo. Pri takem večštevilknem prikazovalniku so vsi enakovredni segmenti posameznih števil (vse anode) povezane vzporedno. Pred vsako

številko pa imamo še ločeno mrežico, ki določa, kdaj je ta številka vključena. Segment na številki sveti samo takrat, ko sta obe, anoda in mrežica, na pozitivnem potencialu glede na katodo. Običajno je zahtevani potencial okoli +30V, neizbrane mrežice in anode pa je treba držati na negativnem potencialu -6V ali več, da nezaželjeni segmenti ne svetijo!

Pri uporabi fluorescentnega displeja potrebujemo ustrezen napajalnik za vse zahtevane napetosti in primerne krmilne stopnje, kot je to prikazano na Sliki 6. Fluorescentni



Slika 7. - Krmiljenje LCD displeja LPH 4006-1.

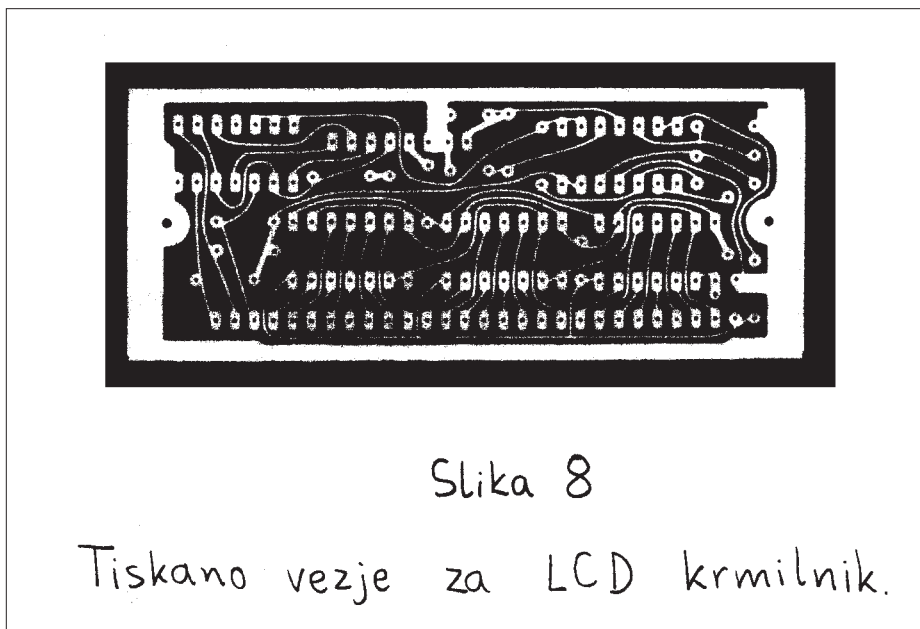
Pri uporabi opisanega vmesnika za fluorescentni prikazovalnik je treba še obrniti polariteto krmiljenja segmentov. To je v objavljenem programu ze predvideno: v EPROMu moramo na naslovih 0006H in 0007H zamenjati FFH z 00H. Druge spremembe v programu niso potrebne, ker se fluorescentni displej multipleksira po istem zaporedju kot LED displej.

6. Krmiljenje LCD displeja

LCD prikazovalniki imajo več ugodnih lastnosti: poraba električne energije je zanemarljivo majhna (tokovi v velikostnem razredu mikroampera pri napetostih nekaj voltov), izpis pa je dobro viden tudi pri zelo močni dnevni svetlobi. Kar se tiče krmiljenja pa so LCD prikazovalniki veliko bolj zahtevni. Predvsem je treba LCD prikazovalnik krmiliti z izmenično napetostjo, da elektrolitski pojavi ne poškodujejo sestavnih delov prikazovalnika. Multipleksiranje LCDjev ni enostavno zato, ker se le ti odzivajo na obe polariteti signala. Največ kar lahko pri multipleksiranju dosežemo, je to, da imamo na vseh neizbranih segmentih eno tretjino napetosti, ki jo priključimo na izbrani segment. Za vse multipleksirane LCD prikazovalnike je zato značilen predvsem slab kontrast med vključenimi in izključenimi segmenti.

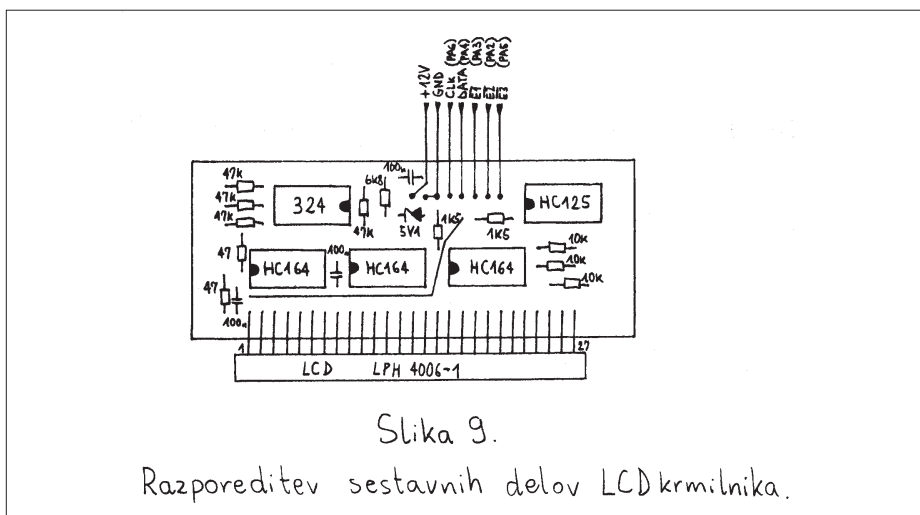
LCD prikazovalnike bi zato glede na način uporabe lahko razdelili v tri skupine: nemultipleksirani prikazovalniki, multipleksirani prikazovalniki in prikazovalniki z vgrajeno krmilno elektroniko. Zaradi velikega števila potrebnih električnih priključkov so nemultipleksirani prikazovalniki omejeni na tri ali štiri številke in se uporabljajo v urah in digitalnih voltmetrih, dosti težje pa bi jih uporabili v opisani radijski postaji.

LCD prikazovalniki z vgrajeno krmilno elektroniko običajno zmorejo izpis vseh ASCII znakov in celo grafiko, zaradi matričnega izpisa znakov pa je čitljivost slaba, kontrast pa še slabši zaradi multipleksiranja. Ti prikazovalniki so sicer zelo enostavni za uporabo, saj jih enostavno priključimo na vodilo mikroračunalnika kot vhodno/izhodno enoto. Večina teh prikazovalnikov uporablja integrirano vezje HD44780, ki se lahko naravnost priključi na vodilo 4-bitnega ali 8-bitnega mikroračunalnika oziroma na katerokoli vzpo-



Slika 8

Tiskano vezje za LCD krmilnik.



Slika 9.

Razporeditev sestavnih delov LCD krmilnika.

redno vhodno/izhodno enoto. Program v EPROMu je treba seveda ustrezno prirediti za tak prikazovalnik.

Ker pravi radioamaterji ne marajo za narejenih naprav (LCD modulov s krmilnikom), sem se odločil za multipleksirani 7-segmentni prikazovalnik Philips LPH 4006-1 z osem številkami, krmilno elektroniko pa sem napravil sam. Ta prikazovalnik omogoča kljub multipleksiranju dober kontrast in dobro čitljivost števil, verjetno zato, ker je multipleksiranje omejeno na faktor 1/3. LPH 4006-1 ima tri skupne elektrode (nožice 25, 26 in 27) ter 24 nožice preostalo izbiro segmentov.

Krmilno vezje za LPH 4006-1 (Slika 7.) sestoji iz 24-bitnega pomikalnega registra (segmenti), vezja za krmiljenje skupnih elektrod in napajalnika, ki daje vse potrebne napetosti (1.25V, 2.5V, 3.75V in 5V). Mikroračunalnik najprej naloži podatke v 24-bitni pomikalni register.

Medtem je vezje 74HC125 deaktivirano, zato je na segmente LCD prikazovalnika priključena napetost največ $\pm 1.25V$. Ko je pomikalni register naložen, mikroračunalnik aktivira ustrezna vrata 74HC125, pri tem pa vsi izbrani segmenti dobijo $\pm 3.75V$, vsi neizbrani pa $\pm 1.25V$. Po določenem času mikroračunalnik deaktivira 74HC125 in naloži v pomikalni register nove podatke ter aktivira naslednja vrata 74HC125. Po treh takih ciklih se stvar se ne ponovi: sledijo trije drugi cikli, ko mikroračunalnik naloži iste podatke, vendar z obrnjeno polariteto in na ta način zagotovi krmiljenje prikazovalnika z izmenično napetostjo.

Krmilno vezje za LCD LPH 4006-1 je zgrajeno na enostranskem tiskanem vezju dimenzij 36X90mm (glej Slika 8.). Vsi sestavni deli so vgrajeni vodoravno, vzporedno s ploščico, preko vseh teh delov pa se nazadnje vgradi še sam LCD (Slika 9.). Ker je LCD sestavljen iz krhkih steklenih

ploščic, se priporoča vgradnja na ustrezno podnožje (vrsta 27 kontaktov v standardnem razmaku 2.54mm). Na kontrast LCD prikazovalnika vpliva predvsem napajalna napetost: to lahko nastavljamo v mejah od 4.5V do 6V z zamenjavo zener diode 5V1.

V krmilnem vezju je treba NUJNO uporabljati vezja 74HC... serije (zamenjava NI možna), ker napajalne napetosti niso standardne in niso enake 5V. Razen napajanja +12V je LCD krmilnik povezan s ploščico mikroročunalnika s samo 5 žicami, katere krmilijo izhodi PA vezja uPD71055. Dekoder 4028 za multipleksiranje prikazovalnika nima v tem slučaju več nobene vloge in ga ni treba vgraditi v vezje.

Določanje segmentov LCD LPH 4006-1 je prava zmešnjava in tega nimam namena opisovati v podrobnosti. Program mora za vsak segment posebej določiti, kje se le ta nahaja, zato je skoraj polovica ustreznega programa namenjena le premetavanju segmentov, kot se to ze na oko vidi iz hexadecimalnega izpisa na Sliki 10. Na Sliki 10. je prikazan program za VHF inačico, za UHF inačico so razlike iste kot pri drugih vrstah prikazovalnikov. Cелoten komentiran listing v zbirnem jeziku Z80 je seveda naložen na YT3A na direktoriju DSP3MV.

Ker je poraba LCD prikazovalnika zanemarljiva, program na Sliki 10. ne vsebuje več menuja za ugasnjen displej. Ta menu je bilo treba izločiti tudi zato, ker prikazovalniki s tekočimi kristali ne prenesejo enosmerne napetosti za daljše časovno obdobje in se zato podprogram za krmiljenje prikazovalnika ne sme nikoli ustavititi.

7. Zaključek

Opisane izboljšave in predelave so rezultat poskusov na večjem številu zgrajenih postaj. Izboljšave se nanašajo na VHF inačico preprosto zato, ker je večina amaterjev gradila najprej to inačico. Izboljšave omogočajo povečanje občutljivosti sprejemnika na 0.3uV, izhodne moči oddajnika na 3 do 3.5W in zmanjšanje porabe na sprejemu na samo 110mA pri ugasnjenem prikazovalniku oziroma pri uporabi LCD prikazovalnika.

Podobne izboljšave so verjetno možne tudi pri UHF inačici, več o tem seveda takrat, ko bom vse to preizkusil. Tudi medfrekvenčni mo-

dul bi si zaslužil kakšno predelavo, predvsem uporabo integriranega vezja v medfrekveni z izhodom za S-meter, ki bi zelo olajšal uglaševanje postaje v amaterskih razmerah brez merilnih instrumentov. Žal zamenjava S041P s CA3089 ali podobnim vezjem hkrati prinese tudi precej večjo porabo toka.

Za proizvodnjo DTMF oziroma pilotskih tonov bi modul mikroročunalnika zahteval večjo predelavo: verjetno bo boljše narisati novo ploščico kot pa se mučiti s sedanjo tiskanino. Zato pa bo treba razviti še modul za 50MHz, zdaj ko je to

frekvenčno področje dovoljeno za amatersko uporabo tudi pri nas.

Na koncu še informacija o razpoložljivosti ploščic in drugih sestavnih delov. Ker sam nisem trgovec, se s prodajanjem ploščic, sestavnih delov in celih radijskih postaj ne ukvarjam. Večino sestavnih delov za FM sprejemnik oddajnik za VHF in UHF, (tudi tiskana vezja in LCD prikazovalnik LPH 4006-1) se da kupiti v trgovini R.D.Elettronica, Via V.Veneto 92, 34170 Gorica, Italija, telefon (9938) 481-31839, in verjetno še marsikje drugje.

```

310040C34000FFFFE5F5CD8000F1E1C9DDE5CDC000DDE1C9E5F5CD4004F1E1C9
E5F5CDD004F1E1C9FDE5CD1005FDE1C9C36005FFFFFFFFFC33006FFFFFFFFFFFF
3E813203283A07003200283E003201283E003202283E363203303E543203303E
943203303E83200303E03320030DD21003EFD21003EFC3A005FFFFFFFFFFFFF
C50100C0097D6C943005252D3C2804FE8038032CD6804F84673E8085916F06FF
3A0228E608200210F706FF3A0228E608280210F73C201307D320230C1C9FFFF
C5D5E5F5210028114010DD7E20F6EFAADD7720E6BFAF79DDCB044E2801AA77B3
7779DDCB054E2801AA77B37779DDCB06462801AA77B37779DDCB07462801AA77B3
B37779DDCB074E2801AA77B37779DDCB064E2801AA77B37779DDCB05562801AA
77B37779DDCB05462801AA77B37779DDCB01562801AA77B37779DDCB024E2801
AA77B37779DDCB03462801AA77B37779DDCB03562801AA77B37779DDCB044628
01AA77B37779DDCB034E2801AA77B37779DDCB02562801AA77B37779DDCB0246
2801AA77B37779DDCB07562801AA77B37779DDCB04562801AA77B37779DDCB00
4E2801AA77B37779DDCB01462801AA77B37779DDCB014E2801AA77B37779DDCB
00562801AA77B37779DDCB00462801AA77B37779DDCB04562801AA77B37779B3
E6DF7706053E003C20FD10F979B37779DDCB047E2801AA77B37779DDCB057E28
01AA77B37779DDCB067E2801AA77B37779DDCB077E2801AA77B37779DDCB077
2801AA77B37779DDCB067E2801AA77B37779DDCB055E2801AA77B37779DDCB05
762801AA77B37779DDCB015E2801AA77B37779DDCB027E2801AA77B37779DDCB
03762801AA77B37779DDCB035E2801AA77B37779DDCB047E2801AA77B37779DDB
CB037E2801AA77B37779DDCB025E2801AA77B37779DDCB02762801AA77B37779
DDCB075E2801AA77B37779DDCB045E2801AA77B37779DDCB007E2801AA77B377
79DDCB01762801AA77B37779DDCB017E2801AA77B37779DDCB005E2801AA77B3
7779DDCB00762801AA77B37779DDCB065E2801AA77B37779B3E6F7706053E00
3C20FD10F979B37779DDCB04662801AA77B37779DDCB05662801AA77B37779DD
CB066E2801AA77B37779DDCB076E2801AA77B37779DDCB07662801AA77B37779
DDCB066E2801AA77B37779DDCB05462801AA77B37779DDCB056E2801AA77B377
79DDCB01462801AA77B37779DDCB02662801AA77B37779DDCB036E2801AA77B3
7779DDCB03462801AA77B37779DDCB046E2801AA77B37779DDCB03662801AA77
B37779DDCB02462801AA77B37779DDCB026E2801AA77B37779DDCB07462801AA
77B37779DDCB04462801AA77B37779DDCB00662801AA77B37779DDCB016E2801
AA77B37779DDCB01662801AA77B37779DDCB00462801AA77B37779DDCB006E28
01AA77B37779DDCB06462801AA77B37779B3E6F7706053E003C20FD10F979B3
7779DDCB01C9FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF
DD360000DD360100C5D501E0B11BF04130938FC01204E091ADD77020130F811
BF04130938FC01D007091ADD77030138FF11BF04130938FC01C800091AC601DD
77041ECFF11BF04130938FC011400091ADD770501FEFF11BF04130938FC0102
00091ADD770611C004444D292909197EDD7707D1C1C9FFFFFFFFFFFFFFFFFFFF
7E0CB69ECCDAFA0EFEDEFFFFFFFFFFFFFFFFDD360000DD360100DD360200DD360300
DD36040021BF0423D66430FBC66466DD740521BF0423D60A30FBC60A66DD7406
21C004856F66DD7407C9FFFFFFFFFFFFFFFFD5E5F52600DD6E102929EB2100003A02
28E601200521ACFB18021313FD19FD5E00FD560119CFDD7E11E607DD77110707
0757DD7E12E607DD7712B2320128F1E1D1C9FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF
EFD73A0228E601DDBE162806DD77163E00C93A0228E606200ADD361300DD3614
0218DDDDBE132809DD361402DD771318CFDD351420CADD36140CC9FFFFFFFFFFFF
DDE50608DD360092DD2310F8DDE1DD36143F3A0228E606FE06205CD7DD351420
F1DD36000DD3601DADD3602F2DD3603F0DD360400DD3605E2DD3606A0DD3607
00DD361000DD361103DD361200DD361300DD36141FDD3615000600110400FDE5
D7FD360048FD360171FD360248FD360371FD1910EBFDE1DD7E15FFDD7E153CFE
1038023E00DD771518FOFFFFFFFFFFFFFFFFFE0020672600DD6E102929EB3A0228E6
0128021313FDE5FD19FD6E00FD6601FDE1DFDD3600E2F7FE0028D9FE062001C9
01C800FE0220030138FF2600DD6E102929EBFDE5FD193A0228E601200DFD6E00
FD660109FD7500FD7401FD6E02FD660309FD7502FD7403FDE11899FE01206726
00DD6E102929EB3A0228E60128021313FDE5FD19FD6E00FD6601FDE1DFDD3600
6EF7FE0028D9FE062001C9011400FE02200301ECFF2600DD6E102929EBFDE5FD
193A0228E601200DFD6E00FD660109FD7500FD7401FD6E02FD660309FD7502FD
7403FDE11899FE0220672600DD6E102929EB3A0228E60128021313FDE5FD19FD
6E00FD6601FDE1DFDD3600DAF7FE0028D9FE062001C901100FE02200301FFFF
2600DD6E102929EBFDE5FD193A0228E601200DFD6E00FD660109FD7500FD7401
FD6E02FD660309FD7502FD7403FDE11899FE052025DD7E10E7DD360172DD3602
ECFF7E0028FBE062001C9DD3411FE02DD7E1120023D3DFE9038023E00FE060023E07
11E7DD36007CDD36017EDD360270DD36037CDD36046EDD3605F2DD360600F7FE
0028FBE062001C9DD3411FE02DD7E1120023D3DFE9038023E00FE060023E07
DD771118B9FE042047DD7E12E7DD3600DADD3601CEDD36023E00FD360370DD3604
72DD3605ECCDD360600F7FE0028FBE062001C9DD3412FE02DD7E1220023D3DFE
8038023E00FE0638023E07DD771218B9C9

```

Slika 10. - Hexadecimalni listing programa za LCD VHF inačico

VF + VCO MODUL za 50MHz IN druge predelave FM RTXa

Matjaž Vidmar, YT3MV

1. Uvod

Ker je "FM sprejemnik/oddajnik za VHF in UHF", objavljen v glasilu CQ YU3, številke 2/90, 3/90 in 4/90, nekaj izboljšav in predelav pa v številki 4/91, doživel precejšnje zanimanje, predvsem izvedba za 2m (145MHz) in nekaj manj izvedba za 70cm (435MHz), sem zanj razvil ustrezne module (ploščice) še za novo področje 6m (50MHz). Na tem področju je sicer zaenkrat dovoljeno le delo operaterjem A razreda, govorna frekvenčna modulacija pa pri nas še ni dovoljena. Zato pa je dovoljen packet-radio, 50MHz področje pa bi nam prav prišlo predvsem za rezervne zveze majhne kapacitete med vozlišči, da se tako izognemo drenu na 145MHz.

Ce 50MHz področja amaterji skrajša še ne uporabljamo za kaj drugega kot za SSB in CW DX zveze, pa so v neposredni bližini našega področja še drugi uporabniki, ki v glavnem uporabljajo frekvenčno modulacijo: od cenenih brezžičnih telefonov do neprijaznih sivozelenih tankov.

Od drugih predelav bojo predvsem opisane dodatne predelave VCO modula, da ga prilagodimo načinu uporabe: govorni modulaciji ali pa packet radiu. Na koncu pa še par besed o različnih programih, ki jih lahko zapečemo v EPROM FMRTXa.

2. VF + VCO modul za 6m (50MHz)

Električni načrt VF + VCO modula je prikazan na Sliki 1. Zaradi nižje frekvence delovanja je tehnika gradnje vezij na 50MHz dosti bolj nezahtevna kot na 145MHz ali 435MHz področjih, zato sem za to področje združil visokofrekvenčne stopnje in VCO modul FM RTXa v en sam modul zgrajen na eni sami tiskani ploščici.

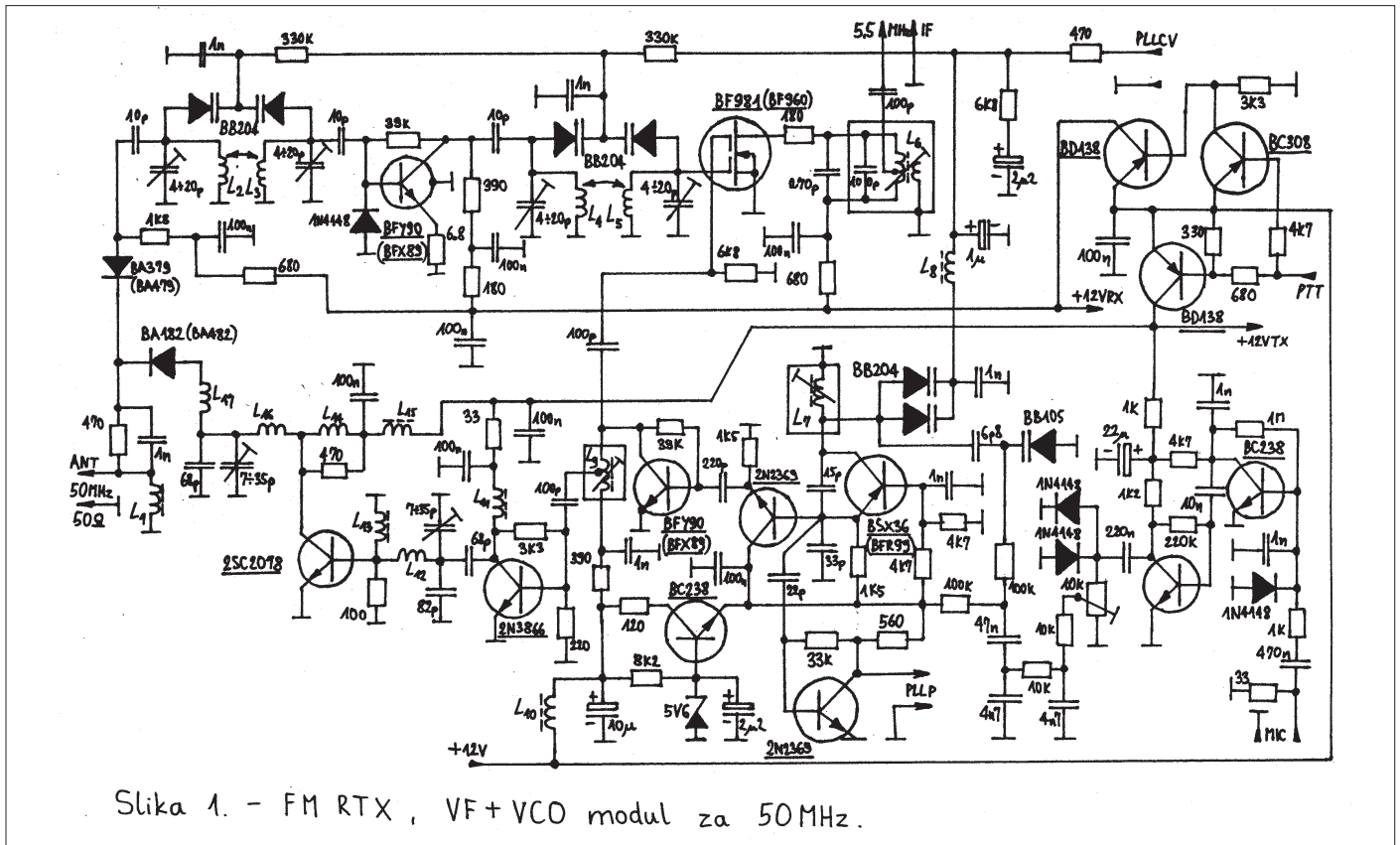
Visokofrekvenčne stopnje sprejemnika za 50MHz so zelo podobne sprejemniku za 145MHz, le da so sestavni deli prilagojeni nižji frekvenci delovanja. Razlike so predvsem v dimenzioniranju visokofrekvenčnih nihajnih krogov. Tu sem se še vedno odločil za magnetno sklopljene samonoseče tuljave. Za ugaševanje le teh

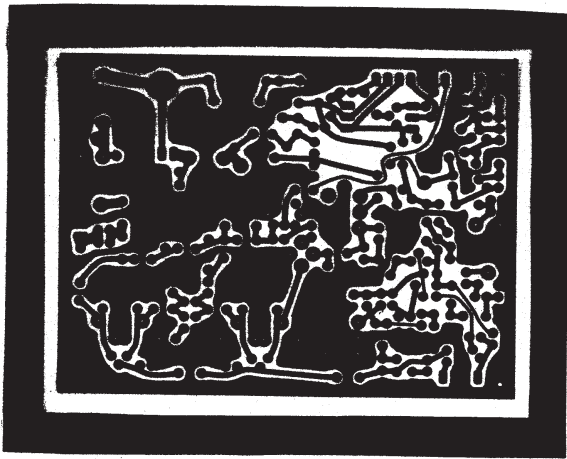
pa je potrebna večja kapacitivnost, od tod uporaba dvojnih varikap diod BB204 namesto BB105.

Kot prva ojačevalna stopnja na 50MHz zadošča stari tranzistor BFY90, ojačenje stopnje pa je dodatno zmanjšano z uporom 6.8ohm v emitorju. Na 50MHz sicer ne potrebujemo izredno visoke občutljivosti sprejemnika, ker je tu šumna temperatura neba več kot 1000K in s tem šum na sponkah antene večji od termičnega šuma običajnega sprejemnika.

Kljub večji relativni oddaljenosti zrcalne frekvence pa so tudi na 50MHz potrebni štirje ugašeni nihajni krogi v visokofrekvenčnem delu. Razlog za to ni v dušenju zrcalne frekvence pač pa izredno močnih signalov v FM radiodifuznem področju 88-108MHz. Če se ti signali prebijejo do mešalnika (BF981), bojo pri mešanju z drugim harmonikom lokalnega oscilatorja tudi dali vrednost prve medfrekvence 5.540MHz.

V 50MHz inačici FM RTXa dela VCO in celotna PLL zanka kar na končni frekvenci, brez uporabe množilnih stopenj. Načrt VCOja in ustreznih ločilnih stopenj je sicer

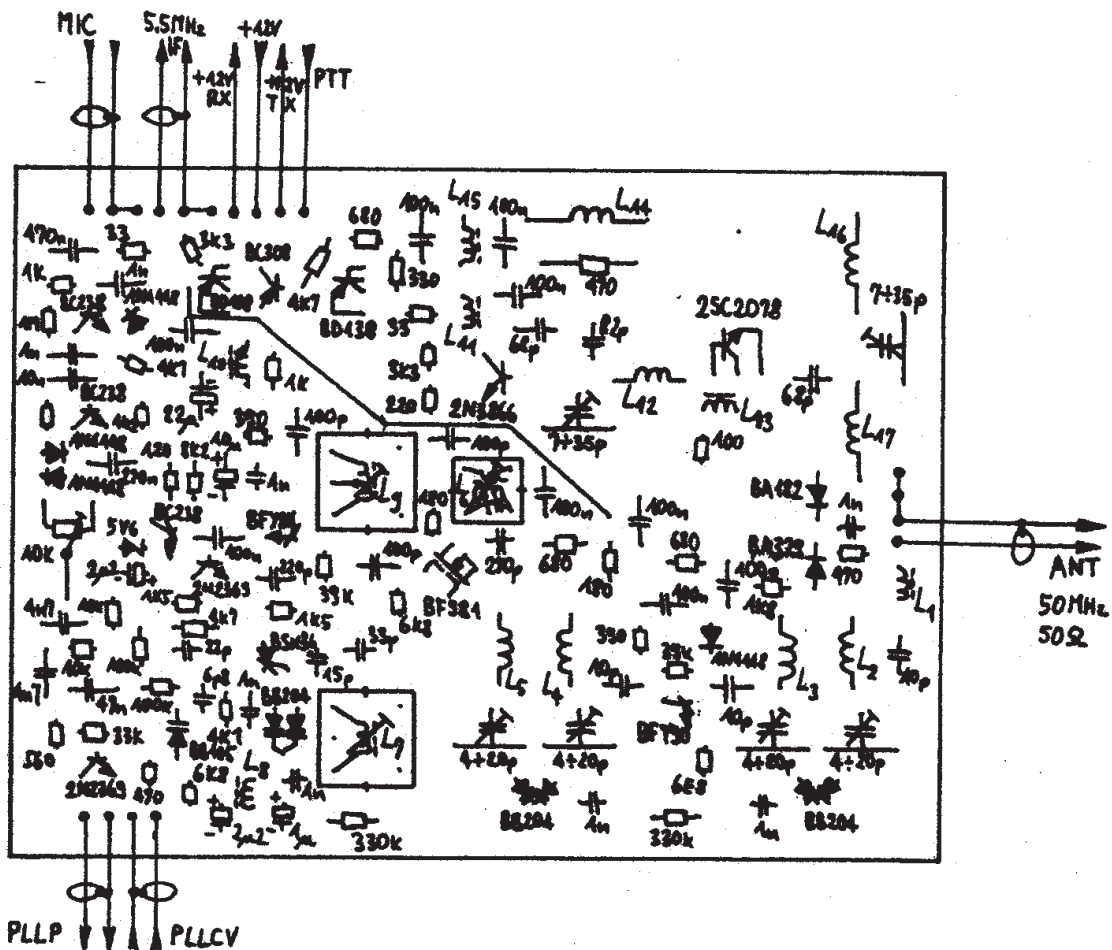




Slika 2
Tiskano vezje za VF+VCO modul za 50MHz
(enostransko, pogled od spodaj)

skoraj enak VCOju 2m in 70cm inačic. Dvojna varikap dioda BB204 omogoča pokrivanje frekvenčnega področja 18-20MHz okoli srednje frekvence 50MHz, od te številke pa je treba takoj odšteti vrednost medfrekvence 5.5MHz, za kolikor se mora VCO preseliti ob preklopu sprejem/oddaja. Postaja zato zanesljivo pokriva področje široko približno 11 MHz okoli srednje frekvence 50MHz.

Frekvenčna modulacija VCOja na oddaji je izvedena na enak način kot pri 2m/70cm inačicah, le da je tu potrebna večja deviacija, ker VCOju ne sledijo množilne stopnje. To dosežemo z večjim sklopnim kondenzatorjem 6.8pF (namesto 2.2pF) za modulatorsko varikap diodo BB105. Kljub večji deviaciji pa je medsebojni vpliv med PLL zanko in modulatorjem v slučaju govorne mo-



Slika 3.
Razporeditev sestavnih delov na ploščici
VF + VCO modula za 50 MHz.

dulacije še vedno zanemarljivo majhen.

Preostali del oddajnika sestavljajo le še ojačevalne stopnje. Zadnja ločilna stopnja VCOja (BFY90) je prilagojena preko širokopasovnega transformatorja L9 na krmilno stopnjo oddajnika (2N3866). V izhodni stopnji oddajnika je uporabljen cenen CB izhodni tranzistor 2SC2078 (cena okoli 4DEM), ki da na 50MHz še vedno okoli 4W izhodne moči.

Tudi v 50MHz inačici je antenski preklopnik izveden s PIN diodami. Pri tem velja omeniti, da je to najnižja frekvenca, pri kateri še lahko uporabimo PIN diodo BA379 v tako enostavnem vezju. Pri še nižjih frekvencah začnejo tudi najboljše PIN diode usmerjati visokofrekvenčni signal, zato potrebujemo drugačno vezje. Antenski preklopnik je seveda krmiljen s preklopnikom napajanja (+12VRX/+12VTX) s PNP tranzistorji.

VF + VCO modul je zgrajen na enostranskem tiskanem vezju dimenzij 100x75mm, ki je prikazano na Sliki 2. Na Sliki 3. je prikazana razporeditev sestavnih delov. Kar se izbire in vgradnje sestavnih delov tiče velja isto kot za ostale module FMRTXa. Vsi upori so vgrajeni pokončno. Kondenzatorji v visokofrekvenčnih vezjih so vsi keramični z razmakom med nožicami 2.5mm, z izjemo 100nF z razmakom med nožicami 5mm. V modulatorju so uporabljeni folijski (poliesterski) kondenzatorji zaradi boljše temperaturne stabilnosti. Elektrolitski kondenza-

torji so vsi tantalovi z izjemo 22uF.

Kapacitivni trimerji naj bojo folijski, zaradi boljših lastnosti. Pri tem velja omeniti, da območje nastavitve obeh trimerjev v izhodni stopnji oddajnika vedno ne zadošča in je treba včasih popraviti tudi vrednost fiksnega vzporednega kondenzatorja. Izhodni tranzistor 2SC2078 je vgrajen v ohišje TO220 in je privit na malo hladilno rebro v obliki črke U iz Al pločevine. Ostali polprevodniki ne potrebujejo hlajenja.

Tuljave L1, L8, L10, L11 in L13 so 100uH (120uH) dušilke v velikosti 1/2W upora. Tuljave L2, L3, L4, L5, L12, L14, L16 in L17 so zračne samonosseče tuljave navite ovoj do ovoja. L2, L3, L4 in L5 imajo po 9 ovojev žice 0.7mm CuL na notranjem premeru 4mm. Pri tem so tuljave L2 in L3 oziroma L4 in L5 postavljene z osmi vzporedno tako, da je med tuljavami okoli 0.5mm praznega prostora za pravilen magnetni sklop. L12 ima 6 ovojev žice 1mm CuL na notranjem premeru 4mm, L14 pa 20 ovojev žice 0.5mm CuL na notranjem premeru 4mm. L16 in L17 sta naviti z žico 1mm CuL na notranjem premeru 5mm, pri tem pa ima L16 8 ovojev in L17 10 ovojev.

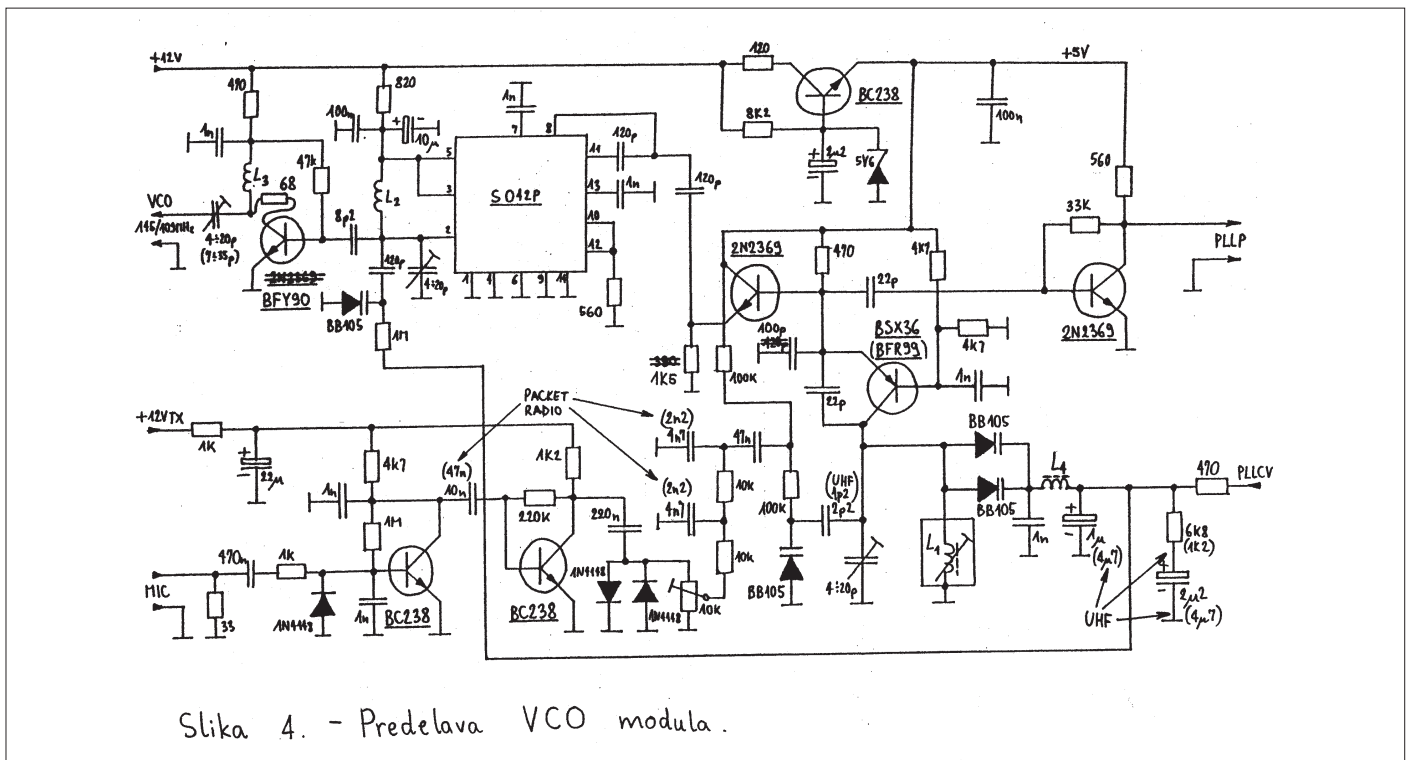
Tuljava VCOja dela v istem frekvenčnem področju kot v 70cm postaji in je zato enaka: 3 ovoji žice 4x0.15mm CuL na podstavku za TV medfrekvenčni transformator 10x10 mm s feritnim pokrovčkom in nastavljivim feritnim vijakom. L9 je navita na enakem podstavku, ima pa

dvakrat po 5 ovojev žice 0.15mm in je navita bifilarno za čim tesnejši magnetni sklop. L6 je standardni medfrekvenčni transformator za 10.7 MHz (modre barve), z zunanjim kondenzatorjem 270pF pa ga uglasimo na 5.54MHz. Končno L15 je dušilka vrste VK200, navita na feritnem jedru s 6 luknjami. Pri jedru uporabimo vseh šest lukenj in dušilko vgradimo pokončno na tiskano vezje.

Pri uglaševanju sprejemnika moramo paziti predvsem na sotek VCOja z nihajnimi krogi v visokofrekvenčnem delu. To se bo zgodilo takrat, ko so kapacitivni trimerji 4-20pF na približno eni tretjini svoje maksimalne vrednosti. Tudi vse tri dvojne varikap diode BB204 naj bojo zato čimbolj enake med sabo. Oddajnik enostavno uglasimo na največjo izhodno moč. Pri vgradnji 6m sprejemnika/oddajnika v ohišje moramo še posebej paziti na oklapljanje modula mikroročunalnika, saj so motnje iz mikroročunalnika na 50MHz še dosti večje kot na 2m ali 70cm.

2. Predelave VCO modula 2m in 70cm inačic

Od vseh modulov FM TRXa najrajši nagaja prav VCO modul, vsaj če to sodim po izkušnjah graditeljev, ki so me vprašali za nasvet kako odpraviti marsikatero pomanjkljivost postaje. Nekaj popravkov sem sicer že objavil v CQ YU3 4/91, nove predelave pa so prikazane na Sliki 4.



Najpogostejša napaka komaj zgrajenega FM RTXa je pisk s frekvenco, ki ustreza primerjalni frekvenci PLL zanke (2.5kHz pri 145MHz inačici, 1.5625kHz pri 435MHz inačici in 2kHz pri 50MHz inačici). Pisk s to frekvenco pomeni, da mora PLL zanka stalno popravljati frekvenco VCOja iz nekega vzroka. Če se pisk pojavlja na sprejemu in na oddaji, je običajno za to vzrok slab tantalov elektrolitski kondenzator v filtru PLL zanke (kondenzatorja 1uF in 2.2uF na VCO ploščici). Ti kondenzatorji bi morali imeti zelo visoko izgubno upornost nad 1000Mohm, slabi tantalovi kondenzatorji pa imajo izgubno upornost tudi samo 1Mohm. Izgubno upornost enostavno izmerimo tako, da izvlečemo vtičnico, ki pelje na sintetizator in izmerimo tok, ki ga PLLCV vhod vleče iz zunanega izvora 12V ali več.

Če se pisk pojavlja samo na oddaji, potem je vzrok povsem drugje! Običajno je za pisk na oddaji kriv vdor močnega VF polja izhodne stopnje oddajnika v VCO. Tej napaki botruje predvsem nerodno speljano ožičenje po škatli postaje, VF signal iz izhodne stopnje oddajnika pa vdre v VCO po PLLCV žici. To napako velja odpraviti tako, da najprej poskusimo popraviti ožičenje postaje. Če se pisk na oddaji pojavlja samo takrat, ko je antena postavljena naravnost na škatlo postaje, potem je treba vse dovodne žice v postajo (mikrofonski vod, PTT vod, priključek za zvočnik in za napajanje postaje) blokirati s keramičnimi kondenzatorji 1nF na vtičnicah, kjer ti vodi vstopajo v kovinsko škatlo postaje. Končno, proti pisku na oddaji pomaga v 70cm inačici tudi dušilka v PLLCV žici čim bližje modulu mikroračunalnika. V vseh primerih pa pomaga dodatna dušilka v samem VCOju, označena z L4 na Sliki 4. Za to dodatno dušilko je treba seveda izvrtati nove luknjice v tiskanem vezju VCO modula 2m ali 70cm inačice, na tiskanem vezju za 50MHz pa je že predvidena v vezju in na načrtu ploščice.

V UHF inačici so težave običajno največje, saj se frekvenca VCOja množi z največjim faktorjem (8). Zato lahko tu znižamo ojačenje PLL zanke s povečanjem obeh kondenzatorjev v PLL filtru na 4.7uF, upor 6.8kohm pa zmanjšamo na samo 1.2kohm. Zmanjšanje ojačenja PLL zanke žal poveča čas vnihanja zanke, to pa pomeni malo daljši čas preklopa sprejem/oddaja in obratno: pri packet radiu je potem minimalni TXDELAY

300ms. Ojačenje PLL zanke je treba znižati tudi v slučaju uporabe 9600bps G3RUH modema, ker sicer PLL zanka moti modulacijo, daljši TXDELAY pa v tem slučaju izniči učinek večje hitrosti prenosa podatkov. V UHF inačici se tudi splača znižati vrednost sklopnega kondenzatorja za modulacijsko varikap diodo z 2.2pF na samo 1.2pF, da se potem ustrezni trimer da pravilno nastaviti nekje v sredini svojega področja.

Končno je pri packet radiu dostikrat nezaželen preenfazis in sploh vsako filtriranje modulacije. V tem primeru je najboljšo priključiti izvor naravnost na modulacijsko varikap diodo. Filtriranje modulacije lahko tudi omejimo s primerno izbiro vrednosti kondenzatorjev v modulatorju, vendar je treba tu postopati bolj previdno in se predvsem prilagoditi postaji na drugem koncu. Če ta zahteva preenfazis na naši strani, potem teh kondenzatorjev v modulu VCOja ne spreminjamo!

Pogosta napaka FM RTXa je tudi brnenje v modulaciji s frekvenco multipleksiranja LED prikazovalnika. Tudi tu je krivda predvsem v slabem ožičenju (slabe mase oziroma zanke), pomaga pa tudi filtracija napajalne napetosti +5V z dušilko in elektrolitskim kondenzatorjem 1000uF pri samem vezju za krmiljenje prikazovalnika. S fluorescentnimi oziroma LCD prikazovalniki teh težav seveda ni, ker je poraba teh prikazovalnikov dosti manjša in ne niha s frekvenco multipleksiranja.

Pri 70cm izvedbi se včasih ne da doseči niti 2W izhodne moči oddajnika. Rešitev je v tem slučaju zelo enostavna: treba je povečati magnetni sklop med tuljavami nihajnih krogov v množilnih stopnjah oddajnika v UHF VF modulu in to tako, da ustrezne pare tuljavic približamo vsaksebi.

Veliko jeznih vprašanj sem dobil tudi zaradi uporabljenih medfrekvenčnih transformatorjev. Brez teh žal ne gre! Vsi uporabljeni medfrekvenčni transformatorji v VF in MF modulih FMRTXa so standardnih dimenzij in Japonske izdelave, saj se drugačnih ne da dobiti. Na 5.5MHz lahko uporabimo le MF transformator za 10.7MHz z dodatno zunanjo kapacitivnostjo (okoli 270pF), na 460kHz oziroma 462.5kHz pa lahko uglasimo standardne 455kHz medfrekvenčne transformatorje. Kljub standardizaciji pa so notranja navitja MF transformatorjev še vedno neznanka,

zato je grid-dip-meter še vedno nujni delovni pripomoček vsakega radioamaterja.

Vprašanje zase je položaj odcepa na navitju MF transformatorja. Vsa vezja FMRTXa so bila načrtovana za odcep na sredini navitja. Če temu ni tako in je odcep bolj pri enem ali drugem koncu navitja, bo predvsem ojačenje ustreznih stopenj manjše, vendar ima pri tem sprejemnik še vedno zadostno rezervo ojačenja. Izjema je le diskriminator: če tu odcep ni na sredini navitja, bo izhodni nizko-frekvenčni signal manjši, lahko tudi premajhen, da bi skvelč pravilno deloval. Če skvelč ne preklopi med vrednostmi 4 in 5 oziroma sploh ne izključi NF ojačevalnika, potem je lahko vzrok tudi v neprimernem odcepu na MF transformatorju diskriminatorja! V tem slučaju poskusimo srečo s preostalim delom navitja oziroma s celotnim navitjem MF transformatorja.

3. Programska oprema za mikroračunalnik FMRTXa

Ko sem objavil prvi članek o FM RTXu, sta zanj obstajala samo dva različna programa: za VHF in za UHF inačico. Če razen nove 50MHz inačice upoštevamo še vsaj tri različne vrste prikazovalnikov (LED, fluorescentni in LCD), potem je različnih inačic vsebine EPROMa najmanj devet! Razen tega je marsikateri graditelj kasneje predelal program in dodal svoje ukaze oziroma obliko izpisa na prikazovalniku, tako da niti sam zdaj nimam celotnega seznama različnih inačic programske opreme.

Večina programske opreme je sicer naložena na YT3A v obliki komentiranih programov v Z80 zbirniku ali pa v hexadecimalni kodi, zato jih nima smisla tu vseh objaviti. Kdor si lahko sam sprogrмира EPROM, ta si bo znal ustrezni program tudi sam prečitati z YT3A. Zaradi celovitosti članka o 6m (50MHz) VF + VCO modulu tu objavljam le hexadecimalni listing programa za novo inačico postaje za 6m, z LCD prikazovalnikom Philips LPH 4006-1 in krmilnikom, ki je bil opisan v CQ YU3 4/91 (glej Sliko 5.). 50MHz inačica se od ostalih razlikuje po tem, da so najmanjši koraki PLLja enaki 2kHz, srednji koraki 50kHz in veliki frekvenčni koraki 1MHz, po popolnem resetiranju pa se vseh 256 spominov postavi na 51.000MHz

simpleks. Najvišja možna frekvenca v 50MHz inačici znaša okoli 80MHz (omejitev delilca 74F161), najnižja pa okoli 39MHz (delovanje delilca z dvojnim modulom). VF + VCO modul za 50MHz bi se dal predelati za 29MHz, pri tem pa je treba ustrezno popraviti tudi program v EPROMu.

Nazadnje pa še tema za razmislek za vse programerje. Pri nas v Sloveniji skorajda ne uporabljamo pozivnih in DTMF tonov ter podtonskih nosilcev, čeprav to naši sosedje že na veliko počnejo in v sosednji Italiji brez 1750Hz tona ne morete več do repetitorja. Ko se bojo začele te reči širiti tudi pri nas, bo treba ustrezno opremiti tudi FM RTX. Žal modul mikračunalnika ni bil predviden za te novotarije, zato bi tu predlagal, kako naj ga predelamo, da bo potem SW kompatibilen. Predvsem predlagam uporabo izhodov PC4,5,6,7 vhodno/izhodne enote uPD71055 (82C55). Ti izhodi niso uporabljeni v LCD inačici, v LED inačici pa je še neizkoriščen le izhod PC7. Ker je treba klicne tone običajno generirati le za kratek čas po prehodu na oddajo, je lahko takrat prikazovalnik tudi ugasnjen, z mikračunalnikom pa takrat generiramo klicni ton na prostem izhodu, ki ga preko upora približno 22kohm povežemo na mikrofonski vhod oddajnika. Žal se na ta način še vedno ne da generirati podtonskih nosilcev, ki jih je treba oddajati celoten čas oddaje, razen tega pa ne smejo vsebovati harmonikov, da ne bi motili govorne modulacije.

```

310040C34000FFFFE5F5CD8000F1E1C9DDE5CDC000DDE1C9E5F5CD4004F1E1C9
E5F5CD004F1E1C9FDE5CD1005FDE1C9C36005FFFFFFFFFC33006FFFFFFFFF
3E813203283A07003200283E003201283E003202283E363203303E543203303E
943203303E23200303E04320030DD21003EFD210038C3A005FFFFFFFFFFFFF
C50100C0097D6C943005252D3C2804FE8038032CD6804F84673E808516F060FF
3A0228E608200210F706FF3A0228E608280210F77C3201307D32023091C9FFFF
C5D5E5F5210028114010DD7E20F6EFAADD7720E6BF4F79DDCB044E2801AA77B3
7779DDCB054E2801AA77B37779DDCB06462801AA77B37779DDCB07462801AA77
B37779DDCB074E2801AA77B37779DDCB064E2801AA77B37779DDCB05562801AA
77B37779DDCB05462801AA77B37779DDCB01562801AA77B37779DDCB047E2801
AA77B37779DDCB03462801AA77B37779DDCB03562801AA77B37779DDCB044628
01AA77B37779DDCB034E2801AA77B37779DDCB02562801AA77B37779DDCB0246
2801AA77B37779DDCB07562801AA77B37779DDCB04562801AA77B37779DDCB00
4E2801AA77B37779DDCB01462801AA77B37779DDCB014E2801AA77B37779DDCB
00562801AA77B37779DDCB00462801AA77B37779DDCB06562801AA77B37779B3
E6DF7706053E003C20FD10F979B37779DDCB047E2801AA77B37779DDCB057E28
01AA77B37779DDCB06762801AA77B37779DDCB07762801AA77B37779DDCB077E
2801AA77B37779DDCB067E2801AA77B37779DDCB055E2801AA77B37779DDCB05
762801AA77B37779DDCB015E2801AA77B37779DDCB027E2801AA77B37779DDCB
03762801AA77B37779DDCB035E2801AA77B37779DDCB04762801AA77B37779DD
CB037E2801AA77B37779DDCB025E2801AA77B37779DDCB027E2801AA77B37779
DDCB075E2801AA77B37779DDCB045E2801AA77B37779DDCB007E2801AA77B377
79DDCB01762801AA77B37779DDCB017E2801AA77B37779DDCB005E2801AA77B3
7779DDCB0762801AA77B37779DDCB065E2801AA77B37779B3E6F7706053E003
3C20FD10F979B37779DDCB04662801AA77B37779DDCB05662801AA77B37779DD
CB06662801AA77B37779DDCB076E2801AA77B37779DDCB076E2801AA77B37779
DDCB06662801AA77B37779DDCB05462801AA77B37779DDCB056E2801AA77B377
79DDCB01462801AA77B37779DDCB02662801AA77B37779DDCB036E2801AA77B3
7779DDCB03462801AA77B37779DDCB046E2801AA77B37779DDCB03662801AA77
B37779DDCB02462801AA77B37779DDCB026E2801AA77B37779DDCB07462801AA
77B37779DDCB04462801AA77B37779DDCB0662801AA77B37779DDCB016E2801
AA77B37779DDCB01662801AA77B37779DDCB00462801AA77B37779DDCB006E28
01AA77B37779DDCB06462801AA77B37779B3E6F7706053E003C20FD10F979B3
77F1E1D1C1C9FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF
DD360000DD360100C5D501B03C11C041A0938050150C309AFFF77020178EC11
BF04130938FC018813091ADD7703010CFE11BF04130938FC01F401091AC601DD
770401CEFF11BF04130938FC013200091ADD770501FEFF11BF04130938FC0105
00091ADD770611C00429197EDD7707D1C1C9FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF
7E0CB9ECCDAFA0EFFFDEFFDD360000DD360100DD360200DD360300
DD36040021BF0423D66430FBC66466DD740521BF0423D66A30FBC60A66DD7406
21C004856F66DD7407C9FFFFFFFFFFFFD5E5F52600DD6E102929EB2100003A02
28E6012005212EF518021313FD19FD5E00FD560119CFDD7E11E607DD77110707
0757DD7E12E607DD7712B2320128F1E1D1C9FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF
EFD73A0228E601DDBE162806DD77163E00C93A0228E606200ADD361300DD3614
0218DDDDBE132809DD361402DD771318CFDD351420CADD36140CC9FFFFFFFFFFFF
DDE50608DD360092DD2310F8DDE1DD36143F3A0228E606FE06205CD7DD351420
F1DD360000DD3601DADD3602F2DD3603F0DD360400DD3605E2DD3606A0DD3607
00DD361000DD361103DD361200DD361300DD36141FDD3615000600110400FDE5
D7FD36009CFD360163FD36029CFD360363FD1910EBFDE1DD7E15FFDD7E153CFE
1038023E00DD771518F0FFFFFFFFFFFFFE0020672600DD6E102929EB3A0228E6
0128021313FDE5FD19FD6E00FD6601FDE1DFDD3600E2F7FE0028D9FE062001C9
01F401FE022003010CFE2600DD6E102929EBFDE5FD193A0228E601200FD6E00
FD660109FD7500FD7401FD6E02FD660309FD7502FD7403FDE11899FE01206726
00DD6E102929EB3A0228E60128021313FDE5FD19FD6E00FD6601FDE1DFDD3600
6EF7FE0028D9FE062001C9011900FE02200301E7FF2600DD6E102929EBFDE5FD
193A0228E601200FD6E00FD660109FD7500FD7401FD6E02FD660309FD7502FD
7403FDE11899FE0220672600DD6E102929EB3A0228E60128021313FDE5FD19FD
6E00FD6601FDE1DFDD3600DAF7FE0028D9FE062001C90100FE02200301FFFF
2600DD6E102929EBFDE5FD193A0228E601200FD6E00FD660109FD7500FD7401
FD6E02FD660309FD7502FD7403FDE11899FE052025DD7E10E7DD360172DD3602
ECF7FE0028FBE062001C9DD3410FE022006DD3510DD351018DBFE032047DD7E
11E7DD36007CDD36017EDD360270DD36037CDD36046EDD3605F2DD360600F7FE
0028FBE062001C9DD3411FE02DD7E1120023D3DFE8038023E00FE0838023E07
DD771118B9FE042047DD7E12E7DD3600DADD3601CEDD3602F2DD360370DD3604
72DD3605ECD360600F7FE0028FBE062001C9DD3412FE02DD7E1220023D3DFE
8038023E00FE0838023E07DD771218B9C9
    
```

Slika 5. - Hexadecimalni listing programa za 50MHz FMRTX z LCD prikazovalnikom.

Načrti tiskanih vezij v članku o FM radijskih postajah NISO v merilu 1:1.

To ni namerno narejeno ampak je vzrok čisto tehnične narave.

V primeru gradnje bo avtor lahko pomagal z originalnimi načrti.

Popravljeni in izboljšani TNC2

Matjaž Vidmar, YT3MV

1. Težave s tovarniškimi TNCji

TNC je kratica za "Terminal Node Controller", po domače čarobna škatla, ki jo vstavimo med amatersko radijsko postajo in ASCII terminal ali pa računalnik in potem se lahko gremo packet-radio. Kaj vse počne oziroma naj bi pošel TNC, si lahko prečitamo v bogati literaturi o packet-radu, vključno s skripto seminarja ZRS na isto temo. V tem članku se bomo zato omejili na samo konstrukcijo TNCja, njene pomanjkljivosti in možne izboljšave.

Seveda se se noben izdelek na tem svetu ni rodil popoln in to velja se posebno za naprave, ki so morale povezati med sabo zelo različna področja. Taka naprava je prav gotovo tudi TNC, ki povezuje radioamaterstvo z računalništvom in se zato mora prilagoditi zahtevam obeh strani. Ker je packet-radio danes že zelo razvita radioamaterska dejavnost, obstaja seveda cela množica različnih naprav, ki nosijo ime TNC. Tu se bomo omejili na eno izmed najbolj razširjenih in uspešnih naprav, imenovano TNC2, ki jo je razvila skupina TAPR (eni od začetnikov packet-radia) v mestu Tucson v Arizoni (ZDA).

Izvirni TAPRov TNC2 je bil najprej na razpolago samo kot sestavljanica, kaj kmalu pa so ga zaceli izdelovati številni proizvajalci radioamaterske opreme, od velikih tovarn do obrtnikov in seveda številnih amaterjev konstruktorjev. Čeprav so nekatere tovarne poskušale s svojimi TNCji (Kantronics itd), se nobeden od drugih izdelkov ne more primerjati po številčnosti, niti po razpoložljivi programski opremi s TNC2. Nekateri zelo pomembni programi, na primer software za vozlišča packet-radio omrežja NETROM ali TheNet, so sploh na razpolago samo za TNC2!

TNC2 ne uporablja ravno najmodernejših sestavnih delov: TAPRov izvirnik je bil zasnovan na mikro-računalniku Z80CPU in HDLC kontrolerju Z80SIO, vse kasnejše kopije pa se razlikujejo le v obrobni detailih, kot so na primer različni modemi, saj sicer ne bi mogle biti softversko kompatibilne z izvirnim TNC2. Malo bolj različen je le TNC220, ki uporablja namesto

Z80SIO-0 novejšo integrirano vezje Z8530. Z80SIO-0 in Z8530 sta si sicer podobna, a softversko nista povsem kompatibilna, zato so večino programske opreme za TNC2 morali posebej prirediti tudi za TNC220.

Kot vsaka uspešnica je tudi TNC2 imel v začetku tudi nekaj manjših napak, softverskih in hardverskih. Napake v programski opremi se je dalo zelo enostavno odpraviti: stari EPROM se je enostavno zamenjal z novim, ko je bil na razpolago nov program. Po drugi strani pa je ostalo vezje TNC2 skoraj nespremenjeno: edino RAM se je povečal na 32 kbajtov. Relativno redkim napakam izvornega TAPRovega vezja pa so se pridružile številne druge konstrukcijske napake, predvsem v nekvalitetnih kopijah izdelanih v Evropi in drugod.

Napake TNC2, predvsem nekvalitetnih kopij, pridejo se posebno do izraza, ko se TNC2 uporablja kot vozlišče v packet-radio omrežju. Vozlišča so nameščena v težko dostopnih krajih, običajno na gorskih vrhovih, in vsak poseg s strani vzdrževalcev zahteva dosti časa. Medtem ko nepravilno delovanje uporabniškega TNCja prizadene samo enega uporabnika, nepravilno delovanje vozlišča prizadene vse lokalne uporabnike tega vozlišča in lahko moti delovanje celotnega omrežja. Zato packet-radio omrežje zahteva res kvalitetne TNCje.

Napake večine izvedenk TNC2 se da opisati v naslednjih točkah (po pomembnosti):

A) Skoraj noben TNC2 ne vsebuje res zanesljivega vezja za RESET lastnega mikroročunalnika. Običajno zadošča že kratka prekinitev oziroma nihaj napajalne napetosti in program v TNC2 "se obesi" (po ameriško "hangs up"). Škoda niti ni v izgubljenih podatkih in podrtih zvezah, pač pa v tem, da pojav zahteva ročno ukrepanje operaterja: pritisniti RESET tipko. V slučaju vozlišča to običajno pomeni nepredviden izlet v hribe za SYSOPa...

B) Noben tovarniški TNC2 ne vsebuje vezja za zaščito vsebine RAMa. Pri tem mala NiCd baterija prav nič ne pomaga, če podatke v RAMu slučajno mikroprocesor "po-

vozi" ob vklopu ali izklopu napajanja. Končni rezultat je isti kot pri nezanesljivem RESETu: zahteva ročno ukrepanje operaterja.

C) Izvirni TAPRov TNC2 je vseboval "state-machine" (stroj stanj) z EPROMom za regeneracijo takta pri sprejemu. Vsi izdelovalci kopij TNC2 so to zelo koristno vezje preprosto izločili in ga nadomestili z enostavnejšim števcem 74LS393). Električne lastnosti nadomestnega vezja so dosti slabše: sprejem šibkih in popačenih (refleksije) signalov je postal nemogoč!

D) Večina TNC2 ne vsebuje DCD vezja (Digital Carrier Detect), ki bi v resnici dobro delovalo ter zahteva uporabo skvelča postaje. Pravilna nastavitve skvelča je umetnost zase, razen tega pa uporaba skvelča povečuje (sicer nepotrebne) zakašnitive, ki nazadnje upočasnjujejo delovanje sistema.

E) Dekodiranje naslovov, predvsem pa A15, ni najboljše izvedeno in zahteva za 50ns hitrejši EPROM od tistega, ki bi bil sicer potreben. Teh 50ns je dragoceni predvsem pri delovanju pri višjih taktih frekvencah (10MHz za 38400bps).

F) RS-232 interface in ustrezni napajalnik so običajno izvor težav, se posebno, ko se dva ali več TNCjev poveže v vozlišče, kjer RS-232 nivoji sploh niso potrebni.

G) Mnogi TNC2, predvsem nekvalitetne kopije, imajo še vrsto specifičnih napak, povzročenih predvsem zaradi neznanja njihovih načrtovalcev.

Ker smo v Sloveniji potrebovali večje število kvalitetnih TNCjev za izgradnjo packet-radio omrežja, sem se odločil, da razvijem lasten, izboljšan TNC2 in se na ta način izognemo zamudnemu "krpanju" razpoložljivih tovarniških TNCjev, ki navsezadnje niti niso bili poceni, ne v kitu in ne sestavljeni.

Seveda mora biti novi TNC 100% softversko kompatibilen s standardnim TNC2, zato je osnovno vezje mikroročunalnika ostalo isto: Z80 CPU, Z80SIO-0, EPROM in RAM. Dodani pa so bili: zelo zanesljiv RESET, vezje za zaščito vsebine RAMa, state-machine za regeneracijo sprejemnega takta in povsem digitalni DCD, ki ne potrebuje skvelca. Čeprav

vezje novega, izboljšanega TNC2 vsebuje se druge manjše popravke, so vse dodatne funkcije izvedene s standardnimi integriranimi vezji družine 74LSxx in hkrati novi TNC2 ne vsebuje več integriranih vezij kot tovarniški TNCji!

Iz praktičnih razlogov je vezje novega, izboljšanega TNC2 razdeljeno na tri module: digitalni del, modem in napajalnik. Digitalni del vsebuje mikroročunalnik in predstavlja glavno izboljšanega TNC2. Digitalnemu delu priključimo enega od dveh različnih modemov. Prvi modem je standardni AFSK modem z integriranim vezjem 7910 za 1200bps (UKV) ali 300bps (KV). Drugi modem je Manchester modem, ki lahko dela do 2400bps s standardnimi UKV FM postajami in do 38400bps s širokopasovnimi FM postajami.

Napajalnik vsebuje tudi vezje za RESET in malo NiCd baterijo za hranjenje podatkov v RAMu, ko je glavno napajanje izključeno. Seveda zadošča en sam napajalnik za več TNCjev, na primer v vozlišču z več vhodi. Za povezavo več kot dveh TNCjev v vozlišče je nazadnje opisano se vezje za povezavo med TNCji.

2. Digitalni del (mikroročunalnik) izboljšanega TNC2

Blok shema digitalnega dela izboljšanega TNC2 je prikazana na Sliki 1. in je zelo podobna ostalim izvedenkam TNC2, z izjemo opisanih dodatkov: state-machine na sprejemu, učinkovit DCD in vezje za zaščito vsebine RAMa. Električni načrt je razdeljen na dva dela iz čisto risarskih razlogov.

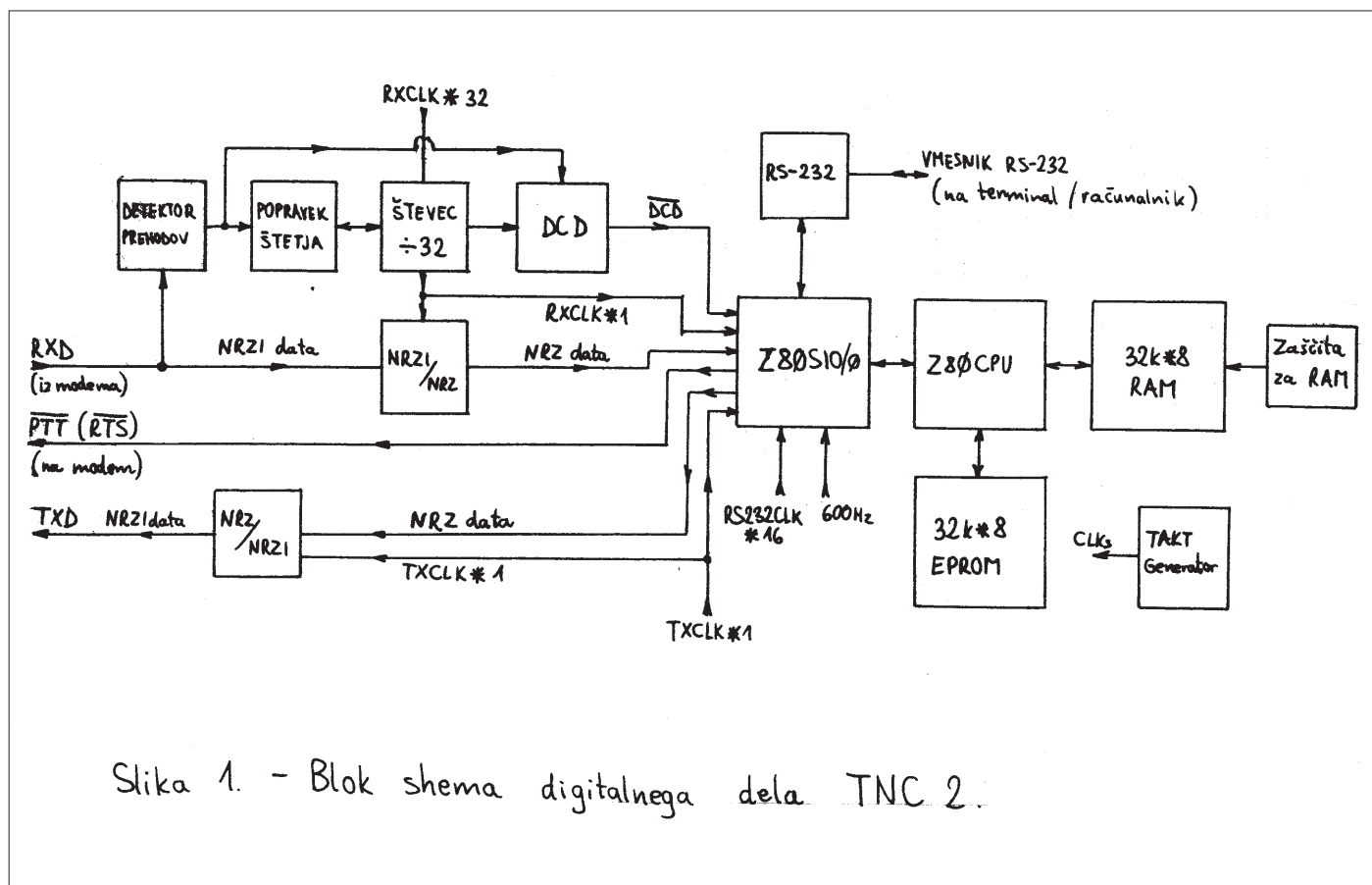
Prvi del načrta je prikazan na Sliki 2. in prikazuje zaporedne vmesnike: integrirano vezje Z80SIO-0 in pripadajoča pomožna vezja. Integrirano vezje Z80SIO-0 je bilo pravzaprav eno prvih vezij za sinhrono zaporedne vmesnike za delo po protokolu HDLC, ki se uporablja tudi za amaterski packet-radio, zato Z80SIO-0 potrebuje se nekaj zunanje logike. Z80SIO-0 predvsem ni sposoben sam regenerirati sprejemnega takta in za to nalogo potrebuje zunanje vezje, običajno DPLL. Razen tega Z80SIO-0 zna delati samo s kodo NRZ, kjer visok nivo ustreza logični enici in nizek nivo logični ničli. Pri packet-radiu pa se uporablja NRZI (diferencialno) kodiranje: sprememba nivoja ustreza logični ničli, stalen nivo signala pa logični enici.

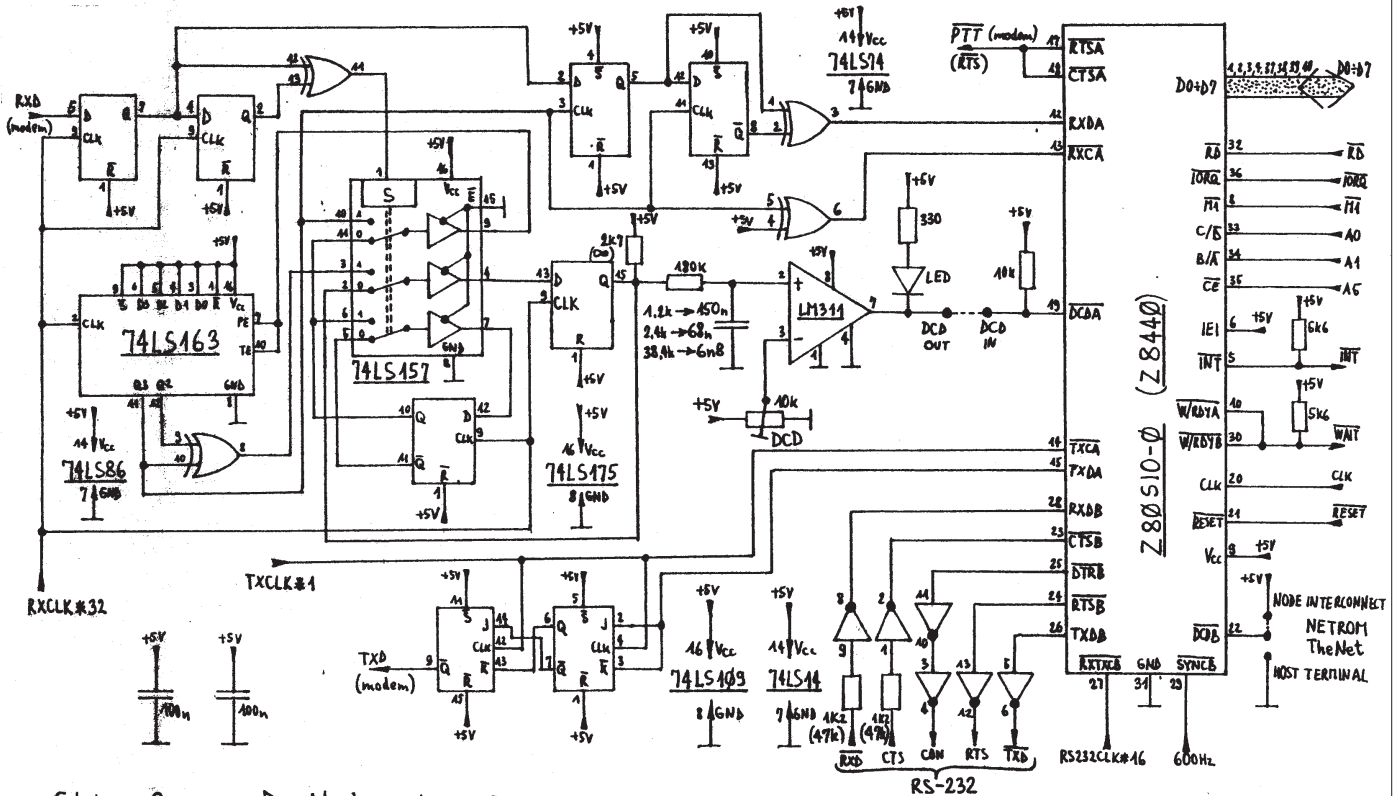
NRZI ali diferencialno kodiranje je pri packet-radiu potrebno predvsem

zato, da se pri sprejemu da iz podatkov izluščiti ustrezn takt s pomočjo enostavnega DPLL vezja. Vezja za DPLL in pretvorbe iz NRZI v NRZ in obratno so prisotna v novejših zaporednih vmesnikih, kot so to Z8530 ali pa uPD72001, v starem Z80SIO-0 pa jih ni in jih je treba zato dograditi od zunaj.

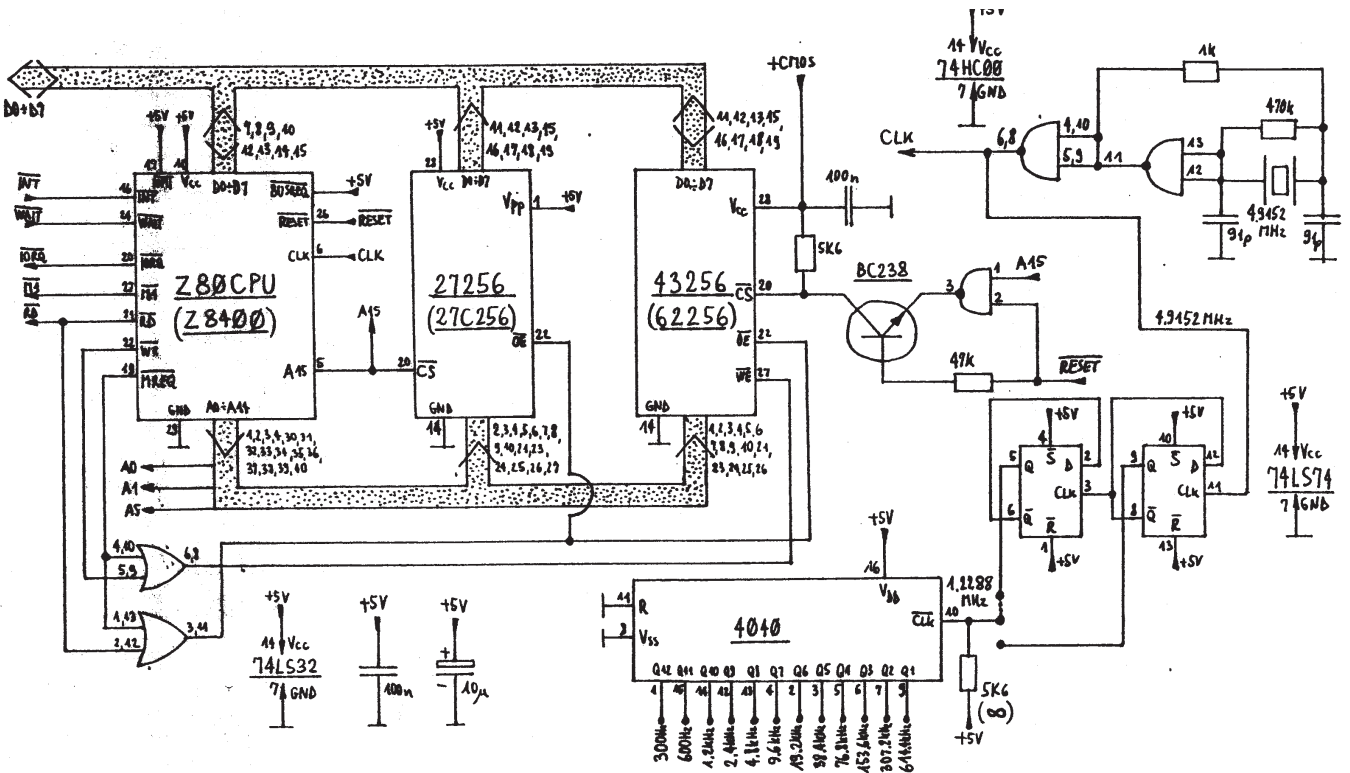
DPLL je zgrajen s štirimi vezji iz družine 74LSxx: EX-OR vrata 74LS86, elektronski preklopnik 74LS157, sinhroni števec 74LS163 in štirje D-FF 74LS175. DPLL deluje s taktom, ki je 32kratnik takta podatkov. Dokler se vhodni logični nivo (RXD) ne spreminja, se DPLL obnaša kot navaden delilec z 32: frekvenco takta najprej deli z 2 D-FF (1/4 74LS175), potem pa še s 16 števec 74LS163. Prehode logičnega nivoja RXD detektirajo EX-OR vrata priključena na dva D-FFja (2/4 74LS175) in preklopijo 74LS157 iz mirovnega položaja. Ob vsaki spremembi nivoja RXD vezje popravi vsebino števca za eno enoto naprej ali nazaj. V najslabšem slučaju zato zadošča 16 prehodov nivoja RXD za sinhronizacijo števca z vhodnim signalom.

Tudi vezje za DCD opazuje spremembe logičnega nivoja RXD, bolj točno njihov položaj v primerjavi z regeneriranim taktom iz DPLLja. Če se nivo RXD spremeni v začetku ali





Slika 2. - Digitalni del TNC 2, zaporedna vhodno/izhodna enota.

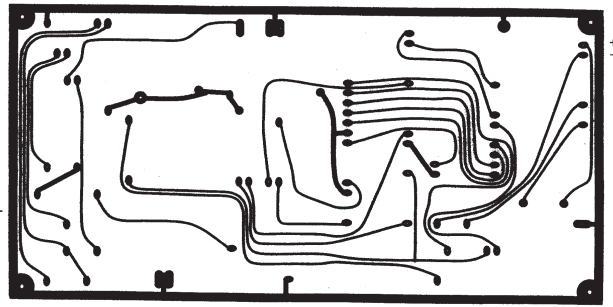


Slika 3. - Digitalni del TNC 2, mikroročunalnik.

pa proti koncu časovnega intervala, dodeljenega enemu bitu, potem to lahko pomeni tudi koristen signal na vhodu TNCja. Če pa se sprememba nivoja zgodi v sredini časovnega intervala, je na vhodu TNCja gotovo prisoten samo sum. Odločitev DCD vezja si najprej zapomni D-FF, ki krmili nizkopropustno RC vezje.

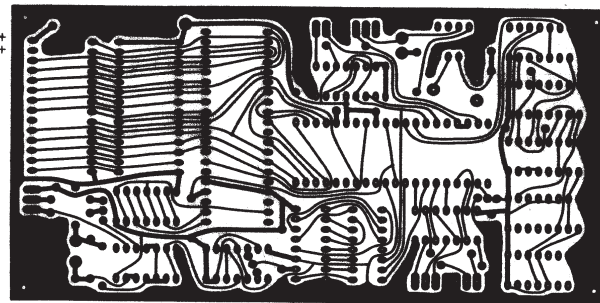
V prisotnosti koristnega signala na vhodu TNCja se DPLL dokaj hitro sinhronizira, vse nadaljnje spremembe nivoja RXD pa se zgodijo točno ob predpisanem času in kondenzator v RC vezju se popolnoma izprazni. V odsotnosti koristnih signalov je na vhodu TNCja prisoten sum, spremembe nivoja RXD pa so povsem naključne: polovica prehodov se zgodi ob nepravem času, druga polovica pa ob pravem času, zato se v povprečju kondenzator napolni na polovico napajalne napetosti (okoli 2.5V). Končna odločitev je prepuščena napetostnemu komparatorju LM311, preklopni nivo DCDja pa se nastavlja s trimerjem 10kohm. Časovno konstanto RC vezja je treba seveda prilagoditi hitrosti prenosa podatkov: na načrtu so označene vrednosti kondenzatorja za 1200bps, 2400bps in 38400bps.

Za pretvorbo iz NRZI v NRZ sta pri sprejemu potrebna dva D-FFja (74LS74) in EX-OR vrata. V obratni smeri, za pretvorbo iz NRZ v NRZI na oddaji, sta potrebna le dva FFja



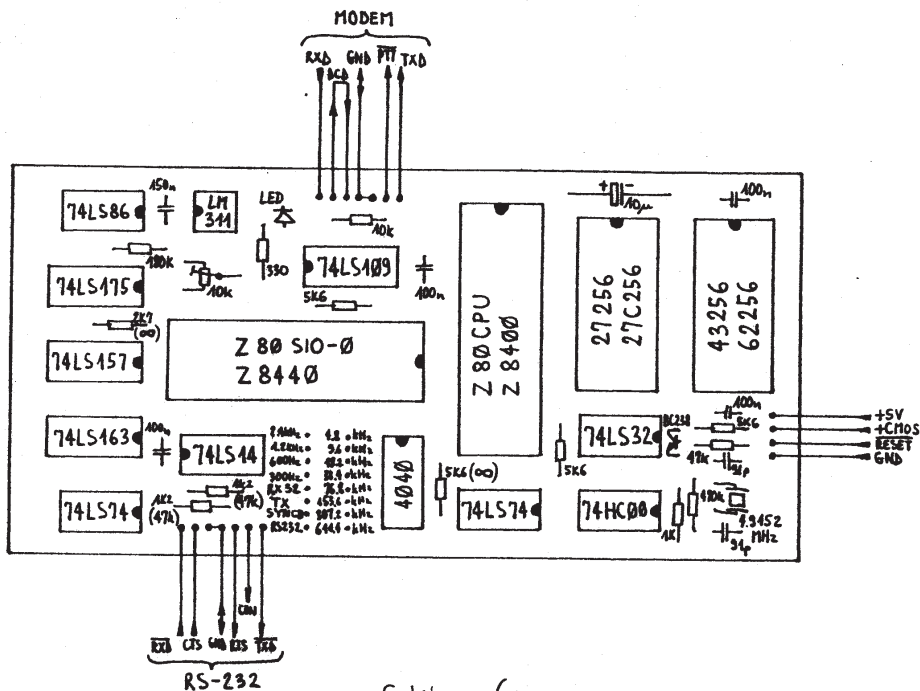
Slika 4.

Tiskano vezje za digitalni del TNC2
(dvostransko, pogled od zgoraj).



Slika 5.

Tiskano vezje za digitalni del TNC2
(dvostransko, pogled od spodaj).



Slika 6.

Razporeditev sestavnih delov na ploščici digitalnega dela TNC2.

(74LS109). Modem in radijska postaja potrebuje ta signal za prehod na oddajo (PTT) in ta je na razpolago na izhodu RTSA integriranega vezja Z80SIO-0. Izhod RTSA je naravnost povezan z vhodom CTSA, saj je vse zakasnitve v modemu in v radijski postaji dosti bolj enostavno upoštevati v parametru TXDELAY v softveru.

RS-232 vmesnik je dosti bolj enostaven: tu zna Z80SIO-0 narediti skoraj vse sam, razen generiranja RS-232 nivojev. Ker pa večina RS-232 vmesnikov (v računalniku ali terminalu) razume tudi TTL nivoje, zadošča za krmiljenje navaden 74LS14. V obratni smeri je treba seveda zaščititi vhode 74LS14 z upori predvsem pred negativnimi napetostmi standardnega RS-232 izhoda. 74LS14 je potreben, ker je standardna polariteta RS-232 signalov obratna od tistih, ki jih proizvaja Z80SIO-0.

Tovarniški TNC2 imajo običajno na prednji plošči štiri LED indikatorje: TX, DCD, STATUS in CONNECT. Šminkerske verzije imajo seveda še LED za napajalno napetost, ki je stalno prižgan (čemu potem služi?). Izboljšani TNC2 ima samo še najvažnejši LED, in to tisti za DCD. Seveda se dajo priključiti še ostale LEDike, če mislite, da jih potrebujete. Izhod za LED CONNECT je na razpolago tudi na RS-232, kot to zahtevajo nekateri stari programi za BBS. Program TheNet ne uporablja LEDik STATUS in CONNECT, pač pa se dajo ti izhodi (DTRA in DTRB) uporabiti za telekomando, seveda samo v načinu SYSOP!

Zaporedni vmesniki potrebujejo tri različne taktne frekvence: RXCLK*32 za DPLL pri sprejemu, TXCLK*1 za oddajo in RS232CLK*16 za RS-232 vmesnik. Razen teh taktov rabi TNC2 se 600Hz na vhodu SYNCB Z80SIO-0 za vse časovne konstante AX25 protokola.

Generator taktov je prikazan skupaj z mikroročunalnikom na Sliki 3. Vsi takti so pridobljeni z deljenjem frekvence kristalnega oscilatorja 4.9152MHz (ali 9.8304MHz za 38.4 kbps). Kristalni oscilator je zgrajen z enim vrati iz 74HC00, se dvoje enakih vrat pa ojača signal oscilatorja in krmili taktne vhode Z80CPU, Z80SIO-0 in verigo delilcev. Veriga delilcev vsebuje vezja 74LS74 in 4040. Vseh 12 izhodov 4040 je na razpolago na podnožju s 16 kontakti, kjer jih z mostički povežemo s štirimi vhodi: RXCLK*32, TXCLK*1, RS232CLK*16 in SYNCB.

Zaradi zahteve po popolni softverski kompatibilnosti z vsemi ostalimi inačicami TNC2 so dopustne samo malenkostne spremembe pri povezavi mikroprocesorja Z80CPU s spominskimi enotami: EPROMom 27256 in RAMom 43256, ter zaporednim vmesnikom Z80SIO-0. Edina resnična sprememba je dekodiranje signalov RD, WR in MREQ preko OR vrat (74LS32), ki dovoljuje uporabo počasnejših EPROMov tudi pri višjih taktnih frekvencah.

Signal za RESET prihaja iz napajalnika, potrebujejo pa ga Z80CPU, Z80SIO-0 in vezje za zascito vsebine RAMa. V zaščitnem vezju je uporabljen NPN tranzistor BC238 skupaj z upori 47k in 5k6, ki se jih ne da nadomestiti z nobeno vrsto logičnih vrat preprosto zato, ker delovanje letih ni zagotovljeno pri vseh možnih napajalnih napetostih, vključno z nič!

Delovanje RESETa in zaščitnega vezja se da opisati takole: ko začne napajalna napetost pred 5V stabilizatorjem upadati, postane RESET signal aktiven (nizek), zaščitno vezje pa onesposobi Chip Select vhod RAMa. Ker RESET ostane nizek tudi pri izključenem TNCju, zaščita RAMa ostane aktivna. Pri ponovnem vklopu ostane RESET aktiven (nizek) se določen čas, zaščitno vezje pa onemogoča, da bi v tem trenutku mikroročunalnik "popackal" vsebino RAMa vse do tedaj, ko je mikroročunalnik končno spet v stanju, da pravilno opravlja svojo nalogo.

Digitalni del izboljšane TNC2 je zgrajen na dvostranskem tiskanem vezju dimenzij 150mmX75mm. Zgornja stran tiskanega vezja je prikazana na Sliki 4, spodnja stran pa na Sliki 5. Razporeditev sestavnih delov na ploščici je prikazana na Sliki 6. Vsi upori, elektrolitski kondenzator in kristal (v ohišju HC18U) so montirani vodoravno (vzporedno s ploščico). Vsi ostali kondenzatorji so keramični z izjemo kondenzatorja za časovno konstanto DCDja, ki je folijski.

Izbira integriranih vezij ni težavna za delovanje pri nižjih hitrostih pri taktu mikroročunalnika 4.9152MHz. Za delovanje mikroročunalnika na 9.8304MHz pa je treba skrbno izbrati Z80CPU in Z80SIO-0. V obeh slučajih je treba seveda dobiti integrirano vezja, ki so primerna za dano taktno frekvenco. Izvedenke so običajno označene s črkami: A=4MHz, B=6MHz, H=8MHz. Izvedenke A običajno dobro delajo tudi na 4.9MHz, za 9.8MHz pa je treba izbrati vzorce B ali še boljše H izvedenk. V zadnjih

letih se poleg standardnih NMOS predstavnikov družine Z80 dobijo še CMOS inačice istih vezij za malo višjo ceno. CMOS inačice imajo dosti manjšo porabo energije od NMOS inačic, se skoraj nič ne grejejo in najbolj važno, skoraj vse 6MHz CMOS izvedenke dobro delajo na 9.8MHz!

POZOR! Integrirano vezje Z80SIO je v notranjosti vezje z 41 priključki. Ker pa ima standardno ohišje za integrirano vezja samo 40 nožic, se Z80SIO izdeluje v treh različnih inačicah, vsaka od teh pa ima hoče-nočeš opuščeno kakšno funkcijo. Vezje za TNC2 in vsa razpoložljiva programska oprema je prirejena za Z80SIO-0 (Z8440). TNC2 zato ne more delovati z drugimi dvema inačicami Z80SIO-1 (Z8441) ali Z80SIO-2 (Z8442). Pri nakupu zato nujno preverite tip Z80SIO!

V vsakem slučaju priporočam montažo štirih velikih integrircev na kvalitetna podnožja z okroglimi kontakti in pozlačenimi vzmetmi. Isti tip podnožij se uporablja tudi kot konektorji za modem (7 kontaktov), za RS-232 (7 kontaktov) in za napajalnik (4 kontakti).

Vezja 74LSxx serije se dajo zamenjati z vezji 74HCxx ali 74HCTxx, seveda z upoštevanjem različnih logičnih nivojev: 74LSxx ne more krmiliti 74HCxx brez dodatnih uporov. V primeru uporabe samih 74HCxx odpadejo nekateri upori (označeni na načrtu v oklepajih z neskončno), zaščitni upori za 74HC14 pa se povečajo na 47k. V kristalnem oscilatorju pa je treba v vsakem slučaju uporabiti izključno 74HC00. V opisanem vezju lahko zamenjamo se 74LS163 z 74LS161, 74LS157 pa z 74LS257 oziroma ustreznimi 74HCxx izvedenkami, ker se funkcije, v katerih se opisana vezja razlikujejo, v tem načrtu ne uporabljajo. 4040 v takt generatorju se da zamenjati s 4020, vendar bo 4020 proizvajal na svojih izhodih se druge, nižje frekvence, nekaterih (višjih) frekvenc pa ne bo na razpolago.

Edina nastavitev na digitalnem delu TNC2 je trimer za DCD. Običajno zadošča, če ta trimer nastavimo tako, da dobimo približno eno četrtino napajalne napetosti na drsniku, se pravi okoli 1.2V. Seveda je treba pravilno vgraditi tudi vse mostičke za vse potrebne taktne frekvence. Pri kristalu 9.8304MHz se tudi frekvence na vseh izhodih 4040 podvojijo!

Čeprav zmore 74LS14 krmiliti večino RS-232 vmesnikov, to se ne

pomeni vseh RS-232 vmesnikov. Marsikdaj pomaga 74HC14 (z večjimi zaščitnimi upori) namesto 74LS14, v skrajnem slučaju pa je potreben par 1488/1489, MAX232 ali kakšen drugi pravi RS-232 vmesnik, ki običajno zahteva se nerodno +/-12V napajanje! 74LS14 ali 74HC14 je tudi lažje uničiti od pravega RS-232 vmesnika, zato podnožje ne bo odveč.

3. BELL-202 modem

Razen redkih izjem, kot so komunikacije preko satelitov ali pa poskusi s hitrostni prenosa večjimi od 1200bps, skoraj vse packet-radio zveze uporabljajo AFSK modeme priključene na standardno amatersko radijsko postajo. Tudi vsi tovarniški TNCji imajo vgrajen samo AFSK modem.

Na UKV se uporablja standard BELL-202: toni 1200Hz in 2200Hz, 1200bps, skupaj s FM postajami. Na KV se uporablja standard BELL-103: pomik 200Hz, 300bps, skupaj s SSB postajami. Kljub temu, da obstaja več različnih integriranih vezij za modeme, ki zmorejo omenjene standarde, velika večina TNCjev uporablja dve vrsti integriranih vezij: par 2206/2211 ali pa 7910. Par 2206/2211 je par analognih vezij, ki okoli sebe potrebujejo vrsto trimerjev (uglaševanje!) in točnostnih kondenzatorjev. Razen tega so električne

lastnosti PLL demodulatorja 2211 zelo slabe, še posebno pri šibkih signalih na 1200bps.

Po drugi strani pa je 7910 (ali pa 7911) v svoji notranjosti povsem digitalen in ne zahteva nobenega uglaševanja. Vse frekvence so določene enostavno s kristalnim oscilatorjem, ki dovaja takt celotnemu integriranemu vezju. Razen tega vsebuje 7910 enega najboljših AFSK demodulatorjev: 7910 demodulator lahko dela tudi z vhodnim razmerjem signal/sum do 10dB slabšim glede na nesrečni 2211! 7910 ima eno samo napako: vgrajeni DCD je občutljiv prav na vsak vhodni signal, tudi na šum ali motnje, ne samo na koristne signale.

Ker vsebuje opisani izboljšani TNC2 lastno vezje za DCD, ki rešnično dobro dela, modemov DCD sploh ni potreben, 7910 pa je, če izvzamemo njegov lastni DCD, odličen modem.

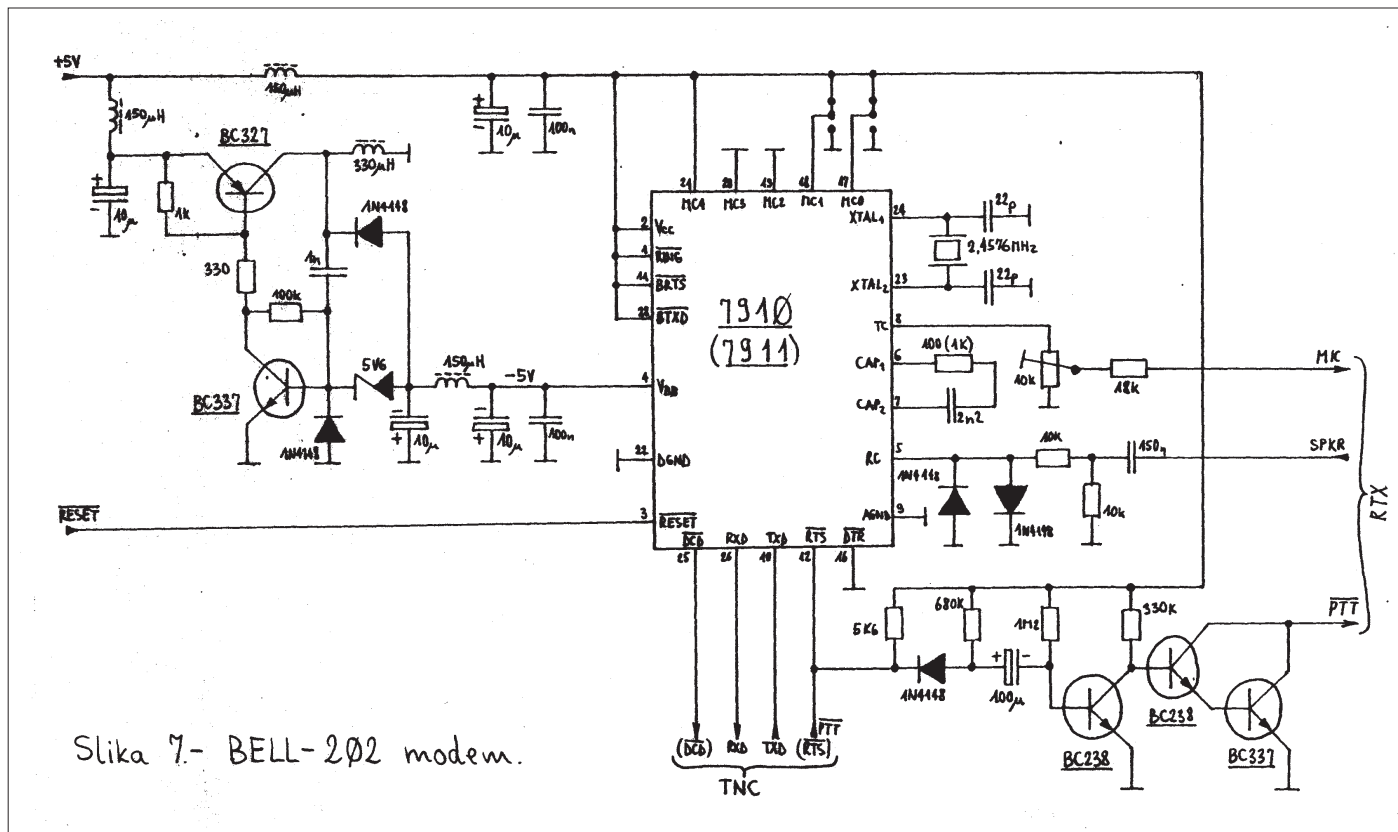
Električni načrt BELL-202 modema je prikazan na Sliki 7. 7910 zahteva dvojno napajanje +/-5V. Negativno napetost dobi s pomočjo "switching" pretvornika s tranzistorji BC327 in BC337. Pretvornik uporablja kot "delovno" induktivnost dušilko 330uH, ostale 150uH dušilke pa omejujejo motnje, ki bi jih pretvornik sicer povzročal drugim vezjem.

Razen vezja 7910 in ustreznega napajalnika vsebuje modem se vezje za "watchdog". Ta kuža-pazi naj bi

preprečil, da bi oddajnik ostal stalno na oddaji v slučaju okvare v TNCju ali (bolj verjetno) napake v programu. Časovne konstante watchdoga so določene z elektrolitskim kondenzatorjem 100uF. Sledi enosmerni ojačevalnik za krmiljenje preklopa sprejem/oddaja (PTT) radijske postaje. PTT je mišljen kot kontakt, ki se na oddaji sklene proti masi.

BELL-202 modem je zgrajen na enostranskem tiskanem vezju dimenzij 75mmX75mm, ki je prikazano na Sliki 8. Razporeditev sestavnih delov na ploščici je prikazana na Sliki 9. Vsi upori, diode, kondenzatorji, tuljave in kristal (HC18U) so montirani vodoravno (vzporedno s ploščico). Nepalizirani kondenzatorji so lahko kakršnikoli (keramični ali pa folijski). Štiri tuljave so tovarniško izdelane dušilke, ki se dobijo v standardni lestvici vrednosti, podobno kot upori, in so tudi od zunaj zelo podobne 1/2W uporom. Pozor! Pretvornik ne more delati s kakršnimikoli visokofrekvenčnimi dušilkami (VK200 so popolnoma neprimerne).

Tudi ploščica BELL-202 modema uporablja isti tip konektorjev: vrsta kontaktov iz kvalitetnih podnožij za integrirana vezja. Konektorji za napajanje (4 kontakti) in za TNC (7 kontaktov) ustrezajo istim konektorjem na digitalnem delu TNCja. 7910 namreč rabi tudi RESET! Tretji konektor (4 kontakti) služi za po-



Slika 7.- BELL-202 modem.



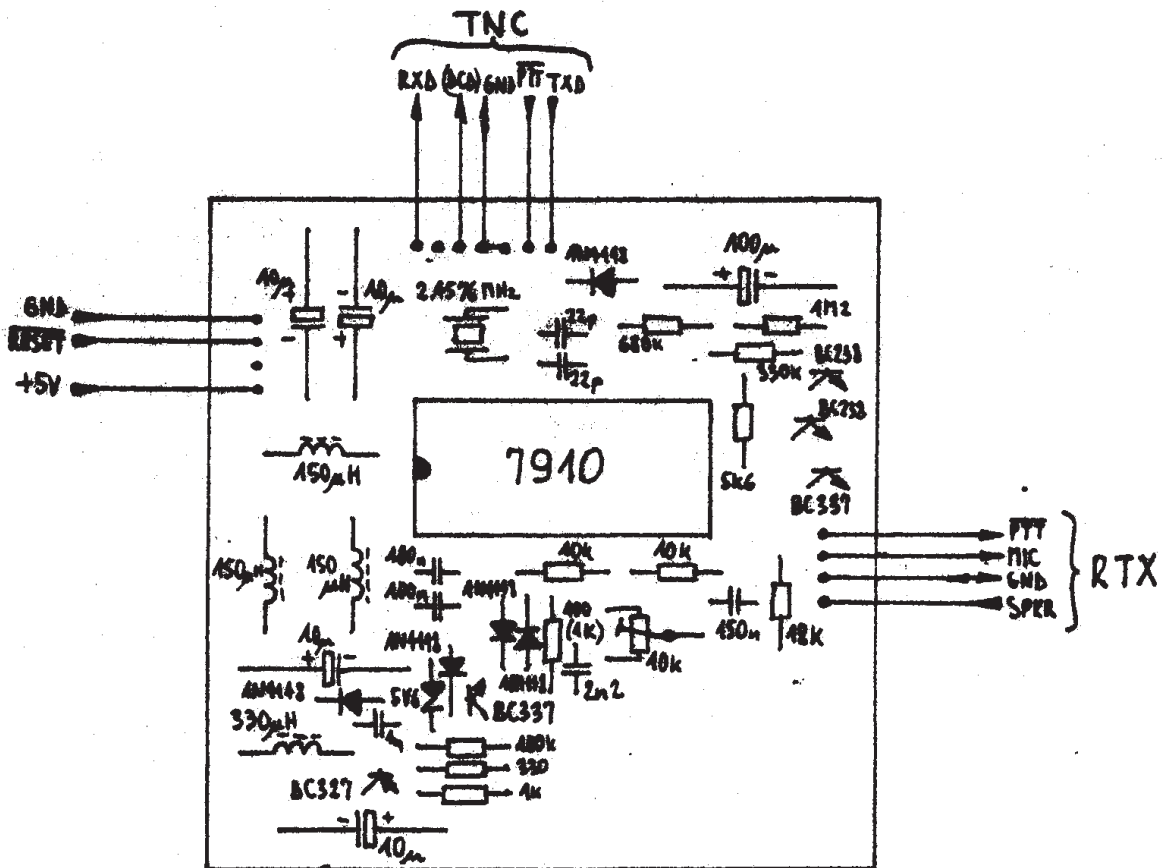
Slika 8.

Tiskano vezje za BELL-202 modem (enostransko, pogled od spodaj).

vezavo z radijsko postajo.

7910 se da zamenjati s 7911, edina razlika med obema vezji je v vrednosti upora v RC členu med nožicama CAP1 in CAP2: 100ohm za 7910 in 1kohm za 7911. 7910 (7911) ima tudi pet vhodov za izbiro načina delovanja MC0 do MC4. Na tiskanini je 7910 programiran za delovanje v načinu 1200bps BELL-202 z ekvalizacijo. Vhodi MC0 in MC1 so speljani na mostičke na tiskanem vezju, ki omogočajo programiranje 7910 se za druge načine. Če se poveže MC0 na maso, se izključi ekvalizacija. Če se poveže MC1 na maso, se izbere način 300bps, BELL-103 za delo na KV, MC0 pa v tem slučaju izbira med visokimi in nizkimi toni.

Demodulator 7910 se lahko prilagodi nivoju vhodnega signala v precej širokem razponu. Izhodni nivo modulatorja pa je treba prilagoditi



Slika 9.

Razporeditev sestavnih delov na ploščici BELL-202 modema.

oddajniku s trimerjem 10kohm. Nekateri tovarniški TNCji tu uporabljajo še dodatne operacijske ojačevalce, na sprejemu in oddaji, ki pa v večini slučajev samo pačijo signale in slabšajo razmerje signal/šum oziroma večajo verjetnost, da paket ne bo sprejet. Izkušnje tudi kažejo, da je pametneje krmiliti mikrofonski vhod z izvorom z večjo notranjo upornostjo (v tem slučaju upor 18kohm), da se na ta način izognemo brnenju in šumom v modulaciji.

V opisanem izboljšanem TNCju se DCD 7910 ne uporablja, zato pa je treba v digitalnem delu TNCja spojiti ustrezni mostiček na konektorju za modem. Skvelč postaje moramo pustiti popolnoma odprt (šum v zvočniku), da ne bo dodajal nepotrebnih zakasnitev in da omogočimo pravilno delovanje digitalnega DCDja, ki za svoje delovanje potrebuje tudi šum!

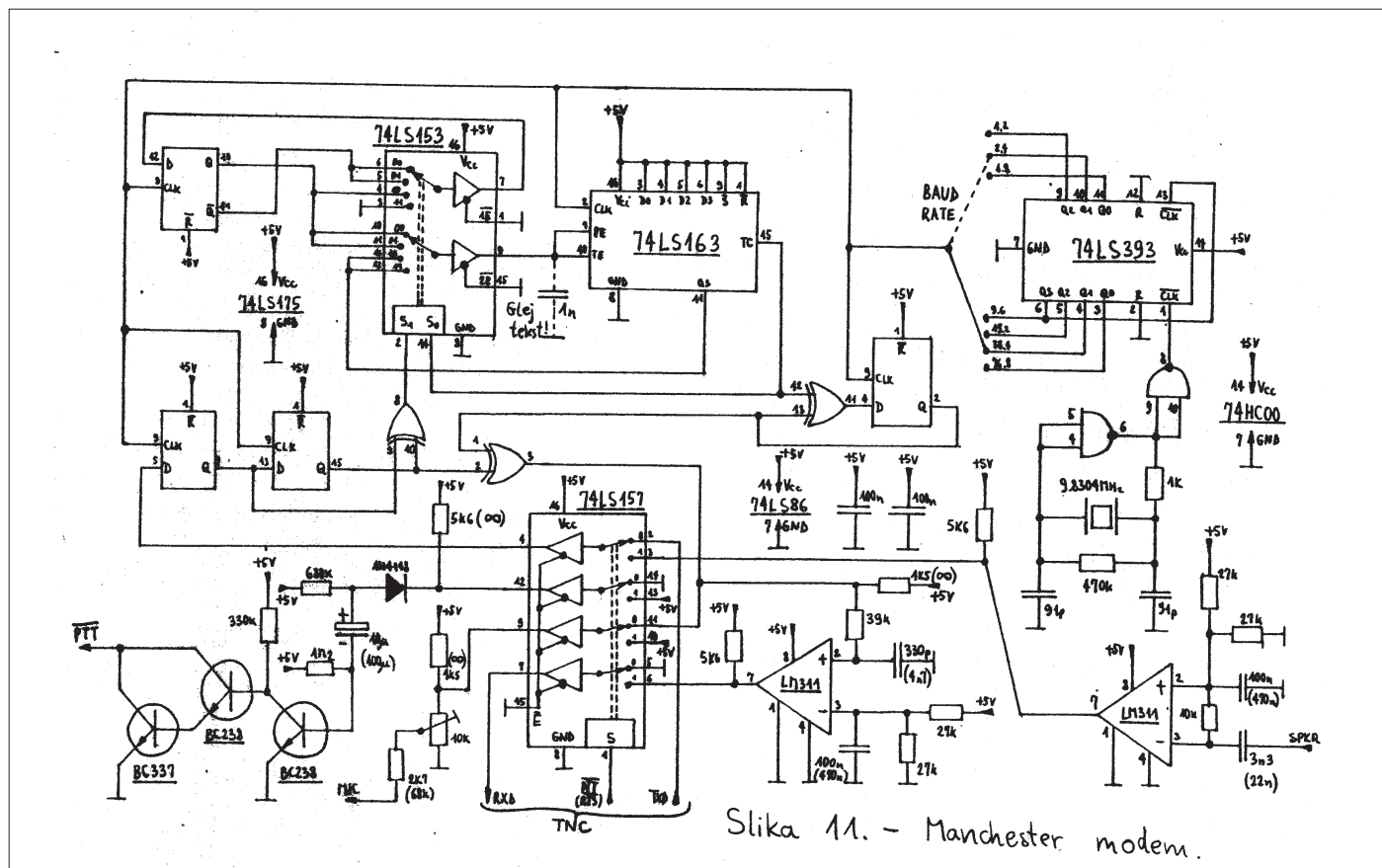
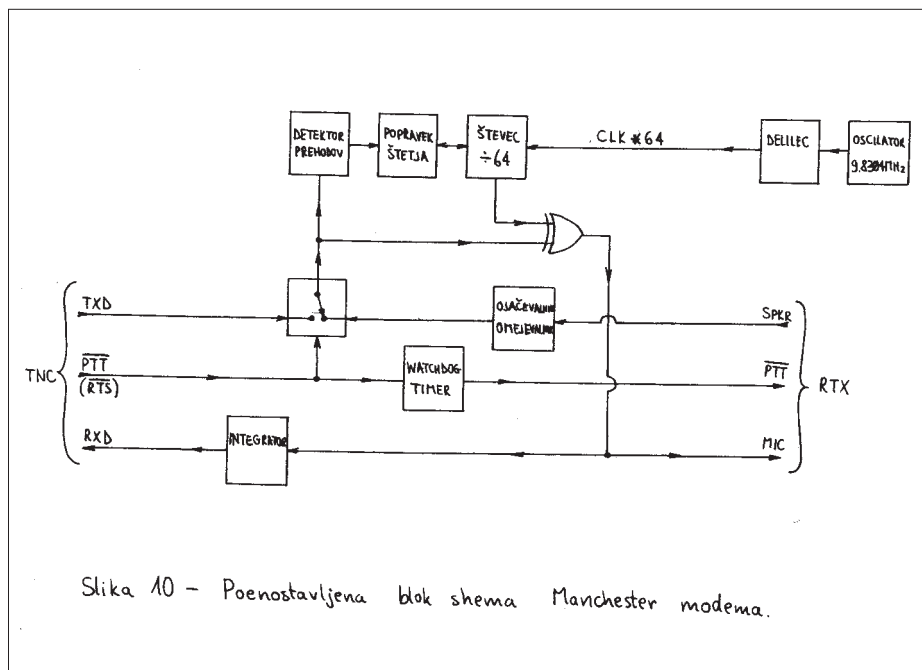
4. Manchester modem

Že za časa prvih poskusov s packet-radiom je bil standard BELL-202, AFSK 1200bps, mišljen samo kot začasna rešitev, vse dokler ne bi bili na razpolago boljši modemi in ustrezne radijske postaje za večje hitrosti. O packet-radiu na velikih hitrostih se je dosti govorilo, a malo naredilo. Američani so dolgo časa

obljubljali 56kbps modeme, a do danes še niso objavili sheme, ki bi v resnici tudi delovala. Edini modem, ki je doživel svetovni uspeh, je G3RUH modem primeren za hitrosti do 9600bps z malo predelanimi ozkopasovnimi FM postajami.

Tudi če bi bili na razpolago modemi za hitrosti višje od 9600bps, jih nima smisla uporabljati z ozkopasovnimi FM postajami, saj hitrost delovanja sistema potem omejujejo

drugi dejavniki, kot so mrtvi čas pri preklopu s sprejema na oddajo in obratno. Komplicirani modemi tudi niso enostavni za uporabo: v G3RUH modemu je treba na primer izbrati pravilno kompenzacijo popačenja glede na uporabljene postaje. Nekateri profesionalni 9600bps modemi to sicer znajo narediti tudi sami, toda zato potrebujejo določen čas za "učenje", ki se prišteva zakasnitvam pri preklopu sprejem/oddaja in ob-





Slika 12.

Tiskano vezje za Manchester modem
(enostransko, pogled od spodaj).

ratno.

Dosti bolj enostavna in učinkovita rešitev je uporaba enostavnih modemov skupaj s širokopasovnimi postajami. Med najbolj enostavne možne kombinacije sodi prav gotovo Manchester modem priključen na FM postajo. V teoriji omogoča taka kombinacija samo za 5dB manjši do met od prave PSK modulacije z idealnimi koherentnimi modemi. V praksi pa so Manchester modemi in FM postaje verjetno najmanj zahtevni za izdelavo in uglaševanje. Manchester modem se ob preklopu sprejem/oddaja in obratno tudi zelo hitro sinhronizira.

Frekvenčni spekter Manchester signala ne vsebuje enosmerne komponente, zato lahko pošljemo Manchester signal tudi skozi nizkofrekvenčne stopnje navadne, nepredelane FM postaje. Če priključimo Manchester modem na priključke MIC in SPKR standardne ozkopasovne, nepredelane FM postaje, potem lahko delamo s hitrostjo do 2400bps. Skupaj s primerno širokopasovno FM postajo (200kHz) pa se da delati preko 38400bps. Tako FM postajo je tudi lahko narediti doma, saj rabimo v medfrekvenci le standardne keramične filtre za UKV radijske sprejemnike.

Pri Manchester modulaciji kodiramo logično enico z visokim nivojem v prvi polovici trajanja bita in z nizkim nivojem v drugi polovici časovnega intervala, dodeljenega enemu bitu. Obratno kodiramo logično ničlo z nizkim nivojem v prvi polovici in z visokim nivojem v drugi polovici časovnega intervala. Generiranje oziroma demoduliranje Manchester signala je prikazano na Sliki 10.: v obeh slučajih se signal množi s taktom pravokotne oblike, ki mora biti točno sinhroniziran s signalom, zato se isto vezje lahko uporablja tako za modulacijo na oddaji kot za demodulacijo na sprejemu.

Za pravilno delovanje so seveda potrebna se pomožna vezja. Vezje DPLL proizvaja na sprejemu in oddaji pravokotni takt, ki je točno sinhroniziran s signalom. Razen tega je treba na sprejemu signal najprej ojačiti na TTL logični nivo, demodulirani signal pa očistiti v nizkopropustnem filtru (integratorju).

Električni načrt Manchester modema je prikazan na Sliki 11. Generator takta omogoča delovanje v razponu od 1200bps do 76800bps s kristalom 9.8304MHz. Pri spremembi hitrosti pa je treba spremeniti se vrednosti nekaterih elementov, v glavnem kondenzatorjev, ki določajo

časovne konstante. Vrednosti kondenzatorjev na Sliki 11. ustrezajo hitrosti 38400bps, vrednosti v oklepajih pa 2400bps.

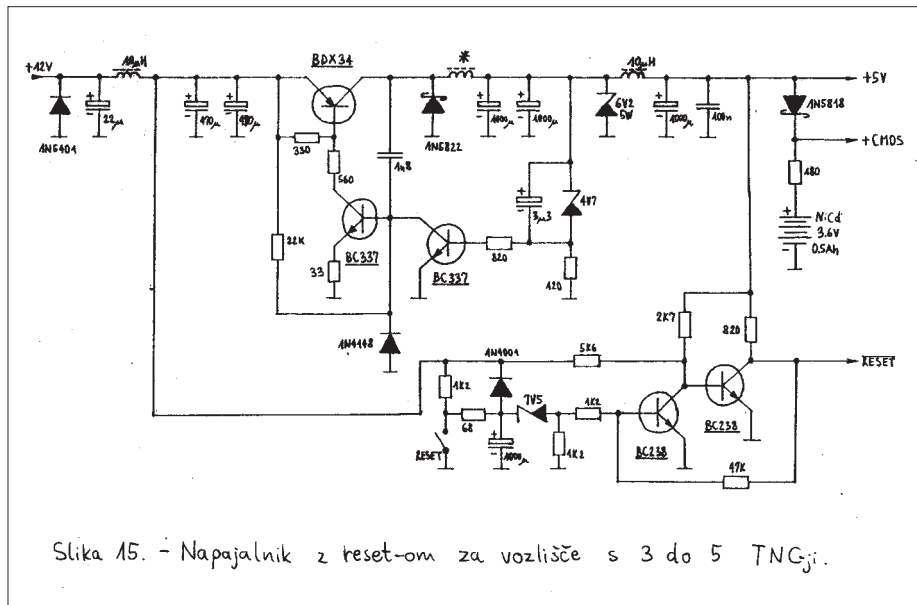
DPLL je zelo podoben tistemu v digitalnem delu TNCja DPLL deluje s taktom frekvenco, ki je 64-krat višja od takta podatkov. Ker DPLL ne zna razlikovati med prehodi na začetku bita oziroma na sredini, je točna faza pravokotnega takta se nedoločena 0 ali 180 stopinj. Manchester modem bi zato potreboval se vezje za ugotavljanje pravilne faze takta, toda tako vezje je pri packet-radiu povsem nepotrebno, ker se pri packet-radiu (v samem digitalnem delu TNCja) uporablja se dodatno NRZI (diferencialno) kodiranje.

Vsi preklopi sprejem/oddaja so izvedeni z elektronskim preklopnikom 74LS157. Kot ojačevalnik se uporablja LM311, se en LM311 pa kot integrator za čiščenje izhodnega signala. Tudi Manchester modem vsebuje lastno vezje za "watchdog", enako tistemu v BELL-202 modemu. Seveda je pri 38400bps časovna konstanta lahko za en velikostni razred manjša.

Čeprav se v Manchester modemu da narediti zanesljiv DCD z uporabo lastnosti Manchester signala, to vezje ni potrebno, ker ima že sam digitalni del TNCja učinkovit DCD. Tudi kristalni oscilator z 74HC00 in delilec 74LS393 nista nujno potrebna: iste taktne frekvence so na razpolago v verigi delilcev digitalnega dela TNCja.

Tudi Manchester modem je zgrajen na enostranskem tiskanem vezju z dimenzijami 75X75mm (Slika 12). Razporeditev sestavnih delov je prikazana na Sliki 13. Vsi upori, diode, kondenzatorji in kristal (HC-18/U) so vgrajeni vodoravno, vzporedno s ploščico. Tudi tu so (nepolarizirani) kondenzatorji lahko keramični ali pa folijski. Folijski kondenzatorji so priporočljivi povsod tam, kjer je potreben majhen temperaturni koeficient (časovne konstante). Pri uporabi 74HCxx vezij tudi tu odpadejo nekateri upori (označeni z neskončno v oklepaju). Tudi Manchester modem ima tri konektorje za TNC, RTX in napajanje, ki popolnoma ustrezajo, tudi kar se tiče povezav, tistim pri BELL-202 modemu.

Kot BELL-202 modem tudi Manchester modem potrebuje samo nastavitve nivoja izhodnega signala za pravilno modulacijo oddajnika. Na sprejemu se vhodni signal enostavno



stajajo integrirana vezja, ki bi delovala tudi pri napajalnih napetostih okoli ničle! Izhod vezja ostane nizek in s tem RESET aktiven vse dokler vhodna napetost napajalnika ne doseže približno 10V. RESET signal odpusti samo po zakasnitvi, ki jo določa polnjenje kondenzatorja 220µF. V istem trenutku je 7805 prav gotovo že v stanju, da z 10V na vohodu proizvaja 5V na izhodu, ki jih potrebuje TNC.

Ko začne napajalna napetost upadati, se RESET signal vzpostavi takoj, saj se 220µF kondenzator zelo hitro prazni preko diode 1N4001. Razen tega ima vezje za RESET tudi histerezo okoli 0.5V, tako da je RESET izhod vedno definiran za poljubno vhodno napetost.

Za vezje na Sliki 14 ni bilo nikoli narisano tiskano vezje: prototipe sem enostavno sestavil na "univerzalnih" ploščicah. Razen 7805, ki je privit na hladilnik, tudi nekatere druge sestavne dele ni prav lahko namestiti na tiskano vezje, na primer najti malo NiCd baterijo istih dimenzij!

Glavna pomanjkljivost napajalnika z 7805 je slab izkoristek oziroma velika proizvodnja toplote. V slučaju več TNCjev v isti škatli (vozlišča) povišana notranja temperatura že vpliva na lastnosti in življenjsko dobo sestavnih delov, še posebno v slučaju, ko uporabljamo vezja pri maksimalni dopustni takti frekvenci.

Dosti boljša rešitev je switching regulator, kot je to prikazano na Sliki 15. Izkoristek tega napajalnika je

okoli 80% v primerjavi z 40% za navaden linearni regulator 7805, kar pomeni polovično porabo energije in tudi polovično segrevanje.

Switching regulator je sestavljen iz močnostnega oscilatorja (darlington BDX34 in BC337), ki ga upravlja drugi BC337. V vsakem ciklu se energija vskladišči v tuljavi, iz katere jo dobimo nazaj preko schottky diode 1N5822. Zener dioda 6.2V 5W na izhodu služi samo kot zaščita v slučaju okvare regulatorja. Seveda je treba vhod in izhod switching regulatorja dobro filtrirati (kondenzatorji in dušilke 10µH), sicer bi regulator motil druga vezja.

Vezja za napajanje RAMa (+CMOS) in za RESET so skoraj enaka tistim v enostavnem napajalniku, le da so načrtovana za napajanje 3 do 5 TNCjev.

Switching napajalnik je zgrajen na enostranskem tiskanem vezju dimenzij 120X100mm (Slika 16.). Razporeditev sestavnih delov je prikazana na Sliki 17. Vsi upori in diode so vgrajeni vodoravno, vzporedno s ploščico. Vsi elektrolitski kondenzatorji so pokončne izvedbe. V napajalniku se uporablja vzporedna vezava več kondenzatorjev za zmanjšanje parazitne induktivnosti, ne zaradi vrednosti kondenzatorjev. Baterija je sestavljena iz treh NiCd členov standardne velikosti R6 (AA).

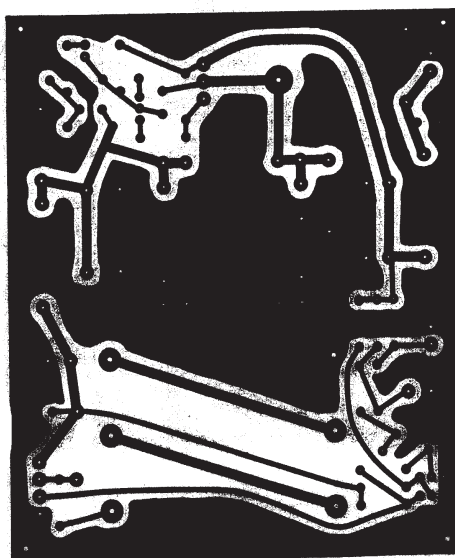
Tranzistor BDX34 je pritrjen na malo hladilno rebro, izdelano iz koščka aluminijeve pločevine dimenzij 72X36mm, zvitega v obliko črke U.

Dušilke 10µH imajo po 25 ovojev žice 0.8mm CuL, navite na feritnih palčkah premera 6mm. Tuljava switching regulatorja je navita na feritnem lončku zunanega premera 30mm z zračno režo okoli 0.5mm in 12 ovojev, žica 4X0.5mm CuL. Switching regulator lahko sicer dela tudi z drugačnimi tuljavami, dosti bolj kot točna induktivnost pa je važna vrednost toka, pri kateri pride jedro v nasičenje.

Switching napajalnik ne zahteva uglaševanja pač pa temeljit preizkus na primernem bremenu (uporu), saj tu vsaka napaka lahko pomeni precejšnjo škodo na digitalnih vezjih TNCja. Na ploščici so priključki za RESET tipko, ki pa v slučaju napajanja TNCjev ni nujno potrebna.

6. Povezava TNCjev v vozlišče in delovanje pri 38400bps

Vozlišča so pomemben sestavni del



Slika 16.

Tiskano vezje napajalnika za vozlišče (enostransko, pogled od spodaj).

amaterskega packet-radio omrežja. V vozliščih se najbolj pogosto uporabljajo programi NETROM in TheNet, ki tečejo na hardveru TNC2.

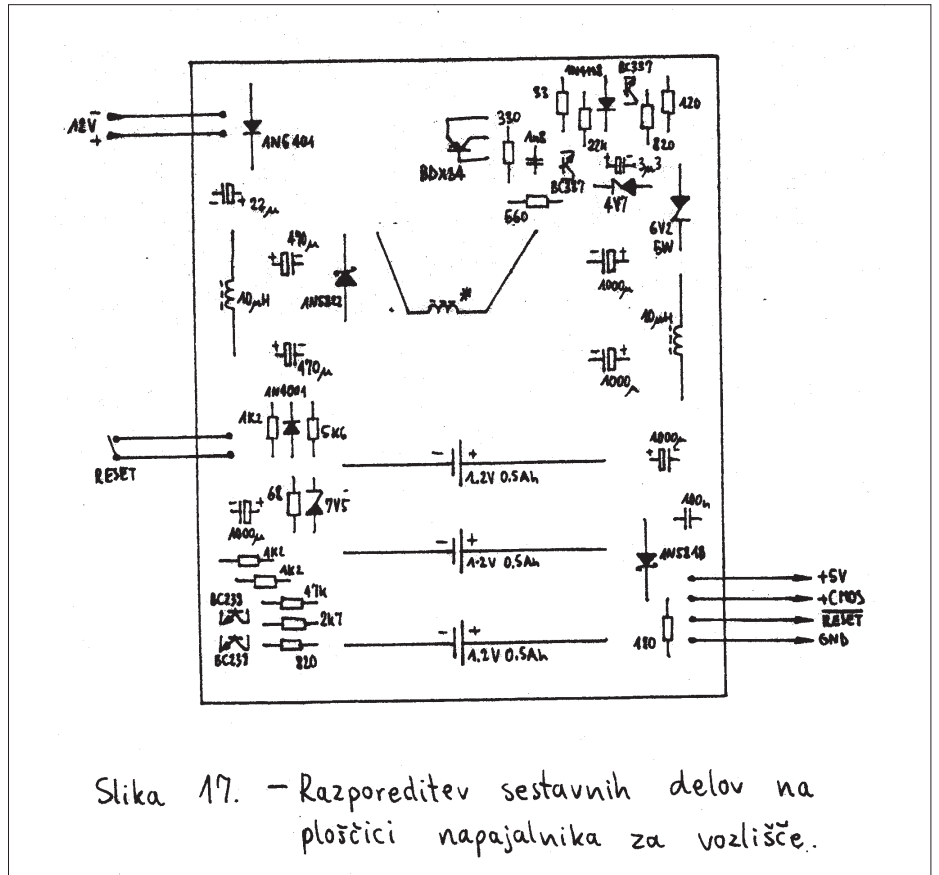
Program TheNet zapečemo v EPROM 27256 z ustreznim pekačem, EPROM pa potem vstavimo v ustrežno podnožje v TNC2. TNC2 s programom TheNet potem ni več uporaben kot končna postaja za navadne radioamaterske zveze, pač pa kot pretvornik, ki ga postavimo na dobro vidno točko, običajno na planski vrh.

TNC2 s programom TheNet lahko uporabniki pokličejo kot vsako drugo postajo preko radijske zveze ter od vozlišča zahtevajo, da jim posreduje zvezo naprej. Program TheNet zna vzpostavljati zveze preko radijske postaje z drugimi uporabniki in vozlišči, kot tudi preko RS-232 vmesnika in žične povezave z drugimi TNCji, na katerih tudi teče isti program za vozlišče TheNet.

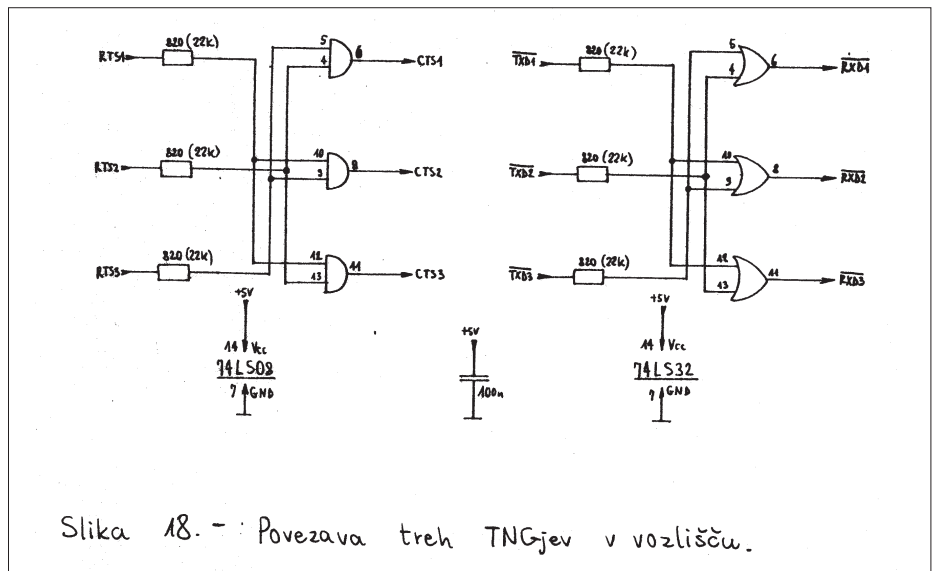
Žična povezava med TNCji tako omogoča tisto, česar radijska zveza ne more: preskok med različnimi frekvenčnimi področji, različnimi hitrostmi in različnimi načini modulacije. V dvojnem vozlišču je razmeroma enostavno povezati dva TNCja: vsak TNC2 je povezan na svojo radijsko postajo in anteno, RS-232 konektorje pa povežemo med sabo in to samo podatkovne linije, kontrolne linije pa pustimo proste, da se TNCja lahko pogovarjata med sabo v dupleksu. Pri starejših verzijah TheNet moramo paziti se na to, da je DCDB (nožica 22 Z80SIO-0) priključen na +5V. Seveda morata biti oba TNCja nastavljena za isto hitrost prenosa na RS-232 vmesniku (običajno 9600bps), na radijski strani pa seveda ustrezno uporabljenim modemom in postajam.

Težave nastopijo takoj, ko hočemo povezati med sabo več TNCjev. Program TheNet ima sicer vgrajeno logiko, ki uporablja RS-232 kontrolne linije zato, da ugotovi, če kakšen drug TNC2 v vozlišču že uporablja RS-232 kanal. Tri ali več TNCjev zato povežemo v vozlišče preko ustreznega vezja, ki naj bi preprečevalo, da bi dva ali več TNCjev hkrati oddajalo na RS-232.

Vezje za povezavo treh TNCjev v vozlišče je prikazano na Sliki 18. Čeprav to vezje ni najboljša možna tehnična rešitev, pa je njegovo delovanje zelo zanesljivo s katerokoli vrsto TNC2. Vezje sestavljajo tri AND vrata, ki sestavljajo skupaj RS-232 kontrolne linije in tri OR vrata, ki



Slika 17. - Razporeditev sestavnih delov na ploščici napajalnika za vozlišče.



Slika 18. - Povezava treh TNCjev v vozlišču.

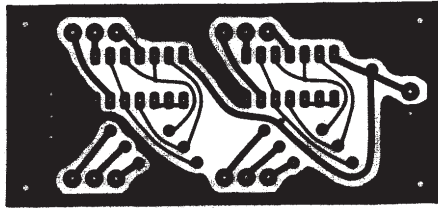
sestavljajo skupaj RS-232 podatkovne linije. Vezje je zgrajeno na malem (75X35mm) enostranskem tiskanem vezju (Slika 19.), razporeditev sestavnih delov in povezav pa je prikazana na Sliki 20.

Za povezavo štirih TNCjev potrebujemo seveda štiri AND in štiri OR vrata s po tremi vhodi. Enostavnejša rešitev je uporaba dveh vezij za spajanje treh TNCjev, oziroma uporaba EPROMa, v katerem programiramo željena logična vrata. Ker mora imeti za štiri TNCje vezje skupno 8 vhodov in 8 izhodov, bo za to nalogo zadosti dober tudi

najmanjši EPROM.

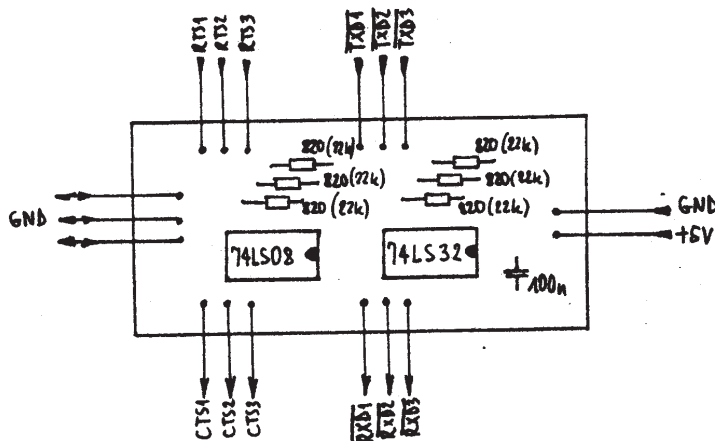
Povezava 5 in več TNCjev v eno vozlišče skoraj da ni več smiselna, ker prepustnost takega sistema omejuje že dren na RS-232 povezavah. Že pri povezavi treh TNCjev se začnejo pojavljati tudi napake v prenosu, ker TheNet protokol uporablja na RS-232 en sam bajt za checksum paketa.

Programi NETROM in TheNet so bili napisani za originalni TNC2 s taktno frekvenco mikroprocesorja 2.4576MHz in hitrost prenosa podatkov do 1200bps na radijski strani in do 9600bps na RS-232 strani. Tudi druga programska oprema za TNC2



Slika 19.

Tiskano vezje za povezavo TNC-jev
(enostransko, pogled od spodaj).



Slika 20. - Razporeditev sestavnih delov na ploščici za povezavo TNC-jev.

ni bila pripravljena za delovanje pri večjih hitrostih.

Po drugi strani pa hardver TNC2 omogoča hitrosti do okoli 100kbps. Poskusi so pokazali, da se različni programi različno obnašajo pri velikih hitrostih. Največje hitrosti (56 kbps) dosežejo seveda najenostavnejši programi (KISS). Dostikrat predelani in popravljeni programi, kot je znani N2WX 1.1.6., dosežejo pri 4.9MHz taktu tudi 38400bps, a se čudno zatikajo. Višja taktna frekvenca procesorja sicer pomaga proti zatikanju, a ga nikoli popolnoma ne odpravi. Žal je večji del TheNeta napisan v višjem jeziku, zato je še počasnejši in pri taktni frekvenci 4.9MHz doseže komaj 19200bps.

Za delovanje TNC2 s programom TheNet pri 38400bps je zato potrebno podvojiti taktno frekvenco mikroprocesorja Z80 na 9.8MHz ali okroglo 10MHz. Enaka omejitev velja tudi za program TheFirmware (TF), ki ga uporabljajo znani terminalski programi za packet-radio.

Za delovanje pri taktni frekvenci 10MHz je zato treba poiskati integrirana vezja, ki to zmorejo. Žal se družina Z80 proizvaja samo za (garantirane) taktne frekvence do 8MHz, pa še teh ni prav lahko najti. Tudi EPROM mora imeti dostopni čas največ 150ns za delovanje pri 10MHz. Če sami izbiramo integrirana vezja, potem je treba paziti tudi na to, da jih preizkusimo tudi pri najvišji pričakovani delovni temperaturi, saj največja možna taktna frekvenca MOS vezij zelo hitro pada s temperaturo.

7. Zaključek

Če ste pazljivo prečitali ta članek, ste prav gotovo ugotovili, da se da brez večjih težav popraviti tudi marsikateri tovarniški TNC, oziroma vsaj njegove najhujše napake, kot so nezanesljiv RESET in podobne težave. Popravljenost vezje za RESET seveda nima smisla brez vezja za

zaščito vsebine RAMa in obratno, obe vezji se zato splača dograditi istočasno. Več dela je z dograditvijo digitalnega DCDja, toda za marsikateri tovarniški TNC se da dokupiti ustreznemu modul za digitalni DCD.

Kar se tiče višjih hitrosti, pa so znane tovarne TNCjev povsem odpo vedale. Na tržišču se dobijo le Kantronicovi TNCji s čudnim QPSK modemom za 2400bps, ki seveda ni kompatibilen z opisanim Manchester modemom. Po drugi strani pa tudi Manchester 2400bps ne predstavlja kakšne bistvene prednosti pred BELL-202, 1200bps, saj je kopica časovnih omejitev, predvsem čas preklopa postaje sprejem/oddaja, ostala ista.

Prehod na večje hitrosti ima smisel samo takrat, ko napravimo skok v hitrosti za vsaj en velikostni razred (10-krat). To hkrati pomeni, da bo treba opustiti sedanje postaje in narediti nove, širokopasovne postaje. Širokopasovne FM postaje in Manchester modulacija na 38400bps so enostavna in zato začasna rešitev, ki se je v praksi obnesla. Ne glede na to bo treba v bodočnosti narediti nove, boljše postaje. Težave sedanjih postaj so majhen domet in občutljivost na refleksije. Domet se da povečati z boljšimi (koherentnimi) modemi in z uporabo kode za vnaprejšnjo korekcijo napak. Boljši modemi bodo omogočali tudi manjšo občutljivost na refleksije.

Če upoštevamo smiselno izhodno moč oddajnika, občutljivost sprejemnika, razpoložljiv frekvenčni pas in ojačenje anten smiselnih dimenzij, potem današnja tehnika omogoča packet-radio zveze do hitrosti približno 1Mbps. Žal pa naši današnji računalniki in TNCji ne zmorejo koristno uporabljati tako velikih hitrosti prenosa. Ena največjih omejitev je prav TNC2 (in njemu podobna množica drugih TNCjev), ki z malo bolj zahtevnim softverom ne morejo preko 64kbps. Pri večjih hitrostih se tudi vedno bolj občutijo pomanjkljivosti samega protokola AX25, tako da bo verjetno tudi tu potrebna zamenjava. Skratka, če je pred petimi leti predstavljal packet-radio bistveno novost in kopico prednosti glede na 50bps RTTY, danes že krepko občutimo potrebo po novem, boljšem sistemu komuniciranja!

Switching napajalnik za en TNC2

Matjaž Vidmar, YT3MV

V članku o predelanem in izboljššanem TNC2 sem opisal dva različna napajalnika: enostaven napajalnik za en TNC2 in bolj komplicirani switcher za več (3 do 5) TNCjev. Oba napajalnika seveda vsebujeta tudi RESET vezje in malo NiCd baterijo za držanje spomina CMOS RAMa. Za večino amaterjev je bil veliki switcher preveč kompliciran, za enostavni napajalnik za en sam TNC pa nisem niti predvidel tiskanega vezja, saj razmeroma maloštevilni sestavni deli zahtevajo različne načine montaže: regulator 7805 na hladilno rebro ali škatlo TNCja, vgradnjo baterije in elektrolitskih kondenzatorjev pa otežujejo različne dimenzije teh sestavnih delov.

Dobro leto dni po objavi članka se je marsikaj spremenilo. Predvsem je TNC2 začelo graditi dosti večje število radioamaterjev, kot pa sem

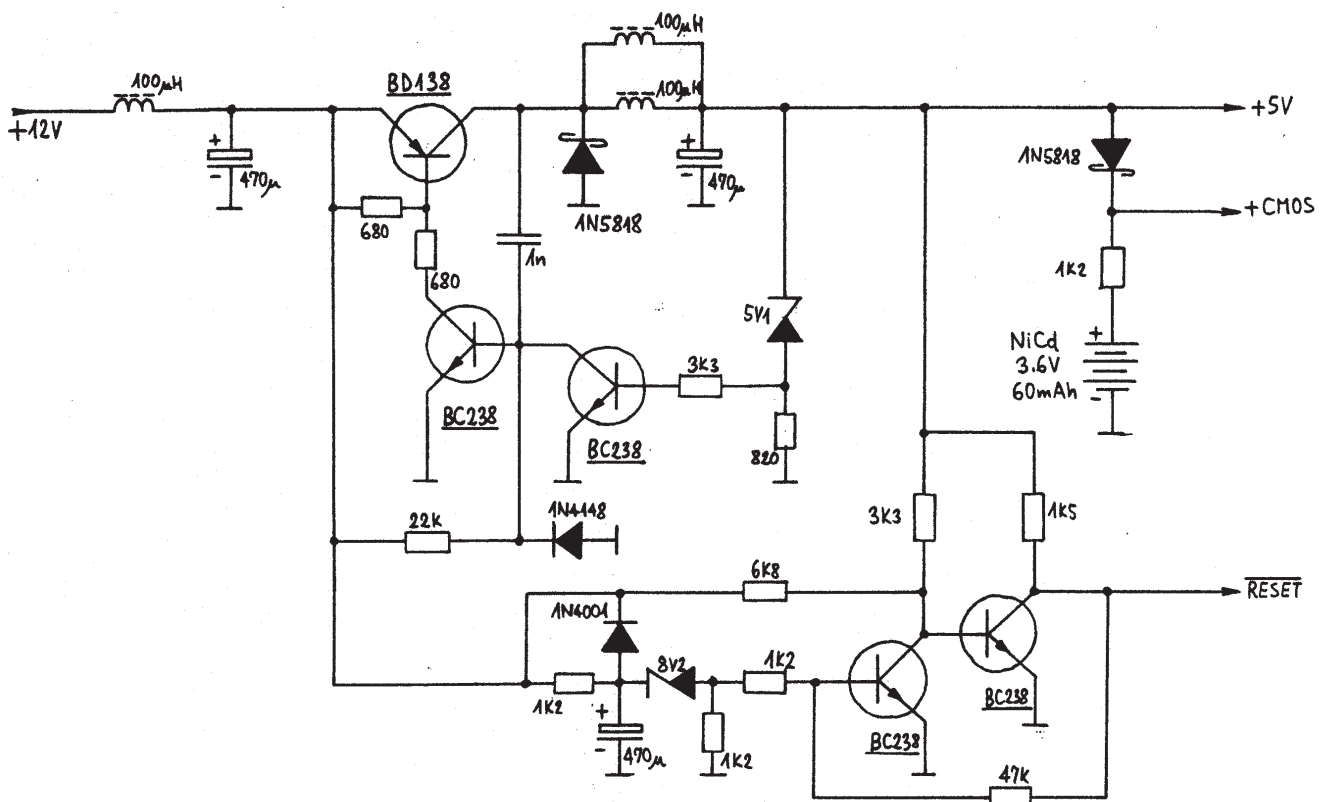
pričakoval. Vsi ti TNCji so enojni TNCji za domačo uporabo, ne za vozlišča. Vezje s 7805 je nerodno, ker ni na tiskani ploščici in je treba 7805 hladiti. Končno je na tržišču lažje najti nekatere sestavne dele: NiCd baterije in elektrolitske kondenzatorje standardiziranih dimenzij ter vsa uporabljena integrirana vezja v CMOS izvedenkah.

Zato sem se odločil za izdelavo malega switching napajalnika za en sam TNC v običajni izvedbi (74LS in Z80 NMOS vezja) oziroma dveh TNCjev v CMOS izvedbi (74HC in Z80 CMOS vezja). Vezje malega switching napajalnika je prikazano na Sliki 1. in je zelo podobno že opisanemu napajalniku, le da so vsi sestavni deli prirejeni manjšim tokovom.

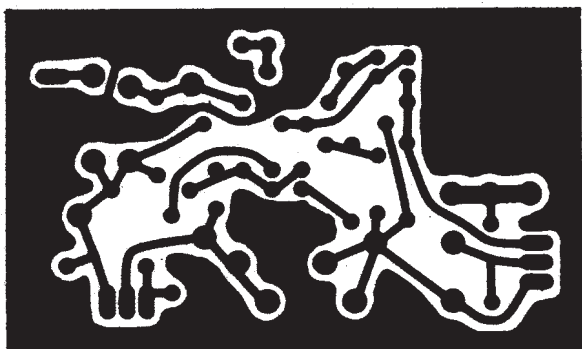
Pri vseh switching napajalnikih predstavljajo za graditelje največjo težavo dušilke oziroma transfor-

matorji: današnji Gospodje Radioamaterji pač nočejo ničesar več navijati sami. Zato sem v malem switcherju uporabil izključno standardne tovarniško izdelane dušilke v velikosti upora $1/2W$, ki pri vrednosti $100\mu H$ ($120\mu H$) prenesejo tok do $250mA$. Za izhodni tok do $400mA$ je zato potrebna vzporedna vezava dveh takih dušilk. Od vrste uporabljenih dušilk zavisi tudi izkoristek napajalnika, ki se suče okoli 80% oziroma dvakrat več od 7805.

Mali switcher je zgrajen na enostranskem tiskanem vezju dimenzij $45 \times 75mm$ (Slika 2.). Razporeditev sestavnih delov je prikazana na Sliki 3. Vsi upori in diode so vgrajeni vodoravno, vzporedno s ploščico. Vsi elektrolitski kondenzatorji so pokončne izvedbe. $3.6V$ NiCd baterija je sestavljena iz treh tovarniško zvarjenih celic, s standardiziranim razmakom priključkov. Noben se-



Slika 1. - Switching napajalnik za en TNC.

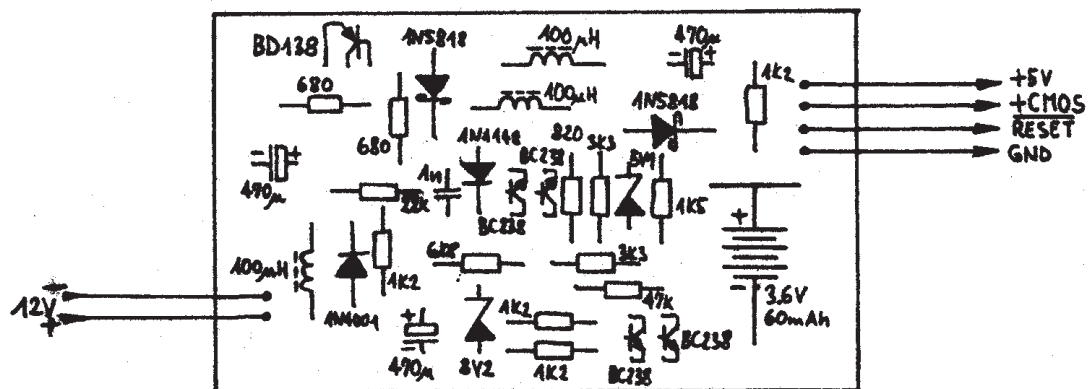


Slika 2.

Tiskanina za switching napajalnik za en TNC.

stavni del ne potrebuje hlajenja, niti močnostni tranzistor BD138.

Switching napajalnik ne zahteva ugaševanja pač pa temeljit preizkus na primernem bremenu (uporu), saj tu vsaka napaka lahko pomeni precejšnjo škodo na digitalnih vezjih TNCja. Schottky diode 1N5818 lahko zamenjamo z navadnimi oziroma boljše hitrimi usmerniškimi diodami, ob ustrezno manjšem izkoristku napajalnika.



Slika 3. - Razporeditev sestavnih delov switching napajalnika za en TNC.

Navodila za sestavljanje in priključitev TNC2 - MV

Verzija D MKM - S52GW, S51RM es S53RM

VSTAVLJANJE IN SPAJKANJE ELEMENTOV

Sestavljanje TNC-ja ne priporočamo tistim, ki prvič držijo spajkalnik v rokah. Platine so profesionalno izdelane, vendar ne zdržijo zamenjave integriranega vezja ali kakega drugega elementa, zato je potrebno dvakrat preveriti, če smo element pravilno vstavili, šele potem ga lahko prispajkamo. Vrednosti uporov in kondenzatorjev so napisane na seznamu materiala in na eni od montažnih shem. Elemente vstavljajte po montažni shemi. Vrednosti elementov v seznamu materiala in v načrtu za TNC2-MV so za 2400 bps. Elementi se spajkajo na strani, ki je označena z SOLD. SIDE. Vstavljamo najprej elemente, ki so nižji (upori, podnožja). Nazadnje vstavimo konektorja DB25 in DB9 in prispajkamo integrirano vezje 7805 (IC9), ki ga moramo obvezno hladiti (pritrdimo ga na ohišje ali kakšno drugo hladilno površino). Podnožja je potrebno vgraditi za vse velike čipe pa vsaj še za LM339, MAX232 in za A1, kjer se menjajo hitrosti (18 pinsko). Kristal leži na ploščici. Ohišje kristala se prispajka na platino, kjer je pravokotnik brez zaščitnega laka. Če bomo TNC uporabljali za različne hitrosti je najbolje, da za vse kondenzatorje, ki jih je potrebno menjati vgradimo podnožja. Uporabimo kar pine od profesionalnih podnožij.

FSK modem se spajka na strani, kjer je napis "1200 FSK". S te strani se montirata tudi konektorja K1 in K2 (na FSK ploščici). FSK modem se spajka na strani, kjer je napis "1200 FSK". S te strani se montirata tudi konektorja K1 in K2 (na FSK ploščici), prispajkamo pa ju na strani elementov. Ostale elemente vstavimo s strani, kjer je napis MKMc.

PROGRAMI V EPROMU

Software, ki se ga zapeče v eprom je lahko naslednji:

TAPR 1.1.6 z PMS (private mail system) ali TAPR 1.1.7 brez PMS.

To sta originalna programa za TNC2 in sta najustreznejša za priključitev na terminal.

KISS in G8BPQ za TCP/IP in G8BPQ programe.

WA8DED 2.1 ali 2.6 za THE BOX ali SP programe.

NORD<>LINK verzije WA8DED programov (TF 2.1D) (za 8 linkov + KISS ali za 18 linkov).

Programi za vozlišča: THE NET 1.16 in 2.10 ter ROSE SWITCH.

Kaj več o teh programih v teh navodilih ne bomo pisali. Nekaj si lahko preberete tudi po BBS-ih in skriptah ZRS.

V TNC2-MV verzija D lahko vgradimo 64k eprom (27512), kamor lahko zapečemo dve različni verziji SW. SW izbiramo s kratkospojnikom J14 (ga vstavimo ali odstranimo). Če smo vgradili 27256 moramo kratkospojnik J14 odstraniti.

NASTAVITEV HITROSTI

Hitrosti se nastavljajo na podnožju A1 tako, da povežemo ustrezne nogice med seboj po Tabeli 1. Predlagamo pa, da si za različne hitrosti pripravite že povezana podnožja, ki jih ob menjavi hitrosti vtaknete v podnožje A1. Frekvence na kontaktih A1 so podane v načrtu. V Tabeli 1. so nastavitve za hitrosti 300 in 1200 bps podane samo za FSK modem, kjer je potrebno nastaviti tudi mostiče J1 in J2 na FSK platini. Ostale nastavitve pa samo za manchester modem. V Tabeli 2. so podane vrednosti kondenzatorjev za različne hitrosti.

Za hitrost 38400 bps so potrebni Z80HCPU, Z80BSIO, dovolj hitra EPROM in RAM (do 150 ns). Procesor in SIO je najbolje, da sta CMOS. Navodila za sestavljanje 38400 bps TNC-ja, pa izbrskajte iz BBS-a, ali pa jih poiščite v reviji CQ ZRS. Napisal jih je S53MV. Tam so opisane tudi vse težave, ki se pojavijo zaradi visoke frekvence kristala.

nogica	oznaka	pomen	frekvenca v Hz
1	MC	modem clock	64 X hitrost prenosa
2	RXC	RX clock	32 X hitrost prenosa
3	RSC	RS232 clock	16 X hitrost na RS232
4	TXC	TX clock	1 X hitrost prenosa
5	SYNCB		600 Hz

Za FSK modem (AM7910) je MC vedno 2.4576 MHz !!!

Tabela 1

bps	Kontakti na podnožju A1					J1	J1,2 FSK
	A1 - 1	A1 - 2	A1 - 3	A1 - 4	A1 - 5		
300	J1-3	A1-17	A1-13	A1-6	A1-7	2-1	2-1
1200	A1-10	A1-16	A1-14	A1-7	A1-6	2-3	2-3
2400	A1-14	A1-15	A1-14	A1-8	A1-6	2-3	
19200	A1-11	A1-12	A1-14	A1-17	A1-6	2-3	
38400	A1-10	A1-11	A1-14	A1-16	A1-6	2-1	

Tabela 2

bps	Vrednosti kondenzatorjev			
	C 9, 12	C 10	C 11	C 13
300		220n		390n
1200		100n		150n
2400	470n	22n	4n7	68n
19200	220n	10n	680p	15n
38400	100n	3n3	330p	6n8

MENJAVA MODEMA:

Pri uporabi manchester modema, ki je na osnovni plošči morajo biti vstavljeni kratkospojniki J3, J4, J5, J6, J7, J8 in J9. Pri zamenjavi modema (FSK) se vsi naštetih kratkospojniki odstranijo, na sproščene kontakte, ki so bližje robu platine pa pride nataknen modem. Jakost modulacije na oddaji za manchester in FSK modem reguliramo s potenciometrom P1 na osnovni platini, jakost modulacije na sprejemu pa na postaji. DCD se nastavi s potenciometrom P2 na osnovni platini pri obeh modemih tako, da LED dioda ne sveti ko ni packet signala. Squelch na postaji mora biti odprt pri obeh modemih! Ne pozabite nastaviti tudi kratkospojnike na A1 in na FSK1200 platini, ter zamenjati kondenzatorja C10 in C13 na osnovni platini.

POVEZAVA NA RS232

RS232 kabel, ki povezuje TNC in računalnik je vzporeden (nogica 2 na nogico 2, 3-3, 4-4, 5-5, 7-7, (slika 1), oziroma tri žično : 2-2, 3-3, 7-7 in na vsakem konektorju posebej kratko spojimo kontakta 4-5). Ustrezno je potrebno nastaviti parametre v terminalskem programu (XON, XOFF). Za PC, ki ima RS232 z DB9 glej sliko 2.

Pri povezavi dveh N/R (net/rom) TNC-jev pa gre nogica 2 na nogico 3, 3-2, 4-5, 5-4, 7-7. Kratkospojnik J13 pri novjših verzijah programa za vozlišča (THE NET 1.16 in naprej) in vseh ostalih programih (TAPR 1.1.6 in TF2.1D) ni potreben.

RS232 priključek ni standarden. Na kontakte 8 in 25 sta preko zaščitnih uporov pripeljana še CON in STA logična nivoja, ki jih uporabljamo predvsem pri N/R vozliščih za daljinsko krmiljenje (vklop, izklop, reset itd.). Najbolje je, da kabel naredite sami, da s kakšnimi napetostmi na kontaktih ne bi poškodovali TNC. Maksimalna dolžina kabla je 10m. Priporočamo oklopljeni kabel zaradi VF motenj. Oklop je kontakt 7 na DB25.

**PRIKLJUČITEV TNC2 NA RAČUNALNIK
COMMODORE C=64**

Tu bom opisal najenostavnejšo priključitev TNC-ja na C=64. Program v epromu naj bo TAPR 1.1.6 ali 1.1.7. Izvleči MORAMO! MAX232 in kratko spojiti naslednje kontakte na njegovem podnožju (podobno kot pri A1): 7-10, 11-14, 8-9 in 12-13.

TNC priključimo na USER port na C=64. Kot terminalski program smo na C=64 uporabili PACTERM. Pred startom programa vtipkajmo:

POKE3088,253:POKE3 105,2:POKE2 107,208:POKE2444,240(RETURN)

in program ponovno shranimo, da nam tega ne bo potrebno naslednjič ponovno vpisovati. Možno je uporabljati tudi kakšen drug program. Povezavo konektorjev vidimo v spodnji tabeli in na sliki 3.

Signal	USER port	DB25 M
GND	N	7
RXD	B-C povezana	3
TXD	M	2
RTS	D	4
CTS	K	5

OPOZORILO !! TNC priključi na USER port samo kadar je C=64 ugasnjen.

Še vedno pa je najboljša rešitev za C=64 program DIGICOM + modem.

PRIKLJUČITEV POSTAJE IN NAPAJSANJE

Postajo priključimo na konektor DB9 (glej sliko 4). Pri starejših postajah lahko nastopijo težave pri tipkanju zaradi prevelike napetosti tipkanja. Tranzistor T4 mora biti tak, da bo zdražal to napetost, drugače bomo poškodovali TNC!! Tranzistor BC238 zdrži 20 V, kar zadostuje za tipkaje večine modernejših postaj. Lahko naprimer uporabimo tudi tranzistor BC337 (40V) ali VMOS VN10KM (60V).

Kondenzator in upor v MIC in PTT liniji za ročne postaje kot so IC2E ali podobne ništa več potrebna, ker sta vgrajena na osnovni platini. Če ima postaja PTT posebej lahko R44 odstranimo. Sprejem z manchester modemom na 2400 bps pa lahko popravimo z zaporednim 1uF elektrolitom in uporom 10 - 15 ohmov na maso v liniji, ki povezuje izhod za slušalke na radijski postaji in NF INPUT na DB9 konektorju na TNC-ju (slika 5). Elektrolit in upr najlažje vgradimo kar v moški DB9 konektor. S to "predelavo", brez poseganja v postajo, pripravimo tudi najnovejše ročne radijske postaje, da solidno delajo z manchester modemom na 2400 bps.

Na konektor DB9 pripeljemo tudi napajalno napetost (od 10 - 15 V). Če hočemo, da se bo stabilizator manj grel, mora biti napajalna napetost čim manjša, ne pa manjša od 10 V, ker se pri nižjih napetostih TNC resetira. Še enkrat: 7805 je potrebno pritrditi na hladilnik (lahko kos Al pločevine ali na ohišje TNC-ja)! Baterija v TNC-ju ni nujno potrebna. S kratkospojnikom J2 pa jo odklopimo kadar hočemo menjati ali sprazniti RAM. Pred menjavo kateregakoli elementa TNC izklopimo.

TEHNIČNI PODATKI:

Napajalna napetost	10 - 15 V
Poraba z FSK modemom	cca 430 mA pri 12 V
Poraba osnovne platine	cca 310 mA pri 12 V
Reset pri napajalni napetosti	9 V

TNC2-MV ploščica je narejena po načrtu za S53MV TNC2 z manjšimi spremembami, ki so nam prihranile prostor na tiskanini.

SPISEK MATERIALA MKM TNC2-MV D

Vrednost el.	Količina	Oznaka elementa
RESISTORS:		
470E	5	R34 R37 R38 R40 R42
1k5	7	R4 R9 R12 R13 R14 R21 R25
2k7	4	R8 R10 R36 R44
5k6	13	R1 R5 R6 R7 R15 R16 R17 R18 R23 R29 R41 R45 R46
10k	5	R28 R32 R33 R39 R43
22k	6	R2 R22 R26 R27 R30 R31
39k	2	R11 R24
180k	1	R35
470k	2	R3 R19
1M	1	R20

Vrednost el.	Količina	Oznaka elementa	Vrednost el.	Količina	Oznaka elementa
POTENTIOMETERS:			SEMICONDUCTORS:		
10k trimmer	2	P1 P2	AM7910	1	IC1
CAPACITORS:			BC327	1	T1
100pF	2	C2 C3	BC337	1	T2
4n7	1	C11	1N4148	4	D1 D2 D3 D4
22nF	1	C10	ZENNER 5V6	1	D6
68nF	1	C13	MISCHELLANEOUS:		
100nF	7	C1 C5 C6 C14 C15	150uH	3	L1 L2 L4
470nF	2	C16 C22	330uH	1	L3
10uF 16V elko	2	C9 C12	IC socket 28-pin DIL	1	
22uF tantal	4	C4 C17	header fem	10	K1 K2
47uF 16V elko	1	C18 C19 C20 C21	ladder pins	6	J1 J2
220uF 25V elko	1	C8	jumpers	2	
		C7	Kondenzatorji 10uF in 22uF imajo nogice 2.5mm narazen, ostali pa 5mm. (Velja za oba seznama.)		
SEMICONDUCTORS:					
Z80 B CPU	1	IC1			
Z80 B SIO 0	1	IC2			
27256 (27512) EPROM	1	IC3			
62256 (43256) RAM	1	IC4			
74HC00	1	IC6			
74HC32	1	IC5			
74HC74	2	IC7 IC19			
74HC86	2	IC17 IC20			
74HC109	1	IC18			
74HC153	1	IC14			
74HC157	2	IC11 IC13			
74HC163	2	IC15 IC22			
74HC175	2	IC16 IC21			
CD4040	1	IC8			
MAX232	1	IC10			
LM339	1	IC12			
7805	1	IC9			
BC238	4	T1 T2 T3 T4			
DIODES:					
1N4001	2	D2 D5			
1N4148	1	D4			
1N5818 schottky	1	D1			
ZD8V2 zener	1	D3			
LED diode red 3mm	2	LED1 LED4			
LED diode yellow 3mm	2	LED2 LED5			
LED diode green 3mm	1	LED3			
MISCHELLANEOUS:					
NiCd 3.6V 60mAh	1	B1			
XTAL 4.9152 Mhz	1	X			
100uH inductor	1	L1			
IC socket 40-pin DIL	2				
IC socket 28-pin DIL	2				
IC socket 18-pin DIL	1	A1			
IC socket 16-pin DIL	1				
IC socket 14-pin DIL	1				
connector DB25f 90deg	1	K1			
connector DB9f 90deg	1	K2			
ladder pins	24	J1 J2 J3 J4 J5 J6 J7			
		J8 J9 J10 J11 J12 J13 J14			
jumper	11				

SPISEK MATERIALA MKM FSK-c

Vrednost el.	Količina	Oznaka elementa
RESISTORS:		
100E	1	R6
470E	1	R2
1k5	1	R1
10k	2	R4 R5
100k	1	R3
CAPACITORS:		
1nF	1	C4
2n2	1	C9
100nF	2	C2 C7
10uF	4	C1 C3 C5 C6

Novi Bell-202 modem z digitalnim DCD

Tomi Kacin. S57BKC

Pri prvem postavljenem Super Vozlju na Sveti Gori in pri testiranju novih, ki bodo verjetno kmalu zamenjali odslužena TheNet vozlišča po hribih, se je za 1200 bps povezave uporabljal kar BELL-202 modem, ki je bil razvit za uporabo v izboljšanim TNC2. Čeprav ta modem v TNC-jih odlično deluje, pa za potrebe SV ni najbolj primeren, ker nima zanesljivega DCD vezja. Ker DCD v vezju AM7910 reagira na vsak vhodni signal, je treba za njegovo delovanje nastavljati skvelč postaje, kar je umetnost posebne vrste, poleg vsega pa v packet zveze vnaša nepotrebne zakasnitve. Če pa je na frekvenci prisoten se QRM (normalen ali namen!), pa se ves promet praktično ustavi. Nove verzije softvera za SV sicer po določenem času preprosto ignorirajo DCD in gredo na oddajo, vendar to še zdaleč ni idealna rešitev. Novi BELL-202 modem je podoben

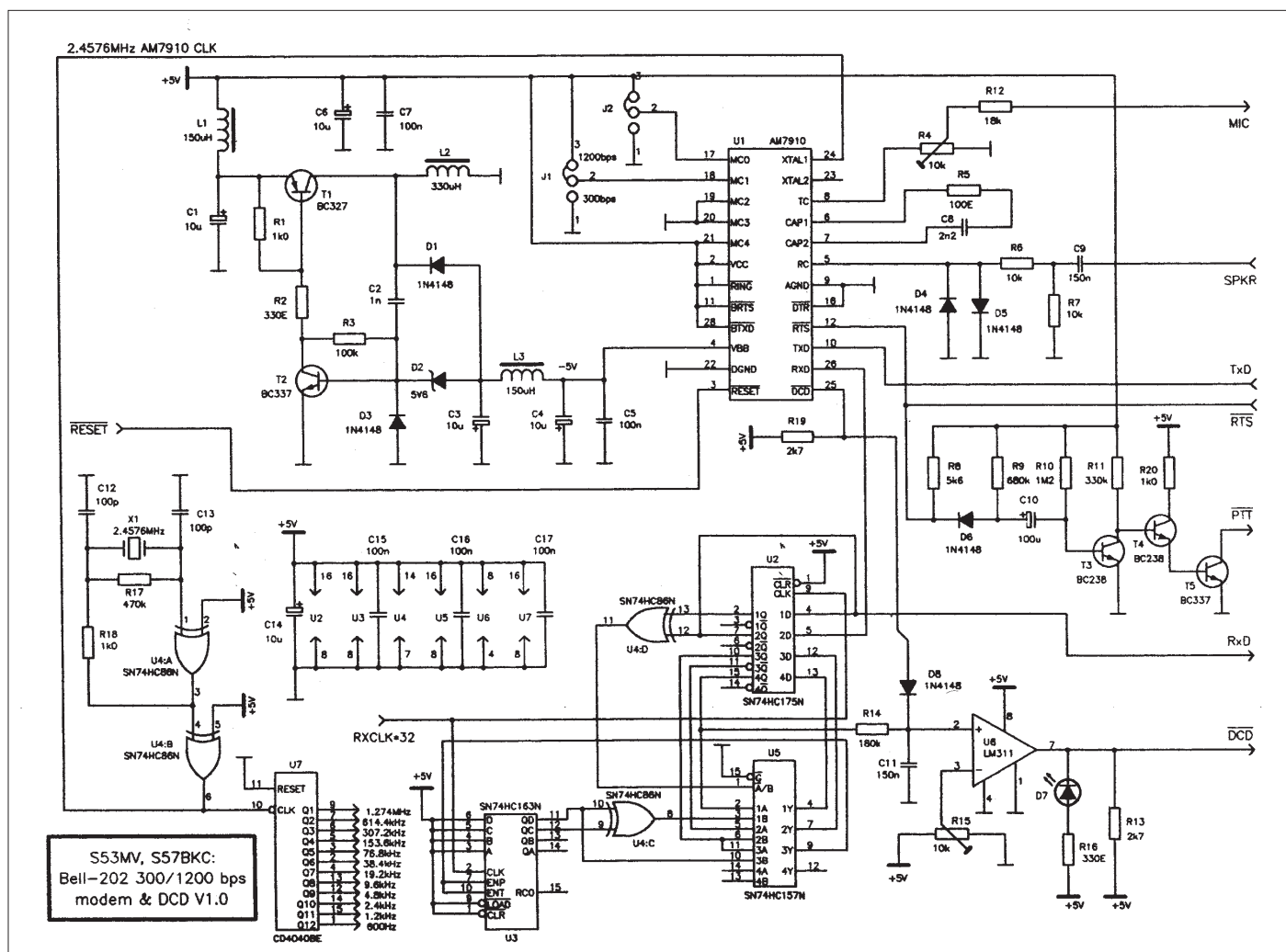
staremu iz TNC2, vsebuje pa DPLL vezje za detekcijo koristnega signala (tudi že preizkušeno vezje iz digitalnega dela TNC2). Oboje je bilo objavljeno v CQ-YU3, december 1990, zato bom tu opisal samo spremembe in odpravljene pomanjkljivosti.

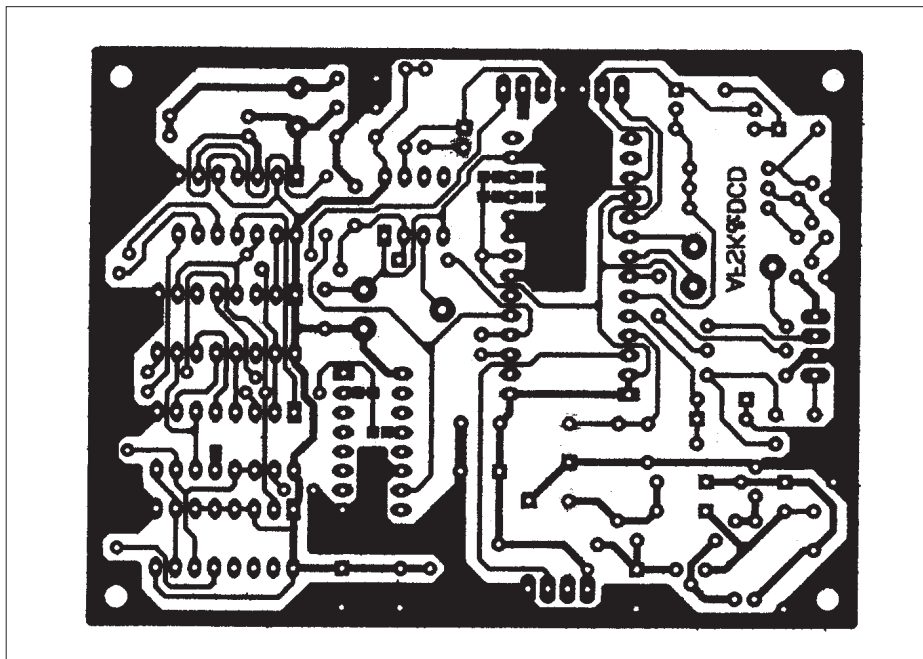
DCD zdaj deluje pravilno tudi pri zaprtem skvelču postaje (v TNC2 je včasih aktiven, čeprav na vhodu ni nobenega signala). DCD izhod modema AM7910 je čez D8 povezan na kondenzator C11 na vhodu komparatorja LM311. Če zdaj na vhodu ni signala, postane modemov DCD visok, C11 se napolni, rezultat pa bo neaktiven DCD izhod našega vezja ne glede na to, kaj se dogaja v DPLL-ju. Seveda do takega stanja pride le redko: modem normalno deluje s šumom na vhodu, uporaba skvelča pa pomeni samo počasnejšo packet zvezo!

Ker rabimo takt za DPLL vezje in s tem zunanji oscilator, se je dalo izogniti tudi včasih nezanesljivemu notranjemu oscilatorju AM7910, ki včasih noče zanihati. Oscilator uporabljamo polovico vezja 74HC86, ki ni uporabljena v DPLL.

Novi BELL-202 modem je zgrajen na enostransko tiskanem vezju velikosti 100 mm x 75 mm. Dvostransko tiskano vezje bi modem po nepotrebnem podražilo, zato je na ploščici predvidenih 10 žičnih mostičkov. Na spodnji strani ploščice so mostički za nastavitve hitrosti delovanja: pod U7-4040 nastavimo RXCLK*32 (38.4kHz za 1200 bps in 9.6kHz za 300 bps), pod U1-AM7910 pa moramo za delo s 300 bps pravilno povezati vhode MC1 in MC0 (nogici 18 in 17). Vsi mostički so že povezani za delo s 1200 bps.

Vezje je prirejeno za čipe iz serije 74 HCXX, vsaj za AM7910 pa je





priporočljivo uporabiti podnožje. Konektorji na robu ploščice so narejeni iz podnožij za integrirana vezja s kvalitetnimi okroglimi kontakti. Vsi nepolarizirani kondenzatorji, razen C9 in C11 (ki morata bi folijska), so lahko kakršnikoli, vsi polarizirani pa so navadni pokončni elektroliti, po možnosti čim manjših dimenzij. Uporabljene dušilke so standardne, v obliki 1/2W uporov, njihove vrednosti pa niso kritične. L1 in L3 sta tako lahko tudi 100 uH, L2 pa 470 uH. Pretvornik napetosti ne bo deloval z dušilkami, ki so namenjene predvsem odpravi motenj (npr. VK200). Razporeditev kontaktov na

konektorjih je enaka kot pri ostalih modemih. Če namesto AM7910 uporabite AM7911, je treba upor R5 s 100E povečati na 1k0.

Nastavitev modema je preprosta. S trimerjem R4 nastavimo nivo modulacije (najbolje je poslušati, kaj pride iz postaje), nastavitev nekje na sredini pa po navadi ni preveč zgrešena. Trimer R15 nastavimo tako, da nam pri šumu brez koristnega signala iz postaje DCD LED ugasne (na približno četrtini napajalne napetosti). Za razliko od manchester modemov rabi BELL-202 modem reset signal, ki ga je najbolje pripeljati iz reset vezja na usmerniku Super Vozlja. Uporaba

tega modema v TNC2 ni smiselna, saj ima le-ta v svojem digitalnem delu povsem enako DPLL vezje, ki pa ga ne moremo izpustiti, ker ga rabimo za NRZI/NRZ pretvorbo signala.

SEZNAM MATERIALA:

Polprevodniki

U1	AM7910 (AM7911)
U2	74HC175
U3	74HC163
U4	74HC86
U5	74HC157
U6	LM311
U7	4040
T1	BC327
T2,T5	BC337
T3,T4	BC238
D1,D3,D4,D5,D6,D8	1N4148
D2	ZD5.6
D7	LED

Kondenzatorji

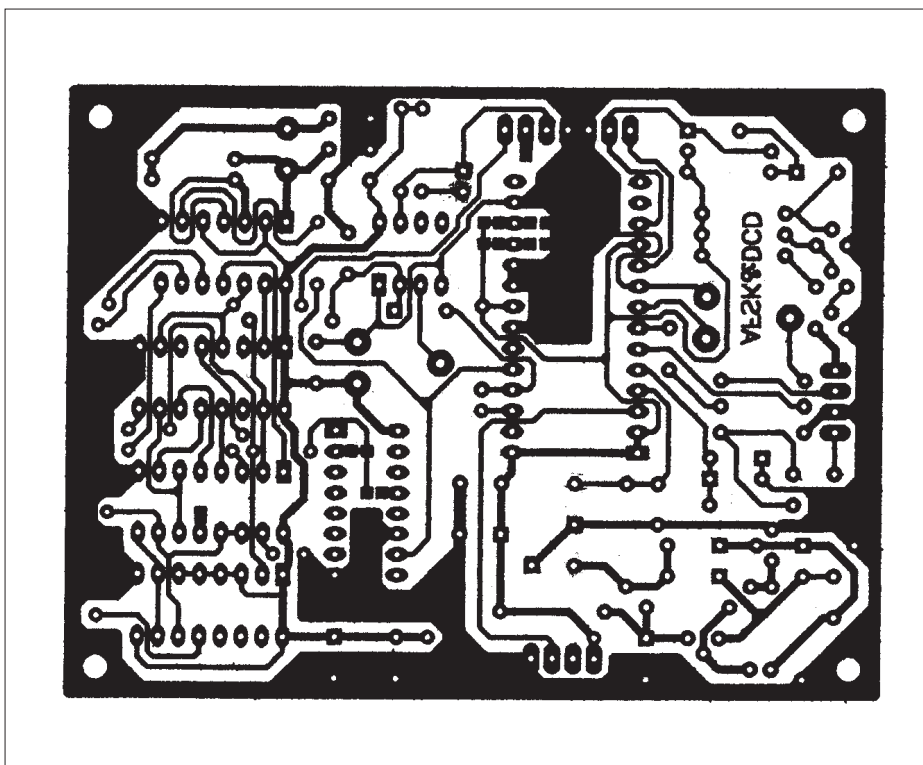
C1,D3,D4,D6,D14	10uF/16V (vertikalni elko)
C2	1n0
C5,C7,C15,C16,C17	100n
C8	2n2
C9,C11	150n (poliester)
C10	10uF/16 vertikalni elko
C12,C13	100p keramici

Upori

R1,518,520	1k0
R2,R16	330E
R3	100k
R4,R1510k	(10mm hor. trimer)
R5	100E (1k0 za AM7911)
R6,R7	10k
R8	5k6
R9	680k
R10	1M2
R11	330k
R12	18k
R13,R19	2k7
R14	180k
R17	470k

Ostalo

L1,L3	100uH
L2	330uH
X1	2.4576 MHz (HC18)



Izboljšani manchester modem

Matjaž Vidmar, S53MV

1. Pomen DCD vezja pri packet radiu

Radioamaterski standard za digitalne packet-radio komunikacije, imenovan tudi protokol AX.25 (amaterska izpeljanka profesionalnega protokola X.25), je načrtovan tako, da mora vsak udeleženec v radijskem prometu stalno poslušati, če je radijski kanal zaseden ali ne in to iz več razlogov: da ne motimo drugih udeležencev v prometu in tudi, da ne motimo sami sebe: če nam sogovornik oddaja zaporedje okvirjev in naš računalnik ne posluša, kdaj je frekvenca zasedena, bo takoj potrdil prvi okvir. Ostanek paketa bo zato nujno uničen, pa tudi naš sogovornik ne bo sprejel naše potrditve, saj nam je v tistem trenutku še oddajal.

Nepravilno delujoče vezje za ugotavljanje zasedenosti kanala zato privede do nepotrebnega ponavljanja tudi pri kvalitetni radijski zvezi in v odsotnosti motenj drugih uporabnikov. Protokol AX.25 ima sicer dve inačici, verzija 1 in verzija 2, in v prvotni inačici 1 opisani slučaj privede celo do podiranja zveze! V novejši, izboljšani inačici 2 se zveza sicer ne podre, zaradi številnih ponavljanj pa se promet upočasnjuje faktor med 5-krat do 20-krat!

Prisotnost radijskega signala lahko ugotavljamo na več načinov. Skoraj vse radijske postaje, ki jih uporabljamo za packet-radio, imajo vgrajeno tudi vezje za skvelč. Slaba stran skvelča večine FM radijskih postaj je v tem, da je občutljiv na kakršenkoli radijski signal, tudi na motnje, in ne samo na packet-radio signale. Pomankljivost večine skvelč vezij je tudi ta, da so za packet-radio prepočasna.

Prisotnost packet-radio signala lahko detektiramo tudi v modemu. Takšno vezje imenujemo DCD (Digital Carrier Detect). Tudi tu imamo na izbiro več možnosti, predvsem glede na vrsto uporabljene modulacije. Nekateri modemi detektirajo enostavno prisotnost kakršnegakoli signala na vhodu, se pravi, da njihov DCD po delovanju ustreza skvelču postaje. Pri večini vrst modulacij lahko nadalje detektiramo razne pomožne tone (FSK) ali nosilce (PSK), ki so vedno prisotni le v packet-radio oddaji in

zato je delovanje takšnega DCD vezja bolj zanesljivo.

Nadalje se da detektirati prisotnost packet-radio signala tudi iz oblike prihajajočih impulzov. Pri packet-radio oddaji prihajajo bitki v pravilnem, enakomernem zaporedju, in na to zaporedje se mora sprejemno vezje sinhronizirati in izluščiti bitni takt. Če do sinhronizacije ne pride, je na vhodu prav gotovo prisoten le šum, in to se da izkoristiti za zanesljiv DCD. Takšen DCD je lahko vgrajen v sam modem, da se pa to narediti tudi kasneje, če modem ne vsebuje bitne sinhronizacije.

Če digitalni packet-radio prenos kodiramo zaradi vnaprejšnjega popravljanja napak pri prenosu, je DCD signal na razpolago tudi v vezju za korekcijo napak, saj ima zeleni signal prav gotovo manj napak kot pa šum ali motnje. Takšnega kodiranja z enkrat pri amaterskem packet-radiu sicer še ne uporabljamo, ga bomo pa prav gotovo uporabljali pri višjih hitrostih prenosa in digitalnih satelitskih zvezah, za povečanje dometa zvez in izločanje vpliva refleksij in drugih popačenj.

Končno se da prisotnost packet-radio oddaje ugotavljati tudi na nivoju okvirjev, saj okvirji vsebujejo na koncu tudi kontrolno vsoto (Cyclic Redundancy Check ali CRC), ki se izkaže za pravilno le pri željenih signalih, ne pa pri šumu. Zaradi velike dolžine okvirjev je tak način ugotavljanja prisotnosti signalov zelo počasen. Kontrolno vsoto se da izračunati šele takrat, ko je okvir v celoti sprejet, zato se ta način običajno ne uporablja.

Načrtovalci tovarniških TNCjev za packet-radio so se vedno izogibali načrtovanju dobrega DCD vezja. Verjetno je bila temu vzrok kopica drugih problemov, ki jih je bilo treba hkrati rešiti, da je izdelek lahko prišel pravočasno na tržišče in pa prepričanje "digitalnih" inženirjev, da se da vse probleme na tem svetu rešiti z enim ali dvema čudežnima chipoma. Vsi tovarniški TNCji, originalni ameriški in zanikrne evropske kopije, imajo običajno zelo slabo načrtovan celoten analogni del: modem, DCD in bitno sinhronizacijo.

Tovarniški TNCji uporabljajo kot modem v najboljšem slučaju te-

lefonski modem chip, AM7910 ali TCM3105. Oba sta sicer dobra modema, dosti boljše od verzij XR2206/XR2211, razpolagata pa le z DCDjem, ki je občutljiv na kakršenkoli signal, tudi na šum. Za telefonski modem je to povsem v redu, pri uporabi z radijsko postajo pa takšen modem enostavno prenese nalogo DCDja na skvelč postaje, ki ga je zato treba pravilno nastaviti. Nastavljanje skvelča je nerodna reč, hkrati pa skvelč s svojimi zakasnitvami reže tudi začetke koristnih signalov in tako upočasnjuje zvezo.

Načrt popravljenega in izboljšanega TNC2 sem že objavil v našem glasilu, v številki 5/90. Glavna izboljšava se nanaša prav na vezje DCDja in bitno sinhronizacijo. Izboljšani TNC2 vsebuje DPLL vezje za bitno sinhronizacijo, isto vezje pa izlušči tudi DCD signal. Takšna rešitev je preprosta in učinkovita zato, ker je neodvisna od vrste uporabljenega modema. V izboljšanem TNC2 se zato odlično obnese kar AM7910, ki je sicer odličen FSK modem za 300 bps in 1200bps, le njegov vgrajeni DCD za nas radioamaterje ni primeren.

V naslednji številki glasila, 1/91, je bil objavljen tudi manchester modem za opisani TNC2, primeren za delo z 2400bps z običajnimi ozkopasovnimi amaterskimi FM postajami ter z višjimi hitrostmi, 19200bps ali 38400 bps, z enostavnimi, doma izdelanimi širokopasovnimi FM postajami. Opisani manchester modem je bil sestavljen iz več TTL integriranih vezij. Ker že sam osnovni digitalni del izboljšanega TNC2 vsebuje učinkovito DCD vezje, sem se v prvotnem manchester modemu odločil privarčevati par integriranih vezij za svoj lastni DCD v modemu.

DCD vezje v modemu je tehnično vsekakor boljše rešitev od DCDja v bitni sinhronizaciji. Pri manchester modulaciji sta obe rešitvi podobni, saj vsebuje tudi manchester modem svoj DPLL. DPLL vezja se prožijo na spremembah nivoja vhodnega signala, pri manchester modulaciji pa je takšnih preskokov nivoja v povprečju trikrat več v moduliranem signalu kot pa v zaporedju demoduliranih bitkov. Zato je DCD v DPLLju manchester modema tudi

trikrat hitrejši od DCDja v DPLLju bitne sinhronizacije. Še več, DCD se mora sprožiti na začetku oddaje, na zaporedju zastavic. Vzorec ene zastavice vsebuje le dva preskoka nivoja, po manchester modulaciji pa kar 14 preskokov, se pravi, da je v tem slučaju DCD v modemu tudi do 7-krat hitrejši od DCDja v bitni sinhronizaciji TNCja!

Delovanje manchester modema z nepredelanimi ozkopasovnimi FM postajami na 2400bps dostikrat moti popačenje manchester signala v nizkofrekvenčnih stopnjah radijske postaje, predvsem pri nekaterih tovarniških postajah. Žal so sodobne tovarniške radijske postaje skoraj vse izdelane v SMD tehnologiji in je zato predelava zelo težka če ne že nemogoča. Iz popačenega signala je težje izluščiti podatke, bitni takt in tudi DCD signal iz bitne sinhronizacije. DCD v samem modemu je na takšno popačenja manj občutljiv.

Končno bo manchester modem z vgrajenim DCD vezjem zanimiv tudi za vse, pri nas sicer redke lastnike tovarniških TNCjev, ki zahtevajo od zunanjega modema tudi DCD signal. Pri načrtovanju novega manchester modema sem hkrati še izkoristil priliko in odpravil nekaj napak prvotnega vezja, kot je bilo divjanje vezja z nekaterimi primerki LS153, in

skušal bolje izkoristiti uporabljena integrirana vezja. Modemov DCD zahteva komaj dve dodatni integrirani vezji, zato vezje novega manchester modema ni bistveno bolj komplicirano od starega modema.

2. Vezje izboljšane manchester modema

Električni načrt izboljšane manchester modema je prikazan na Sliki 1. Tudi novi manchester modem vsebuje DPLL vezje, ki dela s 64-kratnim taktom prenosa podatkov, analogna vezja za prilagoditev signalov na radijsko postajo in preklap sprejem/oddaja izveden z multiplekserjem HC157. DCD zahteva še dodatni pomikalni register, dve EXOR vrati in napetostni komparator.

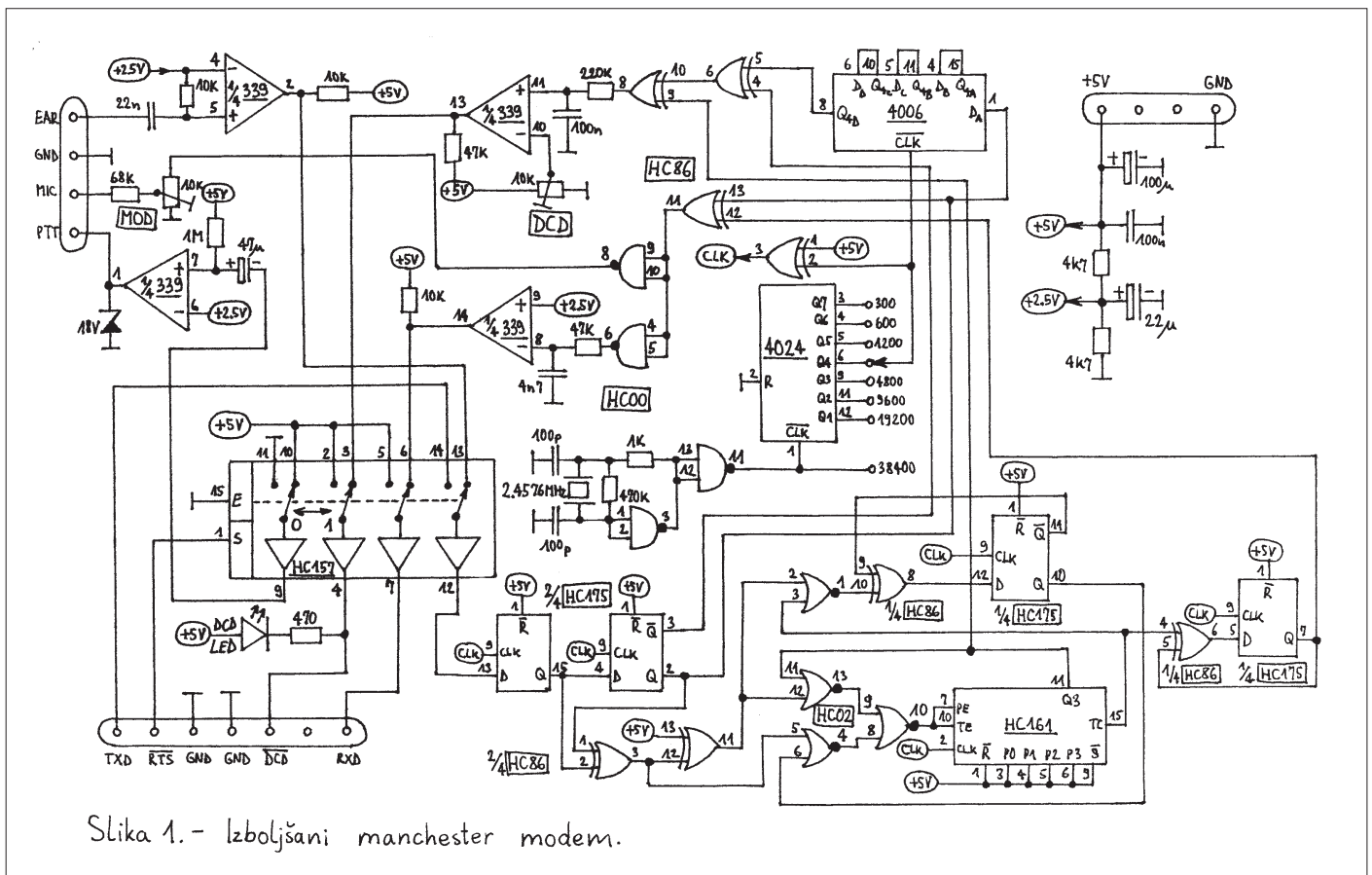
Osnova DPLL vezja je števec, ki deli taktno frekvenco s 64 in se da sinhronizirati na željeni signal. Števec sestavljajo, v vrsten redu deljenja, najprej samostojen flip-flop (1/4 HC175, nožice 10,11,12), ki deli frekvenco z 2, potem štiristopenjski števec HC161, ki deli frekvenco s 16 in končno še en samostojen flip-flop (1/4 HC175, nožice 5,6,7), ki deli z 2. Števec se sinhronizira tako, da se ob vsakem prehodu nivoja vhodnega signala popravi zaporedje štetja: na-

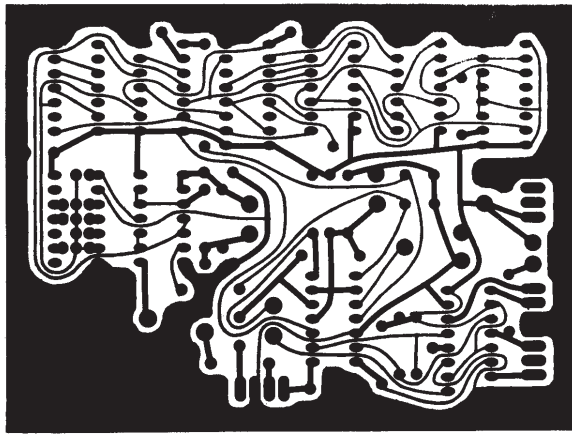
mesto za 1 se vsebina števca poveča za 2 oziroma ostane nespremenjena, pač glede na to, v katero smer jo je treba popraviti.

V prvotnem manchester modemu se je korak števca, 0, 1 ali 2 za vsak takti impulz, določal preko logike z vezjem LS153. Žal so nekateri primerki LS153 proizvajali na izhodu kratke impulze, ki so motili pravilno delovanje DPLLja. V starem manchester modemu je bilo zato včasih treba dodati kondenzator na določeno nožico vezja LS153. V novem vezju sem zato izločil multiplekser LS153 in namesto njega vgradil logiko iz navadnih vrat: HC02 in HC86, tako da se omenjeni motilni impulzi ne morejo več pojaviti.

Vezje za detekcijo prehodov nivoja je narejeno enako kot v starem modemu, se pravi dva D-flip-flopa (2/4 HC175, nožice 13,14,15 in 2,3,4) in EXOR vrata. Generator 64-kratnega takta je podoben, le da je namesto delilca LS393 tu uporabljen 4024. Ker je 4024 CMOS starejše izvedbe, je frekvenca kristalnega oscilatorja samo 2.4576MHz.

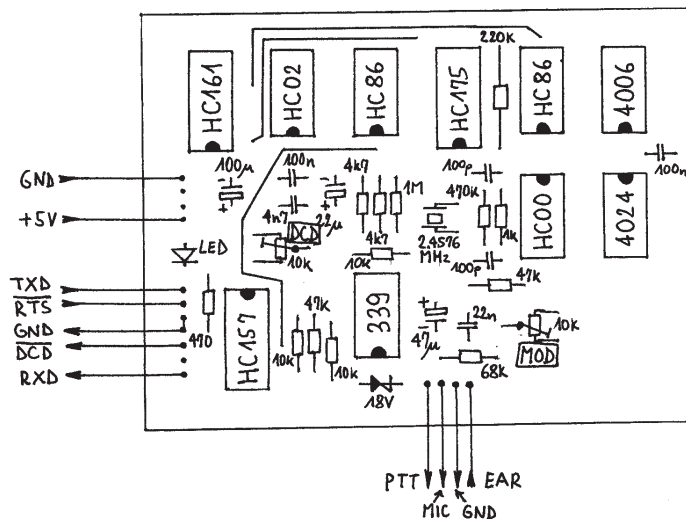
Z izbiro izhoda 4024 izberemo ustrezní takt za modem. Na Sliki 1. je prikazana povezava za 2400bps. Za 38400bps v modemu seveda ni treba vgraditi vezja 4024. Za hitrosti različne od 2400bps je treba seveda





Slika 2.

Tiskanina za izboljšani manchester modem.



Slika 3.- Razporeditev sestavnih delov za izboljšani manchester modem.

spremeniti tudi nekaj časovnih konstant (kondenzatorjev) v modemu! Pri spremembi hitrosti je treba nujno spremeniti vsaj kondenzator za filtriranje sprejetega signala (4.7nF, nožica 8 LM339) in kondenzator za časovno konstanto DCDja (100nF, nožica 11 LM339), po potrebi pa se sestavne dele na analognem vhodu in izhodu.

Večina analognih funkcij je izvedena z vezjem LM339, ki vsebuje štiri ojačevalnike - napetostne komparatorje. Eden od njih (nožice 2,4,5) je uporabljen zato, da ojača vhodni nizkofrekvenčni signal na TTL nivo. Drugi ojačevalnik (nožice 8,9,11)

sledi filtru, ki "očisti" demodulirani signal, enako kot v prvotnem manchester modemu. Nadalje je eden od ojačevalnikov (nožice 1,6,7) uporabljen v "kužapazi" vezju za preklon sprejem/oddaja. Izhod tega ojačevalnika naravnost krmili PTT vhod radijske postaje, saj ima LM339 vse izhode vrste "odprti kolektor". Vsi ostali ojačevalniki zato seveda potrebujejo upore proti +5V, PTT izhod je zaščiten z zener diodo za 18V proti prenapetostim, ki bi lahko prišle iz radijske postaje. En izhod LM339 sicer zdrži tok do 40mA, kar za krmiljenje sodobnih radijskih postaj običajno zadošča, za starejše postaje

s preklonom sprejem/oddaja z releji pa to ne velja! Končno je zadnja četrtnina LM339 uporabljena za primerjavo napetosti v DCD vezju.

DCD vezje je izvedeno nekoliko drugače kot v bitni sinhronizaciji izboljšanega TNC2, čeprav je osnova za delovanje tega vezja ista: ugotoviti je treba, če se je DPLL sinhroniziral na sprejeti signal, oziroma če vhodni signal menja polariteto v pričakovanih trenutkih ali ne. DCD vezje vsebuje 16-bitni pomikalni register (vezje 4006) za zakasnitev signala za eno četrtnino periode enega bita. Vhodni signal se potem množi s svojo zakasnjeno različico v EXOR vratih (HC86 nožice 4,5,6), dobljeni produkt pa se s sinhroniziranim taktom dvojne bitne frekvence (izhod Q3, nožica 11 vezja HC161) v naslednjih EXOR vratih (HC86 nožice 8,9,10).

Ko je na vhodu modema prisoten samo šum, je rezultat vseh opisanih EXOR operacij povsem naključen, povprečna vrednost napetosti na izhodu je zato enaka polovici napajanja, se pravi 2.5V. Ko pa je na vhodu modema prisoten veljaven manchester signal in se je DPLL že ujel, bojo impulzi na izhodu prvih EXOR vrat sovpadali z regeneriranim taktom dvojne frekvence, povprečna napetost na izhodu drugih vrat bo zato nižja. Napetost na izhodu takšnega vezja seveda zavisi od zaporedja prihajajočih bitkov. Za zaporedje samih enic ali samih ničel je v idealnem slučaju povprečna napetost na izhodu DCD detektorja enaka nič, za izmenični vzorec (01010101) enic in ničel pa četrtnini napajalne napetosti (1.25V). V praksi seveda dobimo zaradi šumov in popačenj signala vedno višjo napetost!

Povprečne napetosti dobimo tudi tu z ustreznim RC členom (220 kohm/100nF), temu pa sledi primerjava napetosti z ustreznim ojačevalnikom (1/4 LM339, nožice 10,11,13). Prag DCDja nastavimo z ustreznim trimmerjem, LED dioda na sami ploščici modema pa nam bo olajšala delo.

Tudi izboljšani manchester modem uporablja isti DPLL na sprejemu in na oddaji, zato takšen modem ne more delati v duplexu, DPLL vezje pa je treba tudi ustrezno preklapljati. Vsi potrebni preklopi so izvedeni z integriranim vezjem HC157. HC157 tudi poskrbi, da imata oba izhoda modema, RXD in DCD, točno definirano stanje takrat, ko je modem na oddaji. V obratni smeri, proti radijski postaji, pa novi modem (za

razliko od starega!) tudi na sprejemu še vedno daje sicer neuporaben signal za modulacijo oddajnika.

3. Izdelava in nastavitvev manchester modema

Izboljšani manchester modem je zgrajen na enostranskem tiskanem vezju dimenzij 75mmX100mm, ki je prikazano na Sliki 2. Večje število sestavnih delov žal zahteva večjo tiskanino od svojega predhodnika. Na tiskanini so tudi trije žični mostički, ki pa še ne upravičujejo znatno dražjega dvostranskega tiskane vezja. Razporeditev vseh sestavnih delov, mostičkov in priključkov je sicer prikazana na Sliki 3. Vsi upori so vgrajeni vodoravno, vzporedno s tiskano ploščico.

Vsi kondenzatorji naj imajo standardiziran razmak med nožicami 5mm. Kondenzatorji nad 1nF, ki se uporabljajo v RC členih za časovne konstante, naj ne bojo keramični ampak folijski (poliesterski). Pri razmaku nožic 5mm so vsi elektrolitski kondenzatorji nujno v izvedbi za pokončno vgradnjo.

Tudi kristal za 2.4576MHz je vgrajen pokončno, ohišje HC18 ima razmak med nožicama 5mm. Če uporabljamo kristal za višjo frekvenco (mnogokratnik 2.4576MHz), potem je treba vezje 4024 zamenjati s hitrejšim 74HC4024. Hitrost izbiramo z mostički na tiskanem vezju pod integriranim vezjem 4024. Na filmu za tiskano vezje je že povezan mostiček za 2400bps (s kristalom 2.4576MHz), ki ga je treba za drugačne hitrosti prekiniti ter potem zaliti s kapljo cina ustreznih mostiček. Za 38400bps pa enostavno ne vgradimo vezja 4024 in samo pocinimo ustreznih mostiček.

V izboljšanem manchester modemu so uporabljena (z izjemo LM339) izključno CMOS vezja bodisi stare družine 40xx, bodisi novejša vezja družine 74HCxx. Ker ni več nobene razlike v ceni, se starih vezij družine 74LSxx ne splača več uporabljati. Načrt izboljšane manchester modema zato ni prirejen za 74LSxx vezja! Seveda lahko uporabimo novejša 74ACxx ali 74HC40xx, če jih uspemo najti na tržišču, vendar omenjena hitrejša vezja v modemu niso potrebna.

Izboljšani manchester modem ima enako razporeditev kontaktov na priključkih kot vsi njegovi predhodniki, zato je nekaj kontaktov na priključkih tudi praznih, na primer na priključku

za napajanje. Modem lahko zato takoj preizkusimo na obstoječem ožičenju izboljšane TNC2, pri tem pa moramo seveda še vedno paziti na pravilno orientacijo priključkov.

Če hočemo izkoristiti DCD izboljšane manchester modema, je treba seveda spremeniti ožičenje med modmom in digitalnim delom TNCja. Bolj točno, prekiniti je treba povezavo DCD vhoda SIO vezja z vgrajenim DCD vezjem na ploščici TNCja (izhod LM311) in povezati DCD vhod na ustreznih izhod modema. To seveda storimo na ožičenju TNCja, saj so vsi omenjeni izhodi in vhod na razpolago na vtičnicah, zato ni treba rezati povezav na tiskanini TNCja!

V izboljšanem manchester modemu je treba nastaviti dva trimerja: prag DCD vezja in nivo modulacije. Trimer za prag DCD nastavimo tako, da se DCD LED ustrezno prižiga ob prihodu pravega signala in ugasne pri šumu, motnjah ali drugih signalih. Točna nastavitve tega trimerja zavisi tudi od tega, kako uporabljamo DCD vhod program v samem TNCju. Za večino programov je najprimerneje, da nastavimo DCD trimer tako, da se v odsotnosti signala (šum iz radijske postaje na vhodu modema) DCD LED komaj začne svetlikati, v prisotnosti signala pa gori brez mežikanja. V tem slučaju bo napetost na drsniku trimerja le malo manjša od polovice napajalne napetosti modema (2.5V).

Trimer za nivo modulacije ima povsem enako nalogo kot v prvotnem manchester modemu. Glede na uporabljen radijski postajo je treba včasih tudi zmanjšati vrednost upora 68kohm na izhodu modema. Pri delovanju modema s hitrostjo 2400bps in nepredelanimi ozkopasovnimi FM postajami se običajno izkaže, da se splača nekoliko prekrmiti mikrofonski ojačevalnik v postaji. Na ta način se popačenja impulzov nekoliko zmanjšajo, še posebno, če hkrati zmanjšamo deviacijo postaje s trimermom, ki sledi omejevalniku modulacije v mikrofonskem ojačevalniku radijske postaje.

Manchester modulacija s hitrostjo 2400bps potrebuje širši nizkofrekvenčni pas od FSK 1200bps modulacije, zato je tudi bolj dovzetna za popačenja v nizkofrekvenčnem delu postaje. Pri doma izdelanih FM postajah si lahko privoščimo predelavo, če je to potrebno. Težje je s tovarniškimi postajami, še posebno z miniaturnimi voki-tokiji, ki jih je zelo

težko ali pa nemogoče razdreti. Čeprav so med različnimi modeli in različnimi proizvajalci velike razlike, in celo med različnimi primerki istega modela istega proizvajalca, imajo vsi tovarniški voki-tokiji običajno isti problem: oddaja z manchester modmom še nekako gre, sprejem pa nikakor!

Vzrok za slab sprejem je seveda v nizkofrekvenčnem ojačevalcu v postaji. Proizvajalec je v miniaturizirani voki-toki vgradil tudi zelo majhen zvočnik, ki zelo slabo reproducira nizke tone modulacije. To je skušal popraviti tako, da je nizke tone nalašč pretirano poudaril v nizkofrekvenčnem ojačevalcu. Takšna postaja je običajno neuporabna za manchester modulacijo in celo 1200bps FSK sprejema s težavo in z obilico ponavljanj. V tem pogledu so se najslabše izkazali izdelki proizvajalca ICOM, ki so za packet-radio skoraj vsi neuporabni.

Če sumimo, da je vzrok slabega sprejema packet-radio signalov, s kakršnimkoli modmom, v popačenju nizkofrekvenčnega signala, lahko poskusimo srečo z vstavljanjem različnih RC členov med modem in postajo. Na sprejemu se običajno izkaže koristen visokopropustni RC člen, na oddaji pa je kakšenkrat treba poudariti nizke tone, da tako kompenziramo pretirani preenfazis nekaterih FM radijskih postaj.

Na koncu tega članka sem dolžan še pojasniti: manchester modem ni PSK modem, kot to marsikdo pri nas napačno imenuje! Pri manchester modulaciji mora biti nosilec sinhroniziran s podatki, kar pri PSK ni nujno in običajno tudi ne drži. Se pravi, oddajo manchester modema se v teoriji da sprejemati s PSK modmom, obratno pa ne gre. Iz istega razloga manchester modmov ne moremo uporabljati s SSB radijskimi postajami, saj pri SSB prenosu ni zagotovljena točnost frekvence, kaj šele faze signala. Zato bi z uporabo manchester modmov s SSB postajami le občasno uspeli prenesti kakšen kratek paketek, večino oddanih okvirjev pa ne bi mogli več demodulirati. PSK modem potrebuje drugačen detektor prehoda nivojev za pravilno sinhronizacijo DPLLja, tako da lahko popravi tudi manjša odstopanja v frekvenci in fazi nosilca.

Družine TTL digitalnih integriranih vezij

Matjaž Vidmar, YT3MV

Integrirana vezja najdemo danes skoraj na vsakem načrtu elektronskih naprav in tudi radioamaterska tehnika brez njih ne more več shajati. Čeprav nekatera integrirana vezja opravljajo pomembne naloge tudi v analognih vezjih, vključno s tistimi v naših amaterskih radijskih postajah, je večina integriranih vezij vendarle digitalnih. Digitalna (računska) tehnika je doživela svoj vzpon prav z razvojem integriranih vezij! Razen namenskih integriranih vezij, prirejenih za opravljanje točno predvidene naloge, obstaja predvsem kopica standardiziranih gradnikov, s katerimi je načrtovanje naprav zelo poenostavljeno, se pravi dostopno tudi navadnim smrtnikom in seveda nam radioamaterjem. Najbolj znani gradniki so digitalna integrirana vezja TTL serije, po domače integrirana vezja serije 74xx.

Oznake vrste 74xx najdemo na skoraj vsakem načrtu, toda stvari niso vedno enostavne. Na primer, na načrtu naprave najdemo oznako 74LS123 (to je dvojni monostabilni multivibrator). Bo naprava delovala tudi z vezjem 74123, ki smo ga našli v predalu med staro šaro oziroma z vezjem 74HC123, ki jih imajo v trgovini za vogalom? In če že bo delovala, kakšen vpliv bo imela zamenjava na lastnosti, oziroma bo delovanje take naprave zadosti zanesljivo?

Da bi razumeli razlike med različnimi družinami TTL vezij, se pravi razlike med serijami 74LSxx, 74xx in 74HCxx (ter se mnogimi drugimi) si moramo najprej ogledati zgodovino razvoja digitalnih integriranih vezij.

Zgodba se začne v začetku šestdesetih let s prvo serijo univerzalnih digitalnih gradnikov, poimenovano RTL serija Resistor-Transistor-Logic). RTL vezja so vsebovala komaj nekaj (običajno manj kot 10) tranzistorjev. Napajalna napetost je bila standardizirana na 3V, večina vezij pa je bila vgrajena v okrogla kovinska ohišja z 8 ali pa 10 priključnimi žicami, saj so bila v tem času tiskana vezja novost, ki jo je bilo treba šele dodobra preizkusiti. Električne lastnosti RTL vezij so bile zelo slabe: dopuščale so taktno frekvenco komaj nekaj MHz, se pravi slabše od vezja, sestavljenega iz običajnih elementov

(tranzistorjev, uporov, diod in kondenzatorjev). Če boste na kakšnem starem načrtu zasledili oznake uL914 (dvojna NOR vrata), uL923 (JK flip-flop) in podobne, oziroma našli na kakšni stari računalniški plošči primerke vezij serije uL9xx, jih nikar ne zavržite, saj so danes že pravi zgodovinski pojem, prav kot 6L6, 807, RL12P35, EL84 ali OC72!

RTL vezjem so kmalu sledile nove serije vezij, ki jih je omogočala izboljšana tehnologija izdelave. Par let za RTL vezji se je pojavila DTL serija (Diode-Transistor-Logic), v ohišjih dual-in-line s 14 nožicami razporejenimi v rastru 2.54mm (kot smo integrirana vezja navajeni videti danes), primernimi za vstavljanje v tiskana vezja in napajalno napetostjo standardizirano na 5V. Tudi električne lastnosti DTL vezij so bile boljše, saj so ta vezja dosegla taktno frekvenco 10MHz, en izhod pa je lahko krmilil tudi do 10 vhodov drugih vezij iste serije brez škodljivih posledic za hitrost.

DTL vezja se niso sirše uveljavila samo zato, ker so jim zelo hitro sledila TTL vezja v drugi polovici šestdesetih let. TTL vezja (Transistor-Transistor-Logic) so po notranjem načrtu zelo podobna DTL vezjem, rabijo enako napajalno napetost in delajo z istimi logičnimi nivoji, izboljšano notranje vezje pa jim omogoča delovanje pri taktni frekvenci do 50MHz. Kaj kmalu so TTL vezja postala standard za vso industrijo polprevodnikov, proizvodnjo TTL vezij pa je osvojila večina proizvajalcev polprevodnikov.

TTL serijo univerzalnih gradnikov je krstila tovarna Texas Instruments z oznakami 74xx, kjer so xx dve ali tri številke, čeprav je tudi ta tovarna na začetku uporabljala za TTL vezja druge oznake. Drugi proizvajalci so za TTL vezja (ekvivalenti 74xx serije, pa tudi druga vezja) seveda uporabljali svoje oznake: Fairchild 90xx, 93xx in 96xx, Siemens FLxxxx (in podobno), National Semiconductor 82xx, SGS T1xx, IBM 21xx in podobno. Tako na primer znani 7400 (štiri NAND vrata) nosi tudi oznako 9002, FLH101, T102 ali 2100, bolj komplicirani pomikalni register 74195 pa oznake 9300, FLJ561 ali T151. Štrene je nazadnje zamešal se

sam Texas Instruments, z oznakami serije 84xx in 54xx, ki ustrezajo izvedenkam vezij za delovanje v razširjenem temperaturnem območju (industrijsko -25C do +85C in vojaško -55C do +125C), sicer pa so popolnoma enake seriji 74xx, delovanje katere je zagotovljeno samo v komercialnem temperaturnem območju (0C do +70C).

TTL integrirana vezja zahtevajo napajalno napetost +5V (dovoljena odstopanja so od 4.75V do 5.25V), pri nazivni napetosti napajanja pa nizek logični nivo - ničla ustreza napetosti 0V (maksimalno 0.8V) in visok logični nivo napetosti okoli 3.5V (minimalno 2.4V). En standardni TTL izhod lahko krmili 10 standardnih TTL vhodov, vsak vhod pa lahko vleče največ 1.6mA vhodnega toka.

Standardna TTL integrirana vezja so bila tudi prva integrirana vezja, ki so doživela resnično velikoserijsko proizvodnjo in najširše področje uporabe. Tudi za nas radioamaterje so pomenila pravo revolucijo: digitalni frekvencometer, prej amaterjem skoraj nedostopen merilni instrument, je postal v sedemdesetih letih standardni merilni pripomoček vsakega resnega radioamaterja.

Tehnologija izdelave standardnih TTL integriranih vezij (74xx) je omogočala se nekaj različnih in različnih digitalnih vezij. Običajno se da povečati hitrost delovanja s povečanjem porabe vezja in obratno, porabo se da zmanjšati z zmanjšanjem hitrosti vezja. Poraba standardnih TTL vezij ni ravno majhna: okoli 10mW za vsaka vrata in še dosti več za bolj komplicirana vezja, kar pogojuje predvsem načrtovanje naprav z baterijskim napajanjem. Zato so proizvajalci uvedli še dve varianti standardne TTL 74xx serije: serijo 74Lxx in serijo 74Hxx.

Serija 74Lxx ima 10krat manjšo porabo, je pa tudi 10krat počasnejša od standardne 74xx serije. Integrirana vezja 74Lxx so sicer kompatibilna s 74xx, toda en izhod 74Lxx lahko krmili največ en vhod standardnega 74xx, saj so v 74Lxx seriji vse vrednosti tokov 10krat manjše! Obratni primer je serija 74Hxx: ta doseže malo večjo hitrost delovanja (70MHz) ob znatnem povečanju porabe (22mW za vsaka vrata).

Hkrati s TTL vezji sta se pojavili še dve družini logičnih vezij: HTL in ECL. HTL serija (High-Threshold-Logic) je bila namenjena predvsem industrijskemu okolju z visokim nivojem motenj, ki niso dovoljevala uporabe TTL serije. HTL serija dela z napajalno napetostjo 15V, notranja shema in električne lastnosti pa so podobne DTL seriji.

ECL vezja (Emitter-Coupled-Logic) so bila od vsega začetka namenjena delovanju pri največjih hitrostih. Prva ECL vezja so delovala pri taktih frekvencah do 200MHz, današnja ECL vezja pa dosežejo tudi 4GHz!. ECL vezja se delijo v več različnih družin (najbolj znane so 10xxx in 100xxx), rabijo napajalno napetost -5.2V (pozitivni pol napajanja je ozemljen), logični nivoji pa niso kompatibilni z nobeno drugo družino digitalnih vezij in niti med različnimi ECL družinami! Za radioamaterje ECL vezja so in bojo ostala eksotika razen nekaj namenskih vezij, kot so hitri preddelilci za frekvenčmetre in UHF PLL frekvenčne sintetizatorje.

V začetku sedemdesetih let je tovarna RCA uvedla CMOS integrirana vezja serije 40xx. Čeprav tedaj nova CMOS tehnologija ni omogočala taktne frekvence večje od 5MHz, pa je zanemarljivo majhna poraba CMOS vezij resno ogrozila dotedanji uspeh TTL serije na vseh tistih področjih, kjer je majhna poraba važnejša od hitrosti delovanja. CMOS vezja serije 40xx pa so imela se druge prednosti pred TTL vezji: delovanje v izredno širokem temperaturnem območju in izredno širokem območju napajalne napetosti: od 3V do 15V!

40xx vezja so dosegla na tržišču velik uspeh in praktično izrinila serijo 74Lxx, HTL vezja in verjetno se kakšno drugo družino. Povezava 40xx vezij s standardnimi TTL vezji ni prav enostavna, tudi v slučaju napajanja 40xx in TTL vezij z isto napetostjo (5V). TTL vezja potrebujejo na izhodih dodatne upore (proti +5V), da lahko pravilno krmilijo CMOS vezja, v obratni smeri pa je treba vzporedno vezati več 40xx izhodov za krmiljenje enega samega standardnega TTL (74xx) vhoda, ker so izhodni tokovi 40xx vezij zelo majhni.

Tudi serijo 40xx je privzela večina proizvajalcev polprevodnikov. Žal 40xx serija ne nudi istih logičnih funkcij kot 74xx serija (razen nekaj redkih izjem), zato direktna zamenjava TTL vezij s CMOS vezji ni bila možna. Tovarna National Semi-

conductor je sicer izdelala 74Cxx serijo z isto tehnologijo kot 40xx ter 74xx logičnimi funkcijami, toda iz neznanih razlogov se serija 74Cxx ni obnesla in je kmalu izginila s tržišča. Z isto tehnologijo kot za 40xx serijo se je končno dalo izdelati tudi ročno (zapestno) digitalno uro.

V drugi polovici sedemdesetih let je boljša tehnologija že omogočala izdelavo izboljšane 40xxB serije CMOS vezij, ki lahko delajo z dvakrat večjo taktno frekvenco (okoli 10MHz, pri CMOS vezjih je največja taktna frekvenca premosorazmerna z napajalno napetostjo), izhodi pa zmorejo znatno večje tokove glede na staro 40xx serijo, po novem preimenovano v 40xxA serijo. Žal vsa 40xxB vezja niso pravi ekvivalenti 40xxA vezij, razlike so predvsem pri enostavnih funkcijah (vrata) in pri nekaterih bolj kompliciranih vezjih (4028 in 4029). Zato nekateri proizvajalci ponujajo še 40xxUB serijo, ki naj bi bila točen ekvivalent stare 40xxA serije, toda izdelana z novejšo tehnologijo.

Seveda pa tudi razvijalci TTL vezij niso medtem stali križem rok: v drugi polovici sedemdesetih let so ponudili dve novi TTL seriji, z znatno boljšimi električnimi lastnostmi, kar so dosegli z uporabo schottky diod. Z dodatkom schottky diod so iz 74Hxx serije razvili 74Sxx vezja, ki ob sicer veliki porabi (19mW/vrata) omogoča res visoke taktne frekvence (120MHz).

Danes pa je prav gotovo najbolj poznana in uporabljana 74LSxx serija, ki omogoča približno isto hitrost delovanja kot stara 74xx (standard TTL) serija (okoli 50MHz) ob petkrat manjši energije (2mW/vrata). Brez 74LSxx vezij si danes skoraj ne moremo zamisliti mikroračunalnika, pa tudi marsikatero druge naprave ne. Kljub razvoju kompliciranih mikroračunalniških sestavnih delov le ti se vedno potrebujejo marsikatero 74LSxx vezje za povezavo v celotni napravi. Zato so za 74LSxx serijo Američani takoj iznašli novo ime: "glue (lepilo)", saj brez lepila se tako vsemogočnih mikroprocesorskih kock ne moremo sestaviti skupaj...

V osemdesetih letih je sel razvoj v dve smeri, v izboljšavo obsotoječih TTL tehnologij in v razvoj novih CMOS tehnologij. Izboljšana TTL schottky vezja omogočajo večje hitrosti ob manjši porabi. Tako je 74ALSxx družina naslednik 74LSxx družine. Iz 74Sxx družine pa so razvili 74Fxx in 74ASxx vezja, ki ob porabi manjši od standardnih 74xx TTL lahko delajo pri taktih fre-

kvencah do 140MHz.

Razvoj novih, hitrejših CMOS vezij pa so omogočili MOS tranzistorji s krmilno elektrodo (gate) iz polikristalnega silicija (namesto aluminija kot v 40xx serijah). V tej novi tehnologiji so izdelana 74HCxx vezja. MOS tranzistorji s krmilno elektrodo iz polikristalnega silicija delajo pri nižjih napetostih, zato je delovanje 74HCxx vezij zagotovljeno v razponu napetosti od 2V do 6V. Pri 5V se 74HCxx vezja po hitrosti lahko primerjajo z 74LSxx vezji (takt okoli 50MHz) ob hkrati skoraj zanemarljivi porabi energije CMOS vezij.

Pri 74HCxx družini so se proizvajalci končno odločili, da bojo proizvajali večino logičnih funkcij prejšnjih družin: oznake 74HCxx tako ustrezajo funkcijam TTL 74xx serije, oznake 74HC40xx pa funkcijam CMOS 40xx serije. 74HCxx vezja zmorejo tudi precej večje izhodne tokove, zato brez težav krmilijo ostale TTL družine. V obratni smeri pa so se vedno potrebni upori (proti +5V), saj 74HCxx vezja zahtevajo CMOS logične nivoje (0V ali pa polna napajalna napetost) za pravilno delovanje. Uporaba 74HCxx in 74LSxx vezij v isti napravi zato ne gre brez težav.

Da bi omilili težave pri uporabi CMOS in 74LSxx vezij v isti napravi, so si proizvajalci omislili 74HCTxx vezja. Družina 74HCTxx uporablja isto tehnologijo in je zelo podobna družini 74HCxx, le da so vhodi prirejeni tako, da se pravilno odzivajo na TTL in na CMOS vhodne nivoje. 74HCTxx vezja se zato brez težav in brez dodatnih elementov spajajo s 74LSxx in 74HCxx vezji v obeh smereh. Žal ima vsaka stvar svojo ceno: univerzalna vhodna stopnja poslabša delovanje vezja, zato so 74HCTxx vezja za okoli 10% počasnejša od enakih 74HCxx vezij, delovanje 74HCTxx vezij pa je zagotovljeno samo v napetostnem območju od 4.5V do 5.5V.

Čeprav pomenijo že 74HCxx vezja veliko olajšanje za marsikatero načrtovalca elektronskih naprav, pa so šli proizvajalci še dlje. Nove CMOS tehnologije so v drugi polovici osemdesetih let omogočile izdelavo še hitrejših CMOS vezij. Najnovejša družina CMOS vezij nosi oznake 74ACxx in je namenjena zamenjavi 74Fxx in 74ASxx vezij, sicer pa so njene lastnosti podobne 74HCxx družini. Družina 74ACxx dela s CMOS logičnimi nivoji (in ima tudi majhno porabo), zato so se tudi

proizvajalci odločili še za 74ACTxx družino, ki omogoča enostavno spajanje v obeh smereh z 74Fxx, 74ASxx in 74ACxx, seveda na račun malo slabših lastnosti od 74ACxx družine.

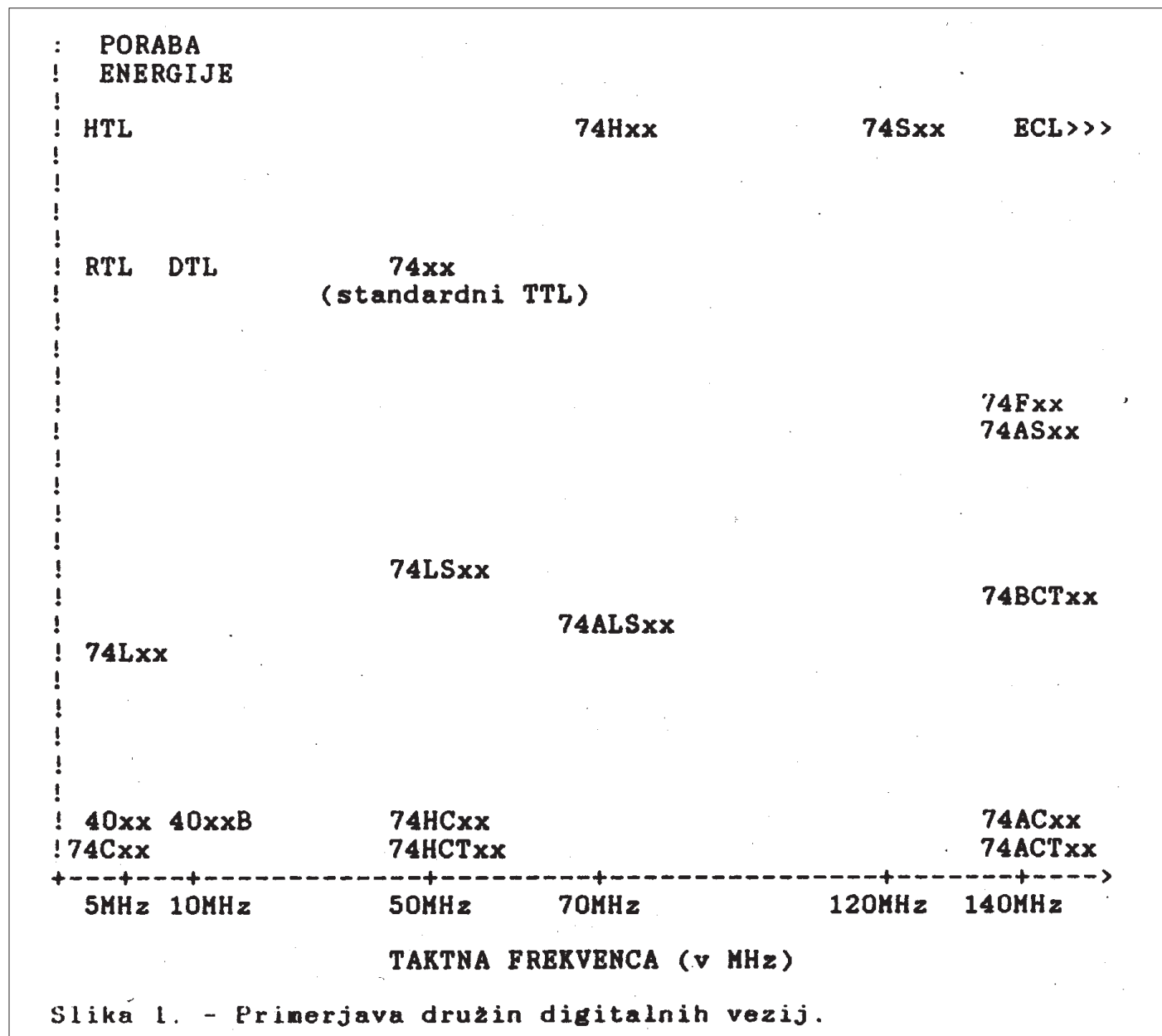
In kaj nam obeta razvoj tehnike v bližnji bodočnosti? Digitalna vezja družin 74Fxx, 74ASxx in 74ACxx so že tako hitra, da nadaljnje izboljšanje električnih lastnosti motijo že parazitne induktivnosti in kapacitivnosti dual-in-line ohišij, v katera so vezja vgrajena. Zato so nekateri proizvajalci že ponudili tako imenovano "alternate pinout logic" z oznakami 74AC1xxx s spremenjenim razporedom nožic, a istimi logičnimi funkcijami kot 74ACxx serija. Za kaj pravzaprav gre? 74xx serija integriranih vezij ima, razen nekaj redkih izjem, priključke za napajanje vedno v nasprotnih vogalih ohišja, se pravi nožice 7 in 14, 8 in 16 in podobno.

Takšna razporeditev je sicer ugodna pri risanju enostranskih tiskanih vezij, hkrati pa pomeni največjo možno parazitno induktivnost prav v napajalnih vodih, po katerih tečejo največji tokovi. "Alternate pinout logic" 74AC1xxx serija ima napajalne priključke zato sredi ohišja, in to običajno po dve nožici za vsak pol napajanja, tako da se parazitna induktivnost dodatno zmanjša. Manjšo parazitno induktivnost se da seveda izkoristiti samo v slučaju, če je integrirano vezje montirano na štiri ali več slojno tiskano ploščico!

Proizvajalci preizkušajo tudi kombinirane tehnologije, na primer 74BCTxx serija, ki združuje prednosti bipolarnih in CMOS vezij, po hitrosti pa ustreza 74Fxx ali 74ACxx. Raziskovalci so tudi ugotovili, da do sedaj standardna napetost napajanja za vse mikroračunalniške elemente, +5V, negativni pol ozemljen, ni naj-

bolj ugodna za delovanje kompliciranih vezij pri še višjih hitrostih. Trenutna vrhunska tehnologija bi delovala boljše pri nižjih napajalnih napetostih, okoli 3V. Čeprav 74HCxx in 74ACxx vezja lahko delajo v razponu napetosti od 2V do 6V, pa bi bilo treba prilagoditi nižji napajalni napetosti kopico bolj kompliciranih integriranih vezij, od mikroprocesorjev do spominskih enot, zato so razgovori o novi standardni napajalni napetosti zaenkrat še na mrtvi točki...

In kako naj se v vsej tej zmešnjavi oznak nazadnje ravnamo mi radioamaterji, pri sestavljanju in popravilih naših naprav? Če je načrtovalec segel po vezjih 74Fxx, potem je prav gotovo potreboval res hitro vezje, ki ga ne moremo zamenjati s počasnejšimi 74LSxx na primer. Na srečo je takih vezij malo, večina amaterskih naprav uporablja standardno 74xx serijo, poleg nje pa



se 40xx in 74LSxx družini. Vse te družine v zadnjem času vedno bolj izpodriva 74HCxx (74HCTxx) serija.

Stara 74xx vezja običajno smemo zamenjati z 74LSxx vezji, pri tem pa moramo upoštevati predvsem to, da 74LSxx vezja delajo z manjšimi tokovi, zato tudi 74LSxx izhodne stopnje ne zmorejo krmiliti tako velikih bremen kot 74xx vezja. 74LSxx vezja lahko zamenjamo s 74HCxx vezji, če bomo v napravi zamenjali vsa vezja s CMOS izvedenkami. Če pa bomo uporabljali mešano 74LSxx in 74HCxx vezja, bo treba seči po dodatnih uporih oziroma po 74HCTxx seriji vezij. 74HCTxx vezja so potrebna tudi v zvezi z nekaterimi mikroračunalniškimi sestavnimi deli, ki kljub MOS tehnologiji izdelave na svojih izhodih ne zmorejo CMOS logičnih nivojev.

Bolj previdni moramo biti pri zamenjavi vezij, ki opravljajo še kakšno analogno funkcijo, na primer monostabilni multivibratorji. 74123, 74LS123 in 74HC123 imajo sicer isti razpored nožic in zahtevajo iste zunanje elemente (po en RC spoj za vsak monostabilni), dopustne vred-

nosti R in C za 74123, 74LS123 in 74HC123 pa se precej razlikujejo, kot tudi polariteta kondenzatorja (še ta mora biti elektrolitski)!

Še najbolj previdni pa moramo biti takrat, ko je načrtovalec uporabil digitalno vezje za kakšno analogno funkcijo. Na primer, kristalni oscilator lahko naredimo s skoraj vsemi logičnimi družinami (74xx in 40xx), toda vrednosti elementov in tudi načrt samega oscilatorja so precej različni za različne družine vezij. Kristalni oscilator potrebuje na primer dva inverterja 74LSxx družine, za isto nalogo pa zadošča en sam inverter 74HCxx družine v precej drugačnem vezju! V teh vezjih povzroča težave tudi zamenjava 40xx (ali 40xxA) družine z novejšo 40xxB družino.

Zamenjave so najbolj težavne v slučaju, ko načrtovalec vezja ni bil "pošten" in je logična vezja uporabljal tudi na "nedovoljene" načine. Taka vezja povzročajo težave celo z nazivnimi sestavnimi deli! Žal spada v to skupino velika večina elektronskih tasterjev, z in brez spomina, objavljenih po radioamaterskih časopisih.

Kmalu po pojavu prvih CMOS vezij so proizvajalci in uporabniki, predvsem pa trgovci zagnali strašen krik in vik glede občutljivosti teh vezij na statično elektriko. Tako vam danes trgovci ponujajo celo navadne upore zavite v čokoladni papir! Prva CMOS vezja so se res dosti kvarila, pa ne zaradi statike, pač pa zaradi nedovršeni tehnologije in predvsem zaradi neznanja načrtovalcev, ki takih vezij niso pravilno uporabljali v svojih napravah.

Vsa logična vezja, tudi CMOS vezja 40xx in 74HCxx, proizvajalci preizkusijo tako, da na njih izpraznijo kondenzator 100pF, ki so ga prej naelektrili na 2kV napetosti! Energija, ki se sprosti ob izpraznitvi tega kondenzatorja na preizkusnem vzorcu vezja je enaka tisti, kot če bi se s prstom dotaknili visokonapetostnega voda na katodno cev v televizorju. CMOS integrirana vezja so zato bistveno manj občutljiva na visoko napetost od ljudi, zato so čokoladni papir, ozemljitvene zapestnice in podobna "antistatična" navlaka pri delu s temi vezji popolnoma odveč!

1Mbyte CMOS RAM plošča

Matjaž Vidmar, YT3MV

Vsa programska oprema DSP računalnika je zasnovana na uporabi CMOS pomnilnikov, ki ohranijo svojo vsebino s pomočjo male NiCd baterije tudi pri izključenem računalniku. Vsi komercialni računalniki uporabljajo v ta namen različne mehanske-magnetne pomnilnike (diske), ki so sicer nekoliko cenejši od elektronskega pomnilnika, so pa tudi dosti počasnejši in močno omejujejo hitrost delovanja računalnika.

Pri izbiri vrste in razsežnosti pomnilnika je treba seveda upoštevati razpoložljivost in ceno pomnilniških sestavnih delov. DSP računalnik je bil zasnovan na 256 kbitnih CMOS pomnilnikih 43256 (ali 62256). Ti pomnilniki imajo obliko integriranega vezja z 28 priključki in so v notranjosti organizirani kot 32768 bajtov, vsak po 8 bitov. Ko sem začel z razvojem DSP računalnika pred petimi leti se je cena teh pomnilnikov sukala okoli 17 DEM, potem poskočila vse do 65 DEM in danes pristala na okoli 7 DEM. Za DSP računalnik zato danes predstavlja omejitev predvsem vodilo, ki zaradi

parazitnih kapacitivnosti ne more sprejeti več kot 4 RAM plošče, torej skupno 32 chipov 43256 oziroma 1Mbyte naslovnega prostora.

Ker lahko mikroročunalnik MC68010 naravnost naslavlja 16 Mbyte, bi bila razširitev spomina zelo zanimiva predvsem za programe sprejem slikic, ki porabijo res dosti spominskega prostora. Žal je bilo treba na še večje CMOS pomnilnike čakati kar nekaj let. Še pred dvema letoma so za štirikrat večji pomnilnik (1Mbit) zahtevali kar 700 DEM, danes pa je cena teh CMOS pomnilnikov padla na okoli 30 DEM. Statični 1Mbitni CMOS pomnilnik res ni prav enostavna reč, saj mora tako vezje vsebovati okoli 7 milijonov tranzistorjev. Danes proizvaja take pomnilnike že kar nekaj tovarn z daljnega vzhoda:

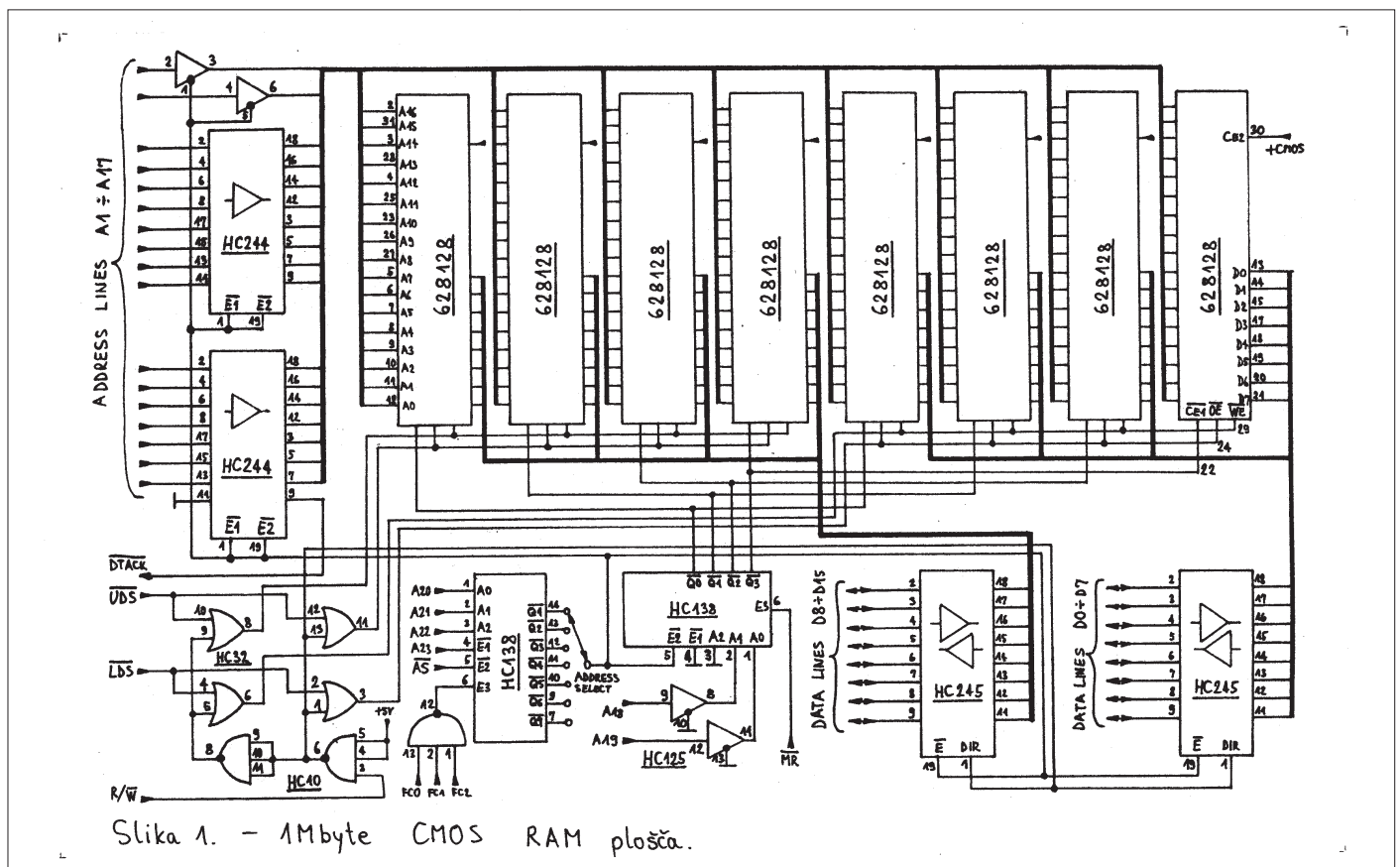
Proizvajalec:	Izdelek:
Sony	CXK581000P
Asahi Kasei	AKM628128LP
Hitachi	HM628128LP
Mitsubishi	M5M51008P
NEC	uPD431000CZ

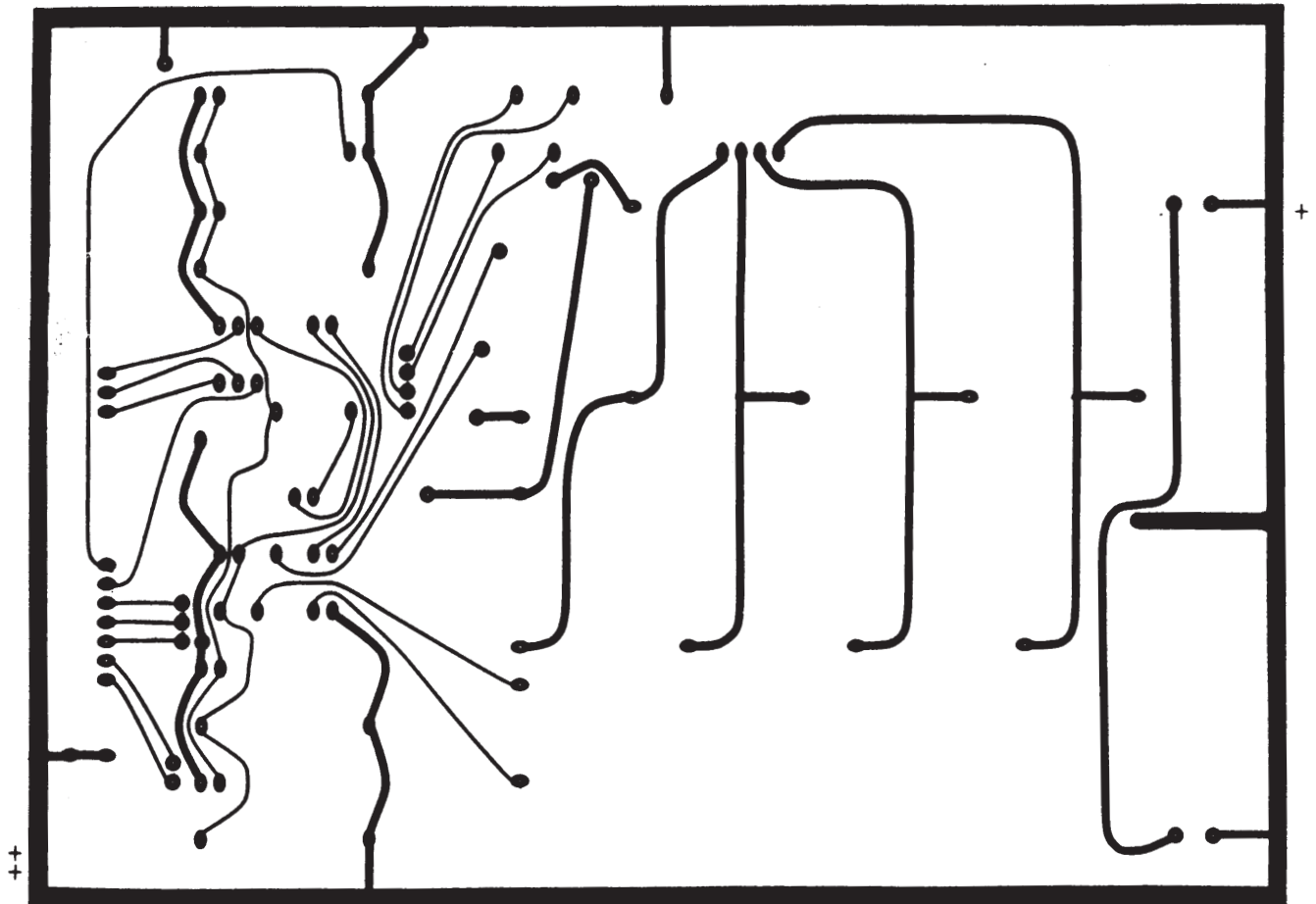
Vsi ti pomnilniki so na razpolago v

32-pinskem dual-in-line ohišju (s standardnim razmakom med nožicami 2.54mm) in v raznih, še manjših SMD ohišjih. V primerjavi z 256kbit (32kbyte, 28 nožic) pomnilniki imajo nova integrirana vezja dva dodatna naslovna vhoda in še dodaten chip-select vhod. Ohišje z 32 nožicami ima še pristo nožico, verjetno zaradi kompatibilnosti z bodočimi 4Mbitnimi pomnilniki. Vse dual-in-line izvedenke imajo enak razpored nožic in jih lahko med sabo zamenjamo.

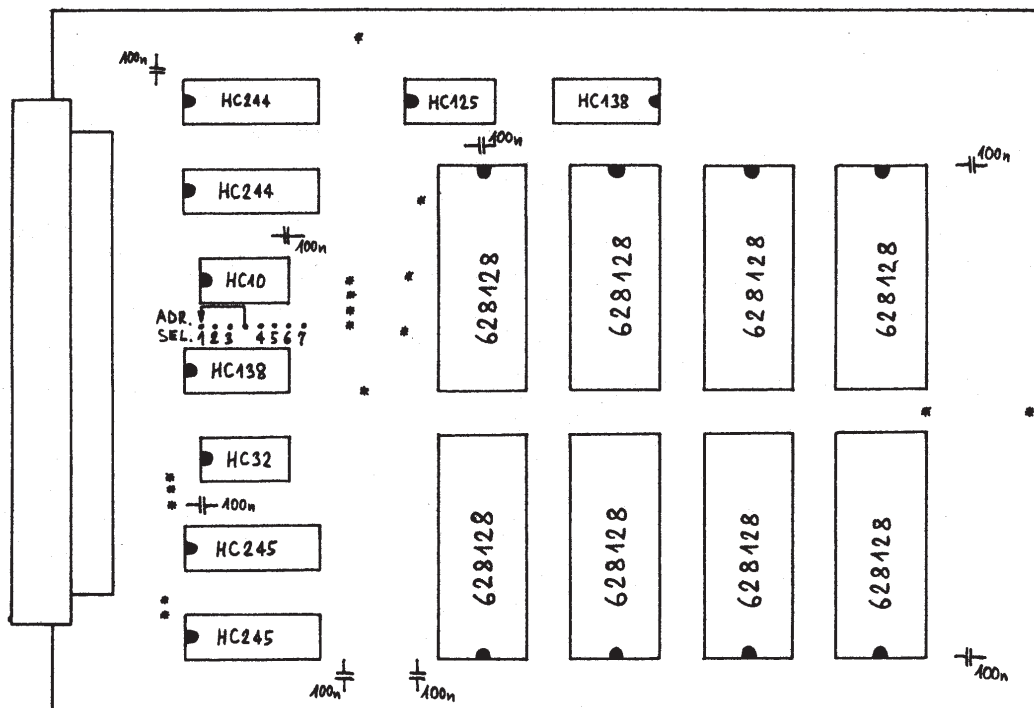
Čeprav je ploščica s pomnilniki med najenostavnejšimi v DSP računalniku, je bilo treba za nove pomnilnike izdelati novo ploščico, predvsem zaradi novega ohišja z 32 priključki. Električni načrt nove 1Mbyte CMOS RAM plošče je prikazan na Sliki 1. in je zelo podoben stari 256kbyte plošči. Nova 1Mbyte plošča vsebuje 8 1Mbitnih pomnilnikov, ojačevalce za naslovno in podatkovno vodilo in dekoder naslovov.

Nova spominska plošča ima iste razsežnosti kot vse ostale plošče DSP računalnika (120X170mm). Gornja

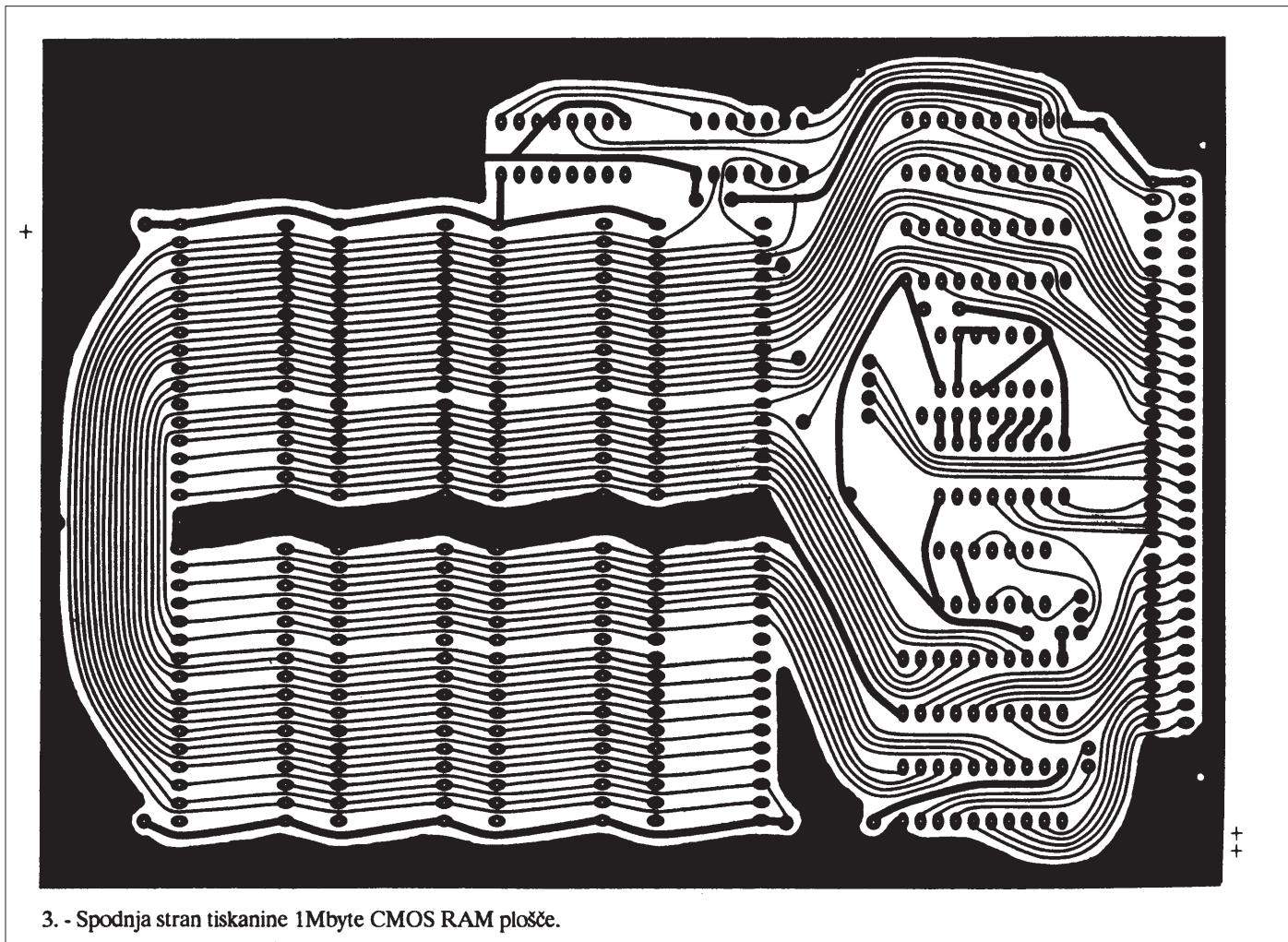




2. - Gornja stran tiskanine 1Mbyte CMOS RAM plošče.



Slika 4. - Razporeditev sestavnih delov 1Mbyte CMOS RAM plošče.



3. - Spodnja stran tiskanine 1Mbyte CMOS RAM plošče.

stran tiskanine je prikazana na Sliki 2., spodnja stran tiskanine pa na Sliki 3. Razporeditev sestavnih delov je prikazana na Sliki 4. Čeprav je vsa kontrolna logika zelo podobna stari 256kbyte RAM plošči (samo en '138 je zamenjan z '125), pa je nova logika načrtovana za izključno CMOS 74 vezja (74HCxxx, 74HCTxxx ali 74ACxxx). Uporaba 74LSxxx ni dovoljena.

Večina novih 1Mbitnih CMOS RAM pomnilnikov ima zagotovljen čas dostopa 100ns, kar zadošča tudi pri CPU takti frekvenci 12MHz, pri taktu 10MHz pa zadoščajo že 120ns pomnilniki. V prototipih smo do sedaj uspešno preizkusili pomnilnike proizvajalcev Asahi Kasei in Hitachi.

Dokončano 1Mbyte RAM ploščo preizkusimo natančno tako kot 256 kbyte ploščo. najprej poskusimo pisati na nekaj naslovov s pomočjo ukaza "W". Potem nastavimo spominsko področje operacijskega sistema z ukazom "N" in poskusimo naložiti nekaj zapisov z diskete in pognati kakšen program.

Ker je dolžina vodila in število Eurocard vtičnic ena od omejitev DSP računalnika, lahko vstavimo

največ štiri 1Mbyte RAM plošče. Z uporabo novih RAM plošč lahko zato povečamo spomin na največ 4Mbyte oziroma ustrezno manj, če zraven novih 1Mbyte plošč uporabljamo tudi stare 256kbyte plošče.

Naslovno področje nove 1Mbyte spominske plošče programiramo z enim samim mostičkom vstavljenim v vrsto osmih kontaktov. Položaj mostička izbiramo po naslednji tabeli (kontakte štejemo s strani 64-polne Eurocard vtičnice):

pin #	nas. področje	pov. v vezju na plošči
pin 1	100000H-1FFFFFFH	HC138/Q1 pin 14
Pin 2	200000H-2FFFFFFH	HC138/Q2 pin 13
pin 3	300000H-3FFFFFFH	HC138/Q3 pin 12
pin 4	skupni pin (povratek)	HC244/E
		pini 1 & 19 in drugo
pin 5	400000H-4FFFFFFH	HC138/Q4 pin 11
pin 6	500000H-5FFFFFFH	HC138/Q5 pin 10
pin 7	600000H-6FFFFFFH	HC138/Q6 pin 9
pin 8	700000H-7FFFFFFH	HC138/Q7 pin 7

Mostiček vstavimo med pin 4 in enega od drugih pinov (1 do 3 ali 5 do 8).

Naslovno področje nove RAM

plošče moramo seveda izbrati tako, da bo skupaj z ostalimi RAM ploščami predstavljala zvezno naslovno področje, saj lahko le tako operacijski sistem DSP računalnika popolnoma izkoristi vse RAM plošče. Če na novi RAM plošči zaenkrat še ne vgradimo vseh 8 spominskih chipov, potem vgradimo (v parih) tiste na najvišjih naslovih, ploščo pa programiramo za najnižji naslov.

Packet-radio vozlišče SuperVozelj (1)

Matjaž Vidmar, S53MV

1. Uvod

Vsi, ki se tako ali drugače igramo s packet-radiom, se vedno jezimo nad njegovo počasnostjo. Tudi če bi izdelali še tako hitro radijsko postajo in ustrezen računalnik za njeno krmiljenje, bi se je kaj kmalu naveličali in spet začeli godrnjati. No, nekaj je treba vendarle početi, saj nas je na packet-radiu vsak dan več in med sabo si izmenjujemo vedno daljša sporočila.

V Sloveniji smo storili velik korak naprej pred petimi leti, ko smo začeli uvajati v omrežje povezave med posameznimi pretvorniki - vozlišči s hitrostjo 38400bps na 23cm amaterskem frekvenčnem področju. Uporabniki so sicer ostali na 1200bps ali 2400bps, toda veliko število dostopov v omrežje je še vedno omogočalo dokaj hitre zveze. Naše packet-radio omrežje je bilo takrat eno najhitrejših radioamaterskih omrežij na svetu!

Danes je packet-radio omrežje pri nas popolnoma nasičeno. Zelo redko so temu vzrok nepravilno delujoče radijske postaje ali druga oprema packet-radio pretvornikov po hribih. Glavni vzrok je zastarela računalniška oprema in se slabša programska oprema packet-radio vozlišč. Vozliščni računalniki so pri nas povsod sestavljeni iz zastarelih TNC2, izdelanih z družino mikroročunalnikov Z80, to je v tehnologiji integriranih vezij izpred 10 do 15 let!

Že 38400bps je za zastareli TNC2 zgornja meja in zahteva izbrana integrirana vezja za višje taktne frekvence. Še slabše je s programsko opremo: originalnemu amerškemu programu za vozlišča NETROM je sledila nemška kopija TheNet. Nove verzije TheNeta so nam sicer prinesle obilico novih, koristnih ukazov in funkcij na vozliščih, a žal tudi obilico hroščev (napak v programih). Glavna žrtev razvoja programske opreme je bila predvsem hitrost delovanja omrežja: obilica ukazov in funkcij upočasnjuje že tako počasen mikroprocesor Z80CPU, kar se pozna že pri 1200bps, kaj šele pri 38400bps!

Vsa ta leta smo zato nestrpnost pričakovali rešitev z one strani velike luže, saj smo dobro vedeli, da TNC2 s še tako izpopolnjeno programsko opremo ne bo nikoli kos našim bodočim

zahtevam. Odrešilni računalnik z one strani velike luže vse do danes še ni prišel in tudi za v bodoče ga zaenkrat še ni videti od nikjer! Uspešnici TNC2 so sledili bolj ali manj ponesrečeni projekti, od katerih se nobeden ne more primerjati z uspešnostjo TNC2 in programa NETROM. Od vseh ostali poskusov velja omeniti edino nemški FLEXNET, ki pa je še vedno zasnovan na 8-bitnem mikroprocesorju izpred 10 let (MC6809).

Industrija polprevodnikov sicer danes nudi zelo zmogljive mikroročunalnike in druga vezja, potrebna za izdelavo hitrih packet-radio vozlišč. Tudi cene teh sestavnih delov se iz dneva v dan nižajo: na novo načrtovan vozliščni računalnik bi bil prav gotovo ne samo zmogljivejši, ampak tudi cenejši od skupine zastarelih TNC2. Najbolj zanimiv sestavni del je danes MC68302, ki vsebuje zmogljiv 68000 mikroprocesor in tri hitre zaporedne vmesnike, ki vključujejo tudi DMA vezje. Z vezjem MC68302 se danes po svetu razvija kar nekaj različnih vozliščnih računalnikov za amaterski packet-radio, programska in druga oprema teh računalnikov pa je še vedno neznanca.

Žal programska oprema in razvoj ustreznih radijskih postaj kasnijo. Pri programski opremi se žal večina programerjev trudi, da bi s krpanjem zastarelih programov še kaj zaslužili, namesto, da bi se lotili pisanja povsem novih programov. Radijskih postaj pa na drugi strani velike luže ne znajo več narediti, jih le pridno kupujejo, in proizvajalci z daljnega vzhoda so se natančno prilagodili temu velikemu tržišču tehnično nepismenih kupcev. Zato naše sanje o hitrih PR zvezah izgledajo iz dneva v dan bolj oddaljene, vedno bolj utopija, kot pa resničnost...

Ker sem tudi sam vrožil veliko truda v izgradnjo in vzdrževanje našega packet-radio omrežja, seveda nisem mogel preboleti čedalje slabšega delovanja omrežja in se hujšega občutka nemoči, da bi v neštetokrat krpanem programu TheNet karkoli lahko popravil oziroma izvlekel kaj več iz nesrečnih TNC2. Kljub naspotujočim nasvetom prijateljev sem se spomladi 1992 dokončno odločil, da naredim svoj vozliščni računalnik

z lastno programsko opremo, in naj me to stane karkoli, bo se vedno manj duhamorno od neskončnega popravljanja parametrov nikoli pravilno delujočih TheNet vozlišč.

Svojemu načrtu sem dal ime SuperVozelj. SuperVozelj vključuje razvoj in izdelavo radijskih postaj, vozliščnih računalnikov in ustrezne programske opreme za čim hitrejše amatersko packet-radio omrežje. Končni cilj je omrežje s povezavami z vsaj 1Mbps med vozlišči in dostopom za uporabnike vsaj 38400bps. V vozliščnih računalnikih sem se odločil za mikroročunalnike iz družine Motorola 680xx. Glede na naloge vozliščnega računalnika je smiselno napisati programsko opremo kar v zbirniku 68k, ki po zmogljivosti skoraj ne zaostaja za višjimi jeziki in omogoča najboljši izkoristek stroja. Takšna zasnova vozliščnega računalnika omogoča hitrosti delovanja do nekaj 100kbps s standardnimi zaporednimi vmesniki na prekinitvah in do nekaj Mbps z DMA vezjem MC68450 oziroma procesorjem MC68302 ali njegovimi izboljšanimi nasledniki. Vsa programska oprema je hkrati tako napisana, da omogoča nadgradnjo na novejšo stroje brez večjih predelav.

Pri tako obsežnem načrtu se je težko odločiti že to, kje začeti z delom. Najbolj me je skrbelo programska oprema zaradi vseh slabih izkušenj s TheNet vozlišči. Najprej je bilo treba napisati zbirnik za družino 68k, program ASM68K za DSP računalnik. Tudi prvi poskusni program za vozlišče je tekkel na nepredelanem DSP računalniku, z uporabo dvokanalnega zaporednega vmesnika Z8530 SCC v samem DSP računalniku.

Naslednji korak je bila izdelava kartice s tremi Z8530 SCC vezji za DSP računalnik in razvoj novega manchester modema, ki je bil že objavljen v CQ ZRS 6/92. Manjši dodatek programu je omogočil, da se le ta ob zagonu računalnika naloži iz EPROMa na CPU kartici DSP računalnika, od ostalih enot DSP računalnika pa za PR vozliščni računalnik potrebujemo le še eno ali dve kartici CMOS RAM pomnilnikov, vodilo in napajalnik.

Vsa tri SCC vezja delujejo na pre-

kinitvah mikroračunalnika MC68010, kar omogoča delovanje do okoli 200kbps (vsota hitrosti vseh 6 kanalov pri CPU taktu 12.5MHz). Za praktično uporabo pa je takšen vozliščni računalnik potreboval še dva važna dodatka: hardversko telekomando za daljinski reset in dodatek k programski opremi, ki omogoča daljinsko nalaganje in zagon nove programske opreme. Konec decembra 1992 sem s pomočjo Dolfeta S52DS in Marjana S59AW končno zamenjal odsluženo TheNet vozlišče na Sveti Gori pri Novi Gorici s prvim SuperVozljem!

Načrt SuperVozelj se seveda tu ne konča! Razen stalnega eksperimentiranja in izboljšav programske opreme zdaj delamo tudi že na novem hardveru. Mijo S51KQ je zrisal novo, izboljšano tiskano vezje za CPU ploščo DSP računalnika, Tomi S57BKC pa nov Bell-202 modem za 300bps/1200bps. V veliko pomoč mi je bilo tudi opazovanje delovanja prvega SuperVozlja, pripombe in predlogi s strani S53FK, S51BW, S59ZX, IV3KCB, IV3PFF, 9A3UA, 9A2SI, S53SM in verjetno še marsikoga drugega, ki sem ga tu pozabil omeniti. Se več amaterjev, in to ne samo pri nas, je pokazalo izredno

zanimanje za SuperVozelj, zato ta projekt verjetno ne bo zamrl!

V prihodnosti nas čakajo predvsem razvoj DMA kartice z dodatnimi zaporednimi vmesniki, zmogljivejših modemov in radijskih postaj. Tudi vezje MC68302 ali kaj še novejšega bomo skušali vgraditi v SuperVozelj oziroma prenesti program SuperVozelj na računalnik, ki uporablja ta vezja, na primer ameriški Packeten. 1Mbps povezave bojo zahtevale zmogljivejši mikroračunalnik in to bo verjetno 32-bitni MC68020.

Zaenkrat se mi zdi najbolj važno to, da končno imamo vozliščni računalnik, ki lahko zamenja zastarelo opremo po hribih in se ga bo v bodočnosti dalo nadgrajevati vsaj do meje, ki jo dopušča še sprejemljiva moč in s tem domet naših radijskih oddajnikov.

2. SuperVozelj V60

V tem odstavku bo na hitro opisal trenutno izvedbo SuperVozlja, verzija V60. Komentirani izvornik programa SVV60 v zbirniku družine 68k je dolg 98508 bajtov, prevod SVV60 v 68k strojni jezik pa 10210 bajtov.

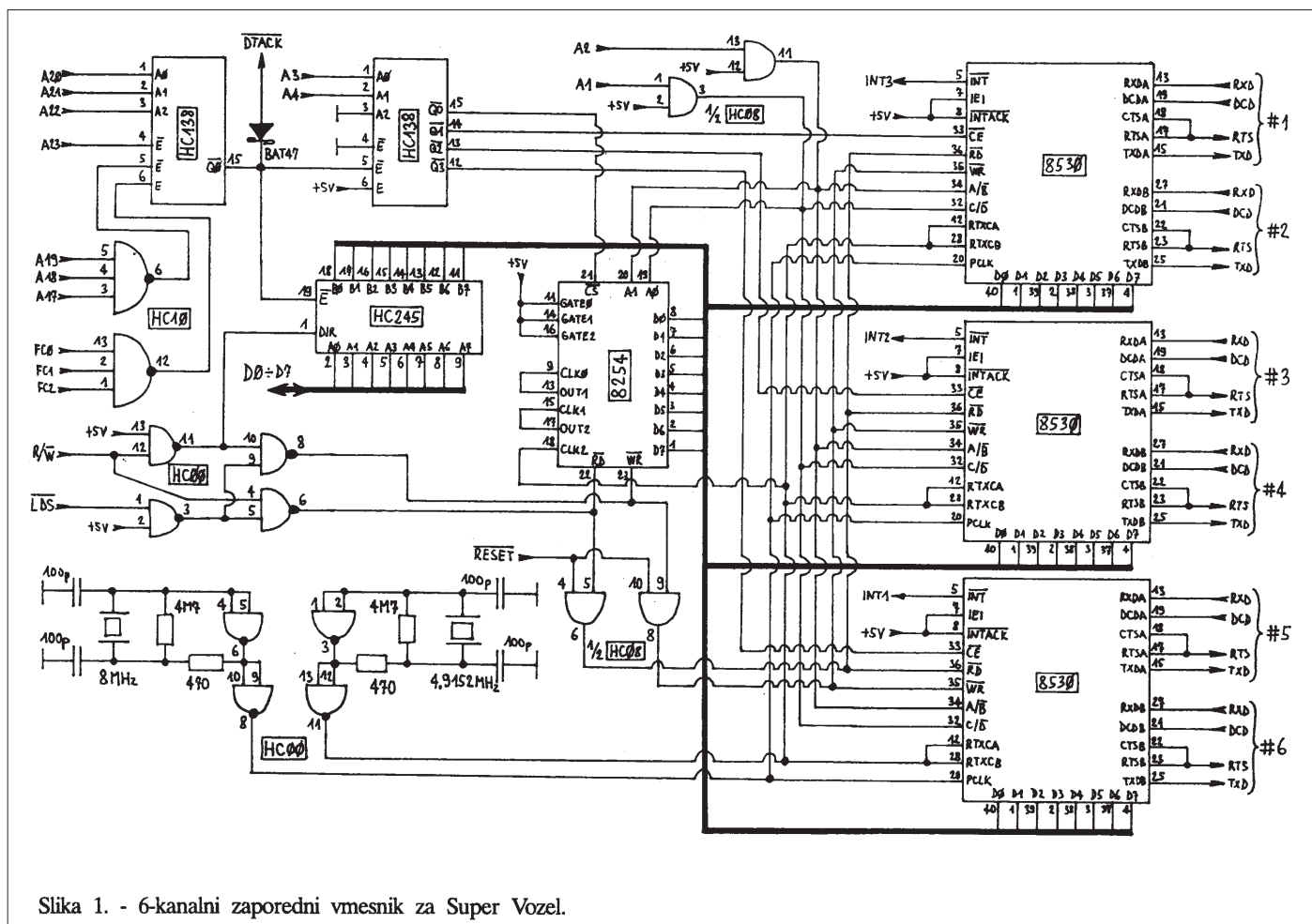
Izvedba V60 potrebuje naslednji

hardware:

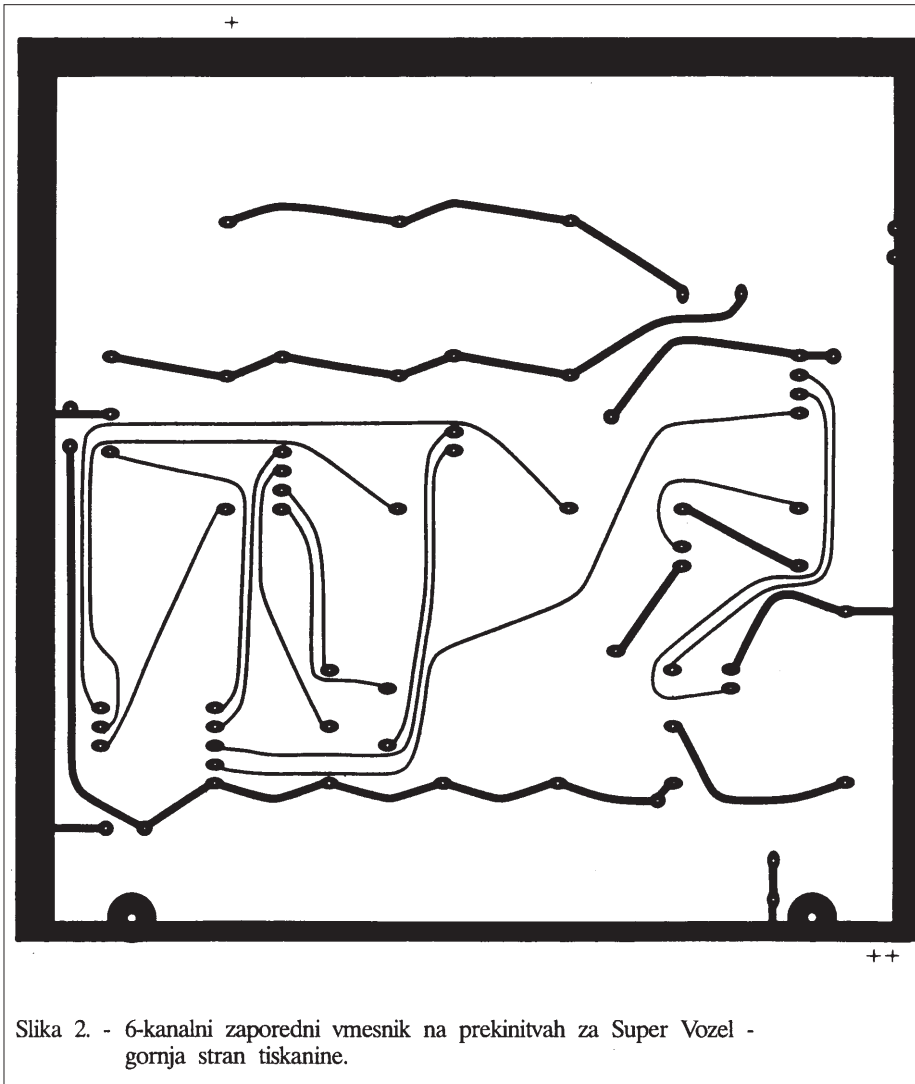
- (1) CPU ploščo DSP računalnika s 16k EPROMom 27128
- (2) dve 256kbyte RAM plošči na naslovih \$200000 in \$240000
- (3) SCC ploščo s tremi vezji Z8530
- (4) bus ploščo in napajalnik DSP računalnika
- (5) do 6 različnih modemov z DCD vezjem
- (6) ustrezne radijske postaje
- (7) ploščico za hardverski daljinski RESET

SuperVozelj lahko sicer dela tudi z manj spomina, v skrajnem slučaju bi zadoščalo že 64kbyte RAM pomnilnika na CPU plošči, vendar ne priporočam varčevanja tam, kjer je znani TNC2 najprej odpovedal!

SuperVozelj V60 deluje kot 6-kanalno packet-radio vozlišče in hkrati kot digipeater, tudi med različnimi kanali. V vseh načinih delovanja je pri SuperVozlju pomembna pravilna uporaba SSIDjev skupaj s klicnimi znaki. SuperVozelj vozlišče vzpostavlja izključno standardne AX.25 zveze z drugimi postajami (uporabniki, vozlišči, BBSji itd), zato je kompatibilen z vsemi obstoječimi sistemi. Uporabnik pokliče SuperVozelj kot vsako drugo packet-radio postajo



Slika 1. - 6-kanalni zaporedni vmesnik za Super Vozelj.



Slika 2. - 6-kanalni zaporedni vmesnik na prekinitvah za Super Vozelj - gornja stran tiskanine.

in se znajde v upravnem načinu SuperVozlja. V upravnem načinu lahko uporabnik vzpostavi povezavo z drugo postajo, izve nekaj podrobnosti o SuperVozlju ali vzpostavi konferenčno zvezo z drugimi uporabniki v upravnem načinu SuperVozlja. Na vse izvršene ukaze SuperVozelj odgovori v slovenščini in vedno javi, kako je razumel določen ukaz oziroma kaj se je zgodilo.

Bolj točna navodila so sproti objavljena na samem packet-radio omrežju, zato bom tu opisal predvsem potrebni hardware za SuperVozelj. Tudi večina tega je že bila opisana v nadaljevanju člankov o DSP računalniku, zato bom tu opisal le nove module za SuperVozelj in sicer:

- (1) 6-kanalni zaporedni vmesnik
- (2) Daljinski RESET detektor
- (3) Bus ploščo za SuperVozelj

Ustezni modemi so tudi že bili opisani v CQ ZRS: SuperVozelj uporablja novi manchester modem za 2400bps ali 38400bps (CQ ZRS 6/92) in zaenkrat še stari modem s 7910 in ne najprimernejšim DCDjem (CQ YU3 5/90). Stara CPU plošča je bila

objavljena v CQ YU3 2/91, RAM pomnilniki v CQ YU3 3/91 in v CQ ZRS 1/92 ter napajalnik v CQ YU3 1/91.

Če nazadnje malo prerašunate tudi cene, boste ugotovili, da stane 6-kanalni SuperVozelj toliko kot dva ali trije tovarniški TNC2, s katerimi komaj še sestavimo delujoče packetradio vozlišče...

3. 6-kanalni zaporedni vmesnik za SuperVozelj

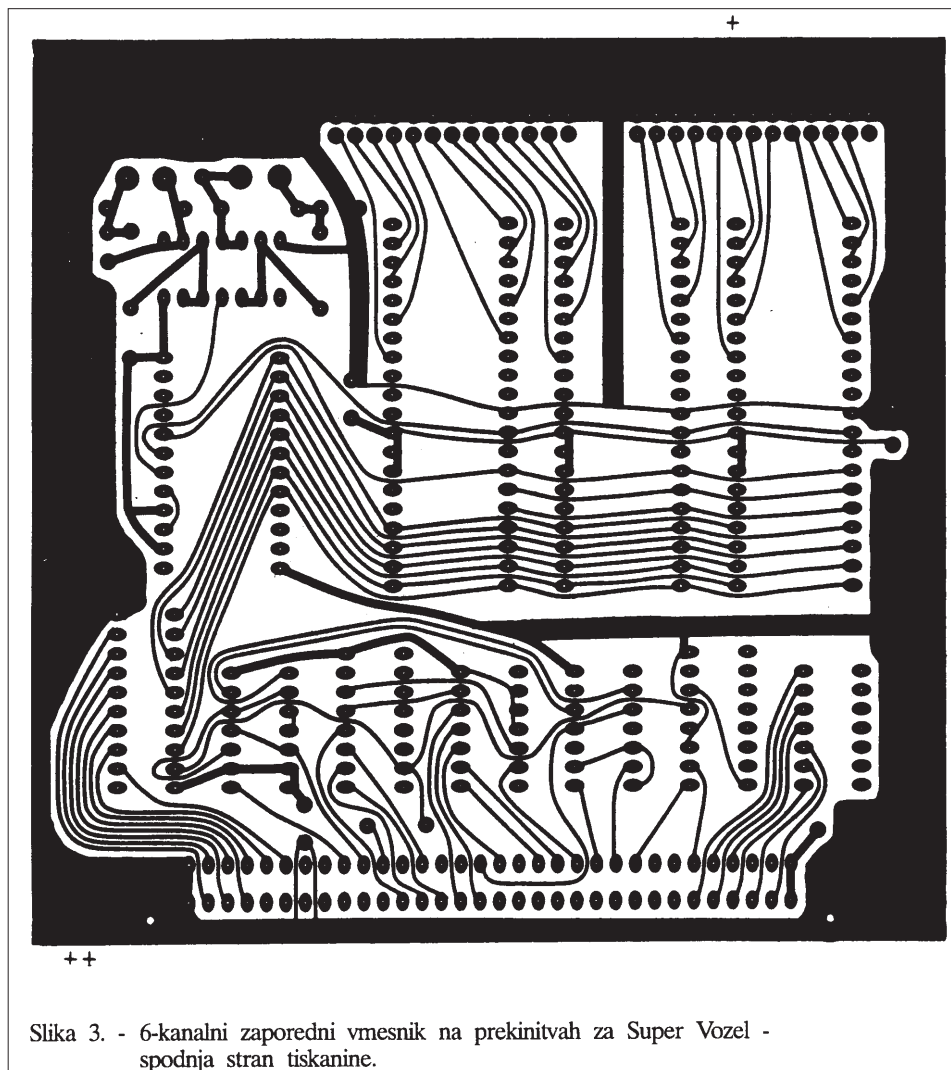
Ena od važnih odločitev pri načrtovanju SuperVozlja je bila tudi izbira zaporednih vmesnikov za računalnik. Danes obstaja za to delo kopica različnih vezij, tako da izbira ni enostavna. Sam sem se odločil za vezje Z8530 SCC (Serial Communications Controller), ki ni najnovejše in tudi ni povsem brez napak, je pa izredno razširjeno, ga z lahkoto dobimo na tržišču, predvsem pa so njegove pomanjkljivosti in napake dobro znane, kar olajša načrtovanje vezja in pisanje programov.

Vezje Z8530 SCC lahko povežemo na vodilo računalnika na več načinov: pri počasnem delovanju zadošča vezava kot za katerokoli vhodno/izhodno enoto, hitreje gre z uporabo prekinitvev in najhitreje z uporabo DMA (Direct Memory Access) vezja. Vezje Z8530 SCC vsebuje dva skoraj neodvisna, dvosmerna zaporedna kanala, ki vsebujeta tudi programirani delilnik za podatkovni takt, diferencialno kodiranje in dekodiranje (NRZ/NRZI pretvorba in obratno) ter DPLL vezje za regeneracijo sprejemnega takta, tako da vsak kanal potrebuje za povezavo na radijsko postajo le se primeren modem. Slaba lastnost vezja Z8530 pa je samo 8-bitno vodilo proti mikroročunalniku in le dve naslovni liniji, tako da je dostop do nekaterih notranjih registrov včasih zelo zamuden za mikroročunalnik.

SuperVozelj zaenkrat uporablja Z8530 SCC na prekinitvah. 6-kanalni zaporedni vmesnik za SuperVozelj zato vsebuje tri vezja Z8530 in je prikazan na Sliki 1. Razen vezij Z8530 SCC vsebuje vmesnik še taktne oscilatorje, programirani števec 8254 in potrebno logiko za povezavo na vodilo DSP računalnika. Števec 8254 dela kot ura SuperVozlja, ki šteje milisekunde in tako določa vse časovne zakasnitve. Logika za povezavo na vodilo DSP računalnika vsebuje dekodeer naslovov in ojačevalnike za podatkovno in naslovno vodilo, ne vsebuje pa nobenih vezij za vnašanje čakalnih stanj, ker vse vhodno/izhodne enote (vezja 8530 in 8254) delajo s polno hitrostjo mikroročunalnika.

Vmesnik vsebuje dva kristalna oscilatorja: 4.9152MHz in 8MHz. Iz takta 4.9152MHz dobimo v Z8530 SCC vezjih vse podatkovne takte in tudi milisekundna ura v vezju 8254 teče s tem taktom. Takt 8MHz je PCLK takt za vezja Z8530 SCC: to je takt delovanja notranje logike teh vezij. Zaželjeno je, da je PCLK čim višji, ker lahko potem mikroročunalnik hitreje vpisuje oziroma čita notranje registre Z8530 SCC. Program SuperVozelj je zaenkrat napisan tako, da mora biti PCLK enak vsaj 2/3 (66%) takta procesorja MC68010.

6-kanalni zaporedni vmesnik je zgrajen na dvostranskem tiskanem vezju dimenzij 120x120mm, ki je prikazano na Slikah 2. in 3. Razporeditev sestavnih delov je prikazana na Sliki 4. Na Sliki 4. je vrisanih tudi 5 kondenzatorjev 100nF za blo-



Slika 3. - 6-kanalni zaporedni vmesnik na prekinitvah za Super Vozel - spodnja stran tiskanine.

kiranje napajalne napetosti +5V, ki zaradi preglednosti niso prikazani na električnem načrtu na Sliki 1. Vsi upori in oba kristala so vgrajeni vodoravno, vzporedno s ploščico. BAT 47 je lahko katerakoli malosignalna schottky dioda.

Vsa vezja 74... naj bojo iz 74HCxx serije. Večja vezja, 8530 in 8254, vgradimo na kvalitetna podnožja. 8254 lahko zamenjamo z njegovimi CMOS izvedenkami 82C54 ali uPD71054, ne pa s starejšim 8253, ki je v tem vezju prepočasen! Tudi vezje Z8530 SCC ima svojo CMOS izvedenko Z85C30 SCC, ki baje ni povsem kompatibilna z navadnim 8530? V tem vezju je še nisem preizkusil in ne vem, če dela ali ne! Z8530 SCC se sicer prodaja v treh različicah, glede na najvišjo dovoljeno taktno frekvenco in sicer Z8530 za 4MHz, Z8530A za 6MHz in Z8530B za 8MHz. V tem vezju bi morali uporabiti Z8530B, poskusi pa so pokazali, da vezja Z8530A proizvajalca Zilog delajo tudi pri taktu 10MHz. V vsakem slučaju se splača pred dokončno vgradnjo preizkusiti vezja, ki jih imamo!

6-kanalni zaporedni vmesnik ima standardni 64-polni "eurocard" konektor za vodilo DSP računalnika. Naslovi vhodno/izhodnih enot so prikazani v tabeli A:

Ker naslovni dekoder ni popoln, se ti naslovi ponavljajo vse do naslova \$FFFFFF. Če bi rabili več kot 6 kanalov, se da naslovni dekoder malenkostno predelati (neuporabljene nožice 3, 4 in 6 enega od vezij

\$E0001	naslov 8254 števca 0 - neuporabljen!
\$E0003	naslov 8254 števca 1 - šteje milisekunde /256
\$E0005	naslov 8254 števca 2 - deli BRG takt na 1kHz/1ms
\$E0007	naslov 8254 komandnega registra
\$E0009	SCC#1 naslov B command - kanal 2
\$E000B	SCC#1 naslov B data
\$E000D	SCC#1 naslov A command - kanal 1
\$E000F	SCC#1 naslov A data
\$E0011	SCC#2 naslov B command - kanal 4
\$E0013	SCC#2 naslov B data
\$E0015	SCC#2 naslov A command - kanal 3
\$E0017	SCC#2 naslov A data
\$E0019	SCC#3 naslov B command - kanal 6
\$E001B	SCC#3 naslov B data
\$E001D	SCC#3 naslov A command - kanal 5
\$E001F	SCC#3 naslov A data

Tabela A

74HC138). Za 12 kanalov bi zaželelo že, če bi na vsakem tiskanem vezju prevezali eno samo od teh nožic na eno od prostih naslovnih linij. Za več kot 12 kanalov sicer zmanjka že prekinitvenih vhodov na CPU plošči!

Modeme povežemo na vmesnik preko 26-polnih konektorjev za ploščati kabel. Ti so povezani na dva DB25 konektorja na prednji plošči tako, da ni treba mešati žic ploščatemu kablu:

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 = masa
(vsaka druga žica v kablu)

14 = TXD kanal 3 (ali 6)

15 = RTS kanal 3 (ali 6)

16 = DCD kanal 3 (ali 6)

17 = RXD kanal 3 (ali 6)

18 = TXD kanal 2 (ali 5)

19 = RTS kanal 2 (ali 5)

20 = DCD kanal 2 (ali 5)

21 = RXD kanal 2 (ali 5)

22 = TXD kanal 1 (ali 4)

23 = RTS kanal 1 (ali 4)

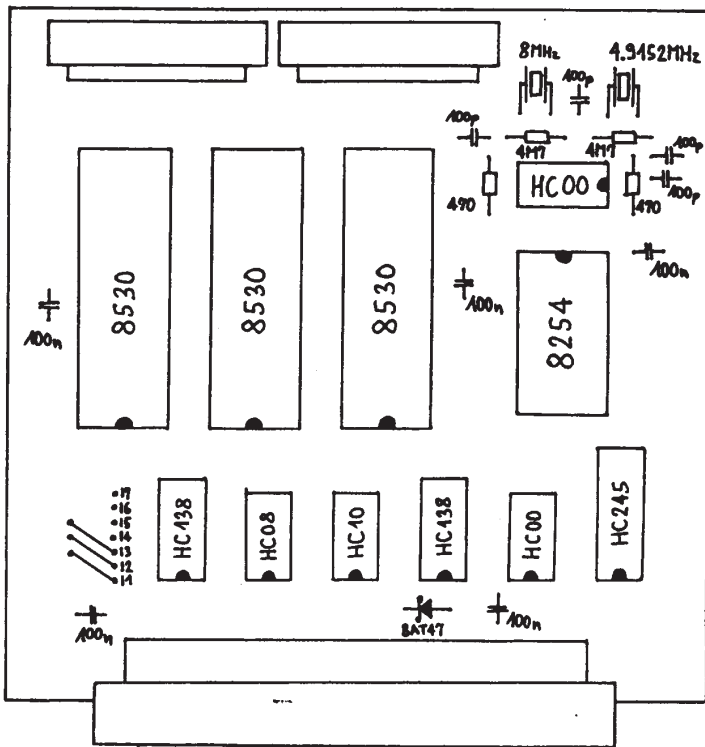
24 = DCD kanal 1 (ali 4)

25 = RXD kanal 1 (ali 4)

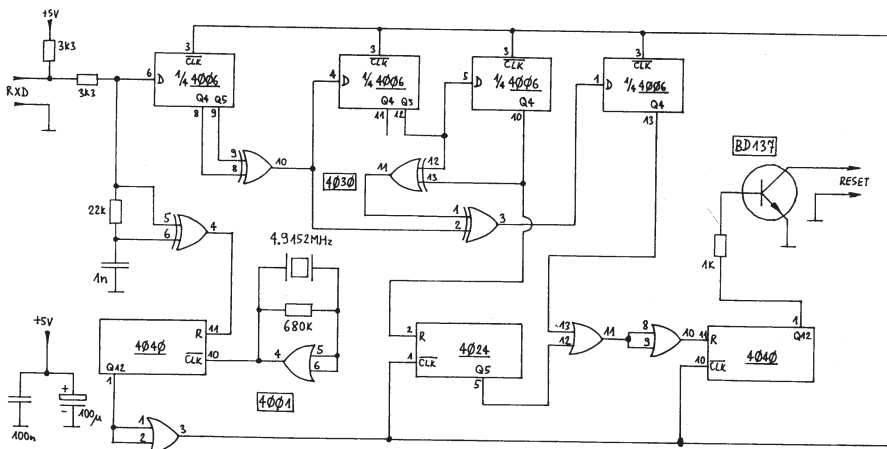
Če kanal ni uporabljen (če ni povezan na modem), potem je treba povezati skupaj pripadajoče RXD, DCD in RTS, medtem ko ostane pripadajoči TXD nepovezan.

4. Daljinski RESET detektor za SuperVozelj

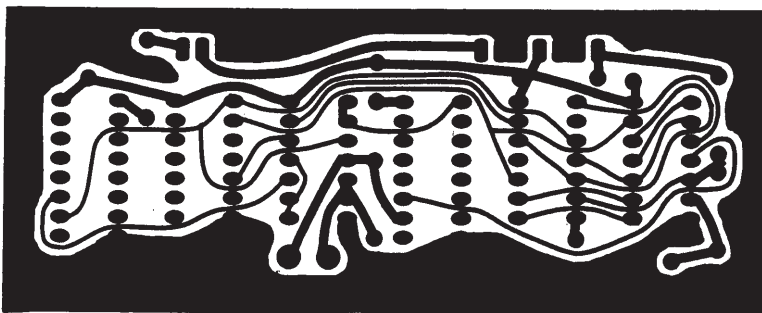
Če ima SuperVozelj možnost daljinskega nalaganja nove programske opreme, potem mora imeti tudi možnost daljinskega resetiranja računalnika, če se program zaradi naše programerske napake obesi. Daljinski reset je tudi sicer zelo koristen, če se le spomnimo, koliko naporov smo vložili le za resetiranje podivjanih ali obešenih TheNet vo-



Slika 4. - 6-kanalni zaporedni vmesnik na prekinitev za Super Vozelj - razporeditev sestavnih delov.



Slika 5. - Daljinski RESET detektor za Super Vozelj.



Slika 6. - Reset detektor, tiskano vezje.

zlišč na hribih!

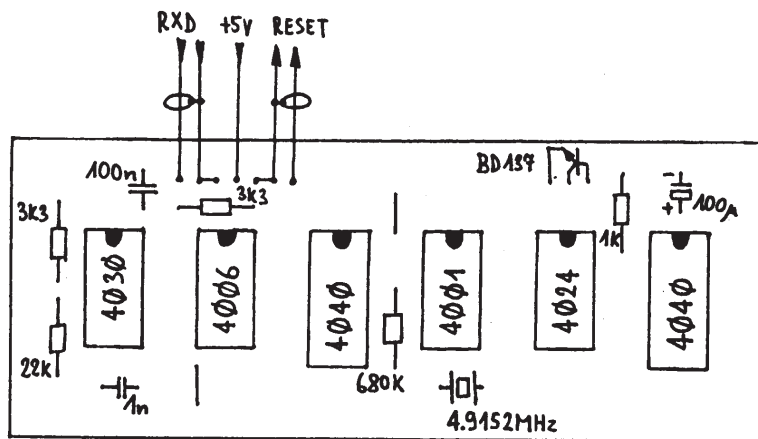
Veže za daljinski reset mora biti seveda zelo zanesljivo in popolnoma ločeno od računalnika, ki ga želimo resetirati. V nobenem slučaju se RESET veže ne sme sprožiti na veljavni packet-radio signal ali kakršenkoli drug nezaželen signal. Za to nalogo običajno uporabljamo zaporedja, ki jih proizvaja pomikalni register s povratno vezavo iz samih EXOR vrat. Če povratno vezavo pravilno izberemo, dobimo zaporedje maksimalne dolžine, ki ima celo vrsto lepih matematičnih lastnosti. Takšna zaporedja se uporabljajo za zelo zanesljive telekomande, med ostalim tudi za telekomande skoraj vseh umetnih satelitov, tudi radio-amaterskih.

Ker povratna vezava iz samih EXOR vrat ustreza matematičnemu algoritmu za verižno deljenje polinomov z binarnimi koeficienti, zaporedje dostokrat preprosto opišemo s polinomom deliteljem. Sprejemni detektor za pravilno zaporedje je zelo enostaven: vsebuje enak pomikalni register in enako veže EXOR vrat, le da rezultata EXOR operacij ne vodimo v povratno zvezo pač pa primerjamo z vhodnim zaporedjem. Če je rezultat primerjave enak za dovolj veliko število sprejetih bitov, potem smo detektirali pravo zaporedje...

Na Sliki 5. je prikazano veže daljinskega RESET detektorja za SuperVozelj. Iz sprejetega signala je treba najprej izluščiti bitni takt. To storimo z EXOR vrati (1/4 veža 4030, tačke 4,5,6), izhodni signal pa resetira delilnik taktne frekvence 4040. S kristalom 4.9152MHz dobimo na izhodu Q12 veža 4040 takt 1200Hz. Pravilno zaporedje za RESET je zato treba oddajati s hitrostjo 1200bps.

Kot pomikalni register je uporabljeno veže 4006, ki vsebuje štiri ločene pomikalne registre s skupnim taktom (tačka 3). Prvi pomikalni register (tačke 6, 8, 9) je uporabljen v diferencialnem dekodirju skupaj z EXOR vrati (tačke 8, 9, 10) enostavno zato, da polariteta vhodnega signala ni pomembna. Druga dva pomikalna registra (tačke 4, 11, 12 in 5, 10) sta povezana skupaj v 9-bitni pomikalni register. Če je na vhodu tega registra prisotno zaporedje, ki ga proizvaja verižno deljenje s polinomom $1+X^5+X^9$, potem bomo na izhodu EXOR vrat (tačka 11, vhoda 12, 13) dobili enako zaporedje kot na vhodu registra.

Primerjavo zaporedij opravimo s še



Slika 7. - Reset detektor, razporeditev sestavnih delov.

(tačka 1) potem krmili tranzistor BD 137, ki izprazni kondenzator v reset vezju napajalnika DSP računalnika.

Do tukaj izgleda vse lepo in prav, vendar smo pozabili nekaj važnega. Če vezje sprejema same ničle, je rezultat deljenja s katerimkoli polinomom spet nič in ničla je enaka ničli, se pravi vezje se sproži tudi na povsem drugačnem signalu od pričakovanega! Da se to ne zgodi, poskrbi vezje 4024, ki šteje zaporedja samih ničel. Če vezje sprejme več kot 16 zaporednih ničel, gre izhod Q5 vezja 4024 (tačka 5) na visok nivo in resetira izhodni števec 4040 enako kot v slučaju napake v zaporedju. V pravilnem zaporedju maksimalne dolžine 511 bitov je največ 8 zaporednih ničel, zato takrat 4024 ne moti pravilnega delovanja vezja.

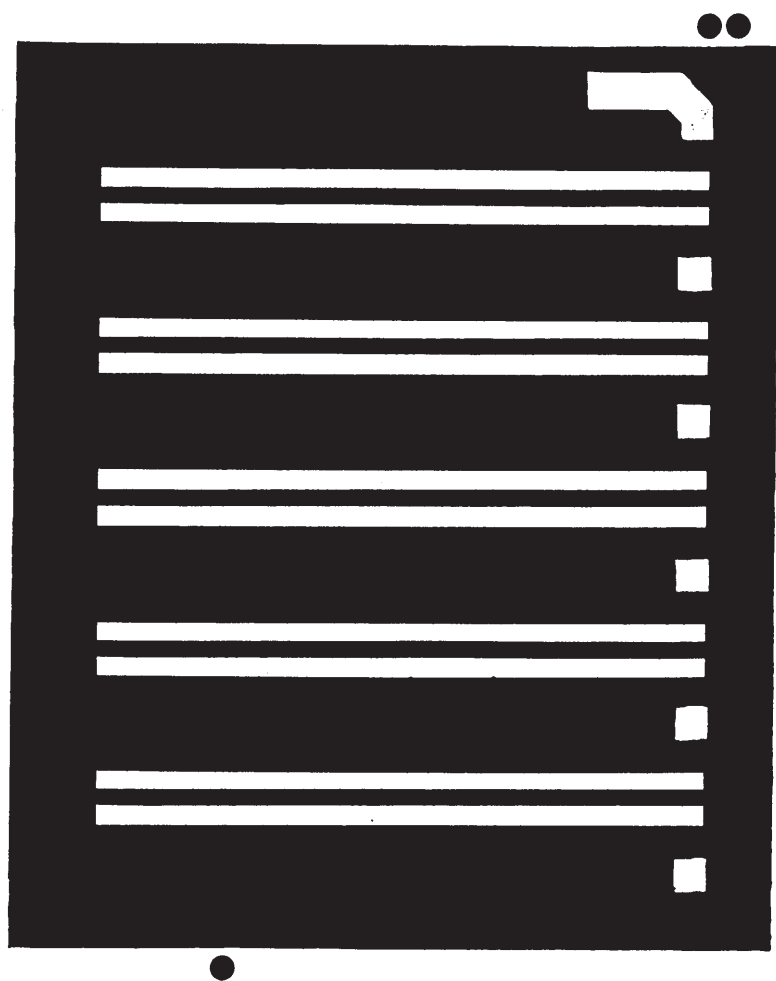
Daljinski RESET detektor je zgrajen na enostranskem tiskanem vezju dimenzij 40x100mm (glej Sliko 6.). Razporeditev sestavnih delov je prikazana na Sliki 7. Na ploščici sta tudi dva žicna mostička, upori so vgrajeni ležeče, kristal, elektrolit in tranzistor BD137 pa pokončno.

Vezje za daljinski RESET povežemo na izhod modema. Če računalniku popolnoma nič ne zaupamo, potem moramo uporabiti ločen modem in ločen sprejemnik za daljinski reset. Če pa se zanesemo na "kužapazi" vezje v modemu in upamo, da računalnik tega ne bo znal zlorabit, se lahko priključimo tudi na podatkovni izhod enega od duplex modemov, na primer AM7910. Izhod RESET vezja gre na napajalnik računalnika, bolj točno vzporedno z reset tipko oziroma kondenzatorjem za zakasnitev RESET signala.

Zaporedje za RESET lahko generiramo s še enim enakim pomikalnim registrom z enako povratno vezavo, ne smemo pa pozabiti še na diferencialno kodiranje! Pri hitrosti 1200bps se to bolj enostavno naredi programsko na kateremkoli hišnem mlinčku, tudi na dobri stari Mavrici bi to šlo. Za DSP računalnik sem zato napisal programček RESET, ki proizvaja pravilno zaporedje, ga kodira in modulira postajo.

5. Bus plošča za SuperVozelj

Ker SuperVozelj vsebuje manj kartic kot pa DSP računalnik, sem zanj pripravil krajše vodilo s samo petimi "eurocard" konektorji. Dvostransko tiskano vezje zanj je prikazano na Slikah 8. in 9., razpo-

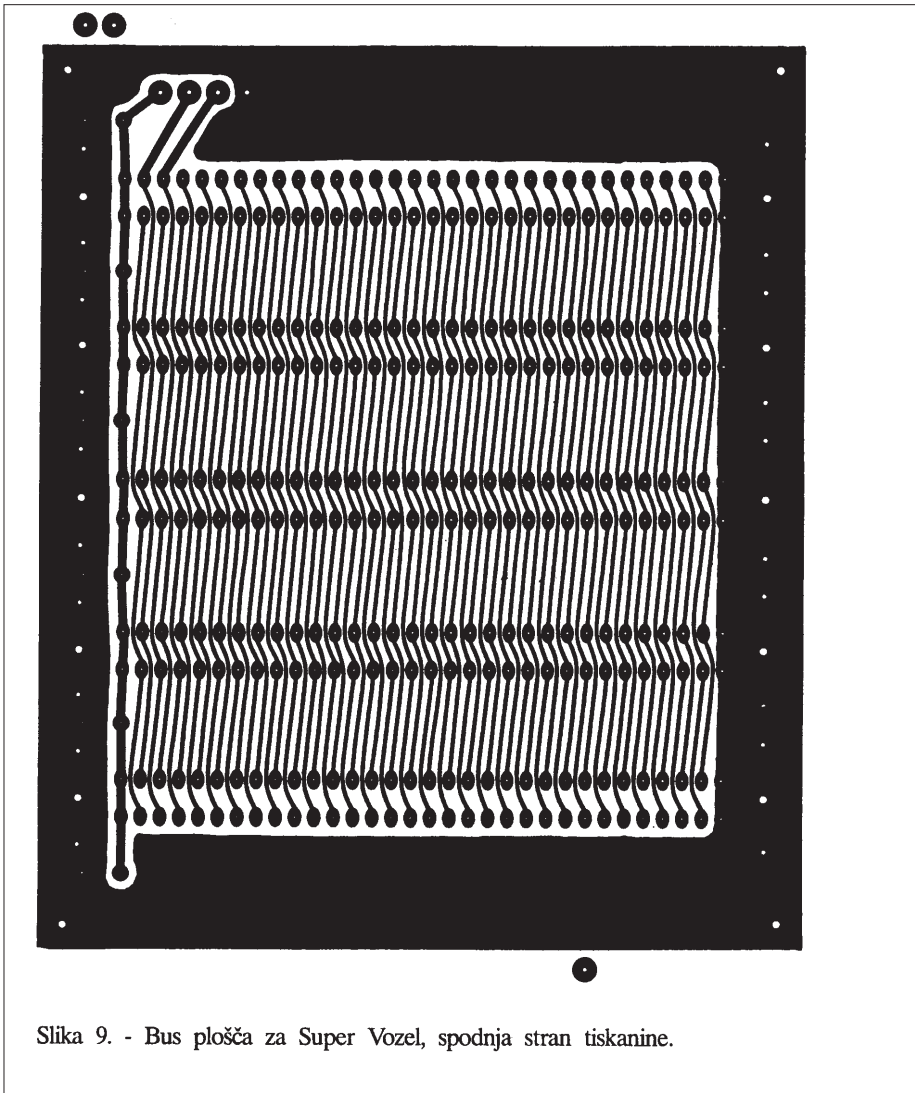


Slika 8. - Bus plošča za Super Vozelj, gornja stran tiskanine.

enimi EXOR vrati (tačke 1, 2, 3), izhod le teh pa peljemo na reset vhod števc. Če vezje določen čas sprejema pravilno zaporedje, se števec ne resetira in šteje naprej, v slučaju napake pa se štetje takoj vrne na nič. Zaradi tehnične nedovršenosti vezja pa je treba izhod primerjave najprej "očistiti" nezaželjenih impulzov s četrtim pomikalnim registrom (tačke 1,

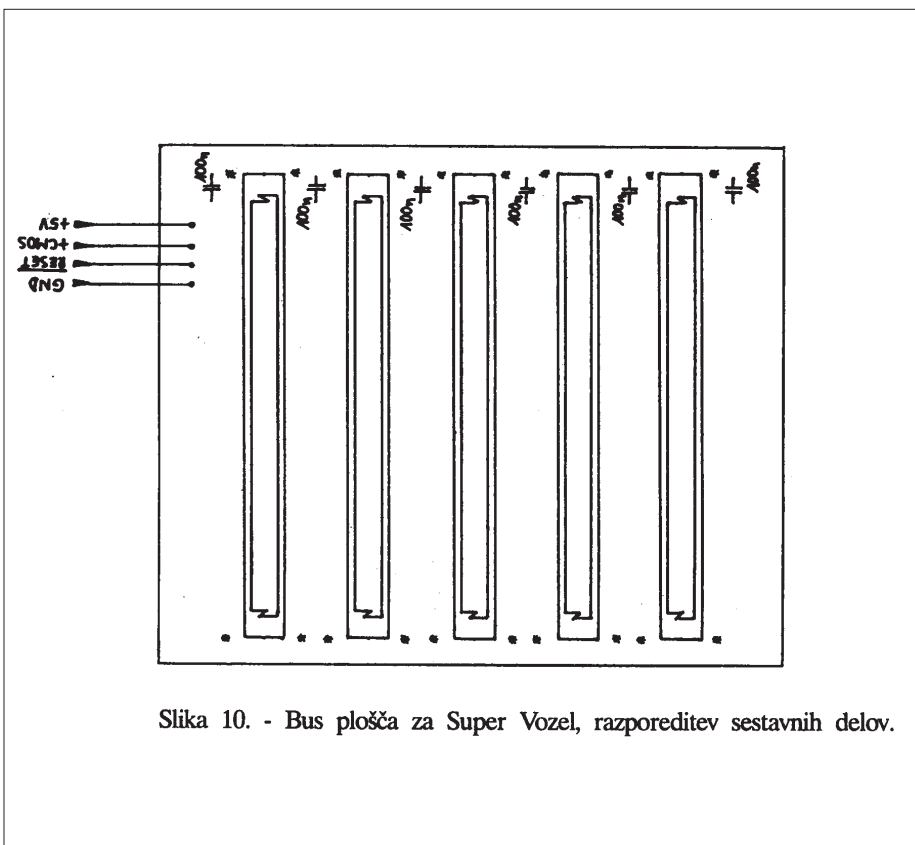
13 vezja 4006) in šele potem peljati na reset vhod drugega števc 4040.

Zaporedje deljenja s polinomom $1+X^5+X^9$ ima maksimalno možno dolžino in se ponovi šele po 511 bitih. Vezje mora sprejemati pravilno zaporedje toliko časa, da števec 4040 šteje do 2048 (izhod Q12), se pravi 2048 bitov ali malo manj kot dve sekundi pri 1200bps. Izhod Q12



Slika 9. - Bus plošča za Super Vozelj, spodnja stran tiskanine.

reditev sestavnih delov pa na Sliki 10. Pri sestavljanju vodila je treba paziti predvsem na pravilno orientacijo konektorjev, ki se jih da zaciniti tudi narobe in potem lahko celo ploščico vžemo proč!



Slika 10. - Bus plošča za Super Vozelj, razporeditev sestavnih delov.

Packet-radio vozlišče SuperVozelj (2)

Matjaž Vidmar, S53MV

1. Uvod

Od uvajanja novega vozlišča SuperVozelj v naše packet omrežje sta minili že dobri dve leti. Prvi SuperVozelj smo postavili na Sveto Goro pri Novi Gorici že konec decembra 1992, večina načrtov pa je bila objavljena v CQ ZRS 1/93. Z izjemo nekaj še živečih "okamenin" predstavlja danes SuperVozelj osnovni omrežni računalnik, na katerega se je večina uporabnikov hote ali nehote že privadila...

Razvoj packet-radia s tem seveda ni končan in čas je že za naslednji korak naprej. Pred dvema leti smo vsi uporabniki omrežja delali s hitrostmi 1200bit/s ali 2400bit/s in že pri teh hitrostih smo še kako občutili počasnost tedanjega omrežja s TheNet vozlišči. 38400bit/s smo imeli doma le vzdrževalci omrežja in smo ga uporabljali le za poskuse, saj kaj več tedanje omrežje ni zmoglo.

Danes si je večina aktivnih paketašev, to je takšnih, ki vsak dan redno "visijo" na packetu, izdelala vsaj enostavno širokopasovno postajo za 70cm in pride do svojega vozlišča s hitrostjo 19200, 38400 ali 76800bit/s. Naprej gre seveda dosti počasneje, saj ni omrežna hitrost prav nič večja, zmogljivost kanala pa se deli med veliko število uporabnikov.

Čeprav tudi SuperVozelj ni narejen za večno in ga bo treba nekega dne zamenjati z zmogljivejšo napravo, je naslednji korak še vedno v mejah zmogljivosti sedanjih naprav. Za višje hitrosti potrebuje SuperVozelj DMA vmesnik, da se mikroprocesor MC 68010 osvobodi zamudnega in enoličnega prekladanja podatkov med glavnim pomnilnikom in zaporednimi vmesniki.

Takšen vmesnik je bil načrtovan v vozlišču SuperVozelj že od vsega začetka. Obljuba torej dela dolg in v tem članku objavljam prvo izvedbo takšnega vmesnika, dvokanalno DMA-SCC ploščico z vezjem MC68450, ki jo z malenkostnimi predelavami enostavno vtaknemo v vodilo obstoječega računalnika SuperVozelj vozlišča. Bodoče izvedbe naj bi uporabljale še zmogljivejše DMA vmesnike, na primer z vezjem MC68302, hkrati pa bo treba raz-

misлити tudi o zamenjavi mikroprocesorja MC68010 z zmogljivejšim MC68020.

Opisani vmesnik trenutno preizkušam pri hitrosti 1.2288Mbit/s z dvema PSK radijskima postajama na frekvenčnem področju 13cm. 1.2288 Mbit/s sicer ni zgornja meja za opisani vmesnik, je pa smiselna izbira ob upoštevanju sedanjih hitrosti uporabniške opreme in zmogljivosti vozlišč. Na prvi pogled čudna številka 1.2288Mbit/s ni pravzaprav nič drugega kot natančen 32-kratnik hitrosti 38.4kbit/s in jo zato zlahka dobimo s standardnimi "baud-rate" računalniškimi kristali.

Ustrezna programska oprema je zaenkrat SuperVozelj V70, v bistvu naslednik SVV68 z nekaj odpravljenimi napakami in z dodatki za krmiljenje DMA-SCC vmesnika za visoke hitrosti. SVV70 je 8-kanalno vozlišče, starim 6 kanalom na prekinitvah se dodajata še dva nova kanala na DMA vmesniku. Tudi razvoj programske opreme seveda niti zdaleč ni končan.

V tem članku bom opisal tri nove oziroma popravljene sestavne dele vozlišča SuperVozelj: popravljeno CPU ploščico (za delovanje z DMA vezjem), DMA-SCC ploščico, to je novi dvokanalni hitri zaporedni vmesnik za SuperVozelj in 1.2288 Mbit/s bitno sinhronizacijo s skrambliranjem podatkov, to je enoto, ki smo jo pri nižjih hitrostih običajno imenovali modem. O radijskih postajah zaenkrat še nič. Načrte le teh bom objavil šele po temeljitih preizkusih. Računalniška oprema vključno z bitno sinhronizacijo je sicer tako načrtovana, da dopušča uporabo skoraj vseh vrst PSK in FM radijskih postaj.

2. Popravljena CPU ploščica

Vozlišče SuperVozelj je načrtovano na osnovi DSP računalnika, ki sem ga najprej objavil v UKW-Berichte (VHF-Communications) in potem še v našem glasilu CQ ZRS. Uporabljeni sestavni deli DSP računalnika so bili opisani v številkah 1/91, 2/91, 3/91 in 1/92. Po razpadu Iskre Delte je prišla v roke radioamaterjev večja količina mikroprocesorjev MC68010 in sicer

zelo dragem PGA ohišju in za te nove sestavne dele je Mijo S51KQ narisal novo CPU ploščico, objavljeno v številki 1/93 našega glasila.

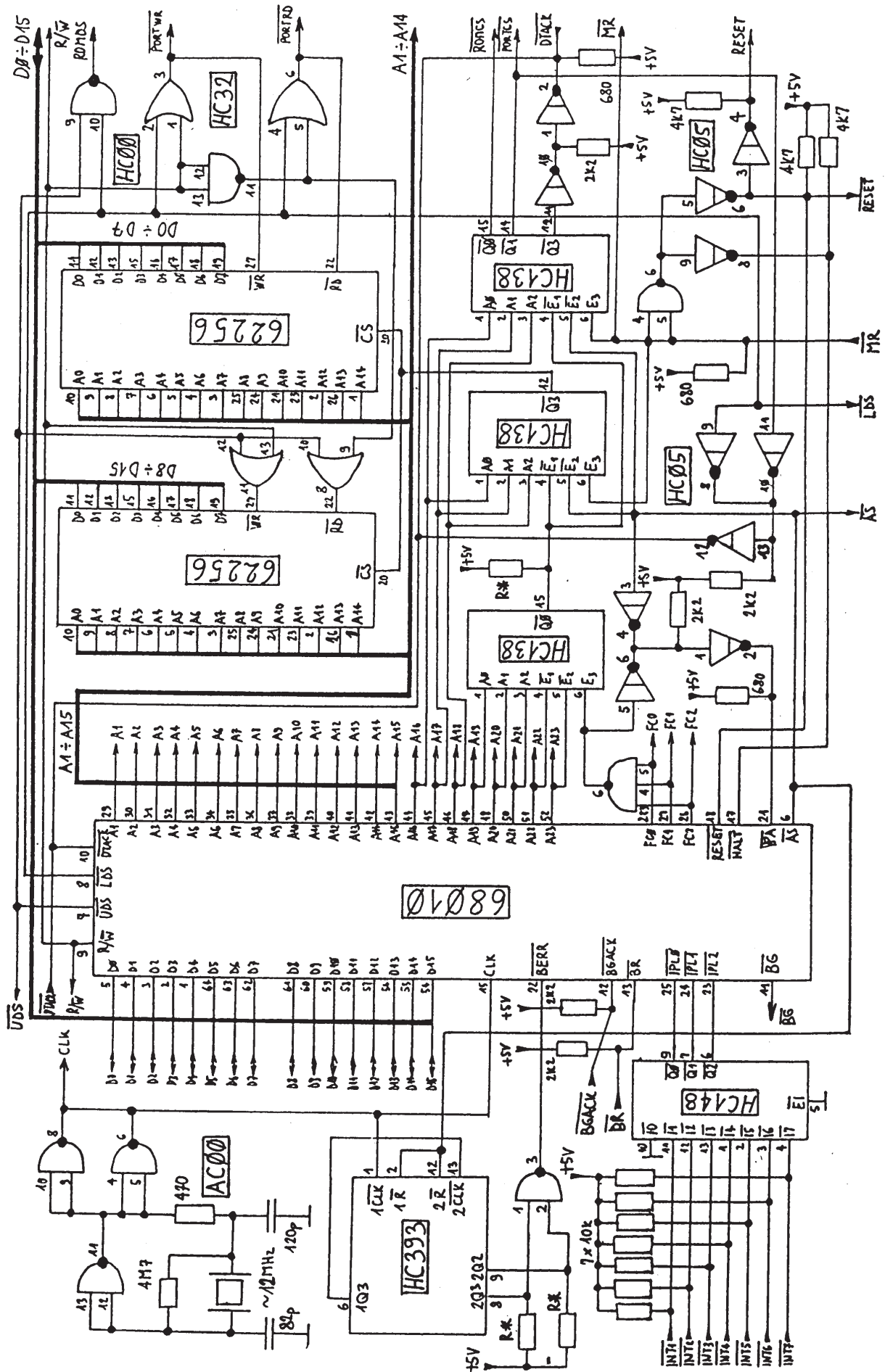
Izvirna CPU ploščica DSP računalnika (opisana v 2/91) je sicer uporabljala bolj pogosto in cenejšo DIL izvedbo MC68010. Ker ima integrirano vezje MC68010 kar 64 priključkov, zamenjava DIL, PGA oziroma drugih vrst ohišij med sabo ni prav nič enostavna. Izvirna CPU ploščica tudi ni pripeljala na vodilo DSP računalnika treh signalov, potrebnih za delovanje DMA vmesnikov, in sicer BR, BG in BGACK.

DMA je kratica za Direct Memory Access. DMA vezje uporabljamo tako, da ga najprej sprogramiramo s pomočjo mikroprocesorja. Nato DMA vezje prevzame vodilo mikroročunalnika in za prenos podatkov DMA vezje samo naslavlja pomnilnik in vhodno/izhodne enote, da za prenos podatkov ne potrebuje več pomoči mikroprocesorja. Prenose DMA vezja proži običajno vhodno/izhodna enota preko ustreznih REQ (REQuest) vodov.

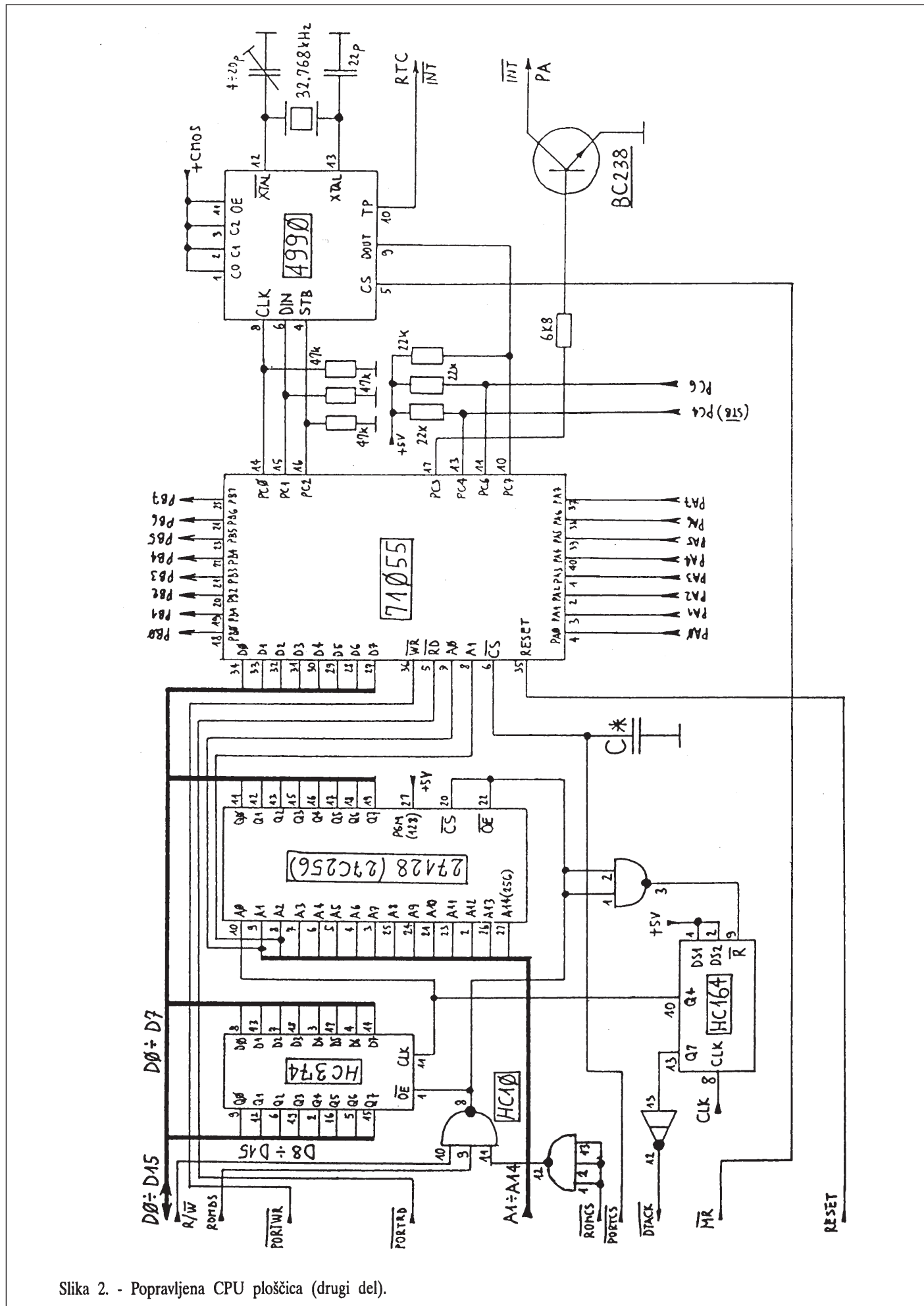
Smisel uporabe DMA vezja je naslednji: ob zahtevi vhodno/izhodne enote DMA vezje za trenutek zaustavi delovanje mikroprocesorja, prevzame vodilo, opravi prenos in ponovno sprosti mikroročunalnik. Pri tem se v notranjosti mikroprocesorja ne zgodi prav nič, vrednosti vseh registrov ostanejo nespremenjene. DMA prenos je zato izredno hiter in potrebuje za vsak podatek le en ali dva dostopa do pomnilnika oziroma vhodno/izhodnih enot.

Če bi isto nalogo opravljal prekinitveni podprogram, bi moral mikroprocesor najprej shraniti vrednosti vseh svojih notranjih registrov, nato izvesti prekinitveni podprogram in končno obnoviti svoje prejšnje notranje stanje. Skupno je za to potrebno nekaj sto dostopov do pomnilnika in še nekaj dostopov do vhodno/izhodnih enot. Izvajanje prekinitvenega podprograma je zato običajno več kot 100-krat počasnejše od DMA prenosa podatkov.

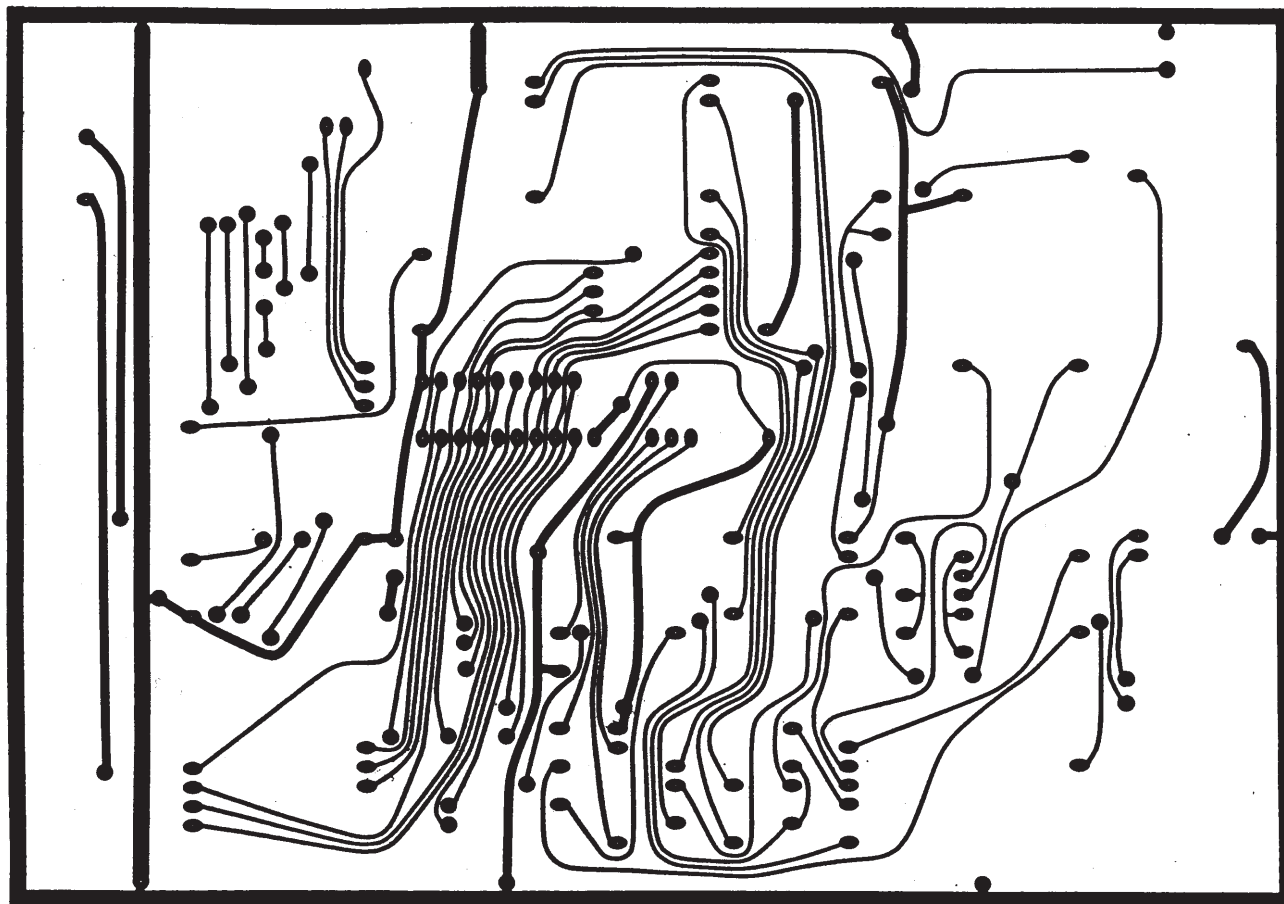
Mikroprocesorji družine Motorola 68k se z izjemo MC68008 pogovarjajo z DMA vmesniki preko treh električnih signalov. S signalom BR (Bus Request) sporoči DMA vmesnik



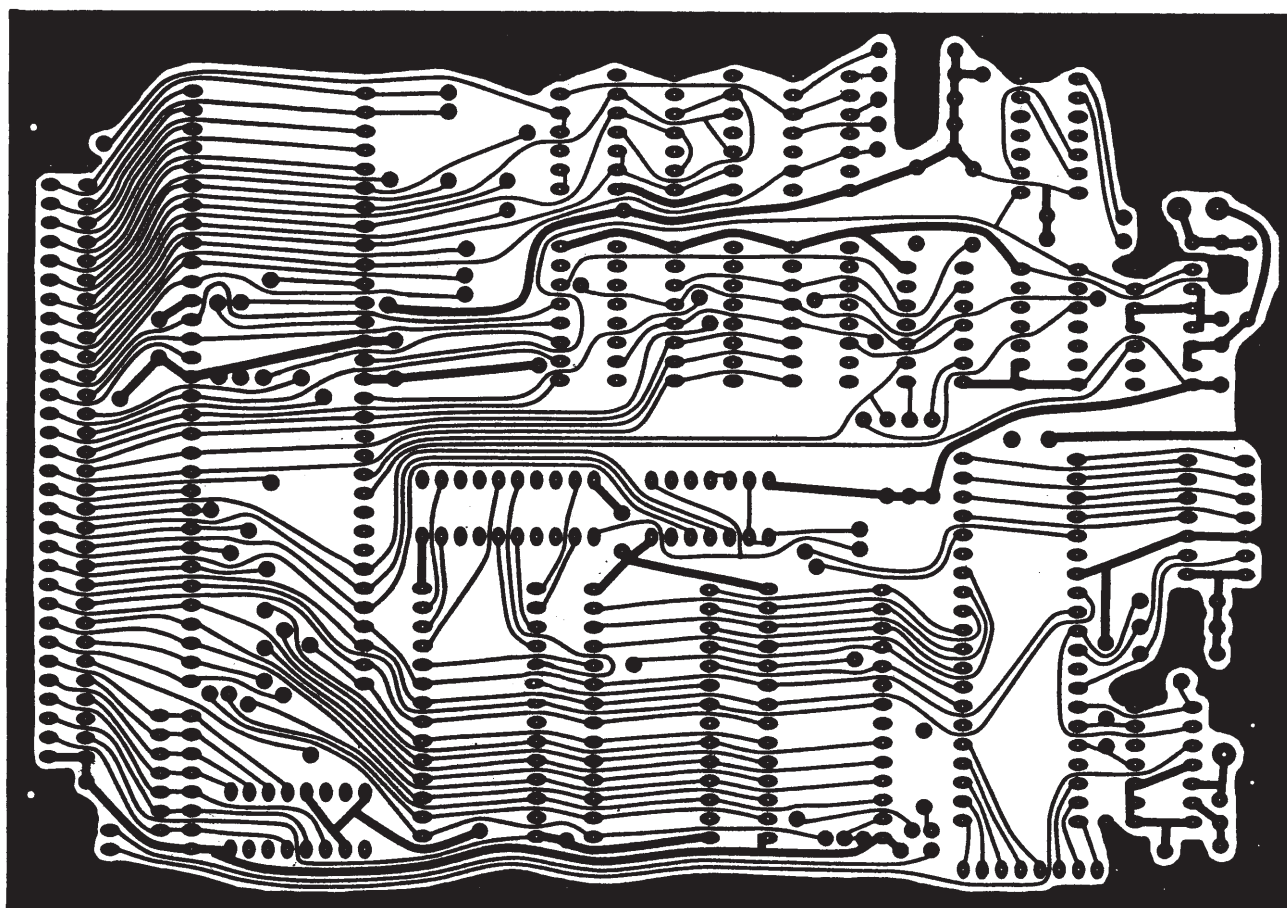
Slika 1. - Popravljena CPU ploščica (prvi del).



Slika 2. - Popravljen CPU ploščica (drugi del).



Slika 3. - Gornja stran dvostranske popravljene CPU ploščice.



Slika 4. - Spodnja stran dvostranske popravljene CPU ploščice.

mikroprocesorju, da čimprej želi uporabljati vodilo mikroročunalnika. Mikroprocesor se na BR zahtevo odzove s signalom BG (Bus Grant), seveda šele potem, ko je uspešno zaključil svoj lastni cikel uporabe vodila. Na signal BG se DMA vmesnik odzove z BGACK (Bus Grant ACKnowledge). BGACK ostane aktiven za celoten čas, ko DMA uporablja vodilo. Ko DMA končno sprostí BGACK, mikroprocesor ponovno prevzame uporabo vodila.

Na izvorni CPU ploščici sta vhoda BR in BGACK enostavno povezana na neaktivni logični nivo (+5V napajanje), izhod BG pa je nepovezan. Mijo S51KQ je na svoji CPU ploščici izločil neuporabljena signala CLK in HALT ter ju zamenjal z BG in BGACK, signal VPA pa le po potrebi zamenjamo z BR s prevezavo mostička pod podnožjem PGA MC68010. Pri običajni uporabi CPU ploščice, brez DMA vezja, držita vhoda BR in BGACK na neaktivnem logičnem nivoju dva upora po 2.2kohm.

Pri uporabi PGA CPU ploščice z DMA vezjem je treba zato prevezati mostiček pod podnožjem MC68010. Pri izvorni DIL CPU ploščici pa je

treba prevezati vse tri signale na kontaktih 14C (BGACK), 15C (BG) in 18C (BR) vodila mikroročunalnika ter dodati dva upora po 2.2kohm. Električno vezje popravljene CPU ploščice je prikazano na Slikah 1. in 2.

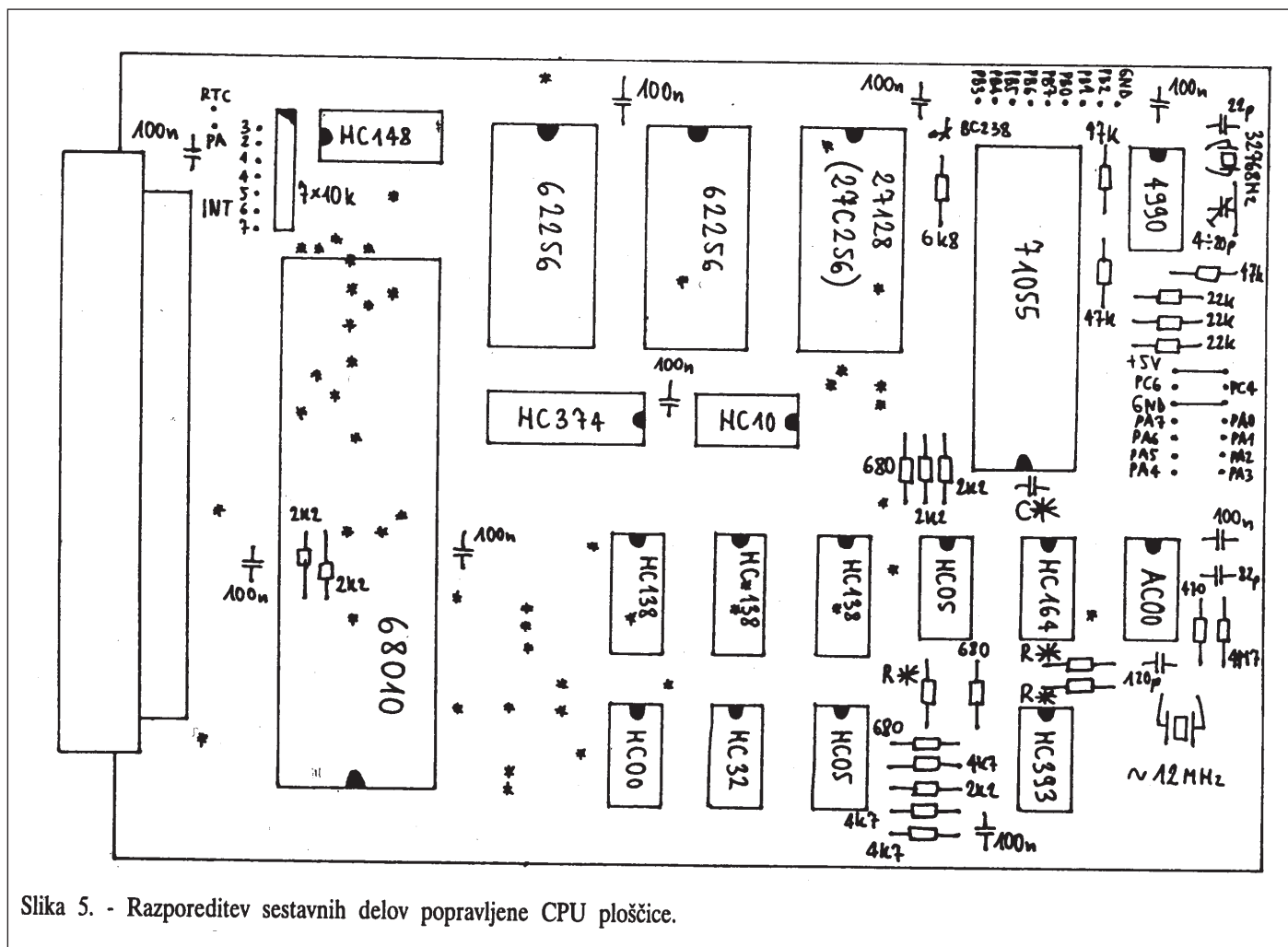
Ker je izvor cenenih PGA MC68010 presahnil in so novi mikroprocesorji v tem ohišju izredno dragi, sem se odločil, da popravim tudi izvirne tiskanine za DIL MC68010. Pri povezavi novih signalov BR, BG in BGACK sem se držal iste razporeditve kot pri Mijotovi PGA CPU ploščici, le VPA signal sem takoj povsem izločil, saj ga od vseh sestavnih delov DSP računalnika potrebuje edino pekač EPROMov in še ta se da prevezati na DTACK.

Obe strani popravljene DIL CPU tiskanine sta prikazani na Slikah 3. in 4. Ustrezna razporeditev sestavnih delov je prikazana na Sliki 5. Dodatna upora 2.2kohm sta vgrajena pod DIL podnožje MC68010! Trije upori označeni z R* so potrebni le v slučaju uporabe starih 74LSxx vezij, česar pa ne priporočam. V oscilatorju za takt priporočam 74AC00, ker so vezja 74HC00 nekaterih proiz-

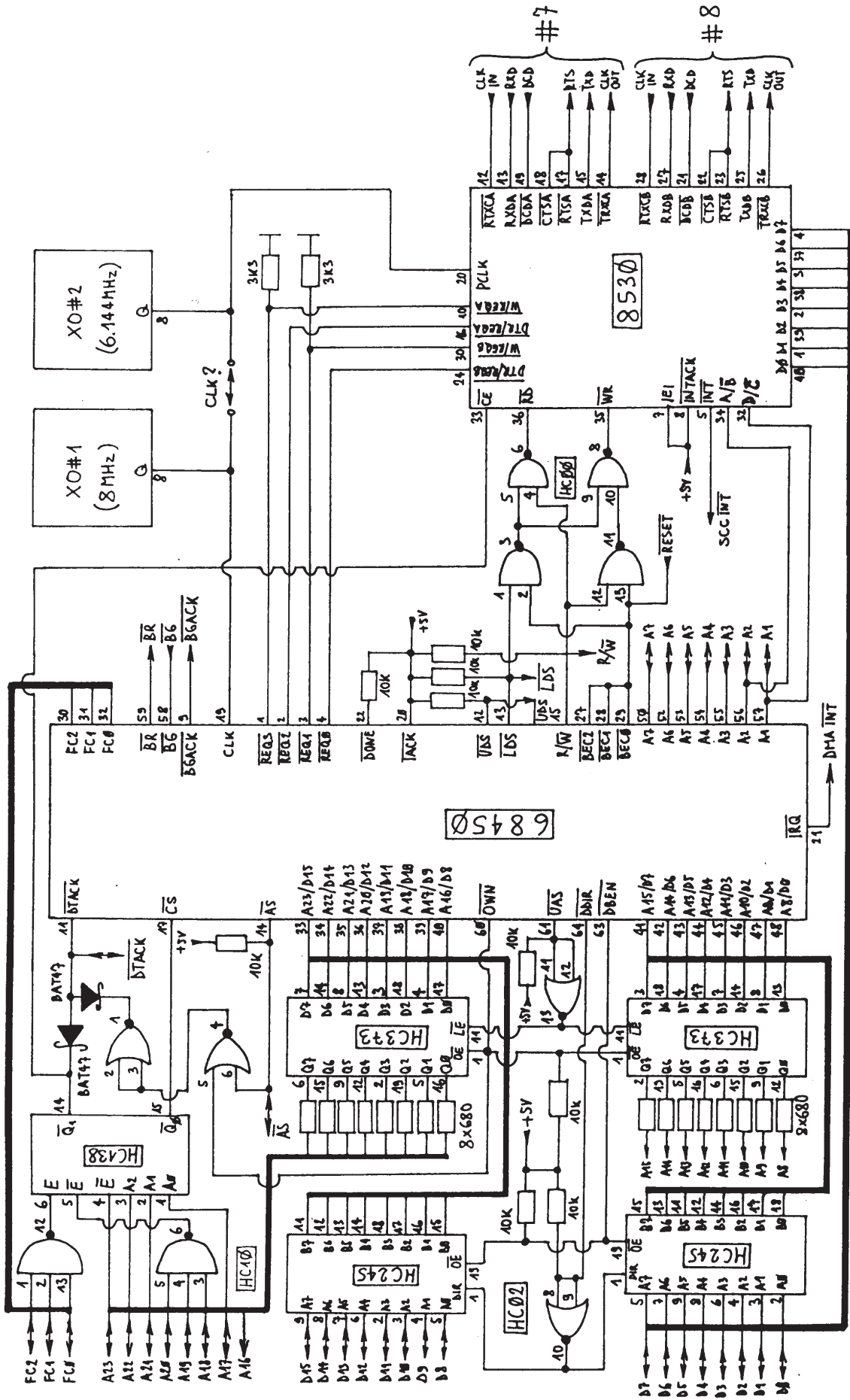
vajalcev prepočasna za to nalogo.

Razen DMA signalov vsebuje nova izvedba DIL CPU ploščice še eno spremembo: vzporedni vmesnik ni več vezan na VPA, pač pa na DTACK enako kot pomnilniki. Vzporedni vmesnik je tako prisiljen delati hitreje, vendar tudi počasna NMOS vezja 8255 delajo pri taktu 12MHz, novejša CMOS 71055 pa tudi več. Nekatera vezja 8255, predvsem 82C55, potrebujejo še kondenzator C* na vhodu CS, za katerega so zdaj predvidena očesca na tiskanini.

VPA je uporabljen le še za prekinitive avtovektorje, kar naj bi poenostavilo prilagodilno ploščico za zmogljivejša mikroprocesorja MC68020 oziroma MC68302. Oba omenjena mikroprocesorja sta vgrajena v še večja PGA ohišja z več kot 120 nožicami, zato se mi zdi edini možen način vgradnje dodatna mala prilagodilna ploščica za DIL CPU ploščico, če naj se izognemo štirislojnim ali večslojnim tiskanim vezjem.



Slika 5. - Razporeditev sestavnih delov popravljene CPU ploščice.



Slika 6. - DMA-SCC ploščica, dvokanalni hitri zaporedni vmesnik za SuperVozelj.

3. Dvokanalni hitri zaporedni vmesnik za SuperVozelj

Izvirni SuperVozelj uporablja kot zaporedne vmesnike tri vezja Z8530 SCC, ki skupno omogočajo 6 med sabo skoraj neodvisnih zaporednih kanalov. Hitrosti delovanja ne omejujejo sama SCC vezja, pač pa čas izvajanja razmeroma dolgih prekinitvenih podprogramov. Vezje Z8530 sicer zna uporabljati tudi zunanji DMA vmesnik v več možnih načinih. Pri uporabi DMA vmesnika je omejitev vezja Z8530 dosti višja: hitrost prenosa podatkov lahko na vsakem kanalu neodvisno doseže četrtino takta PCLK, to je okoli 2Mbit/s pri običajnem PCLK taktu 8MHz.

Žal to ni edina omejitev vezja Z8530. Notranji DPLL, ki ga SuperVozelj lahko uporablja za bitno sinhronizacijo, dela s taktom, ki je 32-kratnik bitne hitrosti. V tem načinu delovanja je hitrost vezja Z8530 omejena na okoli 250kbit/s. Za višje hitrosti potrebuje vezje Z8530 zunanjo bitno sinhronizacijo, ki vezju poleg podatkov dovaja še regenerirani takt. Tudi drugi zaporedni vmesniki, ki jih dobimo na tržišču, niso bistveno boljši. Tako stari

Z80SIO-0, ki ga uporablja TNC2, kot najnovejši MC68302 naprimer sploh nimata notranjega DPLLja za regeneracijo takta sprejemnika.

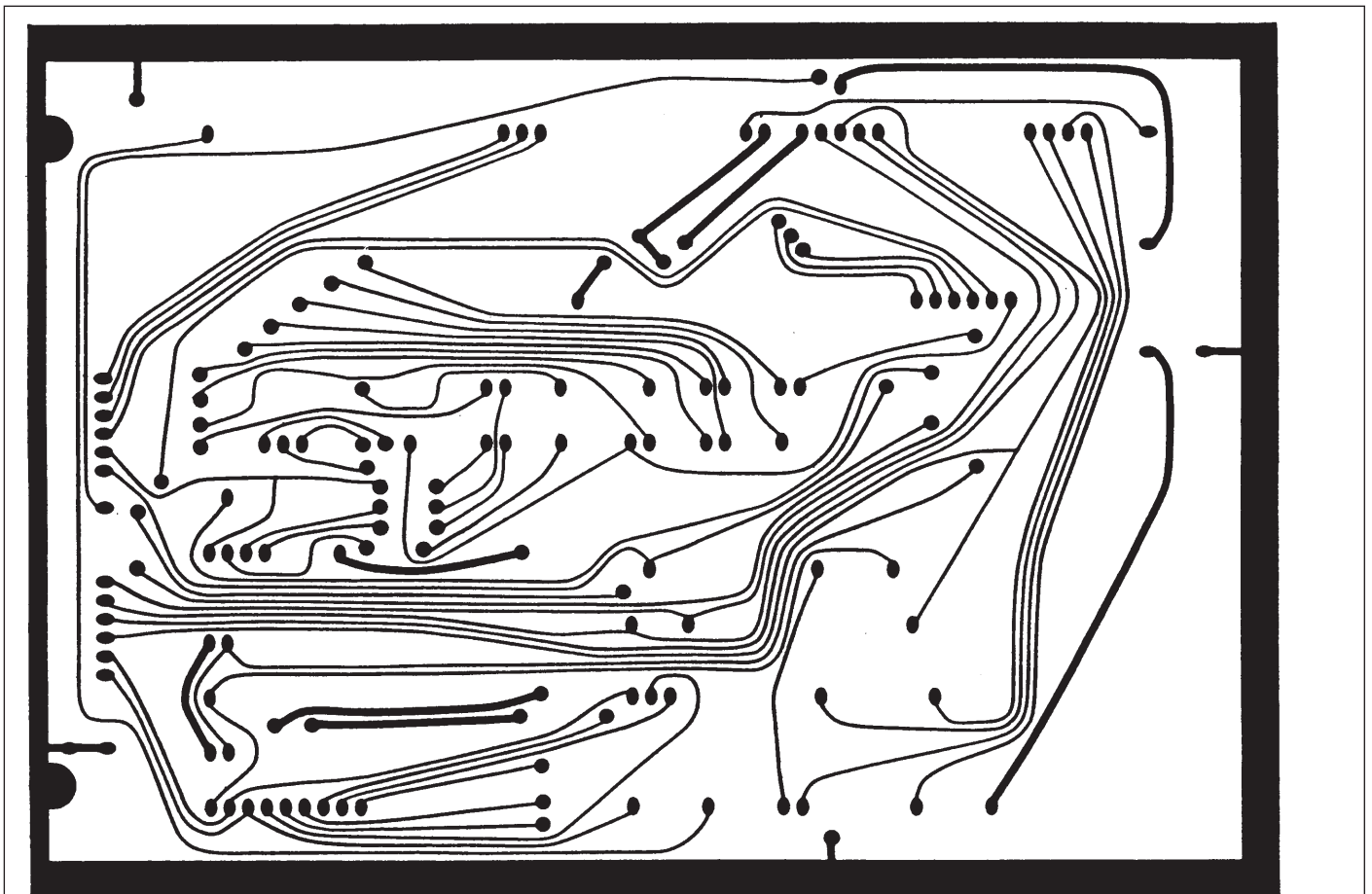
Za novi zaporedni vmesnik sem se zato odločil za dobro znano vezje Z8530, priključeno na DMA vezje MC68450. Električni načrt nove DMA-SCC ploščice je prikazan na Sliki 6. Novi vmesnik omogoča dva dodatna kanala za SuperVozelj, bolj točno kanala #7 in #8. DMA-SCC ploščica se seveda lahko vgradi v katerikoli DSP računalnik s popravljenim CPU ploščico, saj megabitnih hitrosti ne bomo uporabljali samo za zveze med packet-radio vozlišči, pač pa tudi doma!

Vezje MC68450 je štirikanalni DMA vmesnik iz družine mikroročunalnikov Motorola 68k. Kljub 64 nožicam ima MC68450 multipleksirane naslove in podatke na vodilu. Za trenutno hranjenje gornjih 16 naslovnih bitov MC68450 potrebuje dve vezji 74HC373, svoje lastno vodilo pa ločuje od podatkovnega vodila mikroročunalnika z dvema 74HC245. Ko MC68450 upravlja z vodom mikroročunalnika, razen naslova sam proizvaja tudi kontrolne signale AS, UDS, LDS in R/W in povsem enako kot mikroprocesor

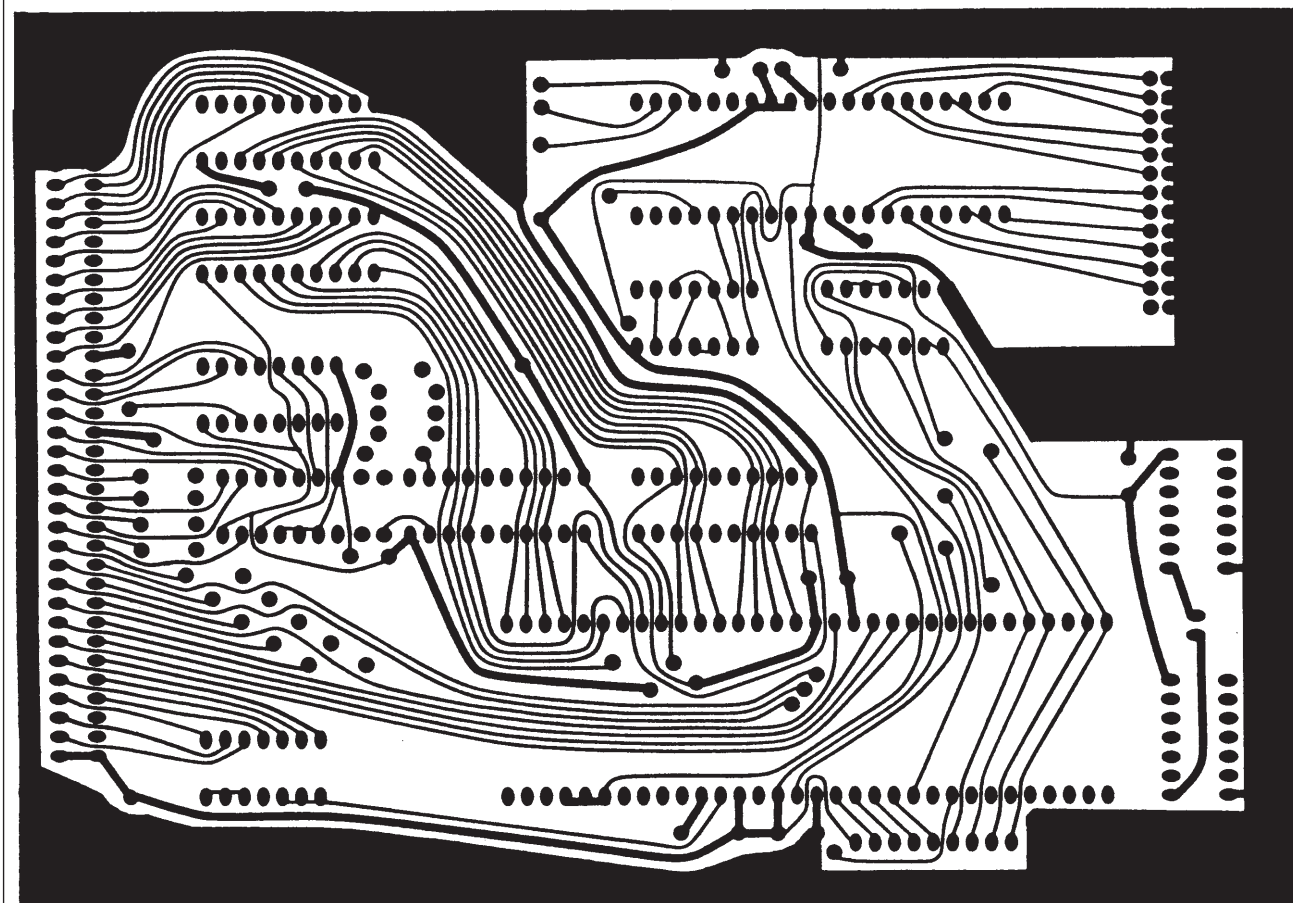
pričakuje odgovor DTACK.

Da pri prevzemu upravljanja z vodom mikroročunalnika ne pride do nedoločenih stanj, imajo AS, UDS, LDS in R/W upore 10kohm proti +5V, ki držijo omenjene signale v neaktivnih stanjih. MC68450 zna obravnavati tudi izjemne dogodke na vodilu, naprimer BERR. Izjemne dogodke javljamo MC68450 preko vhodov BEC0, BEC1 in BEC2. V opisanem vezju sem izkoristil edino RESET in vsi trije omenjeni vhodi so enostavno vezani na RESET vod na vodilu mikroročunalnika. BERR ni izkoriščen, ustrezna logika poskrbi zato, da MC68450 vedno dobi odgovor DTACK, ne glede na zahtevani naslov.

MC68450 zna prenašati podatke med vmesniki in pomnilnikom na različne načine. MC68450 lahko neposredno prepisuje podatke iz vmesnikov v pomnilnik in obratno brez uporabe vmesnih pomnilnikov oziroma lahko podatke trenutno shrani v svojih notranjih registrih. V opisanem vezju sem se odločil za drugo, čeprav počasnejšo varianto. ACK0 do ACK3 izhodi zato niso izkoriščeni, prav tako ne vhodi PCL0 do PCL3. MC68450 naslavlja vezje Z8530 povsem enako kot pomnilnik,



Slika 7. - Gornja stran dvostranske DMA-SCC ploščice.



Slika 8. - Spodnja stran dvostranske DMA-SCC ploščice.

kar znatno poenostavi povezave.

Štirje kanali vezja MC68450 so izkoriščeni za dva neodvisna sprejemna kanala in dva neodvisna oddajna kanala, vse iz enega samega vezja Z8530. MC68450 je sicer zelo varčen z dostopi do pomnilnika, da čimmanj zavira delovanje mikroprocesorja MC68010. Pri prenosu 8-bitnih podatkov z vmesnika Z8530 te najprej shrani v svojem notranjem vmesnem pomnilniku in jih vpiše v glavni pomnilnik šele takrat, ko zbere celotno 16-bitno besedo.

Na ta način prenese MC68450 kljub dvojnemu naslavljanju dva bajta podatkov v samo treh dostopih do vodila. Problem se pojavi pri sprejemu, saj lahko AX.25 okvirji vsebujejo sodo ali liho število bajtov. Žal se iz dostopnih registrov MC68450 nikakor ne da izvedeti, če v vmesnem pomnilniku čaka na prenos še osamljeni bajt. Program, ki ga izvaja mikroprocesor ob koncu okvirja, zato preprogramira ustrezne REQ izhode vezja Z8530 in upora 3.3kohm poskrbita za to, da vezje proizvede še eno dodatno zahtevo za DMA.

Za prilagoditev vezja Z8530 na vodilo 68k računalnika poskrbi 74HC00. Z8530 se sicer da spro-

gramirati tako, da štirje DMA REQ izhodi povsem ustrezajo DMA vmesniku MC68450. Proti modemu oziroma radijskim postajam pa v slučaju višjih hitrosti Z8530 potrebuje vsaj 5 žic. Razen običajnih TXD, RTS, DCD in RXD je treba pripeljati vsaj še regenerirani takt za sprejemnik. V opisanem vmesniku sem se odločil za šest žic, običajnim signalom sta dodana še RTxC in TRxC. Sedanji program je napisan tako, da je RTxC taktni vhod za oddajnik in sprejemnik danega kanala, TRxC pa izhod notranjega DPLLja, če ga seveda moremo uporabljati.

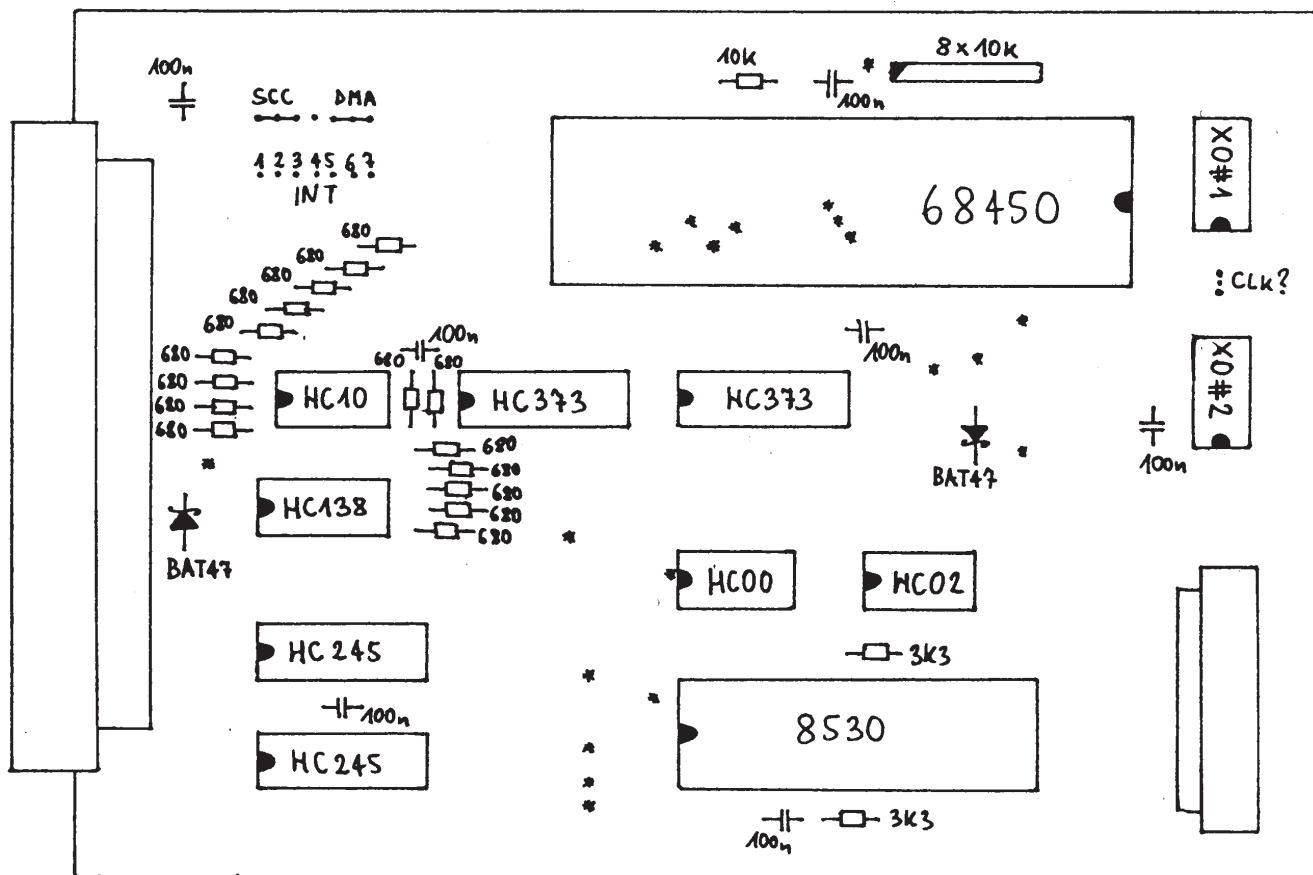
Vezji MC68450 in Z8530 potrebujeta za svoje delovanje tudi ustrezna takta. Takta obeh vezij nista nujno enaka niti sinhronizirana na takt mikroprocesorja MC68010. V vezju sem zato predvidel dva kristalna oscilatorja, čeprav običajno zadostiča en sam, prespojen preko mostička CLK? na obe vezji. Vezji MC68450 in Z8530 lahko tudi prožita prekinitve, vendar sedanja programska oprema teh prekinitvev ne potrebuje in ustreznih mostičkov enostavno ne vgradimo.

Dvokanalni hitri DMA-SCC zaporedni vmesnik je zgrajen na dvostran-

ski tiskanini dimenzij 120x170mm, ki je prikazana na Slikah 7. in 8. Razporeditev sestavnih delov je prikazana na Sliki 9. Na Sliki 9. je vrisanih tudi 7 kondenzatorjev 100nF za blokiranje napajalne napetosti +5V, ki zaradi preglednosti niso prikazani na električnem načrtu na Sliki 6. Vsi upori so vgrajeni vodoravno, vzporedno s ploščico. BAT47 sta lahko katerakoli malosignalni schottky diodi.

Vsa vezja 74... naj bojo iz 74HCxx serije. Dušilni upori 680ohm so primerni za vezja 74HC373, da preprečujejo motnje na vodilu. Večja vezja, MC68450 in Z8530, ter kristalne oscilatorje v DIL-14 ohišjih vgradimo na kvalitetna podnožja. Objavljena tiskanina je primerna za DIL izvedbo MC68450. Seveda obstaja tudi PGA MC68450 in še kopica drugih ohišij, ki bi jih le s težavo vgradili na opisano tiskanino.

CMOS izvedba MC68450 nosi oznako 63450, vendar je še nistem preizkusil, kot tudi ne CMOS izvedbe SCC vezja z oznako Z85C30. Poskusi so pokazali, da delajo 8MHz 68450 proizvajalca Hitachi tudi pri takti frekvenci 13.7MHz, 6MHz Z8530A proizvajalca Zilog pa dosežejo



Slika 9. - Razporeditev sestavnih delov DMA-SCC ploščice.

10MHz. Težave nastopijo le pri takti frekvenci mikroprocesorja MC68010. DMA-SCC ploščica predstavlja zaradi dolgih povezav zelo veliko kapacitivno breme na vodilu, večje od običajnih ploščic DSP računalnika, kar zahteva znižanje taktne frekvence MC68010 na 12MHz ali manj, če želimo doseči zanesljivo delovanje SuperVozlja.

Dvokanalni hitri zaporedni vmesnik ima standardni 64-polni "eurocard" konektor za vodilo DSP računalnika. Naslovi vhodno/izhodnih enot so prikazani v tabeli A:

Ker naslovni dekoder ni popoln, se ti naslovi ponavljajo vse do naslova \$1FFFFFF! Uporabe več DMA-SCC vmesnikov nisem predvidel, saj že en sam vmesnik polno zasede zmogljivost vodila in mikroprocesorja.

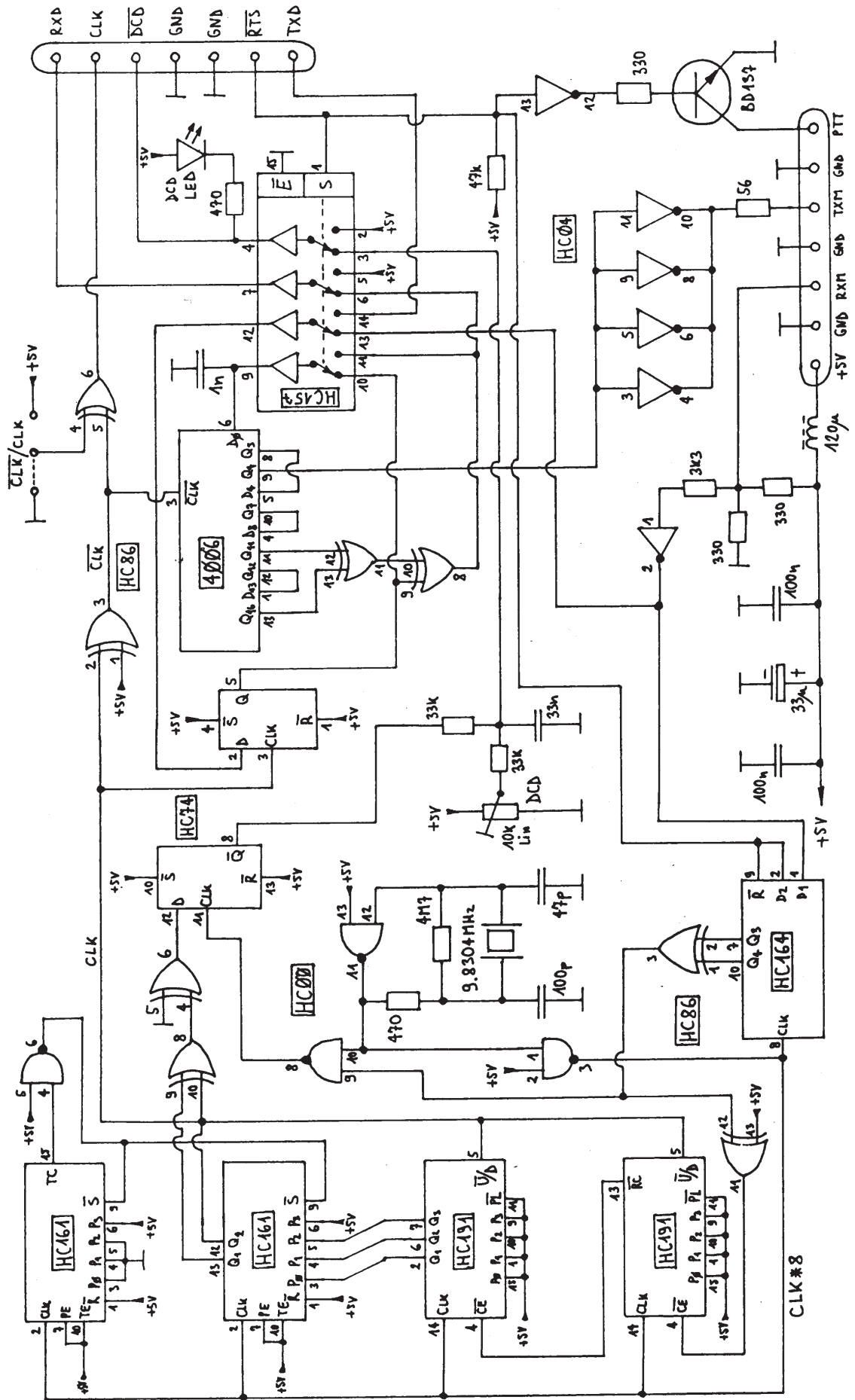
Modema oziroma vezji za bitno sinhronizacijo povežemo na DMA-SCC vmesnik preko 26-polnega konektorja za ploščati kabel. Ta je povezan na moški DB25 konektor na prednji plošči tako, da ni treba mešati žic ploščatemu kablu:

- 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 = masa (vsaka druga žica v kablu)
- 14 = RTxC kanal 7 (RX in TX taktni vhod)
- 15 = RXD kanal 7
- 16 = DCD kanal 7
- 17 = RTS kanal 7
- 18 = TXD kanal 7
- 19 = TRxC kanal 7 (DPLL izhod - običajno neuporabljen)
- 20 = RTxC kanal 8 (RX in TX taktni vhod)
- 21 = RXD kanal 8
- 22 = DCD kanal 8
- 23 = RTS kanal 8
- 24 = TXD kanal 8
- 25 = TRxC kanal 8 (DPLL izhod - običajno neuporabljen)

\$1C0000 do \$1C0039	DMA MC68450 DREQ#0 registri - kanal 8 TX
\$1C0040 do \$1C0079	DMA MC68450 DREQ#1 registri - kanal 8 RX
\$1C0080 do \$1C00B9	DMA MC68450 DREQ#2 registri - kanal 7 TX
\$1C00C0 do \$1C00F9	DMA MC68450 DREQ#3 registri - kanal 7 RX
\$1C00FF	DMA MC68450 general control register
\$1E0001	SCC#4 (DMA) naslov B command - kanal 8
\$1E0003	SCC#4 (DMA) naslov B data
\$1E0005	SCC#4 (DMA) naslov A command - kanal 7
\$1E0007	SCC#4 (DMA) naslov A data

Tabela A

Oba kanala sta dupleksna. DCD vhod posameznega kanala določa le, kdaj gra lahko ta kanal na oddajo. DCD vhod ne vpliva na sprejem okvirjev! RTS izhod preklaplja sinhronizator in postajo med sprejemom in oddajo (PTT). Takti vhod je skupen za RX in TX in je povezan na RTxC vhod na vezju Z8530. Na



Slika 10. - 1.2288Mbit/s bitna sinhronizacija s skrambliranjem podatkov.

TRxC pa je doveden izhod notranjega DPLLja iz Z8530 (običajno neuporabljen).

4. 1.2288Mbit/s bitna sinhronizacija s skrambiliranjem podatkov

Na začetku packet-radia je bil vmesnik med računalnikom in postajo znan. Modem ali kakorkoli že smo imenovali napravo, ki se je morala obnašati kot zvočnik, mikrofoni in stikalo za oddajo, gledano s strani radijske postaje. Podobne signale potrebujejo tudi širokopasovne 70cm in 23cm FM radijske postaje, saj bi s temi postajami v krajnem slučaju tudi lahko prenašali govorne signale. Pri načrtovanju še hitrejših packet-radio povezav pa se takšno razmišljanje zatakne, saj se na primer govorni signal ne bo nikoli uspel prebiti skozi vezja PSK radijske postaje.

Večje hitrosti prenosa zavzemajo

širši frekvenčni spekter in zato zahtevajo uporabo mikrovalovnih frekvenčnih področij. Na mikrovalovih vsakršen antenski vod prinaša velike izgube, zato bi želeli vgraditi postajo čim bližje anteni. Dolžina voda med radijsko postajo in modemom pa ni poljubna: sedanji Manchester modemi in WBFM postaje ne dopuščajo več kot kakšen meter oklopljenih žic, sicer nizkofrekvenčni signal popačijo in dušijo parazitne kapacitivnosti povezovalnih žic.

Ne glede na to, če se za nove packet-radio povezave odločimo za navidez enostavnejše FM radijske postaje z manjšim dometom oziroma bolj komplicirane PSK radijske postaje z večjim radijskim dometom, je treba najprej določiti vmesnik med radijsko postajo in računalniško opremo. Po daljšem razmisleku sem se odločil za vmesnik s signali na TTL nivoju (0-5V), ki lahko krmili 75-ohmski koaksialni kabel. Sprejemna in oddajna enota sta seveda za-

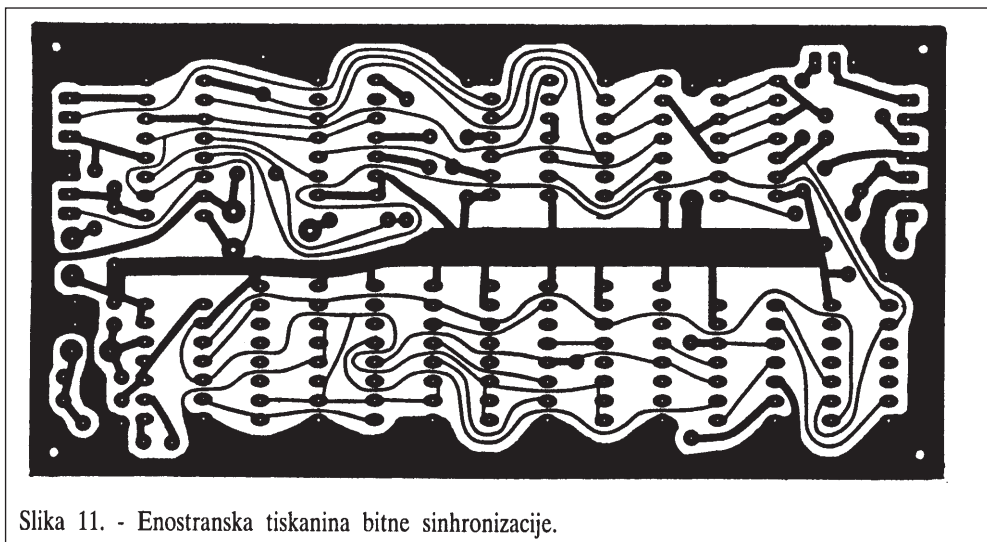
ključeni na karakteristično impedanco voda, da preprečimo ali vsaj omilimo vpliv neželenih odbojev.

Čeprav se da izdelati FM in PSK radijske postaje, ki zmorejo prenašati tudi enosmerni komponento modulatorskega signala, ta zadnja zahteva običajno povzroči načrtovalcu radijske postaje obilo preglavic. Vmesnik naj bi poskrbel za to, da modulatorski signal ne vsebuje enosmerne komponente. Takšen signal je lahko AFSK izhod Bell-202 modema oziroma Manchester signal.

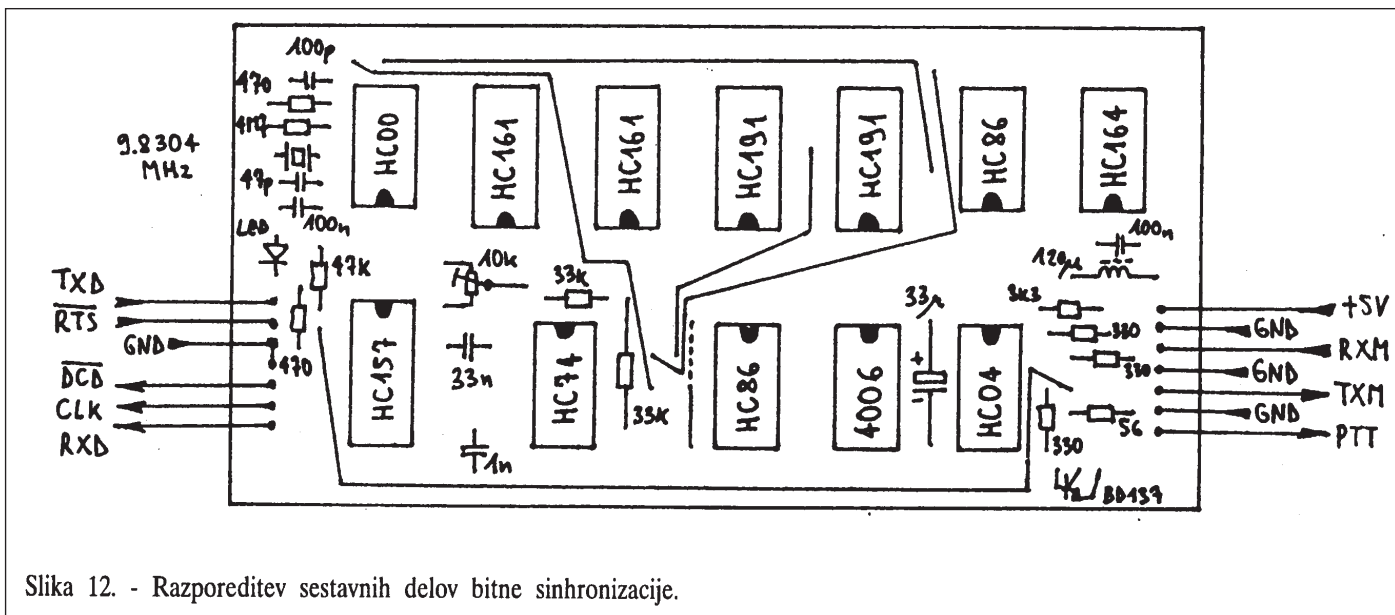
V digitalnem svetu pomeni gornja zahteva enostavno to, da je število enic in ničel v sporočilu približno izenačeno ter so enice in ničle skoraj povsem naključno premešane v samem sporočilu. Ker vsebujejo packet-radio signali določeno redundanco (odvečne bitke) zaradi mehanizma vrivanja ničel oziroma oddaje zastavic, je za takšne signale razmerno enostavno izdelati skrambler na oddajni strani ter ustrezen deskrambler na sprejemni strani.

Skrambiliranje (scrambling ali randomization po angleško) pomeni enostavno to, da koristnemu signalu dodamo na oddajni strani navidezno povsem naključen signal in na sprejemni strani ta dodatek spet točno odstranimo.

Postopka skrambiliranja ne smemo zamenjati s kriptozoščito (šifriranjem) podatkov, čeprav je končni rezultat za nepoučenega opazovalca podoben. Pri skrambiliranju uporabljamo znana psevdonaključna zaporedja, ki jih naredimo s pomikalnimi registri z linearno povratno vezavo iz samih EXOR vrat.



Slika 11. - Enostranska tiskanina bitne sinhronizacije.



Slika 12. - Razporeditev sestavnih delov bitne sinhronizacije.

Tako skrambliran signal je zelo enostavno "dešifrirati", tudi ko natančno ne poznamo načina skrambliranja. Matematiki so že pred leti našli algoritem, ki takšno uganko reši v trenutku z zelo majhnim številom računskih operacij. Kriptološka vrednost takšnega "šifriranja" je danes nična, zato ne obstajajo pravni razlogi, da radioamaterji ne bi uporabljali skrambliranja v naših zvezah, če s tem poenostavimo naše naprave in celo omejimo motnje drugim uporabnikom.

Skrambliranje je v packet-radiu prvič uspešno uporabil K9NG v svojem 4800bit/s modemu in sicer z uporabo polinoma $1+X^{**12}+X^{**17}$. K9NG modem je kasneje izboljšal G3RUH z dodatkom boljših analognih vezij in gnusno načrtovanega DPLLja ter dosegel 9600bit/s skozi v ta namen predelane ozkopasovne FM postaje. V opisani vmesnik sem tudi sam vgradil skrambliranje z istim polinomom, ki potrebuje le 17-stopenjski pomikalni register in dvoje EXOR vrat za skrambliranje oziroma deskrambliranje podatkov.

Električni načrt 1.2288Mbit/s bitne sinhronizacije s skrambliranjem podatkov je prikazan na Sliki 10. Vezje vsebuje "interpolacijski" DPLL za regeneracijo takta na sprejemu, skrambler/deskrambler s pomikalnim registrom, vezja za preklon sprejem/oddaja ter vmesnik za 75-ohmska kabla.

Regeneracijo takta pri sprejemu sinhronih podatkov običajno izvedemo s sitom s fazno-sklenjeno zanko (PLL ali Phase-Locked Loop). PLL lahko izdelamo z analognimi ali digitalnimi vezji. Analogni PLL je treba seveda uglasiti na pravo frekvenco. Razen tega je analogni PLL običajno PLL drugega reda, ker vezje opisuje diferencialna enačba drugega reda. Rešitve takšne enačbe so lahko nestabilne, kar privede do nepredvidenih težav.

V nasprotju z analogno izvedbo lahko digitalni PLL (DPLL) izdelamo kot PLL prvega reda, ki je vedno stabilen. Žal pri hitrostih nad 1Mbit/s DPLL ni enostavno izvedljiv. DPLL vezja običajno delajo s taktno frekvenco, ki je vsaj 32-kratnik bitne hitrosti, še boljše več (64-, 128- ali 256-kratnik). Pri 1.2Mbit/s to pomeni taktno frekvenco vsaj 40MHz, kar v malo bolj kompliciranem vezju komaj zmore najhitrejša 74Fxxx družina TTL vezij. Enakovredno vezje Manchester modemu iz CQ ZRS 6/96 bi potrebovalo taktno frekvenco okoli

79MHz, kar ni izvedljivo z amaterjem dosegljivimi sestavnimi deli!

Prikazano vezje na Sliki 10. zato vsebuje drugačen DPLL, ki deluje le z 8-kratnim taktom bitne frekvence. Frekvenco kristalnega oscilatorja na 9.8304MHz deli z 8 gornji 74HC161. Še en 74HC161 je uporabljen kot fazni sukalknik, ki ga krmilita dva dvosmerna števec 74HC191. Pomikalni register 74HC164 skupaj z ustreznimi EXOR vrati zaznava prehode logičnega nivoja v vhodnem signalu, ki povečajo ali znižajo vsebino števec 74HC191. Končni rezultat ustreza enostavnemu DPLL vezju, ki bi delovalo z 256-kratnikom bitne frekvence oziroma s taktno frekvenco okoli 315MHz.

DPLL krmili tudi DCD vezje, ki ugotavlja, če se prehodi nivojev pojavljajo v vhodnem signalu ob pričakovanem času ali ne. Rezultat DCD vezja se povpreči z razmeroma veliko RC časovno konstanto okoli 500 mikrosekund, saj so zakasnitve ob preklopu radijske postaje na oddajo še dosti večje. Kot primerjalnik DCD napetosti so uporabljena kar CMOS logična vrata iz preklonika 74HC157.

Vezje bitne sinhronizacije je predvideno za simpleksno delovanje. Izhod DPLL vezja dovaja en sam takt za sprejemnik in oddajnik zaporednega vmesnika Z8530, vendar je zanka DPLL vezja sklenjena na vhodni signal le na sprejemu. Na oddaji DPLL enostavno deli takt kristalnega oscilatorja z 8, saj RTS signal tedaj onesposobi delovanje detektorja prehodov s pomikalnim registrom 74HC164.

Regenerirani takt iz DPLLja potrebuje za delovanje tudi vezje skramblerja/deskramblerja. V tem vezju sem uporabil stari pomikalni register 4006 ker vsebuje skupno kar 18 stopenj, za kar bi sicer potreboval vsaj tri vezja iz družine 74HCxxx. Uporaba starega in počasnega 4006 ne gre brez težav: za zagotavljanje pravilnega delovanja je potrebno nekoliko zakasniti vhodne podatke glede na takt s kondenzatorjem 1nF med nožico 6 in maso.

Točno nalogo vezja: skrambler na oddaji oziroma deskrambler na sprejemu, preklaplja 74HC157. Isto vezje poskrbi tudi za to, da sta na oddaji izhoda RXD in DCD v neaktivnem stanju in po nepotrebnem ne obremenjujeta DMA-SCC vmesnika. Razen pomikalnega registra 4006 vsebuje vezje še D-flip-flop (polovica 74HC74) za "čiščenje" vhodnih po-

datkov predvsem na sprejemu.

Vmesnik za radijsko postajo je izdelan z vezjem 74HC04. Oddajne podatke ojačijo štirje vzporedno vezani inverterji tega vezja, da pravilno krmilimo nizkoimpedančni koaksialni kabel do radijske postaje. Vhod sprejemnika je zaključen z dvema uporoma po 330ohm, kar daje nekoliko višjo vhodno impedanco, sicer pa se tudi sprejeti podatki ojačijo z enim od inverterjev vezja 74HC04. Končno preostali inverter krmili tranzistor BD137, ki deluje kot PTT stikalo za oddajo. Za razliko od ostalih modemov opisano vezje ne vsebuje "kužapazi" časovne konstante za oddajnik!

1.2288Mbit/s bitna sinhronizacija s skrambliranjem podatkov je zgrajena na enostranski tiskanini dimenzij 60x120mm (glej Sliko 11.). Razporeditev sestavnih delov je prikazana na Sliki 12. Na ploščici je kar šest žičnih mostičkov. Z ustreznim žičnim mostičkom izbiramo fazo izhodnega takta. Za DMA-SCC ploščico z vezjem Z8530 je ta mostiček spojen na maso. Upori, dušilka in elektrolit so vgrajeni ležeče, kristal in tranzistor BD137 pa pokončno.

Vezje bitne sinhronizacije vsebuje le eno uglasovalno točko in sicer trimer za DCD, ki ga pri sprejemu šuma nastavimo tako, da DCD LED ravno ugasne. Na SuperVozelj povežemo bitno sinhronizacijo kot vsak modem, le na dodatno žico za takt ne smemo pozabiti. Radijska postaja mora seveda vsebovati podoben TTL vmesnik za povezavo z bitno sinhronizacijo. Pri načrtovanju vmesnika v radijski postaji moramo upoštevati, da oddaja bitna sinhronizacija "šavje" preko TXM voda tudi na sprejemu, bolj točno takrat tu dobimo zakasnjene in regenerirane sprejeti signal brez deskrambliranja.

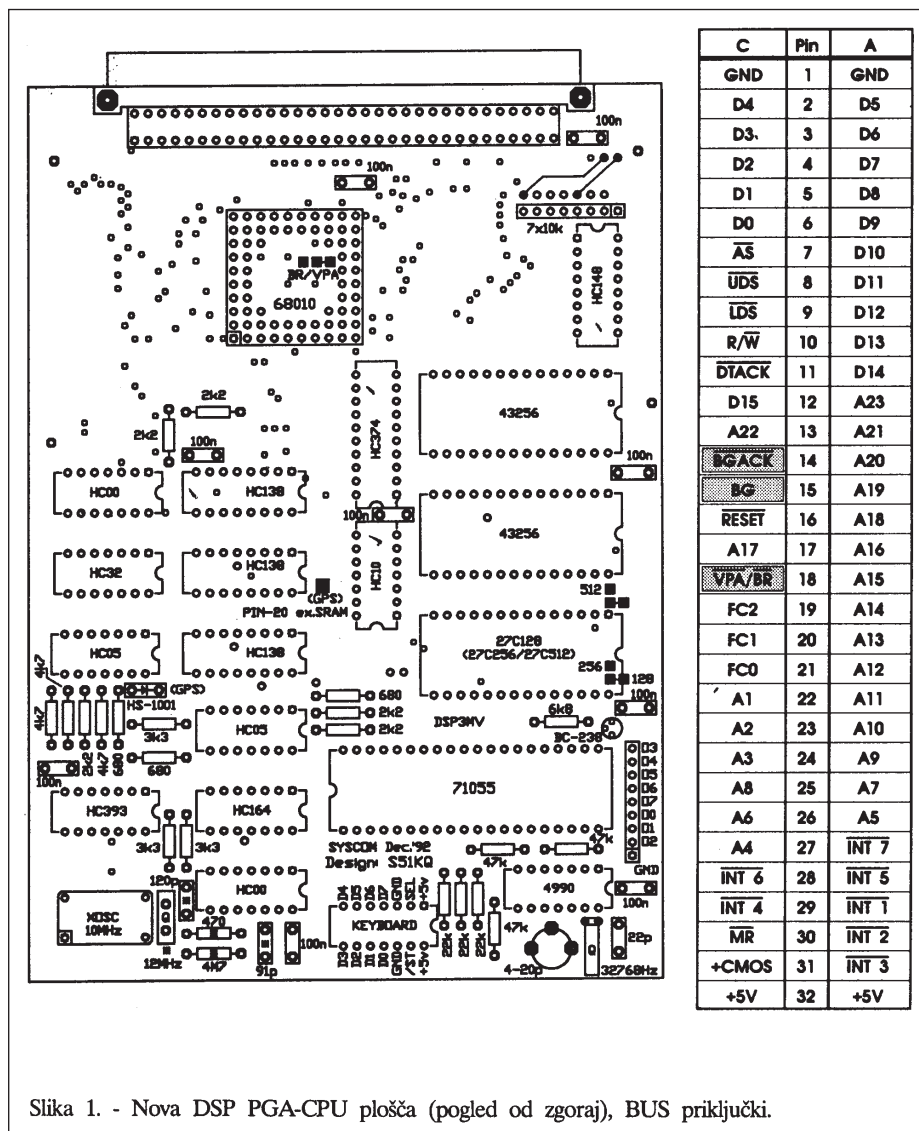
Nova DSP procesorska plošča za procesorje v PGA ohišju

Mijo Kovačevič, S51KQ

Od takrat, ko je Matjaž sestavil svoj prvi DSP računalnik pa do danes, se je le-ta krepko uveljavil oziroma prirasel k srcu lastnikom. Uporabljamo ga v različne namene, od komunikacij pa do orodja za izdelavo lastnih naprav. In ker ima vsakdo, ki ima vsaj malo veselja do spajkanja, v predalu tudi nekaj čipov, s katerimi ne ve kaj početi in pa predvsem zaradi Matjaževega novega projekta SV - super vozlišč za novo slovensko packet mrežo, sem se lotil izdelave nove DSP procesorske plošče za 68010 procesorje v PGA - kocka ohišju. Verjetno se te kocke mnogim izmed nas potikajo po raznih škatlah in žalostno čakajo, na koga ki bi jih koristno uporabil... To pa je velika škoda, pa tudi poceni niso. Ne pozabimo še, da so keramične kocke profesionalne izvedbe m zato tudi zelo zanesljive v delovanju.

1. Opis sprememb na CPU tiskanini

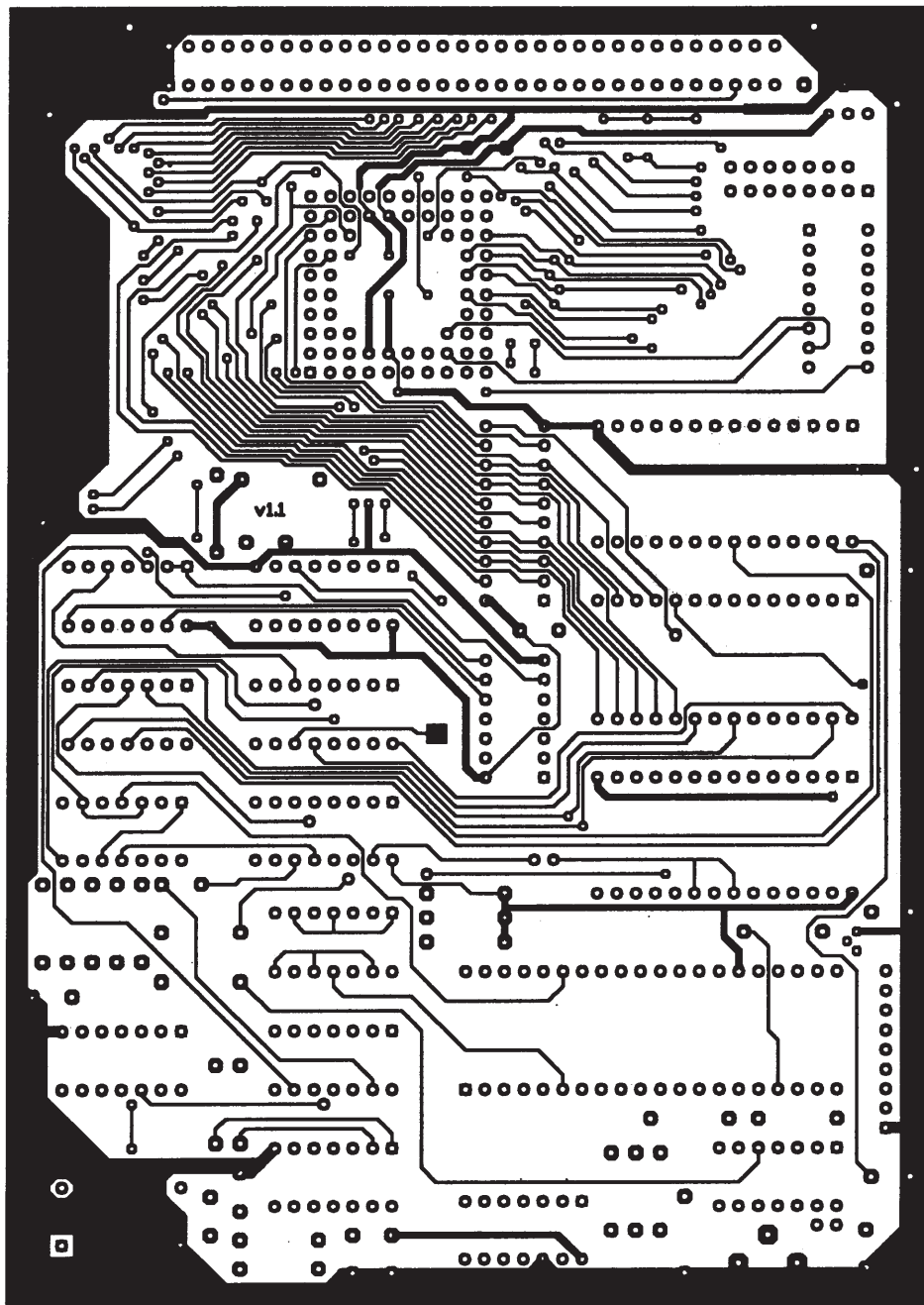
Tiskanina je enakih dimenzij kot vse ostale v DSP računalniku. Na prvi pogled je zelo podobna Matjaževi, vendar pa se po malenkostih razlikuje. Najbolj očitna je kocka oziroma luknja za 68 pinsko PGA podnožje našega procesorja. Štiri odvečne nožice v primerjavi z DIL izvedbo so ostale neuporabljene. Pri spajkanju podnožja in vtikanju procesorja vanj moramo biti pazljivi. Na sliki razporeda elementov je nožica 1 označena z obrobo okoli nje. Na tiskanini je še nekaj novih elementov z označenimi vrednostmi. Tako imamo dva 100nF blok kondenzatorja v okolici procesorja za blokado napajanja, dva 2k2 pull-up upora in pa v spodnji polovici tiskanine šotki diodo HS 1001, katero je potrebno prispajkati le v primeru, ko se tiskanina uporablja kot računalnik GPS3MV sprejemnika. V spodnjem levem kotu vezja je dodan kristalni oscilator - modul, ki lahko nadomesti kvarc kristal in elemente okoli njega. Pozor! Če uporabimo oscilator modul, potem ne smemo prispajkati elementov označenih z '*'. To so: kvarc kristal, 120pE; 100pF, 470E m 4M7. 74HC00 pa moramo prispajkati, ker ga uporabljamo naš modul, (1/4 je uporabljena v druge namene).



Slika 1. - Nova DSP PGA-CPU plošča (pogled od zgoraj), BUS priključki.

Na tiskanini so dodani tudi mostički oziroma ušesca zanje. Vsa (razen enega) so na spodnji, to je strani spajkanja elementov. Na 1. sliki so zaradi preglednosti vsa ušesca prikazana tudi na shemi razporeditve elementov - od zgoraj! Edino, ki se nahaja zgoraj, je med 74HC138 in 74HC10 čipoma. Uporablja se v primeru GPS3MV sprejemnika m se nanj priključita obe nožici /CS (PIN-20) dodatnih ram-ov. Če pogledamo na spodnjo stran, imamo pod procesorjem tri ušesca, od teh sta dva kratko spojena. Ta mostiček določa, katera linija procesorja (/VPA ali /BR) bo speljana na C18 priključek 64 polnega A-C BUS vtička. Na tiskanini je fizično povezana /VPA linija. Za potrebe SV -

super vozlišč je potrebno tanko povezavo med srednjim in desnim ušescem prekiniti m prispajkati novo iz srednjega na levo ušesce, gledano iz strani elementov! Še dve skupini po tri ušesca sta pod eprom podnožjem. Z njimi določimo tip eproma, ki bo uporabljen na tej procesorski plošči. Na vezju je fizično določen 27C128, lahko pa ustrezno prispajkamo ušesca in omogočimo uporabo 27C256 ali 27C512 eproma. Spodnja skupina treh ušesc določa, kateri signal bo speljan na nožico 27 eproma. Na tiskanini je povezan mostiček tako, da je ta nožica spojena na +5v. Eprom 27C128 ima tu PGM priključek. Pri uporabi 27C256 eproma prekinemo horizontalno povezavo in spojimo srednje ušesce



Slika 3. - Tiskano vezje DSP PGA-CPU plošče - stran elementov.

navpično z zgornjim. Tako spojimo na nožico 27 naslovni priključek A14. Ko želimo uporabiti 27C512 eprom, povežemo spodnjo skupino ušesc kot za 256 tip eproma, saj ima ta eprom na priključku 27 prav tako

naslov A14. Sedaj moramo prekiniti in prespojiti še zgornja ušesca in sicer pri uporabi 27C128 in 27C256 epromov je bila nožica 1 spojena na +5v, pri teh dveh tipih epromov pa je na njej priključek VPP. Nanj med

000000H do 003FFFFH 27C128 eprom
 000000H do 007FFFEH 27C256 eprom
 000000H do 00FFFFFFH 27C512 eprom
 Ostali naslovi na PGA-CPU plošči:
 010001H 71055 port A - parallel keyboard input
 010003H 71055 port B - parallel O0 - O7 output
 010005H 71055 port C - keyboard strobe & RTC chip control
 010007H 71055 command register
 030000H do 03FFFFFFH 64 kbytes nonvolatile system RAM

Tabela A

programiranjem eproma programator pripelje ustrezno programsko napetost za vpis spominskih lokacij v epromu. Torej srednje ušesce preki- nemo z levim in prespojimo navpično in s tem pripeljemo na priključek 1 naslovno linijo A15. Na PGA-CPU procesorski plošči zasede eprom s sis- temskim programom naslednje naslovno področje glede na tip eproma (glej tabelo A).

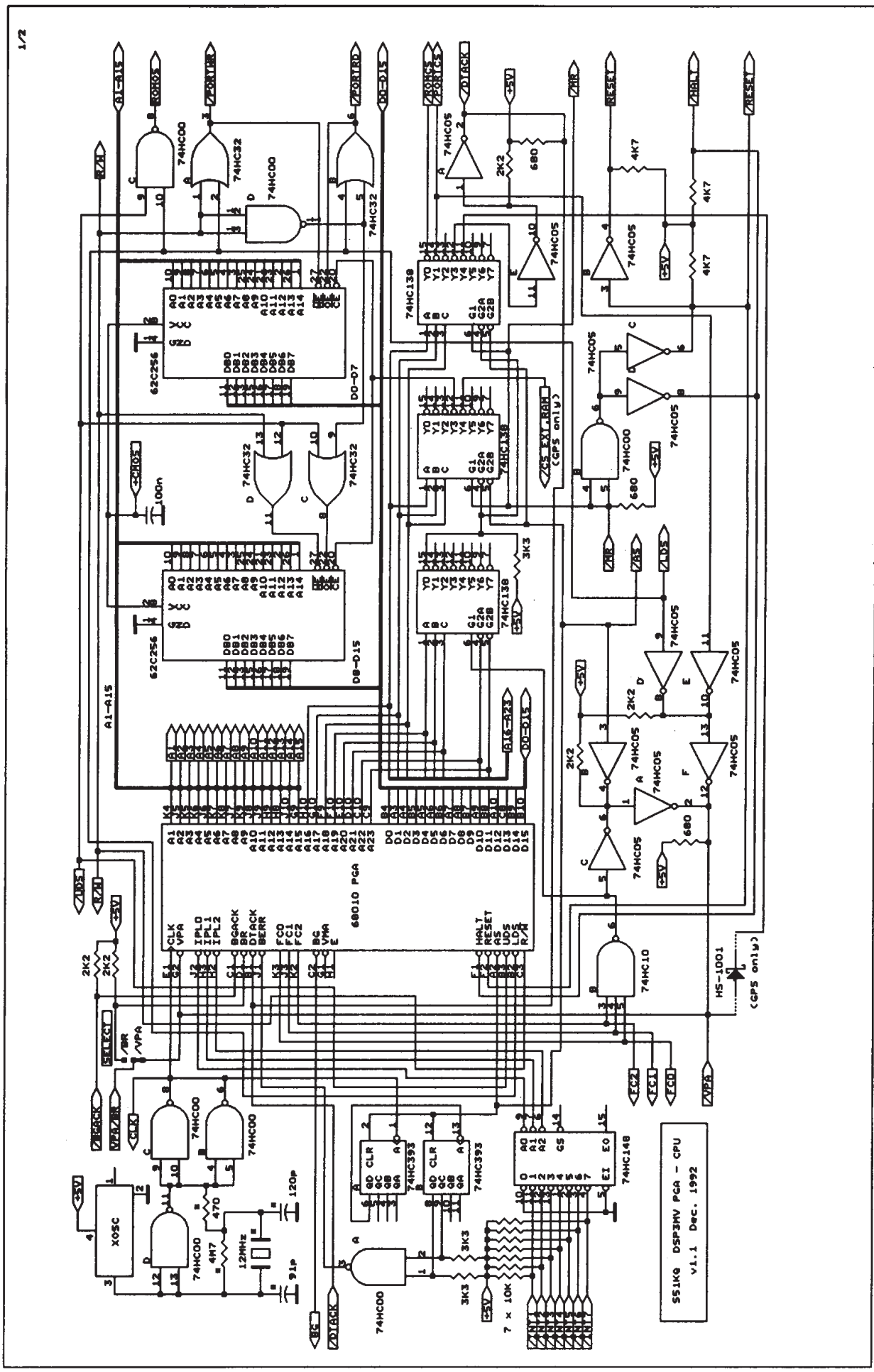
Pri dodajanju svojih peri- femih naprav moramo paziti še na naslednje: opisani naslo- vi niso popolnoma dekodirani oziroma naslove pod 030000H ne smemo uporabljati v svojih hardverskih projektih!

Oscilator-modul je na vezju povezan tako, da ne potrebuje nobene prevezave. Pomembno je, da je pravilno obrnjen v vezju in da elementi označeni z '*' na Sl.1 niso prispajkani v vezju. Pri uporabi kvarc kris- tala pa moramo paziti da ga prispajkamo ležečega vsaj 2mm nad tiskanino oziroma da ga z ustrezno izolacijo lo- čimo od mesta, kjer bi lahko napravil kratek stik na spojih predvidenih za modul-oscila- tor. Možni načini spajkanja vseh ušesc na novi DSP PGA-CPU tiskanini pa so prikazani na sliki 2, (s pogledom na ušesca iz strani elementov!). Sliki 5 in 6 pa prikazujeta električno shemo S51KO DSP3MV PGA-CPU plošče.

2. Opis sprememb na vodilu DSP računalnika

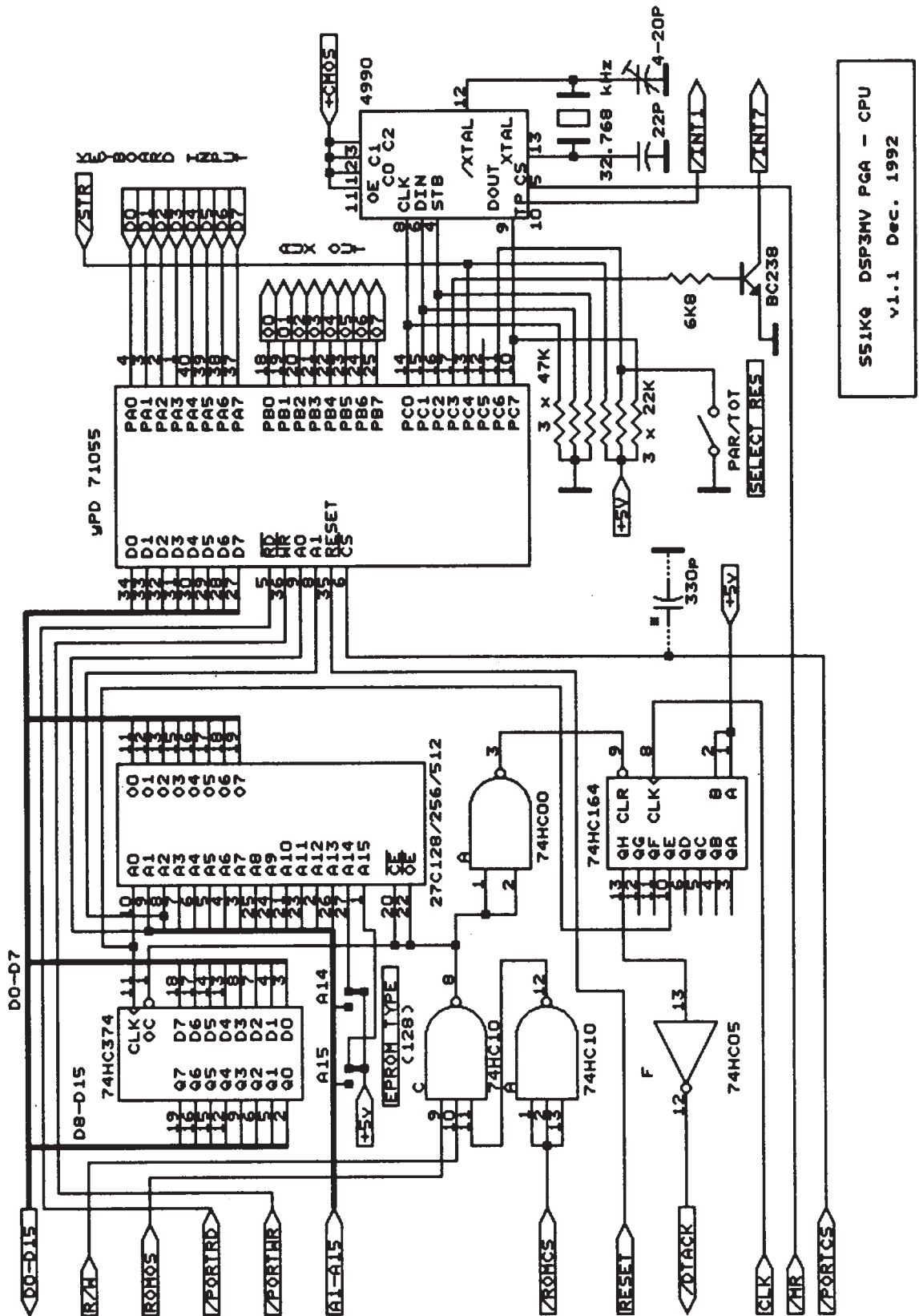
Na procesorski tiskanini so do 64 polnega A-C BUS vtikača za potrebe SV - super vozlišč za packet in bo- dočih projektov speljane tri nove povezave, ki so zamenjale prejšnje na priključkih C14, C15 in C18 A-C vtikača. Na sliki 1 desno so te tri pozicije pobarvane v sivem rastru. Prejšnji /CLK na C14 je zamenjal /BGACK, prejšnji /HALT pa BG na C15. /VPA na poziciji C18 je tre- nutno res na tem priključku, z prevezavo mostička pod procesorjem pa pripeljemo na C18 limjo /BR. Torej pri izdelavi svojih dodatnih kartic za DSP, ki uporabljajo /VPA linijo, pazimo na pravilno nameščen mostiček pod procesorjem.

To so spremembe, ki so nastale zaradi sedanjih in potreb v bodoče. Modul-oscilator uporabimo s frek-

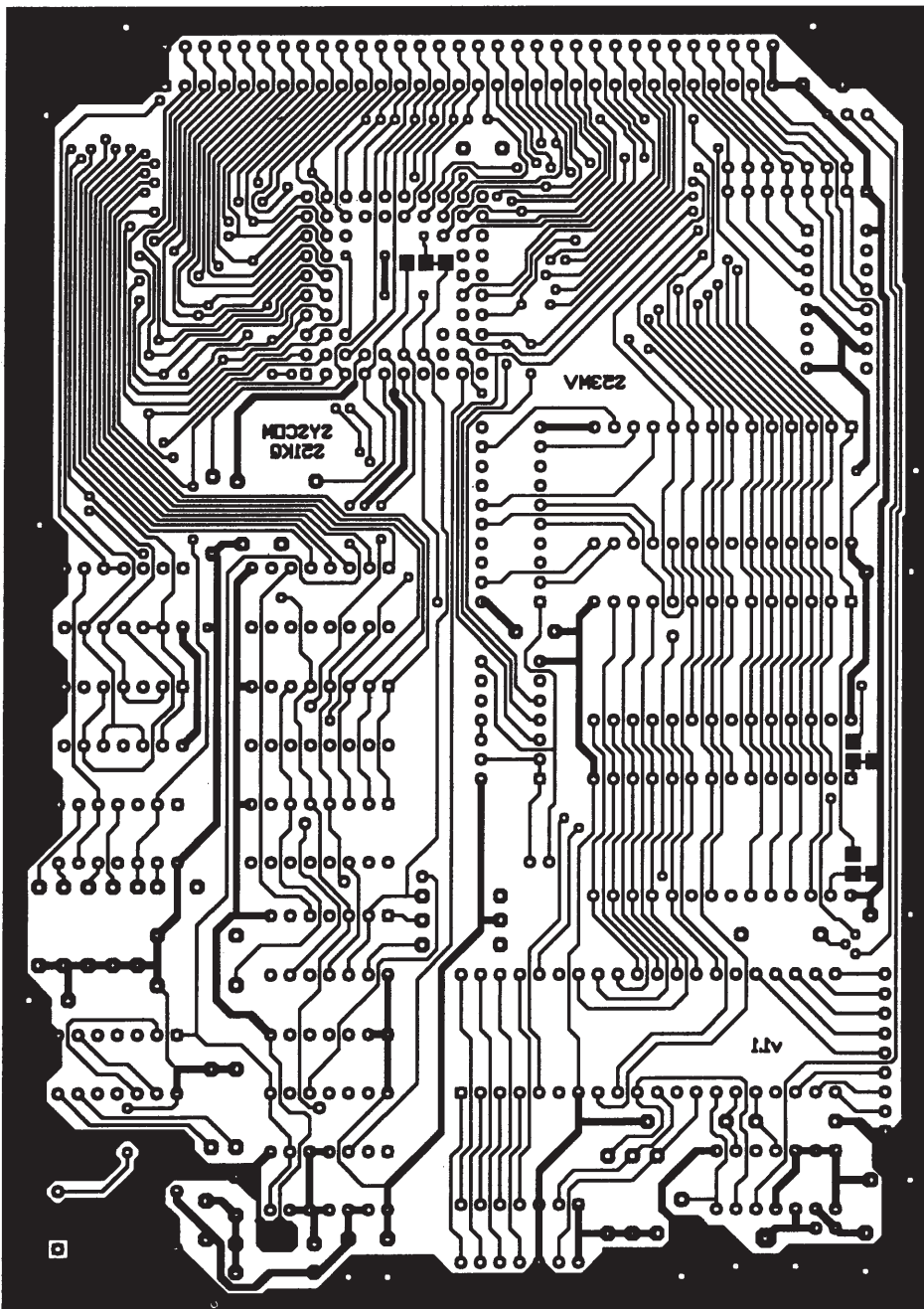


Slika 5. - Električna shema DSP3MV PGA-CPU plošče.

2/2

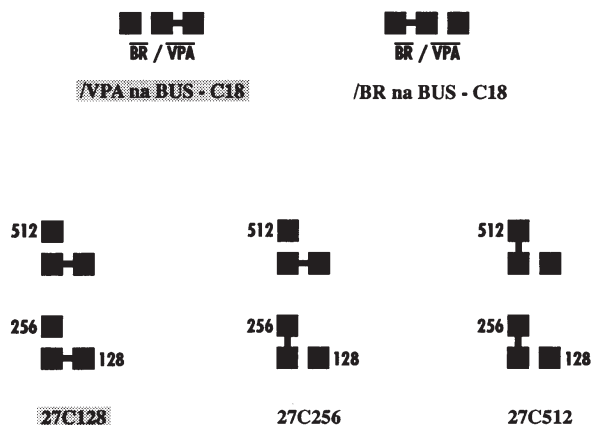


Slika 6. - Električna shema DSP3MV PGA-CPU plošče.



Slika 4. - Tiskano vezje DSP PGA-CPU plošče - stran spajkanja.

venco, pri kateri je naš procesor sposoben trajno in zanesljivo delovati (tudi pri povišani temperaturi okolja!). Vezeje je narejeno na dvostranskem 1.6mm debelem vitoplastu z metaliziranimi luknjami. Slika 3 prikazuje PGA - CPU ploščo stran elementov, slika 4 pa isto ploščo stran spajkanja s pogledom s strani elementov (zrcalno). Naj še opozorim, da objavljeni sliki filmov zaradi preslikav verjetno ne bosta v pravem merilu. Naročila za te tiskanine zbira avtor po pošti ali packetu.



Slika 2. - Možni načini spajanja mostičkov na S51KQ PGA-CPU plošči, siva polja označujejo nastavitve na novi tiskanini.

Opis programa SuperVozelj

(izvedba V83 z datumom 20/10/1998)

Matjaž Vidmar, S53MV

Projekt SuperVozelj vključuje razvoj in izdelavo radijskih postaj, vozliščnih računalnikov in ustrezne programske opreme za čim hitrejšo amatersko packet-radio omrežje. Vozliščni računalniki uporabljajo mikroprocesorje iz družine Motorola MC680xx, programska oprema je zato pisana v zbirniku družine 68k. Takšna zasnova omogoča hitrosti delovanja do nekaj 100kbps na prekinitvah in do nekaj Mbps z uporabo DMA vezja MC68450 oziroma procesorjev MC68302, MC68360 in njihovih izboljšanih naslednikov. Vsa programska oprema naj bo hkrati tako napisana, da omogoča nadgradnjo na novejšo stroje brez večjih predelav.

Sedanja izvedba SVja deluje kot 8-kanalno packet-radio vozlišče in ima vgrajeno krmiljenje vmesnika za TV-kamero - slikolova. Sedanja izvedba SVja uporablja CPU MC68010 ali MC68020, lahko ima DMA MC68450 ter tri ali štiri SCC vezja Z8530 (tri na prekinitvah in eno na DMA, če je DMA prisoten), kar omogoča delovanje do okoli 4Mbps na DMA (vsota hitrosti obeh kanalov) in do okoli 200kbps (MC68010) ali 300kbps (MC68020) na prekinitvah (vsota hitrosti ostalih 6 kanalov, CPU takt 12MHz).

Sedanja izvedba SVja se sama prilagodi vrsti mikroprocesorja MC68010 ali MC68020 in upošteva prisotnost/odsotnost DMA vezja MC68450. Pri predelavi programov za MC68020 je treba upoštevati način delovanja cache predpomnilnika, kar pomeni, da se isti program različno hitro izvaja na različnih naslovih.

Izvornik SVV83 v 68k ASM je dolg 205102 (\$3212E) bajtov. Prevod SVV83 v 68k strojni jezik je dolg 20822 (\$5156) bajtov.

Opisana izvedba SVja uporablja naslednji hardware:

- (1) CPU ploščo DSP računalnika (DMA izvedba), 32k EPROM 27C256
- (2) 1Mbyte (512kbyte) RAM ploščo na naslovu \$200000(3) DMA-SCC ploščo z vezji MC68450 in Z8530
- (4) SCC ploščo s tremi vezji Z8530
- (5) bus ploščo in napajalnik DSP računalnika
- (6) dva bitna sinhronizatorja skramblerja za 1.2Mbps
- (7) do 6 različnih modemov z DCD vezjem
- (8) ustrezne radijske postaje
- (9) ploščico za hardverski daljinski RESET
- (10) CCD TV-kamero z vmesnikom
- (11) počasni A/D pretvornik ADC0804 (in multiplekser)

Običajni takti so 10-16MHz za MC68010 ali MC68020, 8-12MHz za za MC68450, 6-10MHz za PCLK Z8530, 4.9152MHz za bitne hitrosti kanalov na prekinitvah in 9.8304MHz za bitno sinhronizacijo DMA kanalov pri 1.2288Mbps. CMOS izvedbe vezij Z85C30 včasih potrebujejo višji PCLK takt za zanesljivo delovanje. Nekatere CMOS izvedbe vezja Z85C30 nagajajo v DMA kartici, ko sta hkrati aktivna oba kanala. Pri uporabi MC68020 in višjih taktnih frekvenc potrebuje DMA kartica določene predelave (dušilni upori na podatkovnem vodilu, dioda in upor na DTACK vodu).

2. Uporaba SuperVozlja

SuperVozelj deluje hkrati kot packet-radio digipeater, kot packet-radio vozlišče in kot usmerjevalnik (router) datagramov. V vseh načinih delovanja je pri SuperVozlju pomembna pravilna uporaba SSIDjev skupaj s klicnimi znaki.

2.1. SuperVozelj kot digi

SuperVozelj digipeater deluje samo z glavnim klicnim znakom (ne z IDENT-om). SSID uporablja na naslednji način:

- (1) Če je SSID znaka SuperVozlja enak 0, potem se okvir smatra kot datagram in se skladno s tabelami poti posreduje naprej po omrežju oziroma odda na ustreznem kanalu kot digi okvir.
- (2) Če je SSID znaka SuperVozlja enak številki nekega drugega obstoječega kanala, potem se okvir odda naprej na številki omenjenega kanala, SSID znaka SuperVozlja v okvirju pa se zamenja s številko kanala, na katerem je bil okvir sprejet, da se omogoči povratna pot za odgovor.
- (3) Če je SSID znaka SuperVozlja enak številki neobstoječega kanala (večji od števila kanalov), se okvir zavrže.

Razen SSIDja in digi bita lastnega znaka SuperVozelj ne kontrolira in ne spreminja vsebine digipeatiranega okvirja.

2.2. SuperVozelj kot vozlišče

SuperVozelj vozlišče vzpostavlja standardne AX.25 zveze z drugimi postajami: uporabniki, drugimi vozlišči, BBSji itd in je zato kompatibilen z vsemi obstoječimi sistemi. Za medsebojno komunikacijo SuperVozljev pa se lahko uporabljajo tudi drugačni protokoli in drugačni okvirji s podatki. Sedanji SuperVozelj uporablja samo nestandardno obliko SABM (connect request) okvirjev za komunikacijo z drugimi SVji.

SuperVozelj uporablja izboljšano inačico protokola AX.25, ki ima naslednje prednosti:

- (1) Običajno uporablja verzijo 2 protokola AX.25, ker to zahteva kompatibilnost z večino ostale programske opreme za packet radio. Pošiljanje Poll in potrditvenih okvirjev je v vsakem slučaju zmanjšano na minimum, ki se ustreza specifikacijam AX.25V2. Z ukazom X lahko vsak uporabnik preklopi svojo vstopno in/ali izstopno zvezo na bolj učinkovit protokol, ki ne pošilja Poll.
- (2) Prehod na oddajo upravlja slottime/p-persistence logika. Slottime je po trajanju kar enak txdelay (glavi iz zastavic), p-persistence pa je verjetnost naključnega prehoda na oddajo pri neaktivnem DCDju.
- (3) Čas čakanja na potrditev (FRACK) je sorazmeren številu ponavljanj (RETRY). Na ta način se ob povečanem prometu vse zveze samodejno upočasnijo, da

- ne pride do izpadov!
- (4) Čas čakanja na potrditev (FRACK) je tudi sorazmeren naključnemu številu: na ta način se zmanjša verjetnost ponovnega trčenja okvirjev dveh postaj, ki se med sabo ne slišita.
 - (5) Po pravilno sprejeti potrditvi okvirja SuperVozelj počaka za čas FRACK pred oddajo naslednjega okvirja: na ta način je prenos sicer nekoliko počasnejši, a hkrati tudi šibkejša postaja dobijo možnost uporabe kanala!
 - (6) Število okvirjev v paketu (MAXFRAME) se uravnava samodejno s kvaliteto zveze. Vsak REJ okvir (manjkajoči okvirji v zaporedju) ali vsaka manjkajoča potrditev znižata MAXFRAME za 1, vsak RNR okvir (zahteva po zaustavitvi zveze) postavi MAXFRAME na 1, vsak pravilno potrjeni paket pa poveča MAXFRAME za 1 vse do največ 7.
 - (7) RNR okvir poveča čas čakanja na ponovitev SuperVozlja v sorazmerju z nastavljenim FRACK za dani kanal.
 - (8) SuperVozelj potrди pravilen sprejem le v slučaju, če postaja to zahteva s Poll oziroma če v nasprotni smeri ni prometa (info okvirjev). Na ta način se zmanjša verjetnost, da se neumni WA8DED, TheFirmware in podobni PR programi zmedejo ob prevelikem številu sprejetih okvirjev.
 - (9) V primeru nepravilnega delovanja DCD vezja (okvara modema, namerne motnje ipd) gre SuperVozelj čez določen čas (minimalni FRACK) na oddajo, kljub temu, da izgleda kanal zaseden, saj je to manjše zlo.

SuperVozelj razlikuje vstopne zveze in izstopne zveze ali povezave. Vstopna zveza vsebuje klicni znak uporabnika in klicni znak ali ident SuperVozlja s poljubnim SSIDjem. Izstopna zveza ali povezava vsebuje klicni znak uporabnika, ki se mu SSID samodejno (ciklično) poveča za 1 (če uporabnik z ustreznim ukazom izrecno ne zahteva drugače), in klicni znak klicane postaje. Obe zvezi, vstopna in izstopna, lahko vsebujeta še klicne znake digipeaterjev. SuperVozelj zna razlikovati zveze, ki se razlikujejo le po različnih znakih digipeaterjev.

Uporabnik vzpostavi packet-radio zvezo preko SuperVozlja tako, da najprej pokliče klicni znak ali ident SuperVozlja in tako pride v upravni način SuperVozlja. V upravnem načinu razume SuperVozelj nekaj ukazov, s katerimi lahko uporabnik vzpostavi izstopno zvezo (povezavo), izve nekaj osnovnih podatkov o delovanju in obremenjenosti SuperVozlja ali kot vzdrževalec (sysop) nastavi nekaj parametrov SuperVozlja. Upravni način omogoča tudi enostavno konferenčno zvezo.

SuperVozelj razume en AX.25 okvir kot en ukaz, ne glede na položaj CR, LF ali drugih kontrolnih znakov v tekstu okvirja. Zato je smiselno za upravljanje SuperVozlja nastaviti TNC in terminalski program tako, da zaključijo sestavljanje in oddajo okvir ob pritisku tipke CR ali podobno (to je običajno tako že nastavljeno pri terminalskih programih za amaterski packet-radio, terminalski programi za Internet pa delajo tudi drugače!).

SuperVozelj se odzove, če ga kličemo s katerimkoli SSIDjem. SuperVozelj se torej odziva s 16 različnimi klicnimi znaki in 16 različnimi identii, kar omogoča skupno do 32 vzporednih zvez. SuperVozelj ne dopušča dveh zvez z enakim lastnim SSIDjem in istim klicnim znakom uporabnika z različnim SSIDjem, da na ta način prepreči zankanje v slučaju napačnega posredovanja klicanja oziroma napačne uporabe s strani uporabnika.

SuperVozelj se vedno odzove s sporočilom na vsak,

pravilen ali nepravilen uporabniški ukaz, če je le še prostor v vmesnem pomnilniku (20 AX.25 okvirjev za vsakega upravnika). Če se podre izstopna zveza (povezava), SuperVozelj to javi in zavrže okvirje v vmesnem pomnilniku. Če je uporabnik klical SV s SSIDjem 0-11, potem postavi program uporabnika nazaj v upravni način (funkcija RECONNECT). Če pa je uporabnik klical SuperVozelj s SSIDjem 12-15, program po javljanju napake podre tudi vstopno zvezo. Če pa se podre vstopna zveza, SuperVozelj to javi klicani postaji in zatem podre tudi izstopno zvezo (povezavo). SuperVozelj vedno javi, zakaj je podrl določeno zvezo: preveč ponovitev, postaja zasedena, sogovornik podrl zvezo, klicanje z nedovoljenimi znaki ali potrđi zahtevo po prekinitvi klicanja.

SuperVozelj zna tudi posredovati zahtevo po vzpostavljanju zveze po tabelah, ki jih bodisi vpiše v spomin vzdrževalec (A tabela), bodisi jih sestavijo SuperVozlji sami (V tabela). SuperVozelj to stori tako, da primerja zahtevani klicni znak (SSIDja ne primerja) z vsebino tabele, prečita iz tabele pot, vzpostavi izstopno zvezo (povezavo) z naslednjim vozliščem, se mu predstavi kot uporabnik in mu posreduje originalni uporabnikov ukaz za vzpostavljanje zveze. Na ta način je zagotovljena kompatibilnost z vsemi znanimi packet-radio sistemi vozlišč: TheNet, Flexnet, sosednji SuperVozelj itd... V tabeli za posredovanje so lahko tudi klicni znaki BBSjev, DX-Clustrov ipd.

Če se klicni znak klicane postaje nahaja med sedanjimi (ukaz U) ali bivšimi (ukaz G) uporabniki istega SuperVozlja, potem program posreduje tudi pri takšnem klicanju: samodejno nastavi kanalsko klicanje in SSID klicane postaje. Če je klicana postaja vzpostavila zvezo preko digijev, SuperVozelj kliče nazaj preko istih digijev. Če pa klicana postaja vstopa v SuperVozelj preko drugega SuperVozlja, potem program najprej vzpostavi zvezo z izvornim SuperVozljem in temu potem posreduje zahtevo za klicanje.

Pri delovanju avtomatike ima najvišjo prioriteto tabela, ki jo vpiše sysop (ukaz A). Sledi tabela vozljev, ki si jo med sabo posredujejo sami SVji (ukaz V), zatem seznam trenutnih (živih) uporabnikov (ukaz U), najnižjo prioriteto pa ima tabela bivših (mrtvih) uporabnikov (ukaz G). V vsaki tabeli se vedno uporablja le prvi vpis, ki ustreza iskanemu klicnemu znaku. POZOR! Vsak uporabnik lahko vedno izključi nezaželjeno avtomatiko s kanalskim klicanjem ali klicanjem preko digijev.

2.3. SuperVozelj kot usmerjevalnik datagramov

Opisani način vzpostavljanja radijskih zvez preko vozliščnega računalnika je zelo učinkovit, ker okvirji vsebujejo kratka naslovna polja s samo dvema klicnima znakoma, oddaja okvirjev pa se potrjuje in po potrebi ponavlja na vsakem odseku posebej. Za človeške uporabnike je takšen način delovanja v vseh pogledih najprimernejši, žal pa zveze korak-po-korak predstavljajo hudo težavo avtomatskim postajam, to je BBS škatlam, govornim DVMS škatlam, TCP/IP škatlam ipd, ki s težavo razvozlavajo različna možna sporočila, ko se zveza vzpostavlja. Te škatle je skoraj nemogoče sprogramirati, da bi pravilno prepoznala sporočila ob nepredvidenem rušenju zveze ali drugih nepredvidenih dogodkih.

Od vseh različnih uporabnikov imajo verjetno največje težave TCP/IP škatle, ki so že v osnovi predvidene za

drugačno vrsto protokola. Datagramski protokoli ne predivdevajo vzpostavljajna zvez, pač pa datagrami potujejo po omrežju zelo podobno kot packet-radio okvirji preko navadnih digijev. Packet-radio zveza preko navadnih digijev (takšna s klicanjem "via" preko številnih klicnih znakov) je običajno zelo neučinkovita, ker verjetnost izgube okvirja hitro narašča s številom digijev, pa tudi potrditev mora nazaj po isti zelo nezanesljivi poti, saj se okvir potrjuje samo za celotno zvezo, ne pa za vsak odsek posebej.

Zaradi kompatibilnosti z vsemi (slabo napisanimi!) obstoječimi programi za BBSje, DVMSje, TCPIP ipd program SuperVozelj omogoča navidezne "digi" zveze, ki pa v resnici potekajo preko pomožnih službenih zvez med SVji s potrditvami in ponavljanji (ko je to potrebno) na vsakem odseku zveze posebej. Izgube okvirjev so v takšnih zvezah v glavnem omejene na vstop in na izstop iz omrežja SuperVozljev.

Navidezni "digi" protokol pokličemo s klicanjem "via" preko klicnega znaka vstopnega vozlišča s SSID 0. Ko SuperVozelj sprejme takšen okvir, pogleda v tabele (zaenkrat samo v G), kako priti do naslovnika. Če je naslovník dostopen neposredno, se bo SuperVozelj obnašal kot čisto navaden digi. Če pa vodi pot do naslovnika preko drugih SVjev, bo najprej vzpostavil službeno zvezo s sosedom, mu posređoval sprejeti digi okvir in zahteval potrditev sprejema.

Sosed, to je naslednji SV v verigi, bo ukrepal enako. Tudi on bo pogledal v svojo beležko, kaj storiti s prispelim okvirjem. Na koncu verige okvir prej ali slej pride do SVja, od koder je neposredno dostopen iskani naslovník. Temu naslovníku bo zadnji SV poslal navidezni digi okvir, v katerem je kot digi znak naveden klicni znak zadnjega SVja v verigi. Na ta način je zagotovljena pot za odgovor nazaj.

Opisani protokol ohranja klicna znaka izvora in naslovnika vključno s Command/Response bitoma. V izvorni obliki se ohranjata tudi CONTROL in PID bajta, kot tudi tekst okvirja. To bi moralo omogočati brezhíbno delovanje TCPIP škatel, ki so preveč pametne, da bi znale delati s standardiziranimi PID in CONTROL bajti iz radioamaterskega AX.25 protokola.

Službene zveze za prenos navideznih "digi" okvirjev se vzpostavljajo z izvornim klicnim znakom uporabnika, ki ima komplementiran SSID, SSID klicnega vozlja pa ustreza SSIDju naslovnika. Digi okvir se prenaša znotraj službene zveze kot ukaz #. Službena zveza je na oddajni strani označena z (#), na sprejemni strani pa vsebuje ustrezno polje klicni znak izvornega SVja, da službena zveza hkrati gradi pravilno G tabelo za postavljanje poti odgovoru.

Službena zveza se vzpostavi takoj, ko pride zahteva za prenos digi okvirja, in se sama od sebe podre, ko ni več potrebna. Podiranje službene zveze je zakasnjeno za 3 sekunde po zadnjem uspešnem prenosu, da lahko ista zveza prenese več okvirjev. Pri podiranju službene zveze se obnovi G tabela, kar je silno pomembno pri iskanju poti odgovora. Med podiranjem službene zveze (oddan DISC, čakanje na UA) se prispeli digi okvirji sicer izgubijo, vendar je ta pojav pri pravilno nastavljenih časovnih parametrih razmeroma redek.

G tabela se tudi obnavlja pri sprejemu vseh digi okvirjev, ki vsebujejo kot zadnji klicni znak znak SVja s SSID 0. SV zna vzpostaviti navidezno digi zvezo tudi preko navadnih digijev na vhodu in izhodu. Če pa je SSID različen od 0, se SuperVozelj obnaša kot navaden

digi in preprosto usmeri prispeli digi okvir na kanal, ki ga določa SSID.

Za uspešno uporabo navideznega digi protokola je nujno zagotoviti pravilno usmerjanje datagramov, to je prenašanih digi okvirjev, kar zahteva pravilno postavljeno G tabelo. Ker gre dokončna potrditev preko celotnega omrežja SVjev, je nujno prilagoditi (povečati) časovne konstante uporabniških postaj glede na neposredno AX.25 zvezo. Navidezni "digi" datagramski protokol je povsem samoumevno zelo potraten z zmogljivostjo radijskih zvez in vozliščnih računalnikov, zato ga nima smisla uporabljati za običajne radioamaterske packet-radio zveze.

2.4. Uporabniški ukazi SuperVozlja

SuperVozelj razume naslednje ukaze uporabnika (dekodira se le prva črka prve besede ukaza):

A(vtomat)

izpiše tabelo posredovanja zvez. Vsaka vrstica se začne s klicnim znakom, ki se posređuje, sledi(jo) pa nadomestni klicni znak(i), kamor bo SuperVozelj klical. Če je posredovani klicni znak enak klicanemu (tudi SSIDja enaka), se klicanje ne posređuje. Avtomatika ne dela, če kličemo preko digijev oziroma Če kličemo na enem samem kanalu.

C(onnect) <znak> <digi3> <digi2> <digi1>

poskuša vzpostaviti željeno zvezo. SuperVozelj kliče na vseh razpoložljivih kanalih hkrati in vzpostavi zvezo na tistem kanalu, kjer najprej dobi odgovor. Pozor na obrnjen vrstni red znakov digijev! Med znaki ne sme biti nobenih drugih besed (V ali VIA ipd...), saj jih SuperVozelj vzame kot klicne znake. Če SuperVozelj najde zahtevani znak v tabeli za posredovanje, potem bo tam poiskal druge znake, kam naj kliče. Če SSID pri kateremkoli znaku ni izrecno naveden, bo SuperVozelj vzel tisti SSID, s katerim ga uporabnik kliče: to poenostavi vzpostavljajne več vzporednih zvez. Če pa želimo klicati uporabnika s SSID -0, potem je to treba SuperVozlju izrecno navesti, na primer: C S53MV-0 SuperVozelj preverja navedene klicne znake samo na dvojne zveze, da prepreči vzpostavljajne dvojne zveze z enakimi znaki. V primeru zahteve po dvojni zvezi SuperVozelj prepreči vzpostavljajne takšne zveze in javi nedovoljene klicne znake.

C(onnect) <kanal> <znak> <digi3> <digi2> <digi1>

poskuša vzpostaviti željeno zvezo na željenem kanalu. V tem slučaju kliče SuperVozelj na enem samem kanalu, ki ga opisuje ena sama številka (od 0 do 8), vse ostale kombinacije števil in črk pa SuperVozelj razume kot klicni znak. Pri kanalskem klicanju in pri klicanju preko digijev je vsakršna avtomatika posredovanja klicanja izključena! Kanal 0 pomeni klicanje na vseh kanalih z izključeno avtomatiko. Pri vsakem klicanju SuperVozelj kliče naprej s klicnim znakom uporabnika, ki ima SSID (ciklično) povečan za 1, da se izogne motnjam med vstopno zvezo in povezavo. Uporabnik lahko svoj SSID pri klicanju spremeni tako, da doda v ukaz connect <željeniSSID>. Pozor: z neprevidno uporabo možnosti spremembe lastnega SSIDja lahko porušite svojo lastno vstopno

zvezo v SuperVozelj. Zahteva po spremembi SSIDja se pri klicanju tudi posreduje naprej in razen SuperVozljev ostali vozliščni računalniki takšnega ukaza ne razumejo!

D(atum/ura)

izpiše datum in uro, če ima CPU plošča vgrajeni obe vezji uPD71055 in uPD4990. Ti dve vezji sicer nista nujno potrebni in jih SuperVozelj sicer ne uporablja. uPD71055 se sicer da hkrati uporabiti za telekomando/telemetrijo drugih naprav v vozlišču, na primer vmesnika za TV-kamero ali A/D pretvornika.

E <skupina>

izpiše izmerjene vrednosti skupine treh analognih vhodov (med 0 in 5.12V s korakom po 20mV) na dva načina: kot števila med 0-255 in pretvorjeno v primerne merske enote. Skupina je lahko med 0-15 (PB0-PB3) glede na razpoložljive analogne vhode multipleksa pred A/D pretvornikom. Ker počasni A/D pretvornik ADC0804 uporablja isti vzporedni vmesnik kot slikolov, je odčitek analognih vhodov onemogočen med JPEG pretvorbo. Ukaz E <skupina> je lahko uporabljen tudi za telekomando drugih naprav.

G(lej)

izpiše seznam bivših uporabnikov SuperVozlja v obliki <vstopni kanal> <klicni znak>. Ločilo med številko vstopnega kanala in klicnim znakom pomeni:

: vstop naravnost na SV (ali s TheNeta),

* vstop na SV preko VIA digijev,

> vstop z nekega drugega SVja.

Vpis v Glej seznam se izvrši šele takrat, ko uporabnik zaključi ali podre vstopno zvezo s SuperVozljem. Vrstni red klicnih znakov v Glej seznamu ustreza vrstnemu redu podiranja zvez. V Glej seznamu se brišejo dvojni vpisi enakih klicnih znakov na istem kanalu tako, da v tabeli ostane najbolj svež vpis. Prav tako se brišejo najstarejši vpisi, če zmanjka prostora v dodeljenem pomnilniku.

G(lej) <kanal>

izpiše seznam bivših uporabnikov samo za navedeni kanal, sicer dela enako kot Glej. Ukaz je smiseln takrat, ko je celoten Glej seznam dolg, nepregleden, oziroma se ga zaradi prevelike dolžine niti ne da v celoti prečitati.

G(lej) <znak>

poišče iskani klicni znak v Glej seznamu, ter izpiše datum in uro zadnjega podiranja zveze (če ima CPU plošča vgrajena oba čipa uPD71055 in uPD4990!), sledi številka vstopnega kanala, število zvez na tem kanalu, klicni znaki vstopne zveze (enako kot pri ukazu U), ter celotno število prenesenih bajtov v vseh zvezah iskanega uporabnika na danem kanalu, v obeh smereh. Izpis je ločen za vsak kanal posebej. Klicni znak lahko vsebuje tudi wildcard "*", na primer pri iskanju skupine uporabnikov: G D* izpiše vse nemške postaje, G S56* pa vse operaterje tretjega razreda.

G(lej) <kanal> <znak>

poišče iskani klicni znak v Glej seznamu, na navedenem kanalu. Klicni znak lahko vsebuje tudi wildcard "*". Na primer, G 3 I* izpiše vse Italijane, ki

so vstopili na SV na kanalu 3. Ukaz je smiseln tudi takrat, ko je celoten izpis G nak predolg in se ga ne da prečitati v celoti.

H(elp)

izpiše help tekst (običajno v angleščini).

I(nfo)

izpiše info tekst.

N(ovice)

izpiše tekst novic.

O(dzivi)

izpiše odzivne čase sosednjih vozljev, katerim pošlje svojo tabelo vozljev, in odzivne čase vseh ostalih radijskih postaj, do katerih preverja zvezo. Vsaka vrstica se začne s številko kanala, sledi klicni znak s SSIDjem, v oklepajih pa število minut od zadnje uspešno zaključene zveze in število milisekund trajanja zadnje uspešne zveze. Kanal 0 pomeni, da se je klicana postaja odzvala z DM (BUSY).

P(oslušaj)

izpiše seznam klicnih znakov poslušanih postaj, ki so oddajale UI okvirje (beacon s CONTROL poljem \$03 ali \$13) in to direktno (brez digijev). Vsaka vrstica se začne s številko kanala, sledi klicni znak s SSIDjem, v oklepajih pa število minut od sprejetja zadnjega UI okvirja in skupno število sprejetih UI okvirjev (isti kanal, znak in SSID).

Q(uit)

SuperVozelj podre vstopno zvezo z uporabnikom.

S(poroči) <znak> <tekst>

pošlje tekst uporabniku ali skupini uporabnikov z danim naslovom (klicnim znakom), če so ti v upravnem načinu SuperVozlja ali če kličejo in povezava še ni vzpostavljena. Ukaz Sporoči SSIDja klicnega znaka ne preverja! Ukaz Sporoči razume tudi wildcard "*": S * <tekst> bo poslan vsem postajam v upravnem načinu, S S56* <tekst> pa vsem operaterjem tretjega razreda, kar omogoča enostavno konferenčno zvezo.

S(poroči) <kanal> <znak> <tekst>

dela enako kot Sporoči, le da išče naslovnike le na danem vstopnem kanalu.

U(porabniki)

izpiše število uporabnikov in število prostih blokov spomina, čemur sledi seznam vseh zvez preko SuperVozlja. Vsaka zveza, vstopna ali izstopna, je opisana s številko kanala, sledi trenutni MAXFRAME, potem klicni znaki zveze vključno z digiji in končno promet zveze, v številu bajtov v obeh smereh. Vrstni red klicnih znakov je vedno <uporabnik> <digi> <SuperVozelj>. Če se pred klicnimi znaki pojavi še znak v oklepaju, na primer (S55YNG), pomeni to izvorni SuperVozelj pri vstopni zvezi oziroma posredovani klicni znak pri povezavi. Med vstopno in izstopno zvezo je prikazano še število čakajočih okvirjev v obeh smereh.

U(porabniki) <kanal>

izpiše le seznam uporabnikov na danem kanalu. Ukaz

je smiseln takrat, ko je celoten U seznam predolg in nepregleden.

V(ozlji)

izpiše tabelo vozljev, ki si jo med sabo posredujejo SuperVozlji. Tabela vsebuje klicne znake, vsakemu klicnemu znaku pa sledi število dometa. Število dometa se povečuje pri vsaki zvezi do iskanega klicnega znaka. Nizko število (enice) pomeni kratko in hitro pot, srednje število (desetice) pomeni dolgo pot, visoko število (stotice) pa mrtvo vozlišče. Na koncu tabele se izpiše še največji dopustni domet in časovna enota za izračun dodatka dometu iz odzivnega časa.

X <številka>

izbor protokola za vstopno in izstopno zvezo:
 0 = AX.25V2 vstop in izstop (običajni protokol)
 1 = AX.25V2 vstop ter V1 izstop (brez Poll)
 2 = V1 vstop (brez Poll) ter AX.25V2 izstop
 3 = V1 vstop in izstop (oba brez Poll)

Zveze med SuperVozlji so vedno V1 ne glede na nastavitve X. Vrednost X se ne prenaša pri posredovanju klicanja! Pri vzpostavitvi zveze se X sam nastavi na 0 (uporabniški vstop) oziroma na 2 (posredovana zveza z drugega SVja).

Y <#horzac> <#vertzac> <#točk> <#vrstic> <#kompresija>
 oddaja slike iz CCD-kamere/slikolova. Ukazu Y sledi pet števil: #horzac je vodoravni začetek izražen v številu pikslov, #vertzac je pokončni začetek izražen v številu vrstic, #točk je število pikslov v eni vrstici in #vrstic je število vrstic v sliki. Če je peto število #kompresija enako nič ali ga sploh ni, se oddaja nekodirana slika, vsak bajt ustreza enemu pikslu ali točki na sliki. Vrednost 0 ustreza sinhronivoju in vrednost 255 nivoju belega.

Če je vrednost #kompresija med 1 in 7, SV odda komprimirano sliko po JPEG postopku, število samo pa določa stopnjo kompresije. Pri tem pomeni vrednost 1 zelo kvalitetno ampak razmeroma dolgo oddajo slike, vrednost 7 pa najbolj stlačeno sliko. Vrednost 4 ustreza JPEG Q=50, vrednost 3 pa JPEG Q=75. JPEG postopek vsebuje precej računanja, ki zahteva dodaten pomnilnik in traja od 10 do 20 sekund. V tem času je mikro-računalnik SVja dodatno zaseden, zaradi varčevanja s pomnilnikom pa je ves ta čas zaseden tudi vmesnik za TV-kamero.

Pozor! JPEG standard vključuje celo vrsto različnih postopkov kompresije slike. SV uporablja najenostavnejši način z imenom: "Baseline DCT". JPEG podatki ne vsebujejo standardne glave s tabelami, ker SV uporablja kar fiksne tabele kodiranja iz JPEG standarda. JPEG podatki ne vsebujejo markerjev, zato v podatkih ni vrinjenih \$00 bajtov, ki naj bi sledili vsem bajtom \$FF za razlikovanje od pravih markerjev.

Pred uporabo ukaza preveriti razpoložljiv pomnilnik v SVju z ukazom U. Ko ni dovolj pomnilnika na razpolago, bo oddaja slike porezana! Med trajanjem JPEG pretvorbe bo SV zavrnil dodatne zahteve drugih uporabnikov za oddajo slike z ustreznim sporočilom. V slučaju nesmiselnih števil v ukazu SV ne odda slike, pač pa odgovori z opozorilom. Števili #točk in #vrstic se v notranjosti programa pretvorita v mnogokratnike 8 zaradi možne JPEG pretvorbe.

Po zahtevi za vzpostavljanje povezave (ukaz Connect)

SuperVozelj posreduje naslednjih nekaj ukazov (dva ali v slučaju avtomatskega posredovanja eden) klicani postaji, zato se ti ukazi ne dekodirajo in nanje SuperVozelj ne odgovori. Če želimo prekiniti vzpostavljanje zveze, ko na primer opazimo našo tipkovno napako, moramo poslati SuperVozlju še več ukazov. Posredovani ukazi bojo pri tem izgubljeni, izvršili pa se bojo vsi nadaljni ukazi. Če opazimo našo napako, je zato smiselno pošiljati prazne vrstice vse dotlej, da dobimo v odgovor prompt s klicnim znakom SuperVozlja.

Avtomatsko posredovanje klicanja omogoča enostavno iskanje poti do sogovornika: SuperVozlju damo ukaza U in G. Če v izpisu opazimo željeni klicni znak, potem za vzpostavitev zveze zadošča ukaz C nak in SuperVozlji bojo sami poiskali pot do željenega sogovornika preko drugih SVjev in tudi preko navadnih digijev (se pravi tudi preko Flexnet vozlišč!).

POZOR! Pravilno delovanje avtomatike SuperVozlja zahteva smotrno obnašanje uporabnikov. Uporabniki morajo paziti predvsem na naslednji dve stvari:

- (1) Izogibajte se vzpostavljanju nepotrebnih zank, ki se vračajo nazaj na izhodiščni SuperVozelj. Avtomatika bo porinila vsakega uporabnika, ki vas bo hotel poklicati, v zanko oziroma napačno smer klicanja med SuperVozlji, kar med drugim povzroča velik QRM na prezasedenih kanalih. Če po nesreči vzpostavite zanko nazaj na izhodiščni SuperVozelj, zvezo podirajte izključno z ukazom Zapusti, nikakor pa z DISC na vašem TNCju! Če ne veste, kako so postavljene tabele v Glej seznamih, potem pokličite po najbolj smotrni poti vse SuperVozlje in na ta način popravite vse tabele.
- (2) Pri vzpostavljanju več vzporednih zvez s SuperVozljem uporabljajte vedno isti SSID z lastnim klicnim znakom (običajno -0 ali nič) ter kličite SuperVozelj z različnimi SSIDji, naprimer S55YNG-1, S55YNG-2, S55YNG-3 itd. Na ta način preprečite več možnih nevšečnosti, do katerih pride pri zamenjavi SSIDja pri lastnem klicnem znaku, na primer če kličem na vseh kanalih GORICA kot S53MV-1, S53MV-2, S53MV-3 itd. Če menjam moj lastni SSID, potem imajo ostali uporabniki velike težave, ko me hočejo priklicati s pomočjo SV avtomatike, pa še meni se lahko zveza podre zaradi načina zamenjave SSIDjev v samem SuperVozlju.

SuperVozelj izvrši vse ukaze takoj, z izjemo posredovanih ukazov pri Connect. Ker je omejitev vmesnega pomnilnika 20 AX.25 okvirjev, se lahko zgodi, da ob prevelikem številu zaporednih ukazov (še posebno A, G, I, N in U) ne dobimo vseh oziroma celotnih odgovorov, čeprav so se ustrezni ukazi izvršili! Nepopoln odgovor na koncu nima prompta s klicnima znakoma SuperVozlja. Nepopoln odgovor lahko dobimo celo z enim samim U ali G ukazom, če je seznam predolg. V tem slučaju si pomagamo z ogledom delnih seznamov: U <kanal>, G <kanal>, G <znak> ali G <kanal> <znak>.

3. Vzdrževanje SuperVozlja

Vzdrževalcem (sysopom) so na voljo še naslednji ukazi, ukaze (S) lahko izvrši le, kdor pravilno odgovori na K:
 A _
 pobriše tabelo za posredovanje (S), (= M 3F000 0).

A <tekst>

doda tekst na konec tabele za posredovanje (S). Odgovor vsebuje število vpisanih znakov. A tabela vsebuje najprej posredovani klicni znak (brez SSIDja) za njim pa posredovalno pot, ki naj bo napisana tako, kot bi jo razumel ukaz C.

B

izpiše tekst UI okvirja kokodakanja SuperVozlja (beacon).

B _

pobriše tekst kokodakanja (S), (= M 3FE00 0).

B <tekst>

doda tekst za kokodakanje (S). Odgovor vsebuje število vpisanih znakov.

D YYMMDDHHMMSS

nastavi datum in uro (S).

E <skupina>

naredi isto kot v uporabniškem načinu, le da je število skupine lahko v mejah 0-63 (krmiljeni so izhodi PB0-PB5) (S). Ukaz E <skupina> je lahko uporabljen tudi za telekomando drugih naprav, pri tem pa imajo dostop do izhodov PB0-PB3 vsi, do izhodov PB4 in PB5 pa samo sysop (S).

E <skupina>

prikaže vrednosti konstant za pretvorbo, ko je število skupine v med 64-79 (skupaj 16 različnih naborov konstant za skupine 0-15, 16-31, 32-47 oziroma 48-63).

E <skupina> <odštej1> <množi1> <enota1> <odštej2> <množi2> <enota2> <odštej3> <množi3> <enota3>

vpíše konstante za pretvorbo rezultata za <skupina-64> (S). Prva konstanta se od izhoda A/D pretvornika odšteje, druga rezultat pomnoži, tretja konstanta pa so največ štirje poljubni ASCII znaki (brez kontrolnih znakov ali presledka) za mersko enoto. Z enim ukazom vpišemo največ trikrat po tri konstante za tri osnovne kanale multiplekserja per A/D pretvornikom. Končni rezultat se deli z 2560 in prikaže z enim decimalnim mestom, da je 16-bitno računanje najbolje izkoriščeno. Konstanti <odštej> in <množi> vstavimo v decimalni obliki, program pa ju uporablja kot predznačeni 16-bitni števili.

F

izpiše seznam nedovoljenih klicnih znakov (S). Nedovoljeni klicni znaki ne morejo priklicati SuperVozlja, ne morejo uporabljati digija SuperVozlja in se jih s SuperVozlja ne da klicati.

F _

pobriše seznam nedovoljenih klicnih znakov (S), (= M 3FC00 0).

F <znak1> <znak2> <znak3>...

doda navedene znake v tabelo nezaželenih klicnih znakov (S).

G

se izvede enako za vse uporabnike. Za brisanje G seznama ni posebnega ukaza. G seznam pobrišemo

tako, da pobrišemo zastavico \$AA55 na začetku spomina, ki je dodeljen za G seznam, torej damo ukaz M 200000 0 (S) v tej inačici. Brisanje bi bilo potrebno samo v slučaju, če v G seznamu opazimo neumnosti, na katerih se lahko program obesi! Seznam lahko tudi delno obrišemo, na primer M 210000 0 (S).

H _

pobriše help tekst (S), (= M 3D800 0).

H <tekst>

doda tekst v help tekst (S). Odgovor vsebuje število vpisanih znakov.

I _

pobriše infotekst (S), (= M 3D000 0).

I <tekst>

doda tekst v infotekst (S). Odgovor vsebuje število vpisanih znakov.

J

javi se z UI kokodakanjem na vseh kanalih (beacon). SuperVozelj odda UI okvirje s svojim izvornim klicnim znakom in SSIDjem, ki ustreza številki kanala, na naslov VOZELJ, CONTROL \$03 (UI), PID \$F0 in INFO tekstom iz ukaza B. SuperVozelj se prvič samodejno javi 10 sekund po startanju programa in potem vsakih 5 minut. Popolnoma enako se javi po izvršitvi ukaza J in potem spet samodejno čez 5 minut.

J <kanal>

javi se z UI kokodakanjem na danem kanalu (0=vsi kanali). S kokodakanjem na enem samem kanalu preprečimo nezaželjeni QRM na ostalih kanalih, predvsem pri preizkusu zveze z večkratnim kokodakanjem.

J <kanal> <število>

javi se z UI kokodakanjem (beacon), z navedenim številom UI okvirjev (S). Ukaz je namenjen preizkusu radijske zveze. POZOR! Zahteva za veliko število UI okvirjev bo za več minut ustavila celoten promet na počasnejših kanalih (1200bps ali 2400bps)! Število v ukazu in odgovor sta v decimalni obliki. Število UI okvirjev je omejeno na dolžino vmesnega pomnilnika za okvirje, ki čakajo na oddajo (150 okvirjev).

K

sysop ukaz: na pet številke je treba odgovoriti z geslom, podobno kot pri TheNet vozliščih. Odgovor je lahko poljubno dolg, SuperVozelj prepozna pravičen odgovor kjerkoli v vrstici in nas obvesti, če smo uganili ali ne... Sysop status uporabnika ostane nespremenjen do naslednjega ukaza K oziroma dokler se ne podre vstopna zveza. Pri podiranju povezave (izstopne zveze) se uporabnik vrne v takšen sysop status, kot ga je imel pred vzpostavljanjem povezave! Sysop status lahko namerno podremo tako, da napačno odgovorimo na še en ukaz K.

L <naslov>

izpiše (hex) naslednjih 256 bajtov spomina (S). Naslov mmora biti sodo število.

L <naslov> <dolžina>

izpiše (bin) navedeno število bajtov pomnilnika začenši na danem naslovu (S). Ukaz lahko porabi zelo

veliko pomnilnika. Po izvedbi ukaza uporabnik izstopi iz sysop načina. Obe številki sta v hex obliki. Dovoljena so liha števila.

L <izvor> <dolžina> <cilj>

prepiše vsebino pomnilnika dane dolžine iz izvora na cilj (S). Prepisovanje začne na najnižjih (navedenih) začetnih naslovih. Vse tri številke so v hex obliki. Dovoljeni so lihi naslovi in dolžine.

M <naslov> prečita 16-bitno besedo na naslovu (S).

M <naslov> <beseda>

vpiše in prečita 16-bitno besedo (S). Odgovor SuperVozlja vsebuje staro in novo vsebino pomnilnika.

M <naslov> <beseda1> <beseda2> <beseda3>.....

vpiše 16-bitne besede v zaporedne položaje v pomnilniku. Odgovor vsebuje navedeni začetni naslov in končni naslov, povečan za 2 (naslov naslednje besede v pomnilniku).

N _

pobriše tekst novic (S), (= M 3E000 0).

N <tekst>

doda tekst v novice (S). Odgovor vsebuje število vpisanih znakov.

O <število>

delno obriše seznam odzivov, v katerem pusti le <število> odzivov (S), O 0 popolnoma obriše seznam.

P <število>

delno obriše seznam poslušanih postaj, kjer pusti le <število> vpisov (S), P 0 popolnoma obriše seznam.

R

izpiše inačico programa, vrsto mikroprocesorja in vrsto DMA vezja, če je to prisotno, čas delovanja SuperVozlja in hitrost glavne zanke programa (trenutno število zank v sekundi). Sledi nekaj statistike, za vsak kanal SVja posebej:

- (1) procent aktivnosti DCDja sprejemnika (zasedenost kanala),
- (2) procent aktivnosti PTTja (delovanje oddajnika),
- (3) število čakajočih okvirjev oddajnem vmesniku,
- (4) število vzpostavljenih vstopnih zvez in
- (5) število vzpostavljenih izstopnih zvez.

DCD in PTT se vzorčita vsako milisekundo, procent aktivnosti pa se računa v zadnji minuti sinhrono s števcem minut, ki se izpiše v prvi vrstici tega ukaza. Število vzpostavljenih zvez je celotno število od zadnjega reseta (zagona) programa. Sledi število javljanj (samodejnih in ukaz J), število meritev odzivov (samodejnih in ukaz V 0 (S)), število slik (pravilno izvršen ukaz Y, BIN in JPEG posebej) in število pravilno rešenih sysop gesel, ki mu sledi klicaj (!), če je uporabnik SYSOP. Na koncu se izpiše še osnovni naslov programa (register A6), klicani naslov iz glavne zanke programa in perioda klicanja. Klicani naslov 0 se ne izvede (klicanje izključeno), saj se tu nujno nahaja tabela izjem v EPROMu.

R <naslov> <perioda>

nastavi klicani naslov in periodo klicanja podprograma. Naslov je (sodo) heksadecimalno število,

perioda pa decimalno število glavnih zank, ki se izvedejo med klicanjem podprograma. Perioda 0 pomeni samo enkratno klicanje, ki se ne ponovi več. Odgovor je enak kot na ukaz R brez naslova in periode (S).

S <znak> <tekst>

dela podobno kot običajen ukaz Sporoči, le da se tekst pošlje vsem najdenim naslovnikom ne glede na to, če so v upravnem načinu SuperVozlja, kličejo ali pa so že vzpostavili povezavo (S). SYSOP se zato lahko vmeša v vsako zvezo preko SuperVozlja, sporočilo pa se vrine le v vstopno zvezo!

T izpiše ctext.

T _ pobriše celoten ctext (S), (= M 3FA00 0).

T <tekst>

doda tekst v ctext (S). Odgovor vsebuje število vpisanih znakov.

V

dela enako za vse uporabnike. V tabelo lahko popolnoma pobrišemo z M 21E000 0 (S), možno je seveda tudi delno brisanje seznama z ukazom V <domet> (S).

V 0

sproži takojšnjo oddajo tabele vozljev v vseh smereh, ki so vpisane v tabeli poti (S). POZOR, ZELO NEVAREN UKAZ! Številke dometa vozljev se ob tem ukazu povečajo za 1, večkratno dajanje ukaza V 0 zato napravi neskončne zanke tabelah vozlišč sosednjih SuperVozljev! Naslednje urejevanje in oddaja tabele vozljev se samodejno sproži čez določen čas (7 minut) od ukaza V 0.

V <domet>

nastavi največji dovoljeni domet v območju 1 do 255 (S). Omejitev dometa bo upoštevana šele ob naslednji oddaji tabele vozljev, ko bojo vsi vozlji s prevelikim dometom izločeni iz tabele.

V <domet> <enota>

nastavi največji dovoljeni domet in časovno enoto za izračun dodatka dometu iz odzivnega časa (S).

W

izpiše seznam sosednjih SuperVozljev, to je klicnih znakov, katerim pošilja SuperVozeljski nestandardni SABM okvir, ki vsebuje poleg CONTROL polja \$3F se PID \$F0 in INFO polje poljubne dolžine. Prvih šest znakov INFO polja vsebuje klicni znak SuperVozlja v običajni ASCII kodi brez zamika. Takšen SABM okvir dekodira SuperVozelj kot zahtevo po vzpostavitvi zveze z dodatnimi podatki o izvoru klicanja in ta podatek je potem na razpolago v seznamu uporabnikov. Vsi ostali klicni znaki vedno dobijo standardni AX.25 SABM okvir.

W _

pobriše seznam sosednjih SVjev (S), (= M 3FD00 0).

W <tekst>

doda tekst v seznam sosednjih SuperVozljev (S). Odgovor vsebuje število vpisanih znakov.

Z izpiše seznam zvez (poti), ki se preverjajo, oziroma se tja oddajajo tabele vozljev.

Z _ pobriše seznam zvez (poti) za oddajo tabele vozljev (S), (= M 3F800 0).

Z <pot1> <pot2> <pot3>
doda pot1, pot2 in pot3 v seznam zvez za oddajo tabele vozljev (S). Pot ima številko kanala (0=vsi), dvopičje ":" in klicni znak SuperVozlja, ki mu pošljamo tabelo. Na primer, vpis "1:GORICA" pomeni oddajo tabele vozljev proti vozlišču GORICA na kanalu 1. Če ima klicni znak naveden SSID, se zveza preverja le s SABM in DISC. Če klicni znak nima SSIDja, ga program sam dodeli in v tej zvezi odda tabelo vozlišč.

! <znak> <domet>
doda klicni znak v tabelo vozljev, če takšnega klicnega znaka še ni v tabeli oziroma če je domet manjši od dometa v tabeli (S/SV). Znak vsebuje 6 črk, domet pa je en sam bajt. Kot izvorni znak se v tabelo vpiše isti znak v slučaju, ko je MSB prvega bajta klicnega znaka postavljen na "1". Pravilno izveden ukaz "!" ne odgovori ničesar, niti s promptom!

<števec> <znak> <cr+ssid> <control> <pid> <tekst>
prenese digi okvir v službeni zvezi med SVji, kjer pomeni:
<števec> števec prenosov okvirja po službenih zvezah (1 bajt)
<znak> klicni znak naslovnika (ASCII, 6 bajtov)
<cr+ssid> SSID naslovnika (biti 0-3), CR naslovnika (bit 6) in CR izvora (bit 7) (1 bajt)
<control> CONTROL bajt digi okvirja (1 bajt)
<pid> PID bajt digi okvirja (1 bajt)
<tekst> tekst digi okvirja (0-256 bajtov).
Na ukaz # ni odgovora! Števec prenosov preprečuje neskončne zanke v slučaju napačno nastavljenih tabel za usmerjanje, saj se po določenem številu prenosov (33) okvir zavreže.

Ker se teksti A, B, F, I, N, T, W in Z pogosto spreminjajo, jih naloži vzdrževalec (sysop). Tekst teh ukazov kot tudi novo programsko opremo lahko nalagamo z ukazom M. Ustrezni hex listing za nalaganje naredi program NAKLADAC na DSP računalniku, pri programih F1200, S2400 in SCC pa je treba postaviti PACLEN na 0, da program sam razreže zapis .UPL v okvirje pravilne dolžine. Pri nalaganju je treba paziti, da zveza ne poteka preko TheNet ali podobnih vozlišč, ki okvirje razreže na drugačne dolžine in takšnih ukazov potem SuperVozelj ne razume več pravilno.

Ploščico za hardverski daljinski reset povežemo na modem enega od kanalov, če je to duplex modem (na primer AM7910), oziroma na samostojen demodulator. RESET signal je maksimalna linearna sekvenca iz pomikalnega registra (polinom $1+X^{*5}+X^{*9}$) s periodo 511, RESET vezje pa mora za uspešen RESET pravilno sprejeti vsaj 2048 bitov sekvence. RESET signala se ne da generirati s TNCjem, ker njegova struktura ne ustreza nobenemu veljavnemu AX.25 okvirju. Za generacijo RESET signala je potrebno ustrezno vezje (pomikalni register s povratno vezavo) oziroma program RESET na

DSP računalniku.

V tabeli posredovanja A morajo biti pisani posredovani klicni znaki (na začetku vrstice) izključno z velikimi črkami, brez SSIDja in dopolnjeni s presledki, če so krajši od 6 znakov. Ostali klicni znaki naj bodo pisani tako, kot jih razume ukaz C brez posredovanja. Tudi znaki v seznamu nedovoljenih klicnih znakov (ukaz F), v tabeli sosednjih SuperVozljev (ukaz W) in v seznamu poti za oddajo vozljev (ukaz Z) morajo biti pisani z velikimi črkami, ni pa omejitev za presledke med znaki oziroma preskoke v novo vrsto. Vse tri tabele A, F in V dopuščajo tudi uporabo znaka "*" kot wildcard, vendar samo na koncu besede. POZOR! Ukaz F * prepreči klicanje SuperVozlja s katerikoli klicnim znakom. V tem primeru lahko SuperVozelj pokličemo le še z lastnim klicnim znakom SuperVozlja samega (ne z IDENTom)!

Tekst iz ukazov A, B, F, I, N, T, W in Z se naloži v CMOS RAM, ki se ne briše ob izgubi izvora napajanja SuperVozlja, saj za njegovo napajanje in za delovanje ure uPD4990 poskrbi NiCd baterija. NiCd baterija poskrbi tudi za G seznam in V tabelo, ki se ob resetu SVja NE BRIŠETA.

Vzporedni vmesnik uPD71055 je programiran kot vhod na portu A, kot izhod na portu B in mešano na portu C, pri tem pa je dovršen del porta C uporabljen za krmiljenje ure uPD4990. Preko vzporednega vmesnika SV krmili slikolov za TV-kamero oziroma počasni A/D pretvornik ADC0804 preko izhodov PB6 in PB7 ter uporablja vseh 8 bitov porta A kot vhod. Na port B lahko sicer naravnost pišemo z ukazom M na naslov \$10002 oziroma čitamo port A z ukazom M na naslov \$10000.

Po resetu SVja oziroma po pravilni uporabi ukaza Y se vsi izhodi porta B postavijo na 0. Z ukazom E nastavimo spodnje štiri bite PB0-3 (sysop spodnjih šest bitov PB0-5) na poljubno vrednost, ki se ohrani do naslednjega ukaza E ali Y.

4. Struktura programa in nastavljanje parametrov

Program SuperVozelj je pisan v zbirniku družine 68k, ki ga razume prevajalnik ASM68K na DSP računalniku. Napisan je tako, da se sam program lahko požene na kateremkoli naslovu, zato je osnovni naslov programa vedno na razpolago v registru A6, kar zagotavlja relokatabilnost programa. Register A5 pa vedno kaže na začetek delovnega pomnilnika, ki si ga SuperVozelj razreže v bloke določene dolžine. Uporaba ostalih 68k registrov ni določena, podprogrami pa so pisani tako, da v splošnem ne rešujejo vrednosti registrov. Zato je pri uporabi izdelanih podprogramov treba upoštevati, da bodo le ti popackali nekaj registrov.

SuperVozelj si delovni pomnilnik razreže v bloke. Podprogrami zahtevajo dodeljevanje blokov pomnilnika, ko jih potrebujejo, in sproščanje blokov pomnilnika, ko jih ne rabijo več. Blok pomnilnika je opisan s številko, shranjeno v registru D0. Številka 0 v D0.W pomeni neobstoječ blok oziroma, da ni več prostih blokov na razpolago.

Delovanje programa SuperVozelj sestoji iz inicializacije, izvajanja glavne zanke in izvajanja prekinitvenih programov. Prekinitveni programi in glavna zanka se začnejo izvajati neodvisno po dokončani inicializaciji. Glavna zanka upravlja s preklapljanjem sprejem/oddaja, razvrščanjem sprejetih okvirjev, njihovim posredovanjem oziroma izvajanjem ukazov uporabnikov. Prekinitveni

podprogrami dostavljajo sprejete bloke v vmesnik oziroma jemljejo iz vmesnika bloke za oddajo.

SuperVozelj otipava DMA vezje in ustrezni SCC iz glavne zanke programa ter za DMA kanale ne uporablja prekinitiv. Tudi ustrezno SCC vezje ne proži prekinitiv. DMA vezje MC68450 prenaša podatke iz SCC vezja v pomnilnik in obratno v dveh korakih, z vmesnim shranjevanjem podatkov v notranjem registru ter neposrednim naslavljanjem pomnilnika in SCC vezja. Za prenos dveh zaporednih bajtov potrebuje DMA MC68450 tri dostope do vodila, ker je prenos med DMA vezjem in pomnilnikom 16-biten.

V SuperVozlju vedno tečejo vzporedno naslednja opravila:

- (1) Sprejem okvirjev (za vsak kanal posebej)
- (2) Obdelava, razvrščanje in izvajanje sprejetih okvirjev
- (3) Izvrševanje ukazov uporabnikov v upravnem načinu
- (4) Potrjevanje sprejetih okvirjev
- (5) Ponavljanje čakajocih okvirjev v vmesnem pomnilniku
- (6) Kokodakanje SuperVozlja in oddaja tabele vozljev
- (7) Priprava okvirjev za oddajo in tipanje stanja kanala
- (8) Oddaja okvirjev (za vsak kanal posebej)
- (9) Računanje raznih statistik
- (10) JPEG pretvorba slike iz vmesnika za TV-kamero

Program SuperVozelj ne vsebuje ukazov za nastavljanje večine parametrov. Večino parametrov nastavimo v izvorniku v zbirniku 68k, potem pa program prevedemo v dokončno obliko. Parametre razdelimo v dve večji skupini: parametri kanalov (hitrosti, zakasnitve) in razdelitev pomnilnika.

Kanalni/časovni parametri vsebujejo naslednje številke:

- (1) bitra, bitrb, bitrc, bitrd, bitre, bitrf ...so hitrosti 6 kanalov na prekinitvah, v bps. SuperVozelj iz danih številke potem sam izračuna modulo deljenja za ustrezni BRG v SCCju. Številke za hitrosti morajo biti podmnogokratnik 38400 (za BRG kristal 4.9152MHz), sicer se delilcev v SCCju ne da nastaviti.
- (2) bitrg, bitrf ...so hitrosti DMA kanalov, če uporabljamo notranji DPLL SCC vezja in povežemo RTxC na TRxC. Notranji DPLL in BRG krmili PCLK takt SCC vezja. Hitrost DMA kanalov sicer običajno določa zunanji takt, ki ga privedemo na vhod RTxC.
- (3) txglaa, txglab, txglac, txglad, txglae, txglaf, txglag, txglah določajo čas trajanja glave PAKETOV (TXDELAY) ter SLOTTIME pri odločanju o prehodu na oddajo. Parametri so v milisekundah. Parameter nastavljamo glede na čas preklopa uporabljene radijske postaje s sprejema na oddajo.
- (4) txrepa, txrepb, txrepc, txrepd, txrepe, txrepf, txrepg, txreph določajo čas trajanja repa OKVIRJEV (TXTAIL) v milisekundah. Parametre nastavimo tako, da omogočajo prenos zadnjega bajta okvirja, dveh bajtov CRCja in vsaj še ene zastavice, se pravi v trajanju najmanj 32 bitov, z rezervo za vrinjene ničle! DMA kanali zahtevajo daljši TXTAIL, ker program zahteva vsaj tri zastavice med dvema zaporednima okvirjema zaradi resinhronizacije sprejemnika.
- (5) kponava, kponavb, kponavc, kponavd, kponave, kponavf, kponavg, kponavh ...se uporabljajo za več namenov: kužapazi za DCD sprejemnika, kužapazi za trajanje okvirja na oddaji, izračun časa ponavljanja (FRACK ali T1 v AX.25) in izračun časa čakanja na RNR okvir. Časi ponavljanja se računajo po naslednjih izrazih:

$$\text{FRACK} = \text{kponav} * (1 + \text{nponovi} * \text{psevnak}(0..1))$$

RNRFRACK=FRACK+kponav*cakafak

- (6) kponavs ...se uporablja za izračun FRACK pri klicanju!
- (7) kpodga, kpodgb, kpodgc, kpodgd, kpodge, kpodgf, kpodgg, kpodgh ...določajo čas čakanja na dodatne okvirje v enem paketu, preden SV odgovori s potrditvijo (T2 v protokolu AX.25)
- (8) tecnoa, tecnob, tecnoc, tecnod, tecnoe, tecnof, tecnog, tecnoh ...določajo verjetnost prehoda na oddajo (tecnobo ali p-persistence) v vsakem trenutku slottime pri neaktivnem DCDju. Parameter je podan modulo 65536, 25% torej ustreza 16384.
- (9) cakafak ...določa mnogokratnik FRACK takrat, ko SV sprejme RNR okvir (uporabnik zahteva čakanje).
- (10) mponovi ...največje število ponovitev (RETRY ali N2 v AX.25).
- (11) mejačas ...časovna meja (timeout) neaktivne zveze (nobenih na novo potrjenih info okvirjev v določenem času).
- (12) kokočas, kokoca1 ...časovna perioda in začetna zakasnitev kokodakanja z beacon okvirji na vseh kanalih hkrati.
- (13) potičas, potica1 ...časovna perioda in začetna zakasnitev oddaje tabele vozljev. Pozor! Perioda mora biti usklajena s sosednjimi SuperVozlji!
- (14) mejapot ...časovna meja za veljavnost vpisa v tabeli odzivov, ki ga potem uporablja SV za izračun dodatka domeut pri oddaji tabele vozljev.
- (15) mojnznak ...dva klicna znaka, zapisana v zamaknjeni obliki (ASCII*2). Prvi klicni znak je glavni znak SVja in samo nanj dela digi ter z njim se SV javlja v beacon in SABM okvirjih. Drugi klicni znak se uporablja samo za uporabniške zveze do SVja, digi in javljanje ga ne poznata.

SuperVozelj omogoča samodejno razširjanje tabele vozljev, kar znatno olajša delo vzdrževalcev omrežja, seveda pod pogojem, da so tabele A, W in Z pravilno nastavljene. V tabelo W grejo klicni znaki sosednji SuperVozljev, tudi tistih, ki se jih da doseči preko enega ali dveh digijev. V tabelo A grejo izključno znaki vozlišč, ki NISO SuperVozlji in ki NISO dosegljivi preko nekega drugega SuperVozlja, pač pa le neposredno preko drugačnih vozlišč. POZOR! Vsebina A tabele se lahko razširi na vse ostale SuperVozlje, zato naj bo v njej rajši manj kot več vpisov! Še posebno so nevarne zvezdice "*", ki lahko kot wildcard v "V" tabeli povzročijo veliko zmešnjavo.

Tabela vozljev se oddaja izključno sosednjim SuperVozljem, do katerih gre neposredna radijska zveza brez digijev ali drugačnih posrednikov. Pri oddaji tabele vozljev SuperVozelj izmeri čas trajanja oddaje in ga prikazuje v seznamu odzivov O. Pri naslednji oddaji tabele vozljev SuperVozelj uporabi izmerjeni čas odziva sosedja in ga uporabi za izračun dodatka k dometu, bolj točno izmerjeni odzivni čas v milisekundah se deli s časovno enoto in dobljeno število se doda dometu.

Če domet preseže 255, se vrednost popravi na 255. Domet 255 torej pomeni mrtvo vozlišče. Domet 255 se oddaja tudi v slučaju, ko SuperVozelj ne najde zahtevanega vpisa v svoji tabeli odzivov oziroma je ustreznemu vpisu potekla veljavnost (mejjapot).

V tabelo vozljev se vedno vpiše le najboljša pot, to je tista, ki ima najmanjše število dometa. Najmanjši domet pomeni najkrajši dostopni čas do cilja. Ko število dometa preseže določeno vrednost (omejitev dometa), bo SuperVozelj vpis izločil med urejevanjem tabele vozljev

tik pred njeno oddajo oziroma taksnega vpisa niti ne bo vstavil v tabelo.

Oddaja tabele vozljev vsebuje tri skupine okvirjev. V prvi skupini je en sam okvir, ki vsebuje klicni znak in IDENT samega SuperVozlja. Tem dvema je dodeljen začetni domet 0. Sledi druga skupina okvirjev s klicnimi znaki iz A tabele, ki se jim dodeli izračunani domet iz odzivov nadomestnih klicnih znakov v A tabeli. Pri tem se številka kanala in SSID v tabeli odzivov ne preverjata. Končno grejo v tretji skupini klicni znaki iz tabele vozljev z dometom, kakršnim ga pač imajo. Vsem trem skupinam se seveda dodaja izračunani dodatek k dometu.

Klicni znaki iz tabele vozljev se oddajajo kot zaporedje 8 črk. Prva črka je zastavica "!", ki na sprejemni strani sproži ukaz "!". Sledi šest črk klicnega znaka (navaden ASCII) in na koncu en sam bajt za domet. Za dometom lahko sledi zastavica "!" naslednjega klicnega znaka, saj lahko en okvir vsebuje do 24 klicnih znakov (192 bajtov).

V tabeli vozljev vsebuje vsak vpis 16 bajtov. Prvih osem bajtov ustreza ukazu "!": najprej zastavica "!" oziroma \$21 hex oziroma 33 decimalno, potem 6 črk klicnega znaka brez SSIDja in en byte dometa. Ostalih 8 bajtov vsebuje kanal (.W) in klicni znak izvornega SuperVozlja (6 črk brez SSIDja), od koder je prišel vpis in kamor je treba pač posredovati zvezo.

Ko SuperVozelj oddaja lastni klicni znak in ident, namenoma postavi MSB prvega bajta identa na 1. Na ta način sprejemni SuperVozelj loči ta vpis od ostalih in na ta način prepreči, da bi klicanje identa posredoval s klicnim znakom klicnega SuperVozlja, kar bi lahko privedlo v neskončno zanko. Tabela vozljev lahko sicer vsebuje tudi zanko do znakov v A seznamu, kar rešuje prioriteta A tabele nad V tabelo.

Naslovi v pomnilniku SuperVozlja V83:

\$00000 do \$07FFF 27256 EPROM s programom SVV83 (32kb)
 \$10001 uPD71055 port A - vhod, rezervirano za telemetrijo
 \$10003 uPD71055 port B - izhod, rezervirano za telekomando
 \$10005 uPD71055 port C - mešano, krmiljenje ure uPD4990
 \$10007 uPD71055 komandna beseda
 \$30000 do \$30FFF prostor za sklad MC68010/MC68020 (4kb)
 \$31000 do \$35FFF prepisana vsebina EPROMa (20kb)
 \$36000 do \$3CFFF dodatni prostor za programe (28kb)
 \$3D000 do \$3D7FF prostor za tekst ukaza "Info" (2kb)
 \$3D800 do \$3DFFF prostor za tekst ukaza "Help" (2kb)
 \$3E000 do \$3EFFF prostor za tekst ukaza "Novice" (4kb)
 \$3F000 do \$3F6FF prostor za tabelo klicanja A (1.75kb)
 \$3F700 do \$3F87F prostor za konstante AD-pretv E (384b)
 \$3F900 do \$3F9FF prostor za tabelo poti Z (256b)
 \$3FA00 do \$3FBFF prostor za ctext T (512b)
 \$3FC00 do \$3FCFF prostor za nedovoljene znake F (256b)
 \$3FD00 do \$3FDFF prostor za znake drugih SVjev W (256b)
 \$3FE00 do \$3FF01 prostor za tekst kokodakanja B (258b)
 \$3FF80 spremenljivka psevdo-naključnega generatorja (.L)
 \$3FF91 spremenljivka največji dovoljeni domet (.B)
 \$3FF92 spremenljivka časovna enota (.W)
 \$3FFF0 spremenljivka tip CPUja (.L)
 \$3FFF8 spremenljivka tip DMAja (.L)
 \$E0001 naslov 8254 števca 0 - neuporabljen!
 \$E0003 naslov 8254 števca 1 - šteje milisekunde /256
 \$E0005 naslov 8254 števca 2 - deli BRG takt na 1kHz/1ms
 \$E0007 naslov 8254 komandnega registra
 \$E0009 SCC#1 (INT3) naslov B command - kanal 2
 \$E000B SCC#1 (INT3) naslov B data
 \$E000D SCC#1 (INT3) naslov A command - kanal 1
 \$E000F SCC#1 (INT3) naslov A data
 \$E0011 SCC#2 (INT2) naslov B command - kanal 4
 \$E0013 SCC#2 (INT2) naslov B data
 \$E0015 SCC#2 (INT2) naslov A command - kanal 3
 \$E0017 SCC#2 (INT2) naslov A data
 \$E0019 SCC#3 (INT1) naslov B command - kanal 6

\$E001B SCC#3 (INT1) naslov B data
 \$E001D SCC#3 (INT1) naslov A command - kanal 5
 \$E001F SCC#3 (INT1) naslov A data
 \$1C0000 do \$1C0039 DMA MC68450 DREQ#0 registri - kanal 8 TX
 \$1C0040 do \$1C0079 DMA MC68450 DREQ#1 registri - kanal 8 RX
 \$1C0080 do \$1C00B9 DMA MC68450 DREQ#2 registri - kanal 7 TX
 \$1C00C0 do \$1C00F9 DMA MC68450 DREQ#3 registri - kanal 7 RX
 \$1C00FF DMA MC68450 general control register
 \$1E0001 SCC#4 (DMA) naslov B command - kanal 8
 \$1E0003 SCC#4 (DMA) naslov B data
 \$1E0005 SCC#4 (DMA) naslov A command - kanal 7
 \$1E0007 SCC#4 (DMA) naslov A data
 \$200000 do \$21BFFF prostor za "Glej" seznam (112kb)
 \$21C000 do \$21DFFF računski prostor za JPEG (8kb)
 \$21E000 do \$21FFFF prostor za tabelo vozljev (8kb)
 \$220000 do \$280000 prostor za podatkovni RAM (384kb)

Ostali naslovi v glavnem niso dekodirani: čitanje ali pisanje povzroči BUS ERROR, vektor ustrezne izjeme pa kaže na začetek programa v EPROMu (naslov \$100). Dostop do nedekodiranega naslova (branje ali vpis) zato povzroči reset in ponoven zagon programa iz EPROMa.

5. Povezave konektorjev

SCC ploščica s tremi Z8530 na prekinitvah je povezana z modemi preko dveh DB25 konektorjev. Ženski DB25 konektorji so vgrajeni na škatli SVja in na škatli modemov, moški DB25 konektorji pa so na kabljih. Na DB25 konektorju SCC/modemi so tačke razporejene tako, da ni treba mešati žic ploščatemu kablju:

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 = masa (vsaka druga žica v kablju)
 14 = TXD kanal 3 (ali 6)
 15 = RTS kanal 3 (ali 6)
 16 = DCD kanal 3 (ali 6)
 17 = RXD kanal 3 (ali 6)
 18 = TXD kanal 2 (ali 5)
 19 = RTS kanal 2 (ali 5)
 20 = DCD kanal 2 (ali 5)
 21 = RXD kanal 2 (ali 5)
 22 = TXD kanal 1 (ali 4)
 23 = RTS kanal 1 (ali 4)
 24 = DCD kanal 1 (ali 4)
 25 = RXD kanal 1 (ali 4)

Vsi kanali so duplexni. DCD vhod posameznega kanala določa le, kdaj gre lahko ta kanal na oddajo. DCD vhod ne vpliva na sprejem okvirjev! RTS izhod preklaplja modem in postajo med sprejemom in oddajo (PTT). Omejitev vezja Z8530 je v tem, da se isti baud-rate generator in DPLL uporabljata hkrati za sprejem in za oddajo. Ta omejitev vezja Z8530 ima naslednje posledice:

Pri delovanju SuperVozlja s simpleksnim modemom in radijsko postajo je treba zato zagotoviti, da na oddaji RXD vhod ne spreminja logičnega nivoja (v Manchester modemu za to poskrbi preklopnik 74HC157). Na ta način preprečimo neželjene spremembe oddajne hitrosti in nepotrebno obremenjevanje računalnika s prekinitvami sprejemnika. Na sprejemu pa je treba na RXD vhodu zagotoviti vsaj en prehod logičnega nivoja po vsakem resetiranju/inicializaciji, da DPLL pravilno starta, sicer tudi oddaja ne bo delovala. Startanje DPLLja običajno zagotavlja šum na izhodu radijske postaje. Problem se zato pojavi takrat, ko modem uporablja skvelč radijske postaje (na primer AM7910), oziroma ko kanal povežemo žicno (brez modemov ali radijskih postaj) z drugim računalnikom.

Pri delovanju SuperVozlja v duplexu mora biti DCD vhod stalno neaktiven (visok logični nivo). Ker je oddajnik stalno vključen, RTS izhod ni uporabljen. Ker se oddajnik v SCCju sinhronizira na sprejemnik, mora imeti sogovornik nujno ločen oddajnik z od sprejemnika neodvisnim podatkovnim taktom. Duplexna zveza z drugim

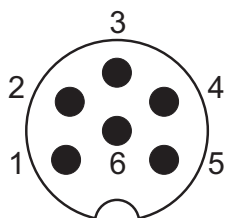
SuperVozljem oziroma z drugim računalnikom z Z8530 SCC zaporednim vmesnikom zato ni možna. Dupleksni način je zato uporaben za radijsko ali žično zvezo s TNC2 in podobnimi vmesniki, ki imajo neodvisen oddajni takt oziroma izboljšanimi SCC vmesniki (na primer uPD72001).

Če kanal ni uporabljen (če ni povezan na modem), potem je treba povezati skupaj pripadajoče RXD, DCD in RTS, medtem ko ostane pripadajoči TXD nepovezan. Takšna povezava neuporabljenih kanalov omogoča najhitrejšo sproščanje pomnilnika SuperVozlja.

Za povezavo modem/postaja priporočam 5+1 polni DIN konektor s kontakti v loku 270 stopinj, kakršni so se uporabljali na vseh televizorjih, kamerah in drugi video opremi za prenos video signalov (pred uvedbo SCART vtičnice). Zaradi standardizacije priporočam naslednjo razporeditev priključkov:

- 1 = nepovezan (sicer polnjenje notranje baterije ali CW tipka)
- 2 = PTT (stikalo proti masi, sklenjeno na oddaji)
- 3 = nepovezan (sicer lahko +12V ali skvelč, aktiven visok)
- 4 = mikrofonski (NF vhod radijske postaje)
- 5 = zvočnik (NF izhod radijske postaje)
- 6 = masa, povezana z oklopom vtičnice in ustreznim jezičkom

Za povezavo vezja za daljinski RESET priporočam RCA (cinch) vtičnice.



Pogled od spredaj na DIN vtičnico (ženski konektor za montažo na prednjo ploščo)

DMA-SCC ploščica z vezji MC68450 in Z8530 je povezana z bitnima sinhronizatorjema skramblerjema oziroma z modemoma preko enega DB25 konektora. Moski DB25 konektorji so vgrajeni na škatli na škatli SVja in na škatli modemov, ženski DB25 konektorji pa so na kablu. Na DB25 konektorju DMA-SCC/sinhronizatorja-modema so tačke razporejene tako, da ni treba mešati žic ploščatemu kablu:

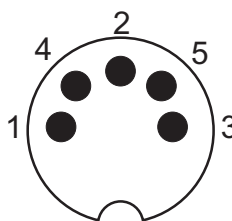
- 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 = masa (vsaka druga žica v kablu)
- 14 = RTxC kanal 7 (RX in TX takti vhod)
- 15 = RXD kanal 7
- 16 = DCD kanal 7
- 17 = RTS kanal 7
- 18 = TXD kanal 7
- 19 = TRxC kanal 7 (DPLL izhod - običajno neuporabljen)
- 20 = RTxC kanal 8 (RX in TX takti vhod)
- 21 = RXD kanal 8
- 22 = DCD kanal 8
- 23 = RTS kanal 8
- 24 = TXD kanal 8
- 25 = TRxC kanal 8 (DPLL izhod - običajno neuporabljen)

Oba kanala sta dupleksna. DCD vhod posameznega kanala določa le, kdaj gre lahko ta kanal na oddajo. DCD vhod ne vpliva na sprejem okvirjev! RTS izhod preklaplja sinhronizator in postaja med sprejemom in oddajo (PTT). Takti vhod je skupen za RX in TX in je povezan na RTxC vhod na vezju Z8530. Na TRxC pa je doveden izhod notranjega DPLLja iz Z8530 (običajno neuporabljen).

Za povezavo sinhronizator/postaja priporočam 5 polni DIN konektor s kontakti v loku 180 stopinj, kakršni so se uporabljali v HiFi stereo napravah za avdio signale. Zaradi standardizacije priporočam naslednjo razpo-

reditev priključkov:

- 1 = S-meter izhod sprejemnika, nepovezan v sinhronizatorju
- 2 = masa, povezana z oklopom vtičnice in ustreznim jezičkom
- 3 = RXD (75ohm TTL izhod sprejemnika, vhod sinhronizatorja)



Pogled od spredaj na DIN vtičnico (ženski konektor za montažo na prednjo ploščo)

4 = PTT (stikalo proti masi, sklenjeno na oddaji)

5 = TXD (75ohm TTL vhod oddajnika, izhod sinhronizatorja)

Slikolov (vmesnik za TV kamero) oziroma počasni A/D pretvornik sta povezana z vzporednim vmesnikom uPD71055 preko 15-žilnega ploščatega kabla in DB15 vtičnic. Na škatli slikolova, A/D pretvornika in SVja so vgrajene ženske vtičnice, moške vtičnice pa so na povezovalnem kablu. Dolžina ploščatega kabla ne sme presegati 1m. Razporeditev žic mora točno ustrezati razporeditvi priključkov na DB15 vtičnicah, sicer pride do medsebojnih motenj med posameznimi krmilnimi signali.

Razporeditev priključkov DB-15 vtičnice je naslednja:

- 1 = PA0 (D0 iz slikolova oziroma A/D pretvornika)
- 2 = PA2 (D2 iz slikolova oziroma A/D pretvornika)
- 3 = PA4 (D4 iz slikolova oziroma A/D pretvornika)
- 4 = PA6 (D6 iz slikolova oziroma A/D pretvornika)
- 5,6 = masa (PA vtičnica na CPU plošči)
- 7,8 = masa (PB vtičnica na CPU plošči)
- 9 = PA1 (D1 iz slikolova oziroma A/D pretvornika)
- 10 = PA3 (D3 iz slikolova oziroma A/D pretvornika)
- 11 = PA5 (D5 iz slikolova oziroma A/D pretvornika)
- 12 = PA7 (D7 iz slikolova oziroma A/D pretvornika)
- 13 = +5V (PA vtičnica na CPU plošči)
- 14 = PB6 (RCLK/WRESET ukaz za slikolov oziroma A0 za A/D)
- 15 = PB7 (READ/WRITE ukaz za slikolov oziroma A1 za A/D)

Ko sta oba krmilna vhoda slikolova (READ/WRITE in RCLK/WRESET) v nizkem logičnem stanju, so izhodi D0-7 v visokoohmskem stanju. Izhodom slikolova lahko tedaj vzporedno priključimo se izhode drugih naprav (na primer A/D pretvornika) na port A vzporednega vmesnika uPD71055. Počasni A/D pretvornik vsebuje lastno dekodiranje naslovov in so njegovi izhodi v ostalih slučajih v visokoohmskem stanju, da ne motijo delovanja slikolova.

Dodatne naprave krmilimo preko izhodov PB0-5 in se pri tem držimo načela, da krmilni signali v nizkem logičnem stanju pomenijo neaktivno stanje oziroma visokoohmsko izhodno stanje. Ker večina naprav zahteva le enega ali dva krmilna signala, je smiselno pripeljati izhode PB0-5 preko stereo 3.5mm jack vtičnic, ki potrebujejo na prednji plošči SVja le eno samo okroglo izvrtino majhnega premera, kar omogoča predelavo oziroma dodatke tudi na vrhu hriba. Stereo jack vtičnico v tem slučaju povečemo takole:

- Konica = PB0 (ali PB2 ali PB4)
- Vmesni prstan = PB1 (ali PB3 ali PB5)
- Okov = masa

Mini SUPERVOZELJ

Primož Lemut, S53KS

1. Zakaj Mini SuperVozelj?

V zadnjih dneh lanskega leta sem zaradi muhavosti TheNet-a, ki se velikokrat brez razloga obesil, in vgradnje hardverskega watchdoga v ne preveč prijaznem vremenu tri dni zaporedoma obiskal vozlišče Tolmin. Kljub temu, da sem problem nekako rešil, sem se zavedel, da je potrebno za majhna vozlišča najti ustrežnejšo rešitev. Dodaten razlog za gradnjo novega vozliščnega računalnika je, da izvorna koda TheNet programa ni pregledna, pa tudi širitev z novimi TNC-ji in kupom kablov ni preveč posrečena rešitev. Po drugi strani pa se je v Sloveniji uspešno uveljavil SuperVozelj in zato sem začel iskati rešitev, ki mu bo podobna, hkrati pa bo enostavnejša.

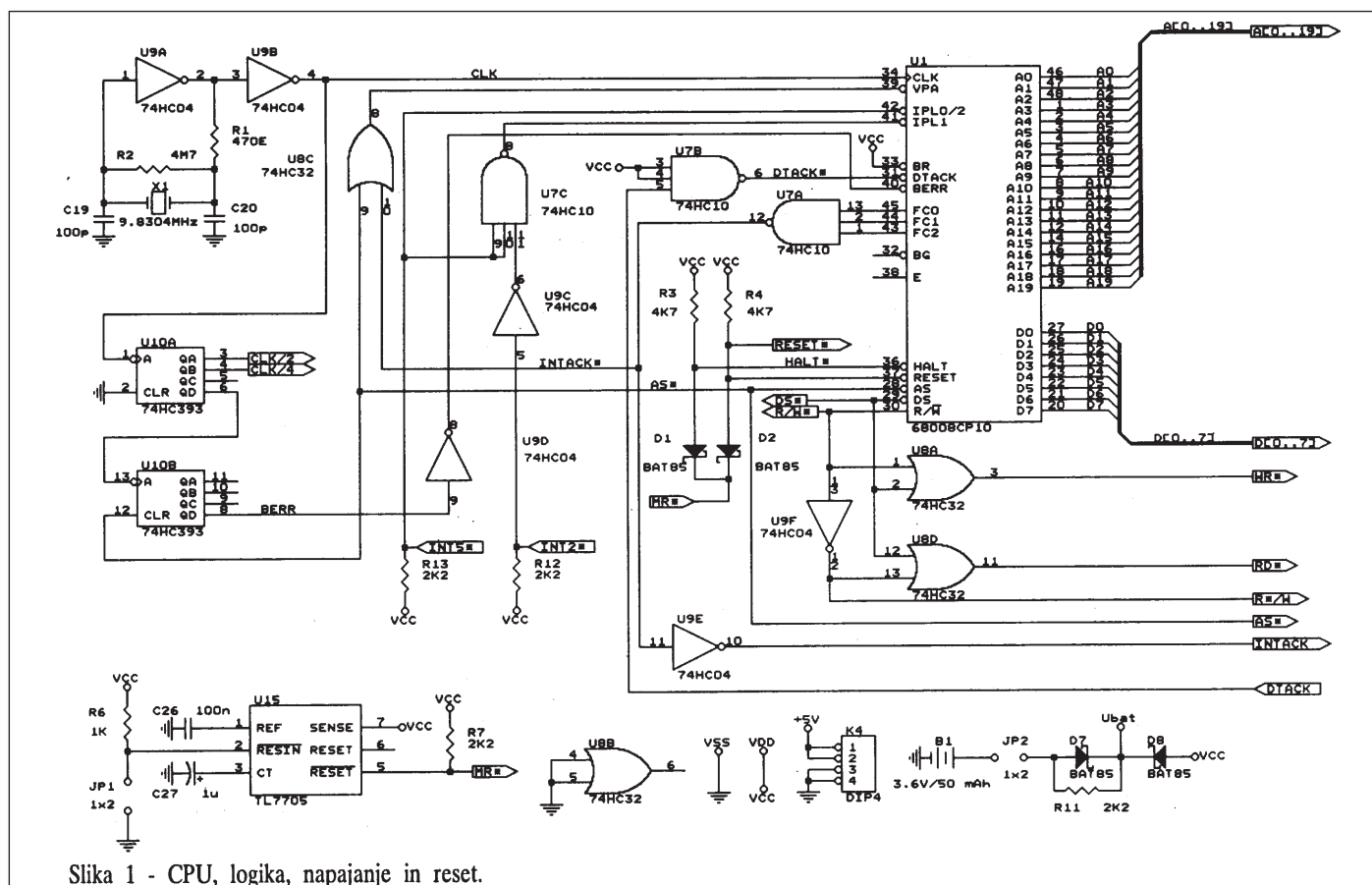
2. Zgradba in delovanje Mini Supervozlja

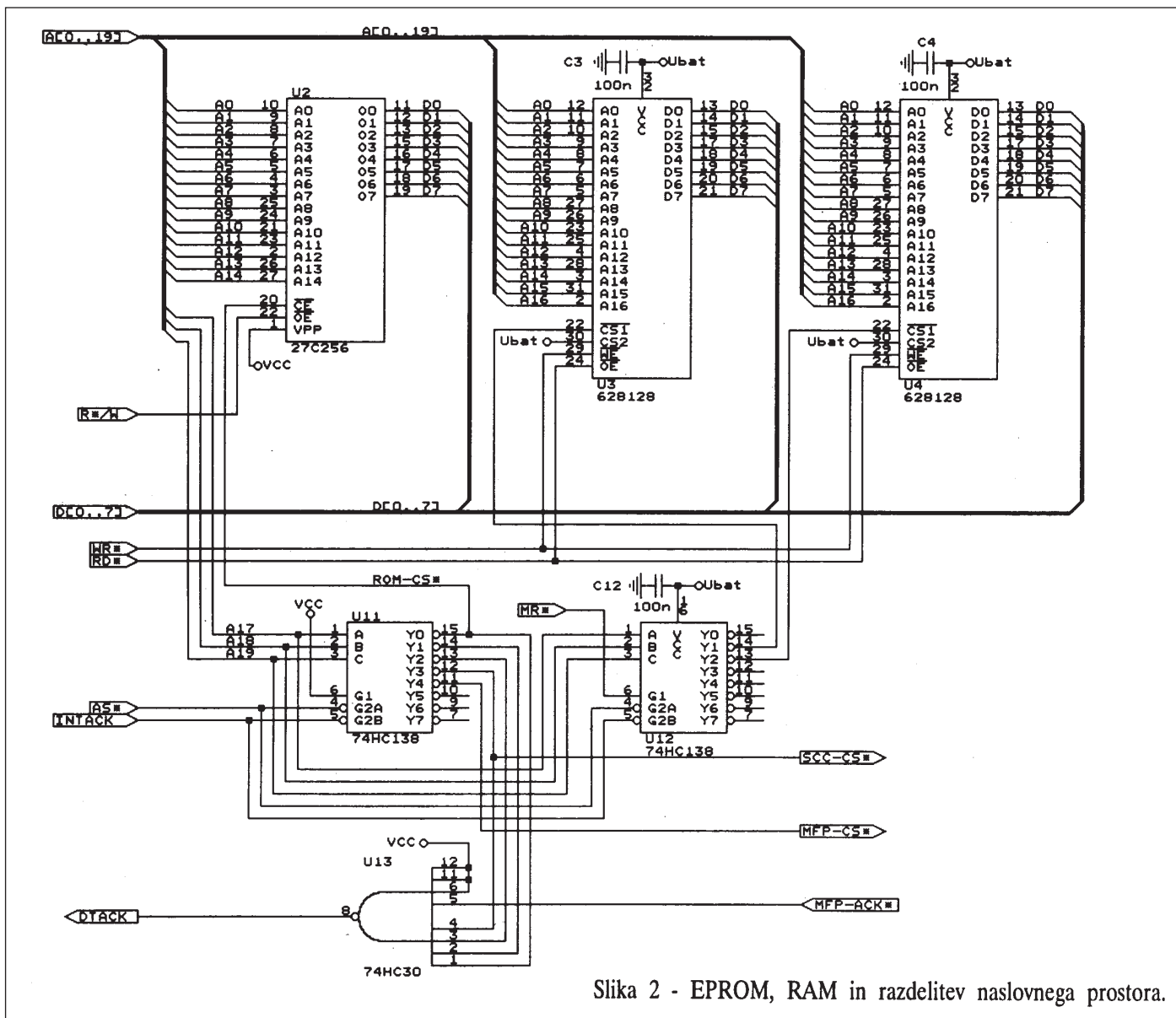
Odločil sem se, da bom MSV zgradil okrog 68008. Ta mikroprocesor je

poenostavljena verzija 68000, ki ima navzven 8-bitno podatkovno vodilo (v notranjosti je še vedno 32-biten), samo 3 nivoje prekinitev, zmanjšan naslovni prostor (1MB) in še nekaj poenostavitvev pri signalih za arbitražo vodila. Od 68010 so razlikuje še v tem, da nima VBR (Vector Base Register) in nekaj ukazih. V povprečju je 68010 več kot enkrat hitrejši od 68008. Osnovo MSV tako sestavljajo: 68008, 32 KB EPROM 27C256, dva statična RAM čipa 628128, dobro znani SCC Z8530 in MFP (Multi Function Peripheral) 68901. Slednji združuje v sebi 4 8-bitne timerje, zaporedni asinhroni in sinhroni vmesnik, vzporedni V/ I vmesnik in prekinitveni kontroler. Ta-ko 68901 kot 68008 nikakor nista vezji novejšega datuma, 68901 sem izbral predvsem zato, ker je tipa "vse v enem" in močno poenostavi vezje.

Če pogledamo shemo, vidimo, da moramo dodati še kar nekaj zunanjih elementov, predvsem iz družine 74HC, da opisano čipovje lahko povežemo med sabo. Na sliki 1 vidimo

mikroprocesor in nekaj logičnih vrat, ki zagotavljajo potrebne signale. Tako potrebujemo za "ne-Motorola" periferije signala RD* in WR* (z * označujem signale, ki so aktivni v nizkem nivoju). Signal VPA* pove mikroprocesorju, da je v teku cikel potrditve prekinitve in naj uporabi avtovektorje. Signal BERR* na izhodu 74HC04 (U9D) se aktivira, če se po preteku 128 period urinega signala ne odzove nobena pariferija ali pomnilnik. To se lahko zgodi samo v primeru, da dostopamo do neizkoriščenega dela pomnilniškega prostora in gre očitno za napako. Z NAND vrati 74HC10 (U7C) in negatorjem 74HC04 (U9C) je narejen preprost prioriteten prekinitveni dekodler. V vezju je samo en generator urinega signala (9.8304 MHz) in zanj sem porabil dva negatorja v klasični vezavi. Na tej sliki je prikazana še priključitev vezja TL7705, ki ob padcu napajanja pod 4.5V aktivira signal RESET*. Le redkokatero vezje za reset deluje povsem pravilno in tudi TL7705 ni brez napak. Ob padcu





Slika 2 - EPROM, RAM in razdelitev naslovnega prostora.

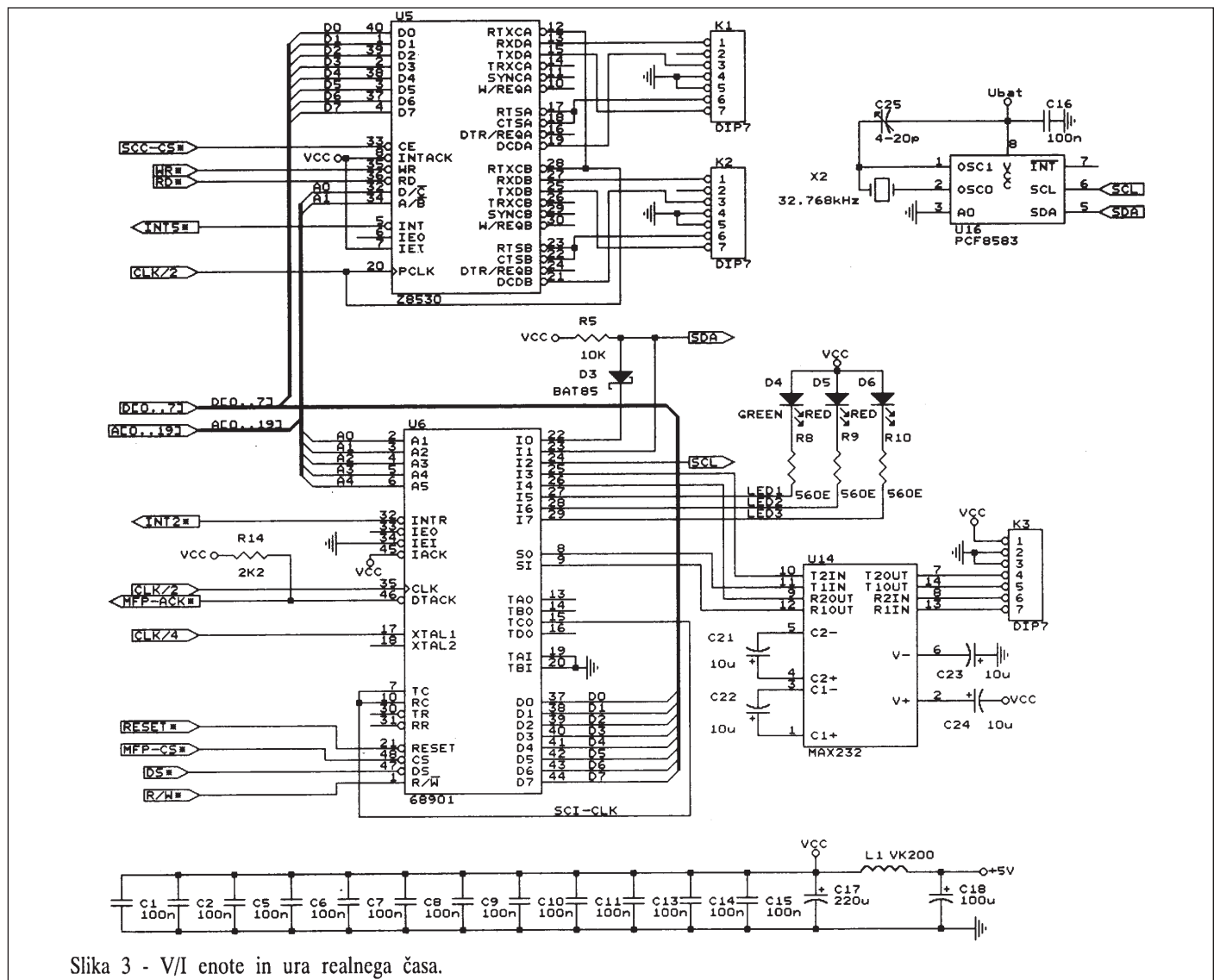
napajanja pod 1V RESET* "odpusti" in se dvigne do napajalne napetosti. To pa ne moti delovanja baterijsko napajane dekodiranja 74HC138, na katerem je ponavadi več kot 3.6V in približno 1V ne zadostuje za ponovno aktiviranje. Slika 2 prikazuje priključitev pomnilniških vezij in razdelitev naslovnega prostora. Vidimo, da je naslovni prostor razdeljen enostavno na osmine (vsak del zaseda 128 KB), saj popolno dekodiranje tukaj nikakor ni potrebno. RAM pomnilnik je v primeru izpada napajanja +5V baterijsko napajanje. Zaradi tega sem dodal še en dekodek 74HC138, ki selektira samo RAM čipe in je prav tako baterijsko napajanje. Ta dekodek naredi ob resetu vse izhode neaktivne in s tem prepreči nezaželeno pisanje po RAM. Na isti sliki najdemo se 8-vhodna NAND vrata 74HC30. Le-ta zagotavljajo signal DTACK kot odziv naslovljene periferije ali pomnilnika. Vsi ele-

menti razen 68901 so dovolj hitri in priključeni tako, da ne uporabljajo čakalnih stanj. 68901 pa sam generira signal za odziv (s čakalnimi stanji) in zaradi tega sem dodal opisano vrata. Slika 3 prikazuje V/I enote in uro realnega časa.

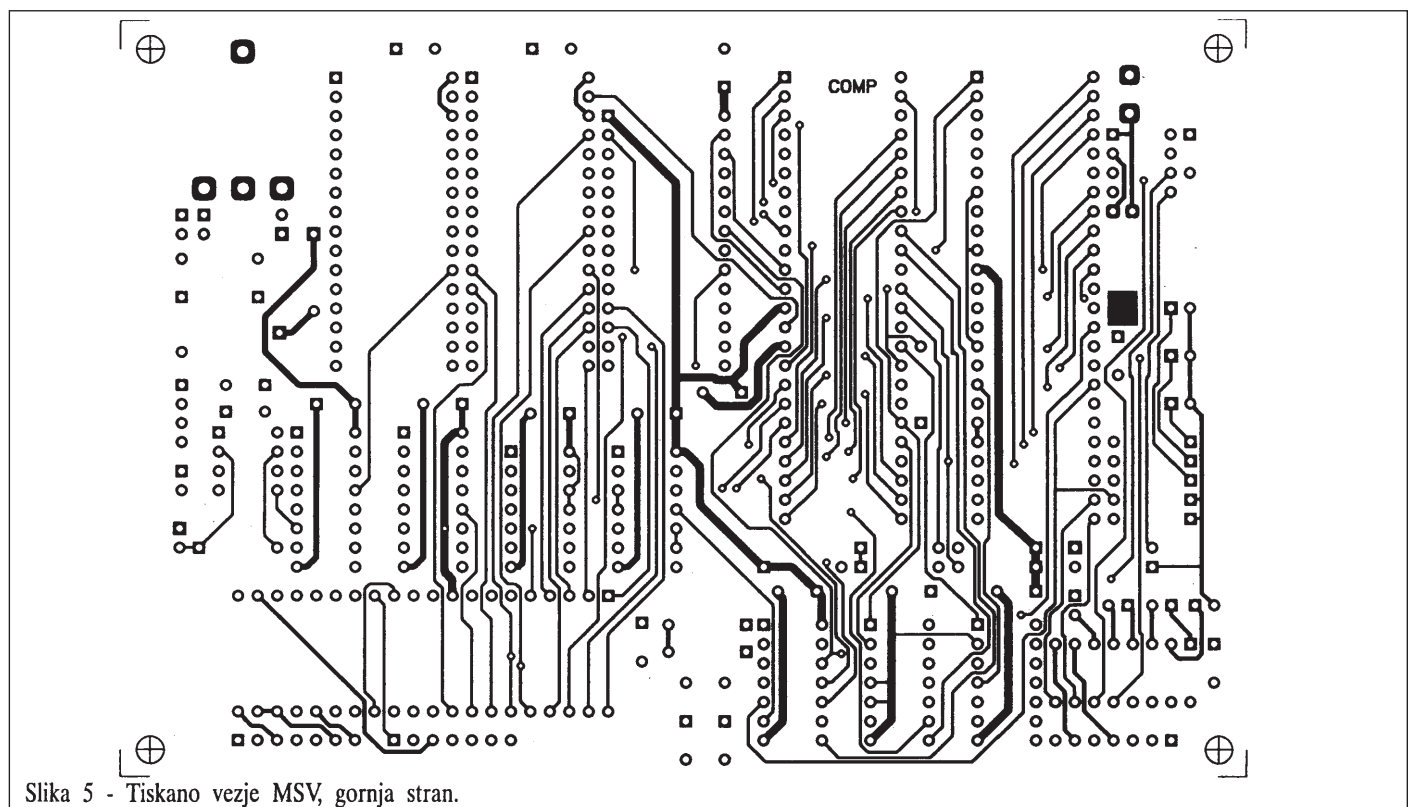
3. Napajalnik za MSV

MSV potrebuje enojno napajanje 5V vsaj 600 mA. Pri taki porabi se linearni regulatorji že kar precej grejejo, zato sem v ta namen zgradil stikalni napajalnik. Le-ta zmora 1.5A izhodnega toka, njegov izkoristek pa je okoli 75%. V vezju sem uporabil integrirano vezje L296, v katerem je že cel step-down pretvornik in zahteva le malo zunanjih komponent. Njegovo shemo prikazuje slika 4, tiskano vezje slika 8, razpored elementov pa slika 9. Največji problem stikalnih napajalnikov je seveda navijanje

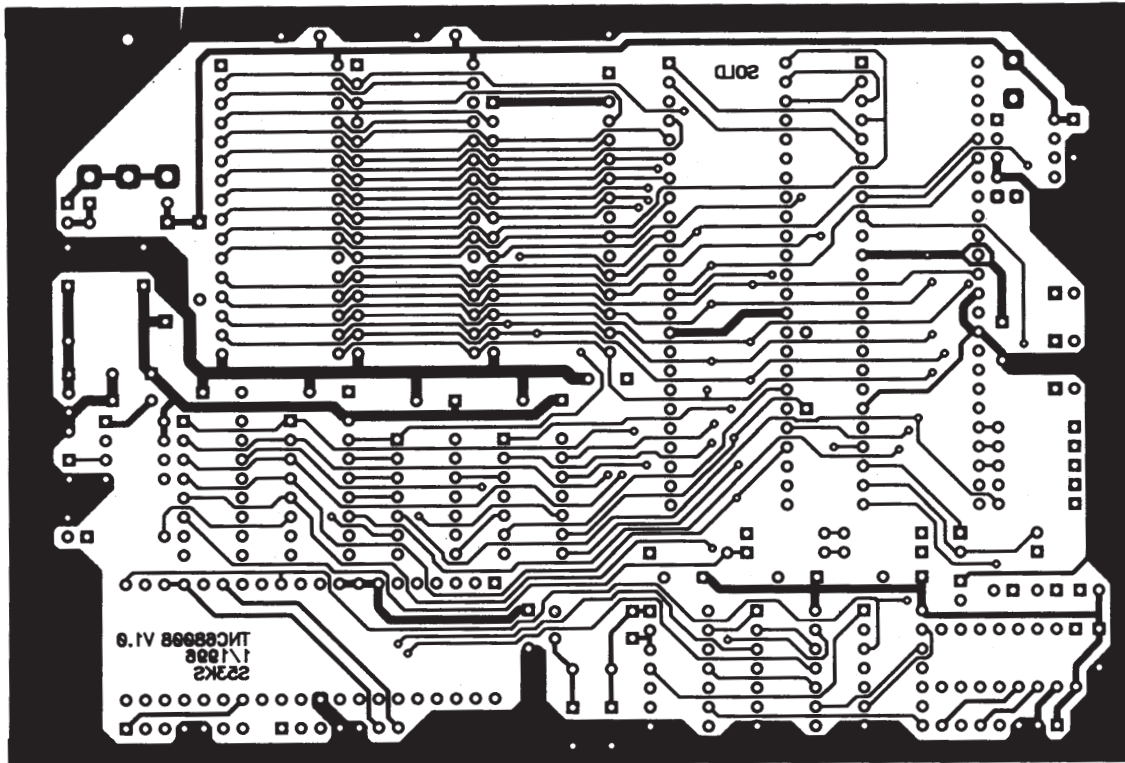
tuljav. V tem napajalniku sem za L1 uporabil jedro iz feritnega materiala 16G, tuljavnik pa sem naredil iz plastične folije. Nanj sem v več slojih navil 50 ovojev bakrene lakirane žice 0.3 mm. Induktivnost naj bi bila približno 300 uH, bolj pomembno pa je, da ima jedro značilno režo 0.5 mm. Tuljavo L2 sestavlja 25 ovojev lakirane bakrene žice 0.5mm navitih na feritno palčko premera 3.5 mm. Vezje L296 ima vgrajeno tudi tako imenovano crowbar napetostno zaščito. Glavni element le-te je tiristor TIC116N, ki v primeru prevelike izhodne napetosti sklone vhod pretvornika proti masi, to pa prežge varovalko. Stikalni napajalnik je sestavljen na enostranski tiskanini. Na gornji strani ima dve prevezavi. Priporočam, da po vgradnji z majhnim L Al profilom termično povežete L296 z ohišjem, sljudna podložka ni potrebna.



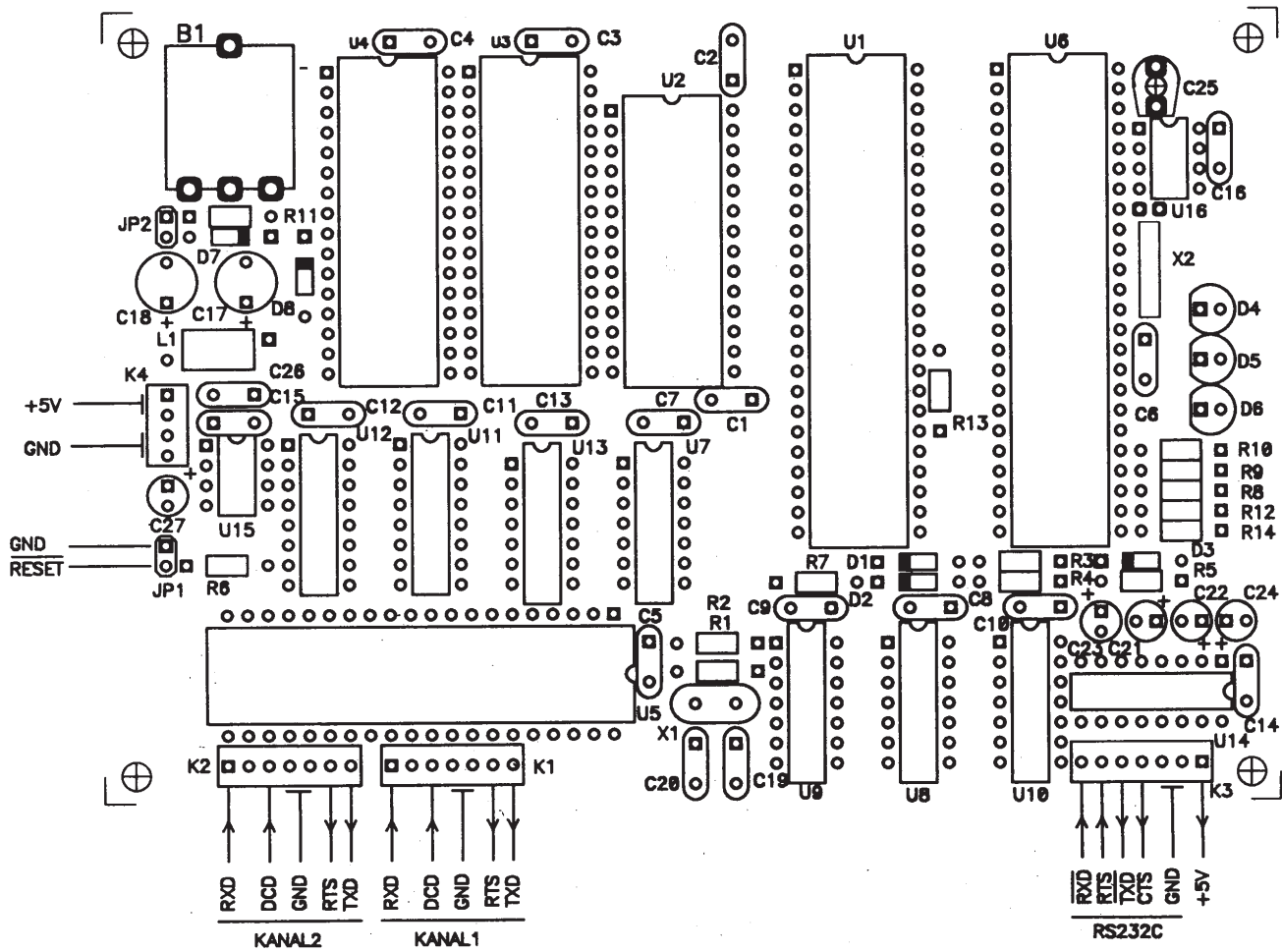
Slika 3 - V/I node in ura realnega časa.



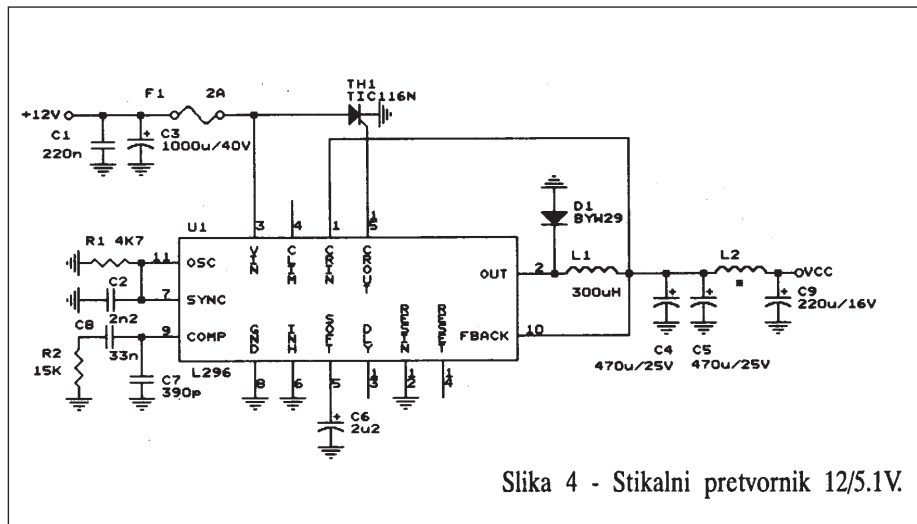
Slika 5 - Tiskano vezje MSV, gornja stran.



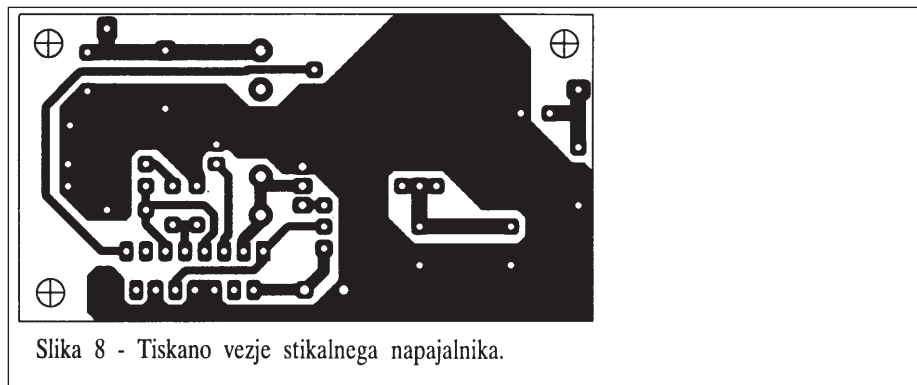
Slika 6 - Tiskano vezje MSV, spodnja stran.



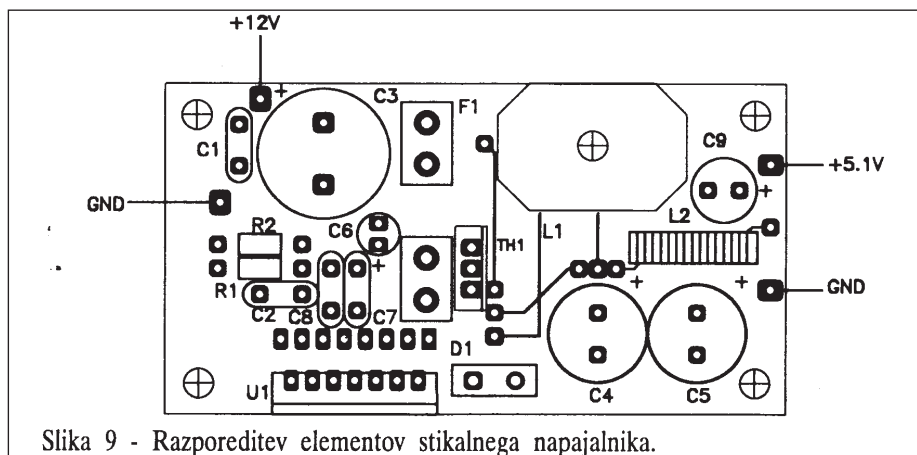
Slika 7 - Razporeditev elementov MSV.



Slika 4 - Stikalni pretvornik 12/5.1V.



Slika 8 - Tiskano vezje stikalnega napajalnika.



Slika 9 - Razporeditev elementov stikalnega napajalnika.

4. Izbira materiala

Večina materiala ni kritičnega, vseeno pa moramo biti pozorni pri nabavi nekaj komponent. Mikroprocesor izberemo za frekvenco ure 10MHz, saj je izdelan v PMOS tehnologiji in se zmerno greje, zato ni potrebno "navijati" 8-megaherčne izvedbe. MFP 68901 je lahko 4 ali 5 MHz izvedba. Sam sem uporabil SCC Z8530A, verjetno pa bi v tem vezju delovala tudi počasnejša izvedba Z8530. Omenil bi, da sem uro realnega časa PCF8583 izbral, ker se jo dobi tudi pri nas, čeprav ni najcenejša. Namesto večine Schottky diod BAT85 bi lahko uporabili uni-

verzalne silicijeve diode, a so tudi BAT85 že zelo poceni. Kar se tiče pasivnih komponent, bi priporočil izbiro kvalitetnih večslojnih blokirnih kondenzatorjev 100 nF, najboljše tistih v valjastem ohišju.

5. Izdelava Mini SuperVozlja

Vezje sestavimo na dvostranski tiskanini 100 x 147 mm (sliki 5 in slika 6). Razporeditev elementov in priključitev vezja sta prikazana na sliki 7. Napajanje, reset, modema in zaporedni vmesnik priključimo preko vtičnic, narejenih iz profesionalnih DIL podnožij. Razpored signalov na

priključku modema je tak, da lahko izdelamo vzporeden 5-žilni kabel, če priključujemo Manchester modem. Priporočam, da vse čipe vgradite na podnožja, če pa ne, vsaj mikroprocesor, periferije, pomnilniške čipe, MAX232 in uro realnega časa. Pravilno načrtovano vozlišče naj bi vsebovalo MSV, napajalnik, daljinski reset in modeme. Če naj zavzame čimmanj prostora, ga vgradimo v ohišje, ki je ločeno na zgornji in spodnji del z vmesno pregrado. Zgoraj vgradimo MSV, napajalnik in daljinski reset, spodnji del pa tako ostane na voljo za modema.

6. Programska oprema Mini SuperVozlja

Mikroprocesorja 68010 in 68008 (68000) sta na nivoju zbirnika skoraj v celoti združljiva. V predelavi programa SV je potrebno zaradi razlik izločiti del, kjer program nastavlja vrednost VBR. Več dela pa je zaradi hardverskih razlik med SV in MSV. Iz primerjave shem vidimo, da se naslovi RAM in perifერიj ne ujemajo, pa tudi perifერიje same so drugačne (števec, ki nadomešča 82C54, je v MSV znotraj 68901). Prav tako sem iz programa izločil vse, kar se nanaša na kanale 3-6. Program sem predeloval na osebнем računalniku s pomočjo prevajalnika in pomožnih programov, ki jih pri predelavi SV programov uporablja Iztok S52D. Za začetek sem prestavil na MSV verzijo 66, ki jo komaj še pomnimo, nameravam pa prestaviti verzijo 75, ki ima veliko izboljšav, predvsem je to avtoruting.

7. Kaj zmore MSV?

Zaenkrat je MSV preizkušen kot vozlišče z enim kanalom s hitrostjo 38400 bps. Osnovni namen je delovanje z enim počasnim kanalom 1200 ali 2400 bps in povezava v omrežje s hitrim kanalom 19200 ali 38400bps. Dodatni RS232 vmesnik pa lahko uporabimo za KISS.

MSV je kompakten vozliščen mikro-računalnik in ni predviden za razširitev. S prihajajočimi hitrejšimi komunikacijami v razredu megabitov na sekundo gotovo ne bo imel svoje vloge. V ta namen bo potrebno razviti nova vozlišča z namenskimi procesorji, tu mislim predvsem 68302 in 68360.

Pajek za mikroprocesor MC68020

Matjaž Vidmar, S53MV

DSP računalnik in packet-radio vozlišče SuperVozelj sta oba zasnovana na mikroprocesorju MC68010. Mikroprocesor MC68010 ni ravno najnovejši izdelek, saj so ga izdelali že pred več kot 10 leti. Lastnosti obeh naprav bi se dalo seveda izboljšati brez večjih predelav in brez nove programske opreme z uporabo novejših predstavnikov iz iste družine mikroprocesorjev Motorola 68000.

Prva predstavnika družine 68000 sta bila MC68000 in MC68008. MC68000 je bil sploh prvi pravi 16-bitni mikroprocesor in se je pojavil na tržišču že leta 1978. Ker je bil glede na zmogljivosti tedanjih pomnilnikov MC68000 prevelik, so kmalu izdelali še zmanjšano izvedbo MC68008 z 8-bitnim zunanjim vodilom in omejenim naslovnim prostorum. Kljub temu se je MC68000 uveljavil v številnih industrijskih napra-

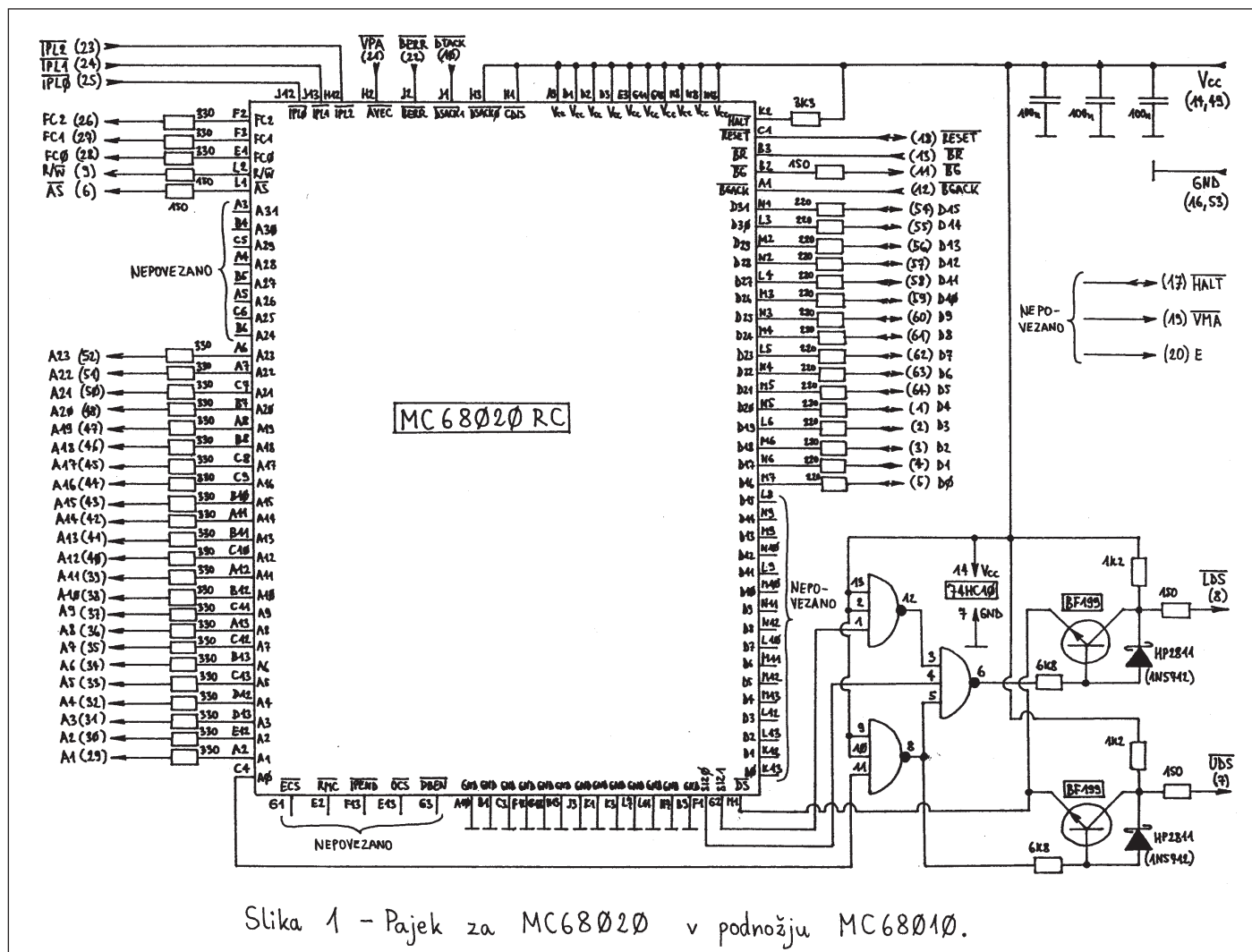
vah, MC68008 pa poznamo iz Sinclair QL računalnika. Oba, MC68000 in MC68008, sta izdelana v NMOS tehnologiji, danes pa dobimo tudi CMOS izvedbo MC68HC000.

MC68010 je pravzaprav le izboljšana inačica MC68000. Vgrajen je v povsem enako ohišje (DIL s 64 nožicami oziroma PGA z 68 nožicami) z enakim razporedom nožic in ga lahko kar vtaknemo v podnožje, kjer je prej deloval MC68000. MC68010 je sicer nekoliko hitrejši od MC68000, ker se marsikateri ukaz izvrši v manj taktnih ciklih kot pa pri MC68000, ter vsebuje še dodaten register VBR, ki omogoča prestavljanje tabele izjem na poljubno mesto v pomnilniku. CMOS izvedbe MC68010 žal niso izdelali.

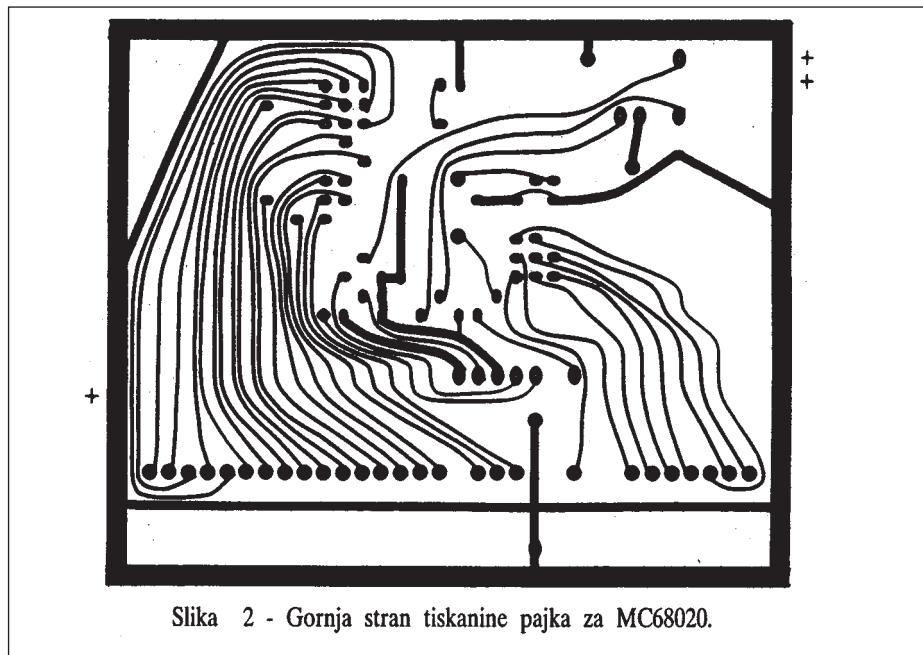
Večji skok predstavlja naslednji član MC68020. MC68020 ima popolno 32-bitno naslovno in podatkovno

vodilo ter izpopolnjen nabor ukazov, ki se izvršijo v manj taktnih ciklih. Tudi dostop do vodila je hitrejši in traja le tri taktne cikle namesto štirih ciklov pri MC68000/08/10, razen tega pa vsebuje MC68020 še hitri notranji predpomnilnik za ukaze (256 bajtov). Tudi taktna frekvenca lahko gre do 25MHz oziroma dvakrat več kot pri MC68010. MC68020 je izdelan v mešani tehniki CMOS in NMOS v istem integriranem vezju.

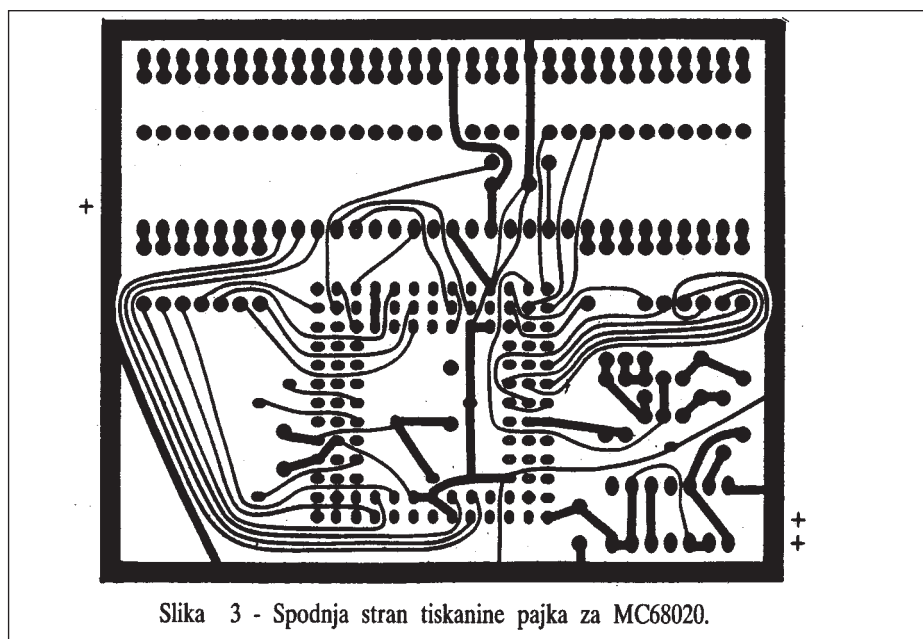
Zamenjava MC68010 (ali MC68000) z novejšim MC68020 ni ravno preprosta. MC68020 sicer zna izvrševati vse ukaze svojih predhodnikov, uporablja pa nekoliko drugačne signale na vodilu in je vgrajen v PGA ohišje (oznaka RC) s 112 nožicami. Za vgradnjo MC68020 v napravo, ki je bila načrtovana za MC68010 ali MC68000 (ali celo MC68008), zato potrebujemo primerne "pajka", ki



Slika 1 - Pajek za MC68020 v podnožju MC68010.



Slika 2 - Gornja stran tiskanine pajka za MC68020.



Slika 3 - Spodnja stran tiskanine pajka za MC68020.

ga vtaknemo v 64-polno podnožje starega mikroprocesorja, sam "pajek" pa vsebuje razen podnožja za MC68020 še vse potrebne sestavne dele za prilagoditev različnih signalov na vodilu.

Električni načrt pajka za vgradnjo MC68020 v DSP računalnik ali SuperVozelj je prikazan na sliki 1. Vezje pajka vsebuje predvsem kopico zaporednih dušilnih uporov na skoraj vseh izhodih vezja MC68020. Dušilni upori so potrebni zaradi razmeroma velikega presluha na dvostranskih ploščicah in vodilu DSP računalnika oziroma SuperVozlja. Dušilni upori imajo vrednost 330ohm (26 uporov) za naslovno vodilo in FC signale, 220ohm za podatkovno vodilo (16 uporov) in 150ohm (5 uporov) za upravne signale.

MC68020 je kot vsi sodobni mikroprocesorji prvenstveno namenjen za vgradnjo na štirislojna in večslojna tiskana vezja, kjer lahko z notranjimi kovinskimi ravninami znatno omejimo presluh in znižamo parazitne induktivnosti, kar edino omogoča delovanje mikroračunalnika s taktnimi frekvencami nad 20MHz. V ta namen ima MC68020 kar 23 nožic za napajanje: 13 nožic za maso (GND) in 10 nožic za +5V (Vcc).

Na obstoječem vodilu DSP računalnika ali SuperVozlja zato ne moremo izkoristiti polne zmogljivosti MC68020, vendar je kljub počasnemu vodilu MC68020 še vedno dvakrat hitrejši od starega MC68010. Višjo hitrost omogočata predpomnilnik in izvrševanje ukazov ter dostop do vodila v manj taktnih ciklih.

Pri višji taktni frekvenci in podatkovnem vodilu širine 32 bitov bi bil seveda MC68020 petkrat do desetkrat hitrejši od svojega predhodnika MC68010.

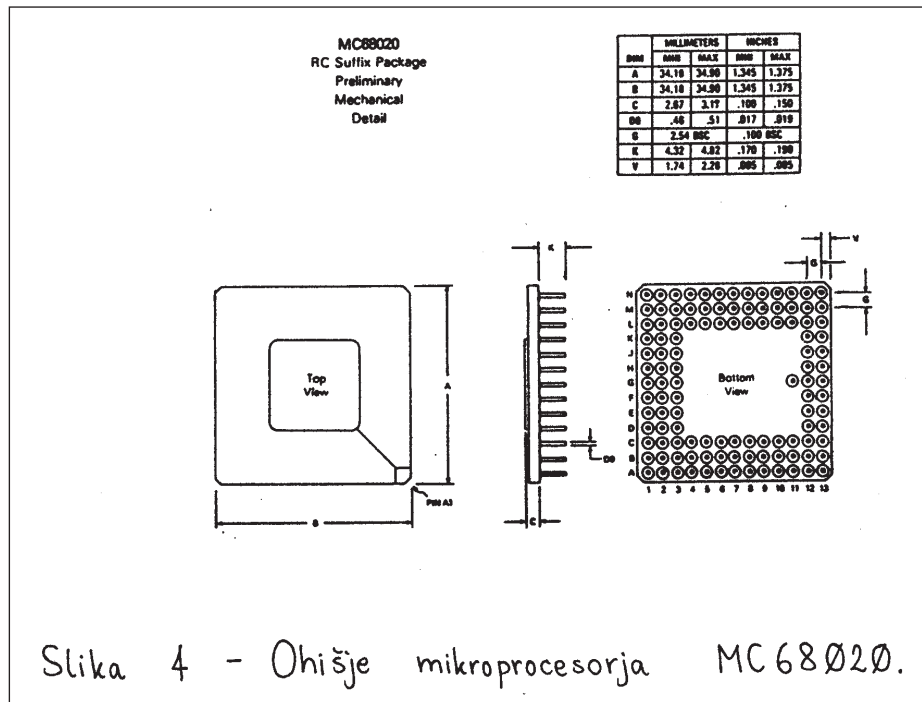
Novost pri MC68020 je tudi vodilo z dinamično nastavljivo širino. MC68020 lahko hkrati uporablja pomnilnike širine 8, 16 in 32 bitov. Pri vsakem dostopu do pomnilnika krmili MC68020 naslovno in podatkovno vodilo enostavno tako, kot da bi bil pomnilnik širine 32 bitov. Pomnilnik odgovori z dvema signaloma DSACK0 in DSACK1 (ki nadomeščata DTACK pri MC68000/08/10) in z njima sporoči nazaj svojo širino. V primeru ožjega pomnilnika širine samo 16 ali 8 bitov bo MC68020 ponovil dostop do pomnilnika in pri tem uporabljal le del podatkovnega vodila D16-D31 (16-bitni pomnilnik) oziroma D24-D31 (8-bitni pomnilnik).

Ker zna MC68010 (ali MC68000) delati le s 16-bitnim podatkovnim vodilom, je DTACK vodila povezan v pajku na vhod DSACK1 mikroprocesorja MC68020, vhod DSACK0 pa je povezan v neaktivno stanje (+5V). Na obstoječem vodilu DSP računalnika ali SuperVozlja lahko seveda uporabljamo le polovico podatkovnega vodila MC68020, to je D16-D31. Druga polovica podatkovnega vodila (D0-D15) ostane nepovezana.

Kljub velikemu številu priključkov ohišja MC68020 je potrebno dekodirati upravne signale za pomnilnike širine 16 ali 32 bitov, saj lahko MC68020 tudi v 32-bitni pomnilnik vpiše le en sam bajt podatkov. V primeru 16-bitnega podatkovnega vodila sestavimo signala UDS in LDS iz upravnih signalov DS, SIZ0, SIZ1 ter naslova A0. V ta namen vsebuje pajek vezje 74HC10 in dva tranzistorja BF199. Schottky diodi HP2811 (1N5712) preprečujeta, da bi prišla tranzistorja BF199 v zasičenje in tako pospešujeta izklop tranzistorjev.

MC68020 se razlikuje od svojih predhodnikov tudi po tem, da ne vsebuje več krmilnih vezij za stare 8-bitne vmesnike družine 6800. MC68020 in drugi novejši člani družine 68000 zato nimajo več signalov VPA, E in VMA. Enostavno proženje prekinitvenih podprogramov omogoča vhod AVEC, ki nadomešča vhod VPA pri MC68000/08/10.

Pri uporabi pajka za MC68020 je treba predelati vezja DSP računalnika oziroma SuperVozlja tako, da



uporablajo vhod VPA, zdaj AVEC, le še za proženje prekinitvev. Od vseh opisanih enot v CQ ZRS uporabljata VPA le CPU plošča in pekač za EPROMe. V obeh primerih uporablja VPA le vzporedni vmesnik

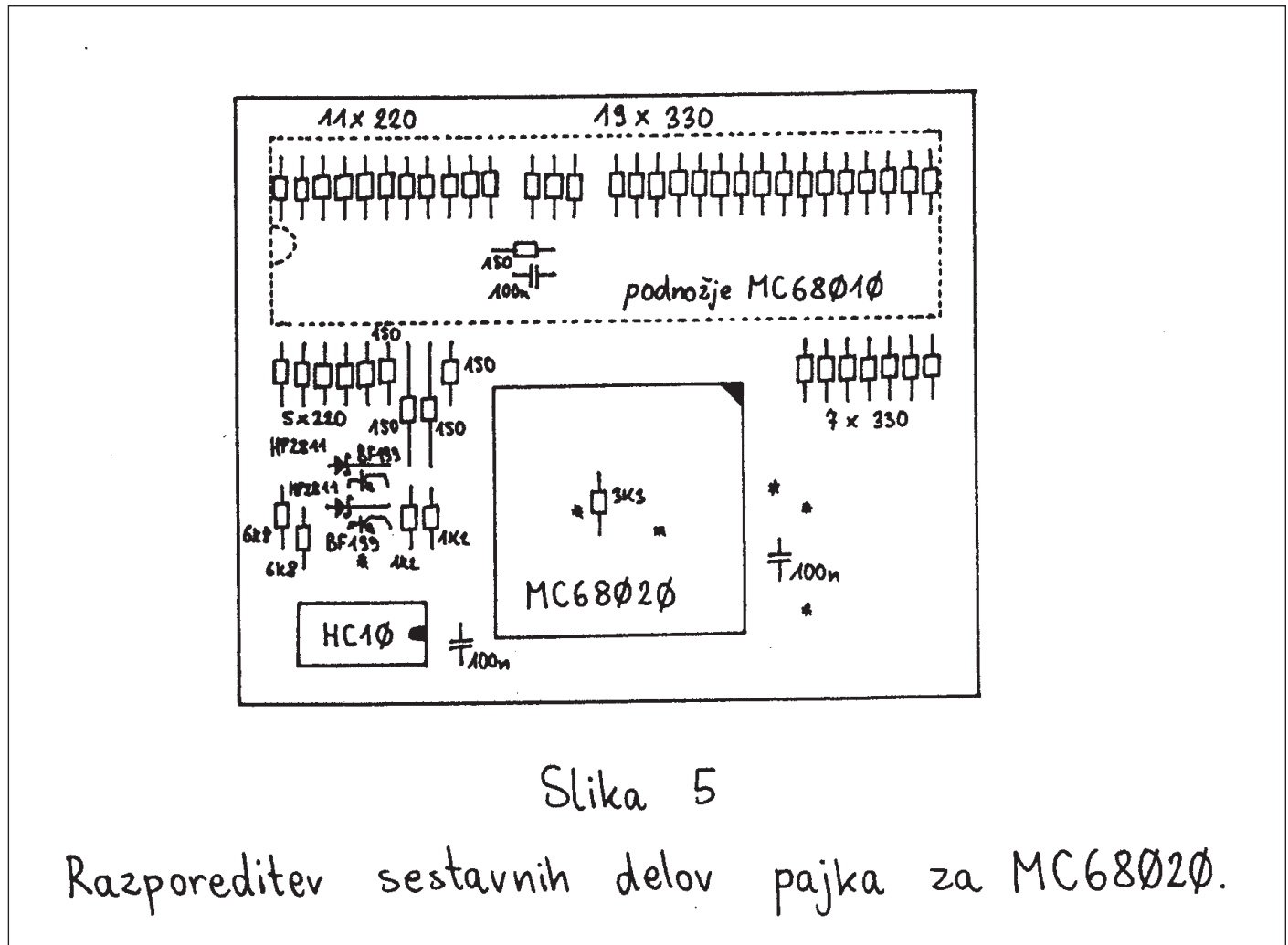
uPD71055. Poskusi so pokazali, da so vsa vezja uPD71055 dovolj hitra, da lahko na teh ploščicah enostavno prevažemo VPA signal na DTACK. V popravljeni CPU plošči (glej CQ ZRS 3/95) je nožica 12 vezja 74HC05 že

prevezana na DTACK.

Tudi delovanje signalov HALT in RESET je nekoliko spremenjeno pri MC68020. MC68000/08/10 se resetirajo tako, da gresta RESET in HALT hkrati na maso, za resetiranje MC68020 pa zadošča že sam signal RESET. Nožica HALT MC68020 je povezana na +5V preko upora 3.3kohm, nožica HALT na podnožju MC68010 pa ostane nepovezana.

Pajek za MC68020 je izdelan na dvostranskem tiskanem vezju z izmerami 90mmX75mm. Gornja stran tiskanine je prikazana na sliki 2, spodnja stran tiskanine pa na sliki 3. Ohišje in označevanje nožic vezja MC68020RC je prikazano na sliki 4. Pozor! Pogled na nožice vezja je od spodaj, se pravi, kot nekoč pri elektronikah, in ne od zgoraj, kot smo vajeni pri večini integriranih vezij.

Razporeditev sestavnih delov na tiskanini pajka je prikazana na sliki 5. Na pajku so nameščeni tudi trije 100nF kondenzatorji med +5V napajanjem in maso. Na tiskanini pajka so sicer povezana vsa +5V napajanja (Vcc) in vse mase (GND) na obeh podnožjih MC68020 in MC68010, saj ravno induktivnost napajalnih



vodnikov najbolj omejuje taktno frekvenco mikroprocesorja.

Pajek je predviden za vgradnjo v 64-polno DIL podnožje mikroprocesorja MC68010 (ali MC68000). 64-polno DIL podnožje je dovolj veliko, da tiskarina pajka ne potrebuje dodatne mehanske pritrditve. Na tiskarino pajka moramo seveda pripajkati s spodnje strani vseh 64 nožic, ki se vtaknejo v 64-polno DIL podnožje. Za PGA podnožje opisani pajek ni primeren in bi bilo treba izdelati povsem drugačno tiskanino. 68-polno PGA podnožje je verjetno tudi premajhno, da bi samo nosilo celotnega pajka.

Podobnega pajka bi lahko izdelali tudi za mikroprocesor MC68008 z 8-bitnim vodilom. V tem slučaju bi uporabili le četrtno podatkovnega vodila D24-D31 ter signala DS in A0 takšna, kakršna sta. DTACK gre seveda na DSACK0, DSACK1 pa bi povezali na +5V. DIL izvedba MC68008 v 48-polnem ohišju pa

uporablja nekoliko drugačne signale za DMA (nima signala BGACK, signala BR in BG pa imata drugačen časovni potek).

Poskusi s tremi izdelanimi pajki (prvi poskusni wire-wrap in dva na pravi dvostranski tiskarini) so pokazali, da 16MHz izvedba MC68020 lahko dela tudi s taktom do 20MHz pri uporabi pomnilnika na CPU plošči. Vodilo seveda znatno počasni delovanje mikroprocesorja. Gornja meja za zanesljivo delovanje DSP računalnika z dolgim vodilom (8 vtičnic) znaša okoli 12MHz oziroma skoraj isto kot s starim MC68010. Pri istem taktu pa je izvajanje istih programov skoraj dvakrat hitreje na novjšem MC68020 z vključenim predpomnilnikom, kar se še posebno pozna pri pisanju in risanju po zaslonu.

Pri mikroprocesorju MC68020 lahko programsko vključimo ali izključimo notranji predpomnilnik (cache). Po RESETu je predpomnilnik izključen. Vključimo

ga z vpisom v ustrežni register (CACR). Nekateri programi na DSP računalniku v tem slučaju ne krmilijo več pravilno nekaterih vmesnikov, zato si je smiselno pripraviti dva kratka programčka, s katerima lahko po želji vključimo oziroma izključimo predpomnilnik vsaj do tedaj, dokler ne bo vsa programska oprema na DSP računalniku prilagojena hitrejšemu mikroprocesorju.

Motnje na vodilu in s tem omejitve hitrosti so še hujše v SuperVozlju zaradi prisotnosti DMA vmesnika, ki tudi sam upravlja z vodilom. Pajek z MC68020 deluje zanesljivo nekeje do taktne frekvence 10MHz pri takti frekvenci DMA vezja 8MHz. Kljub temu je SuperVozelj znatno hitrejši z novim mikroprocesorjem MC68020. Pri bodočih izvedbah SuperVozlja bi bilo zato smiselno izdelati boljše vodilo oziroma vodilo povsem izločiti.

Predelava DSP računalnika in SuperVozlja na MC68020

Matjaž Vidmar, S53MV

V CQ ZRS 3/96 sem opisal pajek, ki omogoča uporabo 32-bitnega mikroprocesorja MC68020 v večini naprav, ki uporabljajo 16-bitne mikroprocesorje MC68000 ali MC68010. Bolj točno je bil opisani pajek namenjen zamenjavi mikroprocesorja v DSP računalniku in v packet-radio vozlišču SuperVozelj s ciljem povečati zmogljivost teh dveh naprav. Poskusi so pokazali, da razen pajka potrebujeta tako DSP računalnik kot SuperVozelj manjše predelave za hitrejšo delovanje z mikroračunalnikom MC68020, pa tudi sam pajek se da še izboljšati.

Predelave pajka se v glavnem nanašajo na vrednosti dušilnih uporov. Vrednosti v CQ ZRS 3/96 so se izkazale nekoliko previsoke. Ustreznejše vrednosti uporov so prikazane na sliki 1. Dušilni upori na naslovnem vodilu so zdaj 100ohm (namesto 330ohm), dušilni upori na podatkovnem vodilu 68ohm (namesto prejšnjih 220ohm) in dušilni upori na kontrolnih vodih (AS, UDS, LDS, RW in BG) so zdaj 47ohm (namesto 150ohm).

Razen dušilnih uporov se je izkazalo koristno zmanjšati tudi upora, ki vlečeta UDS in LDS na +5V, na komaj 470ohm (prej sta bila 1.2 kohm). Verjetno je celotna predelava pajka lažje razvidna na sliki 2, ki prikazuje razporeditev sestavnih de-

lov. Opisane vrednosti uporov so primerne za dolgo vodilo (8 vtičnic). Na kratkem vodilu (5 vtičnic) lahko brez škode uporabimo za eno stopnjo večje upore, se pravi 150ohm na naslovnem vodilu, 100ohm na podatkovnem vodilu, 68ohm na kontrolnih vodih in dva upora 680ohm iz UDS in LDS na +5V.

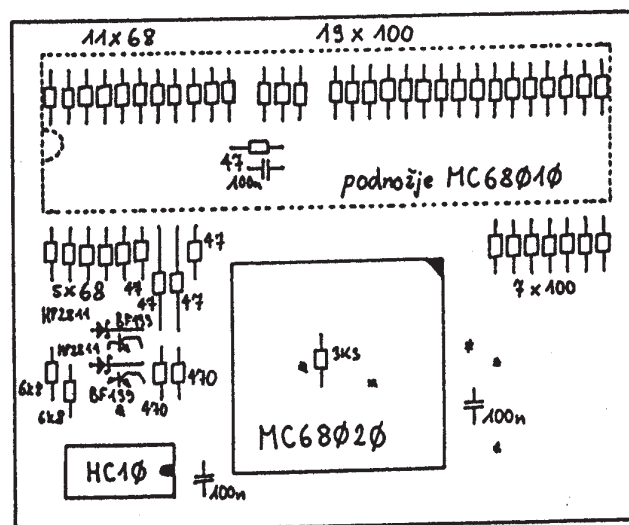
Z opisanimi spremembami so vrednosti dušilnih uporov zelo blizu karakteristični impedanci vodov na vodilu, kar zagotavlja kar se da hitro dušenje "zvonjenja" ob preklopih vodila. Takt mikroračunalnika MC68020 zdaj omejuje le še hitrost pomnilnikov na zunanjih karticah. Pri tem s 120ns pomnilniki dosežemo takt 14MHz, s 100ns pomnilniki takt 15MHz in z 80ns pomnilniki takt 16MHz. Seveda se da takt samega MC68020 naviti še dosti višje z vstavljanjem čakalnih stanj, podobno kot se to počne v komercialnih računalnikih. Podobno kot pri komercialnih računalnikih in njihovih silnih megahercih takšno ravnanje ne prinese kakšnega bistvenega povečanja zmogljivosti naprave.

V DSP računalniku ali SuperVozlju moramo predvsem preveriti vrsto vseh uporabljenih logičnih vezij iz družine 74... Ker v slučaju uporabe MC68020 hitrost v glavnem omejujejo motnje na vodilu, moramo upo-

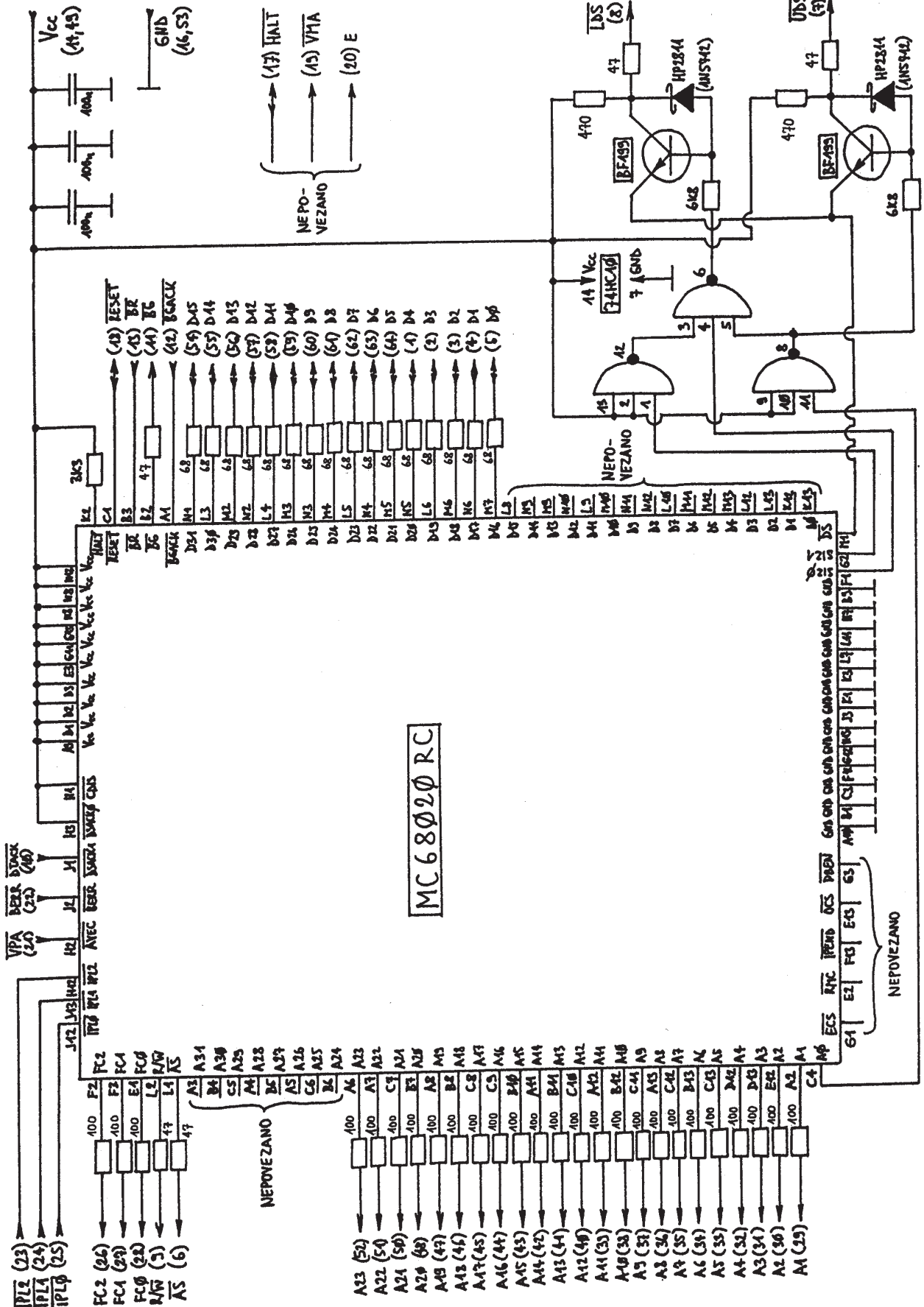
rabljati izključno logična vezja iz družine 74HC... (ali kvečjemu 74AC...). Z vezji 74LS..., 74HCT... ali 74ACT... bojo velike težave predvsem zaradi drugačnih vhodnih logičnih nivojev. Vezja 74HCT... imajo na primer vhodni prag komaj 1.4V namesto 2.5V pri družini 74HC... Kljub podobnosti med družinama 74HC... in 74HCT... (marsikateri trgovec ju sploh ne loči) so vezja 74HCT... veliko bolj občutljiva na motnje na vodilu.

Pri uporabi stare CPU plošče z MC68020 ne smemo pozabiti na prevezavo vzporednega vmesnika uPD71055 iz VPA na DTACK, saj MC68020 nima več vhoda VPA. Pri višjih taktih frekvencah se včasih (delovanje s slikolovom) izkaže potrebno vgraditi kondenzator (okoli 560pF) med CS vhodom uPD71055 in maso. Ta kondenzator je črtkano označen na načrtih in na popravljeni CPU plošči (CQ ZRS 3/95) sta zanj predvideni očesi.

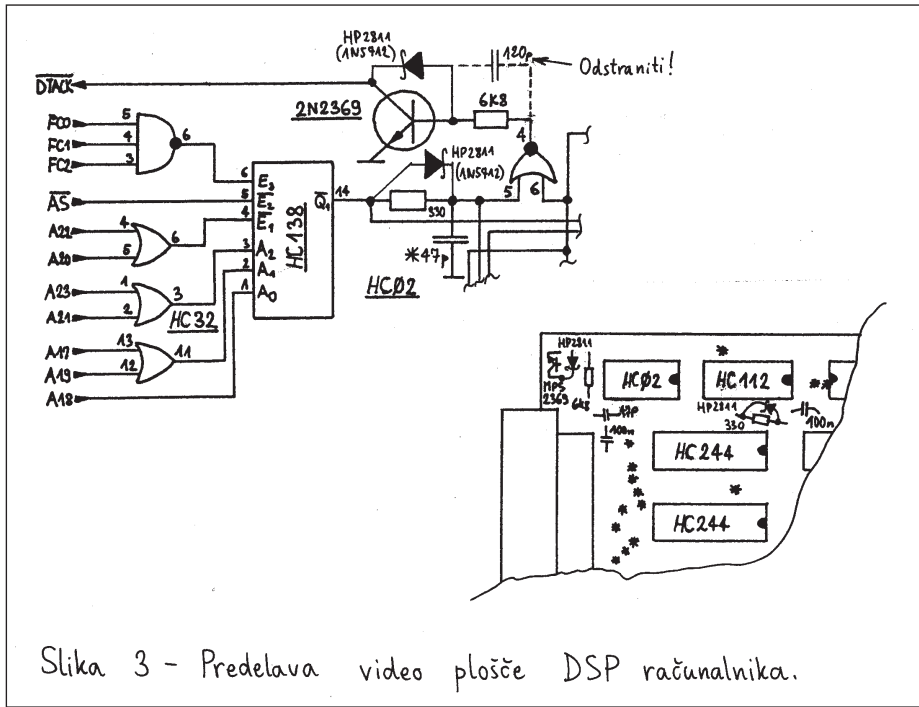
Ker so zakasnitve sorazmerne dolžini vodila, se običajno splača predstaviti pomnilniške plošče v sicer enakovrednem vodilu tako, da se nahajajo čim bližje CPU plošči. Pri tem se pomnilniki različnih proizvajalcev različno obnašajo: nekateri so na položaj plošče v vodilu zelo občutljivi, drugi pa ne.



Slika 2 - Razporeditev sestavnih delov popravljenega pajka.



Slika 1 - Popravljeni pajek za MC68020.



Slika 3 - Predelava video plošče DSP računalnika.

proti kolektorju. Drugo enako schottky diodo vgradimo vzporedno z uporom 330ohm, kondenzator za kasnilnega RC vezja pa zmanjšamo na približno 47pF. Ta kondenzator je sicer pametno vgraditi v dve nožici podnožja za integrirana vezja, da izberemo tisto vrednost, ki pri danem taktu mikroprocesorja najučinkovitejše preprečuje pacanje po zaslonu.

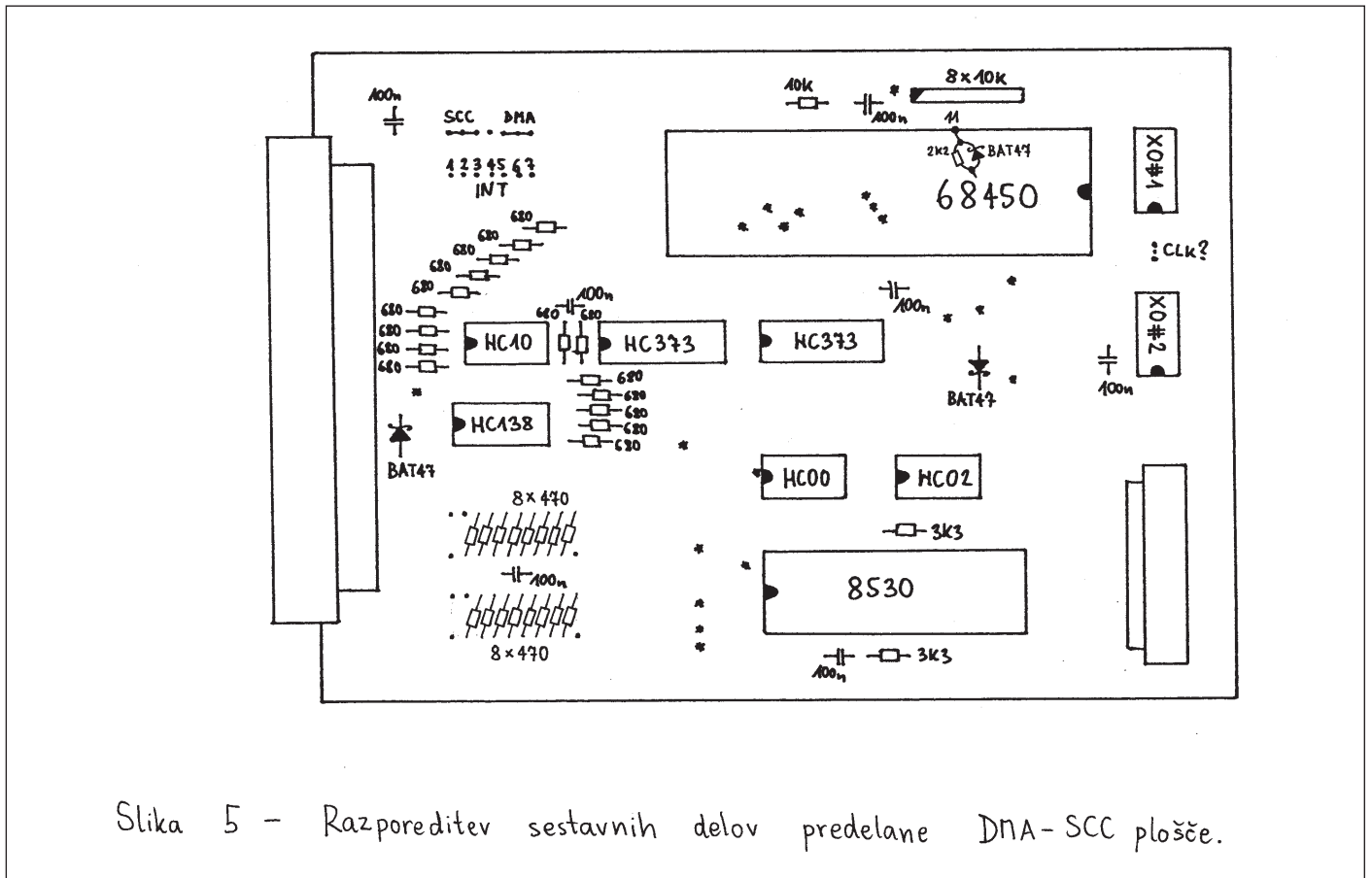
V SuperVozlju je za učinkovito uporabo MC68020 potrebno predelati SCC-DMA kartico, kot je to prikazano na sliki 4. Na SCC-DMA kartici je smiselno izločiti oba krmilnika podatkovnega vodila 74HC245 ter ju nadomestiti s 16 dušilnimi upori po 470ohm. Ker je dostop DMA vezja do vodila razmeroma počasen in traja 4 ali celo 5 taktih ciklov, so vrednosti teh dušilnih uporov razmeroma visoke. Zamenjava 74HC245 z dušilnimi upori bistveno zmanjša motnje na vodilu. Opisani trik z upori sploh ni nekaj novega, saj je dobra stara Mavrica prav tako vsebovala 470-ohmske upore med vodili Z80CPU in ULA.

Drugi ukrep je vezan na razmerje taktih frekvenc mikroprocesorja MC68020 in DMA vezja MC68450. Če dela MC68450 pri znatno nižjem taktu od MC68020, potem pride do motenj na signalu DTACK. MC68020

Z izjemo pomnilnikov vsebujejo vse ostale plošče DSP računalnika lastna vezja za vstavljanje čakalnih stanj, zato jim višji takt mikroprocesorja ne dela preglavic. Predelavo potrebuje le videlo plošča in to zato, ker traja dostop do pomnilnika pri MC68020 le tri taktne cikle namesto štirih ciklov pri MC68000/10. Predelava video plošče je potrebna, če pri višjih taktih dobi-

mo popackano sliko pri skroliranju vsebine video pomnilnika.

Predelava, to je "pohitritev" DTACK vezja na video plošči, je prikazana na sliki 3. Predvsem moramo izločiti kondenzator 120pF, ki premošča upor 6.8kohm na bazi tranzistorja 2N2369 (ali MPS2369). Namesto kondenzatorja vgradimo schottky diodo HP2811 med bazo in kolektor tranzistorja tako, da gleda katoda diode



Slika 5 - Razporeditev sestavnih delov predelane DMA-SCC plošče.

začne uporabljati DTACK še preden ga je MC68450 sprostil. Rešitev je v dodatni schottky diodi BAT47 in upor 2.2kohm, ki ju vežemo zaporedno z nožico 11, to je vhom/izhodom DTACK na vezju MC68450.

Predelave DMA-SCC kartice so verjetno boljše razvidne na sliki 5, ki prikazuje razporeditev sestavnih

delov. Pri tem vtaknemo 16 uporov 470ohm kar v izpraznjena podnožja vezij 74HC245. Več dela je z dodatno schottky diodo in uporom 2.2kohm. Ta dva sestavna dela vgradimo tako, da prerežemo obstoječo povezavo do nožice 11 DMA vezja MC68450 na spodnji strani tiskanine in nato zacininimo diodo in upor.

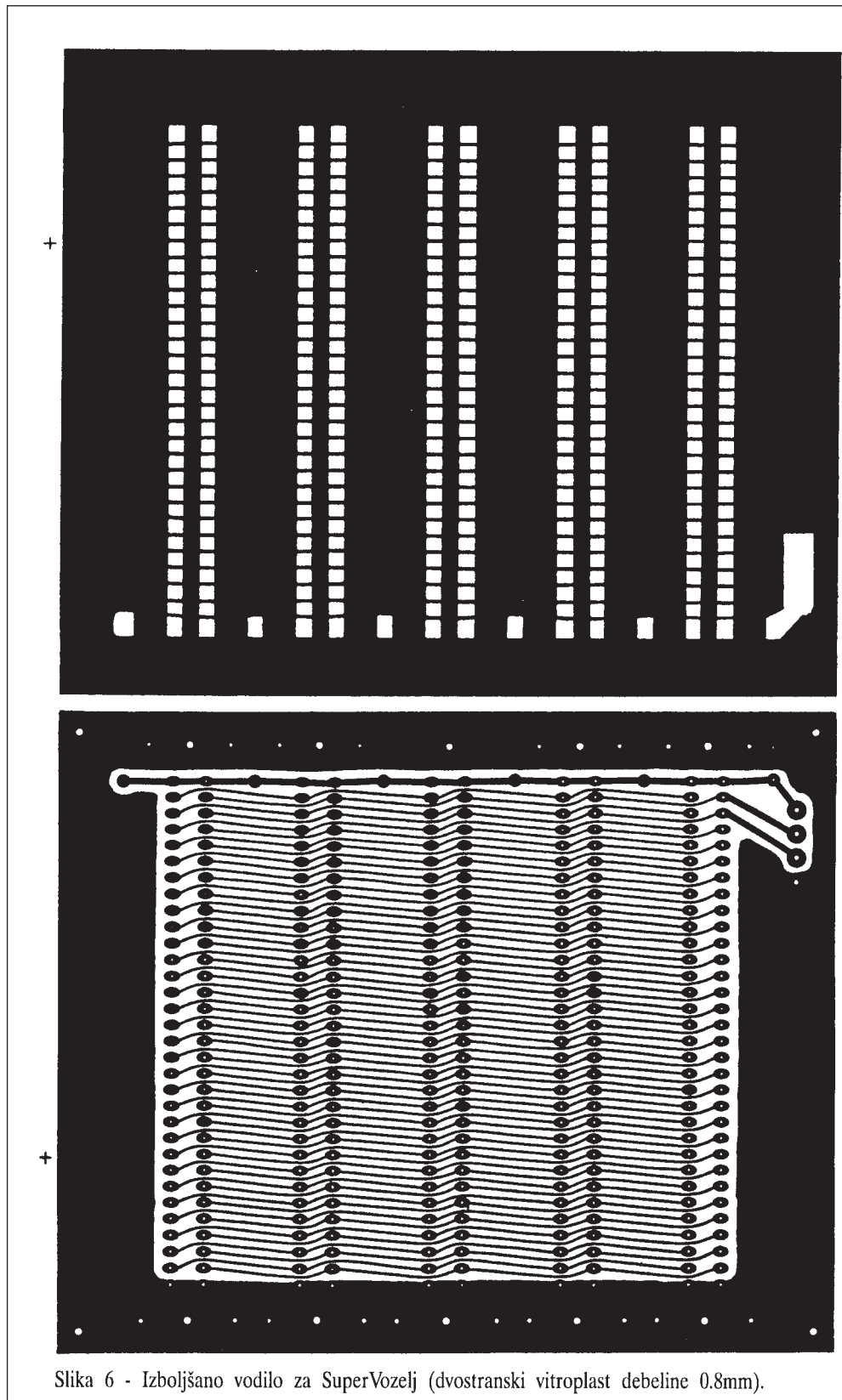
Končno moramo na SCC kartici kot

tudi na DMA-SCC kartici prilagoditi taktne frekvence vseh vezij višji hitrosti delovanja mikroprocesorja. Pri taktu mikroprocesorja nad 14MHz moramo zvišati PCLK takt vseh SCC vezij na 10MHz ali več. Takt DMA vezja mora znašati vsaj 75% takta mikroprocesorja MC68020, sicer pride do izgubljanja okvirjev.

Z opisanimi predelavami in novo izvedbo programa SuperVozelj so počasne 8MHz NMOS izvedbe DMA vezja MC68450 zanesljivo delovale celo do 14.5 MHz, tako da ta zadnja zahteva ne predstavlja več omejitve za takt mikroprocesorja. MC68020 seveda ni od muh in vseh težav še zdaleč ni konec. Zaradi notranjega načina delovanja MC68020 se isti program različno izvaja, ko je napisan na različnih naslovih. Na 16-bitnem vodilu se zelo pozna, če celoten program zamaknemo samo za en položaj (naslov+2). [vedno pa si ne znam razložiti, zakaj se v tem slučaju tudi DMA vezje MC68450 različno obnaša?]

Zadnja, a tudi najmanj učinkovita izboljšava SuperVozlja je prikazana na sliki 6. Izboljšano vodilo je izdelano na tanjšem vitroplastu debeline komaj 0.8 mm, povečana ravnina mase pa naj bi še dodatno zmanjšala presluh na vodilu. Tanjša tiskanina prinaša nižje induktivnosti in nižje karakteristične impedance, kar zahteva nizke vrednosti dušilnih uporov na pajku (100ohm naslovi, 68 ohm podatki in 47ohm kontrolni vodi).

Z vsemi opisanimi izboljšavami sem uspel pognati SuperVozelj s CPU MC68020 s taktom 16MHz, DMA MC68450 s taktom 12MHz ter SCC vezja Z85C30 s taktom 10MHz. Takšen "naviti" SuperVozelj opravi dvakrat več praznih zank kot MC68010 pri taktu 12MHz, na DMA kanalih pa se izgubi 10krat manj okvirjev. Uporaba takšnega "navitega" SVja je zato smiselna povsod tam, kjer sta oba DMA kanala aktivna z megabitnimi hitrostmi, vsaj dokler ne najdemo boljše zamenjave za sedanji SuperVozelj....



Slika 6 - Izboljšano vodilo za SuperVozelj (dvostranski vitroplast debeline 0.8mm).

SV360 procesorski modul za SuperVozelj

M. Kovačević, S57MMK

Več razlogov je privedlo do potrebe po razvoju novega, zmogljivejšega procesorskega modula za SuperVozelj. Po nekaj letih rasti hitrega paketnega omrežja smo v S5 prišli do stanja, ko se je na isti frekvenci, na posameznih področjih gnetlo tudi po več kot 10 PSK postaj. Tako je na Ljubljanskem področju delovalo kar 5 vozlišč na isti frekvenci (LJU, LJUH, S50LEA, GOLO, BRKINI) ter cela vrsta uporabnikov. Problem skritih postaj je tako postal zelo pereč, prenosne hitrosti so občutno padle. Hkrati se je vedno bolj uveljavljal TCPIP način dela, kar je za posledico imelo bistveno povečano aktivnost (QRM:) nekaterih vozlišč (LJU, S50LEA) in uporabnikov. Edina rešitev je bila QSY nekaterih linkov, a kaj ko SuperVozelj ni podpiral več kot 2 hitra (1M2bps) kanala. Obstoječa HW oprema (68020 + DMA) ni prenesla nadaljnje širitve zmogljivosti, a tudi vsak napor v tej smeri bi predstavljal izguba časa glede na precejšnjo zastarelost vgrajenih komponent.

Postavljeni smo bili pred zahteven problem izbora ustreznega procesorja (in perifernih vezij), ki bi uspešno reševal že omenjeno problematiko. Zelo mikavni so bili sodobni RISC procesorji (StrongARM, MPC860...). Izbira kakšnega izmed teh bi pomenila praktično začetek iz ničle (brez izkušenj, nov ukazni nabor, nova razvojna orodja, sodobna ohišja problematična za domačo gradnjo... pomanjkanje časa in ljudi, ki so pripravljeni sodelovati...).

Odločili smo se za že rahlo zastarel MC68360 procesor. MC68360 je kompleksno vezje, ki je predvsem komunikacijsko usmerjeno. Razen procesne enote (CPU32), ponuja še štiri hitre HDLC kanale (do 2Mbps) ter celo vrsto drugih funkcionalnih enot, primernih za gradnjo paketnega komunikacijskega vozlišča. Skromne procesorske zmogljivosti kompenzira ustrezna arhitektura perifernih enot ter DMA vezij. Gradnja procesorskega modula z uporabo MC68360 je izredno enostavna. Procesor je združljiv z 32bitnimi procesorji podjetja Motorola (npr. MC68020) na nivoju ukaznega nabora. Tako je prenos obstoječe programske opreme SuperVozlja na nov procesorski modul tudi relativno enostaven.

Kratek opis vezja MC68360

MC68360 QUICC (Quad Integrated Communication Controller) je integriran procesor (CPU32+), periferne komunikacijske enote (CPM) ter sistemske podporne enote (SIM60) v enem vezju.

Veze je predvsem primerno za komunikacijske aplikacije. Proizvajalec (Motorola) izdeluje vezje v 240 pinskem PGA ali QFP ohišju z osnovnim taktom 25MHz ali 33MHz.

Procesorska enota vezja QUICC doseže 4.5 MIPS pri 25MHz taktu. Enota podpira 32bitno podatkovno in 32 bitno naslovno vodilo ter dinamično prilagajanje širine podatkovnega vodila (8 bit, 16 bit ali 32 bit).

Naslovni prostor je linearen. Procesorska enota je združljiva z drugimi procesorji familije 68K z CPU32 arhitekturo na nivoju strojne kode. Veze podpira 7

zunanjih prekinitvenih linij, 12 I/O pinov z možnostjo generiranja prekinitvev, 16 internih prekinitvenih virov z nastavljivo prioriteto. Veze vsebuje HW razhroščevalno vezje (BDM), ki omogoča vpogled ali vpis v memorijo, vpogled ali nastavitev registrov procesorja ter nastavitev pasti v program z uporabo enostavnega vmesnika za paralelni port PC računalnika ter ustreznega razhroščevalnega programa.

Komunikacijski procesorski modul (CPM) sestavljajo naslednje funkcionalne enote: RISC procesor, 2.5KB RAM z dvojnimi vrati (dual port RAM), 14 DMA kanalov (SDMA), 3 paralelna I/O registra, 4 SCC večprotokolna serijska sinhrona kanala, 2 UART kanala, 1 SPI serijski kanal, 4 generatorja bitnega takta (BRG).

RISC procesor je centralni procesor komunikacijskega modula (CPM) na ločenem 32 bitnem vodilu. Ta procesor realizira izbran protokol na posameznem serijskem komunikacijskem kanalu ter ima pod kontrolo DMA kanale (SDMA), ki prenašajo podatke med SCC kanali in memorijo. Tako RISC procesor prevzame nase komunikacijske naloge na najnižjem nivoju ter razbremeni glavni procesor. RISC procesor komunicira z glavnim procesorjem na več načinov. Prvič, večina parametrov se izmenjuje preko RAMa z dvojnimi vrati. Drugič, RISC procesor izvaja ukaze glavnega procesorja. Tretjič, RISC procesor lahko generira prekinitve glavnemu procesorju. Četrto, RISC procesor nastavlja statusne registre, ki so dosegljivi s strani glavnega procesorja. RISC procesor nam omogoča še uporabo 16 dodatnih časovnikov, ki so uporabni pri realizaciji posameznih protokolov.

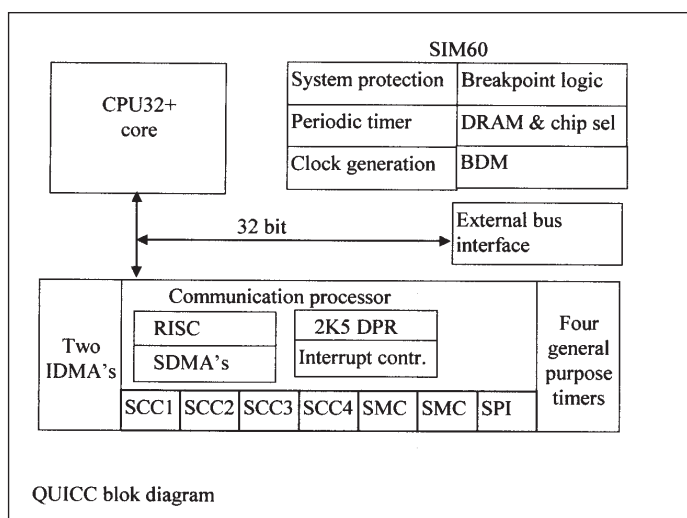
RAM z dvojnimi vrati (DPM) velikosti 2560 zlogov je dosegljiv s strani RISC procesorja, glavnega procesorja ali zunanjega gospodarja systemskega vodila. DPM se uporablja za nastavitev parametrov vezanih na posamezni komunikacijski kanal, nastavitev buffer deskriptorjev (BD) ki določajo kam se shranjujejo sprejeti podatki in kje se nahajajo podatki za oddajo. DPM se lahko uporablja tudi kot navadni RAM za uporabniški program ali za shranjevanje sprejetih podatkov. Nadaljnja uporaba je za hranjenje RAM mikrokode RISC procesorja. To omogoča implementacijo dodatnih protokolov.

SDMA kanali so namenjeni izključno prenosu podatkov med RAMom in serijskimi komunikacijskimi kanali. Za vsak kanal imamo na razpolago po 2 SDMA kanala, kar nam omogoča duplex delovanje. Če so podatki za sprejem ali oddajo v sistemskem spominu, potem posamezni SDMA zahteva systemsko vodilo od arbitražne enote QUICC. Če se pa podatki nahajajo v DPM potem so DMA cikli nevidni.

Večprotokolni serijski komunikacijski kanali (SCC) podpirajo naslednje protokole: HDLC/SDLC, HDLC bus, BISYNC, UART, AppleTalk in transparentni protokol (TTP). Dodatno, v izpeljanki vezja MC68EN360 je podprt tudi 10Mbps Ethernet/IEEE 802.3 na kanalu SCC1. Možna je implementacija dodatnih protokolov. SCC kanali omogočajo 2Mbps HDLC duplex istočasno na vseh kanalih. Veze vsebuje DPLL enoto za izločanje bitnega takta z NRZ, NRZI, FM0, FM1, Manchester kodiranjem. Bitni takt lahko generiramo na osnovi zunanjega pina, DPLL vezja ali generatorja bitnega takta (BRG). Veze

vsebuje 32 zlogovni FIFO vmesnik za SCC1 ter 16 zlogovni FIFO vmesnik za ostale kanale.

Sistemiški integracijski modul (SIM60) vsebuje celo vrsto funkcij ki poenostavijo gradnjo procesorskega



modula z QUICC vezjem za komunikacijske aplikacije. Med te funkcije sodijo: kontrola porabe vezja (low power, slow go), sinteza glavnega urnega takta vezja, razhroščevalno vezje (BDM), logika za izbiro perifernih enot (chip select... z možnostjo nastavitve začetnega naslova, velikosti, števila čakalnih stanj ter pravice do pisalnih ciklov), vezja za dinamične RAME, vezja za arbitražo sistemskega vodila, programski kužapazi, kužapazi ciklov na sistemskem vodilu itd. Vse te funkcije so programsko nastavljive po resetu ali vklopu napajanja.

Zasnova CPU modula

CPU modul je zasnovan na ploščici Evropskega formata in vsebuje procesorsko vezje MC68360, 64KB EPROM, 512KB ali 2MB statični RAM, uro realnega časa ter vmesnik za enostavno 16 bitno vodilo SuperVozlja. Ploščica je izdelana v štiri slojni tehniki. Predvidena je uporaba SMD komponent, razen za EPROM (DIL podnožje).

Procesorsko enoto poganja 4.9152MHz kvarc. Interno DPLL vezje poskrbi za generiranje nazivnega procesorskega takta (24.576MHz ali 33.024MHz). Izbrana frekvenca kvarca omogoča uporabo glavnega procesorskega takta za generiranje bitnega takta (BRG) za serijske vmesnike na vseh standardnih prenosnih hitrostih. Vezje MC68360 se resetira na osnovi /RESET signala SV vodila. Število čakalnih stanj za posamezno spominsko enoto ali enoto na SV vodilu je določeno interno (programska nastavitve). Tako ni potrebna uporaba signalov /DSACK0 ali /DSACK1, ki sta predvidena za asinhrono zaključitev procesorskih ciklov.

Na tiskanini je predvideno 28 pinsko DIL podnožje za EPROM. EPROM je priključen na procesor kot 8 bitni zunanji spomin. Kot izborni signal (chip select) EPROMa je uporabljen /CS0 izhod vezja MC68360. V podnožje lahko vstavimo EPROMe tipa 27C256 ali 27C512 z maksimalnim časom dostopa 200 nsec.

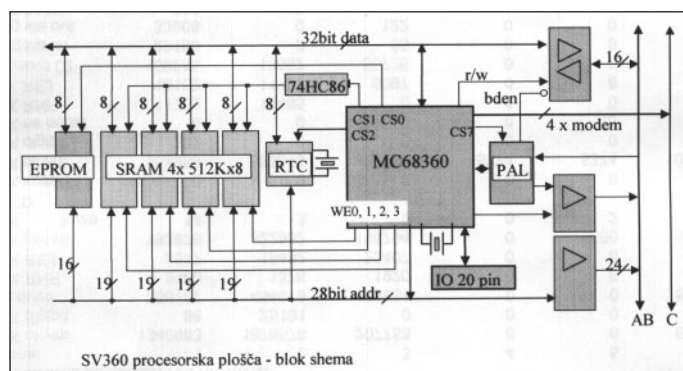
Statični RAM kapacitete 512KB ali 2MB je priključen na procesor 32 bitno. Predvidena je uporaba štirih SRAM vezij 128Kx8 (32 pin) ali 512Kx8 (36 pin) v SOJ ohišju (400 mil SOJ center power), ki je znano tudi kot

“revolucionarno” ohišje. V tem ohišju so pakirani hitri SRAMI (čas dostopa 35 nsec ali manj). Ker je SOJ ohišje “simetrično”, lahko v isto podnožje vstavimo SRAME različne kapacitete in števila nopic. Kot izborni signal (chip select) SRAMov je uporabljen /CS1 izhod vezja MC68360. Procesor MC68360 omogoča dostop do zunanjega spomina minimalno v dveh periodah procesorskega takta (80 nsec pri 25Mhz procesorju, 66nsec pri 33Mhz procesorju). Izbrani SRAMI omogočajo uporabo takšnega načina dostopa. Izbrana zloga pri pisalnih ciklih poteka na osnovi dvofunkcijskih signalov A31/WE0, A30/WE1, A29/WE2, A28/WE3 procesorja. Funkcijo teh signalov določimo programsko pri inicializaciji procesorja. Statični RAM je napajano baterijsko (+CMOS napajalna linija SV vodila). Tako je zagotovljeno hranjenje pomembnih nastavitvev SV tudi ko izpade glavno napajanje (+5V). Za nizko porabo SRAMov pri izklopljenem glavnem napajanju skrbi vezje z dvimi XOR vrati (74HC86) ki zagotavlja +CMOS nivo na /CE pinih. V vezje lahko vstavimo kaksnega izmed naslednjih SRAMov (primeri samo za 512Kx8) : Samsung KM684002AJ-20, NEC uPD434008ALE20, Alliance AS7C4096-25JC, Cypress CY7C1049-20VC...

Za uro realnega časa sem izbral vezje DP8573A (National Semiconductors). Vezje je priključen na procesor 8 bitno. Kot izborni signal (chip select) ure realnega časa je uporabljen CS2 izhod vezja MC68360. /RD in /WR signala za čitanje vsebine oz. vpis v registre ure realnega časa sta generirana na osnovi /CS7, /OE in /DS signalov procesorja v programabilnem vezju GAL22V10. Vezje ure realnega časa zasede 32 zlogov naslovnega prostora procesorja. Vezje je baterijsko napajano, poganja ga pa kvarc 32.768 kHz. Vezje lahko generira prekinitvev (periodično, alarm ali izguba napajanja) na IRQ6 prekinitvenem vhodu procesorja. Vezje vsebuje trenutni čas od stotink sekunde do leta (tudi prestopnega leta) v BCD formatu.

Vmesnik za 16 bitno SV vodilo omogoča dostop do spominskih ali perifernih naprav na SV vodilu 8 bitno ali 16 bitno. Vsi signali SV vodila so priključeni na CPU modul preko ločilnih vmesnikov in speljani na A in B vrstici 96 pinskega konektorja vodila. Vmesnik za SV vodilo ne omogoča obstoja dodatnih gospodarjev SV vodila (npr. DMA kartica). Procesor dostopa spominske lokacije na SV vodilu kadar je aktiven izborni signal /CS7 vezja MC68360. Linije podatkovnega vodila SV (D0 - D15) so

priključene na procesor modula preko dvosmernih vmesnikov 74HC245 ki sta v stanju visoke impedance kadar je neaktiven signal /CS7. Smer vmesnikov 74HC245 določa signal R/W procesorja. Naslovne linije procesorja (A1 - A23) so speljane na SV vodilo preko treh enosmernih vmesnikov 74HC244. Vmesniki so vedno



odprti v smeri proti vodilu. Krmilna logika (GAL22V10) vmesnika SV vodila skrbi za generiranje /LDS in /UDS signalov vodila na osnovi /DS, A0, SIZ0 in SIZ1 signalov procesorja. Tako je omogočen 8 bitni ali 16 bitni dostop do spominskih ali perifernih enot na vodilu. Signali /AS, R/W, FCO-2 so speljani iz procesorja na SV vodilo preko vmesnika 74HC244. Krmilna logika SV vodila generira /RESETH signal kadar je aktiven signal /MR (master reset - reset tipka ali vklop napajanja) na SV vodilu. Istočasno se generira tudi /RESET signal na SV vodilu. /RESET signal SV vodila se generira tudi takrat, kadar se procesor resetira interno (fatalna napaka ali reset ukaz). Celotno logiko krmiljenja vmesnika SV vodila vsebujejo naslednje logične enačbe (Abel):

Podatkovni signali (TxD, RxD), urni signal bitnega takta (RTxC) ter kontrolni signali (RTS, DCD) za SCC kanale 1 -

```
module _sv360 (DEV);
    flag 'r3';
title 'SV360 local logic & bus cntrlr, by Marko Kovacevic, S57MMK'
    sv360 DEVICE 'P22V10';

"Input pins
    CLK0,SIZ0,SIZ1,_DS,A0,_OE,_SRAM,_EPROM,_CSXX,_DSACK,_MR,_AS
pin 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13;
"I/O pins
_UDS,_LDS,_BDEN,_RESET,_DSACK1,_RSTH,_RSTS,_TRD,_TWR,_CSBUS
pin 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23;
"declarations
    DS = !_DS; OE = !_OE; SRAM = !_SRAM; EPROM = !_EPROM; CSXX = !_CSXX;
    DSACK = !_DSACK; MR = !_MR; AS = !_AS; UDS = !_UDS; LDS = !_LDS;
    BDEN = !_BDEN; RESET = !_RESET; DSACK1 = !_DSACK1; RSTH = !_RSTH;
    RSTS = !_RSTS; TRD = !_TRD; TWR = !_TWR; CSBUS = !_CSBUS;
equations
    UDS = !A0 & DS;
    LDS = DS & (A0 # SIZ1 # !SIZ0);
    BDEN = CSBUS & AS & DS;
    RESET = RSTS # RSTH # MR;
    DSACK1 = FALSE;
    RSTH = MR;
    ENABLE RSTH = MR;
    TRD = CSXX & OE & DS;
    TWR = CSXX & !OE & DS;
end _sv360;
```

4 so speljani na C vrstico 96 pinskega trovrstičnega konektorja procesorskega modula za priključitev na SV vodilo in modeme (manchester, scrambler) direktno iz vezja MC68360. Signal bitnega takta je skupni za oddajnik in sprejemnik in je zvezan na dva CLK pina vezja MC68360. CLK pine vezja MC68360 programsko (inicializacija BRGjev) povežemo na izbrani SCC kanal.

Signali paralelnega porta B (18 bitov) so povezani na poseben 20 pinski dvovrstični konektor. Vsak posamezni izhodni signal porta B je programsko nastavljen kot vhodni ali izhodni, pri čemer izhodne signale lahko programsko nastavimo kot aktivne ali open drain izhode. Na ta konektor sta zvezani tudi napajalni liniji +5V in GND. Vhodno izhodni signali paralelnega porta so uporabni za priključitev različnih digitalnih ali analognih senzorjev za ugotavljanje stanja posameznih podsistemov vozlišča.

Prireditev programske opreme Super Vozlja

Za delovanje programske opreme Super Vozlja (npr. SV79d) so potrebne naslednje dopolnitve in spremembe: inicializacija SIM60 modula vezja MC68360, inicializacija SCC kanalov 1 - 4 glede na tabelo parametrov kanalov (parblok), inicializacija ure realnega časa in izdelava podprogramov za nastavitve in čitanje stanja ure

realnega časa, izdelava nove DMA zanke (dmazank).

Program SV79dx zahteva definicijo nekaj osnovnih parametrov, na osnovi katerih se izvršijo nastavitve SIM60 modula ter organizacija delovnega spomina. Te parametri so: sysclk - sistemski takt procesorja, ki mora biti deljiv z 76800, ram - začetni naslov statičnega RAMa, ramdlg - velikost statičnega RAMa (512K ali 2M), QUARTZ - nazivna frekvenca sistema kvarca, risctck - perioda časovnika RISC procesorja. Naslovi ure realnega časa, EPROMa in perifernih naprav na vodilu SV so fiksni. Po resetiranju procesorja se najprej izvrši nastavitve osnovnih parametrov sistema integracijskega modula (SIM60). Ta vključuje nastavitve osnovnega naslova internega spomina z dvojnimi vrati (MBAR), nastavitve registrov DPLL vezja za generiranje sistema takta na osnovi kvarca 4.9152 MHz, brisanje vsebine spomina z dvojnimi vrati (DPR), reset RISC procesorja, izbira funkcij večfunkcijskih pinov vezja MC68360 (PEPAR), nastavitve izbornih signalov za periferna vezja (chip select... GMR, ORx, BRx) ter nastavitve načinov delovanja paralelnih portov. Aktualna verzija programske opreme za procesor MC68360 (SV79dx) nastavi omenjene parametre na naslednji način:

sistemski takt:	24.576.000 Hz ali 33.024.000 Hz (sysclk)
perioda RISC časovnika:	125 usec
paralelni port B:	vsi pini aktivni izhodi
naslov DPR:	\$70000
naslov statičnega RAMa (CS1):	\$200000 velikost: 512K ali 2M (ramdolg), r/w
naslov EPROMa (CS0):	\$0 velikost 64KB, samo čitanje
naslov ure realnega časa (CS2):	\$10000 velikost 64KB, r/w
naslov periferije na SV vodilu (CS7):	\$E0000 velikost 64KB, r/w

Inicializacija internih serijskih sinhronih kanalov SCC1-4 se izvede na osnovi podatkov vpisanih v tabeli parametrov kanalov (parblok). Tabela je razširjena tako, da podpira maksimalno 10 kanalov. Pri tem so kanali 1 - 4 v tabeli parametrov obvezno DMA kanali (prvi parameter ima vrednost 4), kanali 5 - 10 pa kanali na zunanji SCC kartici (Z8530). Tretji parameter (hitrost) kanalov 1 - 4 določa ali bo kanal inicializiran za scrambler (hitrost = 0) ali za manchester modem (hitrost = 2400 - 76800bps). Pri kanalih z hitrostjo enaki 0 se uporabi zunanji signal bitnega takta (RTXC7-10). Pri kanalih z hitrostjo različno od 0 se uporabi interni BRG z DPLL za izločanje bitnega takta.

Inicializacijo DMA kanala začnemo z določitvijo načina delovanja kontrolnih pinov kanala (RTS, DCD, CTS). Signala RTS in DCD sta nastavljena kot I/O pina. Komunikacijski modul vezja MC68360 omogoča tudi avtomatično generiranje RTS signala. Ta način ne izberemo pri inicializaciji ker komunikacijski modul ne pozna možnosti za nastavitve zakasnitve oddaje podatkov po aktiviranju RTS signala, zakasnitve deaktiviranja RTS signala po končani oddaji podatkov ter naključnega izbora trenutka prehoda na oddajo (persistenca, slot). Vse te funkcije na žalost mora opraviti glavni procesor. Signal CTS je nastavljen kot vhodni pin in je vedno aktiven tako da ne vpliva na oddajnik.. Inicializacijo nadaljujemo z nastavitvijo periodičnega časovnika RISC procesorja komunikacijskega modula, ki nam daje osnovo za časovni potek pri oddaji okvirjev (txdelay, txtail, persistence, slottime). Periodo tega časovnika nastavimo na 125 usec.

Po nastavitvi izvora bitnega takta (ter eventualno BRG) za kanal nastavimo še strukturo verige vmesnikov za sprejem in oddajo za vse interne SCC kanale v spominu z dvojnimi vrati. Za vsak kanal dodelimo (dodeli) 16 sprejemnih blokov katerih številke vpisemo v tabelo blokov (blok, glej strukturo spodaj) ter naslove kot kazalec (*data) in jim nastavimo stanje "pripravljen" (rx_status). Ravno tako dodelimo eden blok za oddajo, ki mu nastavimo status na "ni pripravljen" (tx_status). Zadnjemu sprejemnemu bloku (RxBD[16]) v strukturi KANAL_BD ter oddajnemu bloku še nastavimo status "zadnji". Tako bo RISC procesor "vedel" kje je konec verige vmesnikov in bo lahko začel nanovo od prvega. Strukturo, ki opisuje vmesnike za sprejem in oddajo lahko definiramo na naslednji način (C):

```
struct rx_bd {
    unsigned rx_status, // struktura ki opisuje vmesnik za sprejem
    int length, // statusna beseda sprejemnega vmesnika
    far *data // dolžina sprejetega okvirja
    // kazalec na spominski blok za sprejem
    // podatkov
};
struct tx_bd {
    unsigned tx_status, // struktura ki opisuje vmesnik za oddajo
    int length, // statusna beseda oddajnega vmesnika
    far *data // dolžina okvirja za oddajo
    // kazalec na podatke za oddajo
};
struct kanal_bd {
    // struktura ki opisuje podatkovne vmesnike
    // za posamezni kanal
    struct rx_bd [16], // sprejemni podatkovni vmesniki
    struct tx_bd, // podatkovni vmesnik za oddajo
    int prazno[49], // nezaseden prostor
    int index, // indeks v tabeli RxBD
    int blok[16] // številke dodeljenih blokov za podatke
    // sprejetih okvirjev
};
struct kanal_bd Kanal_bd[4]; // vmesniki za 4 kanale na naslovu $70000
// (DPR).. zasede 1KB
```

Po inicializaciji strukture, ki opisuje sprejemne in oddajni vmesnik, nam preostane samo še to da RISC procesorju damo ukaz, naj začne sprejem in oddajo na osnovi podatkov v opisani strukturi. RISC procesor nato začne sprejem podatkov, jih vpisuje v spomin, kamor kaže kazalec *data prvega bloka za sprejem (RxBD[1]). Ko se sprejem okvirja zaključi uspešno ali z napako, nastavi rx_status na "zaključeno" ter eventualno ustrezne bite o vrsti napake in dolžino sprejetega okvirja (length). Nato RISC procesor nadaljuje z sprejemom naslednjega okvirja na osnovi podatkov iz RxBD[2]. Ko RISC procesor tako zaključi zadnji blok (RxBD[16]) nadaljuje z prvim. Če pri tem pridemo do bloka, ki ima stanje "zaključeno", RISC procesor zavrže vse prihajajoče okvirje, dokler se ta blok ne sprosti ("pripravljen"). Dolžnost glavnega procesorja je, da zaključene bloke posreduje naprej glavnemu sprejemniku in jih nadomešča z nanovo dodeljenimi bloki. Kot je razvidno iz zgornje podatkovne strukture, je za vsak SCC kanal predviden samo eden blok za oddajnik. Glavni procesor nastavi status (tx_status) temu bloku na "pripravljen", potem ko je potekel čas zakasnitve oddaje okvirja po vklopa oddajnika. RISC procesor reagira na ta status tako, da takoj začne z oddajo okvirja iz spominskega bloka, na katerega kaže kazalec *data..

Glavni procesor obdeluje sprejete okvirje na osnovi skaniranja stanja tabele rx_bd za posamezni kanal. Pri tem so vse prekinitve serijskega kanala prepovedane. Na poenostavljen način (zaradi preglednosti) lahko opišemo postopek obdelave sprejetih okvirjev na naslednji način (C):

Po prvih poskusih sem ugotovil, da se tabela rx_bd zelo hitro polni z kratkimi okvirji ali okvirji z napako (abort, CRC...). Na posmeznem kanalu dobimo neveljaven okvir

```
for (i = 0, i < 4, i++) { // i je indeks po kanalih 1 - 4
    index = Kanal_bd[i].index; // indeks po tabeli rx_bd
    if ( Kanal_bd[i].rx_bd[index].rx_status != READY ) {
        // rx_bd je zaključen, preverimo status na napako in min dolžino okvirja
        if ( (Kanal_bd[i].rx_bd[index].rx_status != NAPAKA) &&
            (Kanal_bd[i].rx_bd[index].length >= MINDOLG) ) {
            // številko bloka z podatki posredujemo sprejemniku
            sprejemnik[naslednji] = Kanal_bd[i].blok[index];
            // dodeli blok in dopolni tabelo rx_bd
            blok = dodeli();
            Kanal_bd[i].blok[index] = blok;
            Kanal_bd[i].rx_bd[index].data = naslov(blok);
            // spremeni status rx_bd na "pripravljen"
            Kanal_bd[i].rx_bd[index].rx_status = READY;
            // premakni index v tabeli rx_bd za 1... začnem z 0 ko pridem do konca tab.
            index += 1;
            Kanal_bd[i].index = index % 16;
        } else { // napaka ali prekratek okvir
            // spremeni status rx_bd na "pripravljen"
            Kanal_bd[i].rx_bd[index].rx_status = READY;
            // premakni index v tabeli rx_bd za 1... začnem z 0 ko pridem do konca tab.
            index += 1;
            Kanal_bd[i].index = index % 16;
        }
    }
}
```

približno vsakih 40 usec. Iz tega razloga sem moral dvigniti prioriteto dma zanke v primerjavi z glavno zanko programa. Tako je zagotovljeno, da se tabela rx_bd nikoli (ali samo izjemoma) popolnoma ne zapolni.

Glavni procesor skanira vrste blokov za oddajo za posamezni kanal in posreduje bloke za oddajo na tx_bd vmesnik, pri čemer so vse prekinitve serijskega kanala prepovedane. Pri tem mora glavni procesor poskrbeti tudi za časovni potek aktiviranja oddajnika (PTT, txdelay, txtail, persistence, slottime). Časovna osnova za kontrolo časovnega poteka aktiviranja oddajnika je izvedena na osnovi enega izmed časovnikov RISC procesorja in znaša 125 usec Poenostavljeno, potek oddajnega dela dma zanke lahko prikazemo na naslednji način (C):

Pripomočki za razhroščevanje modula in programske

```
for (i = 0, i < 4, i++) { // i je indeks po kanalih 1 - 4
    if ( PTT(i) aktiven && !txdelay(i) ) { // txdelay je 1 medtem ko teče txdelay timer
        if ( (Kanal_bd[i].tx_status != READY) && !tail(i) ) {
            // oddaja okvirja končana... sprosti in startaj tx tail delay
            sprosti (); // sprosti že oddani blok
            txtail_delay(i); // start txtail delay
            tail(i) = 1; // tail je 1 medtem ko teče txtail timer
            break; // nadaljuj z naslednjim kanalom
        } else if ( tail && txtail_delay(i) potekel ) {
            // oddaja okvirja končana... tx tail potekel... vzemi naslednji blok
            tail(i) = 0;
            if ( blok_za_oddajo_pripravljen(i) ) {
                blok = izokvir(i);
                Kanal_bd[i].tx_bd.data = naslov(blok);
                Kanal_bd[i].tx_status = READY; // start tx
            } else ptt_off(i); // ni naslednjega bloka... ugasni PTT
            break; // nadaljuj z naslednjim kanalom
        }
    } else if ( PTT aktiven && txdelay(i) ) { // tx delay potekel.. začni z oddajo
        blok = izokvir(i); // blok iz vrste za oddajo
        Kanal_bd[i].tx_bd.data = naslov(blok); // nastavi kazalec na podatke
        Kanal_bd[i].tx_status = READY; // start tx
        txdelay(i) = 0; break;
    } else if ( dcd(i) break; // DCD aktiven... počakajmo na neaktivnega
    else if ( (blok_za_oddajo_pripravljen(i) && ( slot_delay(i) potekel ) ) ) {
        if ( psevnak > PERSISTENCE ) { // začnimo postopek persistenca/slot/txdelay
            ptt_on(i);
            tx_delay(i); // start tx delay
            txdelay(i) = 1;
            break; // nadaljuj z naslednjim kanalom
        } else { slot_delay(i); // start slot delay
            break;
        }
    }
}
```

opreme

Procesorski modul je opremljen tudi z BDM konektorjem za razhroščevanje (Background Debug Mode). Razhroščevanje je hardwareško podprto na vseh Moto-

rolinih procesorjih z CPU32 arhitekturo. Na BDM konektor priključimo posebni vmesnik za paralelni port PC računalnika. Z uporabo programa BD32, ki teče na PC računalniku lahko zasledujemo stanje registrov procesorja, vpisujemo ali čitamo vsebino spomina na procesorski plošči ali spomina z dvojnimi vrati, nastavljamo kontrolne točke v programu (breakpoint), resetiramo, ustavimo ali zažene procesor. Takšno orodje je zelo primerno za učinkovito ugotavljanje hardwarskih napak na procesorskem modulu ali odpravljanju napak v programski opremi.

Shemo BDM vmesnika za paralelni port PC računalnika in program BD32 z uporabniškim navodilom lahko najdemo na Motorolini domači strani

(<http://www.mot.com/SPS/RISC/netcomm/tools/freeware/360debug.html>).

Že izdelano tiskanino za BDM vmesnik lahko dobimo pri Franciju (S51RM).

Izdelava procesorskega modula

Tiskanina procesorskega modula je izdelana v štiri slojni tehniki. Vse komponente so v ohišjih za SMD montažo. Sestavljanje modula je relativno zahtevno opravilo in zahteva primerne izkušnje in orodje za spajkanje. Posebno težavno je spajkanje procesorskega vezja MC68360 z 240 nogicami v QFP ohišju z rasterjem nogic 0,5mm in statičnih RAMov v 36 pinskem SOJ ohišju z rasterjem nogic 1.27mm. Enostaven, a zelo občutljiv način spajkanja teh vezij lahko opravimo z uporabo plinskega spajkalnika z nastavkom za vroč zrak ali ploščati plamen. Najprej natančno postavimo vezje na

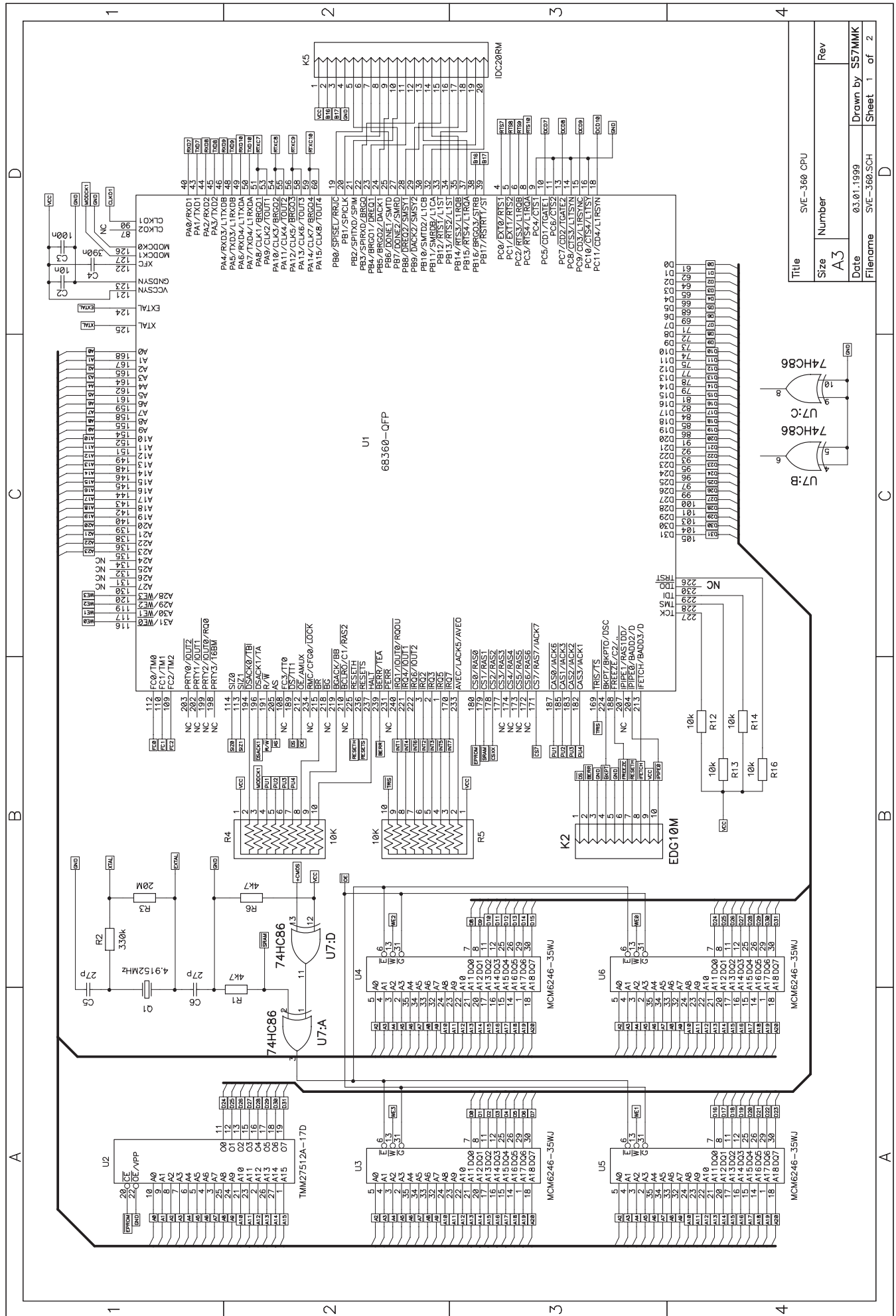
tiskanino, prispajkamo vogalne pine vezja ali obtežimo, nato vse pine premažemo z tenkim slojem spajkalne paste primerne za spajkanje z vročim zrakom. Potem s plamenom plinskega spajkalnika enakomerno segrevamo pine vezja do temperature približno 200°C. Pri tem moramo biti izredno pazljivi, da pinov ali vezja ne pregrejemo ter da ne poškodujemo vezic na tiskanini. Tiskanino za procesorski modul SV360 je načrtoval Franci (S51RM) in Sine (S53RM).

Tako izdelan procesorski modul za Super Vozelj vstavimo v SV vodilo na pozicijo predvideno za (staro) DMA ploščo. Vozlišče lahko deluje samo s procesorsko ploščo in štirimi modemi, pri čemer je potrebno ustrezno prilagoditi tabelo parametrov kanalov v programu SV360dx (parblok). V SV vodilo lahko vstavimo še šest kanalno SCC (Z8530) ploščo. Tako lahko dobimo maksimalno deset kanalno vozlišče. Dodatni RAM moduli na SV vodilu niso potrebni. Starih DMA modulov ni možno vstaviti v vozlišče z procesorsko ploščo SV360. Priključitev analognih vhodov ali slikolova (še) ni programsko podprta v programu verzije SV360dx.

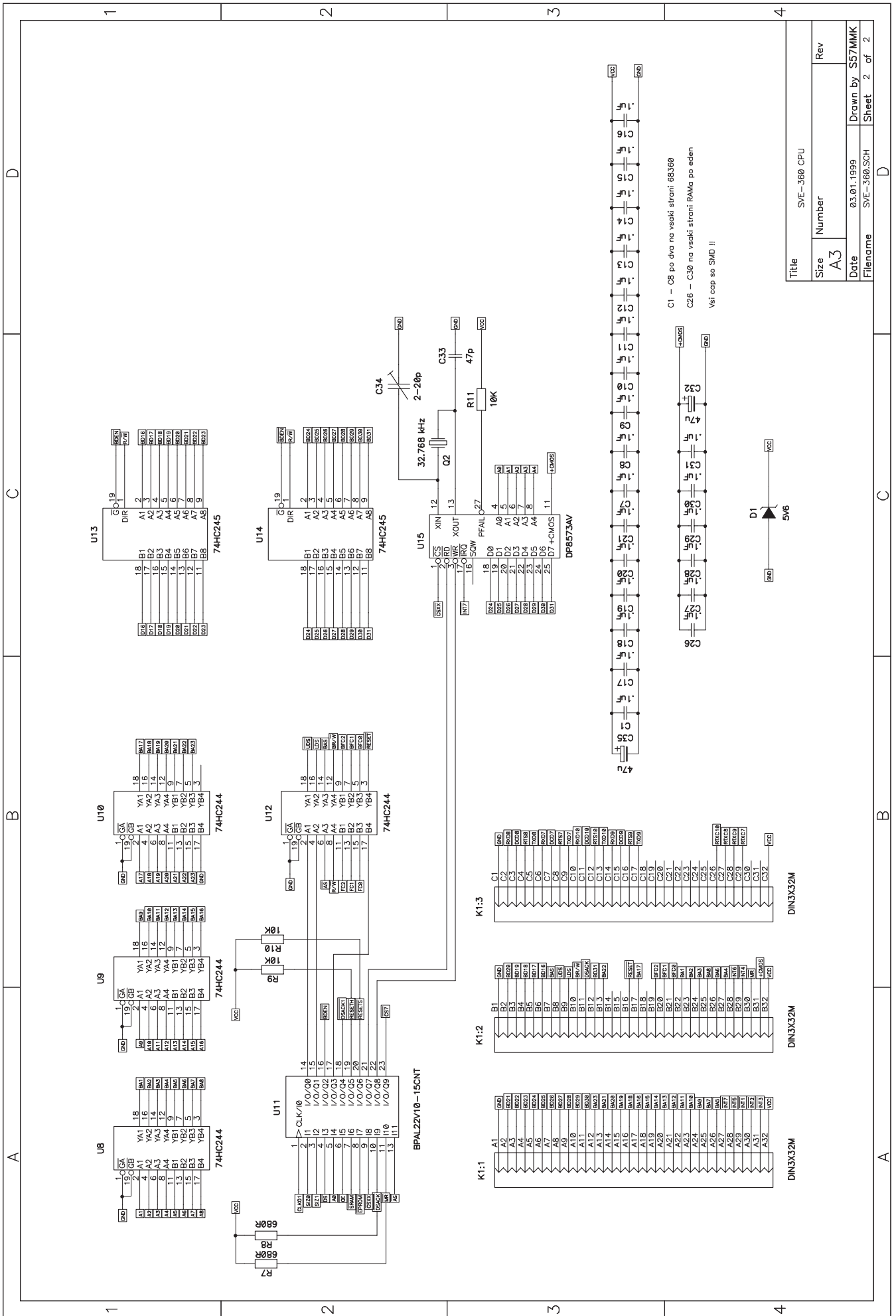
SuperVozelj z vgrajenim procesorskim modulom SV360 omogoča priključitev štirih hitrih PSK postaj s sprejemljivo majhno izgubo okvirjev pri sprejemu zaradi zasedenosti glavnega procesorja (pod 0.1 promila).

Literatura:

1. Motorola: MC68360 Quad Integrated Communication Controller, User's Manual,
2. Matjaž Vidmar: Packet-radio vozlišče SuperVozelj (2), CQ ZRS št. 3/1995,



Title	SVE-360 CPU
Size	Number
A3	
Date	03.01.1999
Filename	SVE-360.SCH
Sheet	1 of 2
Rev	
Drawn by	SS7MMK



Title	SVF-360 CPU		
Size	Number	Rev	
A3			
Date	03.01.1999		
Filename	SVF-360.SCH	Drawn by	S57MMK
		Sheet	2 of 2

C1 - C8 po dva na vsaki strani 68360
 C26 - C30 na vsaki strani RAMa po eden
 Vsi cap so SMD !!

S52D SV79d

(dodatki, spremembe, in razlike glede na S53MV SVV79)

Osnova je S53MV SVV79, S52D je dopisal malo navlake, na tem mestu pa jo je zbral S53RM.

Izvorna koda se preverjeno prevaja na PC s S52D programi (M2M itd). Smiselno se uporabljajo navodila za SVV79. Sicer pa se na BBS dobi tudi SV79D.ASM, popolnoma razumljivi opis programa.

Tu je opis razlik med SVV79 in SV79d.

- razlikujejo se ukazi: %, Y, [, @, *, #B
- slikolova še vedno ni notri. Y ukaz da v SV79d tabelo parametrov.
- zadeva dela tudi z M68020 !
- POZOR: detekcija DMA dela, vendar v kodi še vedno nastavi parametre za število kanalov (nkanal/nkanal1) in ali je dma qrv (dmaqrv).
- klici za sosede se ne pošiljajo hkrati, ampak z razmakom Razmak (odpikor) sedaj 11 sekund.
- meritve odzivov se gladijo, da ni preveč skokov.
- nekaj internih hecov, da bi bila reč hitrejša (zvezqqrq, naslov tabela)
- Vključena je diagnostika na 221000, kjer si lahko ogledamo, kako počasen je SV in zakaj SW izgublja veliko zvez. Za opis delovanja pobrsajte na DSP3MV direktorij na LJUBBS. SV75b.DOC.
- Digi čas servisne zveze je 1 minuta. Vsekakor je 3 sekunde premalo, ker se potem QSO stalno gradi in podira. Za digijanje morajo špilati G tabele - kar pomeni, da pogosto reči ne gredo, ker ni vse OK. Reč je opisana v S53MV opisu SVV79. Seveda SYSOPi lahko G tabelo popacajo ročno, na DSP3MV sem naložil programček za takšno pacanje, celo v 7+ je !
- Poleg ostalega je važna sprememba v A tabeli: SV sedaj testira vse sosede, ali so QRV - zato mora biti sosed vpisan tudi v Z tabeli, oglejte si LJU, ANET, GORICA itd.
- Connected to in Reconnected to so v NET/ROMskem stilu, tako, da z SP 5 dela OK. Zaradi težav z avtomatiko, pošlje SV "Connected to" šele za zadnji QSO v verigi, oziroma, ko ne posreduje dalje ukaza. Primer: kdor kliče S52D na MBR, MBR in KUM posredujeta klic dalje, LJU pa odda "Connected to". Tako lahko BBSi mirno vozljajo.
- Rešen je problem z RNR: ko se SV sprosti, pošlje RR in tako obvesti pošiljalca, naj nadaljuje.
- MAXFRAME je limitiran za vsak kanal posebej, kar

pomeni, da SV bremza bolj zasedene kanale. Novi parameter je MINFRAME. RNR sedaj ne zmanjša števila I okvirjev v istem paketu. Vsak REJ ali iztek FRACK časovnika pa zmanjša za 1, trenutni MAXFRAME se giblje med MIN in MAX parametrom.

- Poigral sem se s časom, med tem ko RX potrди sprejem in TX pošlje nove okvirje. Sedaj je ta čas približno $TXDELAY*(1+PTT/10)$ ali nekaj takega
 - Statistika DCD/PTT sedaj ne šteje DCD kadar je PTT vključen. Tako se ve, kaj je RX, kaj pa TX. Pri KISS to laže, ampak tam ni tako pomembno.
 - Če se vrstica v Avtomat začne s klicajem, SV forsira samo novi ukaz, na primer: !S55FBB 3 S55FBB-0 povzroči, da vedno kliče S55FBB-0 in ne pošilja dalje še C S55FBB-3 ukaza.
 - NET/ROM podpora pri pošiljanju NODES beaconov.
Kako deluje NET/ROM podpora:
Vsak NET/ROM NODES okvir z največ enim digijem SV79d preveri in po tabeli pošlje dalje na določene porte. Tako se NET/ROMi, BPQji, KA9Qji in podobni programi med seboj najdejo, ker vedo, kako klicati. Kam gredo okvirji se določi za vsak kanal posebej z bitno masko v bloku parametrov v SV79d.ASM fajlu.
 - VOZELJ in MON UI-ji imajo pravilne bitke na koncu, da je po AX.25 protokolu. Saj SV (še) ne zna DAMA-irati.
 - KISS vmesnik omogoča, da se prek RS-232 pretvornika priključi na SV karkoli, celo PC z BBS programom. To bo prišlo prav pri mestnih vozliščih, pa tudi S59DBC klapa ne bo rabila TNCja za dostop do DXCLUStra.
KISS vmesnik:
Port za KISS mora biti povezan tako, da gre TXDATA iz SCCja na TTL vhod MAX-232, RS-232 izhod pa na PC. Z druge strani pa je RS-232 žica s PCja vezana na RS-232 vhod MAX-232 in nato na RXDATA SCCja. RTS in DCD taci SCCja nista uporabljani, spodobi se dati DCD na 0 ali 1, da ne bo bezlanja. KISS sem preveril s TFPCX, G8BPQ in BAYBOX programi, torej se SV lahko priključi na katerikoli program, ki želi KISS TNC.
Dodan je tudi CRC KISS s Flexnet CRC protokolom za BAYBOX.
- Uporabniški ukazi:**
- Vsi ukazi se gledajo samo do prvega CR v okvirju, ostalo se ignorira.
 - * prav tako kot Quit, ker DXCLUS itd pošiljajo *** napaka, naj se ta QSO ruši.
 - % ukaz izpiše statistiko za vsak kanal posebej

*** Statistika po kanalih : 24197 minut.

Kanal	1	2	3	4	5	6 itd
RX okvirji	1340983	1678578	207753	0	0	60951
RX digipit.	98	25101	0	0	0	222
Sprejeti	350757	454078	179954	0	0	59035
RX RNR	5100	1376	1920	0	0	8
RX REJ	8517	18482	23407	0	0	2134
TX paketi	392876	322552	186794	0	5360	59564
TX kuza DCD	14	3	0	0	2	23
TX kuza T1	0	0	0	0	0	0
TX okvirji	568985	533610	327790	5374	5374	102578
TX digipit.	222	0	0	0	0	97
TX ne oddal	0	0	0	0	0	0
TX RNR	11753	13465	0	0	0	0
TX REJ	10162	11737	5097	0	0	244
Ponovil L2	109245	13652	50726	0	0	9182
Dig via in	29166	0	95	0	0	7
Dig via out	33908	0	122	0	0	0
RX 64 kb	366	406	139	0	0	5
TX 64 kb	283	652	227	0	0	129

KUM:S55YKU

*** Statistika po kanalih : 24197 minut

Pove, koliko minut steje.

Kanal	Številke kanalov
RX okvirji	Vsi sprejeti okvirji
RX digipit.	Sprejeti okvirji, ki jih digipitira dalje
Sprejeti	Sprejeti okvirji, ki so za QSO na tem SV (brez digipitiranih)
RX RNR	Sprejeti RNR okvirji
RX REJ	Sprejeti REJ okvirji
TX paketi	Kolikokrat je šel SV na oddajo ? Pri KISS je to števec, kolikokrat se je SV zazdelo, da bi lahko sprejel okvir (dobil je prvi FEND)
TX kuza DCD	Kolikokrat je šel SV na oddajo, čeprav je bil DCD aktiven ?
TX kuza T1	Kolikokrat je SV prenehal predolgo oddajo ? Pri KISS je to števec zavrženih okvirjev (ponavadi nastavitve TXDELAY itd)
TX okvirji	Koliko okvirjev je bilo oddanih ?
TX digipit.	Koliko od tega jih je bilo digipitiranih ?
TX ne oddal	Posredovani v oddajo, vendar ni bilo prostora za oddajo.
TX RNR	Oddani RNR
TX REJ	Oddani REJ
Ponovil L2	Iztekel se je časovnik, in SV je ponovil okvir
Dig via in	Števec okvirjev, ki gredo v omrežje preko programa za dig via
Dig via out	Števec okvirjev, ki gredo iz omrežja preko programa za dig via
RX 64 kb	Koliko blokov po 64kbytov je SV sprejel
TX 64 kb	Koliko blokov po 64kbytov je SV oddal

Y : Izpiše parametre po kanalih. (V S53MV SVV79 je Y ukaz za slikolov)

Y izpis parametrov:

*** Parametri po kanalih :

Kanal	1	2	3	4	5	6 itd
TXglava (1)	13	14	14	10	320	300
TXrep (2)	3	4	4	5	40	40
T1 cas (3)	700	1200	1600	1700	8500	8500
T2 cas (4)	90	120	170	180	1300	1300
Tecnoba (5)	16384	16384	16384	30000	16384	16384
Maxframe (6)	7	7	7	7	7	3
Minframe (7)	2	2	2	3	1	1
IPdolg (8)	400	400	400	0	40	40

KUM:S55YKU

TXglava (1)	TXDELAY v milisekundah
TXrep (2)	TXTAIL v milisekundah
T1 cas (3)	FRACK v milisekundah
T2 cas (4)	RESPTIME v milisekundah
Tecnoba (5)	P-peristance v 65536-inah, slot time je TXDELAY
Maxframe (6)	Trenutni maxframe se spreminja med tema dvema vrednostima. Poveča ga vsak potrjeni I okvir, zmanjša pa vsak sprejeti REJ ali pa iztek T2.
Minframe (7)	Ta parameter pove, do katere dolžine uporablja raje I s poll namesto RR poll.
IPdolg (8)	

Novi sysop ukazi:

%_ briše % seznam

Y <kanal> <parameter> <vrednost>

npr: Y 3 4 220 postavi na portu 3 parameter 4 (T2 čas) na 220 ms. Nekaj malega se kontrolira, ampak vseeno pazljivo s tem ukazom. Spremeni samo vrednosti v RAM, ob restartu SV dela z onimi iz eproma.

@ <kanal>

Pošlji 10 sekund zastavic, da se na osciloskopu vidi, kaj SV oddaja. Ko bo SV imel ukaze z več črkami, se bo ta imenoval FRANCI.

A če je prvi znak v ukazu A !, potem ne posreduje ukaza dalje.

#B #BIN# protokol, ki ga zna večina terminalskih programov. Začneš z: #B <hex_naslov>. Če nisi edini sysop, ki to počne, SV to pove, kajti hkrati lahko naklada program samo eden. Potem poženeš program na PC (recimo SP ukaz SB), ki pošlje:

#BIN# <decimalna dolžina>#karkoli

SV vrne: #OK#<naslov>, kam gre itd...

Potem vse kar pošiljaš vpisuje direktno v RAM !

Na koncu pove CRC in BRIŠE sysop zastavico, kajti nekateri programi radi dodajo še kaj solate.

Če je kaj narobe, pošlji DISC: v binarnem prenosu ni dostopa do ukazov ! CRC je enak, kot ga ima SP program.

[<port><število okvirjev>

ukaz za vohtjanje. Primer: [6 100

Posreduje vsak sprejet ali oddan okvir na portu 6 kot UI okvir za MON6. Primer:

0!S51APRMON6 ctl UI^ pid F0

R00296534 06 S57IBUE2 S55FBB61 22F0

Kjer pomeni:

R sprejet okvir (T pa oddan)
00296534 čas hexa v milisekundah od reseta SV

06 števec oddanih UIjev, samo spodnji byte, ki odšteva do 0. Uporaben, da vidimo, če kaj ne sprejmemo

S57IBU klicni znak postaje, ki ji je namenjen ta okvir

E2 SSID in ostali bitki, hexa
S55FBB61 postaja, ki oddaja - ter SSID z bitki hexa
22F0 hexa PID, če ctrl diši po UI ali I okvirju

Ukaz je primeren za nadzor nad delovanjem, parametri, protokolom itd. Zato vsebina I okvirjev ni pomembna, in se ne oddaja. Sysopi, ki kličejo na 1200 bd, naj raje pozabijo na ta ukaz. Število okvirjev je omejeno od 20 do 1000

Spremembe znotraj kode:

Vsi parametri so zloženi skupaj in so kot konstante v EPROMu, tako da lahko s programom za nastavljanje parametrov popravimo vsakega samo na enem mestu (ta program je seveda DEBUG.EXE). level 1 driverji so malo preloženi, tako da se lažje vključuje nove, na primer KISS.

A4 je sedaj porabljen....sistemske spremenljivke so razkošno razmetane, skratka, kar nekaj sprememb. Imena procedur so malce spremenjena, tako, da se procedura vedno konča s črko, labele znotraj procedure pa s številko. V daljših zankah se kliče deltat, ki podobno kot Winowski emulira multitasking. Deltat kliče: uracas, dmazank, preklop, tako da so zakasnitve pri oddaji ter pri DMA kanalih čim maj odvisne od obremenitve SVja.

Koda sedaj NIMA več prvih \$138 bytov, ki so že v EPROMu. Za EPROMiziranje V 79d jih je potrebno dodati... Prednost: krajše nakladanje, da se celo peči kar .HEX in ne prek .HNV, seveda z zamikom 138. Koda je daljša od 16 kil, zato je NUJEN 32 kb EPROM. EPROMska verzija starta na 31138, seveda... ono v RAMu pa nakladamo na naslov 36000, kjer je ravno še prostor \$3d000 teksta.

POZOR !!! preveri dolžino kode, preden dodaš boot.asm !!!! Boot iz EPROMa mora prepisati VSO kodo.

Za lovljenje trapastih napak (so tudi drugačne ?) je sedaj nekaj malega lovljenja buss-errorjev in podobnega.

Program še vedno paca po svoji kodi, ko računa hitrosti za SCCje, zato NE more teči iz EPROMa.

Če ima kdo težave s konfiguriranjem itd programa, naj mi pošlje konfiguracijo vozlišča, pa bom naredil .HNV file. Konfiguracija pomeni hitrosti, tip, parametri portov.

73 Iztok S52D

S V E - SuperVozelj na evropa karticah

Sine - S53RM & Franci - S51RM

B U S 1.02 VODILO SuperVozlja

Vodilo (BUS) je razdeljeno na tri funkcionalne dele in sicer na CPU vodilo (AC DIN vtičnice), SCC vodilo (ABC DIN vtičnice) in MODEM vodilo (AB DIN vtičnice). Razpored je razviden iz montažne sheme ali tiska na samem vodilu. Konektorje najprej pritrdimo z vijaki ali votlicami nato jih prispajkamo. Paziti moramo, da jih namestimo tako, kot je označeno na montažni shemi.

Sestavni del opisa vodila je tudi tabela razporeda priključkov na AC, ABC in AB DIN konektorjih. Vodilo je izdelano na dvostranskem tiskanem vezju debeline 2mm velikosti 256 x 100mm.

C P U - MC68360 CENTRALNA PROCESNA ENOTA

Avtor CPU enote je Marko Kovačevič S57MMK. Izvedba za SVE vozlišče: S53RM & S51RM.

Kartica je velikosti EVROPA formata, štiri slojno tiskano vezje (160x100mm). Na kartici so poleg CPU čipa MC68360 še štiri čipi SRAM-ov CY7C1049 skupna kapaciteta 2 Mbit. Realni čas je izveden s čipom DP8573AV, v EPROM 27512 pa zapečemo program SuperVozlja.

PAL in preostala vezja omogočajo priklop na BUS SV-ja preko 96 pinskega DIN ABC konektorja (K1). Konektor K2 je namenjen odpravljanju HW napak.

CPU ploščica ne potrebuje nikakršne nastavitve

S C C 1.01 SERIJSKI KOMUNIKACIJSKI KOTROLER

Tri integrirana vezja Z85C30 SCC omogočajo 6 kanalov v SV. Vozlišče pa je načrtovano tako, da ima 10 kanalov.

SESTAVLJANJE IN NASTAVITEV

Vsa velika integrirana vezja so na profesionalnih podnožjih, ostali elementi so prispajkani na kartico. Kristala Q1 in Q2 sta položena, ohišje pa prispajkano na platino. Montažna shema ali tisk na kartici nam pokaže, kako imamo razporejene kanale in kako moramo nastaviti mostiče J1, J2, J3 in J4, s katerimi določimo ali bo to kartica A ali B. Na kartici je moški 90 stopinjski konektor ABC DIN 96 za vodilo. Kartica je izdelana na dvostranskem tiskanem vezju evropa formata.

M A N M 1.01 MANCHESTER MODEM kartica

Na kartici sta dva enaka modema z enim oscilatorjem takta in lahko delata vsak s svojo hitrostjo prenosa podatkov. Na kartico dobimo iz (BUS) vodila napajalno napetost +5V in 12 kanalov iz SCC kartic. Kartica je razdeljena na modem A in modem B, kar nam olajša nastavitve. Modem A lahko nastavimo na kanal K1, K3, K5, K7, K9 in K11, modem B pa na K2, K4, K6, K8, K10 in K12, vendar je na posameznem kanalu na modemske vodilo lahko priključen le en modem. Na modemske vodilo je tako možno priključiti 10 modemov. Obstoječi

program pa podpira največ 6 kanalov.

SESTAVLJANJE IN NASTAVITVE

Vsi elementi so prispajkani razen kondenzatorjev označenih z zvezdico (*) C8, C9, C11, C13, C14 in C16, ki so nataknjeni v pine iz profesionalnih podnožij. Vrednosti kondenzatorjev za različne hitrosti so prikazane v spodnji tabeli.

Hitrost	C11,C16	C9,C14	C8,C13
2400bps	68n	68n	4n7
9600bps	22n	22n	1n5
19200bps	10n	10n	680p
38400bps	4n7	4n7	330p

Kristal X1 je položen, njegovo ohišje pa je prispajkano na tiskanino.

Nastavitev hitrosti prenosa podatkov nastavimo z mostiči J25, J26, J27 in J28 na A strani za A modem, na B pa za B modem, kot je razvidno iz montažne sheme ali sitotiska na kartici. J25 je za 2400bps, J26 za 9600bps, J27 za 19200bps in J28 za 38400bps. Mostiča J33 in J34 se uporabljata takrat kadar je PTT izveden po modulijskem vodniku, drugače sta izključena.

Pri nastavitvi kanalov se ravnamo po montažni shemi ali po tisku na kartici. Konektor za vodilo K1 je 90 stopinjski moški AB DIN 64, K2 in K3 pa sta 90 stopinjska ženska kratka DB9 konektorja za priklop radijskih postaj. Potenciometri P1 z oznako DCD-A je za nastavitve DCD kriterija na modemu A, P2 z oznako MOD-A pa za nastavitve nivoja modulacije na modemu A za oddajnik. Isto velja za P3 z oznako DCD-B in P4 z oznako MOD-B. LD1 in LD3 kažeta DCD kriterij za A in B modem, LD2 in LD4 pa PTT kriterij. Kartica je izdelana na dvostranskem tiskanem vezju evropa formata.

R M A X - RESET, FSK MODEM in RS232 kartica

Na RMAX kartici se nahaja FSK modem, RS232 vmesnik (MAX232) za KISS vhod in RESET vezje za daljinsko resetiranje Vozlja. Kartica dobiva iz (BUS) vodila napajalno napetost +5V negativno napetost -5V, MRESET in 6 kanalov (K1, K2, K3, K4, K5, K6) iz SCC kartice. Na vodilo pa peljemo RESET in MCLK (modem CLOCK). Na kartici sta dva 90 stopinjska kratka DB9 priključka ženski K2 in moški K3 na katere priključimo postajo (K2) in RS 232 dvožilni kabel z opletom (K3). K1 je moški konektor AB DIN 64 za vodilo. Z mostiči J1 do J12 in od J16 do J19 lahko nastavimo kanal vozlja, (od K1 do K6), ki ga želimo uporabljati za FSK modem in daljinski RESET ter kanal (K2 ali K4) za KISS. Istočasno je na enem kanalu lahko priklopljen samo en modem. Za menjanje hitrosti prenosa podatkov na FSK modemu 300/1200Bps pa imamo na voljo mostiče J13, J14 in J15. Mostič J20 uporabimo takrat kadar uporabljamo postajo, ki ima PTT vod izveden po mikrofonskem vodniku (več ali manj vse ročne radijske postaje). Če je PTT izveden z ločenim vodom mostiča ne vstavimo. RESET vezje je možno izklopiti z mostičem J21. Takt frekvenco MCLK nam daje en oscilator za obe vezji in za vodilo. Dioda

LD1 nam služi za nastavitvev in kazanje DCD kriterija, LD2 pa za kazanje PTT kriterija.

SESTAVLJANJE IN NASTAVITVE

Profesionalno podnožje uporabimo le pri integriranem vezju IC5 AM7910 in pri MAX 232. Pine od profesionalnih podnožij pa uporabimo pri kondenzatorjih, ki so označeni z zvezdico (*) C1 in C4 zato, da jih lahko menjamo pri spremembi hitrosti prenosa podatkov. Kristal X1 je položen, ohišje pa je prispajkano na kartico. Za nastavitvev kanala, ki ga želimo uporabiti za FSK modem ter KISS vhod izberemo tako, kot nam kaže slika na montažnem tisku ali sitotisk na RESM kartici. Nastavitvev hitrosti prenosa podatkov pa opravimo z mostičem J15 in sicer tako kot je označeno na že omenjeni sliki ali sitotisku na kartici. Kondenzatorja C1 in C4 pa sta za 300bps 330n za 1200bps pa 150n. S potenciometrom P1 z oznako MOD nastavimo modulacijski nivo za oddajnik. S P2, ki ima oznako DCD, pa nastavimo DCD kriterij. Kartica je izdelana na dvostranskem tiskanem vezju evropa formata.

Pozor! Vezje za daljinski reset deluje samo takrat, ko je na modemu nastavljena hitrost 1200 bps. Daljinski reset lahko sprožimo s TCM modemom vključenim v COM1 ali COM2, ko poženemo S52D program R.EXE (COM1) ali R1.EXE (COM2) na PC računalniku. Daljinski reset nam pride prav predvsem, ko nalagamo na daljavo v SV nov program in se nam zaradi kakšne napake SV obes. Po resetu se SV starta iz eproma.

PS5V 1.01 NAPAJALNIK

Z njim napajamo celotni SuperVozelj. Priključna napetost na konektorju K2 je +13,8V +-15%. Izhodi na (BUS) vodilo pa so +5V, -5V, +CMOS napetost 3.6V iz vgrajene baterije za vzdrževanje RAM-a in MRESET. Na kartici je tudi RESET vezje z reset tipko S1 ter diodo LD2, ki zasveti, kadar resetiramo SuperVozelj. Dioda LD1 pa je priključena na napajalno napetost +5V in nam pove, da je SuperVozelj pod napetostjo. Iz vodila pa dobimo RESET kriterij iz RESM kartice za proženje MRESET-a. Varovalka F1 je 1A. Na PS5V kartici ni nobenih nastavitvev. Poraba celotnega SuperVozlja pri priključni napetosti 13,8V je med 550 in 600mA.

SESTAVLJANJE PS5V KARTICE

Najprej navijemo tuljave L1, L2 in L3. L1 in L3 sta navite na toroidnem jedru, ki jih izdeluje ISKRA feriti in ima oznako FT19G 16 10 075-07 (L=3.0-3.5 uH na ovoj). Vsaka ima po 5 ovojev Cul žice premera 1mm. L2 pa ima dva navitja: primarno, ki ima 12 ovojev Cul žice premera 0.5mm x 4 in pa sekundarno navitje, ki ima 20 ovojev Cul žice premera 0.5mm. Navita sta na feritnem lončku z zračno režo 0.5mm ISKRA feriti oznake FL 26 x 16 s tuljavnikom L26-02-01 in podnožjem A26-08 s spenjalno vzmetjo. Tuljavo L2 postavimo na kartico zadnjo, pri-

čnemo pa s postavljanjem najnižjih elementov. Tranzistor T1 ima hladilnik velikosti 30x15x15 v obliki črke U. Napajalnik nima nobenih nastavitvev vendar je potrebna pazljiva izbira elementov posebej zenner diode D5 zaradi odstopanja od nazivne napetosti (4V7) saj je od te odvisna napajalna napetost +5V. PS5V kartica je izdelana na dvostranskem tiskanem vezju evropa formata.

PSMM - Programabilni SKREMBLER in MANCHESTER modem

Avtor te izvedbe modemov je Marko Kovačević S57MMK. Za SVE vozlišče pa sva jih priredila S53RM & S51RM. Kartica je velikosti EVROPA formata (160x100mm). Na kartici sta dva PAL-a ISPLSI 1016-80LT z potrebnim dodatnim vezjem, ki omogoča priključitev na SV BUS. Na kartici se nahaja konektor K2, ki je namenjen programiranju PAL-ov. Z mostiči J27, J28, J29, ter J32, J33, J34 nastavljamo komunikacijsko hitrost MANCHESTER modema.

Z mostiči J41, J45, J46 ter J44, J47, J48 pa določimo kateri modem bomo uporabljali glede na program v PAL-ih.

Mostič J30 in J35 sta namenjena določitvi polaritete RTXCCLK signala, kadar delamo z SKREMBLER-jem. Z J31 in J36 pa lahko omogočimo delovanje DCD samo takrat ko je prisoten digitalni signal. Mostiča J37 in J38 pa kratko sklenemo takrat kadar nimamo pilotanega enega od PAL čipov.

Nastavitvev hitrosti MANCHESTER modema:

J29	J28	J27	HITROST
J34	J33	J32	
on	on	on	2400 bps
on	on	off	4800 bps
on	off	on	9600 bps
on	off	off	19200 bps
off	on	on	38400 bps
off	on	off	76800 bps

Nastavitvev modema:

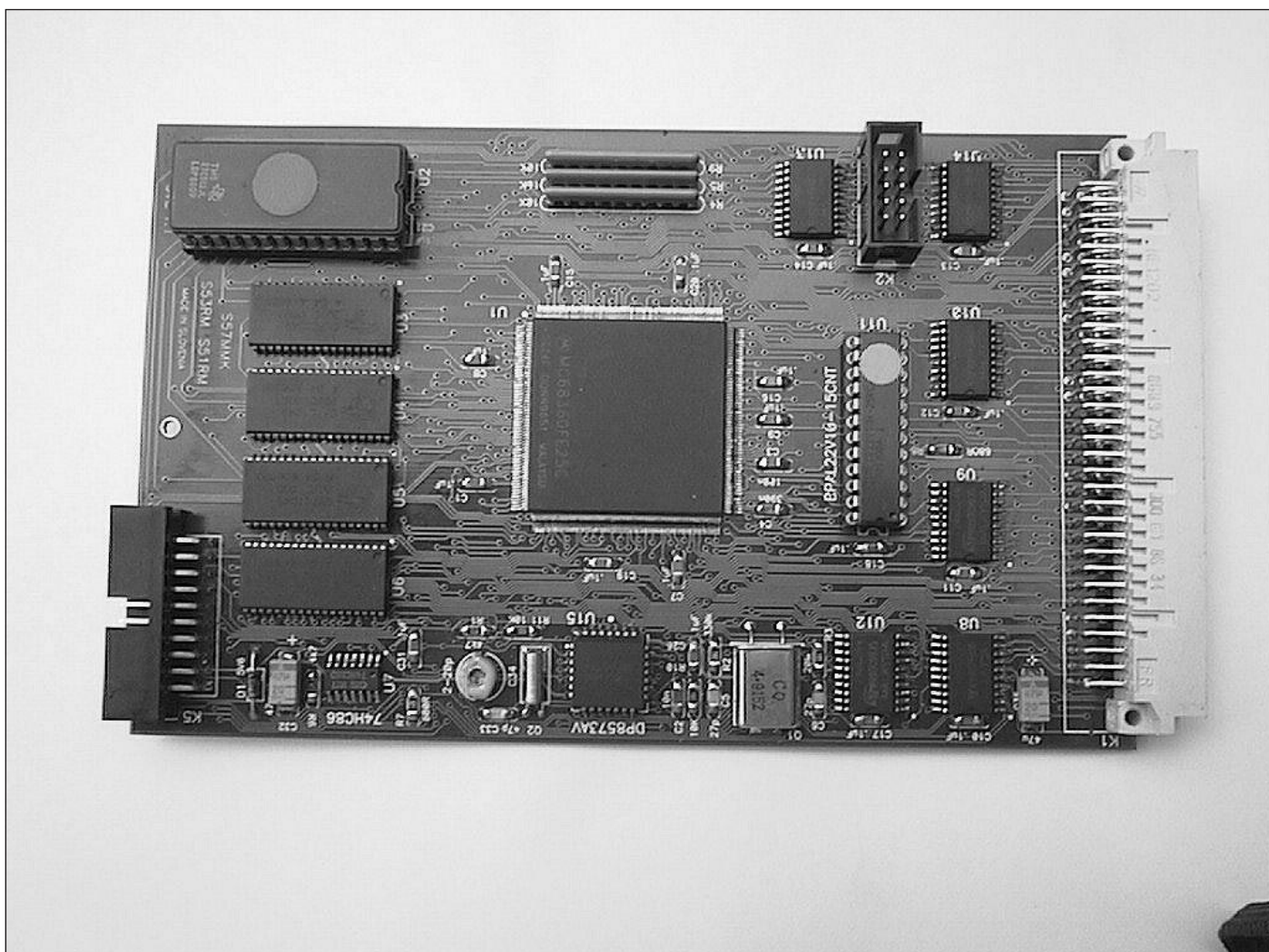
J41	J45	J46	MODEM
J44	J47	J48	
1 - 3	1 - 3	1 - 3	SKREMBLER
2 - 3	2 - 3	2 - 3	MANCHESTER

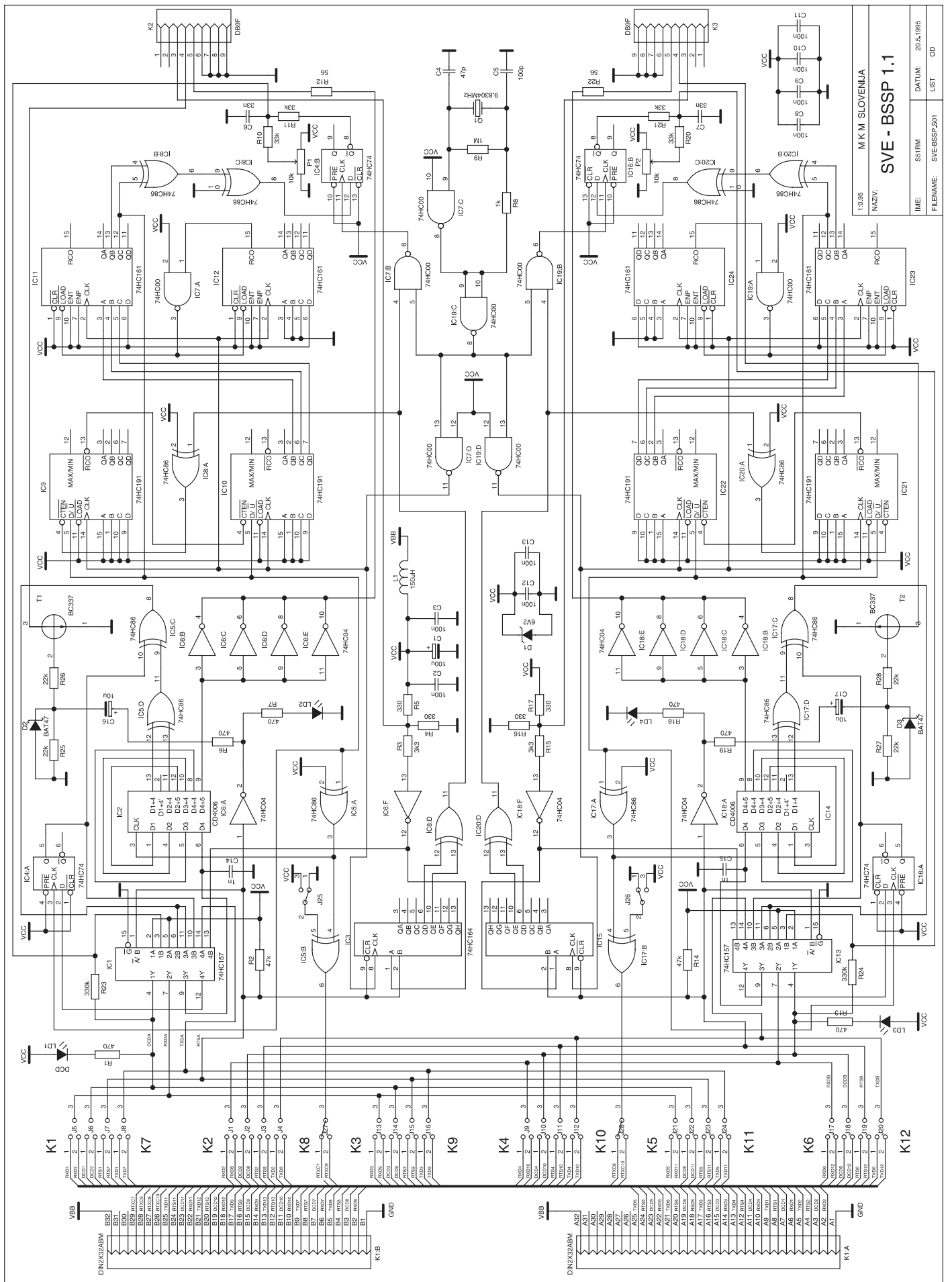
VKLJUČITEV IN ZAGON

Ko smo nastavili na vsaki kartici potrebne mostiče tako, da ustrezajo programskim zahtevam in uporabljeni opremi (radijske postaje), kar je razvidno iz kratkih opisov, lahko natakemo kartice na ustrezna mesta na vodilu (BUS). Natakemo tudi napajalnik, ki smo ga pred tem temeljito preizkusili, saj je to garancija nemotenega delovanja. Preverimo, če je vhodna napetost med 12 in 14V, preden jo priključimo na SuperVozelj. Ko priključimo vhodno napetost nam na napajalniški platini zasveti zelena led dioda "ON" kar pomeni, da je SuperVozelj pod napetostjo. Zasveti tudi rdeča dioda "RESET", ki po eni do dveh sekundah ugasne kar pomeni, da je SuperVozelj resetiran. Po 10 sekundah odda SuperVozelj prvi UI okvir na vseh kanalih. Takrat zasvetijo na vseh modemih rdeče (PTT) led diode. Če se to zgodi pomeni, da SuperVozelj deluje in da nismo naredili večjih napak. Zelene led diode kažejo prisotnost digitalnega signala na frekvenci (DCD) in jih z ustreznimi potenciometri nastavimo za vsako radijsko postajo posebej. To napravimo tako, da odklopimo postaji anteno oziroma jo priključimo na umetno breme in pri **odprtem** skvelču nastavimo potenciometer tako, da dioda povsem

ugasne. Nivo modulacije pri ozkopasovnih (NBFM) postajah za začetek nastavimo na "uho", pozneje seveda, če imamo možnost, nastavimo "hub" na 3-4kHz, ali pa pogledamo demodulirani signal na drugi postaji z osciloskopom. Paziti moramo, da postaje niso premodulirane. Pri širokopasovnih FM postajah (WBFM) pa opisane metode ne moremo uporabiti. Osciloskop je tu nujno potrebno orodje, pa še kak pripomoček, ki jih je opisal Matjaž S53MV avtor vozlišča "SuperVozelj" v člankih o WBFM postajah in v člankih o "SV". Pri nastavitvi nivoja modulacije moramo paziti, da signali niso popačeni, zato jih demodulirane gledamo z osciloskopom in jih ustrezno

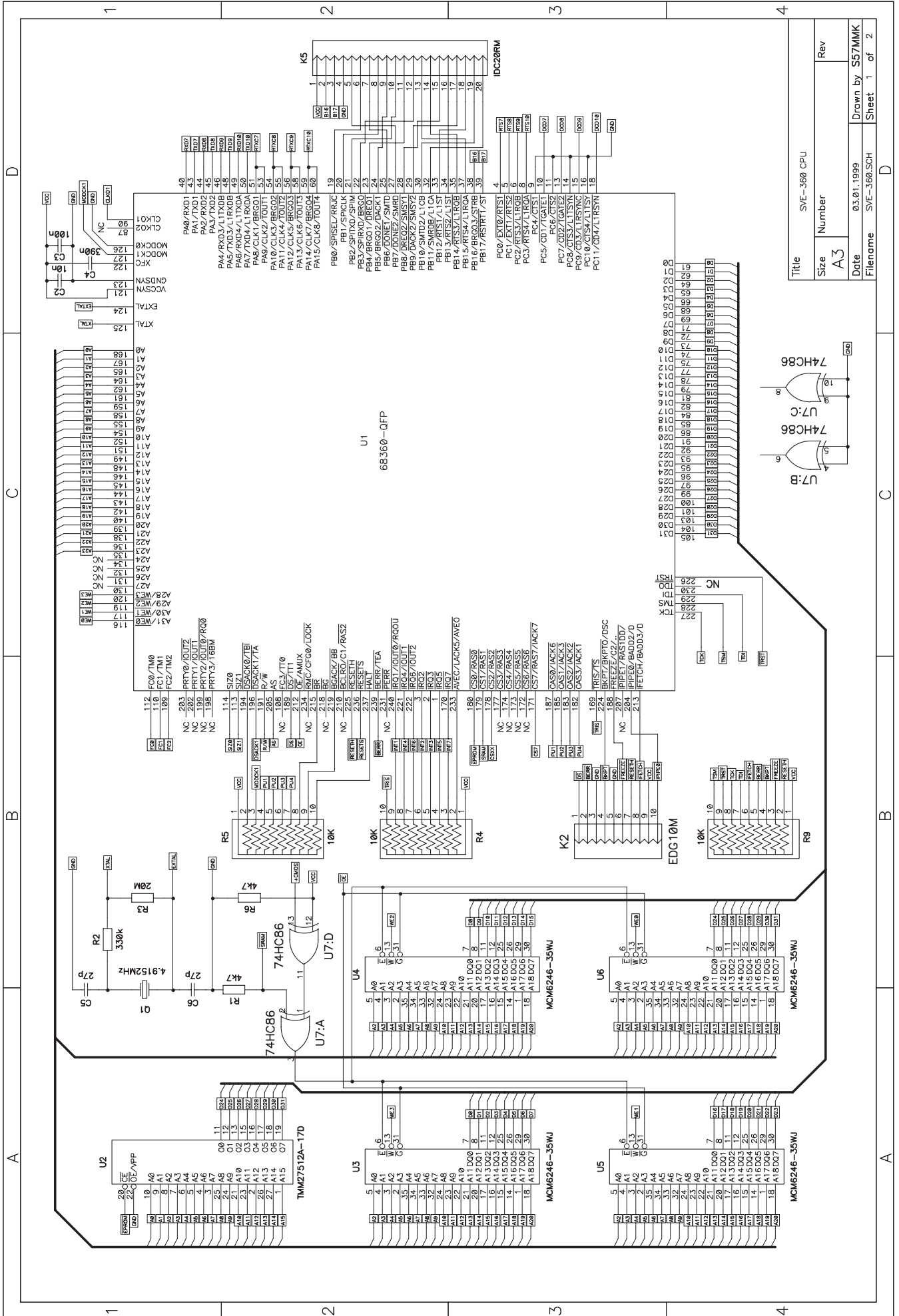
nastavimo. Primeren signal za opazovanje in nastavljanje dobimo tako, da mostič, ki povezuje RTS linijo iz SCC na modem, spojimo na maso (oziroma uporabimo ukaz @). Oddajnik bo oddajal modulirani signal (2 široka in 6 ozkih impulzov), ki ga lahko opazujemo toliko časa, dokler ga "kuža pazi" na modemske kartici ne izklopi. Vse te nastavitve počnemo z oddajniki priključenimi na umetna bremena, da ne povzročamo motenj. Ko smo to opravili lahko vključimo SuperVozelj v mrežo.



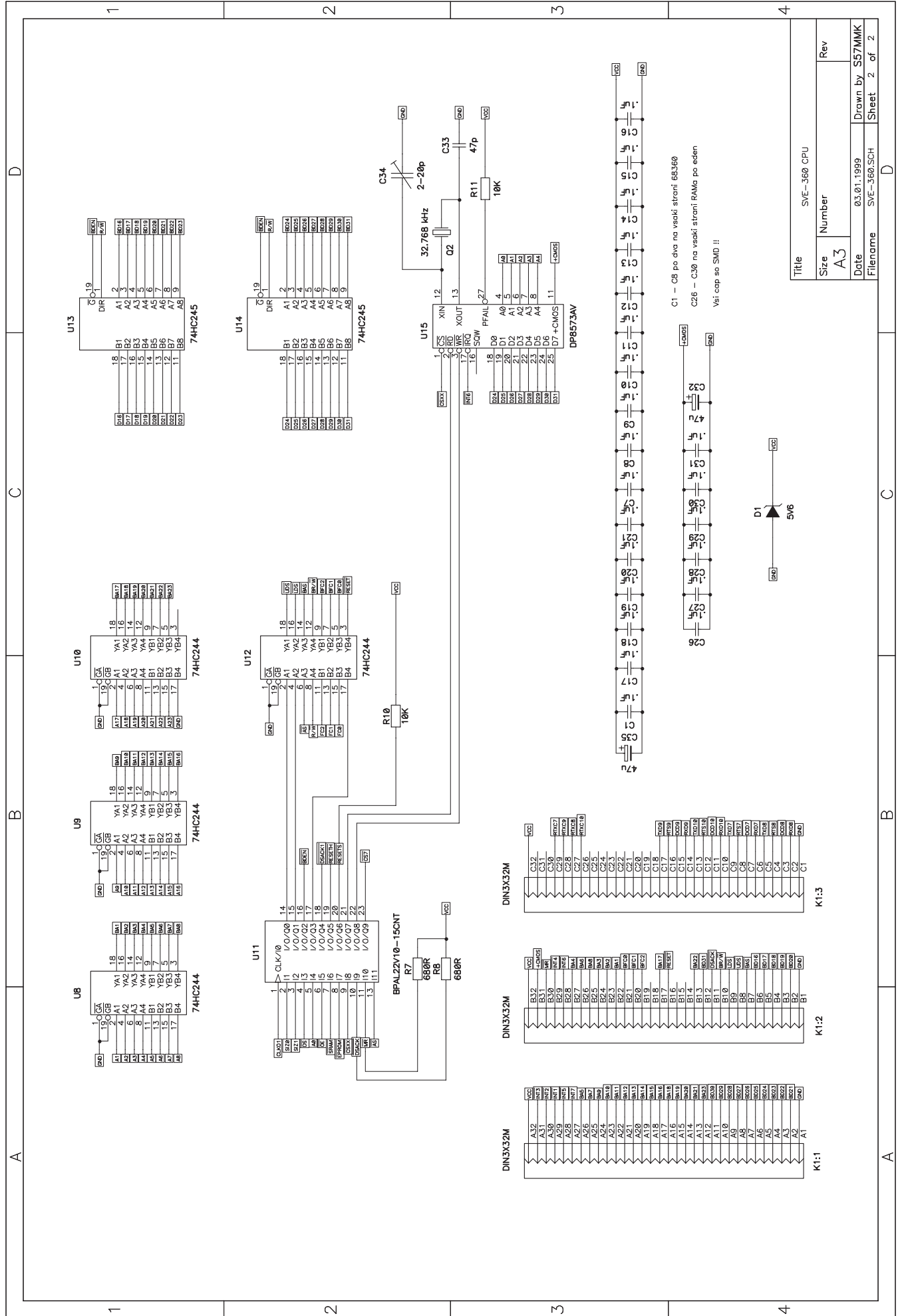


SVE - BSSP 1.1

IME:	S51RM	DATUM:	20.5.1995
FILENAME:	SVE-BSSP.S01	LIST	00

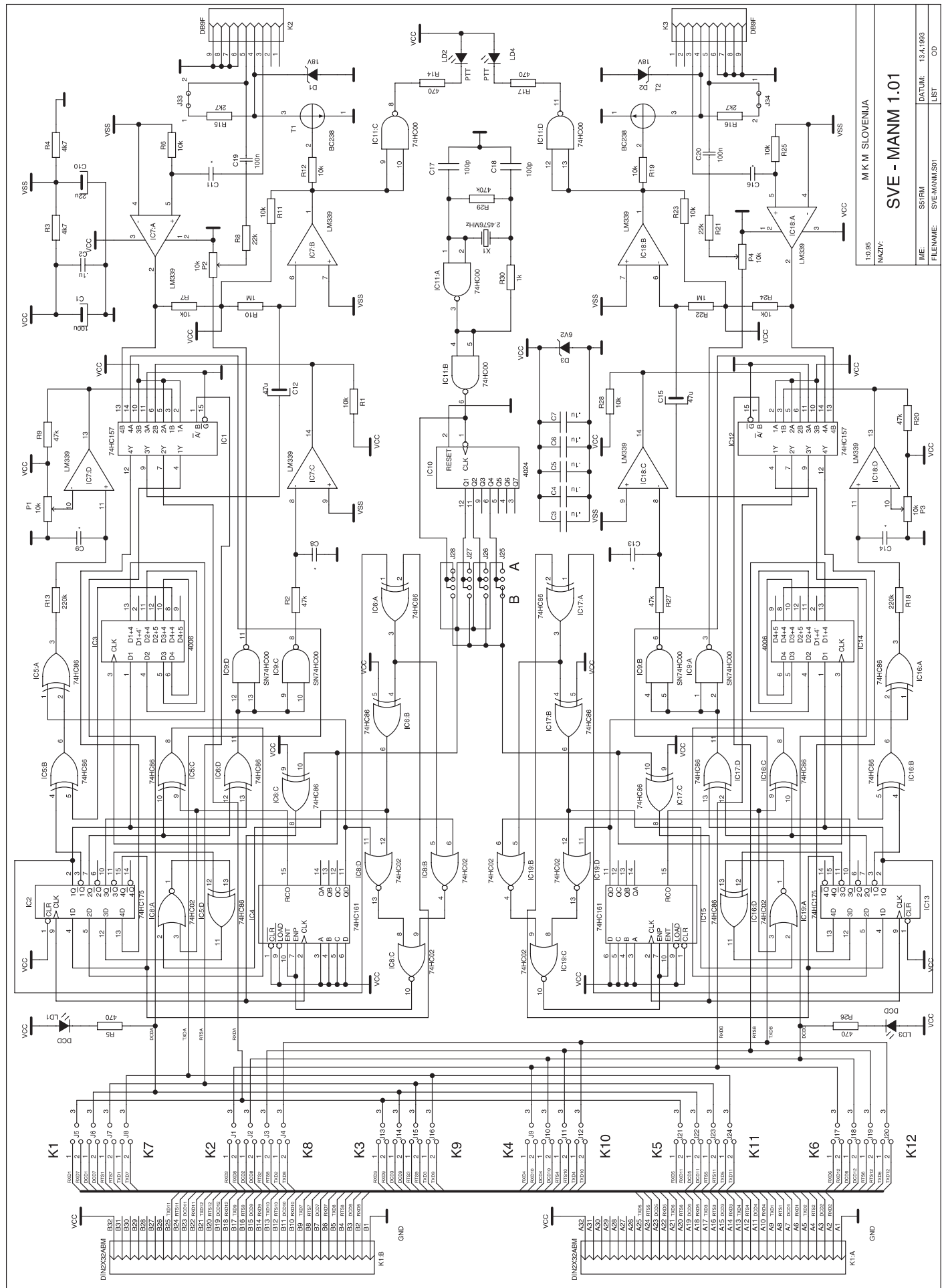


Title	SVE-360 CPU
Size	A3
Number	Rev
Date	03.01.1999
Filename	SVE-360.SCH
Sheet	1 of 2
Drawn by	S57MMK

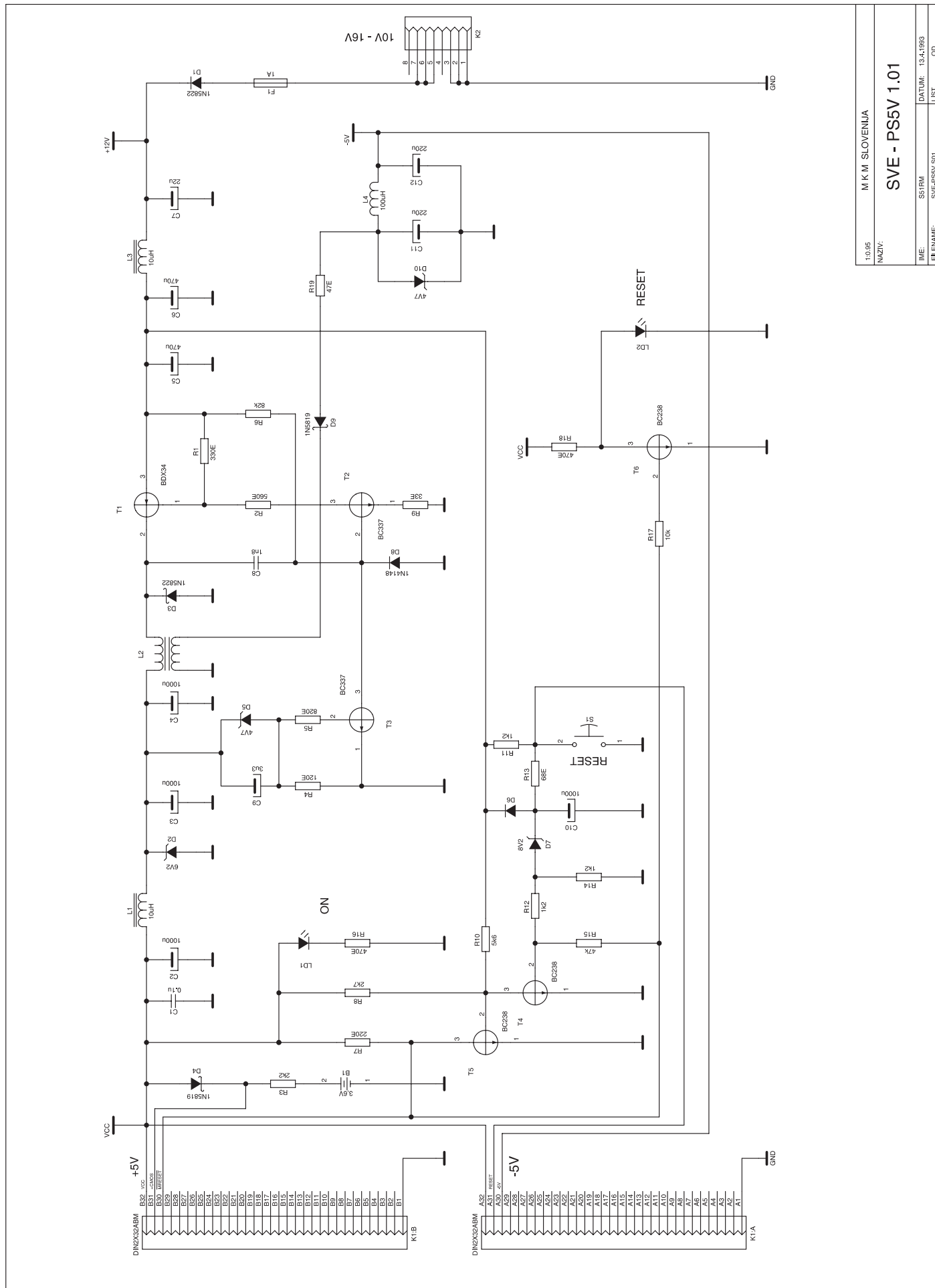


C1 - CB po dia na vsaki strani 68360
 C26 - C38 na vsaki strani RAMs po eden
 Vsi cap so SMD !!

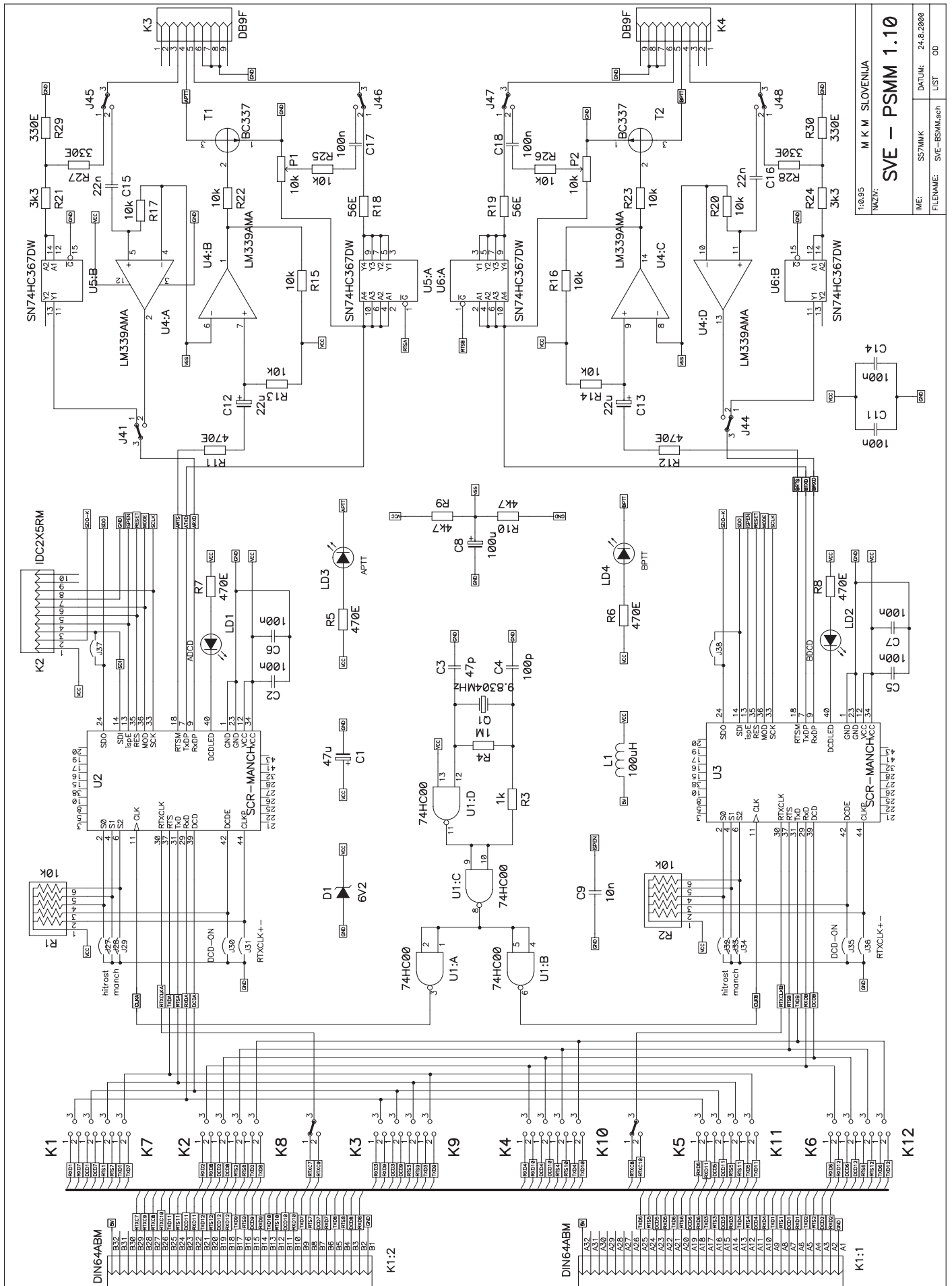
Title		SVE-360 CPU	
Size	Number	Rev	
A3			
Date	Drawn by S57MMK		
Filename	SVE-360.SCH	Sheet	2 of 2



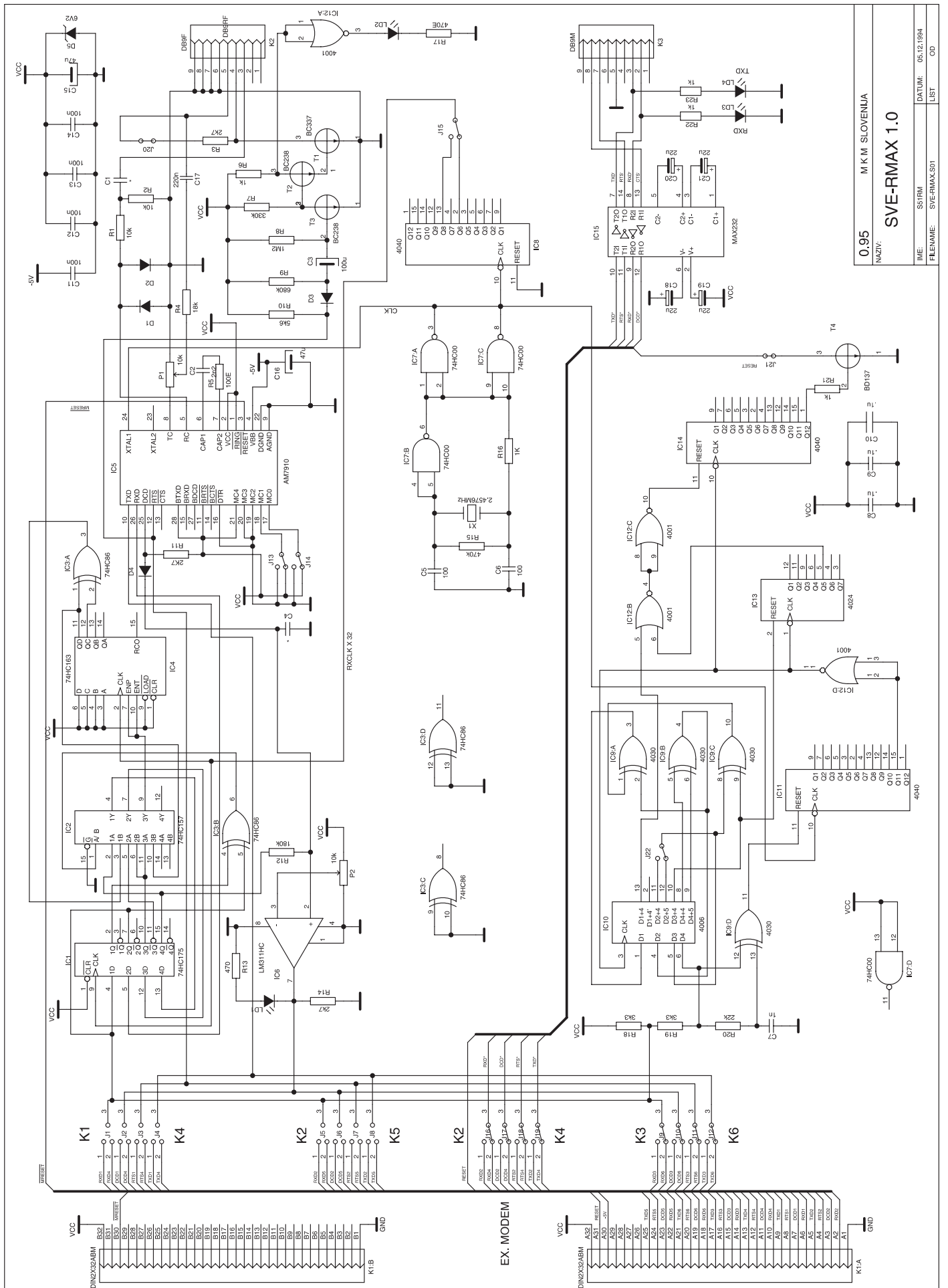
MIKIM SLOVENJA		
NAZIV:	SVE-MANM 1.01	LIST
IME:	S51RM	DATUM:
FILENAME:	SVE-MANM.S01	13.4.1993
		OD



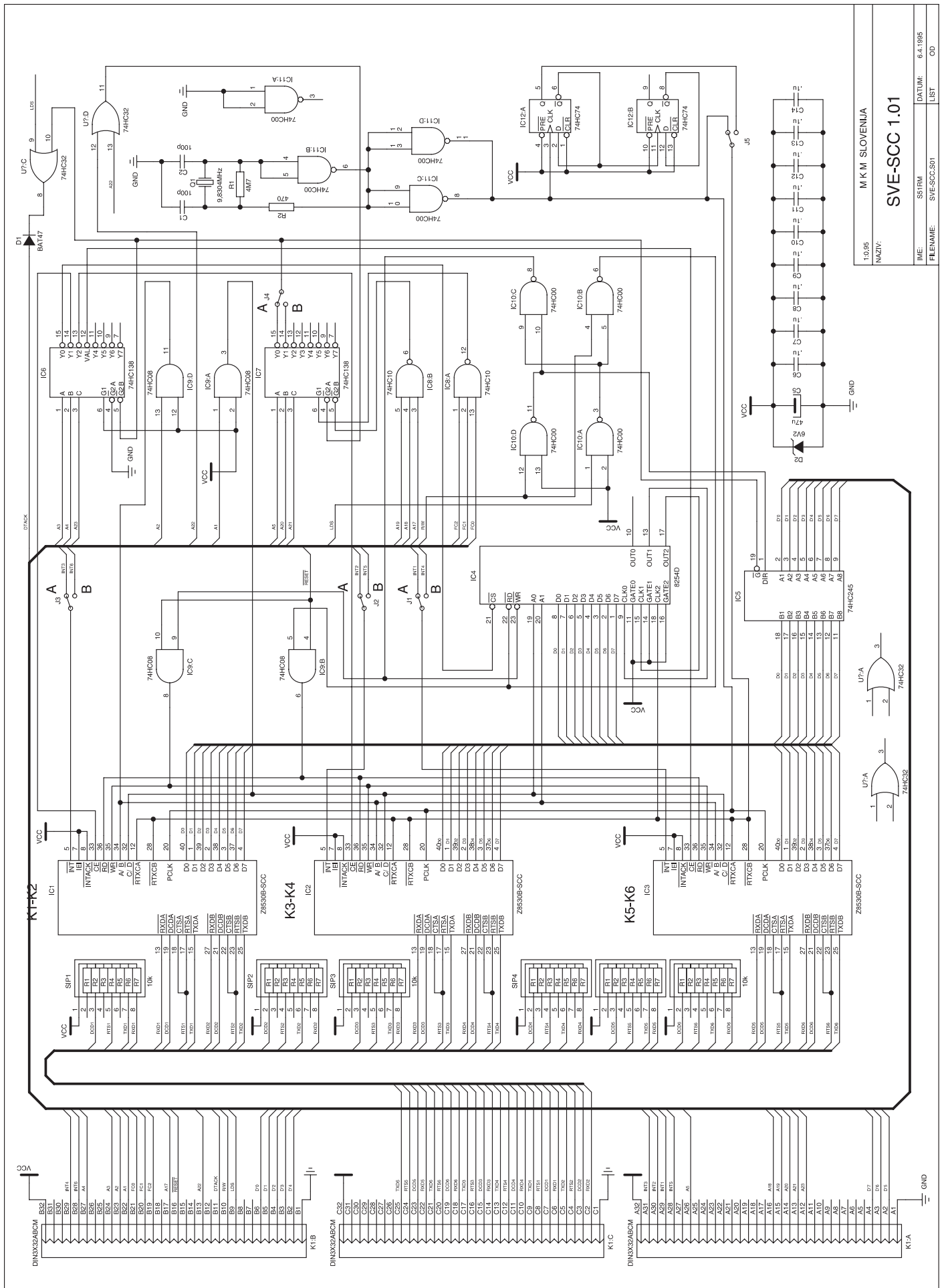
13.05	M K M SLOVENIJA
NAZIV:	SVE - PS5V 1.01
IME:	SSTRM
FILENAME:	SVE-PS5V.S01
LIST	OD
DATE:	13.4.1993



1:0.95	M K M SLOVENIJA
NAZIV:	SVE - PSMM 1.10
IME:	S57MMK
DATEK:	24.8.2000
FILENAME:	SVE-BSMM.sch
LIST	00



0.95		M.K.M. SLOVENIJA	
NAZIV: SVE-RMAX 1.0			
IME:	SSIRJI	DATUM:	05.12.1994
FILENAME:	SVE-RMAX.S01	LIST	00



1.0.95	M K M SLOVENIJA
NAZIV:	SVE-SCC 1.01
IME:	S5 FRM
FILENAME:	SVE-SCC.S01
DATUM:	6.4.1995
LIST	OD

13cm PSK radijska postaja za hitri packet-radio

Matjaž Vidmar, S53MV

1. Uvod

Če pri prenosu digitalnih podatkov nismo preveč zahtevni, potem lahko za prenos podatkov uporabimo katerokoli radijsko postajo. Med postajo in računalnik vtaknemo čudežno škatlo, imenovano "modem", ki naj bi poskrbela za brezhiben prenos podatkov preko radijske zveze. Z uporabo neustreznih radijskih postaj in cenениh modemov zveza sicer deluje, z učinkovitostjo takšnega prenosa podatkov pa se res ne moremo pohvaliti.

Tudi če se v resnici potrudimo in prilagodimo RTTY ali packet 1200bit/s AFSK modem na "govorno" SSB ali FM radijsko postajo, so številke zelo neugodne. Za prenos podatkov v tem slučaju uporabimo frekvenčni pas, ki je 10-krat do 30-krat širši od tistega, kar bi v resnici potrebovali. Tudi potrebna moč oddajnika je 30-krat do 100-krat večja, kar pomeni ustrezno manjši radijski domet. Zaradi grozovite neučinkovitosti modemov imajo povsem prav tisti radioamaterji, ki danes še vedno prisegajo na staromodno Morzejevo telegrafijo in sprejem na sluh, brez uporabe elektronskih pripomočkov.

Navkljub neučinkovitemu načinu prenosa podatkov se je packet-radio uveljavil med radioamaterji. Težave packet-radia se pojavijo s povečevanjem hitrosti prenosa podatkov. Višje hitrosti prenosa zahtevajo večje pasovne širine radijskih signalov, ki si jih lahko privoščimo le v mikrovalovnih frekvenčnih področjih. Na visokih frekvencah pa hitro upada razpoložljiva moč oddajnikov, kar spet omejuje domet radijskih zvez.

Sedanje slovensko packet-radio omrežje uporablja v glavnem širokopasovne FM radijske postaje in Manchester modeme pri hitrosti 38.4kbit/s. Glede na to, da je moč oddajnikov omejena na približno 1W in da potrebujemo domet okoli 100 km v praznem prostoru s smiselno rezervo (20dB), je omenjena hitrost prenosa podatkov gornja meja, kar lahko dosežemo z amaterjem dosegljivimi sredstvi.

Pri višjih hitrostih prenosa podatkov potrebujemo bolj učinkovite modeme oziroma primernejše ra-

dijske postaje. Občutno povečanje dometa zveze bi dosegli že z uporabo neposredne frekvenčne modulacije (FSK) namesto Manchester modemov, kar pa zahteva bolj komplicirane FM radijske postaje. Največji domet zveze omogoča koherentna detekcija. PSK prenos podatkov zato dosega okoli 5dB večji radijski domet od FSK prenosa podatkov in 10-15dB večji domet od Manchester modema, ki ga priključimo na FM radijsko postajo.

Koherentna demodulacija signalov zahteva bolj komplicirane radijske postaje in višjo stabilnost frekvence nosilca. Najbolj znan primer koherentne demodulacije je SSB sprejemnik. Izvedba in rokovanje s SSB radijsko postajo sta zato bolj komplicirana od FM postaje. Primerjava med govorno SSB postajo in PSK packet-radio postajo je zato povsem umestna.

Hitrost packet-radio omrežja je smiselno povečevati v primerno velikih korakih. Pred sedmimi leti smo se odločili za 38.4kbit/s, ker je bil to točen 32-kratnik hitrosti 1200bit/s. Danes je smiselna izbira hitrost 1.2288Mbit/s, ki je spet točen 32-kratnik hitrosti 38.4kbit/s. 1.2288 Mbit/s je še vedno v mejah zmožljivosti sedanje računalniške opreme, hkrati pa prehod iz Manchester/FM na PSK radijske postaje zagotavlja podoben radijski domet, kot ga imajo obstoječe 38.4kbit/s packet-radio zveze.

Kratka PSK sicer pomeni Phase Shift Keying, kar o sami vrsti modulacije še ne pove veliko. Razlikujemo več različnih vrst PSK modulacije. Najenostavnejša je dvofazna PSK modulacija, imenovana Biphase PSK ali BPSK. Enice in ničle tu ponazorimo s fazo nosilca 0 oziroma 180 stopinj. Štirifazna PSK, Quadrature PSK ali QPSK ima enak radijski domet kot BPSK, le da potrebuje dvakrat ožji frekvenčni pas za enako hitrost prenosa podatkov. Končno, večfazne zvrsti PSK modulacije omogočajo še ožji frekvenčni spekter za ceno zmanjšanega dometa radijske zveze.

Primerjava med BPSK in QPSK torej povsem ustreza primerjavi med DSB in SSB govorno modulacijo. Tudi vezja modulatorjev so si podobna:

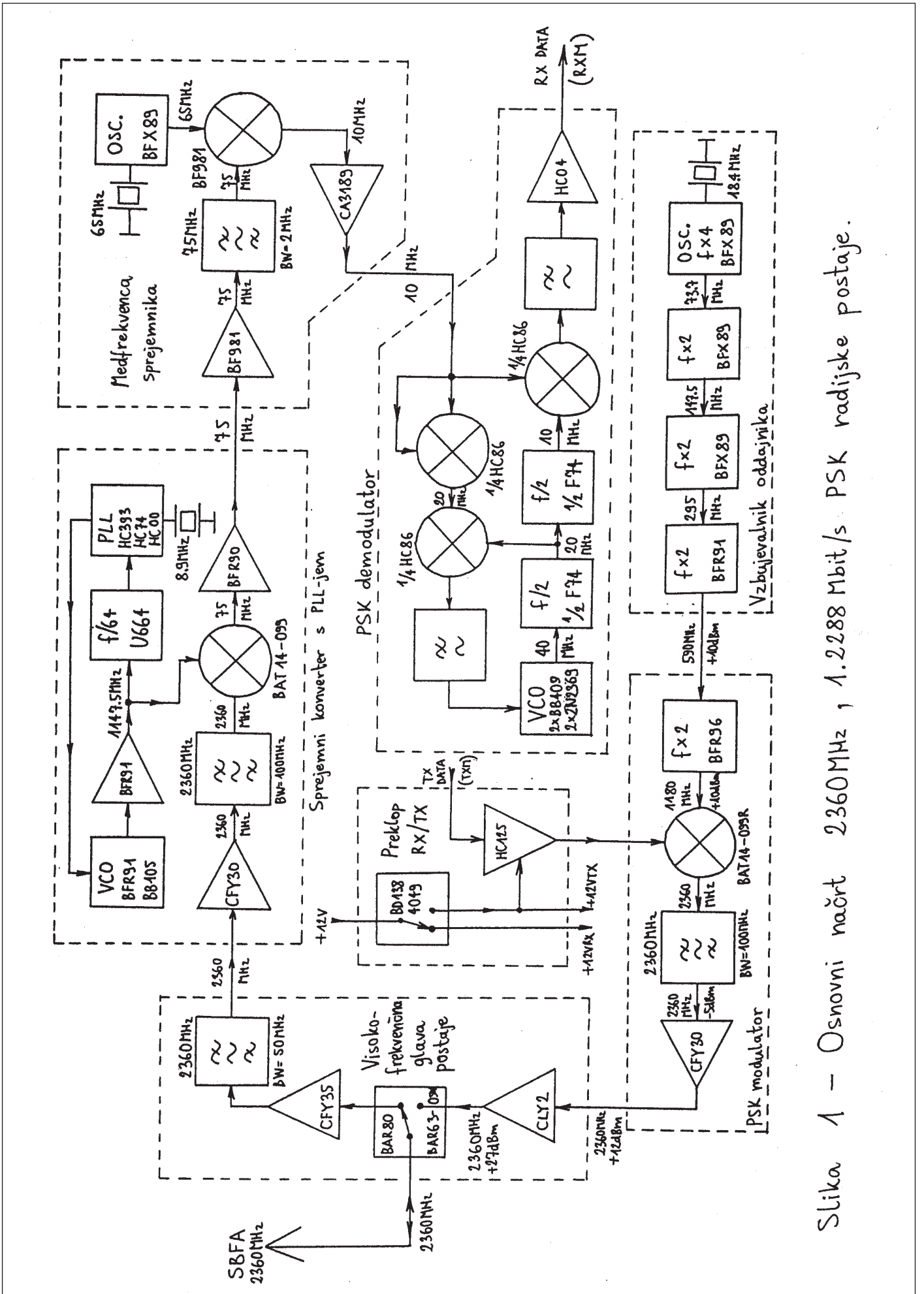
z DSB modulatorjem enostavno dobimo BPSK, s (kvadraturnim) SSB modulatorjem pa QPSK digitalno modulacijo. Pri tem dvofazna PSK modulacija v nasprotju z govorno DSB ne zahteva visoke linearnosti izhodne stopnje oddajnika. Radijski domet dvofazne PSK povsem odgovarja bolj komplicirani štirifazni PSK. Zato sem se odločil za enostavno dvofazno PSK modulacijo (v nadaljnjem besedilu označeno s kratico PSK).

2. Osnovni načrt PSK radijske postaje

Ker je PSK modulacija še razmeroma neraziskano področje za večino radioamaterjev, bo tu najprej opisan osnovni načrt PSK radijske postaje. Ista PSK modulacija sicer omogoča več različnih izvedb radijske postaje. PSK signal lahko proizvedemo v medfrekvencah in ga mešamo na končno oddajno frekvenco. PSK signal lahko seveda proizvedemo tudi neposredno na izhodni frekvenci oddajnika. Končno lahko PSK signal vodimo tudi skozi množilne stopnje, kjer pa ne smemo pozabiti, da se fazni koti PSK modulacije množijo z enakimi faktorji kot frekvenca nosilca.

PSK demodulator je lahko koherenten ali nekoherenten. Koherenten PSK demodulator mora v svoji notranjosti obnoviti nemoduliran nosilec, ki je natančno sinhroniziran s sprejetim PSK signalom. PSK signal se demodulira tako, da se v balančnem mešalniku množi z obnovljenim nosilcem. Obnova nosilca zahteva nelinearno obdelavo PSK signala (v slučaju dvofazne PSK je to lahko podvojevalnik frekvence) in ozko frekvenčno sito, ki je običajno izvedeno v obliki fazno sklenjene zanke (PLL).

PSK signal lahko sicer demoduliramo na ugodni vrednosti medfrekvence kot tudi neposredno na vhodni frekvenci sprejemnika. PSK sprejemnik lahko torej izdelamo kot sprejemnik z neposrednim mešanjem podobno kot SSB. Nosilec lahko izluščimo z množilno stopnjo (podvojevalno stopnjo v slučaju dvofazne PSK) oziroma s Costas-ovo



Slika 1 - Osnovni načrt 2360MHz, 1.2288 Mbit/s PSK radijske postaje.

zanko.

Podobno kot SSB je tudi PSK demodulator zelo občutljiv že na majhna odstopanja frekvence. Če odstopanje frekvence nosilca presega približno desetino bitne hitrosti, potrebuje PSK demodulator dodatno iskalno zanko za frekvenco nosilca. Iskalna zanka seveda zakomplicira vezje demodulatorja in povečuje čas začetne sinhronizacije sprejemnika, zato je v packet-radiu nezaželjena.

PSK modulacija je zato zelo nerodna pri nizkih hitrostih prenosa podatkov, ki zahtevajo visoko točnost frekvence. Na primer, pri sprejemu amaterskih packet-radio satelitov, ki oddajajo PSK s hitrostjo komaj 1200bit/s v področju 435MHz, moramo nastavljanje frekvence sprejemnika s točnostjo +/-100Hz, pri tem pa znaša Doppler-jev pomik več kot 15kHz v enem samem 10-minutnem preletu satelita. Zaradi nespametno načrtovanih packet-radio satelitov si je PSK modulacija po nepotrebnem pridobila zelo slab sloves med radio-amaterji.

Zahtevo po točnosti frekvence lahko omilimo, če povečamo hitrost prenosa podatkov. Pri hitrosti 1.2 Mbit/s si lahko privoščimo odstopanje frekvence nosilca v velikostnem razredu 100kHz brez potrebe po iskalni zanki za frekvenco nosilca. Omenjeno stabilnost frekvence nosilca zlahka dosežemo tudi na mikrovalovnih frekvenčnih področjih z uporabo oscilatorjev s kre-

menčevimi kristali, se pravi s tehniko, ki nam je z lahkoto dostopna.

Osnovni načrt opisane PSK radijske postaje je prikazan na Sliki 1. Oddajnik vsebuje kristalni oscilator, ki mu sledi veriga množilnih stopenj. PSK modulator - mešalnik deluje na končni frekvenci oddajnika in neposredno proizvaja željeni signal. Sodobni polprevodniki omogočajo visoko ojačenje v vsaki ojačevalni stopnji, zato sledita mešalniku le še dve ojačevalni stopnji na 2.36GHz, da oddajnik doseže izhodno moč okoli 0.5W.

Sprejemnik ima dvojno mešanje, vrednosti medfrekvenc znašata 75 MHz in 10MHz. PSK demodulator izlušči 10MHz nosilec s podvojevalno stopnjo in PLL zanko z ustreznim delilnikom frekvence. Antenski preklop je izveden s PIN diodama, preklop napajanja in vsi ostali preklopi RX/TX so povsem elektronski. Zakasnitev preklopa na oddajo znaša okoli 2ms in jo v glavnem določa vnihanje kristalnega oscilatorja oddajnika.

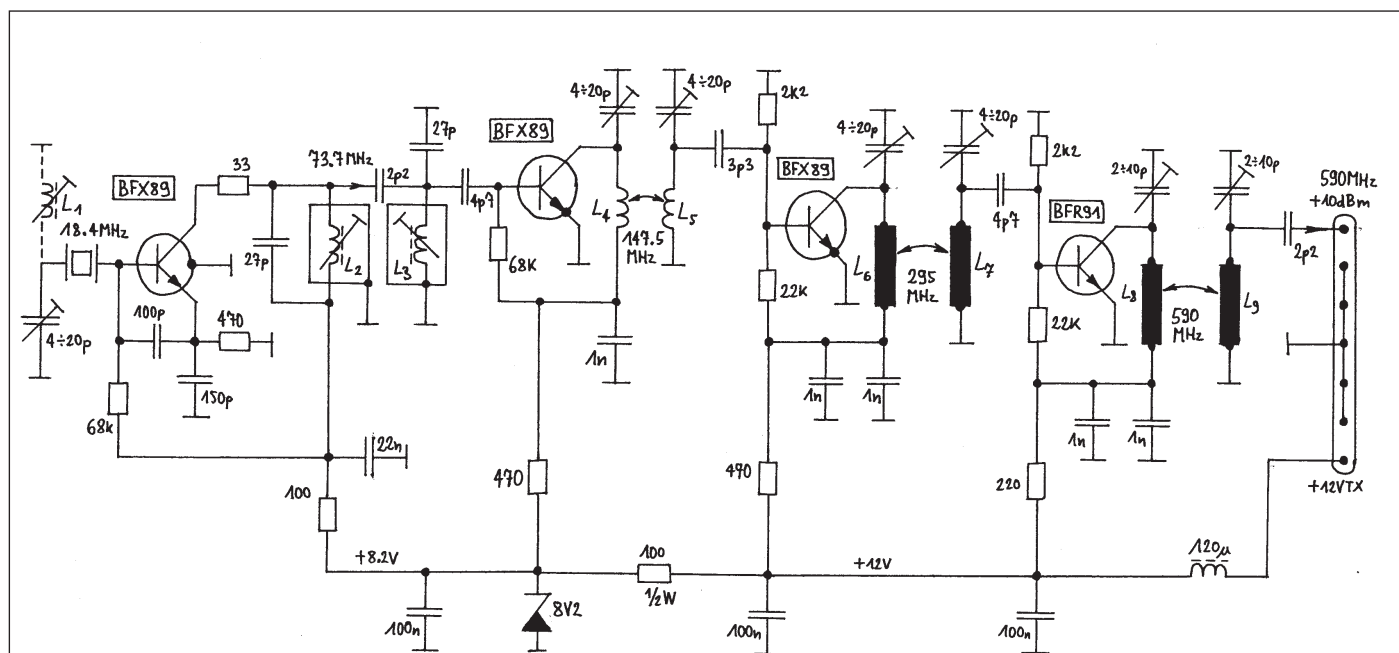
3. Vzbujevalnik oddajnika 590MHz / +10dBm

Načrt vzbujevalnika oddajnika je prikazan na Sliki 2. Vzbujevalnik vsebuje kristalni oscilator na frekvenci približno 18.4MHz, ki mu sledi veriga množilnih stopenj. Vzbujevalnik sam vsebuje množilne sto-

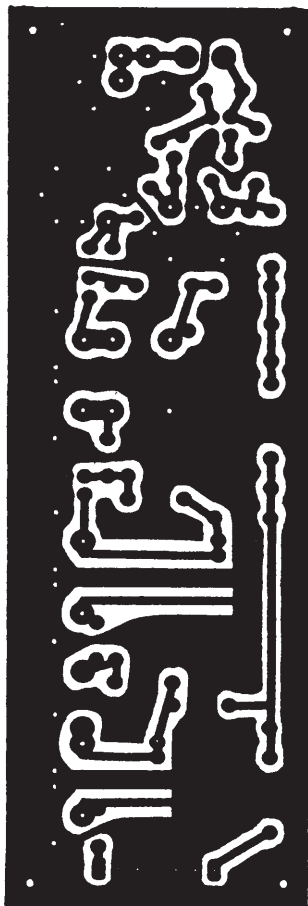
pnje do frekvence 590MHz. Sledeče množilne stopnje so vgrajene v naslednjo enoto, to je v PSK modulator, predvsem zaradi različne tehnike gradnje. PLL zanka se v vezju vzbujevalnika ni obnesla, ker PSK modulator preveč moti delovanje PLL zanke.

Kristal v oscilatorju niha v osnovnem načinu na frekvenci približno 18.4MHz. Ker je kvaliteta (Q) kristala v osnovnem načinu nižja od kvalitete overtonskih resonanc, se takšen kristalni oscilator hitreje vniha ob preklopu sprejem/oddaja. Na sprejemu ostane oscilator izključen, da njegov četrti harmonik ne bi motil 75MHz medfrekvence. Za frekvenco 2360MHz uporabimo računalniški kristal za 18.432MHz, ki ga točno nastavimo z zaporednim kapacitivnim trimerjem. Drugačna izbira frekvenc in kristalov lahko seveda zahteva zaporedno tuljavo L1, da privedemo kristalni oscilator na željeno frekvenco.

Tranzistor oscilatorja deluje hkrati kot prva frekvenčna množilna stopnja, saj sta nihajna kroga na izhodu (L2 in L3) uglašena na četrti harmonik kristala. Sledijo tri podobne frekvenčne podvojevalne stopnje, ki hkrati ojačijo izhodni signal na približno 10mW na frekvenci 590MHz. Prva podvojevalna stopnja uporablja sito s samonosečima tuljavama L4 in L5, ostali dve podvojevalni stopni pa sita s "tiskanimi" tuljavami L6, L7, L8 in L9. Napajanje



Slika 2 - Vzbujevalnik oddajnika 590MHz / +10dBm.



Slika 3 - Tiskanina vzbujevalnika oddajnika.
(enostranski FR4, debeline 0.8 mm)

oscilatorja in prve podvojevalne stopnje je stabilizirano z zener diodo 8V2.

Vzbujevalnik oddajnika je zgrajen na enostranski tiskanini z izmerami

40mmX120mm, ki je prikazana na Sliki 3. Tiskanina je iz enostranskega vitroplasta debeline komaj 0.8mm, da se znižajo parazitne induktivnosti izvodov sestavnih delov, ki prebadajo tiskanino. Razporeditev sestavnih delov vzbujevalnika oddajnika je prikazana na Sliki 4.

Tuljavi L2 in L3 sta naviti na podstavkih TV medfrekvenčnih transformatorjev za 36MHz z nastavljivim feritnim vijakom v sredini tulca s štirimi prekati in plastično kapico ter pokrovčkom 10mmX10mm. L2 in L3 imata po 4 ovoje žice 0.25mm CuL v gornjem prekatu tulca. Tuljavi L4 in L5 sta samonoseči in imata po 4 ovoje žice 1mm CuL, navite na notranjem premeru 4mm. Končno, tuljave L6, L7, L8 in L9 so izdelane na tiskanem vezju.

Vzbujevalnik oddajnika enostavno uglasimo za največjo izhodno moč. Posamezne stopnje uglašujemo tako, da dobimo na bazi naslednjega tranzistorja minimum napetosti, ki naj ne preseže -1V. Napetost na bazi seveda merimo preko ustrezne VF dušilke ali upora, da ne motimo delovanja VF vezja. Končno nastavimo še točno frekvenco kristalnega oscilatorja z ustreznim kapacitivnim trimerjem oziroma tuljavo L1.

4. 2360MHz PSK modulator

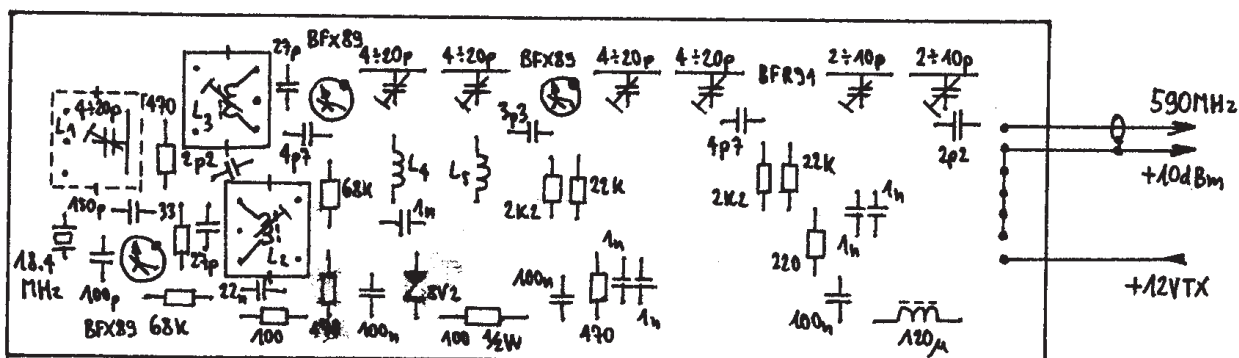
Načrt 2360MHz PSK modulatorja je prikazan na Sliki 5. Razen modulatorja - mešalnika vsebuje enota še zadnjo frekvenčno podvojevalno stopnjo, sita za 590MHz, 1180MHz in 2360MHz ter izhodno ojačevalno stopnjo, ki dvigne moč izhodnega

PSK signala na približno 15mW. Vsa sita in drugi frekvenčno selektivni sestavni deli so izvedeni kot mikrotrakasti rezonatorji na 1.6mm debelem vitroplastu FR4.

Rezonator na vходу vezja (L1) se hkrati obnaša kot odprte sponke za vhodno frekvenco 590MHz in kot kratek stik za izhodno frekvenco množilnika 1180MHz. Na ta način je delovanje množilnika neodvisno od dolžine kabla in točne izhodne impedance vzbujevalnika. Pasovno sito na izhodu množilnika (L3, L4, L5 in L6) mora dušiti razen osnovne frekvence 590MHz tudi četrti harmonik 2360MHz, sicer ta signal navidezno poruši simetrijo mešalnika in rezultat je popačena, nesimetrična PSK modulacija.

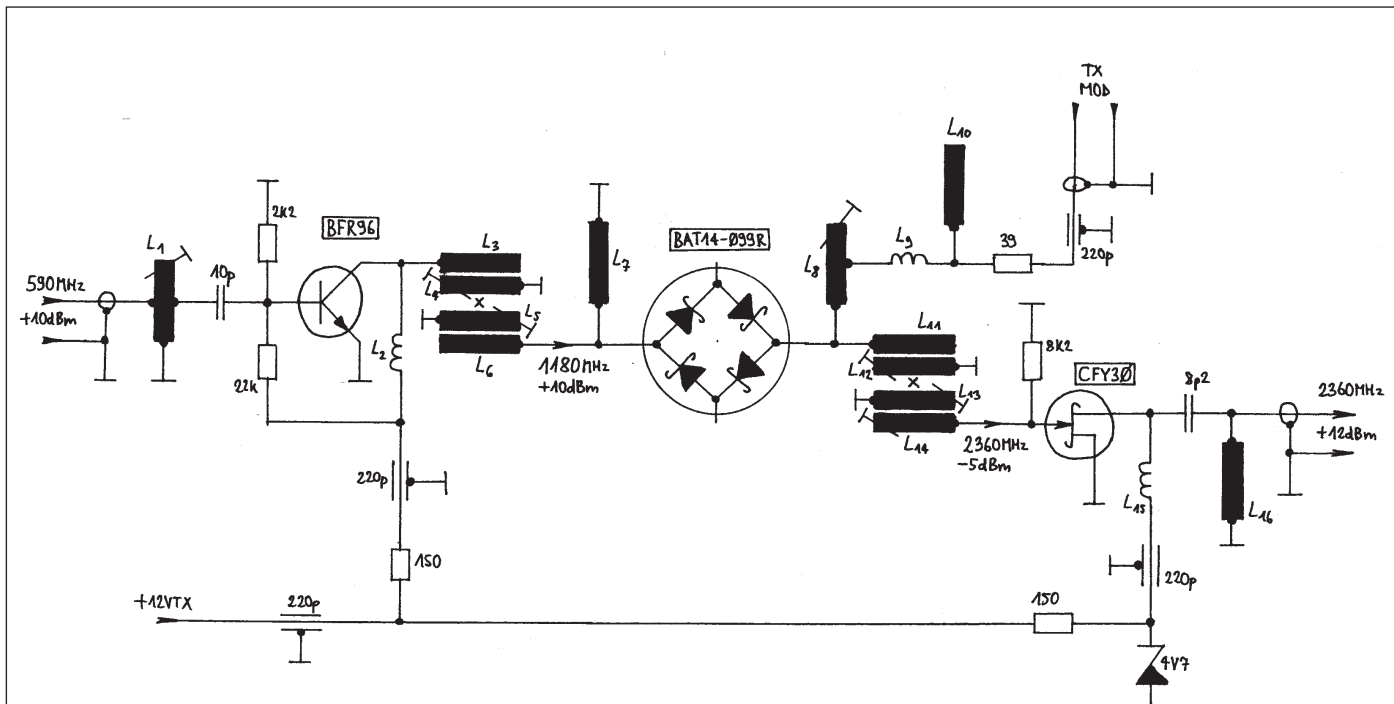
Kot modulator sem uporabil harmonski mešalnik ravno zato, ker je v tem vezju zelo enostavno doseči dobro simetrijo oziroma dobro dušenje preostalega nosilca (okoli 25dB) brez posebnega uglaševanja in brez dragih inštrumentov (spektralni analizator). Harmonski mešalnik uporablja četverček schottky diod BAT14-099R, ki so že v notranjosti SMD ohišja vezane v venec. Čeprav vezje mešalnika potrebuje le dve nasprotno vzporedno vezani diodi, dajo štiri diode višjo izhodno moč.

Mešalniku sledi pasovno sito za 2360MHz (L11, L12, L13 in L14), ki odstranjuje ostanek signala na 1180MHz in druge neželjene proizvode mešanja daleč proč od željene frekvence. Modulirani PSK signal na 2360MHz, ki nastane v mešalniku modulatorju, sicer ne potrebuje več nobenega pasovnega sita. Ker je izhodna moč modulatorja zelo nizka,

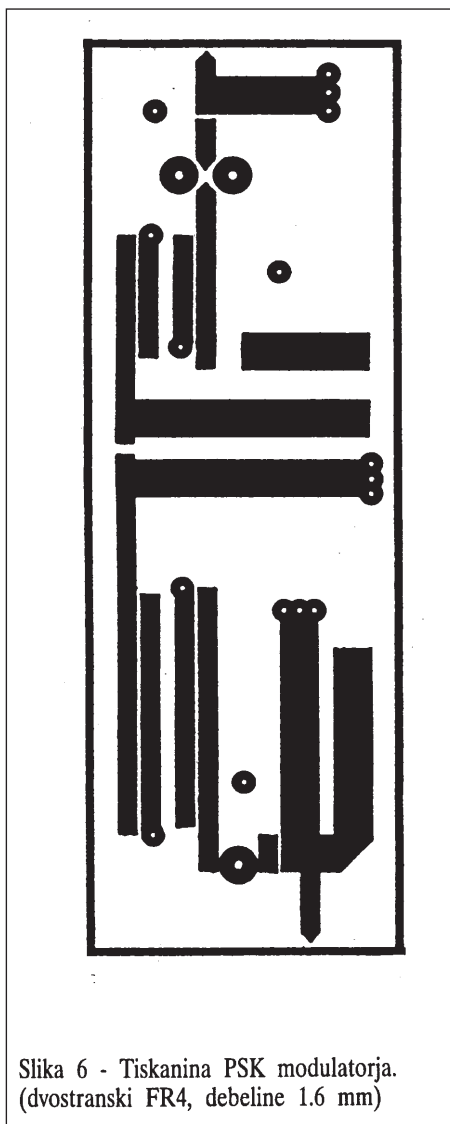


Slika 4

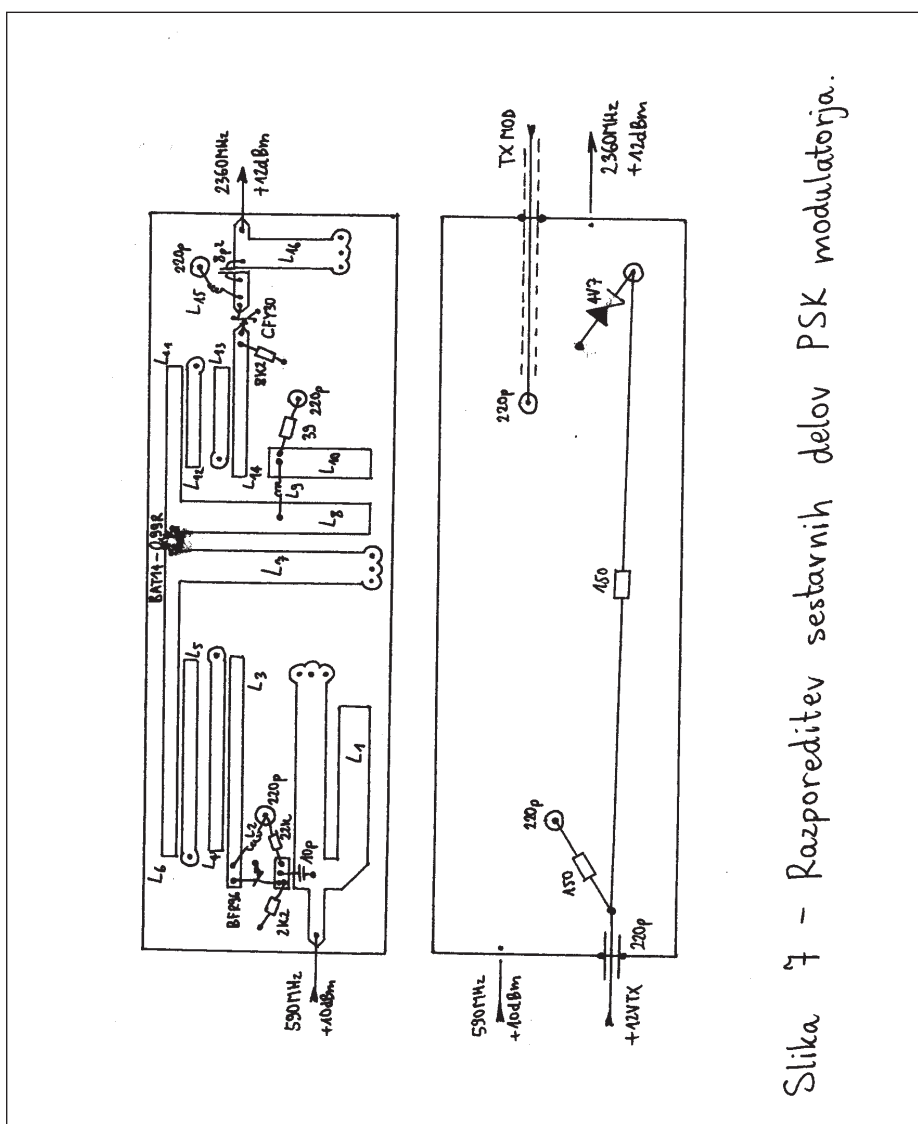
Razporeditev sestavnih delov vzbujevalnika oddajnika.



Slika 5 - 2360MHz PSK modulator.



Slika 6 - Tiskanina PSK modulatorja. (dvostranski FR4, debeline 1.6 mm)



Slika 7 - Razporeditev sestavnih delov PSK modulatorja.

okoli 0.3mW ob upoštevanju izgub v pasovnem situ za 2360MHz, sledi ojačevalnik z GaAs tranzistorjem CFY30, ki izhodni signal ojača na približno 15mW.

Enota PSK modulatorja je izdelana na dvostranski tiskanini z izmerami 40mmX120mm. Gornja stran tiskanine je prikazana na Sliki 6, spodnja stran pa ni jedkana, saj deluje kot ravnina mase za mikrotrakaste vode. Tiskanina je izdelana iz 1.6mm debelega vitroplasta FR4, ki ima na 2.4GHz že precejšnje visokofrekvenčne izgube. Razporeditev sestavnih delov na obeh straneh tiskanine je prikazana na Sliki 7. Čeprav je večina mikrotrakastih vodov izdelanih na tiskanem vezju, moramo tri četrtvalovne dušilke L2, L9 in L15 naviti kot male tuljavice. L2 naj bo četrtvalovna dušilka na 1180MHz, L15 naj bo četrtvalovna dušilka na 2360MHz, L9 pa naj bo nekje vmes (okoli 1700MHz), saj mora dušiti obe frekvenci.

Opisani PSK modulator enostavno uglasimo za največjo izhodno moč na 2360MHz. Razen signala vzbujevalnika na 590MHz moramo pri tem dovesti mešalniku tudi modulacijski signal primerne jakosti in frekvence. V ta namen je najbolje uporabiti kar vezje, ki bo tudi sicer krmililo PSK oddajnik (skrambler v bitni sinhronizaciji in modulacijsko vezje v preklopu RX/TX). Brez uglaševanja bo dal modulator komaj kašen mW izhodne moči. Po vsakem uglaševanju mikrotrakastih vodov potem ponovno poiščemo tisto jakost modu-

lacijskega signala, ki da največjo izhodno moč.

5. Visokofrekvenčna glava 2360MHz PSK postaje

Načrt visokofrekvenčne glave 2360 MHz PSK radijske postaje je prikazan na Sliki 8. Visokofrekvenčna glava vsebuje izhodni, močnostni ojačevalnik oddajnika, predojačevalnik in visokofrekvenčno sito sprejemnika ter antenski preklopnik s PIN diodama. Visokofrekvenčna glava je edina enota PSK radijske postaje, ki je zaradi čimmanjših izgub zgrajena kot mikrotrakasto vezje na teflonskem laminatu debeline 0.8mm z dielektričnostjo 2.5.

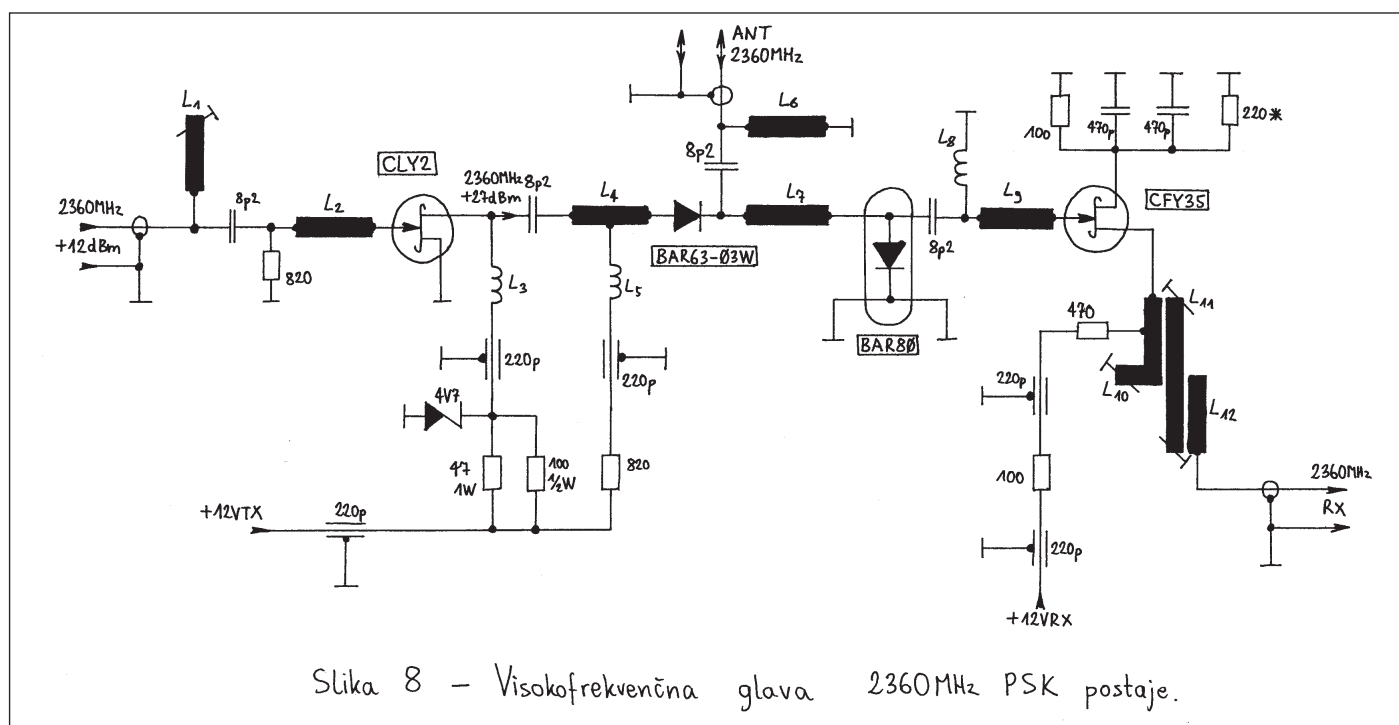
Načrt visokofrekvenčne glave znatno poenostavljajo sodobni polprevodniki. V močnostnem ojačevalniku oddajnika je uporabljen en sam GaAs tranzistor CLY2, ki hkrati daje 15dB ojačenja in izhodno moč več kot 500mW. Če bi enakovredno vezje izdelali s silicijevimi tranzistorji izpred 10 let, bi za isto nalogo potrebovali tri ali štiri zaporedno vezane ojačevalne stopnje! CLY2 je sicer nizkonapetostni tranzistor, ki deluje z napetostjo ponora komaj 4.5V, negativno prednapetost na vratih pa si ustvari sam z usmerjanjem vhodnega signala.

Antenski preklopnik je izdelan z dvema različnima PIN diodama BAR63-03W in BAR80. Polprevodniška čipa teh dveh diod sta si sicer podobna, bistvena je razlika v

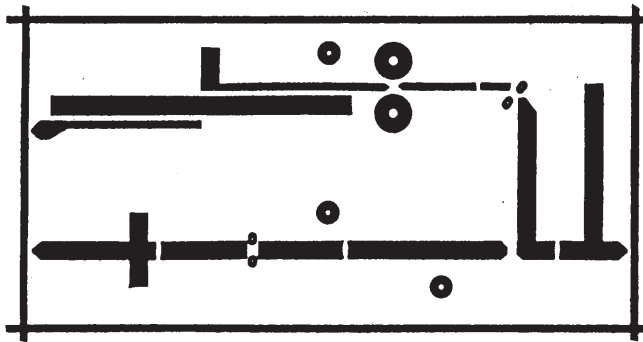
ohišjih. BAR63-03W je vgrajena v ohišje z majhno parazitno kapacitivnostjo in se uporablja kot zaporedno visokofrekvenčno stikalo. Obratno je BAR80 vgrajena v ohišje z minimalno parazitno induktivnostjo in se uporablja kot vzporedno stikalo ("shunt" dioda). Antenski preklopnik je izdelan tako, da sta obe stikali sklenjeni na oddaji. Četrtvalovni vod L7 tedaj poskrbi za to, da se kratek stik iz diode BAR80 preslika v odprte sponke za oddajnik.

Visokofrekvenčna glava vsebuje tudi predojačevalnik in sito za sprejemnik, ki nekoliko izboljšajo občutljivost in dušenje zrcalne frekvence sprejemnika. Predojačevalnik je izdelan z GaAs tranzistorjem CFY35, ki navkljub slabljenju antenskega preklopnika in izhodnega sita še vedno daje ojačenje okoli 11dB. Izhodno pasovno sito je potrebno zaradi razmeroma nizke vrednosti prve medfrekvence, komaj 75MHz, ki daje zrcalno frekvenco na 2210MHz.

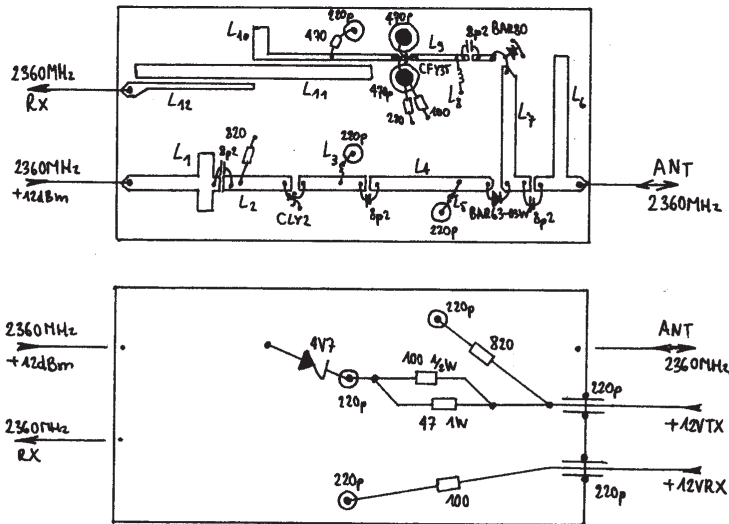
Visokofrekvenčna glava PSK postaje je izdelana na dvostranski teflonski tiskanini z izmerami 40mmX80mm. Gornja stran tiskanine je prikazana na Sliki 9, spodnja stran pa ni jedkana, saj deluje kot ravnina mase za mikrotrakaste vode. Tiskanina je izdelana iz 0.8mm debelega teflonskega laminata z relativno dielektrično konstanto 2.5. Razporeditev sestavnih delov na obeh straneh tiskanine je prikazana na Sliki 10. Razen tiskanih vodov vsebuje visokofrekvenčna glava tudi tri samonoseče četrtvalovne dušilke L3, L5 in



Slika 8 - Visokofrekvenčna glava 2360MHz PSK postaje.



Slika 9 - Tiskanina visokofrekvenčne glave.
(dvostranski teflon, debeline 0.8 mm)



Slika 10

Razporeditev sestavnih delov visokofrekvenčne glave.

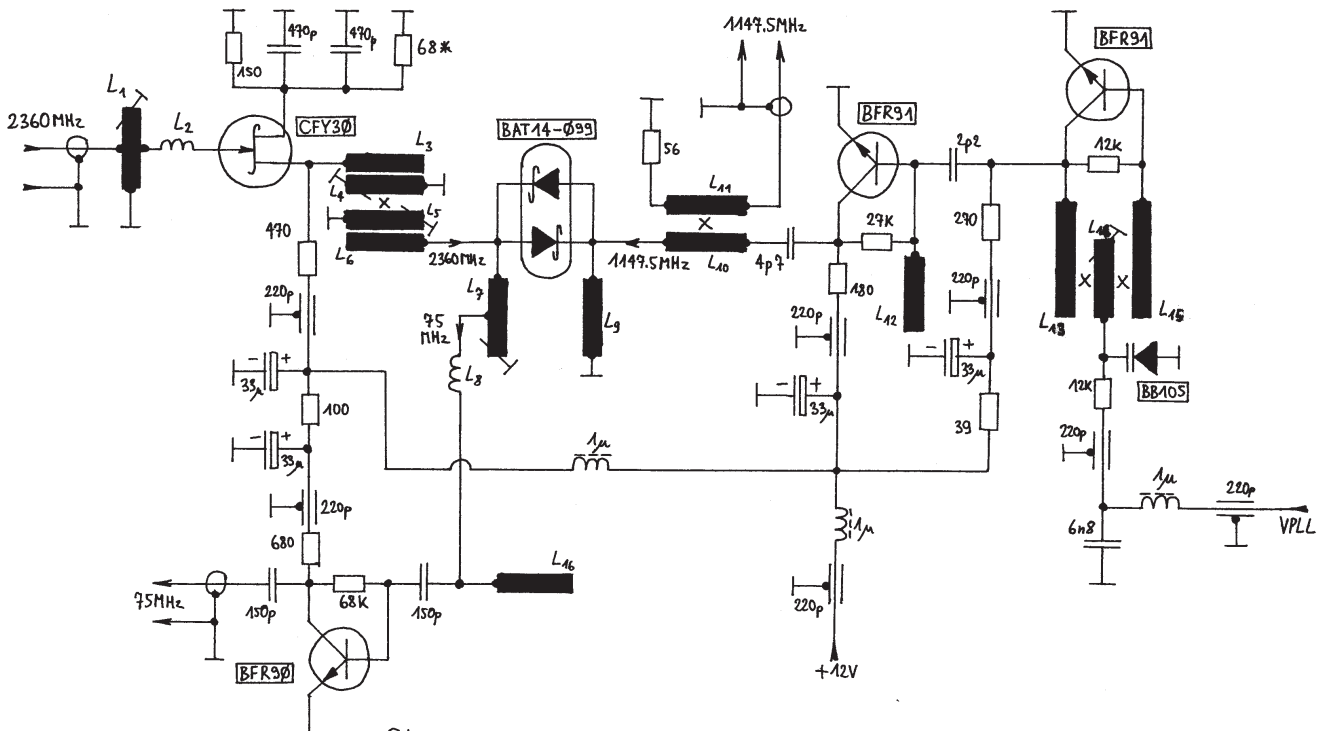
L8 za 2360MHz.

Pri gradnji visokofrekvenčne glave moramo paziti predvsem na pravilno ozemljitev mikrovalovnih polprevodnikov CLY2, BAR80 in CFY35. CLY2 in BAR80 povežemo z ravnino mase preko kapljic cina, ki potekajo skozi izvrtine premera 2mm v teflonskem laminatu (zelo zahtevno opravilo!) CFY35 je ozemljen preko dveh keramičnih disk kondenzatorjev brez izvodov, ki ju vgradimo v ustrezni izvrtini na tiskanem vezju. Končno, L6 je ozemljena s koščkom 2.5mm širokega bakrenega traku, ki ga vtaknemo v zarezo v teflonu.

Oddajni del uglasimo na največjo izhodno moč z dodajanjem kapacitivnosti (bakrenih lističev) rezonatorju L1. Bakrene lističe lahko sicer poskusimo dodati tudi drugje v vezju oddajnika, vendar je njihov učinek drugod običajno minimalen. Sprejemni predojačevalnik tudi uglasimo na največje ojačenje, vendar gre tu predvsem za točno uglasjevanje sita na izhodu. Z dolžino L11 nastavimo točno frekvenco sita, z L10 pa poiščemo najboljšo prilagoditev na izhodno impedanco tranzistorja CFY35. Pred VF uglasjevanjem seveda nastavimo delovno točko CFY35 z izbiro uporov v vezju izvora.

6. Sprejemni konverter s PLL-jem

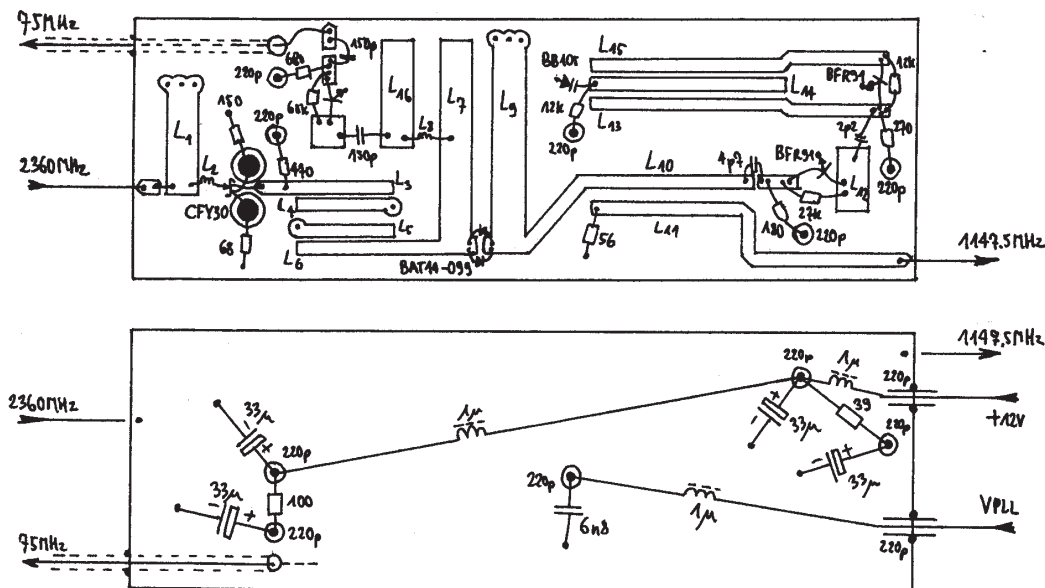
Enota sprejemnega konverterja s PLL-jem je skoraj povsem enaka



Slika 11 - Sprejemni konverter za 2360 MHz.



Slika 12 - Tiskanina sprejemnega konverterja (dvostranski FR4, debeline 1.6 mm)



Slika 13 - Razporeditev sestavnih delov sprejemnega konverterja.

konverterju za sprejem satelitov v frekvenčnem področju 2.4GHz, ki sem ga objavil v CQ ZRS 6-93, strani 34-51, zato bom tu opisal le najpomembnejše spremembe, predelave in izboljšave omenjenega načrta. Sprejemni konverter s PLL-jem sicer sestavljata dve enoti, sam sprejemni konverter za 2360MHz in PLL logika sprejemnika.

Električni načrt sprejemnega konverterja za 2360MHz je prikazan na Sliki 11. Poglavitna razlika je v vrednosti medfrekvence, ki je zdaj 75 MHz. Ker je konverter sestavni del radijske postaje, je prisotnost napajalne napetosti +12V na visokofrekvenčnem vhodu in izhodu povsem nepotrebna. Razen omenjenih sprememb sem zamenjal feritne perlice z dušilkami 1uH, ki omogočajo boljše dušenje motenj iz PLL-ja.

Sprejemni konverter za 2360MHz je zgrajen na dvostranski tiskanini z izmerami 40mmX120mm. Gornja stran tiskanine je prikazana na Sliki

12 in vsebuje nekaj manjših sprememb, ki olajšujejo uporabo SMD polprevodnikov. Spodnja stran tiskanine iz 1.6mm debelega vitroplasta FR4 ni jedkana, da deluje kot ravnina mase za mikrotrakaste vode. Spremenjena razporeditev sestavnih delov na obeh straneh tiskanine je prikazana na Sliki 13.

PLL logika sprejemnika je prikazana na Sliki 14. in vsebuje le malo sprememb. Dodatek je le dušilka 1uH na izhodu frekvenčno/faznega primerjalnika. Za sprejem 2360MHz z medfrekvenco 75MHz potrebujemo lokalni oscilator na 2285MHz oziroma polovični frekvenci 1147.5 MHz. To frekvenco najlažje dosežemo s CB kristalom za 26.770MHz (CB kanal 22 sprejem), ki na osnovni frekvenci niha zelo blizu željenih 8965kHz.

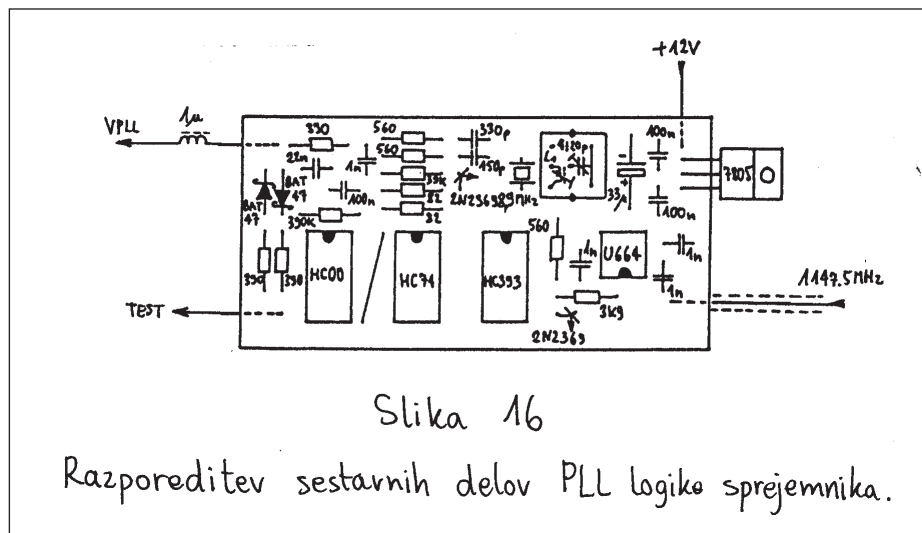
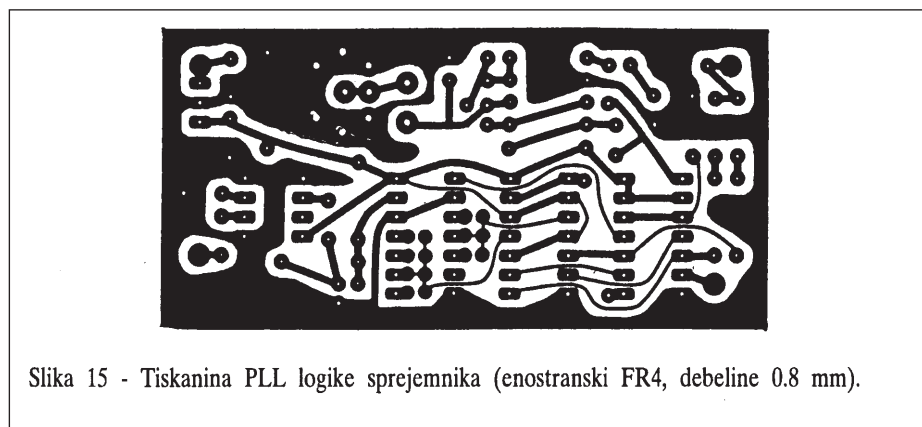
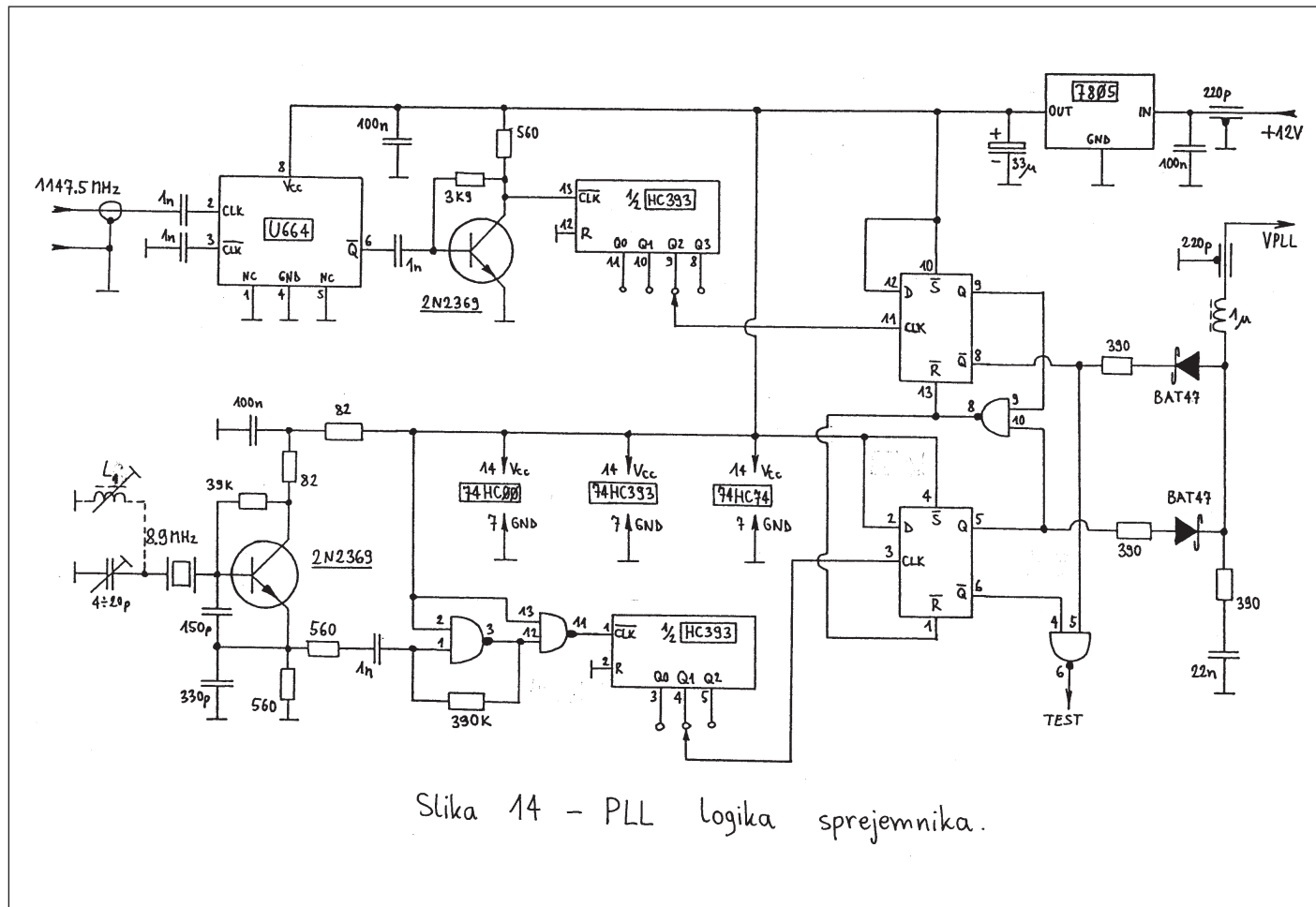
PLL logika je zgrajena na enostranski tiskanini z izmerami 40 mmX80mm, ki je prikazana na Sliki 15. Razporeditev sestavnih delov PLL

logike sprejemnika je skoraj nespremenjena, izjema je le dodana dušilka 1uH pod tiskanim vezjem, kot je to prikazano na Sliki 16.

Gradnja in uglaševanje sprejemnega konverterja za 13cm sta bila natančno opisana v CQ ZRS 6-93, zato tu opisa ne bom ponavljal. Pri medfrekvenci 75MHz ima konverter nekoliko slabše šumno število, pa tudi dušenje zrcalne frekvence ni več zadostno. K dušenju zrcalne frekvence sicer pripomore pasovno sito v visokofrekvenčni glavi. Po drugi strani pa lahko prav to sito povzroči samoosciliranje ojačevalnika s tranzistorjem CFY30. Proti takšnim samooscilacijam pomaga predvsem znižanje induktivnosti tuljave L2 na vratih CFY30.

7. Medfrekvenca sprejemnika 75/10MHz

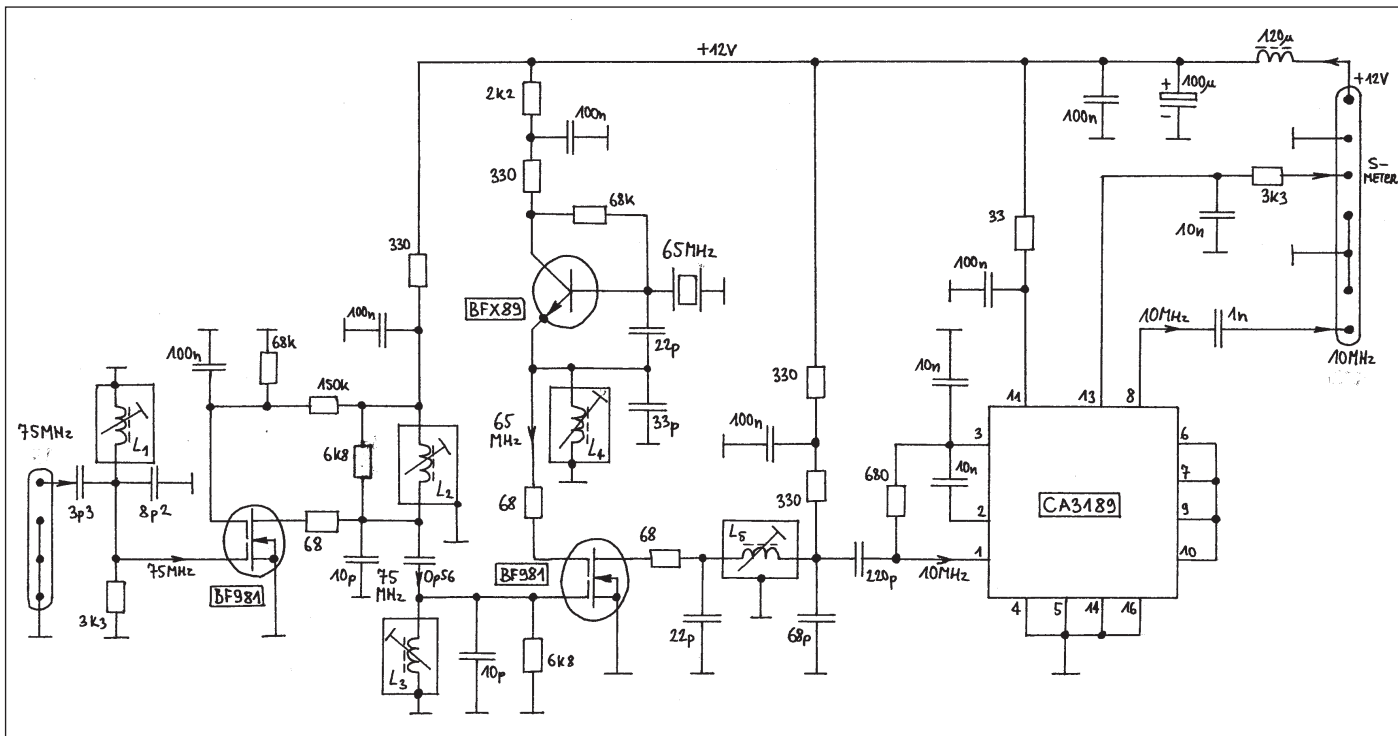
Električni načrt medfrekvence spre-



jemnika je prikazan na Sliki 17. Med-frekvenčni del sprejemnika sestavljajo MOSFET ojačevalnik na 75MHz, kristalni oscilator na 65MHz, drugi mešalnik s še enim MOSFET-om in končno 10MHz ojačevalnik z integriranim vezjem CA3189.

Za sprejem 1.2Mbit/s PSK signala potrebujemo medfrekvenčno sito širine približno 2MHz. Večino selektivnosti celotnega sprejemnika prispeva ojačevalnik na 75MHz, bolj točno sito med tem ojačevalnikom in drugim mešalnikom s tuljavama L2 in L3. Manjši del selektivnosti prispevata še nihajna kroga s tuljavama L1 na 75MHz in L5 na 10MHz, vendar je poglavitna naloga teh dveh nihajnih krogov dušenje motenj daleč proč od željenih signalov. Ojačenje celotne medfrekvenčne verige je celo nekoliko previsoko, vendar kljub temu veriga deluje stabilno. V oscilatorju je uporabljen overtonski kristal za 65MHz, ki ima osnovno resonanco okoli 13MHz. Tuljava L4 preprečuje nihanje kristala na osnovni frekvenci in na tretjem overtону okoli 39MHz.

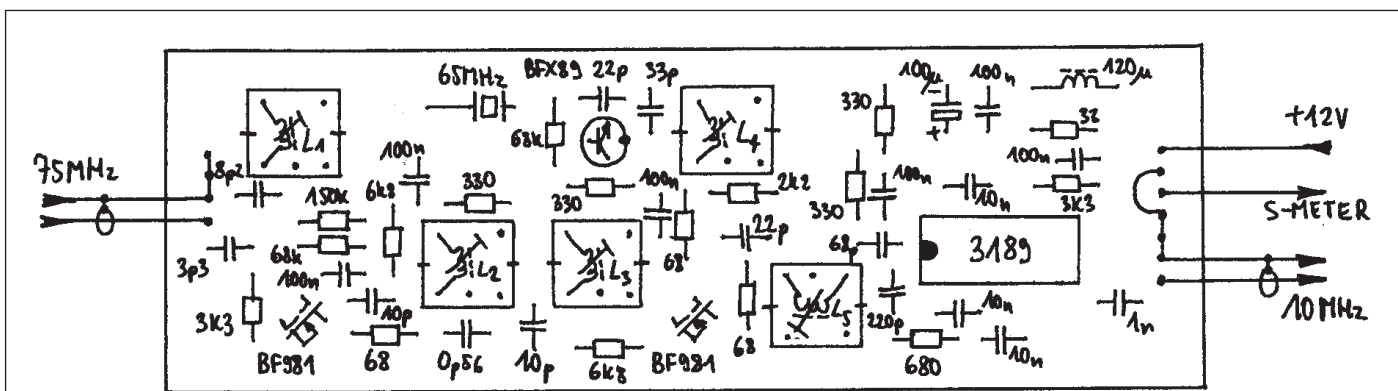
Integrirano vezje CA3189 vsebuje verigo ojačevalnih stopenj z zelo visokim ojačenjem na 10MHz. V opisani PSK postaji deluje CA3189



Slika 17 - Medfrekvenca sprejemnika 75/10 MHz.



Slika 18 - Tiskanina medfrekvence sprejemnika (enostranski FR4, debeline 1.6 mm).



Slika 19

Razporeditev sestavnih delov medfrekvence sprejemnika.

kot omejevalnik, saj omejevanje ne popačuje PSK signalov. Kljub temu, da ojačenje CA3189 hitro upada z rastočo frekvenco, moramo preprečiti, da preostali signal lokalnega oscilatorja na 65MHz na izhodu mešalnika ne prekmili 10MHz ojačevalnika, za kar poskrbi nizkoprepustno sito s tuljavo L5. CA3189 ima tudi izhod za S-meter z logaritemsko skalo, ki še posebno prav pride pri uglaševanju sprejemnika.

Medfrekvenca sprejemnika je zgrajena na enostranski tiskanini z izmerami 40mmX120mm, ki je prikazana na Sliki 18. Ustrezna razporeditev sestavnih delov je prikazana na Sliki 19. Tuljave L1, L2, L3 in L4 so navite na podstavkih TV medfrekvenčnih transformatorjev za 36MHz z nastavljivim feritnim vijakom v sredini tulca s štirimi prekati in feritno kapico ter pokrovčkom 10mmX10mm.

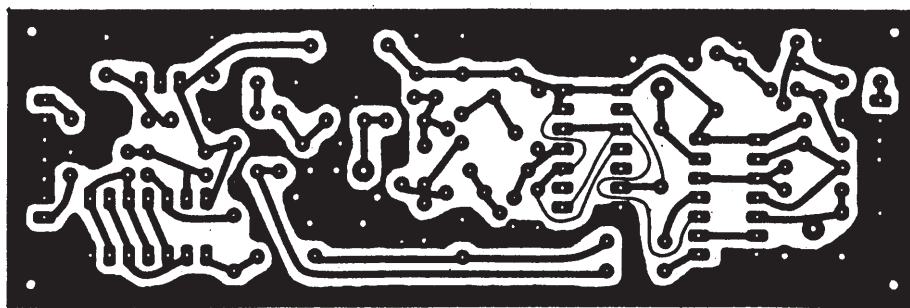
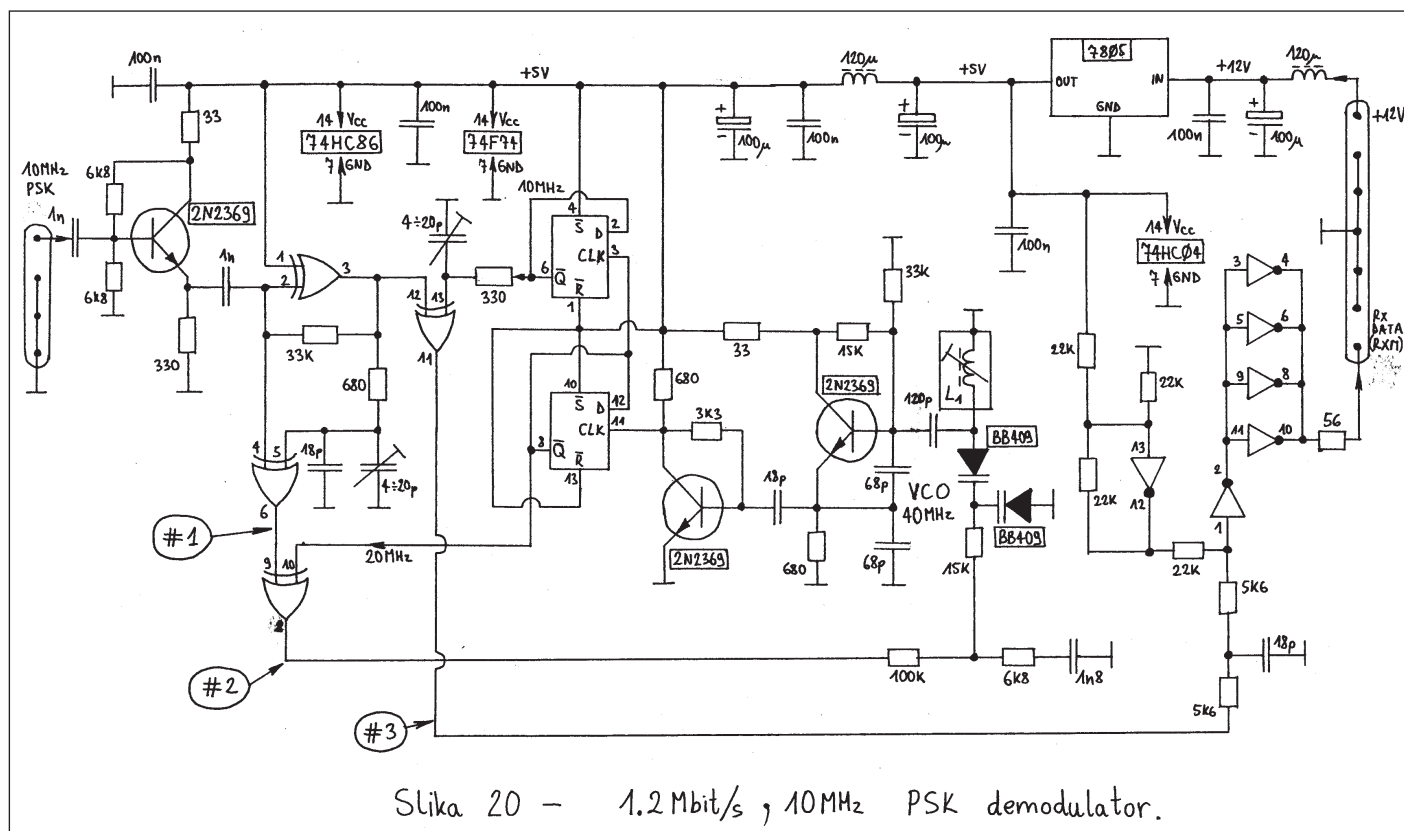
L1, L2, L3 in L4 imajo vsaka po 5 ovojev žice 0.15mm CuL v gornjem prekatu tulca. L5 ima 25 ovojev žice 0.15CuL na podstavku 10.7MHz medfrekvenčnega transformatorja z nepomičnim feritnim tulcem v sredini, nastavljivo feritno kapico in pokrovčkom 10mmX10mm.

Pri uglaševanju medfrekvenčne verige najprej preverimo delovanje kristalnega oscilatorja, ki mora nihati na 65MHz in ne na kakšni drugi rezonanci kristala, kar dosežemo z L4. Vse ostale nihajne kroge s tuljavami L1, L2, L3 in L5 nastavimo preprosto za največje ojačenje. Ker te iste tuljave določajo selektivnost sprejemnika, moramo opraviti nastavitve s primernim izvorom signala na 75MHz: signal generator ali grid-dip meter. Lastnega šuma postaje oziroma drugih šumnih izvorov ne moremo uporabiti v ta namen.

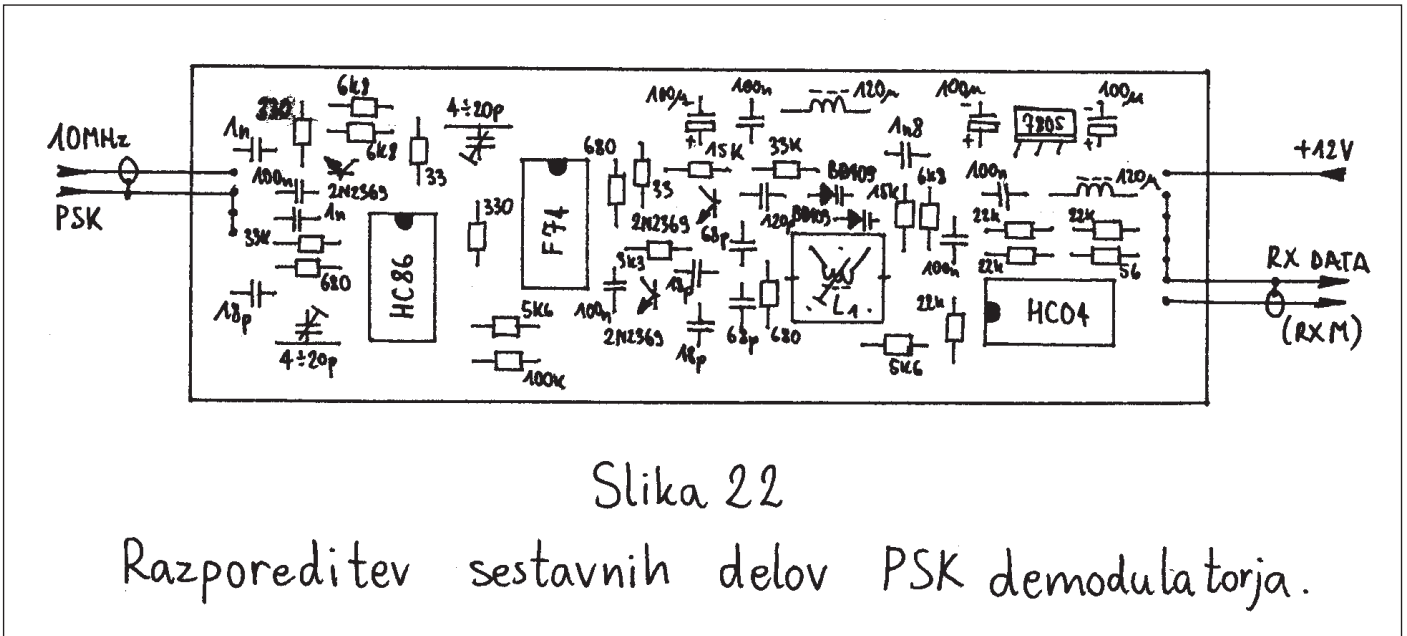
8. 1.2Mbit/s, 10MHz PSK demodulator

Od vseh sestavnih enot PSK radijske postaje je najmanj znano prav vezje PSK demodulatorja. Vezje PSK demodulatorja dopušča tudi številne različne tehnične rešitve. Vezje, prikazano na Sliki 20, je verjetno eden izmed najenostavnejših koherentnih PSK demodulatorjev. Po načinu delovanja je prikazani demodulator zanka s kvadriranjem signala (squaring loop), kot mešalniki pa so uporabljena EXOR vrata iz vezja 74HC86.

Vhodni medfrekvenčni signal na 10MHz je treba najprej ojačiti na TTL logični nivo, za kar najprej poskrbi emitorski sledilnik s tranzistorjem 2N2369, za njim pa ena od vrat vezja 74HC86 (nožice 1, 2 in 3). Nato medfrekvenčni signal množimo s svo-



Slika 21 - Tiskanina PSK demodulatorja (enostranski FR4, debeline 1.6 mm).



Slika 22

Razporeditev sestavnih delov PSK demodulatorja.

jo zakasnjeno inačico (kvadriramo) v EXOR vratih z nožicami 4, 5 in 6. Zakasnitev signala dosežemo z RC vezjem. Na izhodu 6, merilna točka #1, dobimo dvakratno frekvenco nosilca brez PSK modulacije, ki je zaradi podvojevanja frekvence izginila. Fazni zasuk 180 stopinj se namreč pri podvojevanju frekvence pretvori v 360 stopinj oziroma povsem izgine.

Signal v točki #1 sicer vsebuje močno spektralno komponento na dvojni frekvenci nosilca 20MHz, a tudi veliko šavja in šuma. Kot frekvenčno pasovno sito uporabimo fazno sklenjeno zanko, ker je v takšni zanki fazni zamik med vhodnim in izhodnim signalom točno določen. Kot fazni primerjalnik uporabimo še en mešalnik, to je še ena EXOR vrata (nožice 8, 9 in 10). VCO deluje na frekvenci 40MHz, da dobimo po deljenju z dva (polovica vezja 74F74) na frekvenci 20MHz lepo oblikovan pravokotnik.

Obnovljeni nosilec PSK signala dobimo s še enim deljenjem frekvence z dva, kar opravi druga polovica vezja 74F74. Končno demodulacijo PSK signala opravijo preostala EXOR vrata vezja 74HC86 (nožice 11, 12 in 13). Zaradi deljenja z dva je faza obnovljenega nosilca nedoločena 0 ali 180 stopinj. Tej nedoločenosti faze nosilca oziroma polaritete izhodnega signala se pri 0/180 stopinjski PSK modulaciji ne moremo izogniti.

Na srečo uporabljamo v packet-radiu NRZI (diferencialno) kodiranje, kjer predstavljajo prehodi logičnega nivoja ničle, konstanten nivo pa enice. Polariteta signala je nepomembna, zato opisana hiba 0/180 PSK

modulacije ne predstavlja nikakršne omejitve za packet-radio zvezo. Omejitve moramo seveda upoštevati pri načrtovanju skramblerjev, deskramblerjev in drugih vezij, ki obdelujejo NRZI signal.

PSK demodulatorju sledi nizkoprepustno RC sito, ki odstrani še zadnje ostanke nosilca. Situ sledi ojačevalnik s 74HC04, ki demodulirani PSK signal ojači na TTL nivo in krmili 75-ohmski kabel do enote bitne sinhronizacije. PSK sprejemnik torej razpolaga le z digitalnim izhodom, zvočnika ali slušalke zato nima smisla priključiti na izhod.

PSK demodulator je zgrajen na enostranski tiskanini z izmerami 40mmX120mm, ki je prikazana na Sliki 21. Ustrezna razporeditev sestavnih delov je prikazana na Sliki 22. Pri izbiri sestavnih delov pazimo predvsem na to, kaj vgradimo v VCO. Kondenzatorji VCOja naj bojo po možnosti NPO keramični ali stirofleks z majhnim temperaturnim koeficientom. Tuljava VCO-ja L1 je navita na podstavku TV medfrekvenčnega transformatorja z nastavljenim feritnim vijakom sredi tulca s štirimi prekati in plastično kapico ter pokrovčkom 10mmX10mm. L1 ima 6 ovojev žice 0.15mm CuL v gornjem prekatu tulca.

Uglaševanje PSK demodulatorja začnemo z nastavitvijo zakasnitve podvojevalnika frekvence vhodnega signala. Na merilno točko #1 priključimo voltmeter preko VF dušilke. Kapacitivni trimmer na nožici 5 vezja 74HC86 nastavimo tako, da izmerimo 2.5V enosmerne napetosti na točki #1, ko je na vходу PSK demodulatorja prisoten šum sprejemnika ozi-

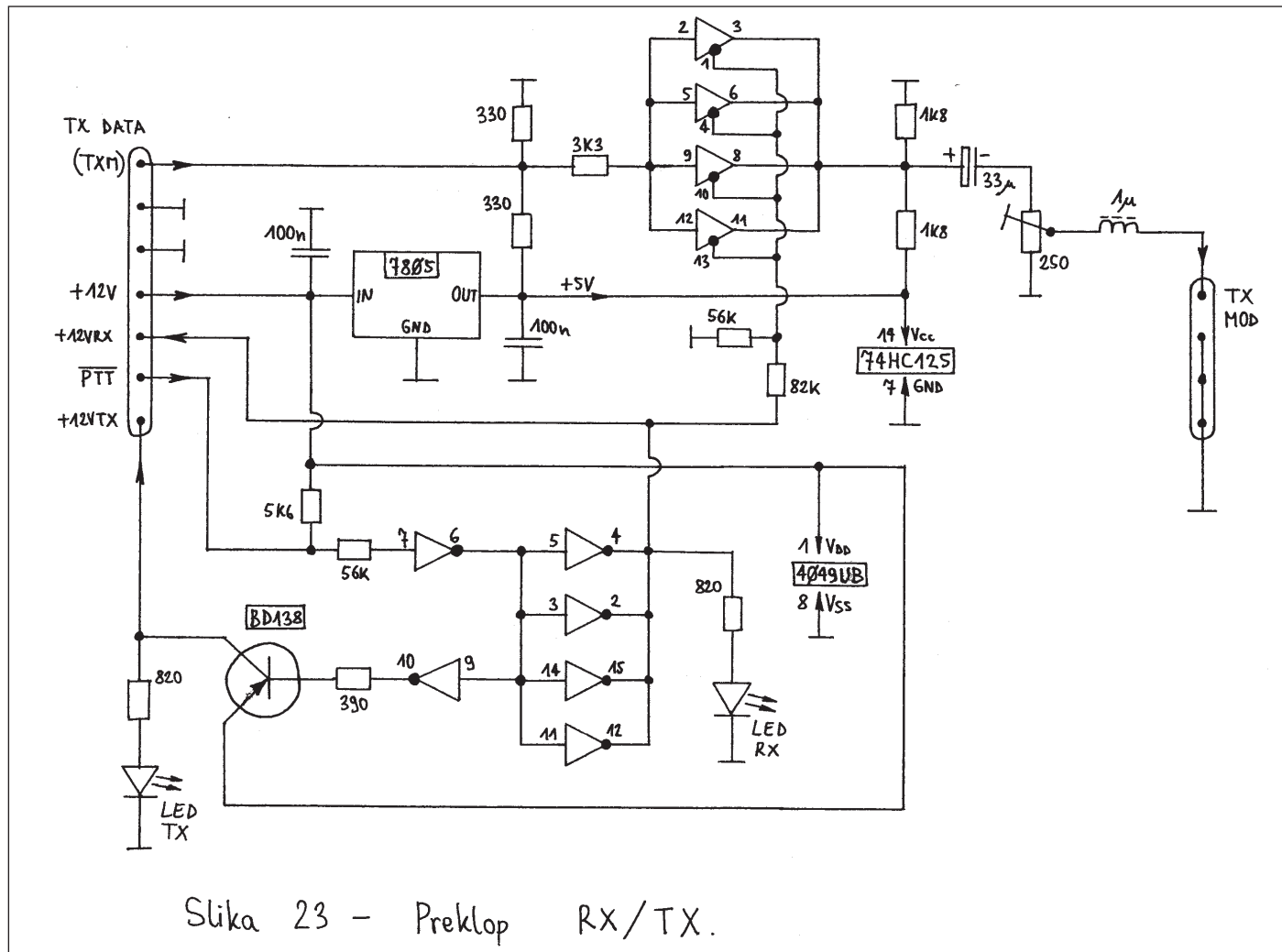
roma veljaven PSK signal.

Nato v grobem nastavimo L1 brez vhodnega signala tako, da VCO niha na 40MHz. Nato privedemo veljaven PSK signal in pomerimo enosmerno napetost na merilni točki #2, spet preko VF dušilke. Napetost na točki #2 mora slediti majhnim premikom jedra L1, ko je PLL ulovljen. Jedro L1 potem dokončno nastavimo tako, da dobimo v ujetem stanju v točki #2 natančno 2.5V oziroma povsem enako napetost, ko PLL ni ujet in je na vrodu prisoten le šum.

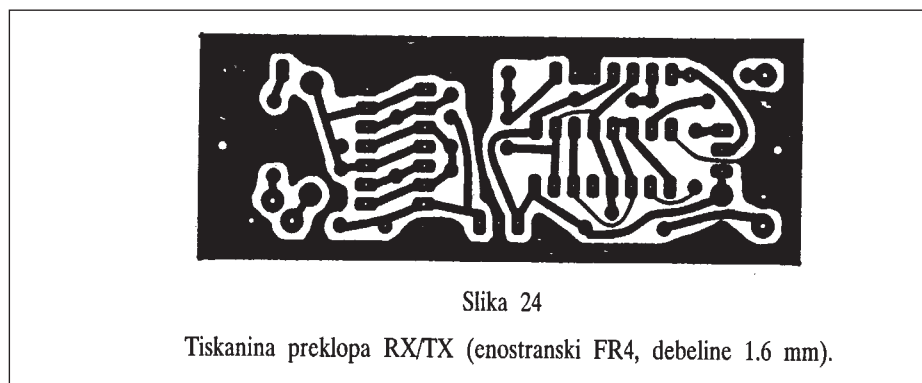
Končno nastavimo še fazo demodulatorja. Na točko #3 priključimo preko VF dušilke osciloskop in na vhod vezja privedemo veljaven PSK signal. Kapacitivni trimmer na nožici 13 vezja 74HC86 nastavimo tako, da dobimo na osciloskopu najvišjo amplitudo demoduliranega signala. Brez osciloskopa nastavimo fazo z voltmetrom na točki #3 tako, da demodulator krmilimo z nedomuliranim nosilcem in s trimmerjem na nožici 13 poiščemo maksimum ali minimum napetosti, odvisno pač od tega, kako se je ujel PLL.

9. Preklop RX/TX

Preklop napajanja in še nekaj dodatnih vezij je zbranih v enoti preklop RX/TX, ki je prikazana na Sliki 23. Večna vezij sprejemnika se sicer stalno napaja z napetostjo +12V. Preklop zato vklaplja le vezja oddajnika (+12VTX) in istočasno izklaplja le visokofrekvenčni predojačevalce sprejemnika (+12VRX). Preklopi so izvedeni s CMOS vezjem 4049UB, le vklop oddajnika potre-

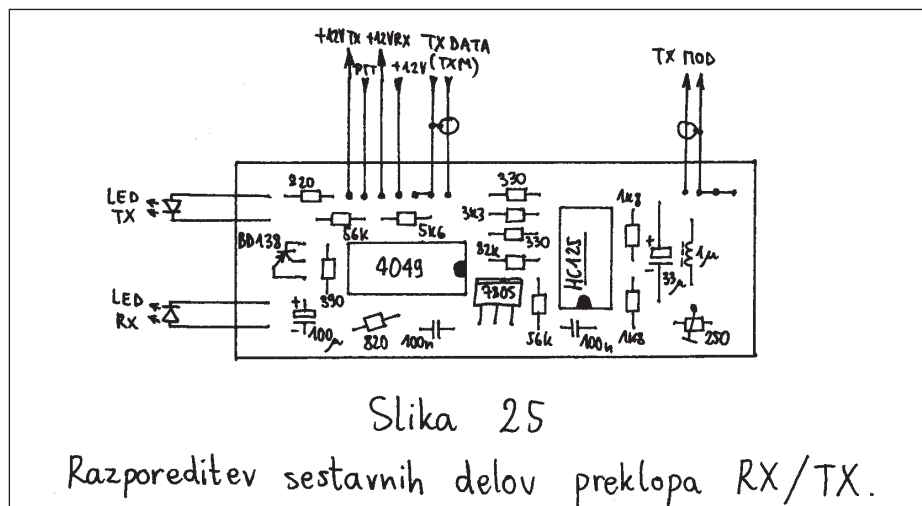


Slika 23 - Preklop RX/TX.



Slika 24

Tiskanina preklopa RX/TX (enostranski FR4, debeline 1.6 mm).



Slika 25

Razporeditev sestavnih delov preklopa RX/TX.

buje še PNP tranzistor BD138 zaradi večje porabe toka.

Krmiljenje preklopa gre preko PTT voda, ki je podobno kot pri običajnih radijskih postajah stikalo, ki se sklene na maso. Antenski preklopnik s PIN diodama se enostavno krmili z napetostjo +12V_{TX} in ne potrebuje posebnih krmilnih signalov. Ker deluje večina vezij sprejemnika tudi na oddaji, lahko delovanje večine vezij sprejemnika (konverter s PLL-jem, PSK demodulator ipd) preizkusimo s signalom lastnega oddajnika, ki zaradi neizbežnega presluha prodre v vhod sprejemnika.

Enota preklop RX/TX vsebuje še krmilno vezje za PSK modulator oddajnika. Vhodni digitalni TTL signal se ojači z vezjem 74HC125, sledi trimer za nastavitev jakosti modulacije in nizkoprepustno sito z dušilko 1µH. Jakost modulacije nastavimo ob uglaševanju PSK modulatorja enostavno tako, da dosežemo največjo izhodno moč oddajnika.

Vezje 74HC125 sicer dobiva napajalno napetost +5V tudi na sprejemu, izhodi tega vezja pa so tedaj onesposobljeni preko ustreznih krmilnih vhodov. Upora 1.8kohm

poskrbita za to, da je tantalov sklopni kondenzator 33uF vedno naelektrjen na 2.5V, da je čas preklopa na oddajo čimmanjši. Kondenzator 33uF sicer predstavlja edini kapacitivni sklop za digitalni signal v celotni radijski postaji. Vsi ostali sklopi dopuščajo prenos enosmerne komponente digitalnega signala.

Preklop RX/TX je zgrajen na enostranski tiskanini z izmerami 30mmX80mm, ki je prikazana na Sliki 24. Ustrezna razporeditev sestavnih delov je prikazana na Sliki 25. Tiskana ploščica je predvidena za vgradnjo na prednjo ploščo radijske postaje in zato nosi obe lediki RX in TX.

10. Gradnja 13cm PSK radijske postaje

Gradnja PSK radijske postaje prav gotovo predstavlja nekaj novega za nas radioamaterje, mikrovalovne frekvence pa so še dodaten izvor težav. Razen skrbnega načrtovanja električnih vezij je zato treba že od vsega začetka razmišljati o mehanski konstrukciji posameznih enot in celotne radijske postaje. Zaradi slabih preteklih izkušenj sem pri opisani radijski postaji mogoče celo pretiraval v nasprotni smeri in kon-

strukcijo po nepotrebem zakomplical s številnimi oklopi, kondenzatorji skozniki ipd.

PSK radijska postaja je vgrajena v ohišje z izmerami 320mm (širina) X 175mm (globina) X 32mm (višina). Razporeditev sestavnih enot 13cm radijske postaje je prikazana na Sliki 26, vključno z vtičnicami in povezavami na prednji plošči. Ohišje je sestavljeno iz dveh "U"-jev iz aluminijeve pločevine. Dno, prednja in zadnja plošča so iz 1mm debelega aluminija, pokrov in obe stranici pa iz 0.6mm debelega aluminija. Pri tem znaša globina pokrova 190mm, da sega po 7.5mm preko prednje in zadnje plošče.

Posamezne enote PSK radijske postaje so z izjemo preklopa RX/TX vgrajene v oklopljena ohišja iz medeninaste pločevine debeline 0.5mm. Posamezna tiskana vezja so zacinjena v okvir iz medeninaste pločevine, na katerega se natakne medeninast pokrov, kot je to prikazano na Sliki 27. Ohišje posamične enote se potem pritrdi s štirimi samoreznimi vijaki za pločevino na dno ohišja postaje. Višina ohišja postaje je tako izbrana, da pokrov celotne postaje pritiska na pokrovčke posameznih enot, ki zato ne potrebujejo posebne pritrditve.

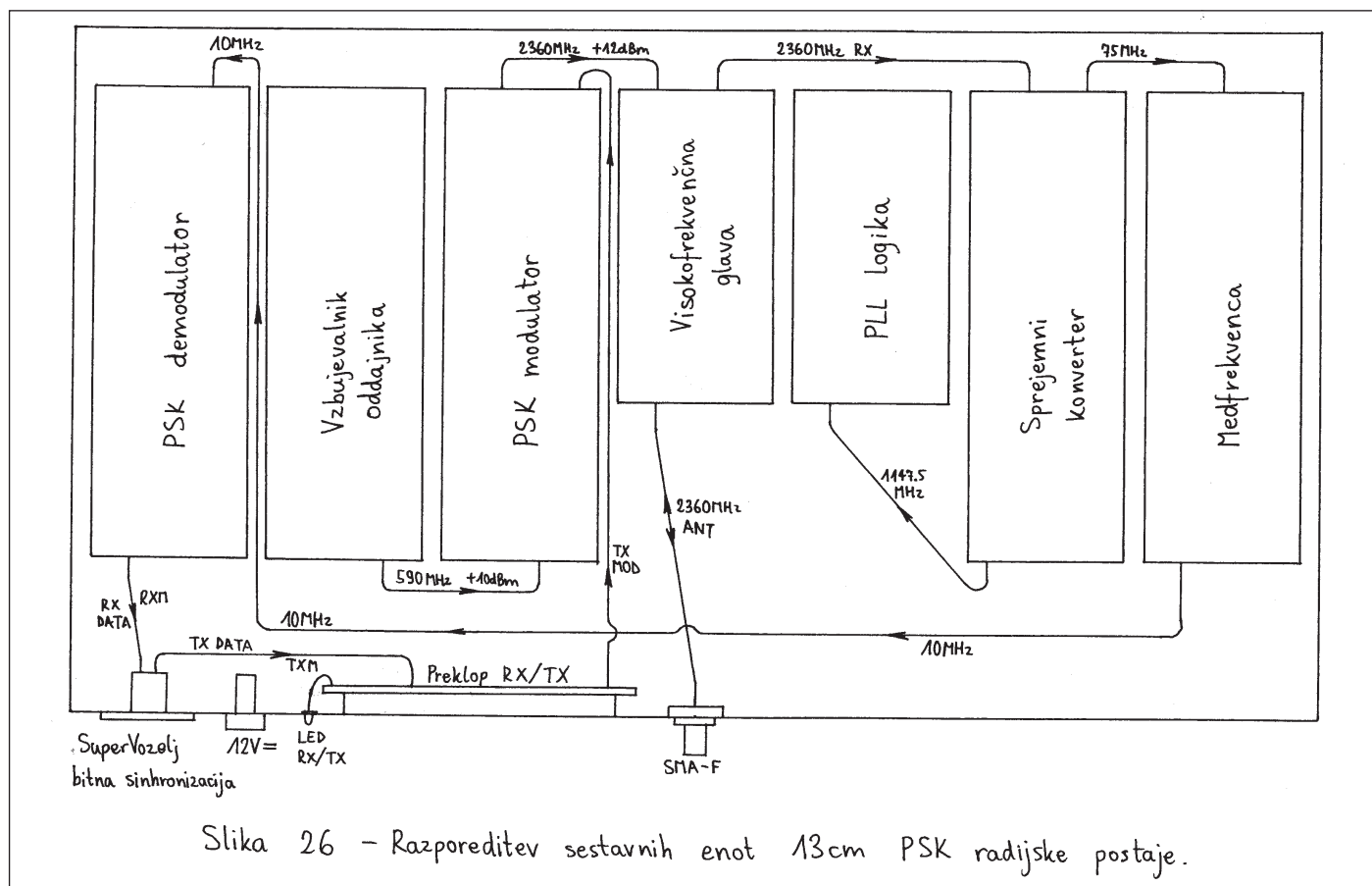
Seveda lahko dosežemo učinkovito

oklapanje posamičnih enot le s primerno izvedbo vseh električnih povezav. Napajanje in nizkofrekvenčne povezave so napeljani skozi kondenzatorje skoznike (220pF ali več) v krajših stranicah medeninastih škatlic. Visokofrekvenčne povezave so izvedene s tankimi teflonskimi koaksialnimi kabelčki (RG-188 ipd), katerih oklop mora biti dobro zacinjjen na medeninasto pločevino pri vstopu v škatlico.

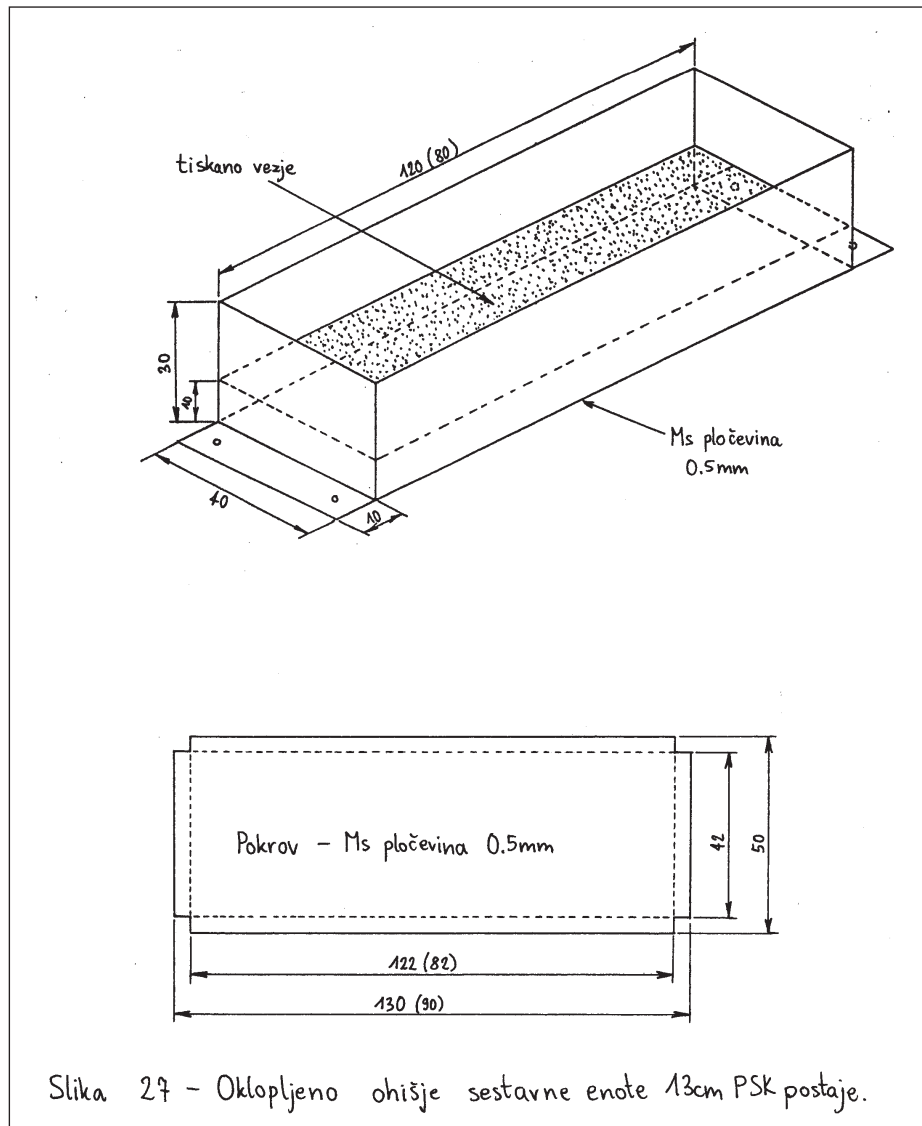
Opisana PSK radijska postaja verjetno predstavlja tudi prvo resno srečanje s SMD sestavnimi deli. Žal drugače preprosto ne gre: dobre visokofrekvenčne lastnosti mikrovalovnih polprevodnikov lahko dosežemo edino v primerno MAJHNIH ohišjih. Na Sliki 28 so predstavljena ohišja in razporeditve priključkov uporabljenih polprevodnikov v opisani PSK radijski postaji. Pozor na točne tipske oznake polprevodnikov in na oznake na ohišjih, ki so zaradi pomanjkanja prostora nujno drugačne!

11. Rezultati poskusov

Opisana zasnova PSK radijske postaje še zdaleč ni najenostavnejša in tudi ni tista, ki bi nudila najboljše lastnosti. Takšno zasnovo radijske postaje sem izbral predvsem zaradi zanesljivi-



Slika 26 - Razporeditev sestavnih enot 13cm PSK radijske postaje.



Slika 27 - Oklopljeno ohišje sestavne enote 13cm PSK postaje.

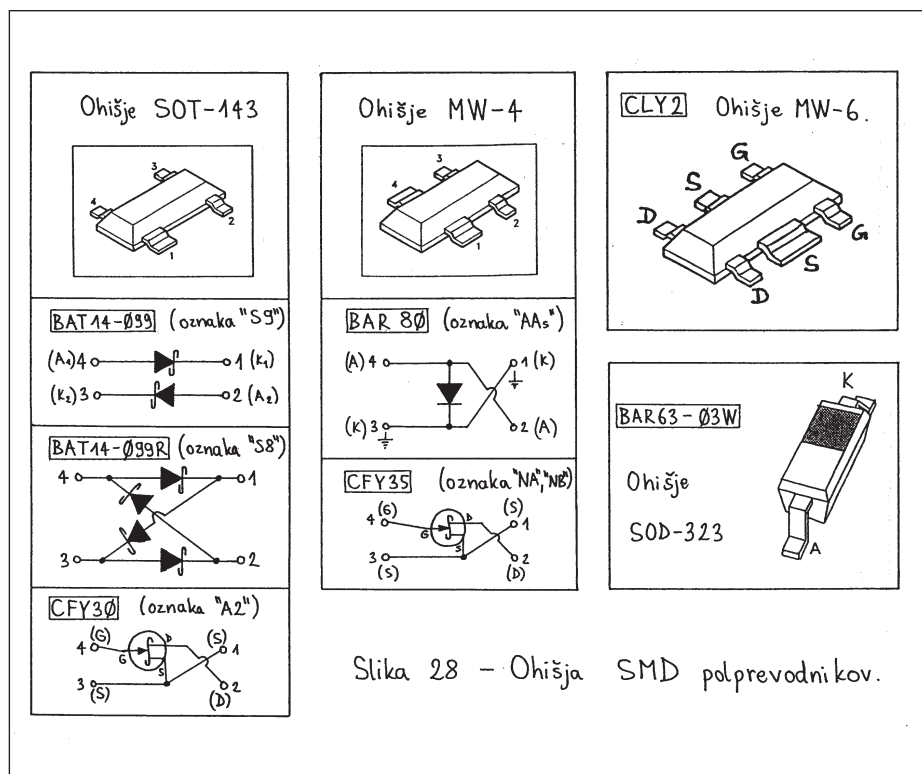
vosti delovanja in enostavnega ugleševanja, kar je pri uvajanju povsem nove

tehnike verjetno najpomembnejše. Po dobrem mesecu preizkusov na resnični radijski poti dolžine sicer komaj 6km, a brez optične vidljivosti (zakritost večja od desete Fresnelova cona) so se štiri zgrajene PSK postaje dobro izkazale. Zaradi številnih uklonov in odbojev zveza sicer ni stalna, a v takšnih pogojih je presih polja pričakovan pojav. Na isti radijski poti je sprejem UHF TV pretvornika zelo slab, ker številni odbiti valovi onemogočajo celo vrstično sinhronizacijo.

V bodočnosti pričakujem predvsem enostavnejše radijske postaje. PSK sprejemnik lahko izdelamo tudi kot sprejemnik z neposrednim mešanjem (direct conversion) brez kakršnekoli medfrekvence. Takšen sprejemnik je enostavnejši in lahko ima več skupnih mikrovalovnih vezij z oddajnikom, kar znatno poenostavi celotno radijsko postajo. Hiba sprejemnika z neposrednim mešanjem je, da ne more prenašati enosmerne komponente in torej nujno potrebuje skrambliranje podatkov pred oddajo in deskrambliranje na sprejemu, kar pa opisana enota bitne sinhronizacije (CQ ZRS 3/95) že zna narediti.

Končno, opisana PSK radijska postaja je "komaj" dosegla zastavljeni cilj: vzpostaviti packet-radio zvezo uporabne dolžine v resničnih pogojih razširjanja radijskih valov s hitrostjo višjo od 1Mbit/s, oziroma več kot stokrat hitreje od tistega, kar danes radioamaterji po svetu imenujejo hitri packet (9600bps G3RUH modem). Če se drugod po svetu večinoma niso ogreli za naš 38.4 kbit/s WBFM/ Manchester sistem packet radia, je razkorak v hitrosti prenosa podatkov, učinkovitosti izkoriščanja moči oddajnika in izkoriščanja radiofrekvenčnega spektra PSK radijske postaje tako velik, da bojo zagovorniki G3RUH modemov težko našli kakršenkoli izgovor.

Opisana PSK radijska postaja seveda niti zdaleč ni dokončana: pravi lov na napake in izboljšave sistema se šele začena. Vse brihtne glave, ki so že zdavnaj znale razložiti, kako narediti megabitni packet-radio, pa bi spomnili na slovenski pregovor, ki razlaga razliko med gospodom Skoraj, ki ni še nikoli ujel zajca, in gospodom Komaj, ki je zajca že ujel...



Slika 28 - Ohišja SMD polprevodnikov.

Popravki, predelave in preizkus 13cm PSK radijske postaje

Matjaž Vidmar, S53MV

V članku "13cm PSK radijska postaja za hitri packet-radio", objavljenem v CQ ZRS 4/95, sem opazil nekaj manjših napak na načrtih, ki jih tule popravljam. Razen tega bom opisal nekaj koristnih predelav, ki lahko izboljšajo delovanje postaje. Končno bom opisal preizkusno vezje, ki se je izkazalo zelo uporabno pri uglaševanju in preizkušanju PSK radijskih postaj.

Na objavljenih načrtih sem opazil nekaj napak predvsem na skicah razporeditev sestavnih delov. Na sliki 4, "Razporeditev sestavnih delov vzbujevalnika oddajnika", sta med sabo zamenjana dva sestavna dela: upor 470ohm in zener dioda 8V2. Na sliki 7, "Razporeditev sestavnih delov PSK modulatorja", manjka oznaka kondenzatorja 10pF na bazi tranzistorja BFR96. Razen tega manjka na isti sliki tudi upor 8.2kohm iz L14 oziroma vrat CFY30 na maso. Na sliki 10, "Razporeditev sestavnih delov visokofrekvenčne glave, manjka oznaka kondenzatorja 8.2pF med L7 in L8. Na sliki 13, "Razporeditev sestavnih delov sprejemnega konver-

terja", manjka oznaka upora 39ohm v napajanju VCOja.

Predelave se nanašajo v glavnem na sprejemni konverter (glej sliko 11 v CQ ZRS 4/95). VF ojačevalnik s tranzistorjem CFY30 rad samooscilira, proti temu pojavu pa učinkuje le zmanjšanje induktivnosti tuljave L2 ter s tem zmanjšanje ojačenja stopnje. Za stabilno delovanje mora biti L2 le žični "U" primernih izmer.

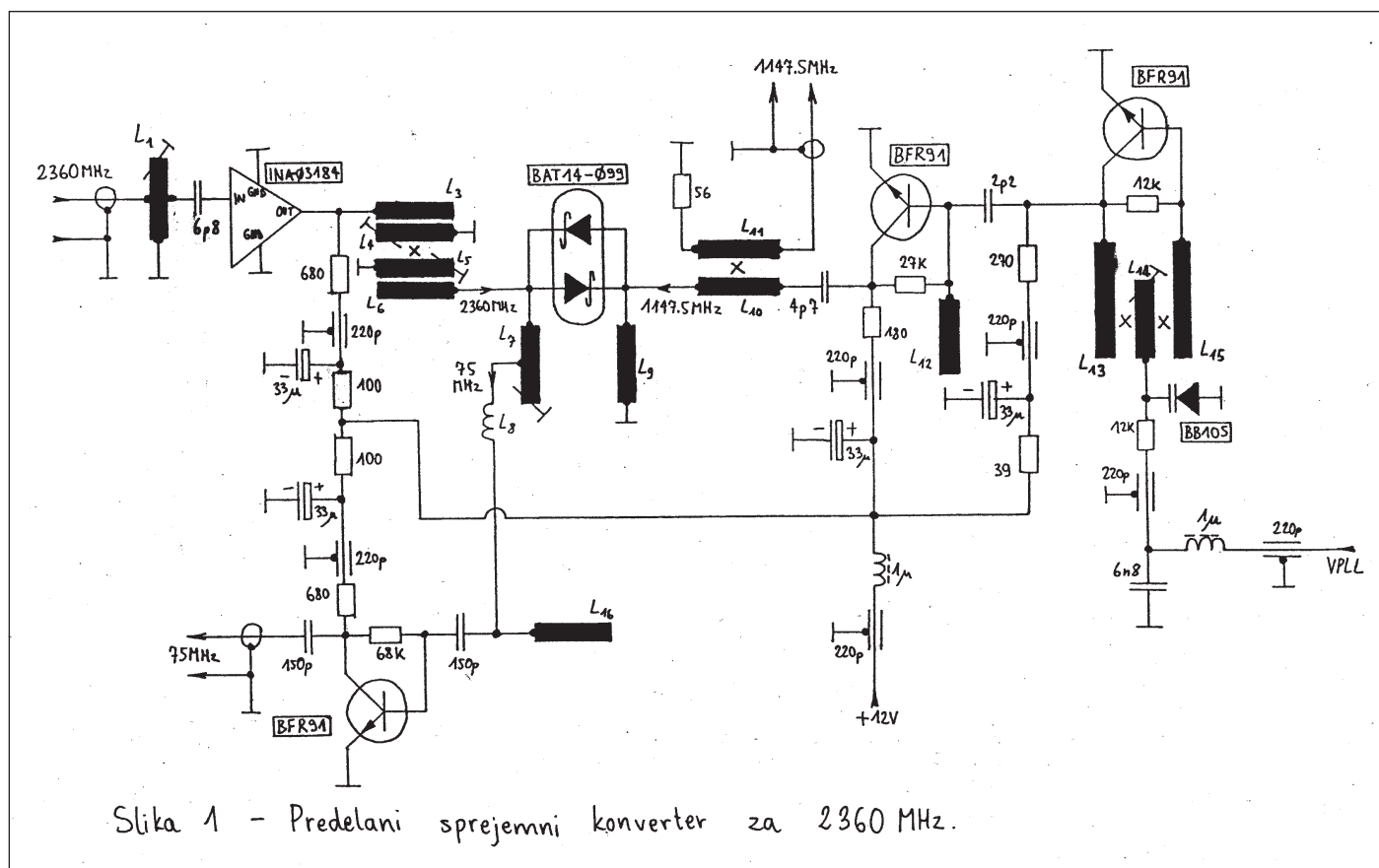
Še boljše se obnese zamenjava GaAs tranzistorja CFY30 z integriranim vezjem INA-03184 (proizvajalec Avantek). INA-03184 je Si ojačevalnik s precej večjim ojačenjem (25dB) in nekoliko višjim šumnim številom (4dB), zaradi notranje povratne vezave pa ta sestavni del nerad samooscilira. Uporaba INA-03184 zato poenostavi uglaševanje celotnega sprejemnika, v praktičnih poskusih pa so se sprejemniki z INA-03184 izkazali tudi bolj občutljivi, saj višje ojačenje bolje prekrije šum mešalnika.

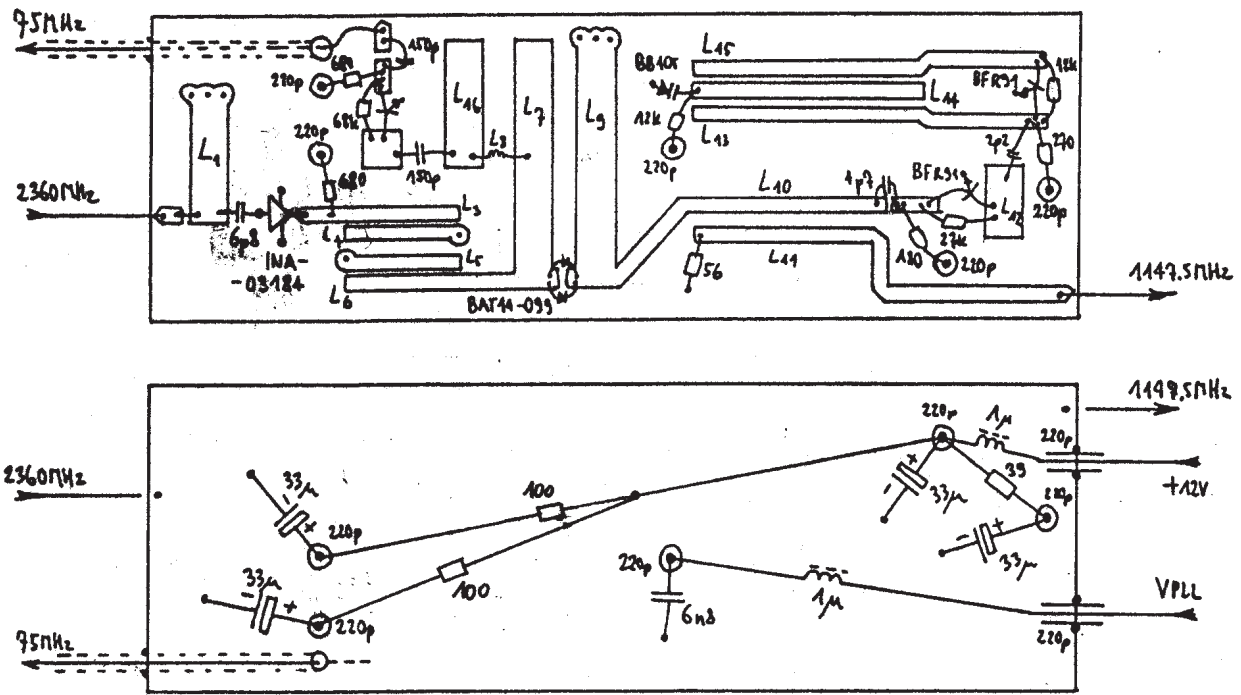
Zamenjava CFY30 z INA-03184 je prikazana na sliki 1. INA-03184 dela s tokom komaj 10mA, pri tem pa

znaša enosmerna napetost na izhodu okoli 4V, na vhodu pa dobimo okoli 0.7V. Spremenjena razporeditev sestavnih delov konverterja je prikazana na sliki 2. Vezje INA-03184 ima štiri priključke, od teh je označen le vhod z nekoliko drugače prirezano nožico in znakom na ohišju, kot je to razvidno na sliki 3.

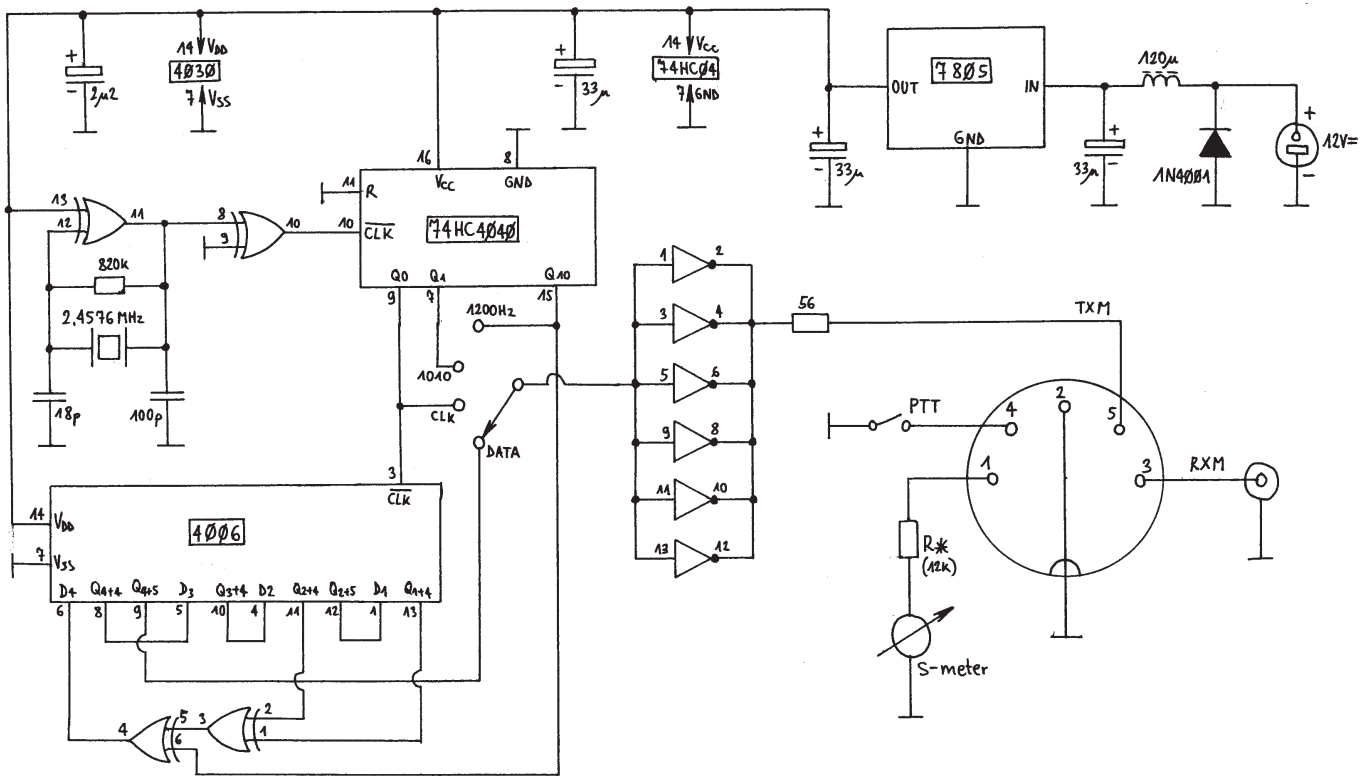
V medfrekvenčni sprejemniku sem zamenjal še BFR90 z BFR91 in oba BF981 s starejšima BF960. Obe zamenjavi sem opravil z namenom zmanjšanja medfrekvenčnega ojačenja, ki je v prvotni postaji nekoliko previsoko, čeprav to ne moti delovanja postaje in ni nikoli privedlo do samoosciliranja vezij sprejemnika.

CFY30 sem poskusil zamenjati tudi v oddajniku z močnejšim ojačevalnikom INA-10386, vendar se ta zamenjava ni obnesla. INA-10386 ima sicer večje ojačenje (ki ga v oddajniku ne potrebujemo), vendar daje za okoli 2dB manjšo izhodno moč. Če pri uglaševanju oddajnika ne moremo doseči navedene izhodne moči in se L1 v visokofrekvenčni glavi (slika 8 v CQ ZRS 4/95) čudno

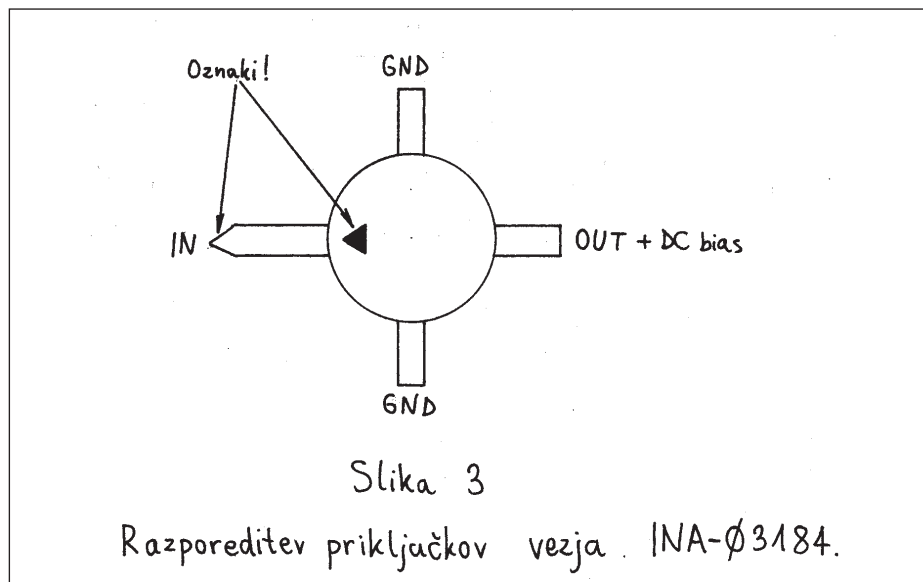




Slika 2 - Spremenjena razporeditev sestavnih delov sprejemnega konverterja za 2360 MHz.



Slika 4 - Preizkusno vezje za 1.2288 Mbit/s PSK radijske postaje.



uglašuje, potem se je treba poigrati z dolžino kabla med PSK modulatorjem in visokofrekvenčno glavo.

Na koncu še par besed o preizkusnem vezju za PSK radijske postaje, ki je prikazano na sliki 4. Opisani PSK oddajnik namreč ne daje skoraj nič izhodne moči brez ustreznega krmiljenja, podobno kot SSB oddajnik. Razen tega potrebujemo za uglaševanje sprejemnika ustrezen izvor PSK signala, kar obi-

čajni mikrovalovni signal-generatorji ne znajo narediti.

Prikazano preizkusno vezje lahko krmili PSK oddajnik z različnimi signali. Sam najpogosteje uporabljam vezje kot izvor skrambliranega PSK signala, ki sicer vsebuje 1200Hz ton. Če na izhod sprejemnika z vezjem bitne sinhronizacije z deskramblerjem priključimo slušalke, lahko na sprejemni strani ocenimo pogostnost napak kar iz prasketanja na 1200Hz

tonskem signalu.

Modulacijo s taktno frekvenco 1228.8kHz oziroma z vzorcem "1010" (frekvenca 614.4kHz) uporabljamo za preizkus bitne sinhronizacije ter za meritev dušenja neželenega preostalega nosilca oddajnika s spektralnim analizatorjem. Končno ostane še neposredna modulacija s 1200Hz tonom brez skrambliranja. Ta zadnji način delovanja uporabimo za preizkus simetrije PSK demodulatorja: v slučaju nesimetrije bo pogostnost napak (prasketanje v slušalkah) dosti večja kot v slučaju skrambliranega signala.

Preizkusno vezje sem zgradil na univerzalni ploščici z luknjicami v rastru 2.54mm, zato zanj ne obstaja tiskano vezje. Preizkusno vezje je sicer vgrajeno v aluminijasto škatlico z enako 5-polno/180-stopinjsko DIN vtičnico kot bitna sinhronizacija. Celotno vezje vsebuje še PTT stikalo za preklon sprejem/oddaja in S-meter za sprejemnik. Upor R* seveda nastavimo tako, da smiselno izkoristimo celotno skalo S-metra pač glede na občutljivost uporabljenega inštrumenta z vrtljivo tuljavico.

Uporabniška 23cm PSK radijska postaja za 1.2Mbit/s

Matjaž Vidmar, S53MV

1. Enostavnejši PSK RTX za uporabnike

V glasilu CQ ZRS 4/95 sem predstavil mojo prvo "megabitno" PSK radijsko postajo za packet-radio v frekvenčnem področju 13cm. Opisane 13cm postaje so se čez zimo dobro obnesle: nobenih okvar in nobenih izpadov zvez. Tudi takrat ne, ko so izpadle 70cm in 23cm zveze zaradi snega in ledu na antenah. Ko se privadiš na boljše radijske postaje in višje hitrosti, poti nazaj seveda ni več.

Naslednji smiselni korak je seveda megabitni packet-radio za uporabnike. Opisana 13cm radijska postaja sicer deluje brezhibno, zahteva pa ogromno dela pri sestavljanju in precej znanja za uglasovanje, kar je za običajnega uporabnika skoraj nedosegljivo. Cilj tega članka je torej poiskati enostavnejšo radijsko postajo, ki pa naj ohranja vse dobre lastnosti PSK modulacije.

Enostavnejšo PSK radijsko postajo lahko izdelamo z neposredno modulacijo v oddajniku in neposrednim mešanjem v sprejemniku, kot je to prikazano na sliki 1. Kot PSK mo-

dulator uporabimo mešalnik (množilnik) kar na končni frekvenci, kot PSK demodulator pa uporabimo Costas-ovo zanko. Takšna radijska postaja ima lahko nekatere stopnje skupne za sprejemnik in oddajnik, na primer kristalni oscilator in verigo množilnih stopenj, kar znatno poenostavlja celoten načrt radijske postaje.

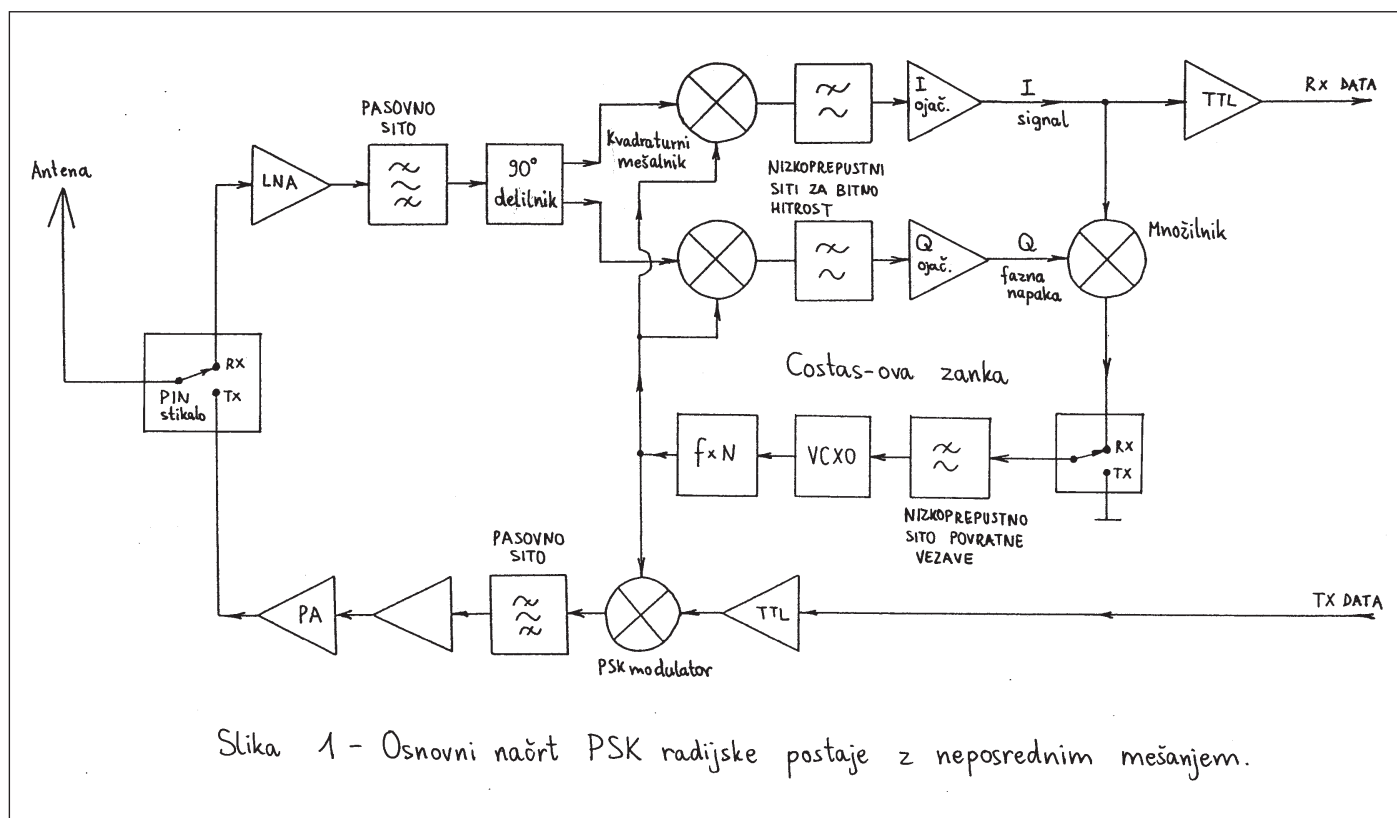
13cm PSK radijska postaja iz CQ ZRS 4/95 že vsebuje neposredno modulacijo na končni frekvenci oddajnika, le sprejemnik vsebuje dvojno mešanje, dve medfrekvenci in kopico medfrekvenčnih lončkov. V takšnem sprejemniku dosežemo večino ojačenja v medfrekvenci, demodulator pa deluje z razmeroma velikimi signali.

Obratno dosežemo večino ojačenja v nizkofrekvenčnem delu sprejemnika z neposrednim mešanjem, po opravljeni demodulaciji signala. Demodulator (mešalnik) deluje z zelo šibkimi signali, saj sprejemnik z neposrednim mešanjem vsebuje nizkošumni VF ojačevalnik (LNA) z majhnim ojačenjem, ki zadošča le za prekrivanje šuma mešalnika (demodulatorja).

Če bi poznali točno frekvenco in fazo nosilca oddajnika, bi potreboval sprejemnik z neposrednim mešanjem le en sam mešalnik za demodulacijo dvofaznega PSK (BPSK) signala. Ker frekvenca resničnega sprejemnika odstopa, potrebujemo povratno zanko, ki bo najprej popravila frekvenco sprejemnika in končno sinhronizirala fazo oscilatorja na nosilec oddajnika. Podatek o fazni napaki, ki bo krmilil povratno zanko, dobimo s pomočjo mešalnika, ki je zamaknjen za četrtno periode nosilca (90 stopinj) glede na demodulator.

V sprejemniku z neposrednim mešanjem delujeta oba mešalnika Costas-ove zanke, demodulator signala in demodulator fazne napake, z zelo nizkimi signali v velikostnem razredu mikrovoltov. Oba demodulirana nizkofrekvenčna signala moramo zato ojačiti vključno z njuno enosmerno komponento. Ker je problem ojačevanja enosmerne komponente težko rešljiv, enosmerno komponento izločimo že v oddajniku s pomočjo skrambliranja podatkov, kar počne enota bitne sinhronizacije, opisana v CQ ZRS 3/95.

Nizkofrekvenčna ojačevalnika sig-



nalov običajno poimenujemo z angleškima kraticama I (In-phase) in Q (Quadrature). Pri sprejemu digitalnih PSK signalov sta lahko oba ojačevalnika zelo enostavna, saj lahko dvonivojski digitalni signal omejemo brez vsakršnega popačenja. I signal pri tem predstavlja kar izhodni signal sprejemnika, produkt I in Q pa uporabimo za krmiljenje frekvenčno/fazne povratne zanke.

Tehnična izvedba opisanega sprejemnika ni prav enostavna. Povratna zanka vsebuje zelo visoko ojačenje (I in Q ojačevalnika), zato lahko postane nestabilna. Ko radijsko postajo preklonimo na oddajo, zanko seveda prekinemo, da niha oscilator na znani, točno določeni frekvenci.

Prototip takšnega sprejemnika z neposrednim mešanjem je sicer deloval povsem v redu, le v kristalnem oscilatorju sem naletel na nepremostljivo težavo. Kristalni oscilator se ne pusti kar tako frekvenčno modulirati, odziv na hitro modulacijo je precej popačen (kar dobro poznamo iz starih 23cm WBFM postaj z neposredno modulacijo kristala) in to onemogoča izdelavo dovolj hitre povratne zanke. Povedano drugače, takšen sprejemnik je dopuščal le majhno napako frekvence nosilca (kvečjemu +/- 2kHz), znaka pa je potrebovala tudi do nekaj sekund, preden se je ujela.

2. PSK radijska postaja z ničelno medfrekvenco

PSK sprejemnik lahko sicer izdelamo tudi drugače, na primer kot sprejemnik z ničelno medfrekvenco. Čeprav izgleda osnovni načrt takšnega sprejemnika dosti bolj kompliciran, kot je to prikazano na sliki 2, je v resnici takšen sprejemnik zelo podoben tako po načinu delovanja kot tudi po zahtevnosti in izvedbi električnih vezij sprejemniku z neposrednim mešanjem.

Tudi sprejemnik z ničelno medfrekvenco razpolaga le z majhnim ojačenjem v visokofrekvenčnem delu (LNA), ki mu sledi kvadraturni mešalnik in I/Q nizkofrekvenčni ojačevalnik. Razlika je v oscilatorju, ki deluje v sprejemniku z ničelno medfrekvenco na fiksni frekvenci. Frekvenca oscilatorja naj bi sicer bila čim bližje, ampak ne nujno povsem točno na frekvenci nosilca oddajnika.

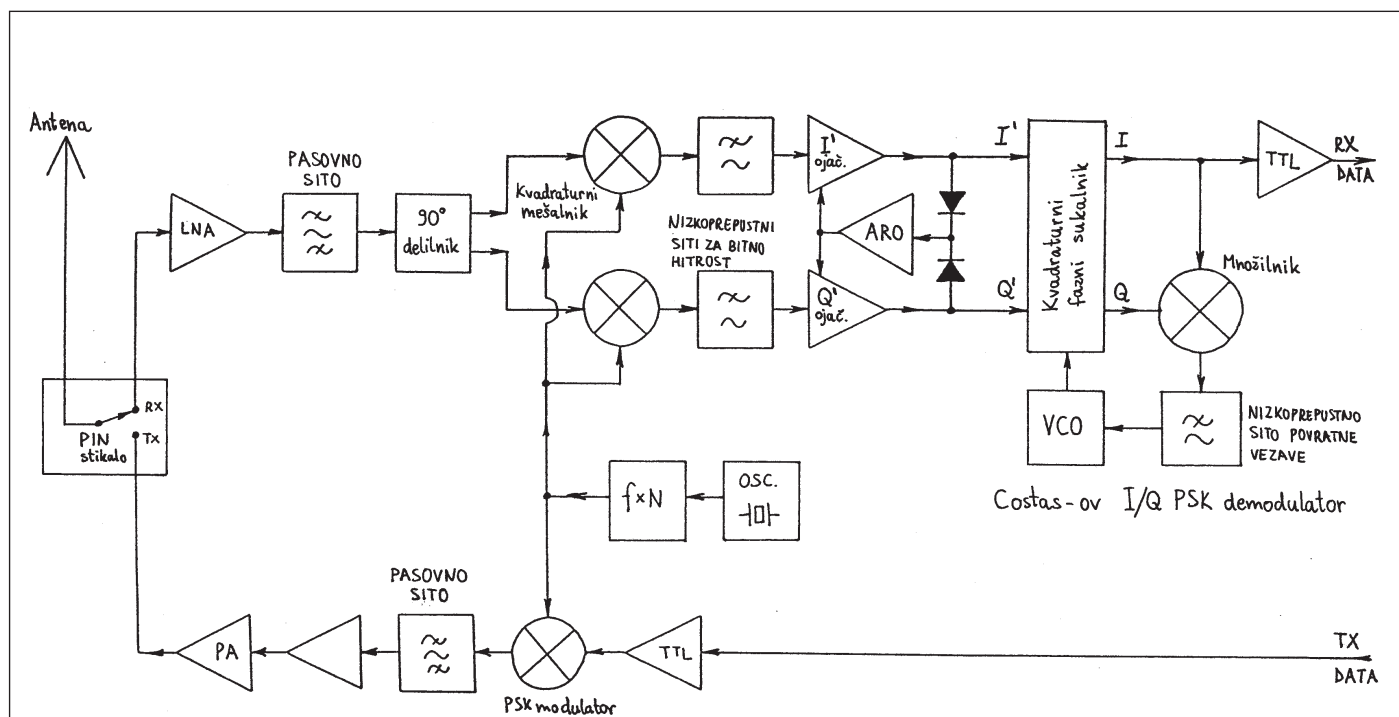
Kvadraturni mešalnik nam v tem slučaju proizvaja signala I' in Q', ki sicer vsebujeta celotno informacijo vstopnega visokofrekvenčnega signala, vendar ta signal še ni demoduliran. Dobljena signala I' in Q' smemo ojačevati le povsem linearno, nizkofrekvenčni ojačevalnik mora biti zato opremljen z učinkovito avtomatsko regulacijo ojačenja (ARO), ki je skupna za oba kanala I' in Q'.

Na koncu ojačevalne verige si je seveda treba postaviti vprašanje, kaj početi s signaloma I' in Q', oziroma kako iz njiju izvleči željene bitke? Vprašanje bi bilo silno enostavno, ko bi bil naš oscilator sinhroniziran z oddajnikom: tedaj bi signal I' kar predstavljal bitke, signal Q' pa bi izginil.

V resnici so stvari bolj žalostne in naš oscilator ni niti sinhroniziran v fazi, niti v frekvenci, z oscilatorjem oddajnika. Napaka v fazi pomeni to, da del signala konča v I vejo in del signala v Q vejo. Naš željeni signal torej dobimo nazaj tako, da naredimo ustrezno kazalčno vsoto signalov I' in Q'.

Napaka v frekvenci našega oscilatorja pomeni še to, da se dobljeni kazalec vrtili z razliko frekvenc sprejemnika in oddajnika. Demodulator v sprejemniku mora torej vsebovati vezje, ki bo iz signalov I' in Q' nazaj sestavilo željeni kazalec in ga hkrati znalo vrteti s pravilno hitrostjo v obratni smeri.

Naloga iskanja sinhronizacije nosilca in protivrtanja kazalca izgleda mogoče komplicirana, vendar gre za razmeroma nizke frekvence (manj kot 1MHz), ki jih lahko "obdelujemo" s ceneniimi integriranimi vezji. Celoten Costas-ov I/Q PSK demodulator se da na primer izdelati s peščico cenениh integriranih vezij iz



Slika 2 - Osnovni načrt PSK radijske postaje z ničelno medfrekvenco.

družine 74HCxxx, ki ne potrebujejo nobenega ugaševanja, pač pa delajo takoj, ko jih zacinimo v tiskano vezje!

Prednosti sprejemnika z ničelno medfrekvenco bi sicer lahko uporabljali tudi v govornem SSB sprejemniku. Največje hibe SSB sprejemnikov z neposrednim mešanjem so nezadostno slabljenje neželenega bočnega pasu in hude zahteve za točnost nekaterih sestavnih delov, predvsem v nizkofrekvenčnih faznih sukalniki. SSB sprejemnik z ničelno medfrekvenco (bolj točno skoraj nič oziroma 1.5kHz) teh težav ne pozna, potrebuje le podobno vezje za protivrtenje kazalca v nizki frekvenci.

PSK radijska postaja z ničelno medfrekvenco je lahko zelo enostavna, predvsem pa ne potrebuje kaj dosti ugaševanja. V dobro načrtovani postaji moramo pravzaprav uglasiti le oscilator, ki krmili oddajnik in sprejemnik. Visokofrekvenčna vezja sprejemnika in oddajnika lahko izdelamo v širokopasovni tehniki, ki ne potrebuje ugaševanja, saj takšna radijska postaja ne pozna zrcalnih in drugih motilnih frekvenc. Ničelna medfrekvenca tudi ne potrebuje ugaševanja, saj selektivnost postaje določajo enostavna nizkoprepustna sita. Demodulator tudi ne potrebuje ugaševanja, saj je izdelan z digitalnimi vezji.

Opisane prednosti radijske postaje z ničelno medfrekvenco so že zdavnaj odkrili profesionalci in jih danes s pridom uporabljajo. Radijska postaja, ki ne potrebuje točnih sestavnih delov niti ugaševanja, omogoča

znatno pocenitev proizvodnje. Postaje z ničelno medfrekvenco se uporabljajo predvsem za prenos podatkov: brezžična računalniška omrežja in digitalni mobilni telefoni (na primer GSM).

V tem članku bom zato opisal poskus načrtovanja postaje za amaterski packet-radio, ki potrebuje res malo ugaševanja. Odločil sem se za frekvenčno področje 23cm, ker lahko v tem frekvenčnem področju izjedkamo večino selektivnih sestavnih delov na tiskanem vezju iz navadnega vitroplasta FR4. Frekvenčno področje 23cm se mi zdi tudi smiselna izbira za uporabniški dostop do packet omrežja z megabitnimi hitrostmi.

3. Kristalni oscilator in množilci

PSK radijska postaja z neposrednim mešanjem ali z ničelno medfrekvenco potrebuje en sam oscilator za sprejemnik in oddajnik. Frekvenca oscilatorja mora biti seveda dovolj stabilna za delovanje PSK radijske postaje. Razen tega so sprejemniki z neposrednim mešanjem ali zelo nizko medfrekvenco tudi zelo občutljivi na šum lokalnega oscilatorja.

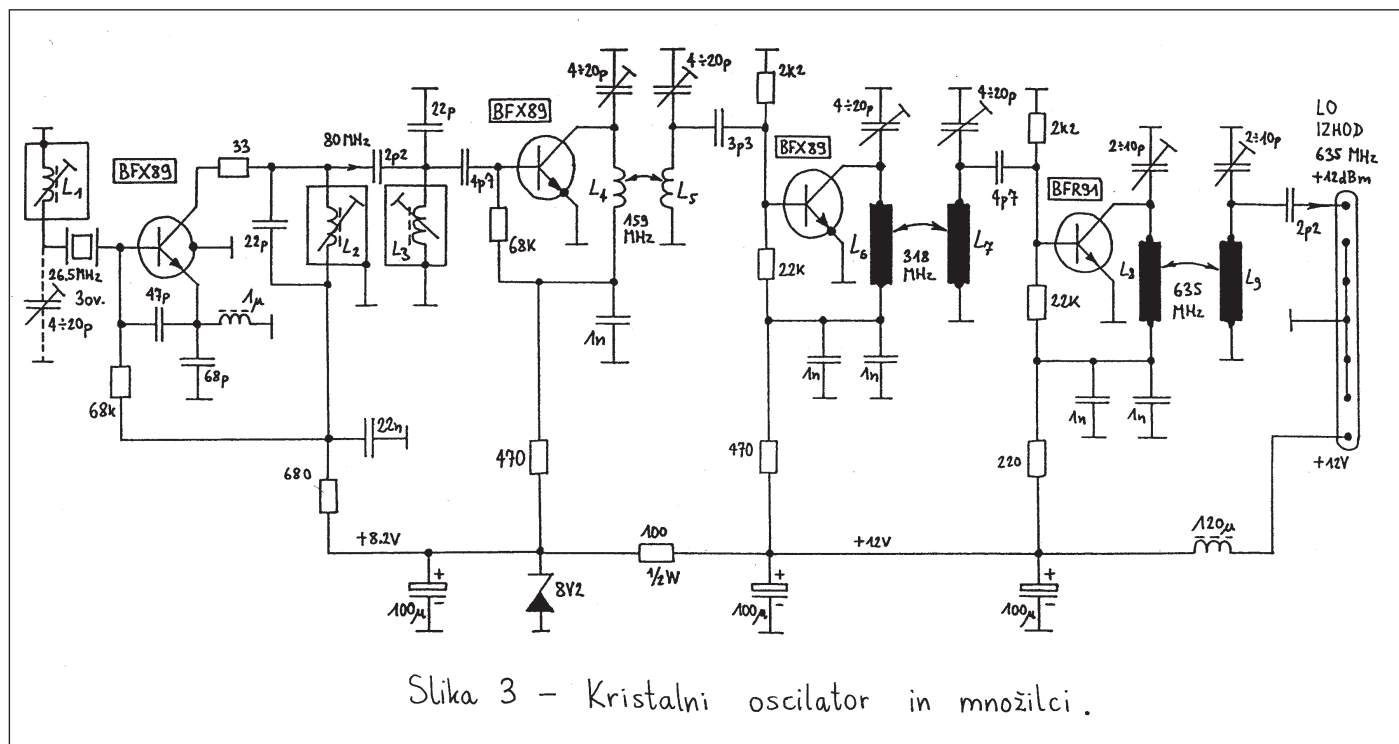
Opisana PSK radijska postaja uporablja v modulatorju oddajnika kot tudi v sprejemniku harmonske mešalnike, ki potrebujejo krmiljenje s polovično frekvenco. Za delovanje v področju 23cm (frekvenca 1.27GHz) torej potrebujeta oba, sprejemnik in oddajnik, lokalni oscilator okoli 635 MHz. Frekvence oscilatorja sicer ni

potrebno preklapljati pri prehodu oddajo oziroma nazaj na sprejem, kar dopušča precejšnjo svobodo pri izbiri vezij lokalnega oscilatorja.

S stališča uporabnika bi bil seveda zaželen PLL sintetizator, ki bi dopuščal svobodno izbiro frekvence v celotnem 23cm področju. V opisani postaji ima PLL dve hibi, ki sicer nista neposredno vezani na delovanje PLL zanke. Prva hiba je povratni vpliv PSK modulatorja nazaj na VCO v PLL sintetizatorju, ki lahko povzroči neželeno FM modulacijo. Druga hiba je vezana na kristalni oscilator: PLL vezja običajno uporabljajo kristale v osnovnem načinu nihanja, ki so frekvenčno manj stabilni od overtonskih kristalov.

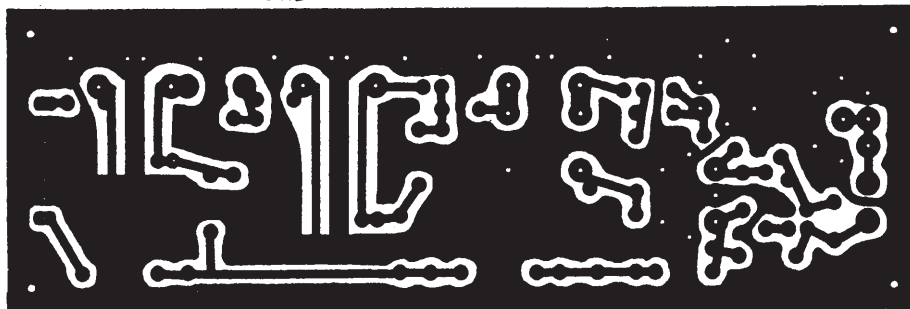
V opisani radijski postaji sem se zato odločil za preizkušeno rešitev: overtonski kristalni oscilator, ki mu sledi veriga množilcev frekvence. Načrt je prikazan na sliki 3. Overtonski kristal v frekvenčnem področju okoli 26.5MHz omogoča doseganje končne frekvence z ugodnimi faktorji množenja X3, X2, X2 in X2. Nihanje kristala na overtonski rezonanci zagotavlja 1uH dušilka v emitorju oscilatorja.

Skupni faktor množenja frekvence kristala znaša 24, oziroma 48 z upoštevanjem podvojevanja frekvence v harmonskih mešalniki. Večji del amaterskega frekvenčnega področja 23cm lahko tako preprosto pokrijemo s CB kristali, v zgrajenih prototipih pa sem uporabil kristale za 26.6015 MHz (šestkratnik TV barvnega podnosilca), ki so vsekakor kvalitetnejši

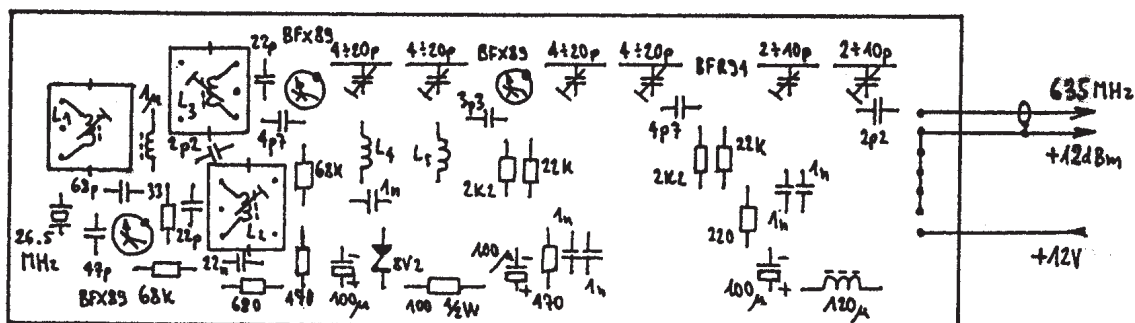


Slika 3 - Kristalni oscilator in množilci.

enostranski FR4 debeline 0.8mm



Slika 4 - Tiskanina kristalnega oscilatorja in množilcev.



Slika 5 - Razporeditev sestavnih delov kristalnega oscilatorja in množilcev.

in bolj stabilni od CB kristalov.

Prvo množenje X3 opravi kar isti tranzistor oscilatorja, kateremu sledijo tri podobne frekvenčne podvojevalne stopnje, ki hkrati ojačijo signal na približno 16mW (+12dBm) na frekvenci 635MHz. Prva podvojevalna stopnja uporablja sito s samonosečima tuljavama L4 in L5, ostali dve podvojevalni stopnji pa sita s "tiskanimi" tuljavami L6, L7, L8 in L9. Napajanje oscilatorja in prve podvojevalne stopnje je stabilizirano z zener diodo 8V2, za dodatno čiščenje napajalne napetosti in s tem omejevanje šuma oscilatorja pa poskrbijo elektroliti 100µF in dušilka 120µH.

Kristalni oscilator in množilci so zgrajeni na enostranski tiskanini z izmerami 40mmX120mm, ki je prikazana na sliki 4. Tiskanina je iz enostranskega vitroplasta debeline komaj 0.8mm, da se znižajo parazitne induktivnosti izvodov sestavnih delov, ki prebadajo tiskanino. Razporeditev sestavnih delov kristalnega oscilatorja in množilcev je prikazana

na sliki 5.

Naloga tuljave L1 je natančna nastavitev frekvence kristalnega oscilatorja. Tuljavo lahko po potrebi zamenjamo tudi s kapacitivnim trimmerjem. Pri popravljanju frekvence kristala pa se je treba zavedati, da pomenijo veliki popravki tudi dosti višjo temperaturno odvisnost frekvence oscilatorja. Za L1 zato priporočam čim manjšo vrednost, nastavljliva tuljava s srednjo induktivnostjo 1µH bi morala povsem zadoščati (7 ovojev žice 0.15mm CuL na podstavku 10.7MHz medfrekvenčnega transformatorja z nepomičnim feritnim tulcem v sredini, nastavljlivo feritno kapico in pokrovčkom 10mmX10mm).

Tuljavi L2 in L3 imata okoli 150nH in sta naviti na podstavkih TV medfrekvenčnih transformatorjev za 36 MHz z nastavljlivim feritnim vijakom v sredini tulca s štirimi prekatmi in plastično kapico ter pokrovčkom 10mmX10mm. L2 in L3 imata po 4 ovoje žice 0.25mm CuL v gornjem prekatu tulca. Tuljavi L4 in L5 sta

samonoseči in imata po 4 ovoje žice 1mm CuL, navite na notranjem premeru 4mm. Končno, tuljave L6, L7, L8 in L9 so izdelane na tiskanem vezju.

Kristalni oscilator in množilne stopnje predstavljajo edino enoto opisane PSK radijske postaje, ki potrebuje uglasjevanje. Množilne stopnje enostavno uglasimo za največjo izhodno moč. Posamezne stopnje uglasujemo tako, da dobimo na bazi naslednjega tranzistorja minimum napetosti, ki naj ne preseže -1V. Napetost na bazi seveda merimo preko ustrezne VF dušilke ali upora, da ne motimo delovanja VF vezja. Končno nastavimo še točno frekvenco kristalnega oscilatorja s tuljavo L1 oziroma ustreznim kapacitivnim trimmerjem.

4. 1270MHz PSK modulator

Načrt 1270MHz PSK modulatorja je prikazan na sliki 6. Razen modulatorja - mešalnika vsebuje enota

še smerni sklopnik in ojačevalnik za signal oscilatorja na 635MHz, sita za 635MHz in 1270MHz ter ojačevalno stopnjo, ki dvigne moč izhodnega PSK signala na približno 25mW (+14dBm). Vsa sita in ostali frekvenčno selektivni sestavni deli so izvedeni kot mikrotrakasti rezonatorji na dvostranskem, 0.8mm debelem vitroplastu FR4.

Ker potrebujeta sprejemnik in oddajnik signal istega oscilatorja, vsebuje enota PSK modulatorja tudi ustrezno preklopno vezje. Večji del signala iz enote oscilatorja pravzaprav le potuje skozi smerni sklopnik (L1) naprej v enoto kvadraturenega mešalnika sprejemnika. Sprejemna mešalnica tako stalno dobivata signal lokalnega oscilatorja, da je preklop sprejem/oddaja in predvsem nazaj čim hitrejši.

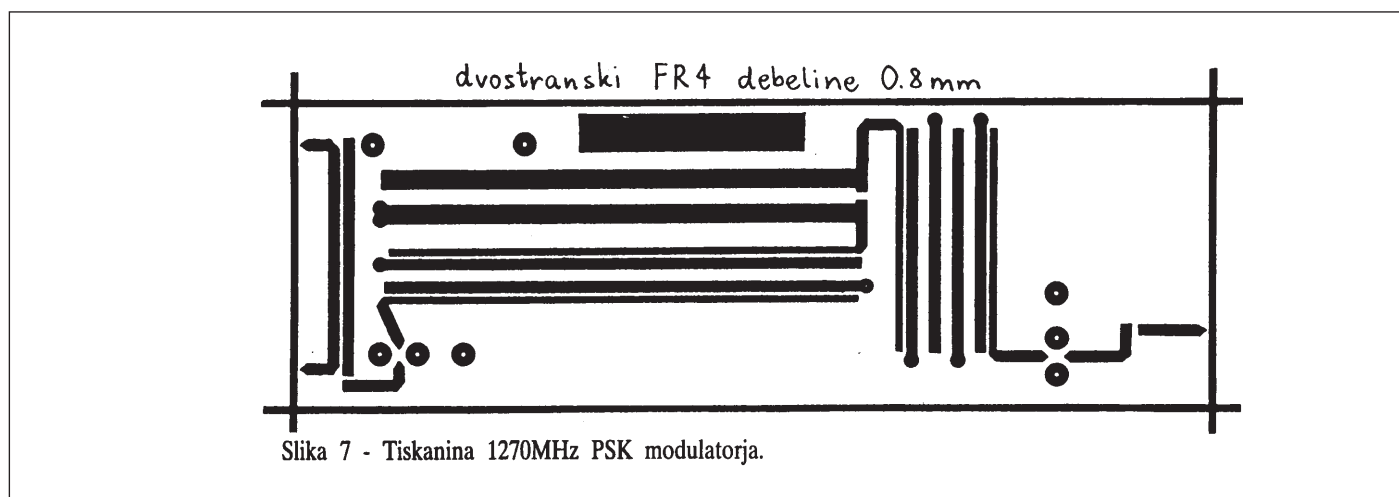
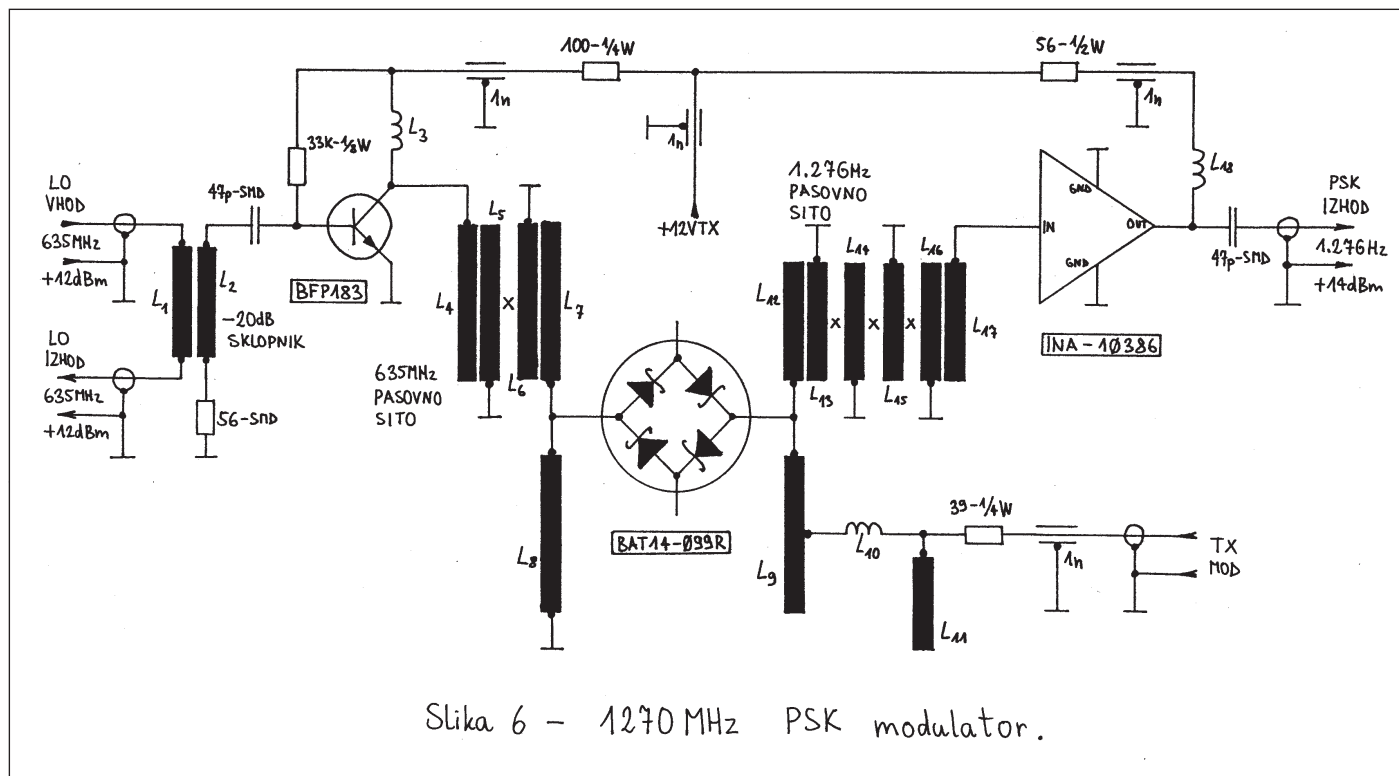
Majhen del signala oscilatorja (približno 1% moči) pride preko smernega sklopnika L1/L2 do ojačevalnika s tranzistorjem BFP183. Ta stopnja ima približno 20dB ojačenja oziroma približno nadomesti izgube v sklopniku. Takšna izvedba preklopa mogoče izgleda na prvi pogled komplicirana, vendar zahteva le en sam aktivni sestavni del (tranzistor BFP183), ostalo naredijo mikrotrakasti vodi na tiskanem vezju.

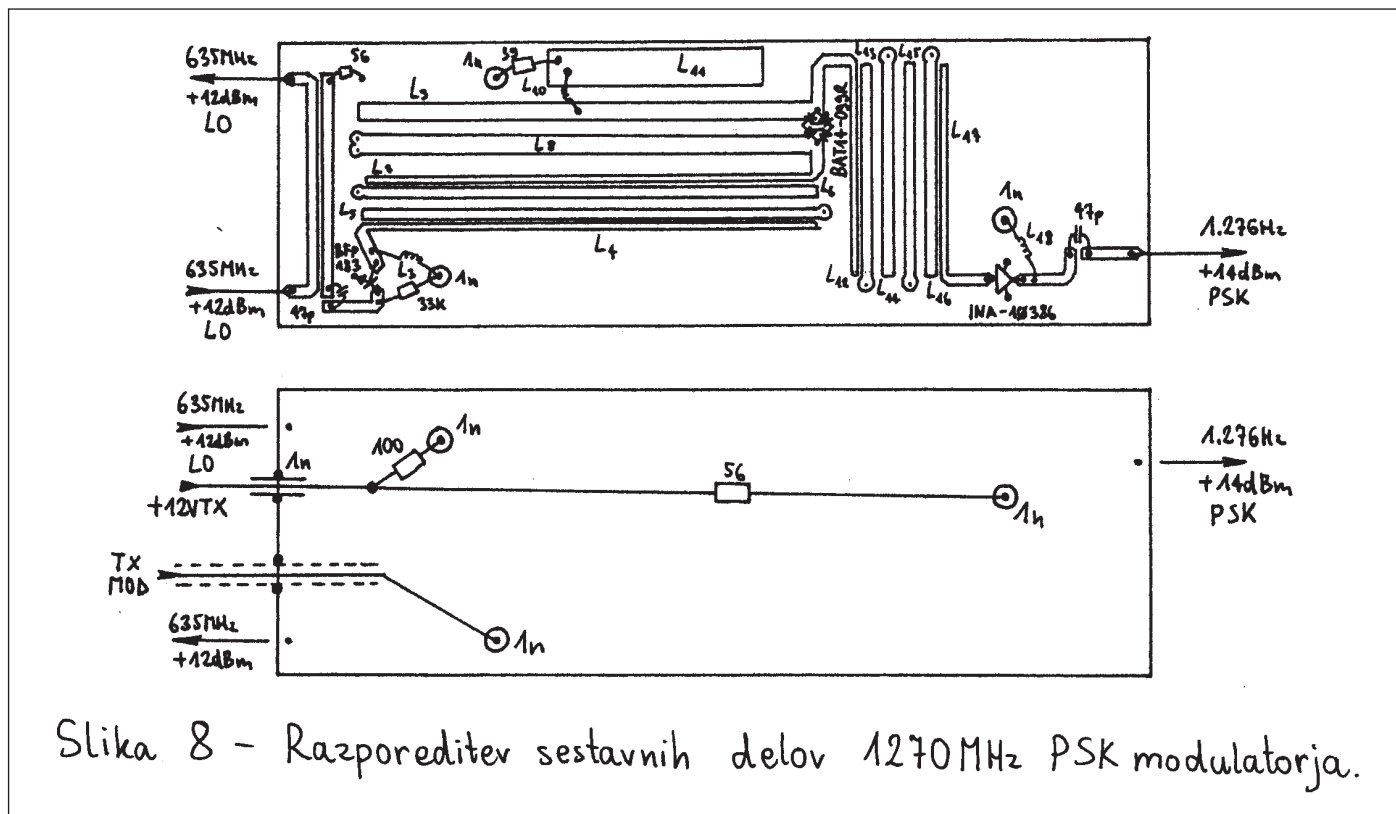
Pasovno sito na izhodu ojačevalnika z BFP183 (L4, L5, L6 in L7) ima prepustno širino približno 50 MHz pri osrednji frekvenci 635MHz. Naloga tega sita je predvsem dušenje drugega harmonika na 1.27GHz, ki nastane v tranzistorju BFP183. Drugi harmonik bi sicer porušil simetrijo mešalnika, rezultat pa bi bil popačena, nesimetrična PSK modu-

lacija. Dodatno sito na 635MHz sem vgradil predvsem iz izkušenj s 13cm PSK postajo, kjer je v podobnem vezju neželjeni harmonik nezadostno dušen.

Kot modulator sem uporabil harmonski mešalnik ravno zato, ker je v tem vezju zelo enostavno doseči dobro simetrijo oziroma dobro dušenje preostalega nosilca (okoli 30dB) brez posebnega uglaševanja in brez dragih inštrumentov (spektralni analizator). Harmonski mešalnik uporablja četverček schottky diod BAT14-099R, ki so že v notranjosti SMD ohišja vezane v venec. Čeprav vezje mešalnika potrebuje le dve nasprotno vzporedno vezani diodi, dajo štiri diode višjo izhodno moč.

Mešalniku sledi pasovno sito za 1270MHz (L12, L13, L14, L15, L16 in L17), ki odstranjuje ostanek signala





Slika 8 - Razporeditev sestavnih delov 1270MHz PSK modulatorja.

na 635MHz in druge neželjene proizvode mešanja daleč proč od zelene frekvence. Modulirani PSK signal na 1270MHz, ki nastane v modulatorju, sicer ne potrebuje več nobenega pasovnega sita.

Ker je izhodna moč modulatorja zelo nizka, okoli 0.2mW ob upoštevanju izgub v pasovnem situ za 1270MHz, sledi ojačevalnik z integriranim vezjem INA-10386, ki izhodni signal ojača na približno 25 mW (+14dBm). Ojačenje integriranega vezja INA-10386 je sicer nekoliko previsoko in v tem vezju deluje ojačevalnik že na meji zasičenja.

Enota PSK modulatorja je izdelana na dvostranski tiskanini z izmerama 40mmX120mm. Gornja stran tiskanine je prikazana na sliki 7, spodnja stran pa ni jedkana, saj deluje kot ravnina mase za mikrotrakaste vode. Tiskanina je izdelana iz 0.8mm debelega vitroplasta FR4, ki ima na 1.3GHz že precejšnje visokofrekvenčne izgube. Razporeditev sestavnih delov na obeh straneh tiskanine je prikazana na sliki 8.

Čeprav je večina mikrotrakastih vodov izdelanih na tiskanem vezju, moramo tri četrtvalovne dušilke L3, L10 in L18 naviti kot male tuljavnice z žico 0.25mm CuL. L3 naj bo četrtvalovna dušilka na 635MHz (12cm žice), L18 naj bo četrtvalovna dušilka na 1270MHz (7cm žice), L10 pa naj bo nekje vmes (9cm žice), saj mora dušiti obe frekvenci. Oba konca žice

pocinimo v dolžini približno 5mm, lakirani ostanek pa navijemo kot samonosečo tuljavo na notranji premer 1mm.

Pri gradnji PSK modulatorja moramo paziti predvsem na pravilno ozemljitev mikrotrakastih vodov, upora 56ohm v smernem sklopniku, obeh emitorjev BFP183 ter ojačevalnika INA-10386. Mikrotrakaste rezonatorje ozemljimo s posrebreno bakreno žico premera 0.6mm (notranji vodnik kabla RG-214), ki jo vtaknemo v izvrtine premera 1mm na označenih mestih ter dobro zaciniimo na obeh straneh tiskanine. Upor 56ohm in oba aktivna sestavna dela so ozemljeni preko izvrtin premera 3.2mm, ki jih najprej zapremo na strani ravnine mase s koščkom bakrene folije, nato pa napolnimo s cinom vse do priključka SMD upora ali polprevodnika.

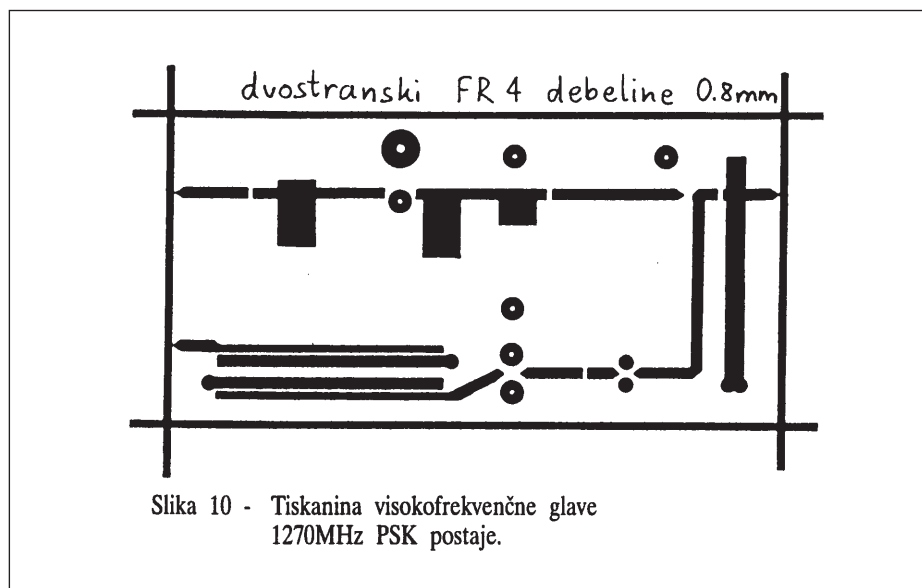
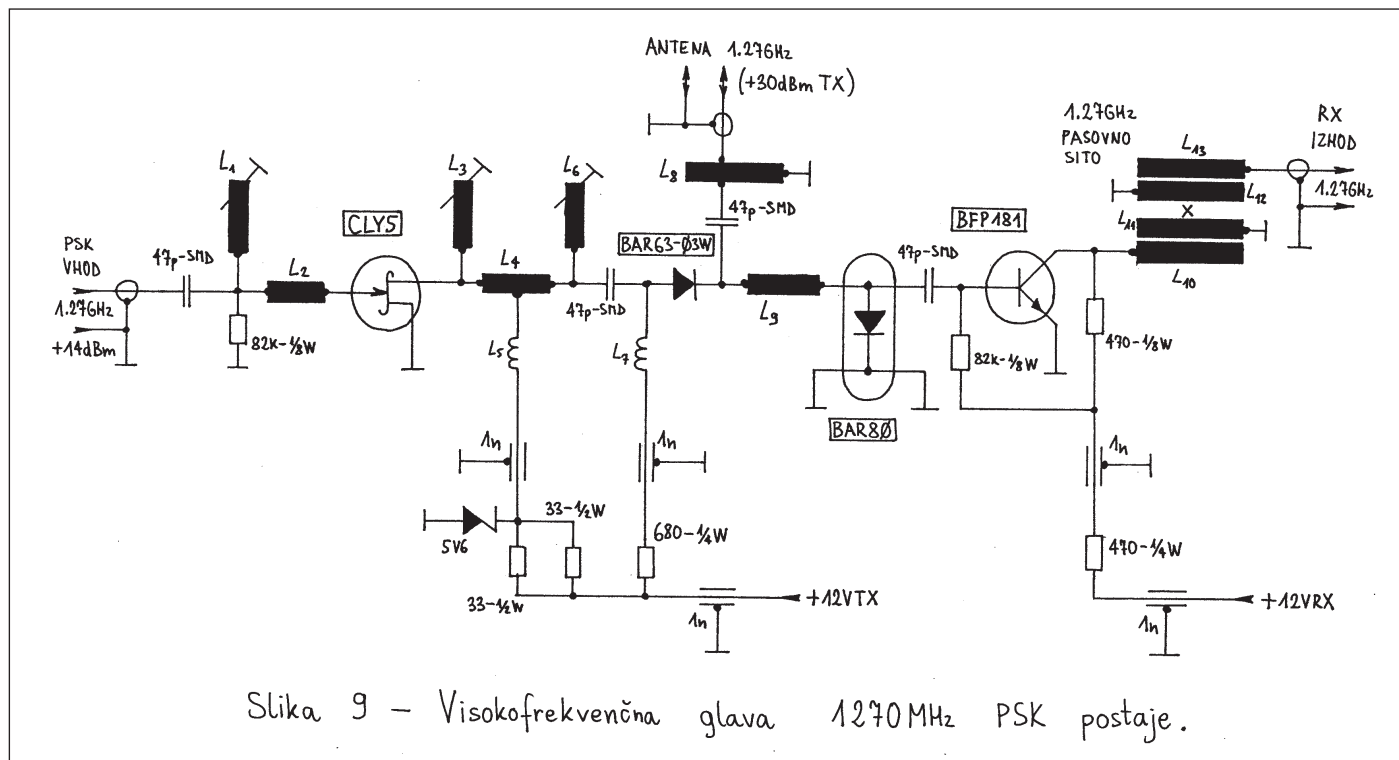
Opisani PSK modulator naj ne bi potreboval nobenega uglaševanja, če so le vsi mikrotrakasti vodi in polprevodniki pravilno ozemljeni. Na izhodu moramo doseči predpisano moč 25mW pri krmiljenju vezja z ustreznim signalom lokalnega oscilatorja ter primernim modulacijskim signalom. Izhodna moč se le blago spreminja z vrtenjem trimerja v enoti preklopa RX/TX predvsem zaradi rezerve ojačenja vezja INA-10386.

5. Visokofrekvenčna glava 1270MHz PSK postaje

Načrt visokofrekvenčne glave 1270 MHz PSK radijske postaje je prikazan na sliki 9. Visokofrekvenčna glava vsebuje izhodni, močnostni ojačevalnik oddajnika, predojačevalnik in visokofrekvenčno sito sprejemnika ter antenski preklopnik s PIN diodama. Tudi visokofrekvenčna glava je izdelana kot mikrotrakasto vezje na dvostranskem vitroplastu FR4 debeline 0.8mm.

Načrt visokofrekvenčne glave znatno poenostavljajo sodobni polprevodniki. V močnostnem ojačevalniku oddajnika je uporabljen en sam GaAs tranzistor CLY5, ki hkrati daje 16dB ojačenja in izhodno moč 1W (+30dBm). Enakovredno vezje v stari 23cm WBFM postaji vsebuje tri zaporedno vezane ojačevalne stopnje! CLY5 je sicer nizkonapetostni tranzistor, ki deluje z napetostjo ponora komaj 5.5V, negativno prednapetost na vratih pa si ustvari sam z usmerjanjem vhodnega signala.

Antenski preklopnik je izdelan z dvema različnima PIN diodama BAR63-03W in BAR80. Polprevodniška čipa teh dveh diod sta si sicer podobna, bistvena je razlika v ohišjih. BAR63-03W je vgrajena v ohišje z majhno parazitno kapacitivnostjo in se uporablja kot zaporedno visokofrekvenčno stikalo. Obratno je BAR80 vgrajena v ohišje z



minimalno parazitno induktivnostjo in se uporablja kot vzporedno stikalo ("shunt" dioda). Antenski preklopnik je izdelan tako, da sta obe stikali sklenjeni na oddaji. Četrvalovni vod L9 tedaj poskrbi za to, da se kratek stik iz diode BAR80 preslika v odprte sponke za oddajnik.

Visokofrekvenčna glava vsebuje tudi predojačevalnik in pasovno sito za sprejemnik. Predojačevalnik uporablja tranzistor BFP181, ki naj bi omogočal šumno število okoli 2 dB in ojačenje okoli 15 dB brez posebnega uglaševanja. Pasovno sito (L10, L11, L12 in L13) mora izločiti predvsem oddaljene motnje zelo močnih oddajnikov, da ne pride do neposredne amplitudne detekcije oziroma nežel-

jenih mešanj v kvadraturnem mešaniku. Pasovno sito ima širino okoli 100 MHz ter vnaša približno 3 dB izgub, ker je izdelano na navadnem laminatu FR4.

Visokofrekvenčna glava PSK postaje je izdelana na dvostranski tiskanini z izmerami 40 mm x 80 mm. Gornja stran tiskanine je prikazana na sliki 10, spodnja stran pa ni jedkana, saj deluje kot ravnina mase za mikrotrakaste vode. Tiskanina je izdelana iz 0.8 mm debelega vitroplasta FR4. Razporeditev sestavnih delov na obeh straneh tiskanine je prikazana na sliki 11.

Razen tiskanih vodov vsebuje visokofrekvenčna glava tudi dve samonoseči četrvalovni dušilki L5 in

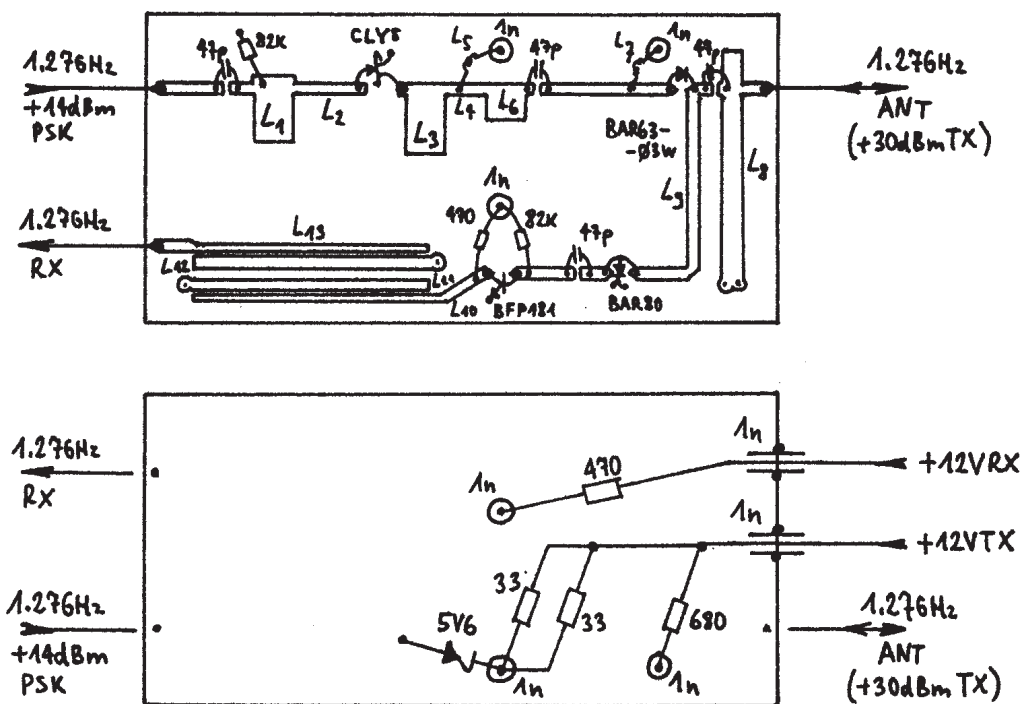
L7 za 1270 MHz, ki sta izdelani iz 7 cm dolgih koščkov žice 0.25 mm CuL, pocinjenih za 5 mm na obeh koncih, ostanek pa navit na notranji premer 1 mm.

Pri gradnji visokofrekvenčne glave moramo paziti predvsem na pravilno ozemljitev mikrotrakastih rezonatorjev in polprevodnikov CLY5, BAR80 ter BFP181. Mikrotrakaste rezonatorje ozemljimo podobno kot v PSK modulatorju z žičkami premera 0.6 mm, polprevodnike pa s kapljicami cina v ustreznih izvrtinah. Pri tranzistorju CLY5 moramo dobro ozemljiti oba priključka izvora, preko njiju se tranzistor tudi ohlaja. Na drugi strani tiskanega vezja zato pricininimo medeninasto ploščico z izmerami 15 mm x 15 mm x 0.5 mm ter nato zapolnimo s cinom izvrtini premera 3.2 mm in 5 mm. Diodo BAR80 ozemljimo skozi izvrtini premera 2.5 mm, tranzistor BFP181 pa skozi izvrtini premera 3.2 mm.

Pravilno sestavljen oddajni del običajno daje moč večjo od 800 mW, z uglaševanjem rezonatorjev L1, L3 in L6 pa lahko izmolvemo še zadnje milivate do nazivne izhodne moči 1 W. Sprejemni del in antenski preklopnik običajno ne potrebuje nobenega uglaševanja.

6. Kvadraturni I/Q mešalnik za 1270 MHz

Načrtovanje mešalnika za sprejemnik z neposrednim mešanjem ozi-



Slika 11 - Razporeditev sestavnih delov visokofrekvenčne glave 1270 MHz PSK postaje.

roma ničelno medfrekvenco se nekoliko razlikuje od načrtovanja običajnih mešalnikov. Zaradi zelo nizke vrednosti medfrekvence je treba računati z višjim šumnim številom. Sprejemnik z zelo nizko vrednostjo medfrekvence je občutljiv na šum lokalnega oscilatorja, kot tudi na neposredno amplitudno detekcijo neželenih vhodnih signalov v mešalniku.

Po drugi strani pa sprejemnik z neposrednim mešanjem ali ničelno medfrekvenco ne pozna motenj na zrcalni frekvenci, pa tudi drugih motilnih produktov mešanja je običajno manj. Takšni sprejemniki zato običajno ne potrebujejo velike selektivnosti v visokofrekvenčnem delu. Visokofrekvenčna sita služijo le za omejevanje močnih, a frekvenčno zelo oddaljenih motilcev. Pasovno širino sprejemnika določajo nizkoprepustna sita, ki sledijo mešalniku.

Načrt kvadraturnega I/Q mešalnika za 1270MHz je prikazan na sliki 12. Enota kvadraturnega mešalnika vsebuje dve pasovni siti za 1270MHz, visokofrekvenčni ojačevalnik z integriranim vezjem INA-03184, dva enaka harmonska mešalnika, ki delujeta s faznim zamikom 90 stopinj in dva enaka medfrekvenčna predojačevalnika s tranzistorjema BF199.

Tudi kvadraturni I/Q mešalnik je izdelan kot mikrotrakasto vezje na dvostranskem vitroplastu FR4 debeline 0.8mm.

Pasovni siti sta povsem enaki situ v visokofrekvenčni glavi, se pravi prepustni pas 100MHz in 3dB izgub zaradi cenene vitroplasta FR4. Za prekrivanje šumnega števila mešalnikov in izgub v sitih potrebujemo okoli 20dB ojačenja. Ojačenje INA-03184 je sicer nekoliko previsoko (25dB), ojačenje cenejšega tranzistorja BFP181 pa se je izkazalo premajhno (15dB) v opisanem vezju.

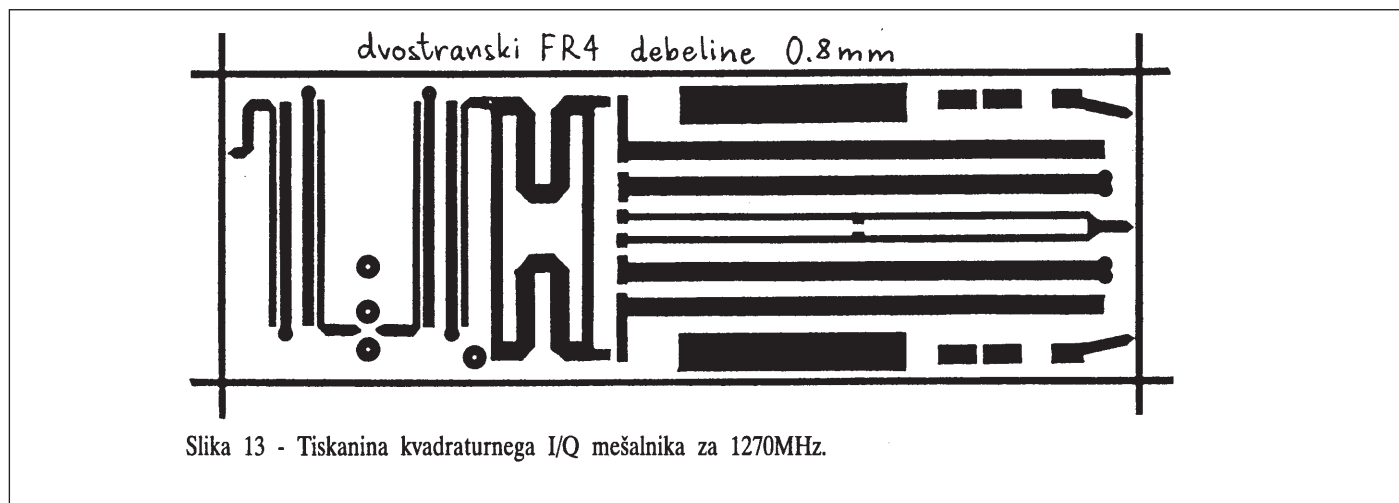
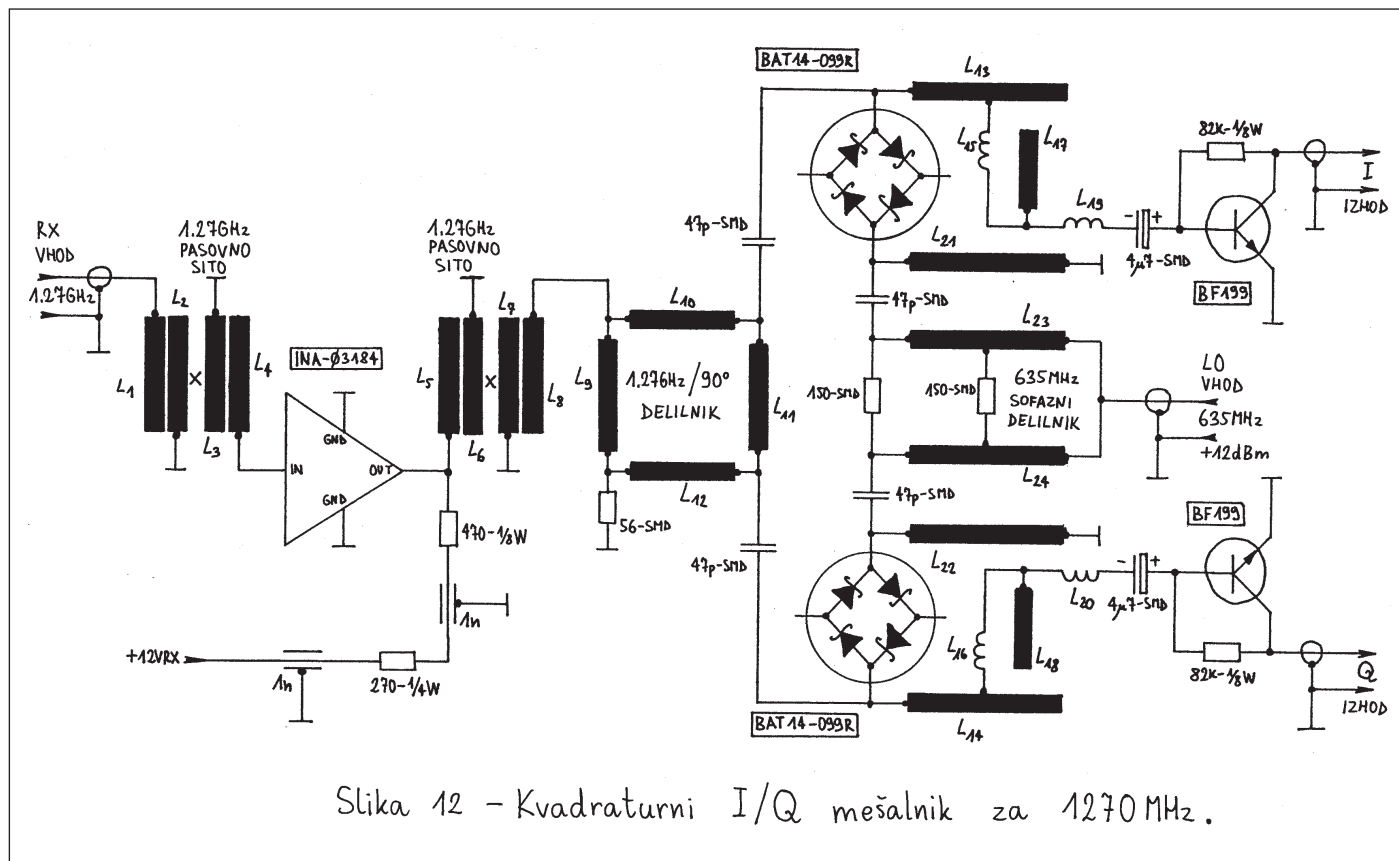
Kvadraturni I/Q mešalnik vsebuje dva harmonska mešalnika, ki sta po izvedbi povsem enaka modulatorju v oddajniku. Harmonska mešalnika sta se tu dobro obnesla iz več razlogov. Zaradi simetrične vezave diod takšna mešalnika zelo dobro dušita šum lokalnega oscilatorja in neposredno detekcijo močnih vhodnih VF signalov. Hkrati zahtevata signal lokalnega oscilatorja na polovični frekvenci, kar pomeni v postaji z ničelno medfrekvenco ali neposrednim mešanjem milejše zahteve za oklapanje posameznih stopenj in nenazadnje popolno kompatibilnost z mešalnikom v modulatorju oddajnika.

Kvadraturni I/Q mešalnik mora

sicer vsebovati dva popolnoma enaka mešalnika, ki delujeta s faznim zamikom natančno četrt periode oziroma 90 stopinj. Ker se impedanca diod v mešalnikih močno spreminja z jakostjo signala lokalnega oscilatorja, morajo biti delilniki načrtovani tako, da ohranjajo predpisani fazni zamik 90 stopinj in simetrijo ne glede na impedanco diod.

V opisanem kvadraturnem I/Q mešalniku se oba mešalnika napajata sofazno s signalom lokalnega oscilatorja, fazni zamik 90 stopinj pa vnaša delilnik vhodnega visokofrekvenčnega signala (L9, L10, L11 in L12). Oba delilnika sicer vsebujeta več uporov, ki zagotavljajo simetrijo in fazni zamik tudi ob spreminjajoči se impedanci mešalnih diod. Opisano vezje omogoča simetrijo napajanja mešalnikov boljšo od 5% in fazno napako manjšo od 5 stopinj brez kakršnegakoli uglaševanja.

Mešalnikom takoj sledita dva enaka medfrekvenčna predojačevalnika s tranzistorjema BF199. Predojačevalnika sta nameščena v enoti kvadraturnega mešalnika zato, da se izognemo motnjam in šumom. Predojačevalnika sicer dobta napajalno napetost iz naslednje enote kar preko izhodnih signalnih vodov.



Enota kvadratnega I/Q mešalnika za 1270 MHz je izdelana na dvostranski tiskanini z izmerami 40 mm X 120 mm. Gornja stran tiskanine je prikazana na sliki 13, spodnja stran pa ni jedkana, saj deluje kot ravnina mase za mikrotrakaste vode. Tiskanina je izdelana iz 0.8 mm debelega vitroplasta FR4. Razporeditev sestavnih delov na obeh straneh tiskanine je prikazana na sliki 14.

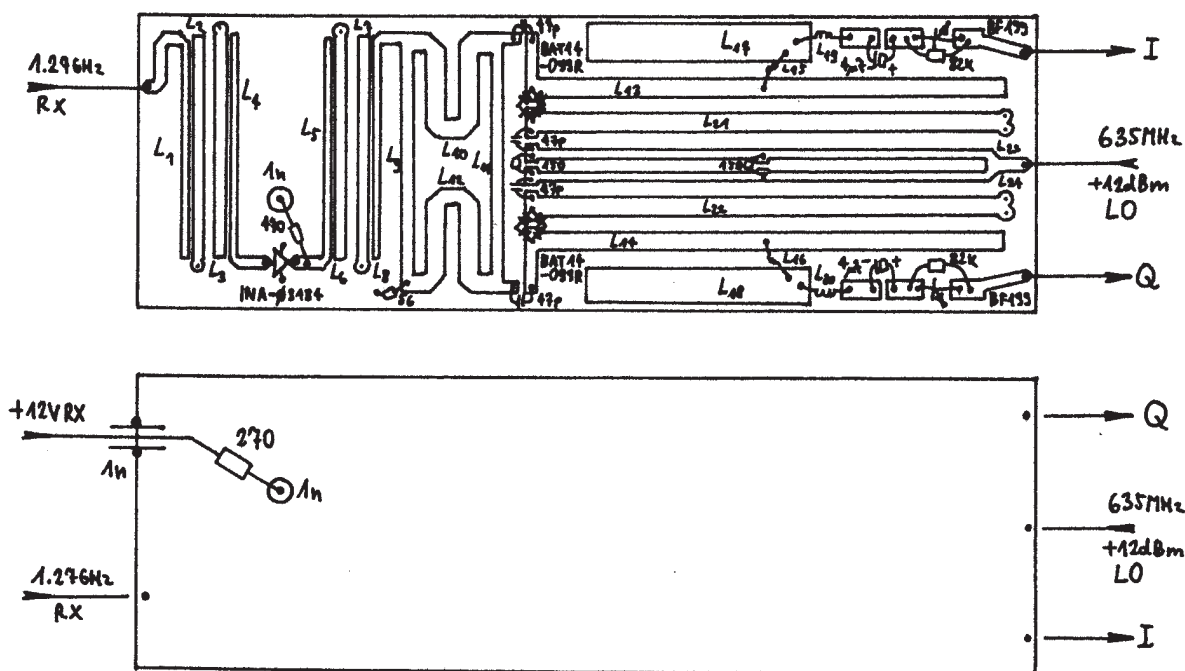
Čeprav je večina mikrotrakastih vodov izdelanih na na tiskanem vezju, moramo štiri četrtvalovne dušilke L15, L16, L19 in L20 naviti kot male tuljavice z žico 0.25 mm CuL. Za vsako tuljavico odrežemo 9 cm žice, oba konca žice pocinimo v dolžini

približno 5 mm, lakirani ostanek pa navijemo kot samonosečo tuljavo na notranji premer 1 mm.

Pri gradnji kvadratnega I/Q mešalnika moramo paziti predvsem na pravilno ozemljitev mikrotrakastih vodov, upora 56 ohm v 90-stopinjskem delilniku ter ojačevalnika INA-03184. Mikrotrakaste rezonatorje ozemljimo s posrebreno bakreno žico premera 0.6 mm (notranji vodnik kabla RG-214), ki jo vtaknemo v izvrtine premera 1 mm na označenih mestih ter dobro zacimimo na obeh straneh tiskanine. Upor 56 ohm in ojačevalnik INA-03184 sta ozemljena preko izvrtin premera 3.2 mm, ki jih najprej zapremo na strani

ravnine mase s koščkom bakrene folije, nato pa napolnimo s cinom vse do priključka SMD upora ali polprevodnika.

Opisani kvadraturni I/Q mešalnik naj ne bi potreboval nobenega uglaševanja, če so le vsi mikrotrakasti vodi in polprevodniki pravilno ozemljeni. Simetrijo in fazni zamik mešalnikov najlažje preverimo z dvo-kanalnim osciloskopom na izhodih I in Q (ne pozabiti na napajanje iz naslednje enote!) tako, da privedemo na VF vhod nemoduliran signal na 1.27 GHz. Opisana PSK radijska postaja dopušča nesimetrijo amplitud do 10% in fazno napako do 10 stopinj. Vzrok še večje fazne napake



Slika 14 - Razporeditev sestavnih delov kvadraturenega I/Q mešalnika za 1270 MHz.

ali nesimetrije je lahko edino pokvarjen sestavni del v kvadraturenem mešalniku, kar z uglasenjem ne moremo več popraviti.

7. Dvokanalni I/Q ojačevalnik s skupno stopenjsko ARO

Osnovna zamisel sprejemnikov z neposrednim mešanjem ali z ničelno medfrekvenco je v tem, da dosežemo glavnino ojačenja v enostavnem in cenemem nizkofrekvenčnem ojačevalniku, ki ne potrebuje uglasenja. Tudi selektivnost takšnega sprejemnika določajo preprosta nizkoprepustna siti, ki prav tako ne potrebujejo uglasenja. Načrt takšnega ojačevalnika je zato precej drugačen od običajnih medfrekvenčnih ojačevalnikov.

Sprejemnik z ničelno medfrekvenco seveda potrebuje dvokanalni ojačevalnik, saj moramo neodvisno ojačevati oba kanala I in Q pred demodulacijo. Kanala morata biti čim bolj enaka, zato morata imeti skupno avtomatsko regulacijo ojačenja (ARO), ki zagotavlja, da ostane razmerje amplitud signalov I in Q nespremenjeno.

Frekvenčni pas dvokanalnega I/Q ojačevalnika bi seveda moral zajemati vse frekvence od enosmerne

do najvišje modulacijske frekvence. Zahtevi po prenašanju enosmerne komponente se seveda skušamo izogniti na različne načine. V slučaju digitalnega prenosa (BPSK ali QPSK sprejemnik) podatke pred oddajo skrambliramo, da so vse frekvenčne komponente modulacijskega spektra približno enako močne.

V slučaju BPSK sprejemnika za 1.2Mbit/s bi moral dvokanalni I/Q ojačevalnik prepuščati vse frekvence od nič do polovice bitne hitrosti (600kHz). V resničnem sprejemniku je smiselno postaviti gornjo mejo nekoliko višje, nekje med 800kHz in 1MHz, da se izognemo pretiranemu popačenju oblike impulzov. Višja zgornja meja seveda pomeni večjo pasovno širino sprejemnika, ki zajame več toplotnega šuma.

Spodnja frekvenčna meja dvokanalnega I/Q ojačevalnika zavisi od tega, kakšno popačenja impulzov si še lahko privoščimo kljub skramblerju v oddajniku. Če skrambler poskrbi za zvezen modulacijski spekter, bo jakost popačenja kar sorazmerna moči signala, ki smo jo izrezali pod spodnjo frekvenčno mejo ojačevalnika. Pri hitrosti prenosa podatkov 1.2Mbit/s in spodnji frekvenčni meji 1kHz znaša dodatno popačenje približno 4% amplitude impulzov.

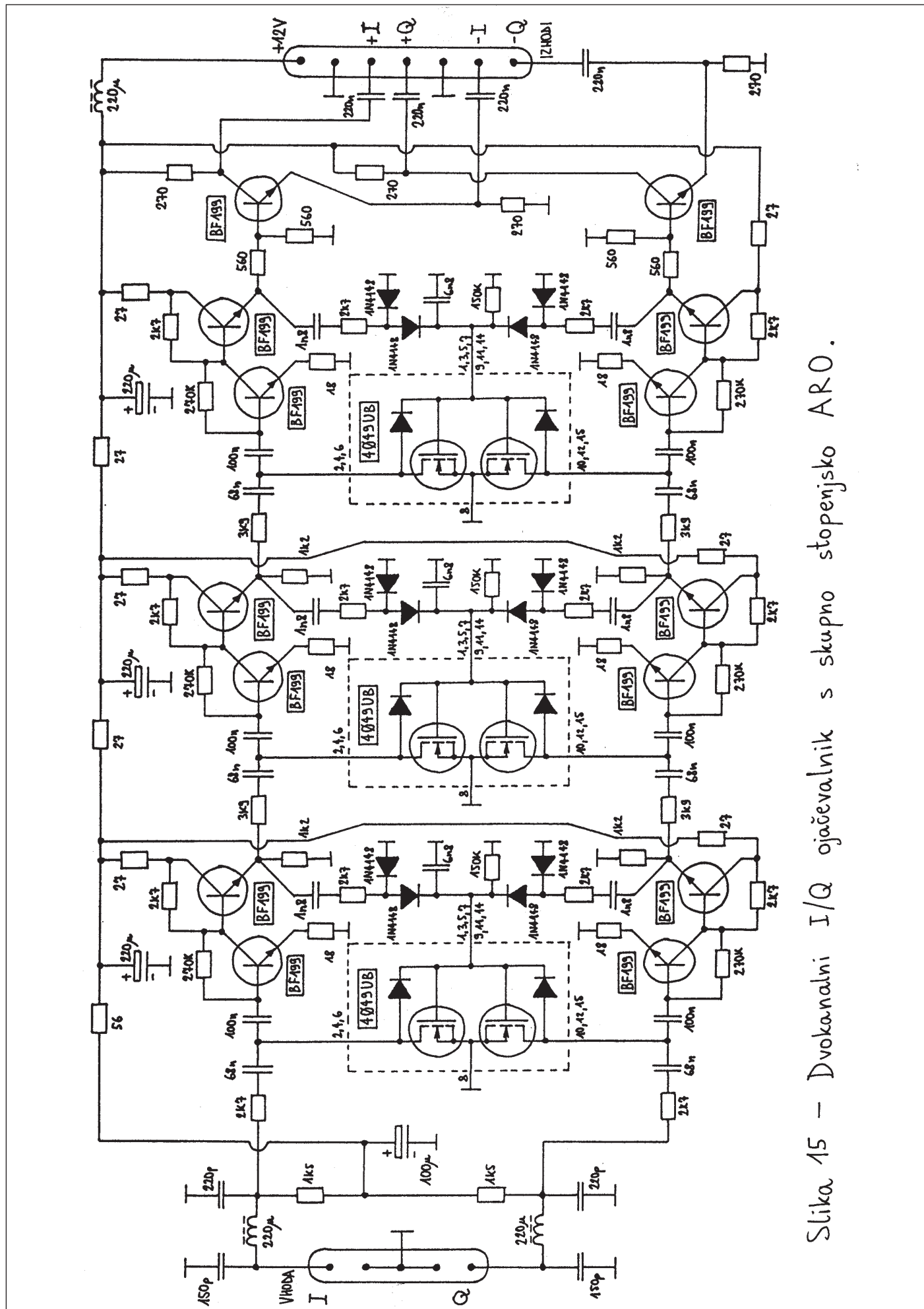
Načrt dvokanalnega I/Q ojače-

valnika s skupno stopenjsko ARO je prikazan na sliki 15. Ojačevalnik vsebuje dve enaki nizkoprepustni siti na vходу. Sitom sledijo tri enake dvokanalne ojačevalne stopnje, vsaka s svojo lastno regulacijo ojačenja (ARO). Končno sta na izhodu dodana še dva fazna obračalnika, ki proizvajata štirifazne izhodne signale +I, +Q, -I in -Q za krmiljenje demodulatorja.

Nizkoprepustni siti na vходу sta izdelani kot PI siti s po dvema kondenzatorjema in zaporedno dušilko 220uH. Prvi kondenzator je nekoliko manjši, saj se mu prišteva izhodna kapacitivnost predojačevalnika v kvadraturenem mešalniku in kapacitivnost oklopljenega voda. Bremenska upora 1.5kohm hkrati poskrbita za dovod enosmerne napajalne napetosti do obeh predojačevalnikov.

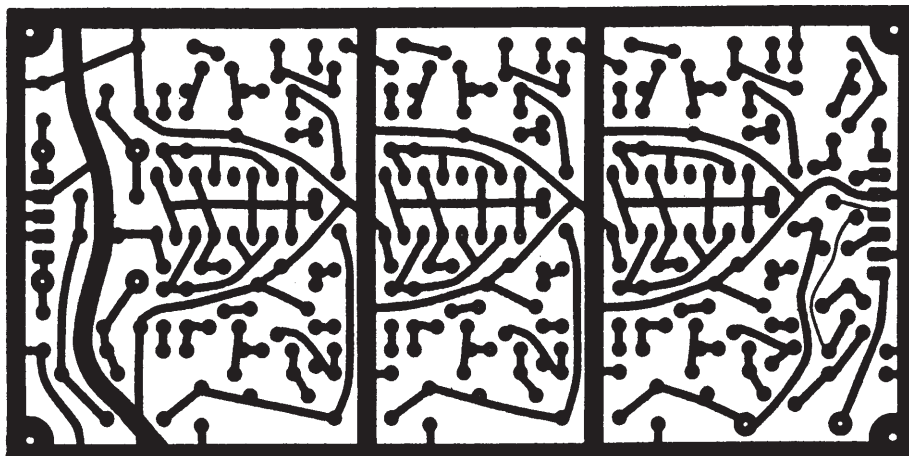
Pri načrtovanju ojačevalnih stopenj z ARO naletimo na nasprotujoče zahteve. Po eni strani sicer zahtevamo čim nižjo spodnjo frekvenčno mejo, po možnosti pod 1kHz, da omejimo popačenje impulzov. Po drugi strani pa zahtevamo kratke časovne konstante vključno z ARO, po možnosti pod 1ms, da bo prekop sprejem/oddaja in predvsem nazaj čim hitrejši.

Takšne zahteve lahko izpolnimo samo, če omejimo ojačenje v vseh

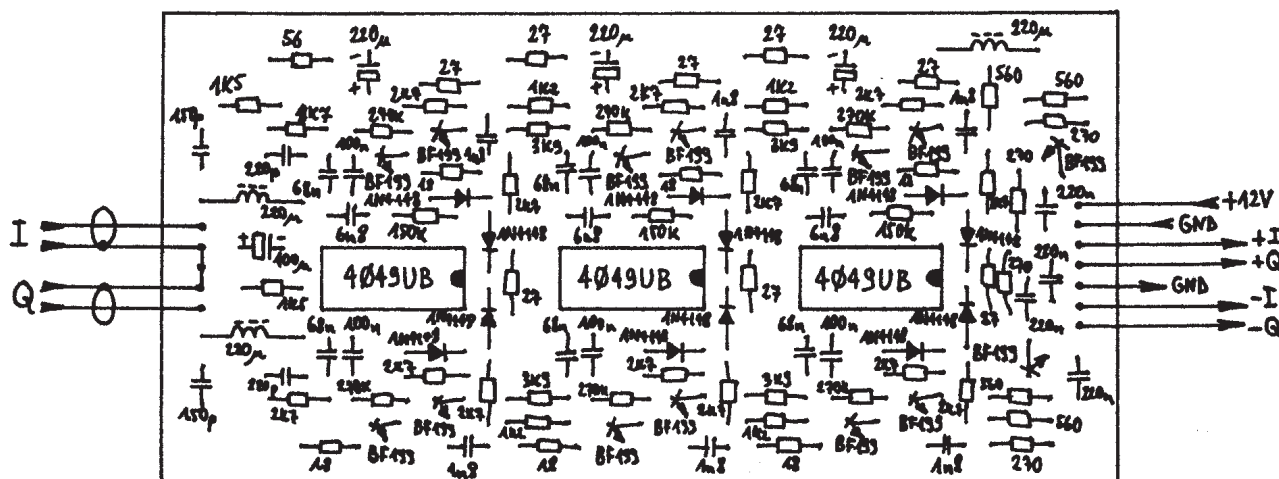


Slika 15 - Dvokanalni I/Q ojačevalnik s skupno stopenjsko ARO.

enostranski FR4 debeline 1.6mm



Slika 16 - Tiskanina dvokanalnega I/Q ojačevalnika.



Slika 17 - Razporeditev sestavnih delov dvokanalnega I/Q ojačevalnika.

povratnih zankah. Ojačevalnika zato ne moremo izdelati z eno samo ARO, ki bi delovala preko vseh stopenj, ker postane takšna povratna zanka nestabilna ob upoštevanju gornjih zahtev. Vsaka stopnja mora imeti svojo lastno, neodvisno ARO, saj lahko le tako dosežemo spodnjo frekvenčno mejo 1kHz in hkrati časovno konstanto ARO okoli 1ms.

Posamezne ojačevalne stopnje so izdelane s tranzistorji BF199, s katerimi brez težav dosežemo pasovno širino nekaj MHz. Vsaka ojačevalna stopnja vsebuje ojačevalni tranzistor, ki mu sledi emitorski sledilnik, da preprečimo neželjene medsebojne vplive, ko povežemo več takšnih sto-

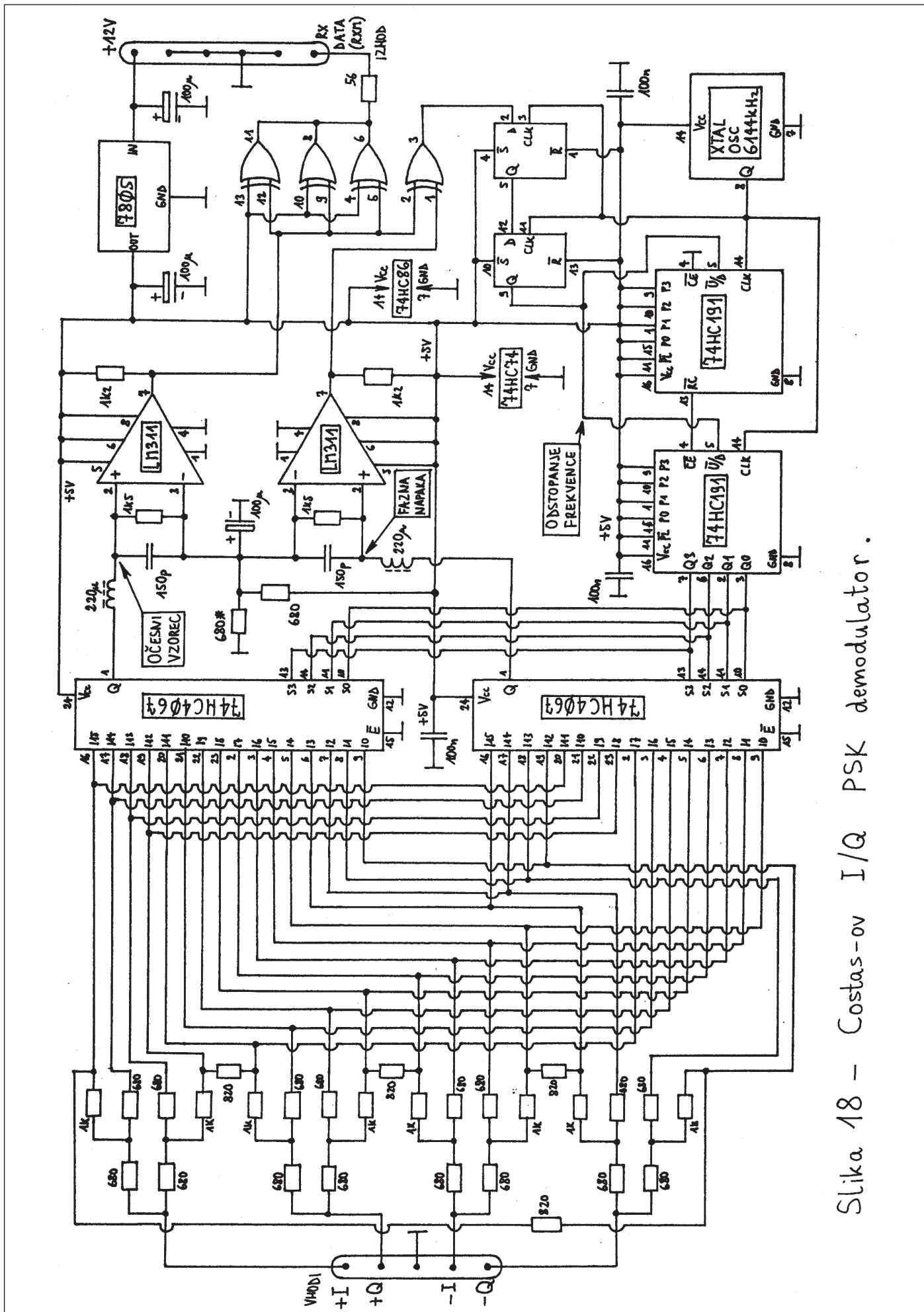
penj v verigo. Celotna enota vsebuje šest takšnih stopenj, po tri za vsak kanal.

ARO uporablja MOS tranzistorje kot spremenljive upore na vходу ojačevalnih stopenj. Enakost med I in Q kanaloma dosežemo tako, da uporabimo MOS tranzistorje iz istega integriranega vezja 4049UB. Digitalno CMOS vezje 4049UB je v tem slučaju uporabljeno na nekoliko neobičajen način, sicer pa se preostali sestavni deli iz vezja 4049UB obnašajo le kot diode, ki ne motijo delovanja ARO.

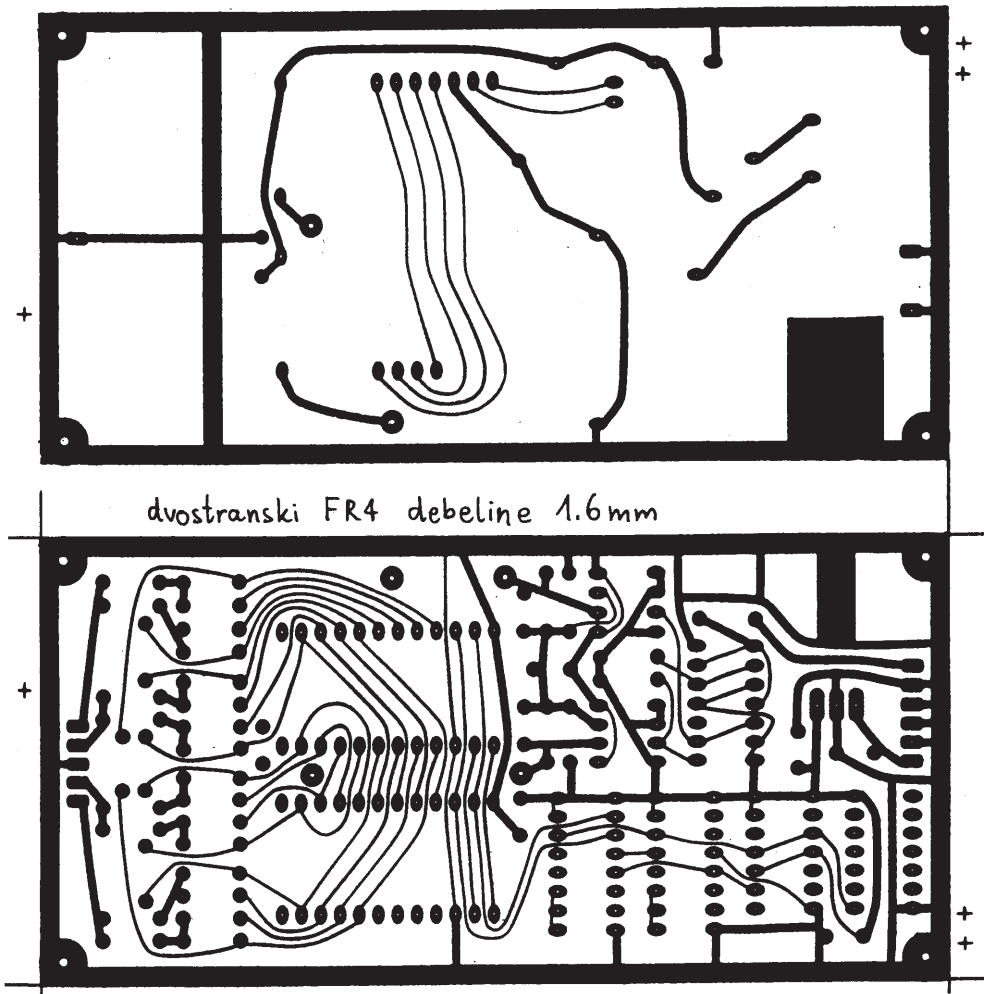
ARO krmilno napetost dobimo preko usmernikov z diodami 1N4148. Diode so povezane tako, da ARO

napetost določa preprosto tisti kanal, ki ima višjo amplitudo. Razmerje amplitud I/Q se pri tem ohranja, ker so tranzistorji znotraj istega integriranega vezja 4049UB med sabo povsem enaki.

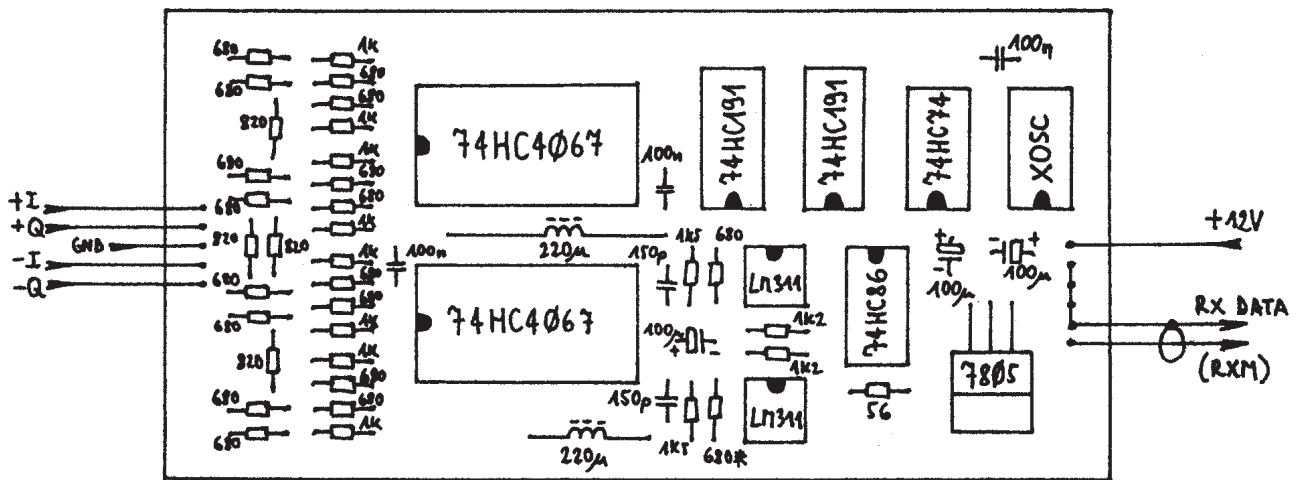
Dvokanalni I/Q ojačevalnik s skupno stopenjsko ARO je zgrajen na enostranski tiskanini iz 1.6mm debelega vitroplasta, ki je prikazana na sliki 16. Ustrezna razporeditev sestavnih delov je prikazana na sliki 17. Ker enota ne vsebuje nobenih nastavljivih sestavnih delov, moramo paziti na točnost vgrajenih sestavnih delov. Načeloma sicer zadoščajo 5% upori, 10% folijski kondenzatorji (nikakor ne keramični!) in običajni



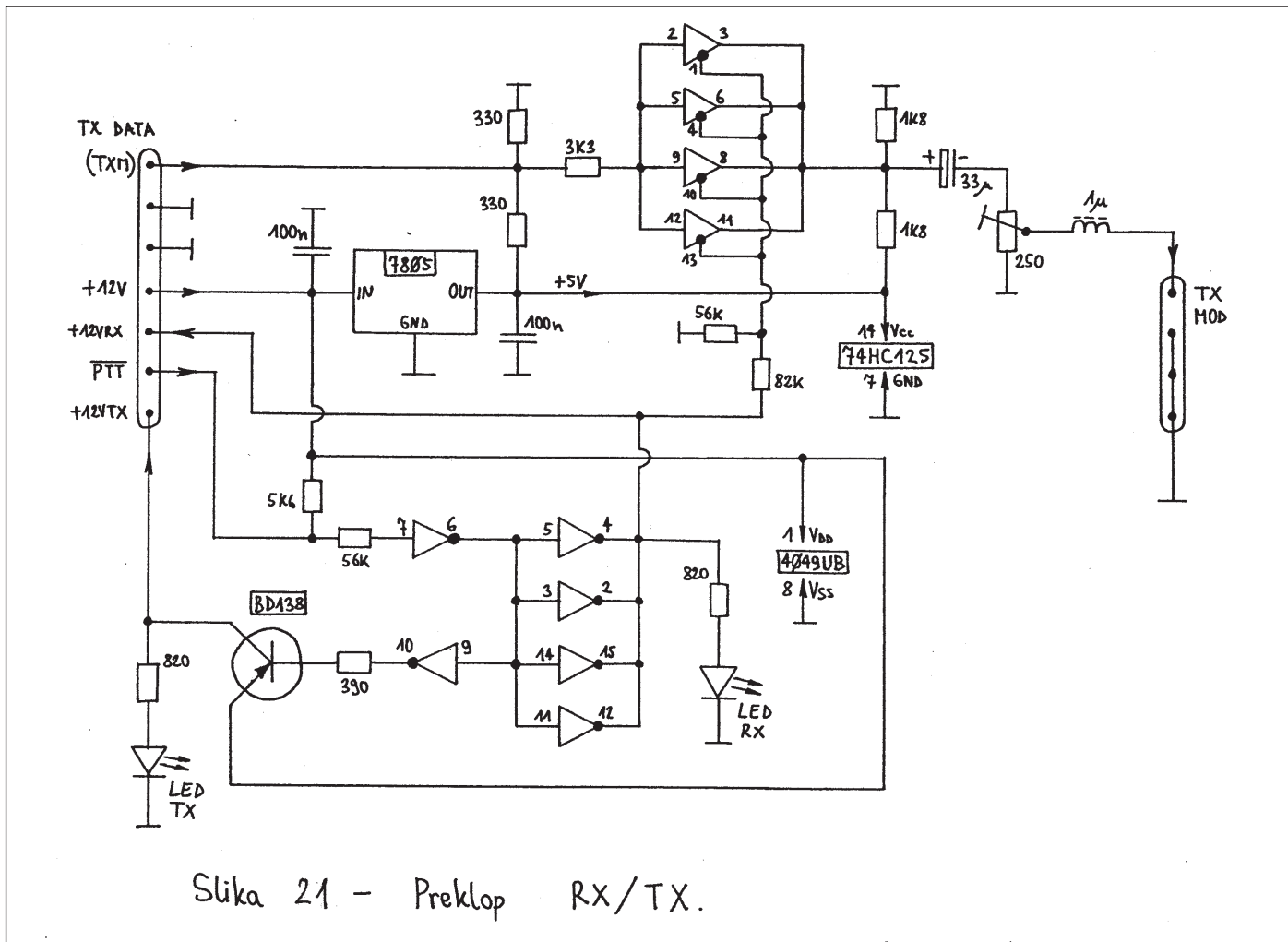
Slika 18 - Costas-ov I/Q PSK demodulator.



Slika 19 - Tiskanina Costas-ovega I/Q PSK demodulatorja.



Slika 20 - Razporeditev sestavnih delov Costas-ovega I/Q PSK demodulatorja.



Slika 21 - Preklop RX/TX.

BF199, saj se tolerance posameznih sestavnih delov najpogosteje ugodno odštejejo med sabo.

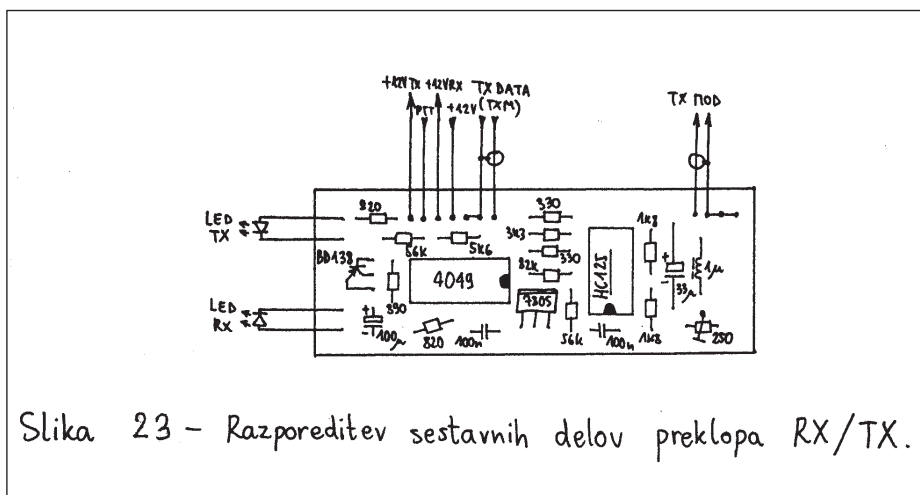
Pri sestavljeni enoti najprej preverimo enosmerne napetosti. Nato privedemo samo I oziroma samo Q signal in preverimo delovanje vseh treh ARO v obeh slučajih. Končno hkrati privedemo oba signala I in Q enake jakosti in preverimo še simetrijo delovanja ARO pri različnih jakostih vhodnega signala.



Slika 22 - Tiskanina preklopa RX/TX.

8. Costas-ov I/Q PSK demodulator

Nizkofrekvenčna signala I in Q, bolj točno I' in Q', sicer vsebujeta celotno informacijo, ki jo prenaša radijski signal, vendar ta signal še ni demoduliran. Pri dvofazni PSK modulaciji (BPSK) dobimo izhodni signal tako, da naredimo primerno uteženo vsoto signalov I' in Q'. Pri malenkostno različnih frekvencah sprejemnika in oddajnika se potrebne uteži periodično spreminjajo skladno z razliko frekvenc.



Slika 23 - Razporeditev sestavnih delov preklopa RX/TX.

V demodulatorju bi torej potrebovali dva množilnika in ustrezna krmilna vezja, kar bi lahko na primer izdelali s kopico običajnih integriranih vezij. Če si zastavljeno nalogo bolj natančno ogledamo, hitro najdemo enostavnejšo rešitev. Zaradi frekvenčne napake se kazalec sprejetega signala suče, v demodulatorju ga moramo zato le vrteti v obratni smeri.

Praktična rešitev opisane naloge izgleda takole: iz signalov I' in Q' naredimo večfazni sistem z velikim številom faz. To nalogo enostavno opravi primerno vezje uporov. Z analognim CMOS preklopnikom nato izberemo tisto fazo, kamor trenutno kaže kazalec sprejetega signala. Če izberemo najboljšo možno fazo izmed 16 faz, bo znašala fazna napaka kvečjemu 11.25 stopinje oziroma se razmerje signal/šum poslabša za največ 0.017dB!

Načrt takšnega PSK demodulatorja je prikazan na sliki 18. Iz dvokanalnega I/Q ojačevalnika dobimo štirifazne signale +I, +Q, -I in -Q, ki krmilijo uporovno vezje, sestavljeno iz 28 uporov. Uporovno vezje proizvaja 16 različnih faz, med katerimi lahko izbira elektronski preklopnik 74HC4067.

Preklopniku sledi nizkoprepustno

rijo izhodnega signala. Demodulirani signal nato LM311 ojači na TTL nivo. 74HC logična vrata nato poskrbijo za krmiljenje izhoda RX DATA (RXM), da lahko izhodni signal potuje do enote bitne sinhronizacije tudi po daljšem kosu 75-ohmskega koaksialnega kabla.

Elektronski preklopnik 74HC4067 je treba seveda ustrezno krmiliti, bolj točno vrteti z razliko frekvenc. Razliko frekvenc dobimo s pomočjo Costas-ove zanke. Razen omenjenega demodulatorja s preklopnikom 74HC4067 vsebuje vezje še en popolnoma enak preklopnik, ki deluje s faznim zamikom 90 stopinj oziroma štirih zaporednih faz v 16-faznem sistemu.

Izhodni signal drugega, kvadratnega demodulatorja, je sorazmeren fazni napaki. Če ga zmnožimo s pravim demoduliranim signalom, je produkt obeh že kar primeren za krmiljenje VCOja v fazno-sklenjeni zanki. Glede na predznak frekvenčne napake sprejemnika je treba seveda vrteti preklopnik 74HC4067 naprej ali nazaj. Od VCOja zato zahtevamo, da glede na potrebo proizvaja pozitivne ali negativne frekvence.

Ustrezno vezje VCOja je najlažje izdelati v povsem digitalni obliki. Digitalni VCO predstavljata števec

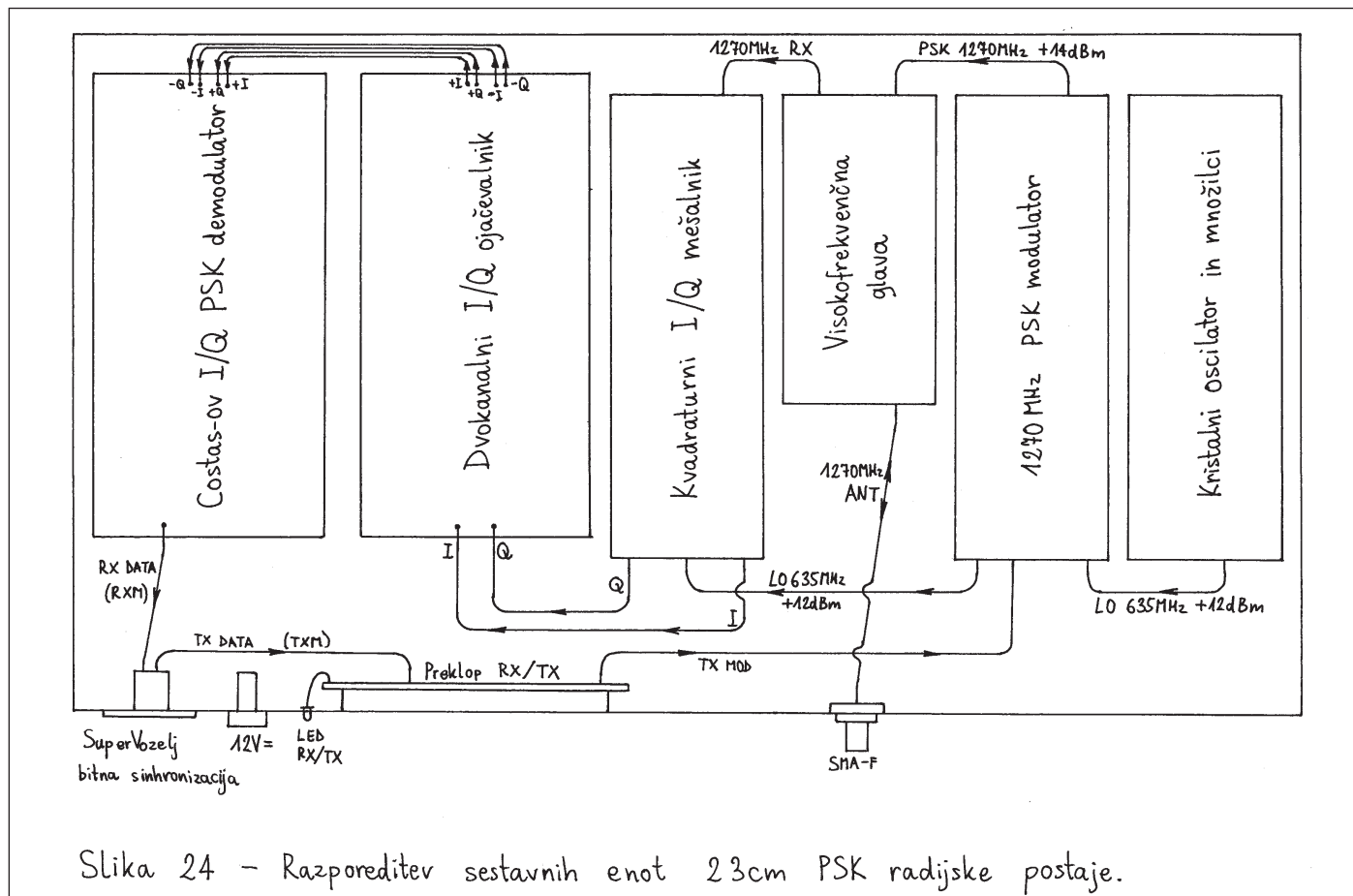
74HC191, ki lahko štejeta naprej ali nazaj s stalnim taktom 6144kHz. Krmilni signal VCOja je ravno vhod naprej/nazaj (up/down). Če je ta vhod na logični NIČLI, se preklopnik 74HC4067 vrtita NAPREJ s frekvenco 24kHz. Če pa je vhod na logični ENICI, se preklopnik 74HC4067 vrtita NAZAJ s frekvenco 24kHz.

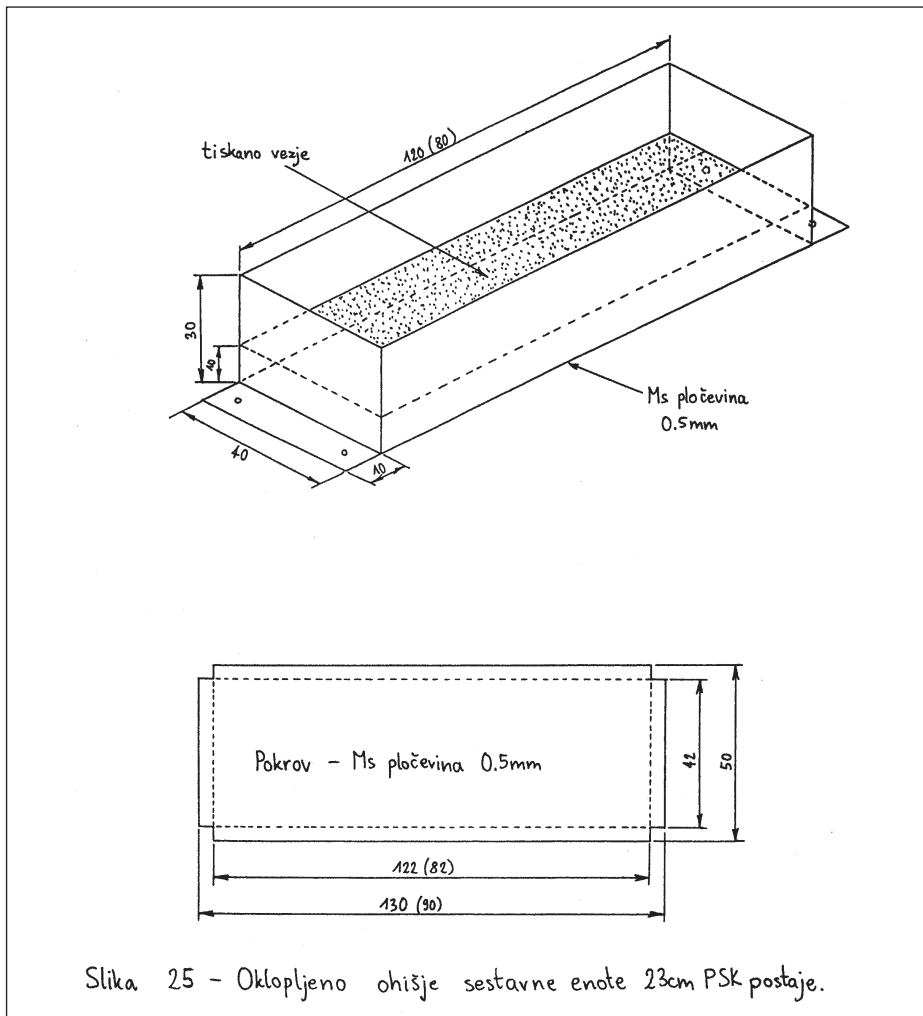
Če vhod naprej/nazaj menja logično stanje, se preklopnik vrtita z neko povprečno frekvenco, ki ustreza razmerju logičnih enic in ničel na vhodu naprej/nazaj. Pri razmerju pol/pol preklopnik mirujeta! Opisano vezje se torej obnaša kot VCO, ki pokriva frekvenčno področje od -24kHz do +24kHz.

Glede na to, da potrebuje VCO digitalen vhodni signal, opravijo množenje fazne napake z demoduliranim signalom kar EXOR vrata (74HC86 nožice 1, 2 in 3). Signal nato očistita dva D-flip-flop-a (74HC74), da števec 74HC191 ne zaideta v metastabilna stanja. Celotno vezje se obnaša kot PLL prvega reda, brez nizkoprepustnega sita v povratni vezavi.

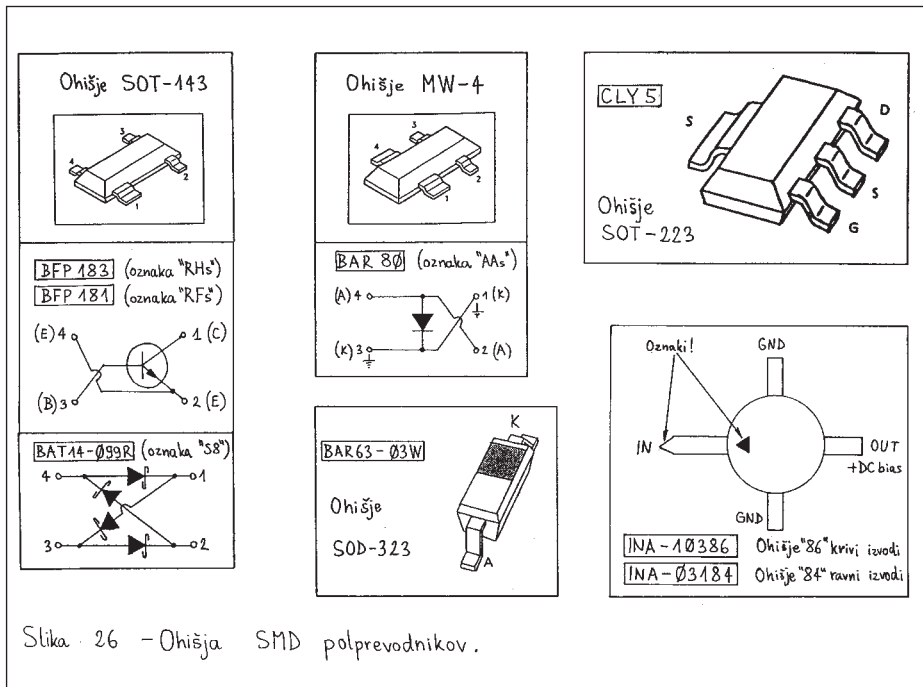
Če izvzamemo skrajnosti, lahko opisani demodulator popravi odstopanje frekvence sprejemnika do približno +/-15kHz, saj predstavlja +/-

s
it
o
,
d
a
š
p
i
c
e
o
b
p
r
e
k
l
a
p
l
j
a
n
j
u
n
e
p
o
k
v
a





Slika 25 - Oklopljeno ohišje sestavne enote 23cm PSK postaje.



Slika 26 - Ohišja SMD polprevodnikov.

p u
r r
e e
i i
k k
u u
š o
e z
n p
o o
p p
i i
t t
a a
k k
t t
n n
i i
h h
f f
r r
e e
k k
v v
e e
n n
c c
a a
h h
e e
o o
2 2
0 0

ustrezna razporeditev sestavnih delov pa na sliki 20. Za +5V napajanje digitalnih vezij poskrbi regulator i 7805, ki ima zaradi hlajenja prispajkano tudi "uho" na velik bakren pravokotnik na tiskanem vezju.

CMOS stikala povzročajo motnje ob preklapljanju, ki jih na zunaj opazimo kot trenuten kratek stik stikala n proti masi. Te motnje so v družini o 74HC40xx zelo majhne in bistveno p ne motijo delovanja vezja. CMOS r stikala iz stare družine 40xx imajo i desetkrat višjo parazitno upornost in t so tudi desetkrat počasnejša, zato so a tudi motnje ob preklapljanju tu dosti k bolj izražene.

V opisanem vezju zato priporočam n uporabo predpisanih sestavnih delov, i to je CMOS preklopnikov 74HC4067. h Stari preklopniki 4067 se obnašajo f dosti slabše. V primeru uporabe r starih 4067 lahko delno omejimo e preklopne motnje tako, da znižamo k napetost enosmerne delovne točke v stikal. V ta namen zamenjamo upor e 680ohm, ki je označen na načrtih z n zvezdico "*", z ustrezno manjšim c uporom (okoli 100ohm).

Costas-ov I/Q PSK demodulator je a skoraj povsem digitalno vezje, zato h ne potrebuje uglaševanja. Vežje de s demodulatorja sicer vsebuje nekaj e koristnih merilnih točk, kjer lahko d preverimo delovanje demodulatorja o in ostalih vezij sprejemnika. Očesni 2 vzorec in fazno napako pomerimo z 0 osciloskopom, ki ga prožimo od zunaj s taktom iz enote bitne sinhronizacije. Pri tem moramo dobiti široko odprto oko, amplituda fazne napake pa mora biti več kot trikrat, bolj točno $1/\sin(22.5\text{stopinj})$, manjša od amplitude očesa.

Končno lahko pomerimo še odstopanje frekvence sprejemnika kot povprečno enosmerno napetost na vходу naprej/nazaj števec 74HC191. Kristalni oscilator potem enostavno nastavimo tako, da z običajnim voltmetrom izmerimo 2.5V, ko je na vходу sprejemnika prisoten moduliran PSK radijski signal.

9. Preklop RX/TX

Preklop napajanja in še nekaj dodatnih vezij je zbranih v enoti preklop RX/TX, ki je prikazana na sliki 21 in je povsem enaka istimenski enoti v 13cm PSK postaji. Večina vezij sprejemnika se sicer stalno napaja z napetostjo +12V. Preklop zato vklaplja le vezja oddajnika (+12V TX) in istočasno izklaplja obe

24kHz teoretsko številko v odsotnosti vsakršnega šuma. Višja taktna frekvenca sicer omogoča širše področje odstopanja frekvence nosilca, hkrati pa se sorazmerno večja tudi ojačenje Costas-ov zanke in s tem občutljivost na šum. Vežje je sicer uspešno

MHz.

Costas-ov I/Q PSK demodulator je zgrajen na dvostranski tiskanini iz 1.6mm debelega vitroplasta z izmerami 60mmX120mm. Obe strani tiskanine sta prikazana na sliki 19,

visokofrekvenčni ojačevalni stopnji v sprejemniku (+12VRX). Preklopi so izvedeni s CMOS vezjem 4049UB, le vklop oddajnika potrebuje še PNP tranzistor BD138 zaradi večje porabe toka.

Krmiljenje preklopa gre preko PTT voda, ki je podobno kot pri običajnih radijskih postajah stikalo, ki se sklene na maso. Antenski preklopnik s PIN diodama se enostavno krmili z napetostjo +12V_{TX} in ne potrebuje posebnih krmilnih signalov.

Radijska postaja s sprejemnikom z ničelno medfrekvenco in Costas-ovim I/Q PSK demodulatorjem mora pravilno demodulirati tudi signal last-

razlikuje od običajnega režima delovanja vezij sprejemnika.

Enota preklon RX/TX vsebuje še krmilno vezje za PSK modulator oddajnika. Vhodni digitalni TTL signal se ojači z vezjem 74HC125, sledi trimer za nastavitvev jakosti modulacije in nizkoprepustno sito z dušilko 1uH. Jakost modulacije nastavimo ob ugaševanju PSK modulatorja enostavno tako, da dosežemo največjo izhodno moč oddajnika.

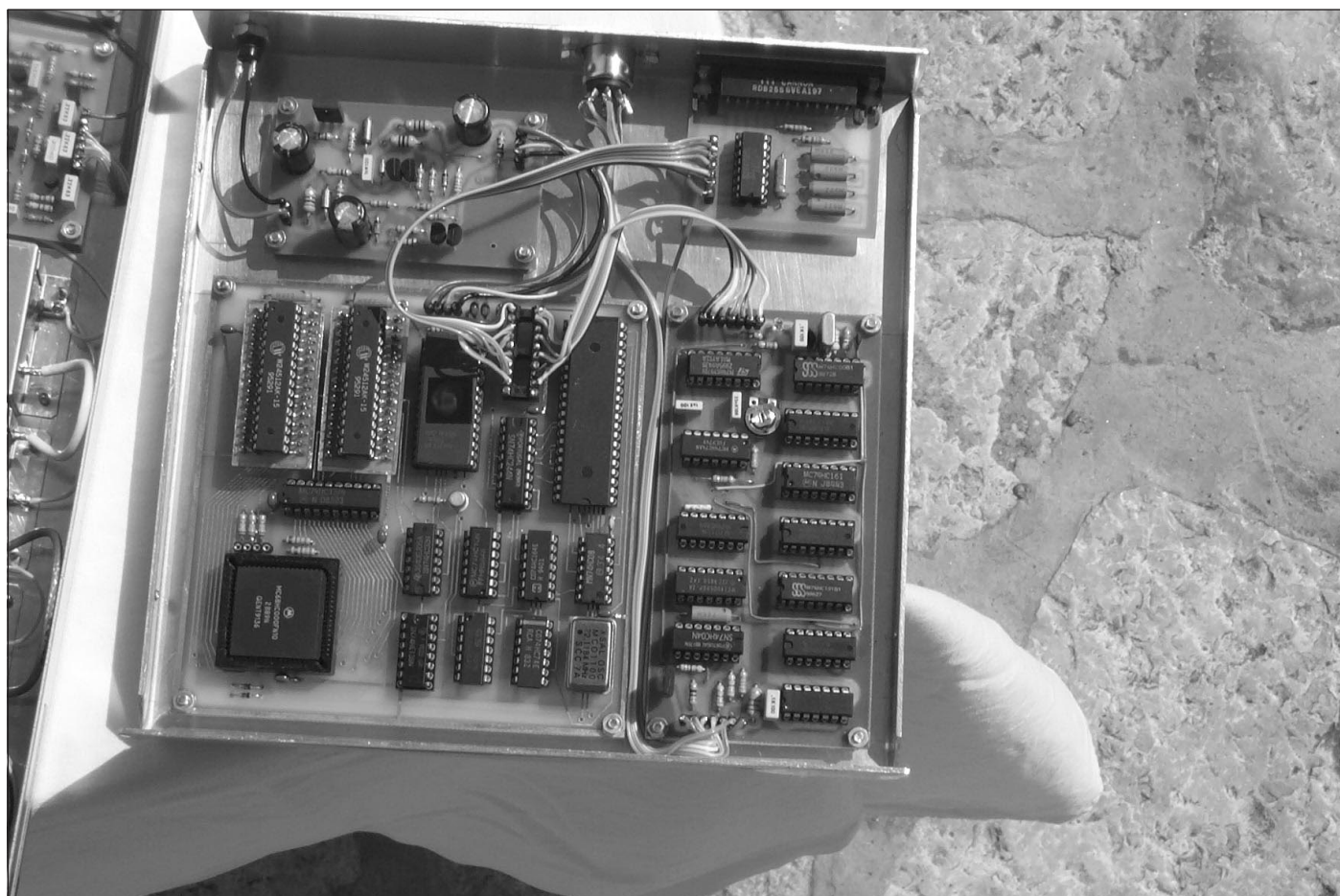
Vezje 74HC125 sicer dobiva napajalno napetost +5V tudi na sprejemu, izhodi tega vezja pa so tedaj onesposobljeni preko ustreznih krmilnih vhodov. Upora 1.8kohm

vgradnjo na prednjo ploščo radijske postaje in zato nosi obe lediki RX in TX.

10. Sestavljanje 23cm PSK radijske postaje

Izvedba 23cm PSK radijske postaje je zelo podobna 13cm postaji, opisani v CQ ZRS 4/95. Celotna postaja je vgrajena v aluminijasto ohišje, posamezne visokofrekvenčne enote pa so še dodatno oklopljene z medeninastimi škatlicami, tako da se na zunaj nova 23cm PSK postaja skoraj

n
e
g
a
o
d
d
a
j
n
i
k
a
.



Za razliko od 13cm PSK postaje, opisane v CQ ZRS 4/95, žal tega pojava ne moremo izkoristiti za zahtevnejši preizkus sprejemnika. V tem slučaju je razlika frekvenc sprejemnika in oddajnika nujno enaka nič, razmerje I/Q se ne spreminja in demodulator popravlja le statično fazno napako, kar se vse močno

poskrbita za to, da je tantalov sklopni kondenzator 33uF vedno naelektren na 2.5V, da je čas preklopa na oddajo čim manjši.

Preklop RX/TX je zgrajen na enostranski tiskanini z izmerami 30mmX80mm, ki je prikazana na sliki 22. Ustrezna razporeditev sestavnih delov je prikazana na sliki 23. Tiskana ploščica je predvidena za

ne razlikuje od svoje predhodnice za 13cm.

23cm PSK radijska postaja je vgrajena v ohišje z izmerami 320mm (širina) X 175mm (globina) X 32mm (višina). Razporeditev sestavnih enot 23cm radijske postaje je prikazana na sliki 24, vključno z vtičnicami in povezavami na prednji plošči. Ohišje je sestavljeno iz dveh "U"-jev iz

aluminijeve pločevine. Dno, prednja in zadnja plošča so iz 1mm debelega aluminija, pokrov in obe stranici pa iz 0.6mm debelega aluminija. Pri tem znaša globina pokrova 190mm, da sega po 7.5mm preko prednje in zadnje plošče.

Štiri visokofrekvenčne enote 23cm PSK radijske postaje so vgrajene v oklopljena ohišja iz medeninaste pločevine debeline 0.5mm. Posamezna tiskana vezja so zacinjena v okvir iz medeninaste pločevine, na katerega se natakne medeninast pokrov, kot je to prikazano na sliki 25. Ohišje posamične enote se potem pritrdi s štirimi samoreznimi vijaki za pločevino na dno ohišja postaje. Višina ohišja postaje je tako izbrana, da pokrov celotne postaje pritiska na pokrovčke posameznih enot, ki zato ne potrebujejo posebne pritrditve.

Seveda lahko dosežemo učinkovito oklapljanje posamičnih enot le s primerno izvedbo vseh električnih povezav. Napajanje je napeljeno skozi kondenzatorje skoznike (okoli 1nF) v krajših stranicah medeninastih škatlic.

Signalne povezave so izvedene s tankimi teflonskimi koaksialnimi kabelčki (RG-188 ipd), katerih oklop mora biti dobro zacinjjen na medeninasto pločevino pri vstopu v škatlico. Dolžine kabelčkov niso predpisane z izjemo povezave med izhodom PSK modulatorja in vhodom izhodne stopnje oddajnika, ki mora biti dolga natančno 12cm, merjeno od ene do druge medeninaste stene. Kabelčka za I in Q signala naj bosta enako dolga!

Opisana 23cm PSK radijska postaja uporablja več različnih SMD sestavnih delov. Najmanj težav je z upori, saj so vsi SMD upori običajno uporabni na zelo visokih frekvencah preko 10GHz. Povsem obraten slučaj so kondenzatorji: večslojni SMD kondenzatorji so običajno neprimerni za visoke frekvence. V opisani postaji sem se zato omejil na eno samo razmeroma nizko vrednost: 47pF. Namesto 4.7uF SMD tantalov lahko brez težav vgradimo tudi bolj običajne "kapljice".

Končno so na sliki 26 predstavljena ohišja in razporeditve priključkov uporabljenih polprevodnikov v opisani PSK radijski postaji. Pozor na točne tipske oznake polprevodnikov in na oznake na ohišjih, ki so zaradi pomanjkanja prostora nujno drugačne!

11. Rezultati poskusov

Opisana 23cm PSK radijska postaja z ničelno medfrekvenco vsebuje kopico novosti, zato še ni povsem jasno, kako se bo takšna postaja v praksi obnesla. Sprejemnik z ničelno medfrekvenco se je na primer izkazal nekoliko bolj občutljiv na motnje močnih UHF TV oddajnikov, ki delajo na polovični frekvenci (635MHz). Pri uporabi opisane postaje v neposredni bližini oddajnih TV anten je treba vgraditi dodatno antensko pasovno sito oziroma uporabiti oklopljeno ali valovodno anteno (na primer dipol v skodelici).

Po slabem mesecu preizkusov na resnični radijski poti dolžine sicer komaj 6km, a brez optične vidljivosti, se je nova 23cm PSK radijska postaja izkazala približno enakovredna stari 13cm PSK radijski postaji pri delovanju z antenami podobnih dimenzij (kar pomeni manjšim dobitkom na 23cm). Presihanje zveze je na 23cm nekoliko manj pogosto, zato pa so bolj pogoste motnje v primerjavi s 13cm področjem.

Pri opisani 23cm PSK radijski postaji preklonni čas sprejem/oddaja in obratno ni več vezan na nespremenljive konstante (čas vnihanja kristalnega oscilatorja pri 13cm oddajniku), pač pa preklonni čas določajo izbrane RC časovne konstante ARO in drugih vezij. Preklonni čas opisane 23cm PSK radijske postaje je zato v razredu 1ms oziroma dvakrat manjši od preklonnega časa 13cm postaje.

Najpomembnejša novost opisane 23cm postaje je močno poenostavljeno sestavljanje postaje. Nova 23cm postaja vsebuje le še štiri medeninaste škatlice namesto sedmih v 13cm postaji, pa tudi število navitih tuljav je zelo nizko. Čas sestavljanja nove 23cm postaje se zato skrajša na polovico časa, potrebnega za sestavljanje stare 13cm PSK postaje. Končno, nova 23cm PSK postaja skoraj ne potrebuje uglaševanja!

Večino opisanih sestavnih enot 23cm PSK postaje bi lahko uporabili tudi v SSB postaji za frekvenčno področje 23cm. Z dvema kvadraturama I/Q mešalnikoma in visokofrekvenčno glavo bi lahko sestavili SSB radijsko postajo z neposrednim mešanjem na sprejemu in na oddaji. Dvokanalni I/Q ojačevalnik in demodulator bi lahko uporabili v SSB radijski postaji z medfrekvenco 1.5 kHz, če bi ustrezno preračunali vse RC časovne konstante. Kristalni

oscilator bi seveda predelali v VXO, množilne stopnje pa lahko ostanejo takšne, kot so v PSK postaji.

V bodočnosti pričakujem še enostavnejše PSK in SSB radijske postaje. Kristalni oscilator in množilne stopnje bi zamenjal PLL sintetizator in tako povsem izločil kakršnokoli uglaševanje postaje. Visokofrekvenčne stopnje oddajnika in sprejemnika bi lahko združili na eni sami mikrotrakasti tiskanini in tako znatno poenostavili sestavljanje postaje. Prav tako bi lahko združili medfrekvenčni ojačevalnik, demodulator in preklon na eno tiskanino. Nenazadnje pa ne smemo pozabiti na navadne uporabnike, ki zdaj nujno potrebujejo primeren TNC ali kartico za v računalnik za packet-radio z megabitnimi hitrostmi!

23cm in 13cm radijski postaji z ničelno medfrekvenco

za radioamaterske digitalne komunikacije

S51RM S52GW S53RM

UVOD

Zasnova je projekt PSK in SSB postaj z ničelno medfrekvenco Vidmar Matjaža - S53MV. Delovanje postaje z ničelno medfrekvenco je opisano v CQ ZRS številka 2 April 1996, zato tukaj nebi ponavljali opisa delovanja postaje.

S5-PSK 23cm in S5-PSK 13cm sta zasnovani in izdelani na eni plošči velikosti dvojne evropa kartice (200mm x 160mm) v troplastni izvedbi in sta namenjeni tako uporabnikom kot linkovskim povezavam. Za sestavljanje teh postaj je potrebno poleg osnovnega znanja in navdušenja imeti tudi primerno orodje.

SESTAVLJANJE

Velik del materiala, ki je uporabljen pri teh postajah je SMD. Velikosti SMD kondenzatorjev sta dve: manjši (0805), ki so postavljeni v glavnem v VF delu sprejemnika in oddajnika ter večji (1206). SMD upori so velikosti 1206, SMD tantal kondezatorji pa 7257 (47 uF). Ostali material pa je klasičen.

Antenski priključek je TNC kotni, lahko pa je tudi BNC kotni. Modemski priključek pa je moški DB9 kotni konektor z enakim razporedom kontaktov kot pri S5-70PLL postaji, tako da se za priključitev lahko uporabi kar isti kabel, samo da ni daljši od 2m. Če rabimo daljši kabel morata biti povezavi TXD in RXD vsaka zase oklopljeni. Lahko uporabimo kar tanek 50 ohmski koaksialni kabel. Postajo vgradimo v ohišje velikosti Š 167mm x G 210mm x V 35 mm.

Pri sestavljanju je smiselno najprej prispajkati vse SMD komponente, nato klasične upore in kondezatorje, zatem tranzistorje, integrirana vezja i.t.d. Na podnožje lahko damo vezja 74HC4067. V luknje, ki so pripravljene za kristalni oscilator pa vstavimo pine od profesionalnih podnožij. Za ta oscilator lahko uporabimo katerikoli oscilator od frekvence 6 MHz do 16 MHz. Pri spajkanju RF komponent ne bo odveč previdnost, da elementov pri spaj-

kanju ne pregrejemo in tako uničimo. (čas spajkanja največ 2 sekundi)

Navijati je potrebno samo štiri tuljave, ki so v oscilatorju in sicer dve v lončkih (L6 in L7) in dve samonosne (L11 in L12). Prvi dve v lončkih imata vsaka po 4 ovoje 0,25mm Cul žice navite v zgornji dve sekciji, medtem ko sta samonosne tuljave navite iz 0,8mm Cul žice, 4 ovoje na premeru 4mm. Te tuljave so enake za 23 in 13 cm postajo.

Ko imamo prispajkane vse komponente in priključke, prispajkamo še oklop iz medeninaste pločevine. To napravimo tako, da najprej sestavimo posebej okvir oklopa. Najlažje in najbolj natančno bomo spojili okvir tako, da ga postavimo v pokrov oklopa (PAZI !!! - pokrov se samo z ene strani prilaga na okvir), srednjo pregrado potisnemo proti eni od krajših stranic (približno 2cm od nje) in od znotraj prispajkamo okvir, tam kjer je sestavljen. To ponovimo še na drugi krajši stranici. Zatem privijemo ploščo tiskanega vezja v ohišje z vsemi vijaki. Okvirju snamemo pokrov, ga postavimo na svoje mesto na tiskanem vezju, srednjo pregrado pa namestimo približno na sredino okvirja (zaradi enakega razmika daljših stranic) tako, da ne nasede na kakšen element. Okvir ponovno pokrijemo s pokrovom, ga točno namestimo na svoje mesto in na vogalih prispajkamo (pripikamo) na tiskano vezje.

Pripikamo ga tudi dvakrat do trikrat na daljših stranicah. Prestavimo še pregrado na svoje mesto tako, da ima zavilke obrnjene prot TNC konektorju in tudi njo spojimo z okvirjem ter na sredini enkrat pripikamo na tiskano vezje. Zdaj je potrebno okvir še prispajkati okoli in okoli (zaliti). To napravimo z malo močnejšim spajkalom, (60W, weller s konico 9) na daljših stranicah, dokler je tiskano vezje še v ohišju. Nato vzamemo tiskano vezje iz ohišja in dokončamo zalivanje. Preostane nam še, da prispajkamo ohišje stabilizatorja 7805 na okvir oklopa, ki mu služi kot hladilnik. Tiskano vezje vgradimo v ohišje šele po tem, ko smo se prepričali da nam oscilator deluje in smo ga na grobo poglasili.

UGLASITEV POSTAJE

Ko postajo priključimo na napajalno napetost 13,8V lahko preiskujemo kristalni oscilator in ga poglasimo. Uglasavanje oscilatorja opravimo po množilnih stopnjah in pri tem pazimo, da smo na pravi množilni frekvenci kar preverimo s frekvenc metrom. Pri uglasavanju uporabimo AVO meter in visokofrekvenčno sondo, ki je bila že večkrat opisana v CQ ZRS. Z uglasavanjem pričnemo pri kristalnem oscilatorju. Uglasujemo na največjo napetost na vhodu naslednje stopnje. Lahko pa tudi z volt metrom merimo padec napetosti na delovnih uporih R114, R122, R130 ali pa napetost na bazah tranzistorjev v oscilatorju, preko upora (2k2) in tako uglasimo celotni oscilator. Na fino poglasimo oscilator tako, da priključimo ohm meter med maso in merilno točko TP6 ali TP7 (TP7 ali TP8 pri 13cm postaji). Ohm meter postavimo na merilno področje x10 in poglašujemo kroge v oscilatorju na maksimalni odklon, to je na minimalno upornost. Pri uglasenem oscilatorju nastavimo tudi točno željeno frekvenco s trimer kondezatorjem C41 ali z tuljavo (L8), ki jo namestimo namesto C41. Tuljava ima 7 ovojev 0,15 mm debele Cul žice navite v zgornji dve sekciji. Pri obstoječih frekvencah in pripadajočih kristalih, ki jih uporabljamo v Sloveniji, lahko v glavnem s C41 nastavimo točno frekvenco in ni potrebno uporabljati tuljave L8.

Ostane nam še nastavitve nivoja modulacije na maksimalno izhodno moč oddajnika, ki jo nastavimo s potenciometrom P1. Položaj potenciometra P1 pri nastavljeni modulaciji je približno na sredini. No to pa je tudi vse, kar je potrebno pri uglasavanju teh postaj. Dobro si je seveda zgraditi preiskusno vezje za PSK radijske postaje, ki ga je Matjaž S53MV objavil v CQ ZRS številka 5 oktober 1995 na strani 23, s katerim si boste pomagali pri nastavljanju modulacije in preiskusu postaje.

KRISTALI**23 cm postaja:**

Za frekvenco 1298.680 MHz uporabimo standardni kristal 9.0181 MHz ali CB kristal 27.055MHz. (Ljubljana, Maribor in Zasavje)

Za frekvenco 1276.870 MHz, uporabimo standardni kristal 8.8675 MHz ali CB kristal 26.600 MHz (Primorska, Koroška in Posavje)

13 cm postaja:

Za frekvenco 2360 MHz uporabimo kristal (računalniški) z frekvenco 18.432 MHz (Primorska, Koroška)

Za frekvenco 2312.100 MHz je potrebno kristal naročiti. Njegova frekvenca pa je 18.0625 MHz (Ljubljana, Maribor)

MERILNE TOČKE (TP) 23cm postaje

TP	Opis	Tip	Vrednost
TP 1	napetost antenskega preklopnika	Tx	1.6V
TP 2	napetost ponora (D) CLY 5	Tx	5.3V
TP 3	napetost predstopnje INA 10308	Tx	9.2V
TP 4	nivo modulacije (osciloskop)	Tx	-
TP 5	napetost dvojilca BFP 183	Tx	9.3V
TP 6	uglaševanje oscilatorja (ohm meter)	Rx	na max.
TP 7	uglaševanje oscilatorja (ohm meter)	Rx	na max.
TP 8	napetost ojačevalnika INA 03184	Rx	9.2V
TP 9	napetost ojačevalnika BFP 181	Rx	7.6V
TP 10	fazna napaka	Rx	
TP 11	očesni vzorec	Rx	
TP 12	odstopanje frekvence	Rx	

MERILNE TOČKE (TP) 13cm postaje

TP	Opis	Tip	Vrednost
TP1	napetost ponora (D) CLY2	Tx	5.5V
TP2	napetost antenskega preklopnika	Tx	1.65V
TP3	napetost predstopnje BFP 183	Tx	8.2V
TP4	napetost ojačevalnika INA 10308	Tx	6.7V
TP5	napetost množilnika BFP 196	Tx	4.5V
TP6	napetost množilnika BFP 183	Tx	7.8V
TP7	uglaševanje oscilatorja (ohm meter)	Rx	na max.
TP8	uglaševanje oscilatorja (ohm meter)	Rx	na max.
TP9	napetost množilnika BFP 196	Rx	7.6V
TP10	napetost ojačevalnika INA 03184	Rx	7.7V
TP11	napetost ojačevalnika BFP 181	Rx	9.1V
TP12	napetost predojačevalnika ATF 35376	Rx	1V do 1.5V
TP13	fazna napaka	Rx	
TP14	očesni vzorec	Rx	
TP15	odstopanje frekvence	Rx	

SPISEK MATERIALA 23cm postaje

Količina	Tip	Vrednost	Oznaka
1	C0805	2p2	C100
1	C0805	3p3	C64
1	C0805	4p7	C83
9	C0805	47p	C42,C51,C59,C67,C72,C75, C85,C97,C99
2	C0805	150p	C44,C73
2	C0805	220p	C52,C60
14	C0805	1n	C45,C49,C50,C68,C76,C79, C86,C87,C88,C89,C90,C93, C96,C98
6	C1206	1n	C77,C78,C80,C81,C94,C95
3	C1206	6n8	C23,C24,C25
2	C1206	4u7	C43,C69
1	C7257	47u	C55
1	R1206	39E	R126
2	R1206	56E	R100,R123

Količina	Tip	Vrednost	Oznaka
2	R1206	150E	R110,R111
1	R1206	270E	R102
3	R1206	470E	R99,R109,R118
1	R1206	680E	R124
2	R1206	1k5	R106,R112
2	R1206	2k2	R121,R127
2	R1206	2k7	R103,R117
2	R1206	22k	R120,R128
1	R1206	33k	R134
4	R1206	82k	R101,R116,R119,R131
3	R1206	150k	R47,R48,R49
1	C1R	2p2	C48
1	C1R	4p7	C47
2	C1R	18p	C46,C53
1	C1R	47p	C58
1	C1R	68p	C56
2	C1R	150p	C3,C22
2	C1R	1n	C65,C70
1	C2R	22n	C54
7	C2R	100n	C1,C15,C26,C27, C32,C40,C84
2	C2R	470n	C62,C66
6	C2R-POLY	1n8	C16,C17,C18,C28,C29,C30
6	C2R-POLY	68n	C11,C12,C13,C34,C36,C38
6	C2R-POLY	100n	C4,C7,C9,C35,C37,C39
4	C2R-POLY	220n	C10,C20,C21,C33
8	CP1R	100u	C2,C5,C6,C8,C19,C57,C71, C92
1	CP1R/Tantal	33u	C14
1	CP2R	100u	C31
2	CV	2-10p	C91,C101
5	CV	4-20p	C41,C61,C63,C74,C82
6	R	18E	R32,R33,R35,R72,R74,R76
8	R	27E	R9,R11,R13,R84,R86,R88, R93,R94
1	R	33E	R104
3	R	56E	R37,R95,R125
2	R	100E	R132,R115
1	R	220E	R130
4	R	270E	R3,R5,R90,R91
2	R	330E	R27,R51
1	R	390E	R96
2	R	470E	R114,R122
4	R	560E	R4,R8,R71,R92
19	R	680E	R17,R20,R22,R23,R31,R38, R39,R40,R44,R52,R57,R58, R59,R60,R70,R79,R80,R81, R107
6	R	820E	R29,R46,R53,R69,R89,R97
8	R	1k	R16,R21,R30,R45,R54,R68, R78,R82
6	R	1k2	R6,R15,R34,R36,R64,R67
2	R	1k5	R7,R28
2	R	1k8	R1,R2
12	R	2k7	R10,R12,R14,R41,R42,R43, R61,R63,R66,R83,R85,R87
1	R	3k3	R50
4	R	3k9	R18,R19,R62,R65
1	R	5k6	R56
2	R	56k	R55,R105
2	R	68k	R108,R113
1	R	82k	R98
6	R	270k	R24,R25,R26,R73,R75,R77
2	R/2W	27E	R129,R133
1	POT	250E	P1
2	L	4 ov. 0,25cul	L6,L7
1	L	7 ov. 0,15cul	L8
2	L	4 ov. 0,8cul	L11,L12
2	L	1uH	L2,L10
2	L	47uH	L5,L13
2	L	100uH	L15,L16
5	L	220uH	L1,L3,L4,L9,L14
12	1N4148		D1,D2,D3,D4,D5,D6,D7,D8, D9,D10,D11,D12
1	LED RDEČA	3mm	LD1
1	LED ZELENA	3mm	LD2
1		1N5820	D13
1	ZENNER	5V6	D17
1	ZENNER	8V2	D15
1	OSCILATOR	6.144MHz	QO1

Količina	Tip	Vrednost	Oznaka	Količina	Tip	Vrednost	Oznaka
1	XTAL	27.055MHz	Q1	1	CP1R/Tantal	33u	C14
1	BAR63-03W		D16	1	CP2R	100u	C31
1	BAR 80		D14	2	CV	2-10p	C95,C106
3	BAT14-099R S8		IC15,IC17,IC18	5	CV	4-20p	C41,C64,C72,C79,C86
1	CLY5		T22	6	R	18E	R32,R33,R35,R72,R74,R76
1	BD138		T15	8	R	27E	R9,R11,R13,R84,R86,R88, R93,R94
16	BF199		T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7,T8, T9,T10,T11,T12,T13,T14, T16,T20	1	R	33E	R106
1	BFP181-RFs		T19	2	R	56E	R37,R95
1	BFP183-RHs		T24	2	R	100E	R104,R123
1	BFR91		T23	2	R	150E	R98,R132
3	BFX89		T17,T18,T21	2	R	220E	R108,R130
1	INA-03184		IC13	4	R	270E	R3,R5,R90,R91
1	INA-10386		IC19	4	R	330E	R27,R51,R114,R122
1	4049		IC12	1	R	390E	R96
3	4049UB		IC5,IC6,IC7	1	R	470E	R119
1	74HC74		IC8	4	R	560E	R4,R8,R71,R92
1	74HC86		IC1	19	R	680E	R17,R20,R22,R23,R31,R38, R39,R40,R44,R52,R57,R58, R59,R60,R70,R79,R80,R81, R112
1	74HC125		IC14	6	R	820E	R29,R46,R53,R69,R89,R97
2	74HC191		IC9,IC10	8	R	1k	R16,R21,R30,R45,R54,R68, R78,R82
2	74HC4067		IC3,IC11	6	R	1k2	R6,R15,R34,R36,R64,R67
2	LM311		IC2,IC4	2	R	1k5	R7,R28
1	7805		IC16	2	R	1k8	R1,R2
1	DB9M		K1	12	R	2k7	R10,R12,R14,R41,R42,R43, R61,R63,R66,R83,R85,R87 R50
1	TNC		K2	1	R	3k3	R18,R19,R62,R65
SPISEK MATERIALA 13cm postaje				4	R	3k9	R56
Količina	Tip	Vrednost	Oznaka	1	R	5k6	R55,R107
1	C0805	2p2	C105	2	R	56k	R113,R118
1	C0805	3p3	C73	1	R	68k	R100
1	C0805	4p7	C87	6	R	82k	R24,R25,R26,R73,R75,R77
11	C0805	47p	C49,C53,C59,C63,C67,C69, C80,C83,C84,C103,C104	2	R/2W	270k	R140,R143
2	C0805	150p	C47,C71	2	POT	27E	P1
2	C0805	220p	C54,C70	1	L	250E	L6,L7
2	C0805	1n	C48,C100	1	L	4 ovo.0,25cul	L8
20	C1206	1n	C42,C43,C45,C57,C68,C78, C81,C82,C85,C89,C90,C91, C92,C93,C94,C96,C98,C99, C101,C102	2	L	4 ovo.0,8cul	L11,L12
3	C1206	6n8	C23,C24,C25	3	L	1uH	L2,L5,L17
2	C1206	4u7	C46,C75	2	L	47uH	L9,L13
2	C7257	47u	C44,C58	2	L	100uH	L15,L16
1	R1206	33E	R124	5	L	220uH	L1,L3,L4,L10,L14
1	R1206	39E	R135	12	1N4148		D1,D2,D3,D4,D5,D6,D7,D8, D9,D10,D11,D12
2	R1206	51E	R105,R129	2	LED RDEČA	3mm	LD1,LD3
4	R1206	150E	R115,R116,R138,R139	1	LED ZELENA	3mm	LD2
1	R1206	220E	R141	1	1N5820		D13
1	R1206	270E	R101	1	ZENNER	5V6	D17
2	R1206	470E	R109,R121	1	ZENNER	8V2	D15
1	R1206	680E	R133	1	BAR63-03W		D16
4	R1206	1k5	R99,R110,R117,R146	1	BAR 80		D14
2	R1206	2k2	R127,R136	3	BAT14-099R-S8		IC15,IC17,IC18
2	R1206	2k7	R111,R125	1	CLY2		T24
1	R1206	3k9	R120	1	ATF35376		T22
2	R1206	15k	R144,R201	1	BD138		T15
4	R1206	22k	R128,R134,R137,R145	16	BF199		T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7,T8, T9,T10,T11,T12,T13,T14, T16,T21
4	R1206	82k	R102,R126,R131,R142	1	BFP181-RFs		T20
3	R1206	150k	R47,R48,R49	2	BFP183-RHs		T25,T28
1	C1R	2p2	C51	2	BFP196-RIs		T17,T27
1	C1R	4p7	C52	1	BFR91		T26
2	C1R	18p	C50,C55	3	BFX89		T18,T19,T23
1	C1R	100p	C62	1	INA-03184		IC13
3	C1R	150p	C3,C22,C60	1	INA-10386		IC19
2	C1R	1n	C65,C76	4	4049UB		IC5,IC6,IC7,IC12
1	C2R	1n8	C30	1	74HC74		IC8
1	C2R	22n	C56	1	74HC86		IC1
7	C2R	100n	C1,C15,C26,C27,C32, C40,C88	1	74HC125		IC14
2	C2R	470n	C66,C74	2	74HC191		IC9,IC10
5	C2R-POLY	1n8	C16,C17,C18,C28,C29	2	74HC4067		IC3,IC11
6	C2R-POLY	68n	C11,C12,C13,C34,C36,C38	2	LM311		IC2,IC4
6	C2R-POLY	100n	C4,C7,C9,C35,C37,C39	1	7805		IC16
4	C2R-POLY	220n	C10,C20,C21,C33	1	OSCILATOR	6.144MHz	QO1
8	CP1R	100u	C2,C5,C6,C8,C19,C61,C77,C97	1	XTAL	18.432MHz	Q1
				1	DB9RM		K1
				1	TNC		K2

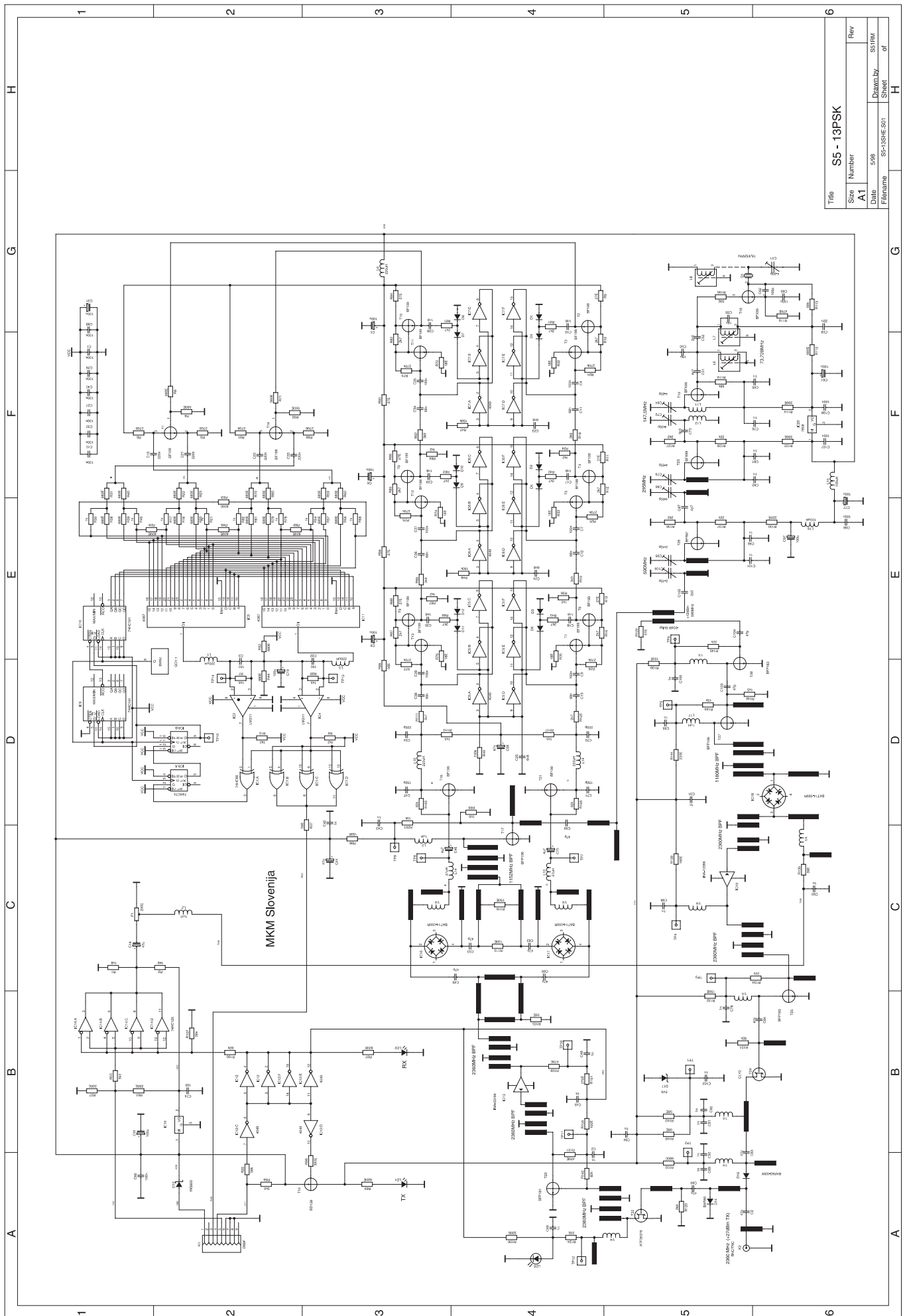


TEHNIČNI PODATKI 23cm postaje

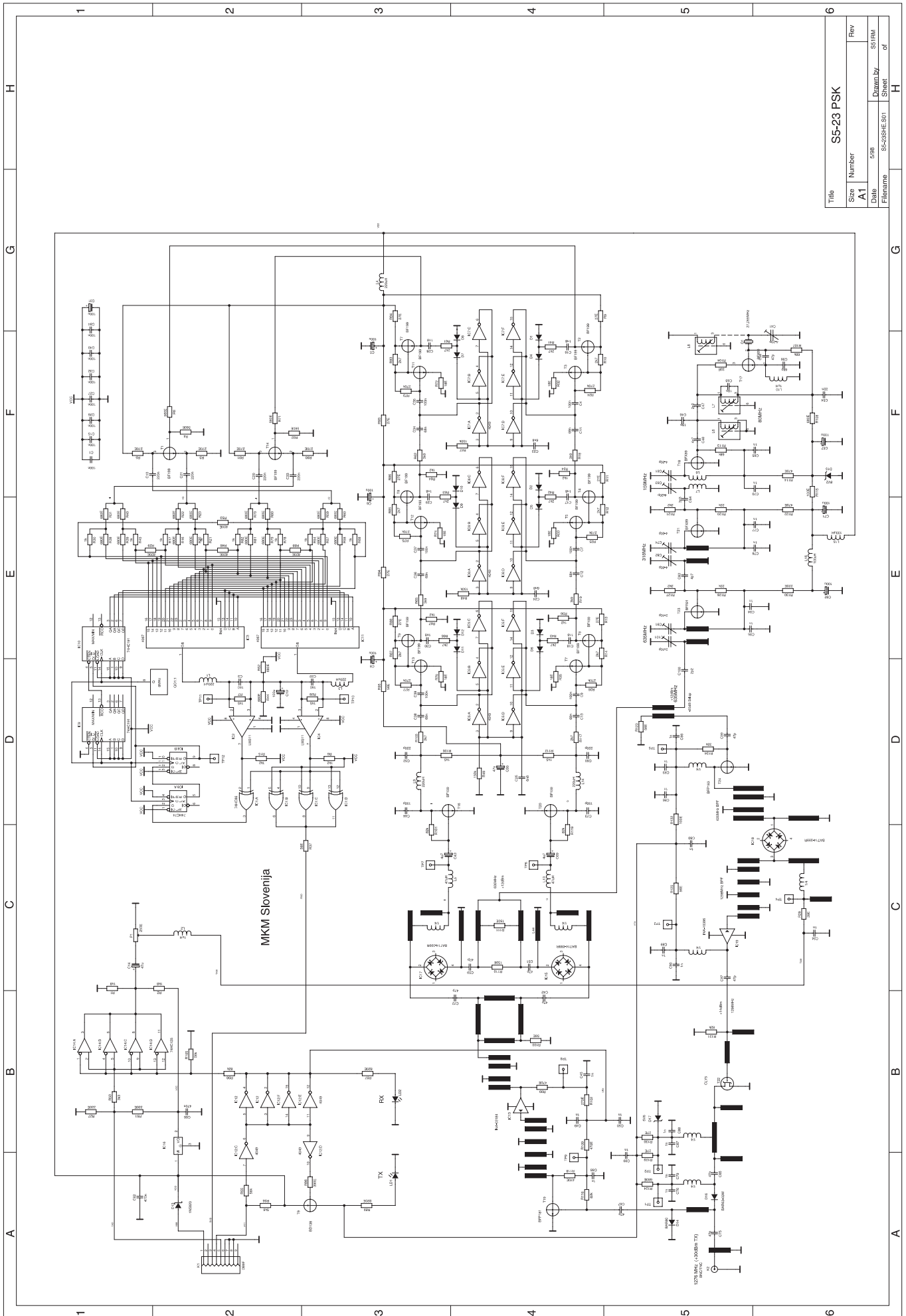
Napetost napajanja	13.8V +/- 10%
Poraba Rx	~230 mA
Poraba Tx	~1100 mA
Izhodna moč	1 W

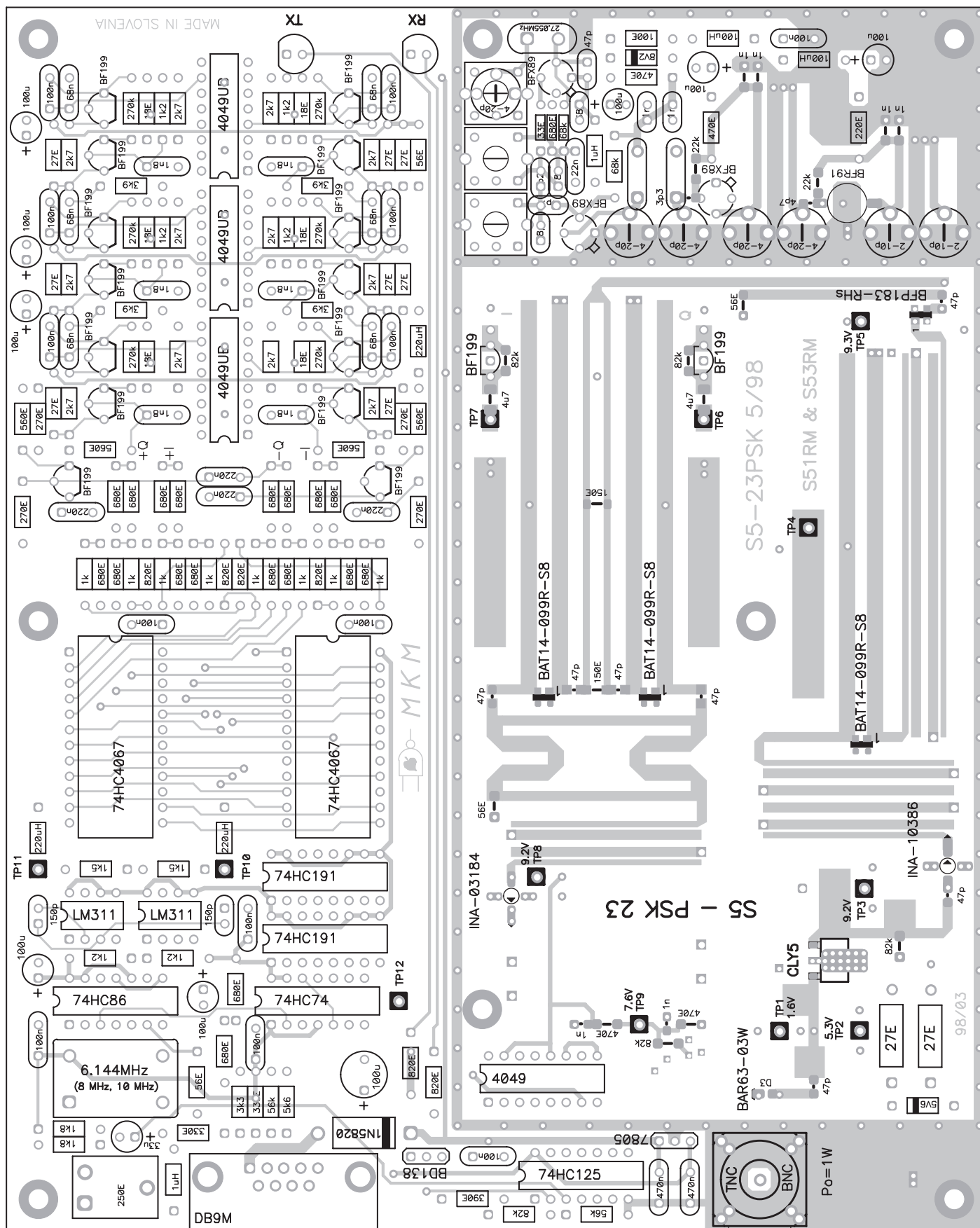
TEHNIČNI PODATKI 13cm postaje

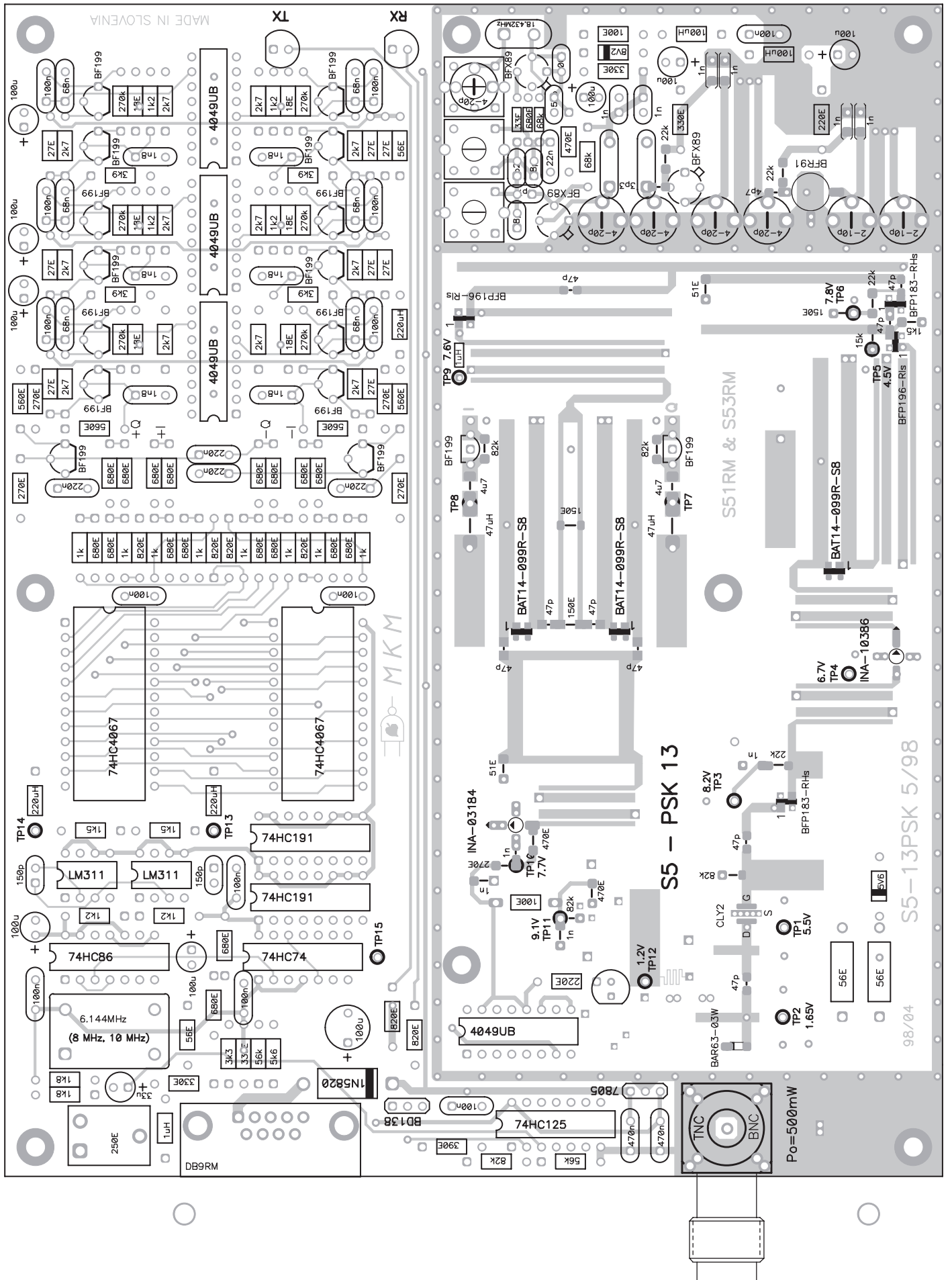
Napetost napajanja	13.8V +/- 10%
Poraba RX	~300 mA
Poraba Tx	~900 mA
Izhodna moč	0.5 W



Title	S5 - 13PSK	Rev	
Size	Number	Drawn by	SKM
Date	A1	Sheet	of
File name	S5-13PSK.S01		







PSK radijska postaja za 13cm z ničelno medfrekvenco

Matjaž Vidmar, S53MV

1. Megabitne PSK radijske postaje

Na packet radio, predvsem pa na megabitne PSK radijske postaje, smo zadnje čase kar nekam pozabili. Razlog je preprost: s PSK radijskimi postajami smo imeli zelo malo težav in še manj okvar. Če na hribu kaj crkne, potem je to najpogosteje postaja za 2m. "Plastične" radijske postaje iz daljnega vzhoda so zato skoraj izginile iz naših vozlišč. Kjer se je le dalo, smo jih zamenjali s predelanimi profesionalnimi NBFM radijskimi postajami za 2m oziroma s samogradnjami.

Z WBFM postajami za 23cm in 70cm je težav precej manj. Stare 23cm WBFM postaje so na hribih že desetletje in jih uporabljamo le še za rezervne zveze, zato redkih okvar večina amaterjev sploh ne opazi. 70cm WBFM postaje rade podivjajo, ko so antene zasnežene. Rešitev je enostavna: zamenjava Yagi anten s takšnimi, ki delujejo brezhibno tudi takrat, ko so prekrte s plastjo snega in ledu.

Izkušnje z NBFM in WBFM postajami so prav gotovo veliko pripomogle k temu, da nismo ponovili podobnih napak pri gradnji megabitnega omrežja s PSK radijskimi

postajami. Prve PSK 1.2Mbps zveze smo postavili poleti 1995 v frekvenčnem področju 13cm. PSK radijske postaje za 13cm so imele eno samo hibo: drsenje frekvence kristalnih oscilatorjev. Napako smo odpravili z vgradnjo res kvalitetnih kristalov, kar pa se je izkazalo lažje reči kot narediti.

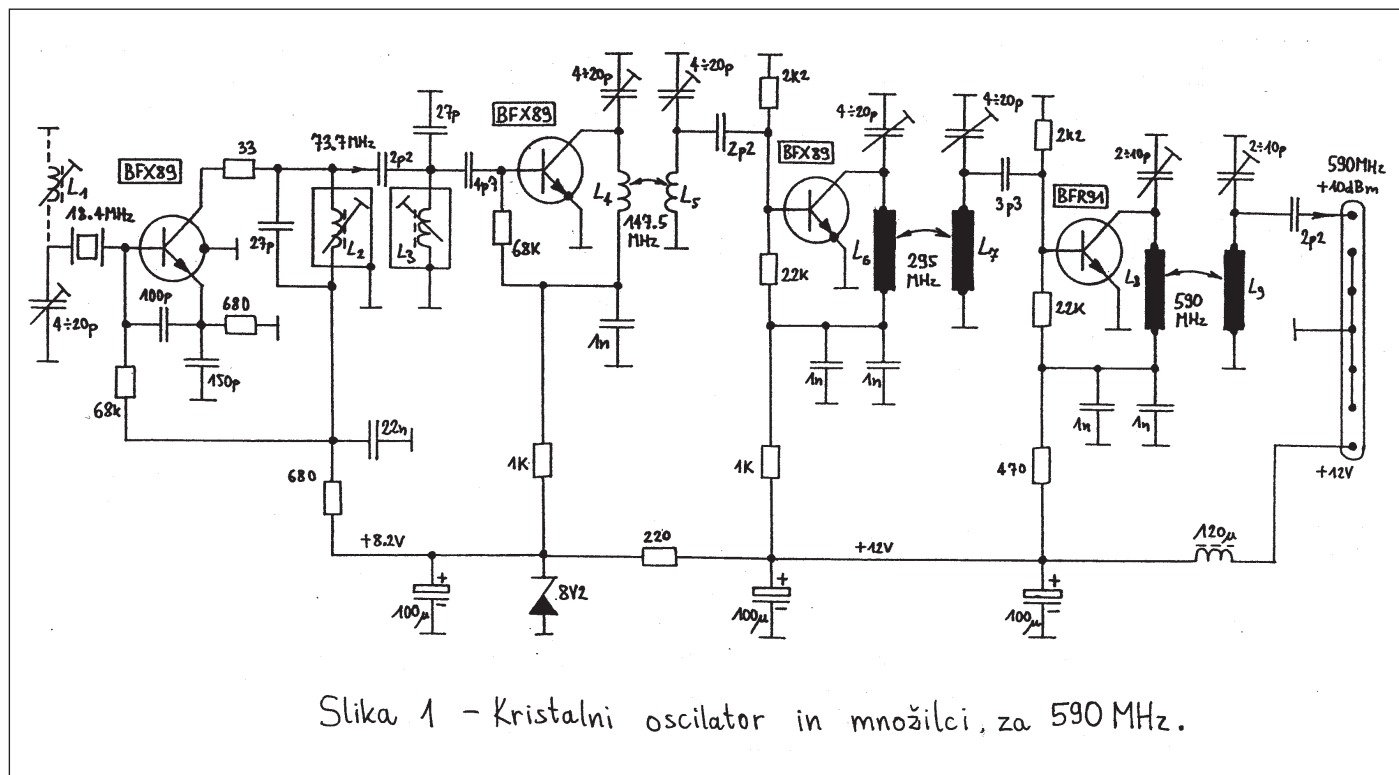
PSK radijska postaja za 13cm, opisana v CQ ZRS 4/95, se ja izkazala kot zelo zanesljiva. V treh letih delovanja ducata postaj se je pokvarila samo ena in še to je poškodovala strela preko napajanja. Uvedba megabitnih PSK postaj je seveda imela svojo ceno: 13cm PSK postaje so bile komplicirane (sprejemnik z dvojnim mešanjem, številne množilne stopnje in PLL zanke) ter zahtevne za gradnjo (navijanje medfrekvenčnih lončkov in izdelava oklopljenih škatic) in zoprne za ugleševanje (rezanje trakcev na tiskaninah in odmerjanje dolžin povezovalnih kabelčkov med škatlicami).

Da megabitne zveze ne bi ostale omejene na nekaj glavnih vozlišč z najbolj zagretimi vzdrževalci, je bilo treba poiskati enostavnejšo rešitev za široke množice uporabnikov. Prvi poskus, PSK radijska postaja za 23cm z ničelno medfrekvenco, objavljena v

CQ ZRS 2/96, se je izkazal kot uspešnica. Poenostavljena gradnja in ugleševanje sta pritegnila številne samograditelje, ki so uspešno dokončali in oživeli večje število 23cm PSK postaj.

23cm PSK radijske postaje z ničelno medfrekvenco so se izkazale kot zelo zanesljive. Sprejemnik in oddajnik uporabljata isti kristalni oscilator, da celotna radijska postaja potrebuje en sam res kvaliteten kristal. Izbira kvalitetnih kristalov in dobrega načrta za oscilator je prav gotovo pripomogla k temu, da v dveh letih delovanja na hribih ni odpravljala še nobena 23cm PSK postaja.

PSK prenos podatkov je seveda sorodnik SSB govorne modulacije. Podobno kot PSK postajo z ničelno medfrekvenco se da izdelati tudi SSB postaje z ničelno medfrekvenco. Večina sestavnih delov je podobna, če ne celo enaka, le da SSB modulator zahteva kvadrturni mešalnik tudi v vezju oddajnika. Z uporabo tehnike ničelne medfrekvence se da izdelati enostavne SSB/CW radijske postaje za mikrovalovna področja 1.3GHz (CQ ZRS 2/97), 2.3GHz (CQ ZRS 3/97), 3.4GHz (CQ ZRS 5/98), 5.7GHz (CQ ZRS 5/97) in 10GHz (CQ ZRS 1/98).



Sestavne enote opisanih SSB/CW radijskih postaj bi seveda lahko uporabili tudi za gradnjo PSK postaj za ista frekvenčna področja. Za BPSK modulacijo seveda zadošča en sam mešalnik v oddajniku. Z dvema mešalnikoma v kvadraturi bi dobili celo QPSK modulacijo. QPSK zahteva bolj kompliciran demodulator na drugem koncu zveze z daljšim časom vnhanja, kar za naše packet-radio zveze ni najbolj primerno.

Od vseh navedenih možnosti je prav gotovo najzanimivejša BPSK radijska postaja za 13cm z ničelno medfrekvenco, ki se lahko neposredno vključi v obstoječe omrežje 13cm PSK postaj. Nove 13cm PSK postaje potrebujemo za nova vozlišča, pa tudi marsikaterega novega megabitnega uporabnika bi zaradi izbrane postavitve anten lažje dosegli na 13cm kot pa na 23cm.

Opisana 13cm PSK postaja z ničelno medfrekvenco pravzaprav potrebuje en samo novo sestavno enoto: PSK modulator za 2360MHz. Kristalni oscilator in množilci so podobni vzbujevalniku oddajnika stare 13cm PSK postaje. Visokofrekvenčna glava in sprejemni kvadrturni mešalnik iz 13cm SSB postaje potrebujeta le nekaj manjših predelav za delovanje v PSK postaji. Končno, kvadrturni medfrekvenčni ojačevalnik, Costas-ov PSK demodulator in preklon RX/TX so povsem enaki kot v PSK postaji za 23cm.

2. Kristalni oscilator in množilci

Načrt kristalnega oscilatorja in množilcev do 590MHz je prikazan na sliki 1. Po zasnovi se vezje skoraj ne razlikuje od vzbujevalnika oddajnika v stari 13cm PSK postaji. V novi 13cm PSK postaji z ničelno medfrekvenco deluje isto vezje tudi na sprejemu, zato mora biti napajalna napetost temeljito očiščena z elektrolitskimi kondenzatorji večjih vrednosti. Ker je v novi 13cm PSK postaji kristalni oscilator stalno vključen, je tudi stabilnost frekvence temu ustrezno boljša.

Kristalni oscilator uporablja kristal na osnovni rezonanci okoli 18.4MHz, kar omogoča uporabo enakih kristalov kot v oddajniku stare 13cm PSK postaje. Takšna tehnična rešitev sicer ni najboljša, saj bi bil oscilator dosti bolj stabilen, če bi uporabili overtonski kristal za 24MHz ali 37MHz. Pri uporabi overtonskega kristala je treba seveda predelati vezje oscilatorja podobno kot v PSK postaji za 23cm.

Isti tranzistor oscilatorja hkrati deluje kot prva množilna stopnja na 73.7MHz, ki ji sledi podvojevalnik na 147.5MHz. Pri uporabi kristala za 16.3MHz bi seveda preglasili prvo množilno stopnjo na 49.2MHz, da bi druga stopnja potrojila signal na 147MHz. Preostali dve množilni stopnji v vsakem slučaju podvojujeta frekvenco na 295MHz in končno 590MHz.

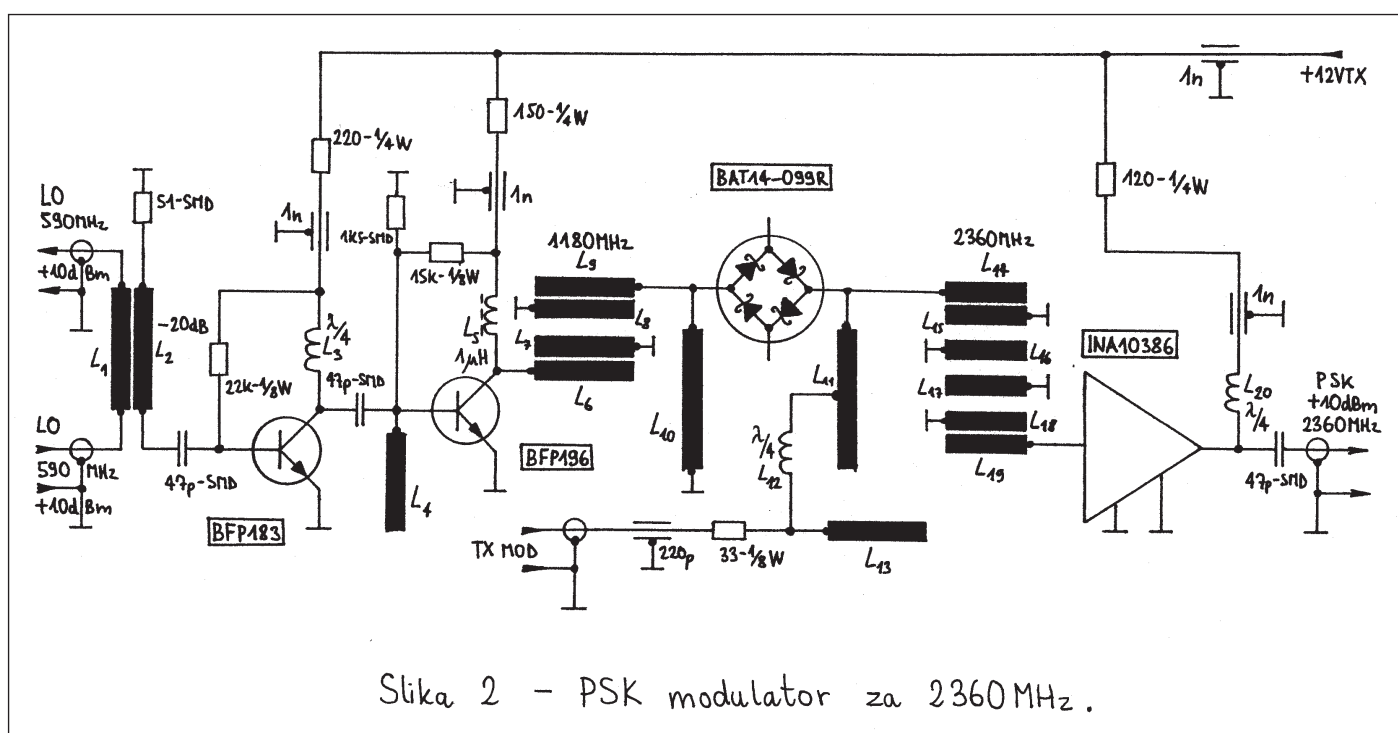
Kristalni oscilator in množilci so zgrajeni na povsem enaki tiskanini

kot vzbujevalnik stare 13cm PSK postaje oziroma veriga lokalnega oscilatorja 23cm PSK postaje. V novi 13cm PSK postaji so spremenjene vrednosti številnih uporov in kondenzatorjev. Ker je zahtevana izhodna moč nekoliko nižja (samo +10dBm), so povečane vrednosti uporov v napajanju vseh stopenj. Manjša izhodna moč dopušča tudi manjše sklopne kondenzatorje, kar zagotavlja večjo selektivnost sit in čistejši izhodni signal. Tuljave so enake kot v prejšnjih izvedbah, se pravi L2 in L3 okoli 150nH ali po 4 ovoje žice 0.25mm CuL v gornjem prekatu podstavka za TV MF transformator, L4 in L5 pa samonoseči po 4 ovoje žice 1mm CuL na notranjem premeru 4mm.

3. PSK modulator za 2360MHz

Načrt PSK modulatorja za 2360MHz je prikazan na sliki 2. Vezje vsebuje sklopnik in ojačevalno stopnjo (BFP183) za 590MHz, podvojevalnik z BFP196 na 1180MHz, harmonski mešalnik z diodnim četverčkom BAT14-099R in izhodni ojačevalnik na 2360MHz z integriranim vezjem INA10386. Vezje se razlikuje od SSB oddajnega mešalnika samo v tem, da za dvofazno BPSK modulacijo zadošča en sam mešalnik namesto dveh mešalnikov v kvadraturi za SSB (ali štirifazno QPSK).

Večji del signala lokalnega oscilatorja na 590MHz potuje skozi



sklopnik (L1) naprej v sprejemni kvadraturni mešalnik, ki deluje tudi na oddaji, da je preklap sprejem/oddaja in nazaj čim hitrejši. Sklopnik odvzame manjši del signala (L2) za oddajnik. Izgubo jakosti nadomesti BFP183, da izkrmili podvojevalnik z BFP196. Pasovno sito L6, L7, L8 in L9 izlušči drugi harmonik na 1180MHz za krmiljenje harmonskega mešalnika.

Harmonski mešalnik je v tem slučaju uporabljen kot BPSK modulator. Dobra simetrija četverčka BA14-099R zagotavlja simetrično BPSK modulacijo brez ostankov nosilca. Izhodni PSK signal iz mešalnika je ra-

zmeroma močen (več kot -10dBm), zato si lahko privoščimo bolj komplicirano pasovno sito L14, L15, L16, L17, L18 in L19. Ojačevalnik INA10386 daje tudi na 2.3GHz še vedno več kot 20dB ojačenja, kar zagotavlja izhodno moč 10mW (+10dBm).

PSK modulator za 2360MHz je izdelan kot mikrotrakasto vezje na dvostranskem vitroplastu FR4 debeline 0.8mm z izmerami 40mmX80mm. Gornja stran tiskanine je prikazana na sliki 3. Spodnja stran ni jedkana, da deluje kot ravnina mase za mikrotrakaste vode.

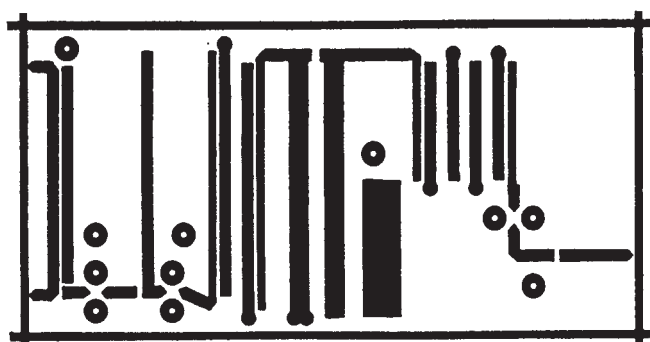
Razporeditev sestavnih delov na

obeh straneh tiskanine je prikazana na sliki 4. Četrtvalovne dušilke L3, L12 in L20 so izdelane podobno kot dušilke v SSB postaji iz žice 0.25mm CuL: L3 iz kosa žice dolžine 7cm, L12 iz kosa žice dolžine 5.5cm in L20 iz kosa žice dolžine 4cm. Oba konca žice pocinimo v dolžini približno 5mm, lakirani ostanek pa navijemo kot samonosečo tuljavo na notranji premer 1mm.

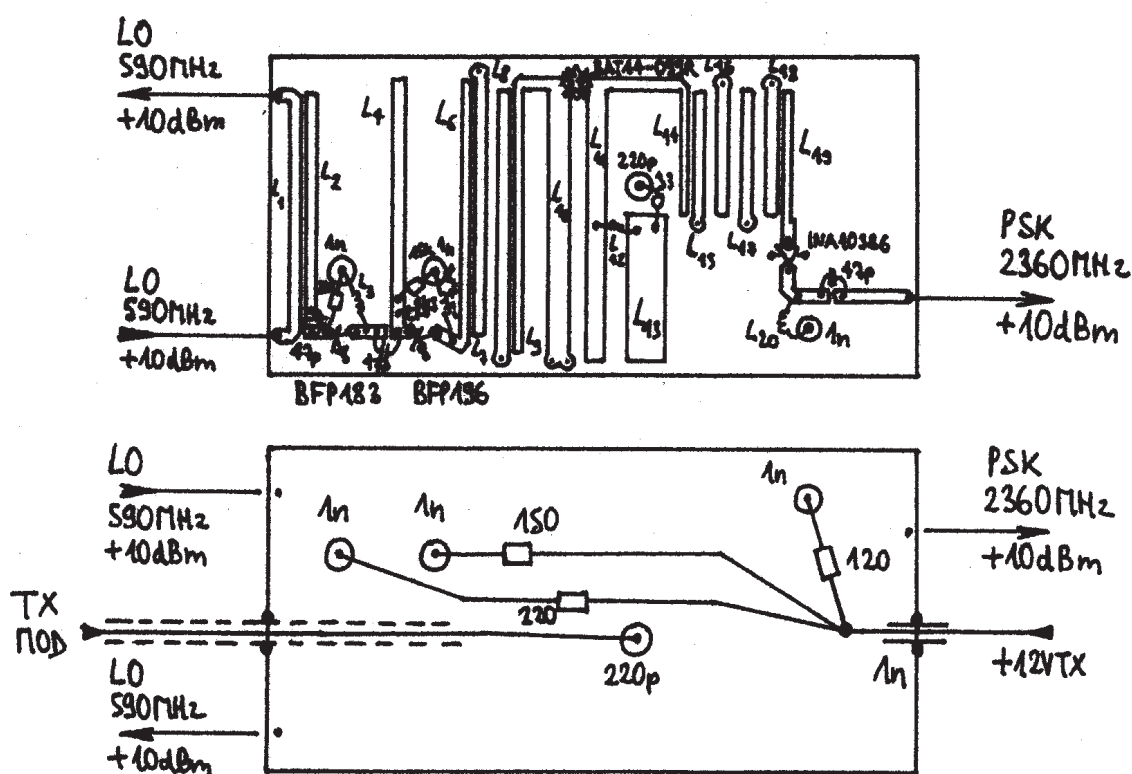
4. Visokofrekvenčna glava PSK postaje

Načrt visokofrekvenčne glave PSK postaje za 13cm je prikazan na sliki 5. Visokofrekvenčna glava vsebuje dvostopenjski oddajni ojačevalnik (BFP183 in CLY2), antenski preklapnik s PIN diodama BAR63-03W in BAR80 ter dvostopenjski sprejemni ojačevalnik (ATF35376 in BFP181).

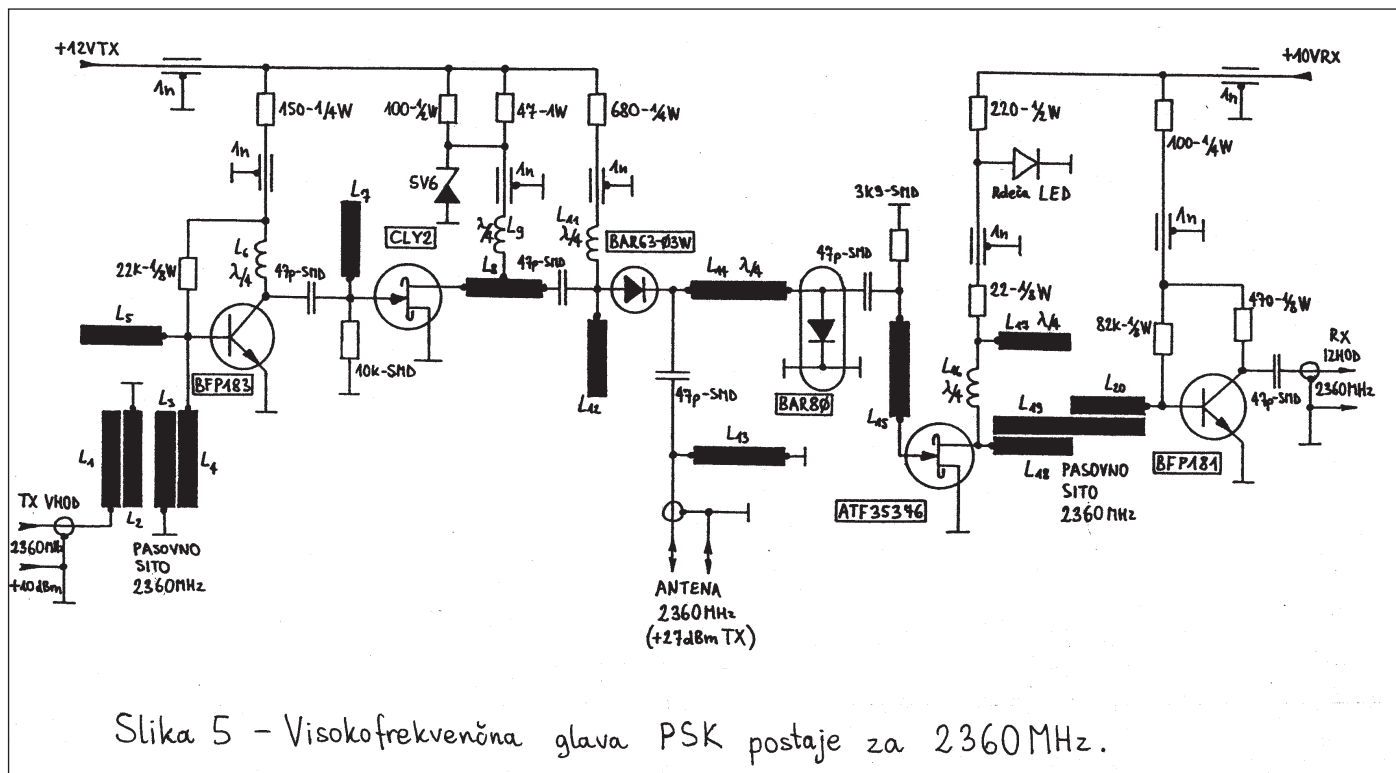
Glavna razlika med SSB in PSK postajo je v napajanju in prednapetosti izhodnega tranzistorja CLY2. V PSK postaji za prednapetost na vratih zadošča upor 10kohm na maso. Zaščitni upor v napajanju



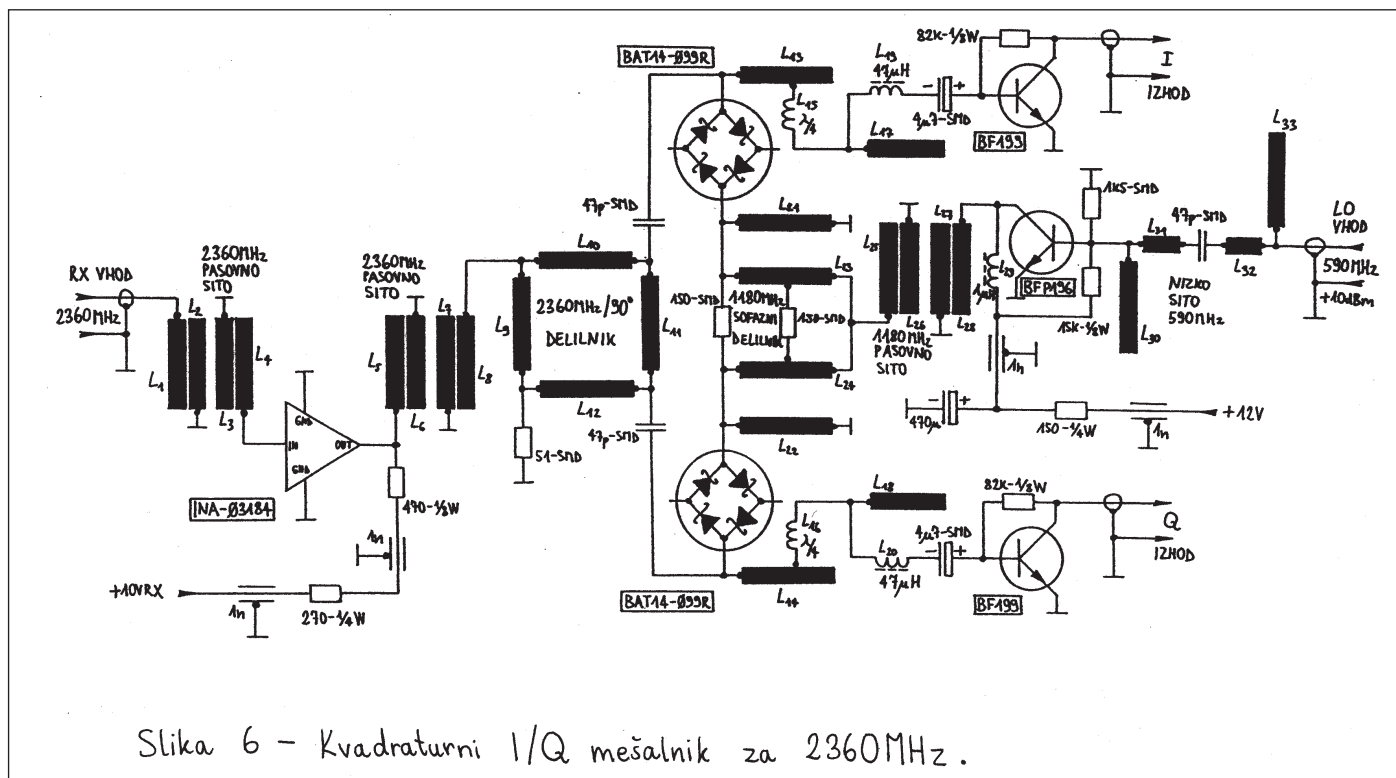
Slika 3 - Tiskanina PSK modulatorja.



Slika 4 - Razporeditev delov PSK modulatorja.



Slika 5 - Visokofrekvenčna glava PSK postaje za 2360MHz.



Slika 6 - Kvadraturni 1/Q mešalnik za 2360MHz.

(47ohm in 100ohm vzporedno) je vgrajen pod tiskanino v samo enoto visokofrekvenčne glave, saj preklon RX/TX v PSK postaji ne vsebuje tega upora.

Visokofrekvenčna glava potrebuje le dve krmilni napetosti: +10VRX in +12VTX, ki ju privedemo skozi skoznike v medeninasto škatlico. Napetost +10VRX sicer izvira iz napajanja +12V, zaradi povečane porabe VF stopenj 13cm PSK postaje pa je padec na integriranem vezju 4049UB v

preklopu RX/TX tako velik, da napajalna napetost sprejemnika upade na +10V. Pri napetosti samo +10VRX je treba znižati upor za napajanje stabilizatorja prve stopnje (ledika) na 220ohm.

Visokofrekvenčna glava PSK postaje za 13cm je izdelana na enaki tiskanini kot VF glava SSB postaje. Pri razporeditvi sestavnih delov moramo seveda paziti na razlike v vrednostih nekaterih delov in različni vezavi drugih delov. Izhodna moč

oddajnika je povsem primerljiva s staro PSK postajo, ki je imela VF glavo izdelano na teflonskem laminatu. Sprejemnik nove PSK postaje za 13cm izgleda celo občutljivejši, verjetno zaradi boljšega tranzistorja na vhodu. Nova VF glava tudi ne potrebuje uglasenja za razliko od stare VF glave, kjer je bilo uglasenja oddajnika, sprejemnika ali obeh včasih res zoprno.

5. Kvadrturni I/Q mešalnik

Kvadrturni sprejemni mešalnik za 2360MHz je prikazan na sliki 6. Vežje je skoraj popolnoma enako sprejemnemu mešalniku SSB postaje in prav tako vsebuje VF ojačevalnik z integriranim vezjem INA03184, dva harmonska mešalnika z diodnima četrverčkoma BAT14-099R, dva medfrekvenčna predojačevalca (BF199) in zadnji množilnik verige lokalnega oscilatorja (BFP196).

Edina razlika med SSB in PSK izvedbo je v vrednosti dušilk L19 in L20. V SSB postaji imata ti dve dušilki induktivnost 3.3mH ali več, v PSK postaji za 1.2Mbit/s pa vgradimo dve dušilki po 47uH. Enako predelavo priporočam tudi za PSK postajo za 23cm, kjer so bile v izvornem načrtu na istem mestu le četrtvalovne dušilke. Tudi v PSK postajah seveda poiščemo za medfrekvenčna predojačevalnika dva takšna BF199, da čim manj šumita ali pokata!

Sprejemni mešalnik PSK postaje je izdelan na enaki tiskanini kot ustrezni SSB sprejemni mešalnik. Tudi razporeditev delov je ista z izjemo vrednosti dveh dušilk. Čeprav je bila tiskanina v začetku predvidena za delovanje na spodnjem delu frekvenčnega področja (okoli 2304 MHz), se je kasneje izkazalo, da ima povprečni vitroplast FR4 nekoliko

nižjo dielektričnost in večjo debelino od prototipov. Opisane tiskanine zato delujejo v celotnem frekvenčnem pasu 2300MHz do 2400MHz. Le pri uporabi tiskanin nad 2400MHz bi bilo treba malenkostno skrajšati posamezne rezonatorje mikrotrakastih sit.

6. Izdelava 13cm PSK postaje

PSK postaja za 13cm potrebuje še kvadrturni medfrekvenčni ojačevalnik, Costas-ov PSK demodulator in preklop RX/TX. Omenjene enote so lahko povsem enake tistim v sorodni PSK postaji za 23cm. Z manjšimi predelavami lahko prilagodimo omenjene enote nekoliko drugačnim razmeram delovanja v PSK postaji za 13cm.

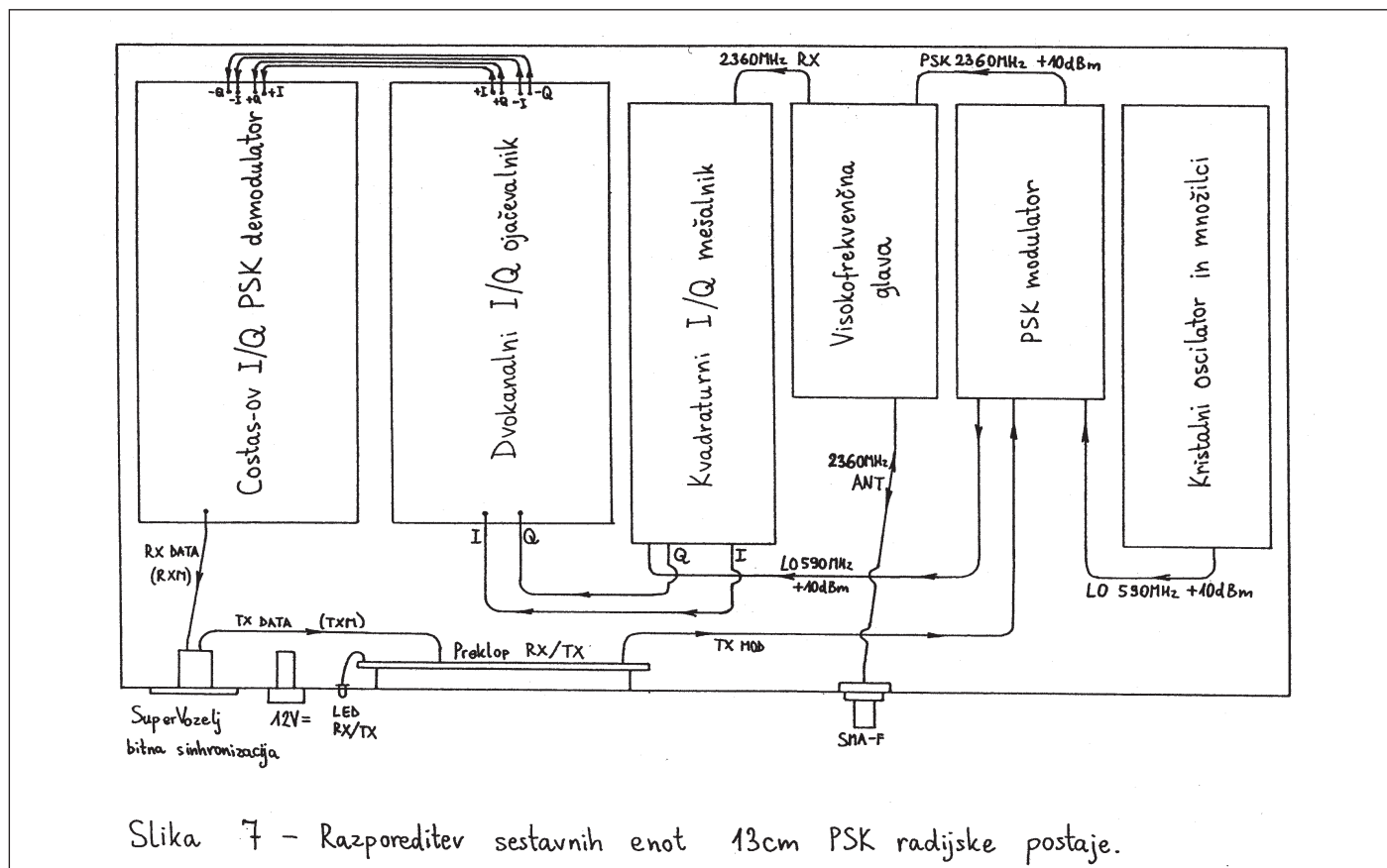
Ker je ojačenje visokofrekvenčnega dela 13cm izvedbe nekoliko višje, bi v dvokanalnem medfrekvenčnem ojačevalniku verjetno povsem zadoštovali že dve stopnji. Tretja stopnja ponavadi popolnoma izkrmili svojo avtomatsko regulacijo ojačenja. Ker so absolutna odstopanja frekvenc kristalnih oscilatorjev višja v 13cm področju, je smiselno vgraditi takti oscilator za višjo frekvenco v demodulator. V izvedbi za 13cm zato priporočam oscilator za 10MHz, kar pomeni največje dopustno odsto-

panje frekvence nosilca +/-39kHz.

Nova PSK postaja za 13cm je vgrajena v enako ohišje kot ostale PSK postaje: širina 320mm, globina 175 mm in višina 32mm. Razporeditev sestavnih enot 13cm PSK radijske postaje je prikazana na sliki 7. [tiri visokofrekvenčne enote so seveda vgrajene v škatlice iz 0.5mm debele medeninaste pločevine.

Uglasovanje 13cm PSK radijske postaje je v glavnem omejeno na kristalni oscilator in množilne stopnje. Polno moč oddajnika 400-500 mW bi morali doseči že s trimerjem na tiskanini preklopa v srednjem položaju. Pri vezju preklopa RX/TX seveda izmerimo napetosti. Če dobi sprejemnik znatno manj od 10V, bo treba poiskati boljši 4049UB oziroma dograditi emitorski sledilnik z dodatnim tranzistorjem.

Tudi poraba nove 13cm PSK postaje z ničelno medfrekvenco je nekoliko manjša od stare 13cm postaje. Poraba znaša pri nazivnem napajanju 12V okoli 250mA na sprejemu in naraste na 550mA na oddaji. Zasnova PSK postaje z ničelno medfrekvenco seveda zahteva skrambliranje podatkov (kar pri stari 13cm PSK postaji ni bilo nujno potrebno), da omilimo vpliv luknje v frekvenčnem odzivu ničelne medfrekvence.



TCM modem

S51RM & S53RM

KRATKO NAVODILO ZA SESTAVLJANJE IN PRIKLJUČITEV MODEMA

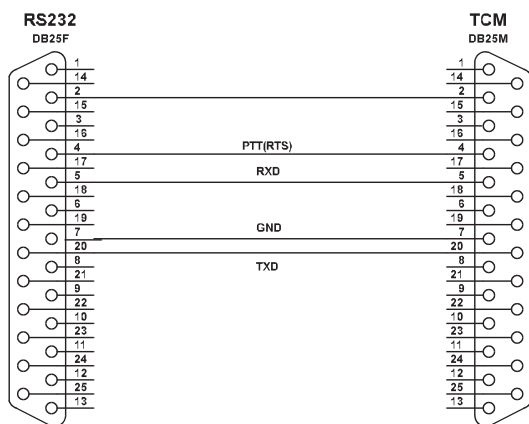
TCM modem je izdelan na osnovi TCM3105 CMOS integriranega vezja. Namenjen je le za hitrost 1200 bd FSK modulacije. Prirejen je za priključitev na osebni računalnik (PC) na serijska razširitvena vrata. TCM modem je možno priključiti tudi na paralelna razširitvena vrata na PC-ju in tudi na hišni računalnik C64.

Zaradi majhnih dimenzij ploščice (37mm x 37mm) in dokaj velikega števila elementov, so elementi vstavljeni na ploščico na obeh straneh. Strani ploščice sta označeni s C in S. Potrebno je paziti na vrstni red spajkanja elementov, ker se lahko zgodi, da prispajkani element na eni strani onemogoči spajkanje elementa na drugi strani. Zato predlagamo sledeči vrstni red vstavljanja in spajkanja elementov (stran vstavitve element): S D1, S D2, S D3, S D4, S R5, S R6, S R7, S R12, S R9, S C3, S C4, S C5, S C6, S C7, C R1, C R2, C

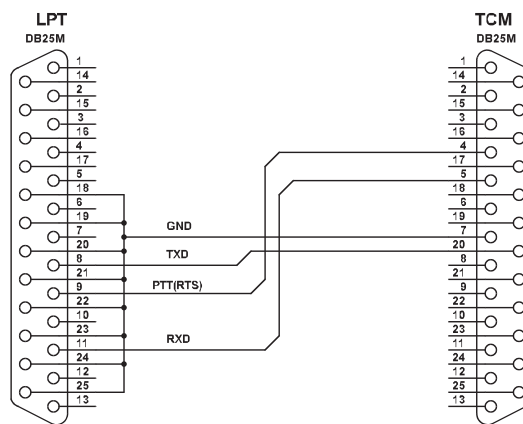
R3, C R4, IC 3, C C2, C C8, C X, C P1, C R11, C T1, S P2 spajkati z zgornje strani, S R8, S C1, S R10, K1, K2, S R13, C IC2 in C IC1. Še predno prispajkamo integrirani vezji priporočamo, da preverite, če na priključkih za napajanje integriranih vezij resnično imamo +5 V stabilizirane napetosti. Pri izbiri elementov je potrebno paziti, da prispajkan element ne presega višine 5 mm nad površino ploščice. Tantali ali elektrolitski kondenzatorji ležijo na ploščici. Ohišje kristala se tudi prispajka na ploščico.

Priključitev modema je enostavna. Modem s stranjo 25-pinskega konektorja vtaknemo v konektor serijskih razširitvenih vrat na računalniku (COM1, COM2), na 9-pinski konektor pa priključimo radijsko postajo. V tem primeru modem ne potrebuje priključitve zunanje vira energije. Če pa želimo modem uporabljati na paralelnih razširitvenih vratih (LPT1, LPT2..), ga priključimo preko vmesnega kabla, kakršen je

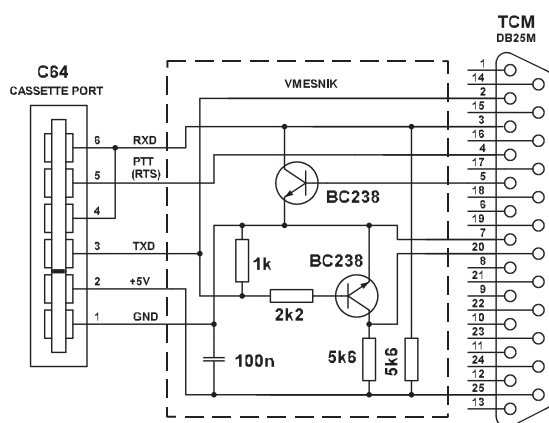
narisan na sliki 2. V tem primeru moramo modem dodatno priključiti na zunanji vir energije. Ravno tako velja tudi pri priključitvi modema na C64. Priključimo ga preko kabla in vmesnika, kot je narisan na sliki 3. Kako se izdelajo kabli za priključitev na postajo in zunanji vir energije (če je potrebno), je prikazano na sliki 4. Upor in kondenzator za priključitev ročne radijske postaje sta že vgrajena na ploščici. Če uporabljamo postajo s PTT vhodom, ne vstavimo upora R13, oziroma ga odstranimo. S potenciometrom P1 nastavimo prag sprejema. To najlažje nastavimo tako, da vrtimo potenciometer, dokler na nogici 7 integriranega vezja IC1 ne dobimo 2,7 V napetosti. S potenciometrom P2 nastavimo nivo oddajnega signala. Paziti moramo, da oddajni signal ni premoduliran. To najlažje preverimo, če oddani signal poslušamo z drugo postajo. Nastavitev NF jakosti na FM sprejemniku ni zelo kritična. Ponavadi je položaj gumba nekje na polovici polne jakosti.



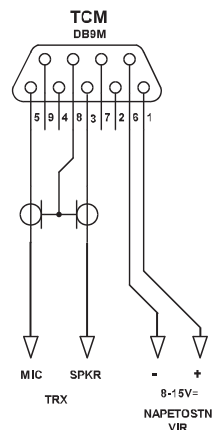
sl. 1



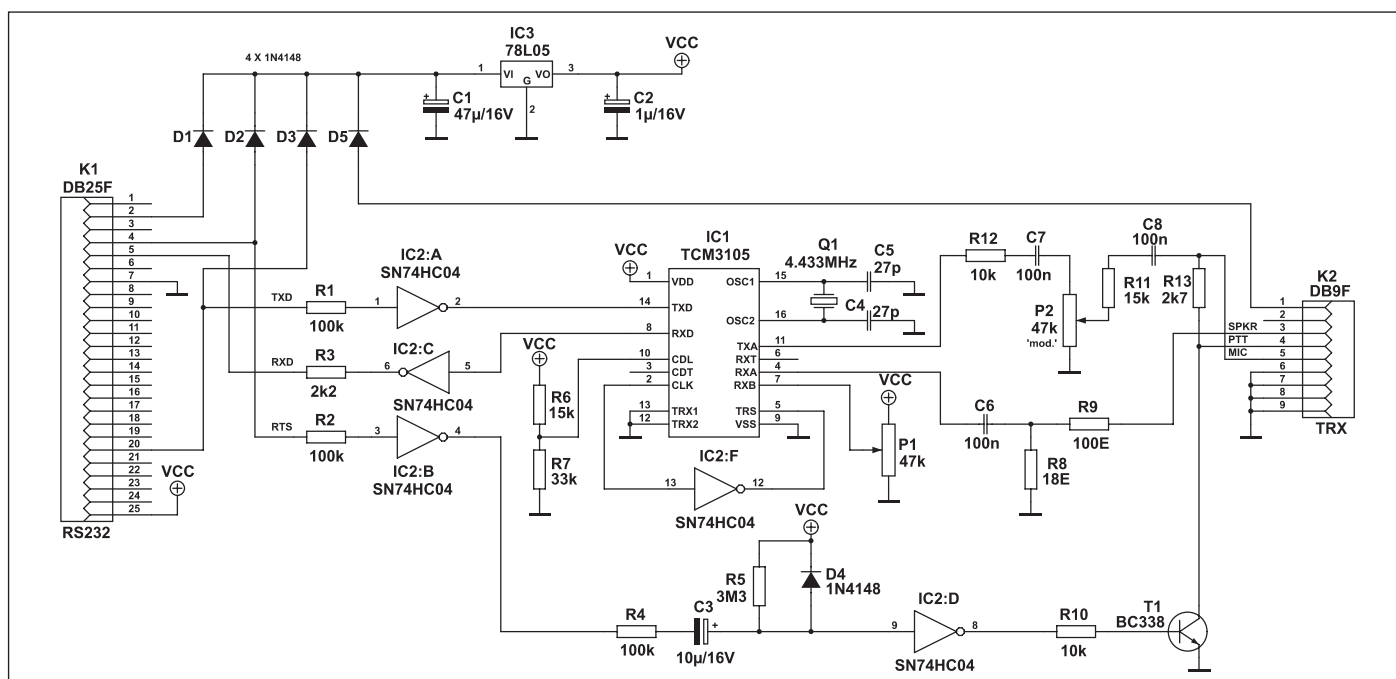
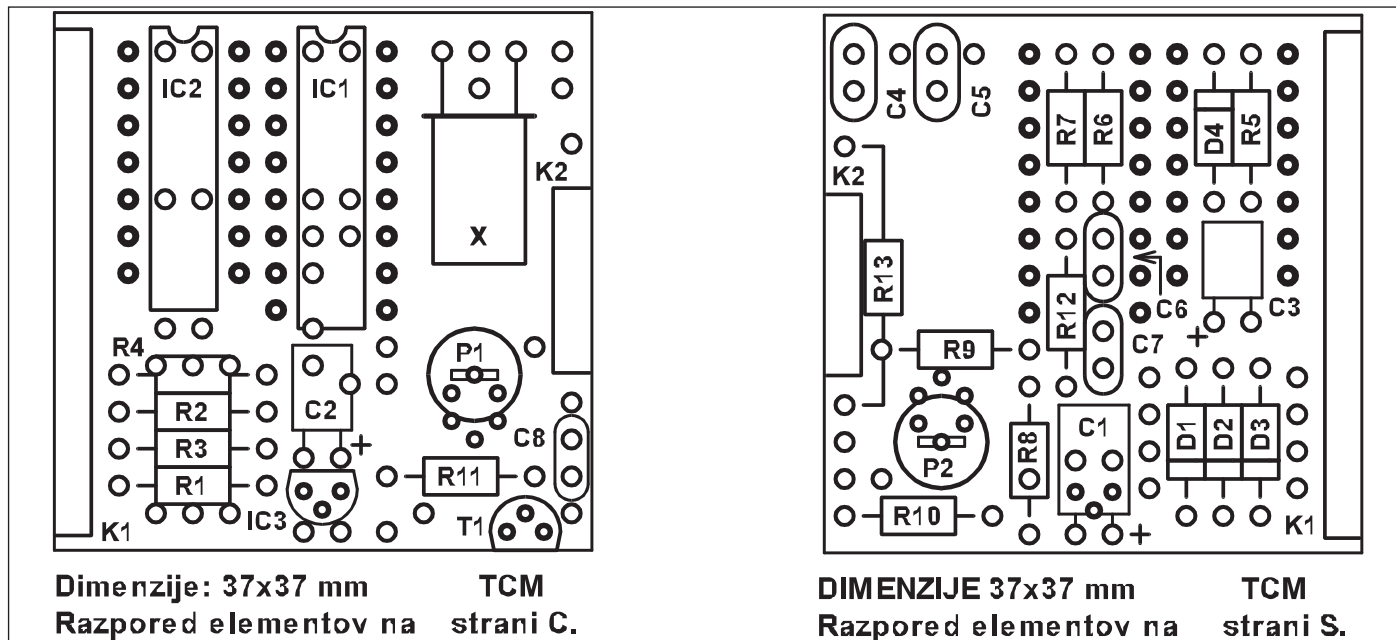
sl. 2



sl. 3



sl. 4



PROGRAMSKA OPREMA

Za delo s TCM modemom potrebujemo dva programa, ki delujeta istočasno. Prvi program deluje pritajeno in skrbi za pravilno formiranje okvirjev v paketu po HDLC standardu in za pravilno izmenjavo okvirjev po AX.25 protokolu (TFPCX, L2). Drugi program pa je uporabniški vmesnik kot so SP, BAYCOM, TOP, GP... .

Navodila za zagon in uporabo posameznega programa so v datotekah ob programih, tukaj pa je podan le primer zagona s TFPCX in SP programoma.

```
TFPCX -PCOM1 -B1200 -C07
SP
```

- Z -PCOM1 se določijo razširitvena vrata kamor je priključen modem.
- Z -B1200 je določena hitrost prenosa podatkov na 1200 bps.
- Z -C07 sta določeni barvi za indikator sprejem/oddaja.

Predno poženemo program, v *CONFIG.SP* datoteki preverimo vrednosti nekaterih parametrov, kateri naj bi imeli sledeče vrednosti:

```
INI=I CALL
INI=U 1 Ctext:....
INI=F 1000
INI=N 10
INI=O 2
INI=P 32
INI=W 13
INI=T 30
INI=PAC 100
INI=@T2 200
INI=@C 20
```

Širokopasovna 70cm FM postaja

Matjaž Vidmar, S53MV

1. Uvod

Širokopasovna FM postaja vsekakor ni namenjena za govorne radijske zveze, saj radioamaterji res ne rabimo luksuza HiFi zvoka. Namen opisane postaje je čim enostavnejša radijska postaja za packet-radio zveze. Teorija sicer pravi, da bi dosegli večji domet, manjšo občutljivost na odbite valove (refleksije) in porabili manjši frekvenčni pas z uporabo PSK ali kakšne še bolj komplicirane modulacije. Žal pa najenostavnejša PSK postaja vsebuje vsaj trikrat toliko sestavnih delov kot FM radijska postaja, gradnja in uglaševanje pa sta kar zahtevna.

PSK in druge bolj komplicirane vrste digitalnih modulacij bojo zato verjetno namenjene le satelitskim zvezam in zvezam na še višjih hitrostih med packet-radio vozlišči (1Mbps in več), kjer radioamaterji nimamo druge izbire, da bi z razpoložljivimi tehničnimi sredstvi dosegli željeni domet oziroma hitrost prenosa podatkov. Za čisto navadne uporabnike, ki se zadovoljijo s hitrostjo prenosa do okoli 100kbps in ne zahtevajo zelo velikega dometa radijske zveze, je FM radijska postaja z AFSK, Manchester ali podobnim enostavnim modenom povsem smi-

selna izbira.

Običajne radioamaterske FM postaje so prirejene predvsem za prenos govora. Širina medfrekvenčnega filtra sprejemnika znaša od 15 do 20kHz, kar dopušča hitrost prenosa podatkov do 2400bps ali 4800bps z enostavnimi modemi. Z bolj kompliciranimi modemi (K9NG, G3RUH ipd) se da doseči tudi 9600bps in mogoče še kaj več, ampak žal ne brez drugih omejitev. Na primer, G3RUH in podobni modemi zahtevajo tudi prenos zelo nizkih frekvenc zvočnega spektra, kar zahteva daljši čas preklopa sprejem/oddaja, in so zelo občutljivi na popačenja signala, kar v praksi izniči učinek večje hitrosti prenosa (dolge sinhronizacijske glave paketov, ponavljanja nepravilno sprejetih okvirjev ipd).

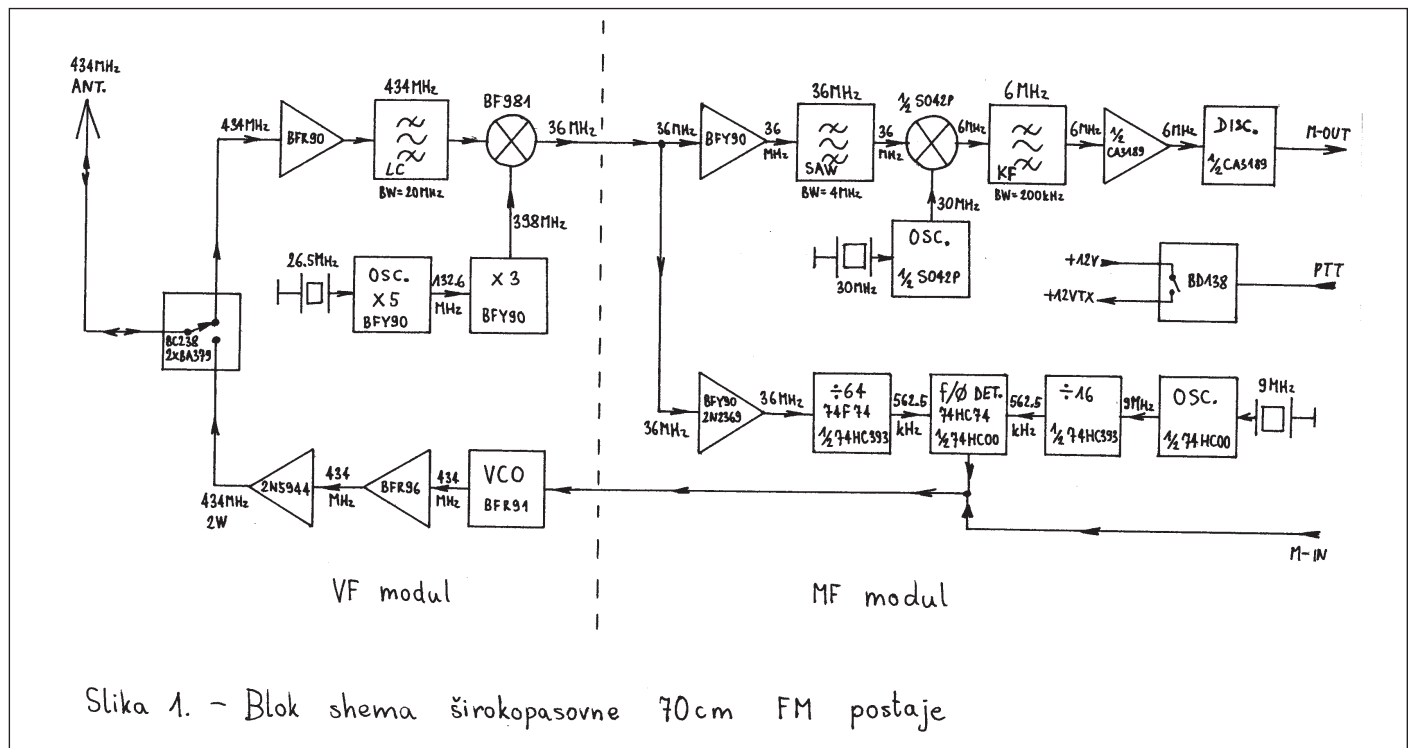
Če sami gradimo radijsko postajo, potem si lahko seveda sami izbiramo vrsto filtra, ki ga vgradimo v medfrekvenco sprejemnika. Smiselna izbira je keramični filter širine 200kHz, saj takšne filtre z lahkoto dobimo za več različnih vrednosti medfrekvence: 10.7MHz za radiodifuzne radijske sprejemnike in več različnih frekvenc (5.5MHz ipd) za ton televizijskih sprejemnikov. FM postaja širine 200kHz ima uporaben domet radijske zveze do 100km in jo z

enostavnimi modemi lahko uporabljamo do hitrosti okoli 64kbps.

Prav takšne širokopasovne FM postaje uporabljamo na 23cm področju za zveze med packet-radio vozlišči v Sloveniji, s hitrostjo prenosa 38400 bps. Ker so 23cm radijske postaje preveč komplicirane (šest tiskanih vezij z velikim številom sestavnih delov) in je njihova gradnja preveč zahtevna, smo se odločili uporabiti 70cm področje za vse navadne uporabnike, ki so se že naveličali počasnih 1200bps ali 2400bps in bi radi poskusili nekoliko hitrejši packet-radio.

Uporabniška radijska postaja naj bo predvsem čim bolj enostavna za gradnjo in uglaševanje, in takšna FM radijska postaja za 70cm je opisana v tem članku. Za packet-radio zadošča kanalna radijska postaja z enim samim kanalom, odpadejo pa tudi nekatera druga vezja, ki so običajno prisotna v FM radijskih postajah, na primer skvelč in močnostni NF ojačevalnik, ki za krmiljenje Manchester modema res nista potrebna.

Blok shema širokopasovne 70cm FM postaje je prikazana na Sliki 1. Sprejemnik je povsem običajen FM sprejemnik z dvojnim mešanjem in vrednostni medfrekvence 36MHz in 6MHz. Za čim enostavnejše ugla-



ševanje je v prvi medfrekvenci na 36MHz uporabljen filter na površinsko zvočno valovanje (kratice SAW - Surface Acoustic Wave ali OFW - OberFlach Wellen), do pred kratkim neobičajen sestavni del, ki pa se danes na široko uporablja v vseh domačih televizijskih sprejemnikih in ga zato z lahkoto najdemo na tržišču. Širino sprejemnika seveda določa 6MHz (5.5MHz) keramični filter v drugi medfrekvenci na okoli 200kHz. Uglasovanje sprejemnika je zato omejeno na vhodne stopnje na 434MHz in na množilne stopnje oscilatorja za prvo mešanje.

Oddajnik je poenostavljen tako, da uporablja čimveč stopenj sprejemnika. Visokofrekvenčni del oddajnika vsebuje le nastavljeni oscilator (VCO) na 434MHz in dve ločilni - ojačevalni stopnji. To zadošča, da dosežemo željeno oddajno moč (okoli 2W), za stabilnost frekvence pa poskrbijo vezja sprejemnika (prvo mešanje) in enostavna PLL zanka na 36MHz. Oddajnik zato vsebuje le tri visokofrekvenčne trimerje in štiri cenena integrirana vezja vrste 74..., ki ne potrebujejo uglasovanja!

Širokopasovna 70cm postaja je namenjena za delo v simpleksu, frekvenco sprejema in oddaje pa določa en sam kristal v prvem mešanju sprejemnika. Ker uporablja ta del sprejemnika tudi PLL zanka za do-

ločanje oddajne frekvence, je z istim kristalom hkrati določena tudi oddajna frekvenca. Nadalje so frekvence mešanj preračunane tako, da se da skoraj celotno 70cm področje pokriti z razpoložljivimi "CB" kristali in tudi za druge naloge v postaji potrebujemo le "CB" ali pa "računalniške" kristale.

Preklop sprejem/oddaja je elektronski, saj so PIN diode cenejše od kateregakoli mehanskega releja, za packet-radio pa je še bolj pomembna večja hitrost delovanja elektronskega preklopnika. Opisana radijska postaja potrebuje za preklop sprejem/oddaja komaj 7 do 8 milisekund. Pri tem ostane celoten sprejemnik vključen tudi na oddaji, saj nekatere stopnje sprejemnika potrebuje tudi oddajnik.

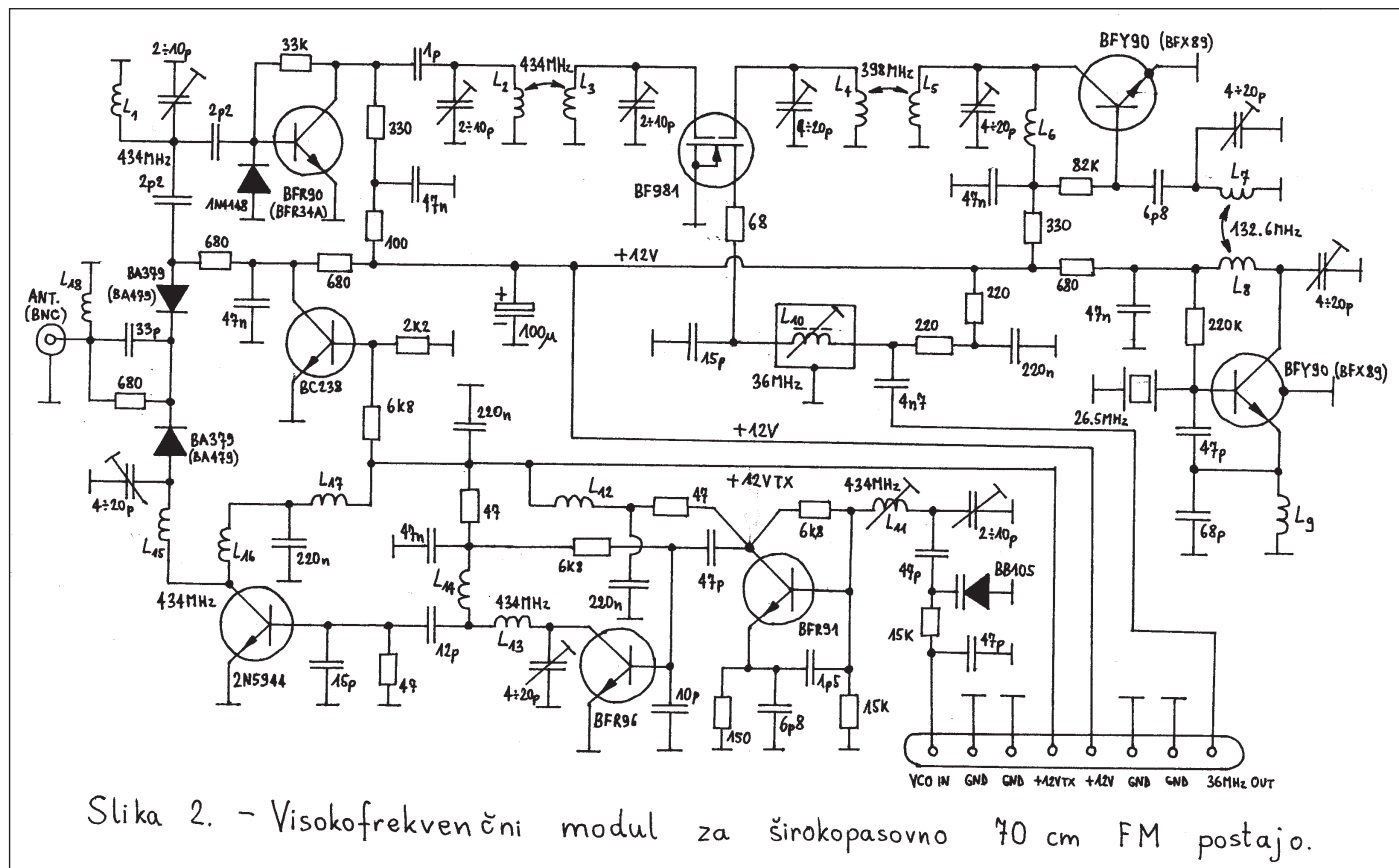
Širokopasovna 70cm FM postaja je konstrukcijsko razdeljena v dva modula: visokofrekvenčni modul in medfrekvenčni modul. Visokofrekvenčni modul vsebuje visokofrekvenčno stopnjo in prvo mešanje sprejemnika, nastavljeni oscilator in ojačevalne stopnje oddajnika ter antenski preklopnik. Medfrekvenčni modul pa vsebuje medfrekvenčne filtre, drugo mešanje in diskriminator sprejemnika ter PLL za kontrolo frekvence oddajnika. Razdelitev je smiselna zato, ker lahko opisani medfrekvenčni modul sprejemnika uporabimo tudi skupaj z drugačnim viso-

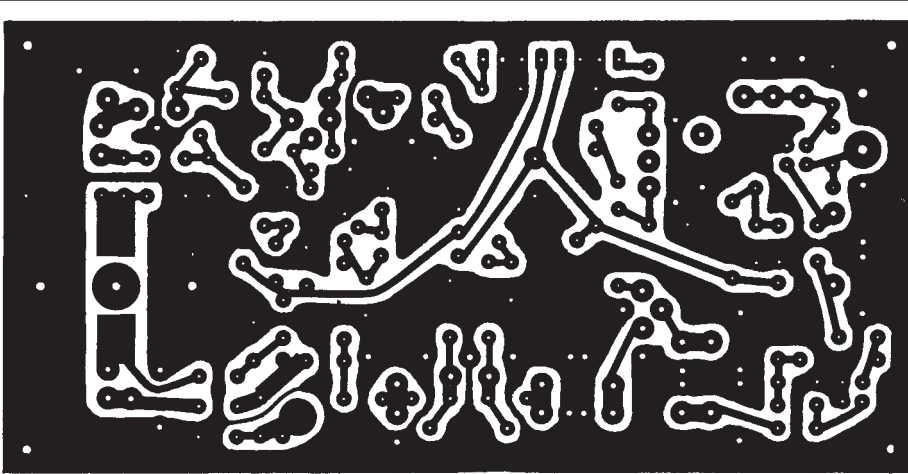
kofrekvenčnim modulom oddajnika za kakšno drugo frekvenčno področje.

2. Visokofrekvenčni modul

Električni načrt visokofrekvenčnega modula za 70cm področje je prikazan na Sliki 2. Sprejemni del visokofrekvenčnega modula vsebuje selektivni visokofrekvenčni ojačevalnik na 434MHz (tranzistor BFR90), mešalnik z MOSFETom BF981, kristalni oscilator na 26.5MHz in ustrezne množilne stopnje. Visokofrekvenčni ojačevalnik vsebuje tri nihajne kroge (L1, L2 in L3), ki so namenjeni predvsem dušenju zrcalne in drugih nezaželenih frekvenc. Na srečo v okolici zrcalne frekvence prvega mešanja (362MHz) običajno ni močnejših signalov. Proti prevelikim vhodnim signalom štiti tranzistor BFR90 dioda 1N4148.

Mešalnik z MOSFETom z dvojnimi vrati (BF981) je na 70cm že nekoliko nerodno vezje: na UHF področjih MOSFETi radi samooscilirajo, če so nihajni krogi v prvih vratih (L3) uglaseni skoraj na isto frekvenco kot v drugih vratih (L4). Zato v načrtu predlagam uporabo VHF MOSFETA BF981, ki se je izkazal manj podvržen takšnim težavam kot pravi UHF MOSFETi, na primer BF980.





Slika 3 - Tiskanina visokofrekvenčnega modula.

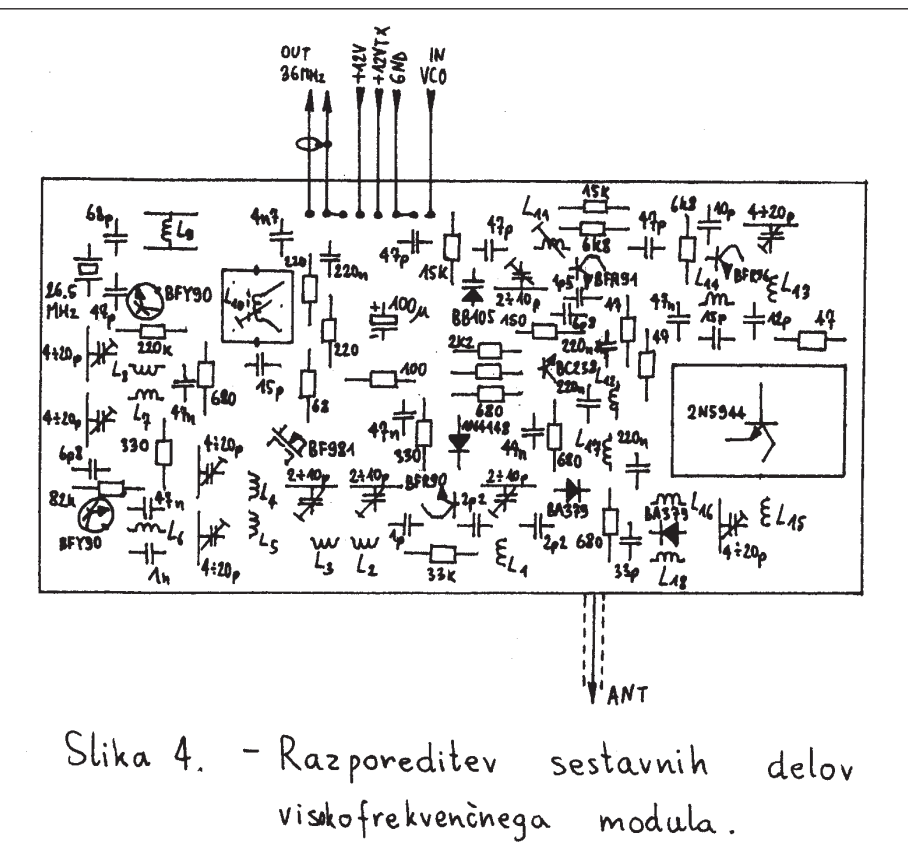
ki ima hkrati stabilno frekvenco in veliko izhodno moč, so potrebne še dodatne ojačevalne stopnje. Ojačevalne stopnje so hkrati tudi ločilne stopnje, da impedanca antene ne vpliva preveč na frekvenco VCOja. Prva ojačevalna stopnja s tranzistorjem BFR96 dela v A razredu za čim večje ojačenje, izhodna stopnja s tranzistorjem 2N5944 pa v C razredu za boljši izkoristek.

Elektronski antenski preklopnik je izdelan s PIN diodami BA379 (ali novejšimi BA479). Za ustrezno preklapljanje napetosti na PIN diodah je potreben še tranzistor BC238. Dober antenski preklopnik ima majhne izgube in dobro dušen presluh do odklopljene veje. V opisani radijski postaji je določen presluh preklopnika koristen in celo potreben za pravilno delovanje postaje na oddaji, da delček signala na izhodu oddajnika vodimo skozi prvo mešanje sprejemnika v PLL zanko za stabilizacijo frekvence.

Visokofrekvenčni modul je izdelan na enostranskem tiskanem vezju dimenzij 60mmX120mm, ki je prikazano na Sliki 3. Ustrezna razporeditev sestavnih delov je prikazana na Sliki 4. Upori so vsi vgrajeni vodoravno, vzporedno s ploščico. Kondenzatorji imajo vsi razmak med nožicami 5mm, tisti z vrednostmi pod 10nF so vsi keramični, ostali so folijski (neinduktivni!) razen elektrolita 100uF. Tudi vse diode so vgrajene vodoravno, vzporedno s ploščico. Kapacitivni trimmerji so folijski (plastični) premera 7.5mm in sicer rumeni 2-10pF in zeleni 4-20pF.

Izhodni tranzistor 2N5944 je privit na hladilno rebro skozi izvrtino premera 10mm v tiskanem vezju. Hladilno rebro je izdelano iz kosa 30mm X60mm 0.8mm debele Al pločevine, ki jo prepognemo na tri enake dele. Pri delovanju oddajnika na tako visokih frekvencah mora biti hladilno rebro dobro ozemljeno in to po čim krajši poti, zato je privito z dvema M3 vijakoma na tiskano vezje (na označenih mestih).

Večina tuljav v visokofrekvenčnem modulu je samonosečih in so navite ovoj do ovoja. L1, L2, L3, L4, L5, L13 in L15 so nihajni krogi na 434MHz ali 398MHz in imajo po dva ovoja CuL žice premera 1mm, navite na notranjem premeru 3mm. L12, L16, L17 in L18 so visokofrekvenčne dušilke za 434MHz in imajo po 5 ovojev CuL žice premera 0.5mm, navite na notranjem premeru 4mm. L7 in L8 sta nihajna kroga na 132.6MHz in



Slika 4. - Razporeditev sestavnih delov visokofrekvenčnega modula.

Verjetno je temu vzrok večje ojačenje BF980 na UHF frekvencah. Tuljava na izhodu mešalnika, L10, je potrebna predvsem za prilagoditev impedance, saj poskrbi za selektivnost SAW filter v medfrekvenčnem modulu.

Za mešanje potrebujemo signal s frekvenco okoli 398MHz, to pa je v področju 15. harmonika "CB" kristalov. Peti harmonik kristalnega oscilatorja (132.6MHz) izluščimo z nihajnim krogoma L7 in L8 kar iz vezja samega oscilatorja, za nadaljnje množilne frekvence s 3 pa poskrbi množilna stopnja s tranzistorjem BFY90 in nihajnim krogoma L4 in L5 na 398MHz. Ker so vsi "CB"

kristali overtonski kristali, potrebuje vezje oscilatorja še tuljavo L9, da niha kristal na pravi frekvenci. Končno, zaporedno s kristalom ni nobenega trimmerja ali nastavljive tuljave za točno nastavljanje frekvence kristalnega oscilatorja, ker so za 200kHz široko medfrekvenco na 70cm področju tolerance samih "CB" kristalov zadosti ozke.

Oddajni del visokofrekvenčnega modula vsebuje VCO s tranzistorjem BFR91 in varikap diodo BB105 in dve ojačevalni stopnji. VCO pokrije področje širine 20 do 25MHz okoli srednje frekvence 434MHz pri spreminjanju krmilne napetosti od 0V do +5V. Ker je zelo težko izdelati VCO,

imata po 4 ovoje CuL žice premera 0.5mm, navite na notranjem premeru 4mm. L6 in L14 imata po 3 ovoje CuL žice premera 0.5mm, navite na notranjem premeru 4mm. Končno, tuljava VCOja L11 ima dva ovoja CuL žice premera 0.5mm, navite na notranjem premeru 4mm, induktivnost pa točno nastavimo s spreminjanjem razmaka med ovojema.

L9 in L10 sta naviti na ustreznih podstavkih s CuL žico premera 0.15mm. L9 ima 40 ovojev in je navita na plastičnem podstavku premera 3.5mm brez oklopa in brez feromagnetnega jedra. L10 ima 12 ovojev in je navita na podstavku TV MF transformatorja za 36MHz s feromagnetnim vijakom, plastičnim pokrovčkom in oklopom dimenzij 10mmX10mm. 12 ovojev je porazdeljenih v gornja dva prekata podstavka, v vsak prekat po 6 ovojev.

Antenski kabel (po možnosti telefonski) je zaradi čim manjših parazitnih induktivnosti pricinjjen naravnost na tiskano vezje, vse ostale povezave visokofrekvenčnega modula pa grejo preko 8-polne vtičnice (polovica kvalitetnega podnožja za integrirana vezja z okroglimi kontakti).

3. Medfrekvenčni modul

Električni načrt 36MHz medfrekvenčnega modula je prikazan na Sliki 5. Medfrekvenčna veriga vsebuje ojačevalnik na 36MHz s tranzistorjem BFY90, TV SAW filter OFW367 ali podoben, drugo mešanje z integriranim vezjem S042P, keramični filter na 6MHz in končno medfrekvenčni ojačevalnik in diskriminator z integriranim vezjem CA3189.

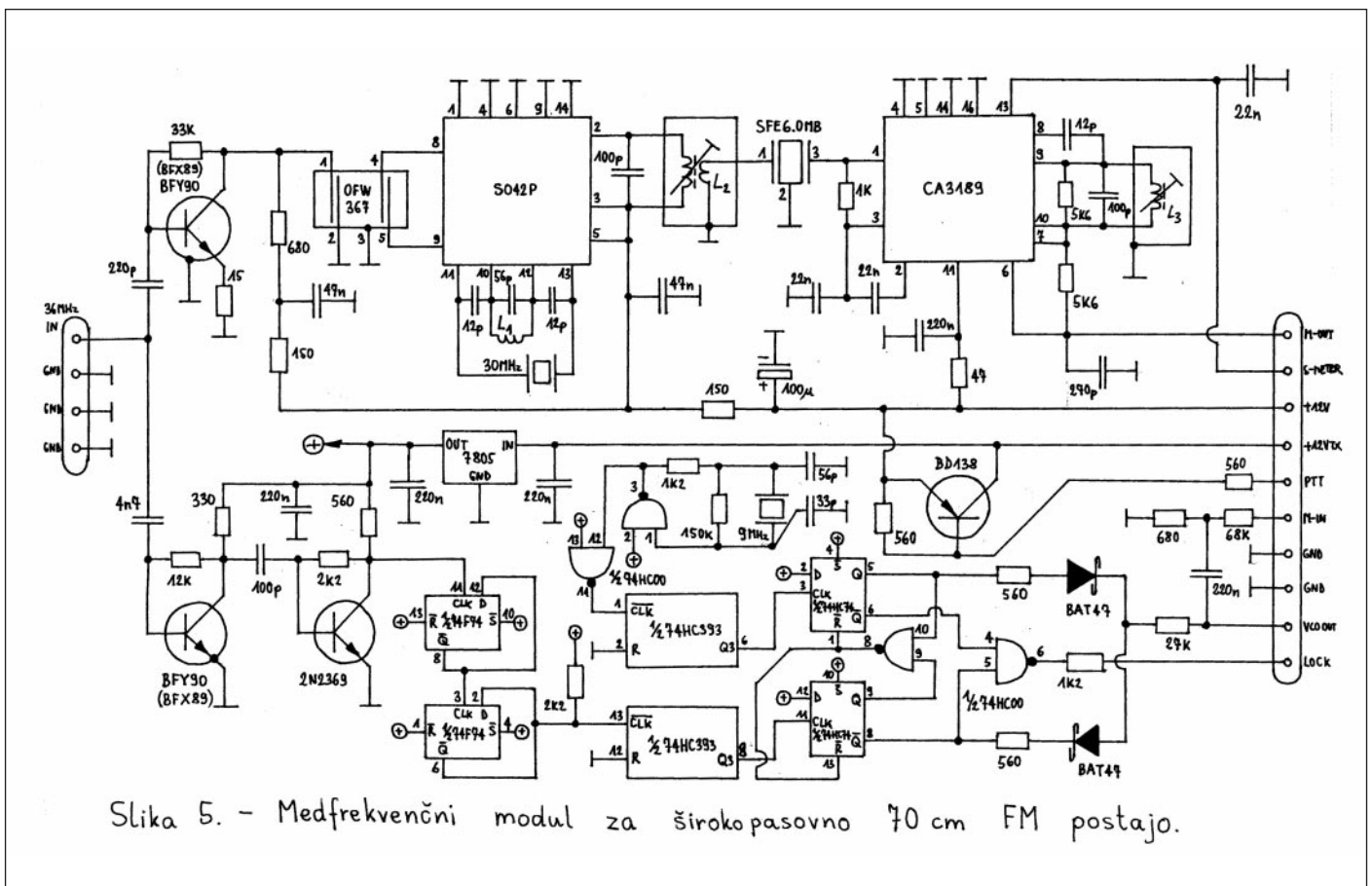
Ojačevalnik za 36MHz s tranzistorjem BFY90 je potreben predvsem za nadomestilo izgub v SAW filtru. SAW filtri, ki se uporabljajo v medfrekvenčni TV sprejemnikih, imajo običajno vstavitevno slabljenje okoli 15dB v željenem frekvenčnem pasu širine 5MHz in izredno strme boke ter visoko slabljenje izven prepustnega pasu. Zato imajo ti filtri po pet priključkov: dva simetrična vhodna priključka (nožice 1 in 2), dva simetrična izhodna priključka (nožice 4 in 5) ter oklop filtra (nožica 3), ki preprečuje nezaželjeni presluh iz vhodnih priključkov na izhodne.

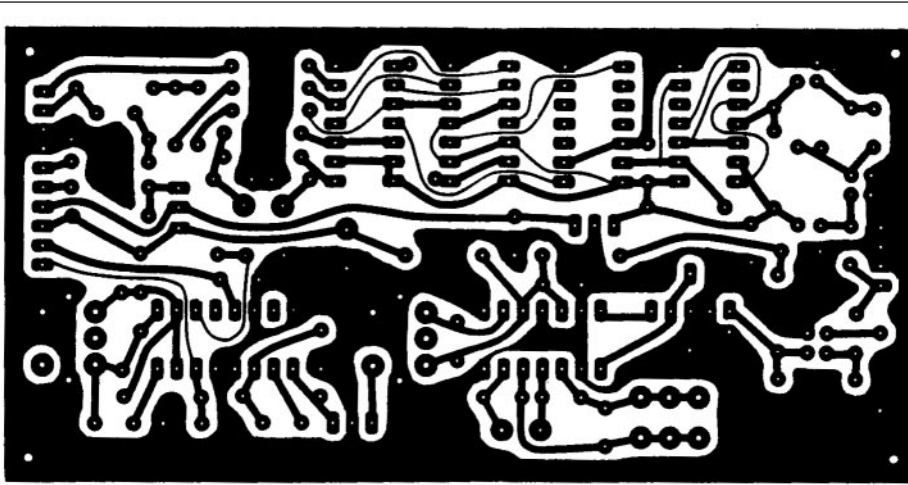
V opisani postaji prepušča televizijski SAW filter preširok frekvenčni pas, zato je njegova edina naloga dušenje zrcalne frekvence na 24 MHz, ki se na vходу sprejemnika preslika na 422MHz in tu upravičeno pričakujemo motnje močnih Mobi-

telovih oddajnikov! Da izboljšamo slabljenje SAW filtra izven zaželenega področja je treba predvsem preprečiti presluh iz vhodnih nožic na izhodne. To storimo tako, da filter dobro ozemljimo (nožica 3) in da vsaj na eni strani filter priključimo simetrično (na integrirano vezje S042P).

Drugo mešanje je izvedeno z integriranim vezjem S042P, ki razen kvalitetnega mešalnika vsebuje tudi oscilator. Ker so skoraj vsi 30MHz kristali overtonski kristali, je potrebna med priključki 10 in 12 vezja S042P tudi tuljava L1, da prepreči nihanje kristala na osnovni frekvenci. Visoko izhodno impedanco vezja S042P (okoli 5kohm) prilagodi na keramični filter (okoli 1kohm) medfrekvenčni transformator L2.

Pasovno širino sprejemnika določa keramični filter za 6MHz. V sprejemniku lahko namesto 6MHz (ton pri angleški TV) vgradimo tudi drugačen filter, na primer za 4.5MHz (ton pri ameriški TV), za 5.5MHz (ton pri evropski TV), za 5.74MHz (stereo ton pri evropski TV) ali 6.5MHz (ton pri satelitski TV). Vsi ti filtri imajo širino prepustnega pasu okoli 200 kHz, vsi televizijski SAW filtri pa prepuščajo vsaj pas od 33.5MHz do 38.5MHz in zajamejo vse omenjene vrednosti druge medfrekvence tudi brez spreminjanja kristala na 30MHz.





Slika 6 - Tiskanina medfrekvenčnega modula.

Integrirano vezje CA3189 vsebuje večstopenjski medfrekvenčni ojačevalnik/omejevalnik, diskriminator, detektor za S-meter in ne ravno najbolj zanesljivo vezje za skvelč, ki glede na namen sprejemnika res ni potrebno in v tem vezju ni uporabljeno. Diskriminator potrebuje en sam zunanji nihajni krog, detektor za S-meter pa je zelo koristen pri uglaševanju postaje. Od starejšega vezja CA3089 se novi CA3189 razlikuje le po tem, da potrebuje bremenski upor 5.6kohm med nožicama 6 in 10, in po drugačnem vezju za ARO sprejemnika (nožici 15 in 16), ki tu ni uporabljeno. CA3189 lahko zato zamenjamo s CA3089 v tem vezju tako, da izločimo omenjeni upor.

Medfrekvenčni modul vsebuje tudi PLL za stabilizacijo frekvence oddajnika. Medfrekvenčni signal na 36MHz se najprej ojači na TTL nivo v dvostopenjskem ojačevalniku s tranzistorjema BFY90 in 2N2369, ki krmili hitri delilnik 74F74. Vezje 74F74 lahko deli frekvence do 150 MHz, kar predstavlja znatno rezervo pri delovanju postaje.

Iz hitrega delilnika sicer dobimo signal s frekvenco 9MHz, ki ga pa ne moremo naravnost primerjati s signalom kristalnega oscilatorja na 9MHz: ojačenje takšne PLL zanke bi bilo preveliko in oddajnika ne bi mogli modulirati. Zato se oba signala, izhod hitrega delilca in izhod kristalnega oscilatorja, najprej vsak

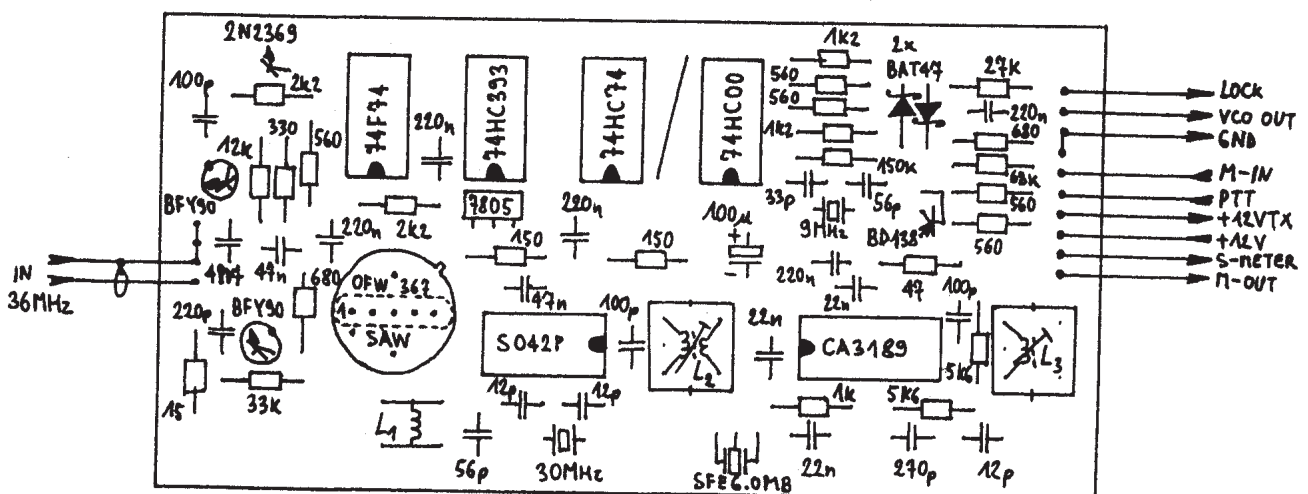
posebej delita s 16 v dveh ločenih delilcih v vezju 74HC393, da frekvenčno/fazni primerjalnik dela s signali frekvence 562.5kHz.

Frekvenčno/fazni primerjalnik je vrste "charge-pump" in je izveden z dvema D-flip-flopoma (vezje 74HC74) s povratno vezavo. Primerjalniku sledi nizkopropustno RC vezje, ki ga polnijo ali praznijo impulzi preko hitrih schottky diod BAT47. Preko nizkopropustnega RC vezja se izhodnemu signalu PLL zanke prišteje tudi modulacijski signal iz modema, njuna vsota pa krmili VCO v visokofrekvenčnem modulu postaje.

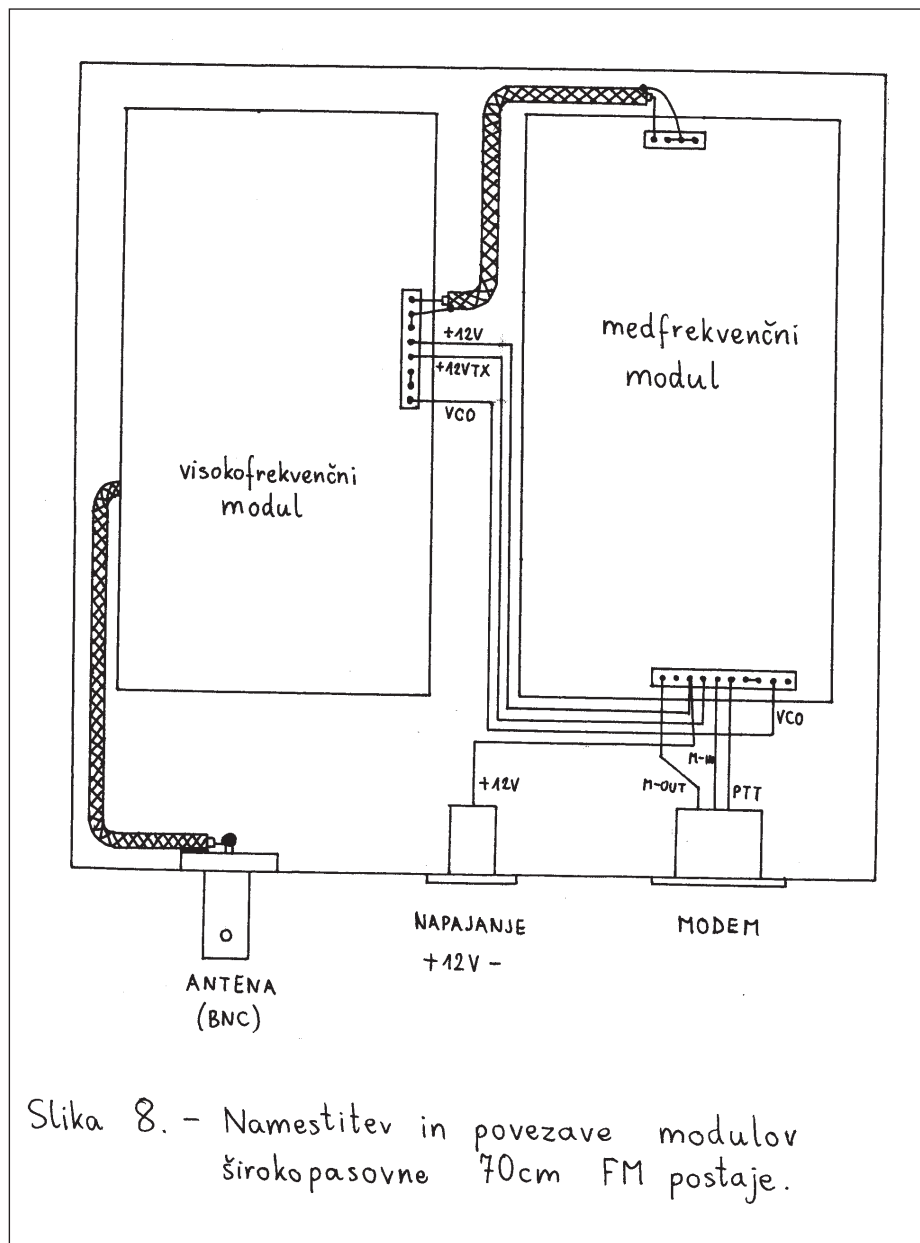
Pri predelavi postaje za medfrekvenco različno od 36MHz (na primer pri uporabi keramičnih filtrov za 5.5MHz in kristala 30MHz) je treba seveda ustrezno prilagoditi tudi frekvenco kristalnega oscilatorja na 9MHz. Na srečo je 9MHz osnovna rezonančna frekvenca "CB" kristalov, zato so tu možne številne kombinacije.

Končno vsebuje medfrekvenčni modul tudi elektronski preklop napajanja s tranzistorjem BD138: napetost +12V_{TX} je prisotna le na oddaji, sprejemnik pa je stalno napajanje z napetostjo +12V. Ker potrebujejo 74... vezja napajalno napetost +5V, izvor +12V_{TX} ustrezno zniža regulator 7805. Zaradi majhne porabe niti 7805 (v ohišju TO220), niti BD138 ne potrebuje hladilnih reber.

Medfrekvenčni modul je izdelan na enostranskem tiskanem vezju dimen-



Slika 7. - Razporeditev sestavnih delov medfrekvenčnega modula.

z
ij
6
0

Slika 8. - Namestitvev in povezave modulov širokopasovne 70cm FM postaje.

mmX120mm, ki je prikazano na Sliki 6. Ustrezna razporeditev sestavnih delov je prikazana na Sliki 7. Upori so vsi vgrajeni vodoravno, vzporedno s ploščico. Kondenzatorji imajo vsi razmak med nožicami 5mm, tisti z vrednostmi pod 10nF so vsi keramični, ostali so folijski (neinduktivni!) razen elektrolita 100uF. Tudi obe diodi sta vgrajeni vodoravno, vzporedno s ploščico. Na ploščici medfrekvenčnega modula je tudi en žični mostiček med vezji 74HC74 in 74HC00.

Na tržišču dobimo televizijske SAW filtre v različnih ohišjih. Večina proizvajalcev vgrajuje SAW filtre v okroglo kovinsko ohišje TO8 s petimi nožicami: taksen filter je na primer Philipsov RW173 ali Plesseyev SW173. Po drugi strani pa so izgleda najbolj razširjeni Siemensovi SAW filtri v podolgovatem rjavem pla-

stičnem ohišju z značilno oznako OFW <številka>. V opisanem sprejemniku je uporaben katerikoli SAW filter, da je le narejen za 36MHz in ne za kakšno drugo vrednost medfrekvenčne (sprejemniki za satelitsko TV uporabljajo SAW filtre na 70MHz in na 480MHz). Končno, tiskano vezje je prilagojeno obem vrstam ohišij: izvrtine so za okroglo TO8 ohišje in za podolgovato Siemensovo ohišje.

S keramičnimi filtri je manj težav, saj so vsi enake oblike s tremi nožicami, vhod in izhod pa lahko med sabo zamenjamo. Kot 30MHz kristal lahko uporabimo tudi "računalniški" kristal za 10MHz, ki bo v vezju deloval na tretjem overtone nekje okoli 30MHz. Ker "računalniški" kristali niso predvideni za takšen način delovanja, je treba s frekvencometrom preveriti frekvenco oscilatorja, ki sme odstopati +/-10kHz od željene frekvence 30MHz. V obratni smeri gre

lažje: kot 9MHz kristal je običajno povsem dober overtone "CB" kristal za 27.005MHz. Za medfrekvenci 35.5MHz / 5.5MHz uporabimo kristal 26.630MHz.

Tuljava L1 ima enako nalogo in je enaka tuljavi L9 v visokofrekvenčnem modulu. Ima 40 ovojev CuL žice premera 0.15mm na plastičnem podstavku premera 3.5mm brez feromagnetnega jedra in brez oklopa. Pri merjenju frekvence 30MHz oscilatorja nanjo induktivno spojimo vhod frekvencometra z nekaj ovoji PVC žice. Medfrekvenčni transformator L2 ima primar z 20 ovoji in sekundar s 6 ovoji CuL žice premera 0.15mm, navit pa je na podstavku medfrekvenčnega transformatorja za 10.7MHz s feritnim jedrom, feritno kapico v obliki vijaka za nastavljanje induktivnosti in oklopom dimenzij 10mmX10mm. L3 je navita na enakem jedru z enako žico, in ima le eno navitje z 20 ovoji. Za medfrekvenco 5.5MHz je treba naviti za L2 22 in 7 ovojev in za L3 22 ovojev.

Večina povezav medfrekvenčnega modula gre preko 10-polne vtičnice (kos kvalitetnega podnožja za integrirana vezja), le 36MHz vhod gre preko svoje 4-polne vtičnice na drugem koncu ploščice.

1. Sestavljanje in uglaševanje

Obe tiskani vezji opisane radijske postaje je treba vsekakor vgraditi v oklopljeno kovinsko škatlo. Priporočam škatlo iz nepobarvane Al pločevine, dimenzij 150mm(širina)X150mm(globina)X30mm(višina). Ustrezna razporeditev ploščic, vtičnic in povezav je prikazana na Sliki 8.

Za antensko vtičnico priporočam BNC (ali N) vtičnico s kvadratno prirobnico in pritrditvijo s štirimi vijaki. Pri tem je najbolj važno, da oklop kabla pricininimo na prirobnico vtičnice na enem koncu in na tiskano vezje na drugem koncu tako, kot je to prikazano na Sliki 8., da se izgonemo parazitni induktivnosti. Seveda bo takšno spajkanje oklopa prenesel le teflonski kabel (RG-188).

Za napajanje in za modem so zadosti dobre DIN vtičnice. Od vseh ostalih povezav je treba oklopiti edino še medfrekvenčni signal na 36

MHz, za kar zadošča običajni nizkofrekvenčni koaksialni kabel. Ostale povezave ne potrebujejo oklapljanja, tudi krmilna napetost za VCO ne.

Ker je delovanje opisane širokopasovne 70cm FM postaje razmeroma enostavno, ni potrebno posebej preizkušati obeh modulov, pač pa lahko postajo najprej v celoti sestavimo in potem uglašujemo. Najprej preizkusimo delovanje medfrekvenčne verige. Potem ko smo s frekvencometrom preverili delovanje 30MHz oscilatorja, uporabimo kot izvor signala grid-dip-meter na 36MHz, ki ga približamo vhodu medfrekvenčnega modula. Na izhod za S-meter priključimo voltmeter, območje 5V, in nastavimo tuljavo L2 za največji signal. Pri tem ne moremo zgrešiti, saj nam vse frekvence trdno določajo kristal, SAW in keramični filter. Potem nastavimo še tuljavo diskriminatorja L3 na sredino S-krivulje tako, da je pri krmiljenju medfrekvenčne verige s signalom točno 36MHz napetost na izhodu M-OUT med 5 in 6V.

V visokofrekvenčnem delu sprejemnika je treba najprej preveriti delovanje oscilatorja na 26.5MHz in potem uglasiti verigo množilnih stopenj. Pri tem si je treba pomagati s frekvencometrom, grid-dip-metrom ali podobnim merilnikom frekvence, saj območje regulacije trimerjev omogoča tudi uglaševanje na nezaželjene harmonike. Pri uglaševanju množenja na 132.6MHz iščemo minimum napetosti na bazi tranzistorja naslednje stopnje (seveda merimo preko VF dušilke), kjer običajno dosežemo -0.5V. Maksimum na 398MHz iščemo kot minimum napetosti na ponoru tranzistorja BF981: tu se mora enosmerna napetost znižati za vsaj 1V.

Med uglaševanjem množilnih stopenj morajo biti postavljeni trimerji v visokofrekvenčnem ojačevalniku na minimum, da slučajno ne pride do samoosciliranja mešalne stopnje. Ko so množilne stopnje uglasene, priključimo na vhod sprejemnika šumni generator z zener diodo. Odklon S-metra sprejemnika se mora povečati, s trimerji pri L1, L2, L3 in tuljavo L10 pa poiščemo maksimum na S-metru. Če začnemo z uglaševanjem pri minimalni kapacitivnosti trimerjev, se nam ne more zgoditi, da bi sprejemnik uglasili na zrcalno frekvenco na 362MHz. Končno po potrebi se popravimo nastavitve L2 in L3 v medfrekvenčnem modulu.

Šele ko sprejemnik pravilno deluje, se lahko lotimo uglaševanja od-

dajnika. Izhod priključimo na merilnik moči z umetnim bremenom, kapacitivne trimerje pa postavimo v srednji položaj. Potem vključimo oddajnik in z razmikanjem ovojev tuljave VCOja L11 poskušamo zadeti žžljeno frekvenčno področje. Če PLL pravilno deluje, se bo zanka za kontrolo frekvence ujela točno na željeno vrednost. Ostala dva trimerja v oddajniku nastavimo enostavno za maksimalno izhodno moč. Končno popravimo nastavitve L11 tako, da je v ujetem stanju zanke kontrolna napetost VCOja med 2 in 2.5V, trimer pri L11 pa uporabimo le za fine popravke.

Med uglaševanjem oddajnika ne smemo premikati nastavitve v visokofrekvenčnem delu sprejemnika, še posebno ne nastavitve tuljave L10. Ker se vhodna impedanca medfrekvenčnega modula spremeni pri prehodu na oddajo, tuljava L10 na oddaji ni več uglasena na 36MHz pač pa na nižjo frekvenco, in prav je tako! Če bi tuljavo L10 uglasili na 36MHz na oddaji, potem bi obstajala nevarnost, da se PLL zanka ujame na 416MHz namesto 434MHz, ker mešalnik z BF981 pri močnih signalih lahko deluje tudi kot podvojevalna stopnja za medfrekvenco!

V vsakem primeru je treba preveriti, da se PLL zanka vedno pravilno ujame na željeno frekvenco, tudi ob prenizki ali previsoki napetosti napajanja ipd. Kdaj se PLL zanka ujame ugotovimo tudi z voltmetrom, ki ga priključimo na izhod LOCK frekvenčno/faznega primerjalnika. VCO je verjetno najbolj kritičen sestavni del cele postaje, saj mora biti to stabilen oscilator in hkrati dati uporabno visokofrekvenčno moč na izhodu, delovanje VCOja na tako visokih frekvencah pa motijo še parazitne induktivnosti sestavnih delov, predvsem tranzistorja BFR91 in kondenzatorjev v vezju VCOja.

Na koncu je treba preveriti še to, da se slučajno ne zgodi kaj čudnega, ko zapremo pokrov škatle postaje. V škatli lahko pride do raznih rezonanc, če nam je ratalo odrezati žice za povezave na ravno najbolj nesrečno dolžino...

5. Zaključek

Opisana širokopasovna 70cm FM radijska postaja je primerna za delo z Manchester in drugimi enostavnimi modemi. Za delo z G3RUH modmom ni primerna, ker PLL ne

dopušča modulacije z zelo nizkimi frekvencami pod približno 3kHz, ki jih G3RUH modem tudi na hitrostih 100kbps in več nujno potrebuje. Skratka, G3RUH modem je primeren le za radijske postaje z direktno modulacijo kristalnega oscilatorja. Z radijskimi postajami, ki vsebujejo kakršenkoli frekvenčno stabiliziran oscilator s povratno zanko, PLL ali drugačno, pa G3RUH modem ne more pravilno delati.

200kHz široka FM postaja omogoča z Manchester modmom hitrosti prenosa do 64kbps. 64kbps je sicer za običajne "baud-rate" kristale nerodna številka, dosti bolj običajne hitrosti so 19.2kbps, 38.4kbps ali 76.8kbps. 76.8kbps je verjetno že preveč občutljiv na popačenja keramičnih in drugih filtrov v postaji, zato se mi zdi najbolj smiselna izbira 38.4kbps. Za 38.4kbps je treba v Manchester modemu (CQ ZRS 6/92) spremeniti naslednje:

- (1) Izločiti delilnik 4024 in povezati oscilator 2.4576MHz naravnost na taktni vhod vezja.
- (2) Zmanjšati vrednost kondenzatorja za filtriranje demoduliranega signala na 330pF (nožica 8 vezja 339, prej 4.7nF za 2400bps).
- (3) Zmanjšati vrednost kondenzatorja časovne konstante DCDja na 10 nF (nožica 11 vezja 339, prej 100nF za 2400bps).
- (4) Zmanjšati vrednost upora na MIC izhodu na 2.7kohm (prej 68kohm za 2400bps).

Ker 38.4kbps Manchester signal vsebuje frekvence do vsaj 38.4kHz, je treba paziti tudi na parazitno kapacitivnost oklopljenega kabla, ki povezuje modem z radijsko postajo. Ta kabel naj zato ne bo daljši od enega metra in, če je to večžilni oklopljeni kabel, mora imeti vsako žilo posebej oklopljeno.

Manchester modemu bomo v prihodnosti verjetno dodali še skrambler, podoben tistemu v G3RUH modemu, da bomo tako rešili problem "zataknjenega okvirja", ki se sicer vedno bolj pogosto pojavlja pri višjih hitrostih. Skrambler naj bi tudi zmanjšal al motnje, ki jih širokopasovna FM postaja povzroča drugim uporabnikom 70cm področja.

Uspeh širokopasovnih 70cm FM postaj za packet-radio zavisi navsezadnje tudi od tega, če bomo uspeli najti prosti kanal na prezasedenem 70cm amaterskem področju!

Širokopasovna 23cm FM postaja

Matjaž Vidmar, S53MV

1. Uvod

Širokopasovna 23cm FM postaja, opisana v tem članku, je namenjena predvsem za zveze med vozlišči packet-radio omrežja. Takšne postaje smo začeli uvajati v slovensko packet-radio omrežje že pred dobrimi štirimi leti in jih danes uporabljamo na skoraj vseh pretvornikih po hribih in BBSjih v dolini.

Širokopasovne 23cm FM postaje so omogočile dosti večjo učinkovitost packet-radio omrežja, hkrati pa so se pojavile tudi nekatere težave izvirnega načrta te postaje. Te težave smo sproti odpravljali in v izvirnem načrtu se je nabralo veliko število sprememb in popravkov.

Namen tega članka je zato dvojen. Prvič, popravljeni in izboljšani načrt postaje je treba končno objaviti v slovenskem radioamaterskem glasilu, saj je rezultat večletnega dela skupine slovenskih radioamaterjev. Drugič, vse več radioamaterjev si tudi pri nas želi malo hitrejših packet-radio zvez, kar z japonskim gumi-toki-vokijem ne gre. Večina teh se bo verjetno odločila za gradnjo eno-

stavnejše 70cm širokopasovne postaje, a žal je pri nas 70cm frekvenčno področje precej moteno, predvsem v zahodnem delu Slovenije, in ponekod bo treba kar na 23cm.

Ker je 23cm postaja verjetno zanimiva le za ožji krog bralcev, bom ta opis postaje skrčil na najmanjšo možno mero. Objavil bom predvsem načrte, izpustil pa bom natančna navodila za gradnjo takšne postaje. Opis gradnje vezij v mikrotrakasti tehniki je bil na primer že objavljen v mojem članku o transverterju za 23cm v časopisu "Radioamater" 2/84, 3/84, 4/84 in 3/85, v skripti seminarja ZRS za 23cm in 13cm frekvenčna področja (1986) in v mojih člankih o transverterjih za 23cm in 13cm v "UKW-Berichte" 1/86 in 2/86.

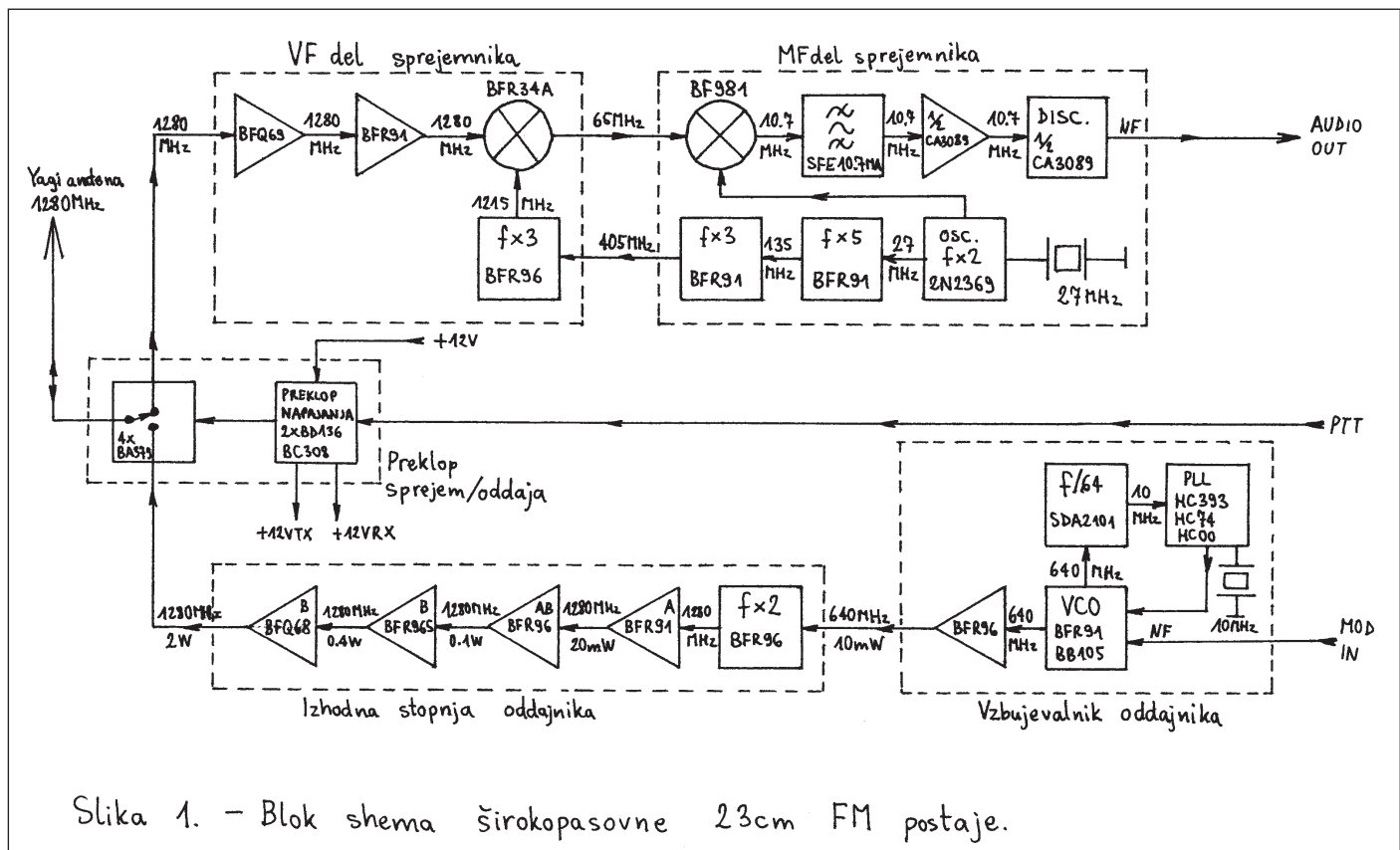
Blok shema širokopasovne 23cm FM postaje je prikazana na Sliki 1. Postaja vsebuje neodvisna sprejemnik in oddajnik ter vezja za preklop sprejem/oddaja. Nadaljna razdelitev na module, obkrožene s črtkano črto, ustreza tehniki gradnje posameznih sklopov: običajna enostranska tiskana vezja ali pa dvostranska mikrotrakasta vezja. Mikrotrakasta

vezja omogočajo predvsem enostavnejšo gradnjo in uglaševanje postaje, saj je večje število sestavnih delov: tuljav, kondenzatorjev, rezonatorjev, izdelanih na samem tiskanem vezju in s tem hkrati že približno uglašeni na željeno frekvenco.

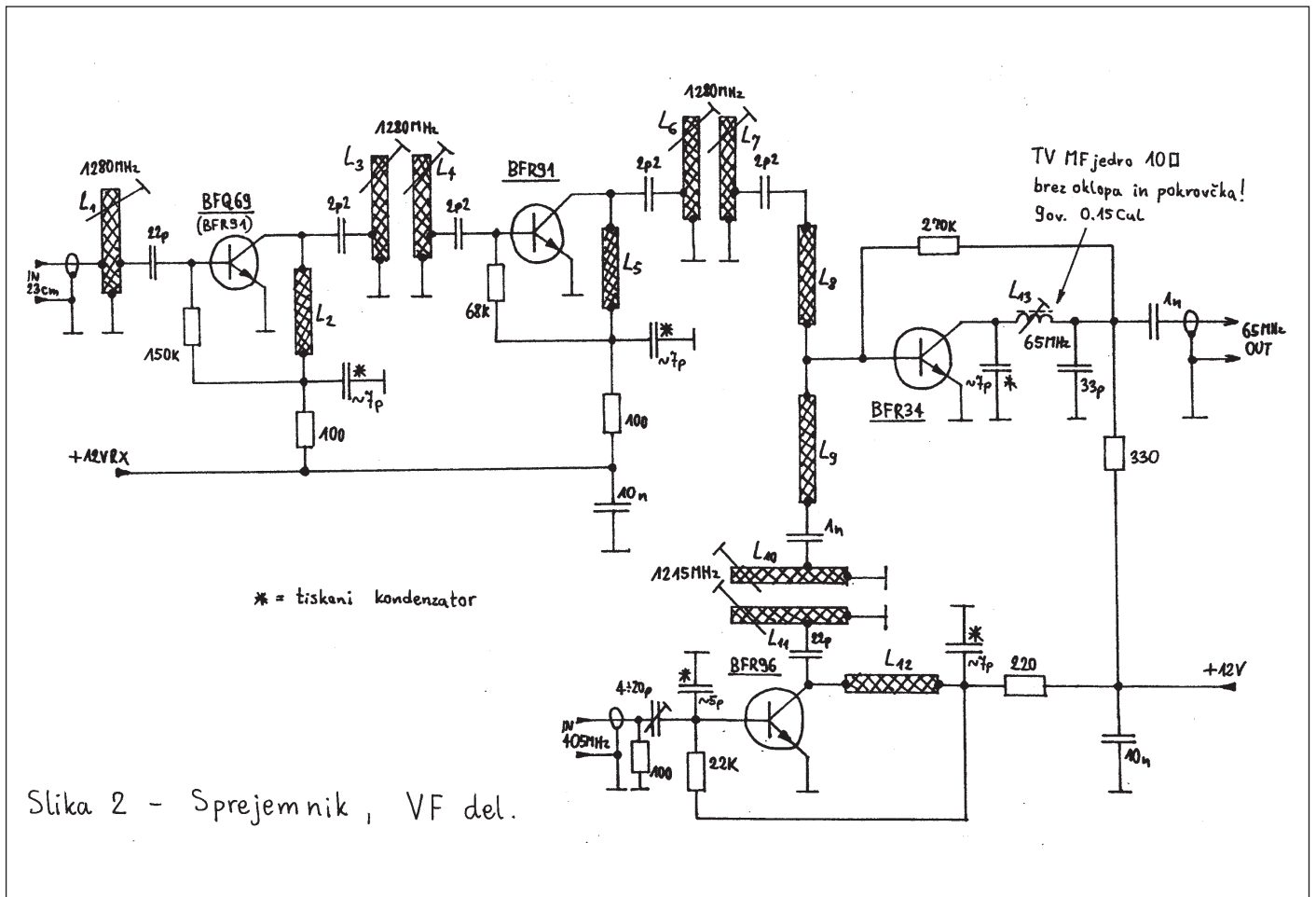
2. Sprejemnik

Sprejemnik je superheterodinski z dvojnimi mešanjem, z medfrekvenca 65MHz in 10.7MHz. Oba signala za mešanje se dobijo z množenjem frekvence istega kristalnega oscilatorja, zaradi enostavnosti in zato, da je motilnih produktov mešanja manj! Sprejemnik je zaradi različne tehnike gradnje razdeljen v dva modula.

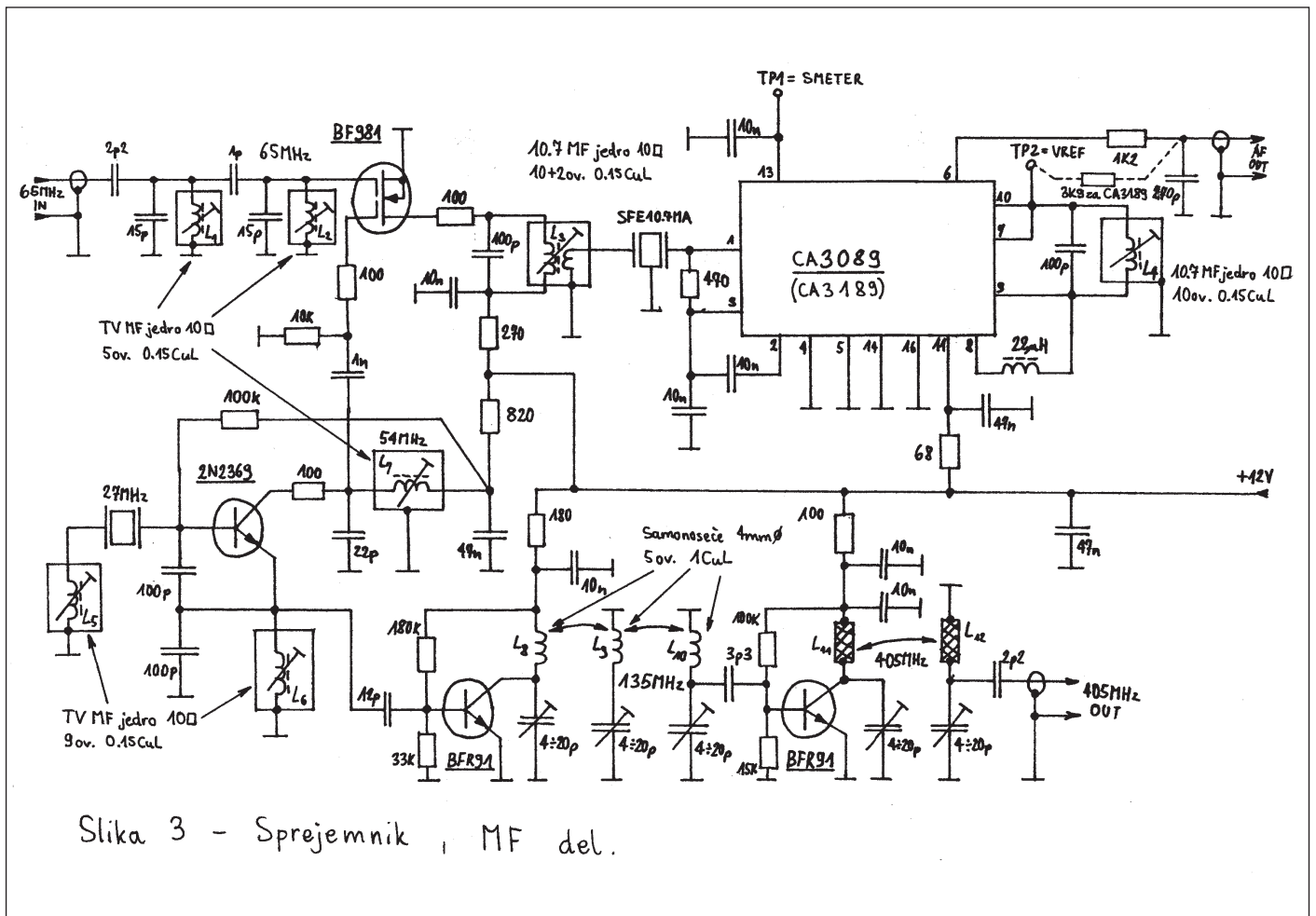
Visokofrekvenčni modul, prikazan na Sliki 2., vsebuje visokofrekvenčne ojačevalne stopnje na vhodni frekvenci 1280MHz, prvo mešanje na 65MHz in zadnjo množilno stopnjo lokalnega oscilatorja 405/1215MHz. Vsa ta vezja imajo večino tuljav, kondenzatorjev in rezonančnih vodov natisanih na dvostranskem ti-



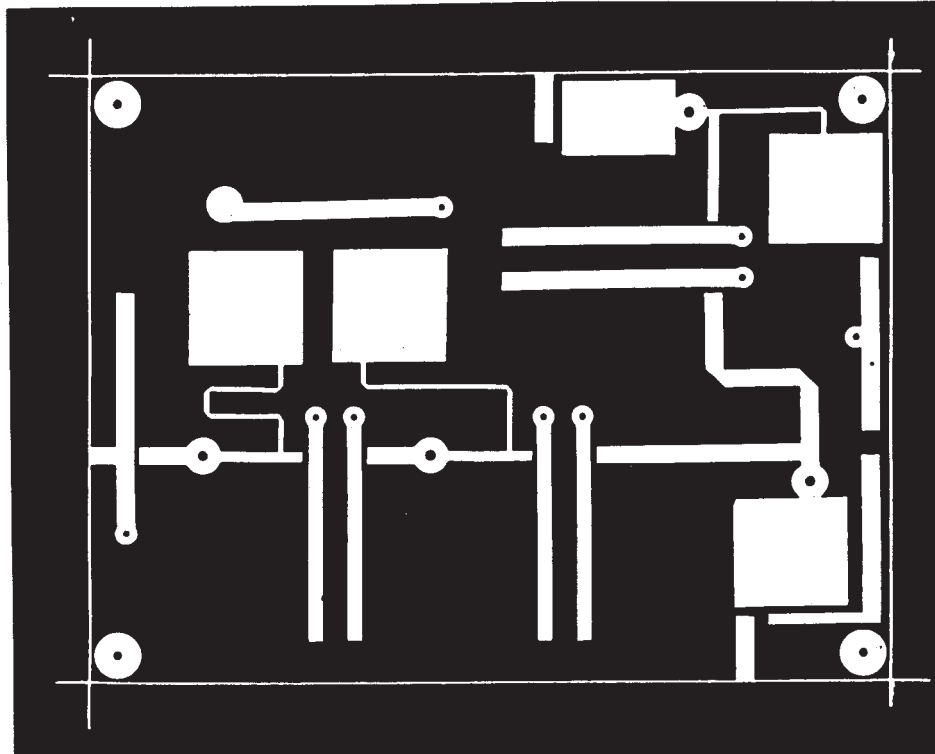
Slika 1. - Blok shema širokopasovne 23cm FM postaje.



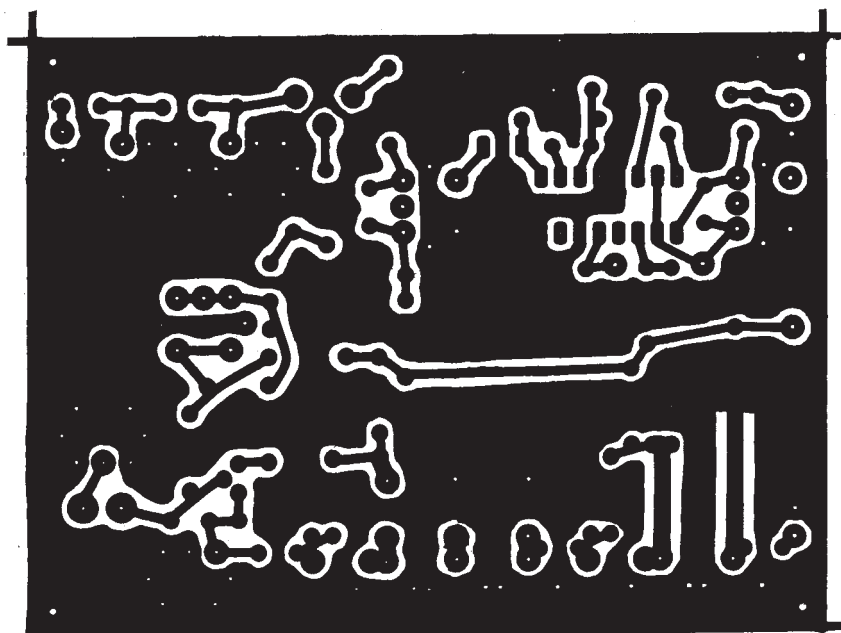
Slika 2 - Sprejemnik, VF del.



Slika 3 - Sprejemnik, MF del.



Slika 4. - VF ploščica sprejemnika, dvostranska, pogled od zgoraj, spodnja stran ni jedkana!



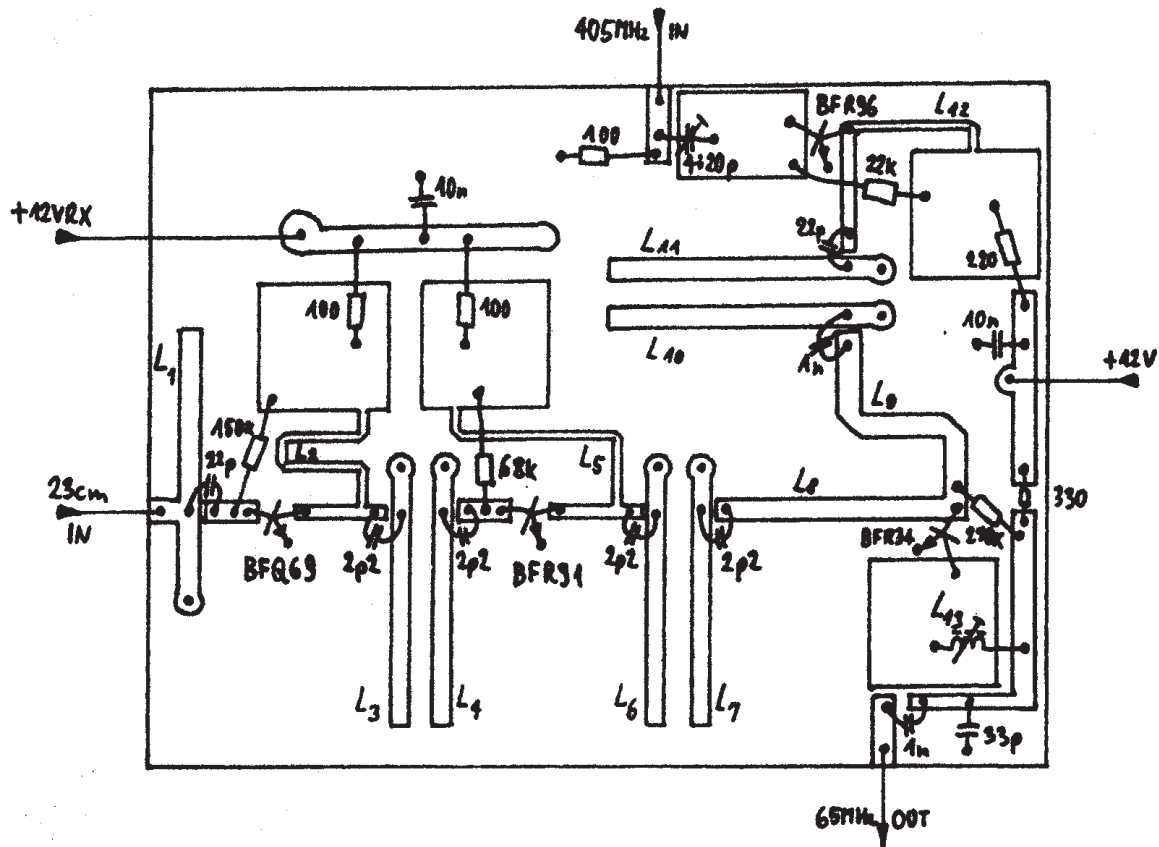
Slika 5. - MF ploščica sprejemnika, enostranska, pogled od spodaj.

skanem vezju. Vezje je izvedeno v mikrotrakasti tehniki in ta izraz pomeni, da ena stran tiskanine ni jedkana in deluje kot ravnina mase za izjedkano vezje na drugi strani tiskanine. V opisani 23cm WBFM postaji je uporabljeno kar tiskano vezje sprejemnega konverterja iz transverterja 144/1296MHz z manjšimi predelavami, saj je odstopanje frekvenc na 23cm minimalno.

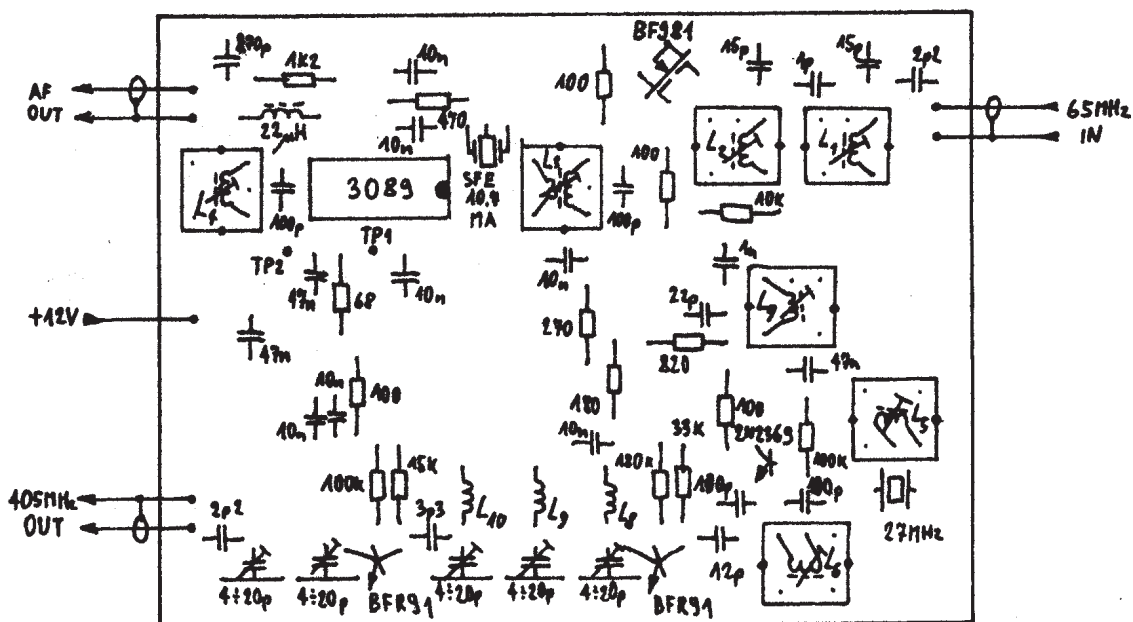
Medfrekvenčni modul sprejemnika,

prikazan na Sliki 3., vsebuje drugo mešanje na medfrekvenco 10.7MHz, keramični filter, ojačevalnik z omejevanjem in FM diskriminatorjem, kristalni oscilator v področju 27MHz ter ustrezne množilne stopnje. Frekvenca kristala se množi 2x (54MHz) za drugo mešanje in 45x za prvo mešanje v korakih 5x (135MHz), 3x (405MHz) in končno še 3x (1215 MHz) v visokofrekvenčnem modulu sprejemnika.

Tiskani vezji sprejemnika sta prikazani na Slikah 4. in 5. Pri tem je treba paziti, da je tiskano vezje visokofrekvenčnega dela dvostransko in da druga stran ni jedkana. Tiskano vezje medfrekvenčnega dela je enostavno enostransko vezje. Dimenzije obeh ploščic so sicer enake, 105mm x80mm. Ustrezna razporeditev sestavnih delov je prikazana na Slikah 6. in 7.



Slika 6 - Razporeditev sestavnih delov sprejemnika, VF ploščica.



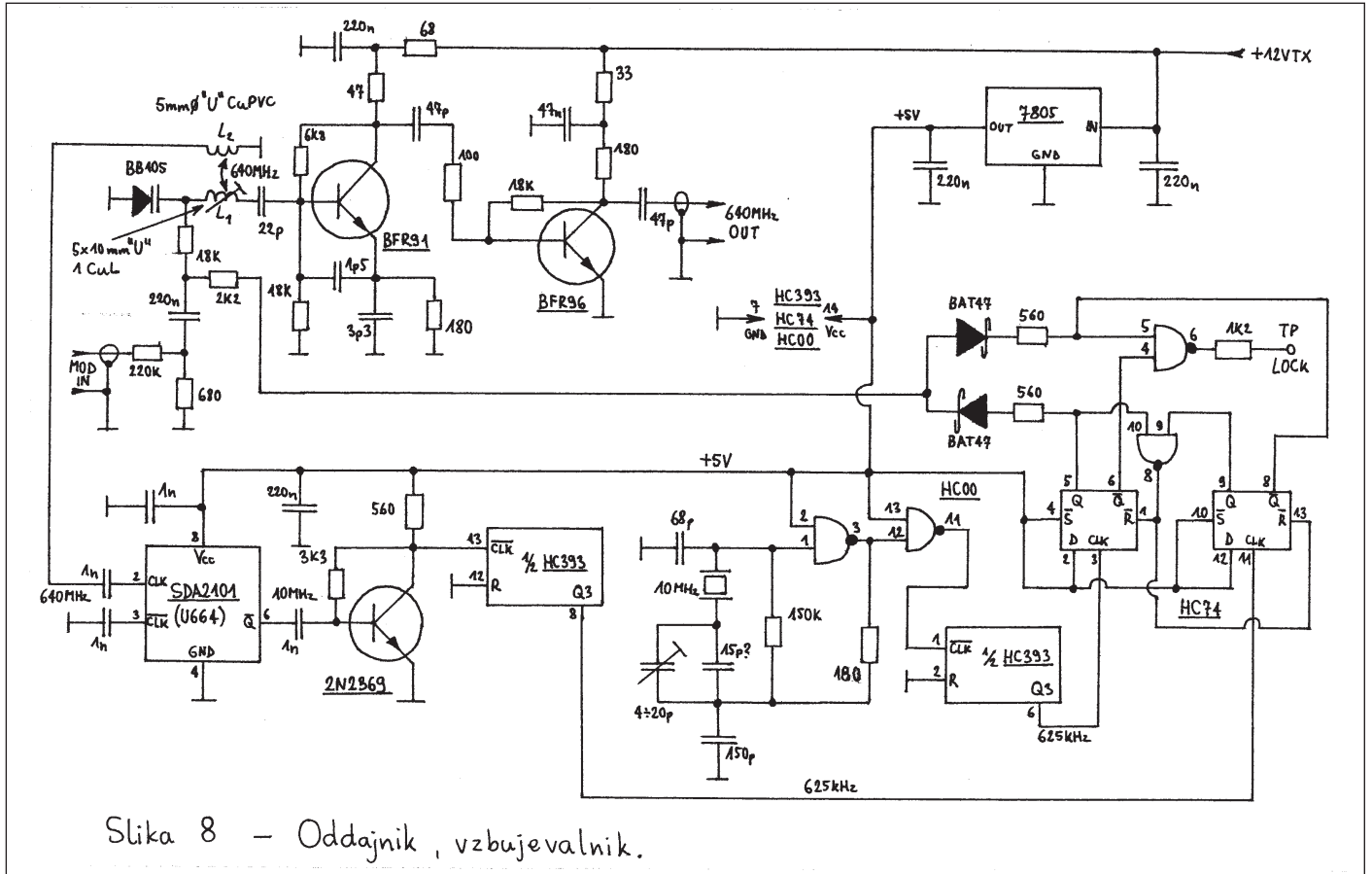
Slika 7 - Razporeditev sestavnih delov sprejemnika, MF ploščica.

Od začetnega prototipa postaje je tudi sprejemnik doživel nekaj sprememb. Zaradi čim krajšega časa preklopa sprejem/oddaja in nazaj je večina stopenj sprejemnika stalno priključenih na napajalno napetost +12V. Izjema sta le visokofrekvenčni ojačevalni stopnji, ki se napajata z napetostjo +12VRX samo na sprejemu. Na oddaji sta ti dve stopnji

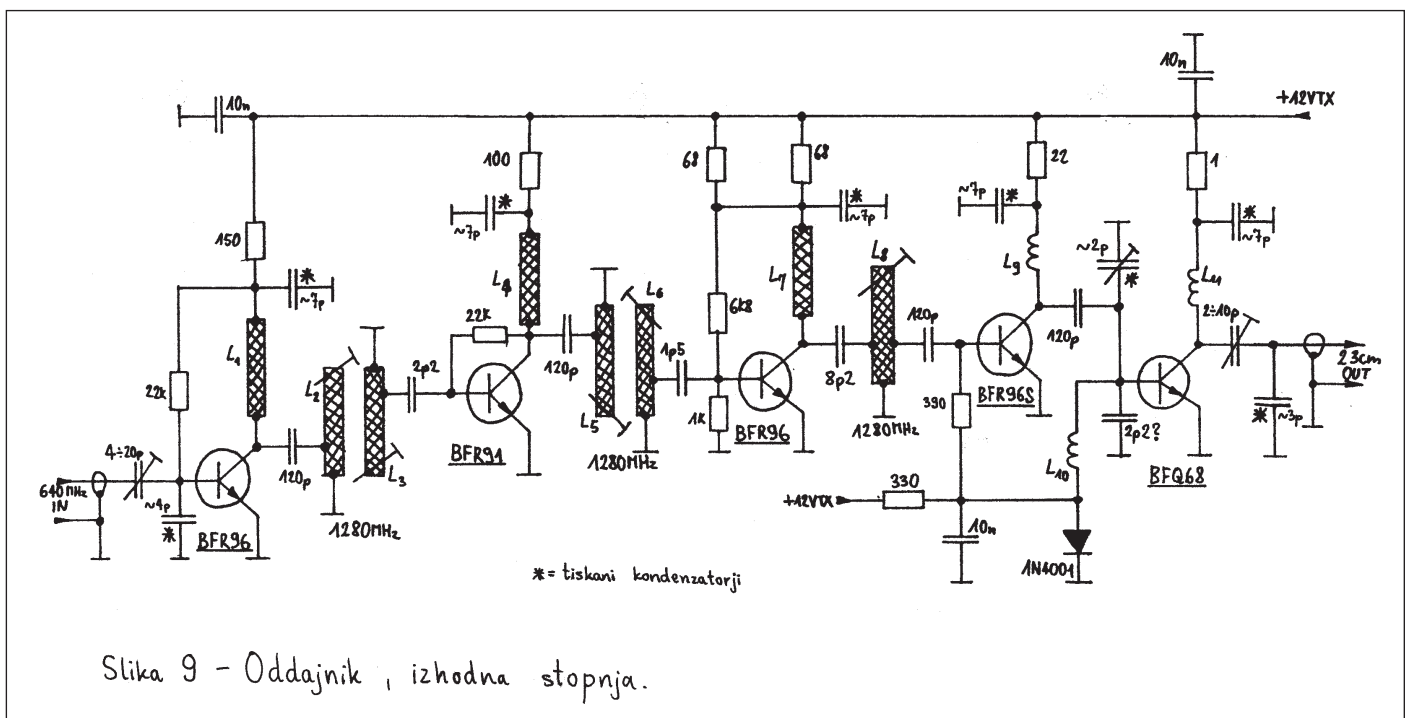
izključeni, ostanek sprejemnika pa omogoča enostavno kontrolo modulacije. Najnovejša sprememba je še zmanjšanje kondenzatorja na NF izhodu sprejemnika na samo 270pF, kar naj bi zmanjšalo popačenje signala modema.

3. Oddajnik

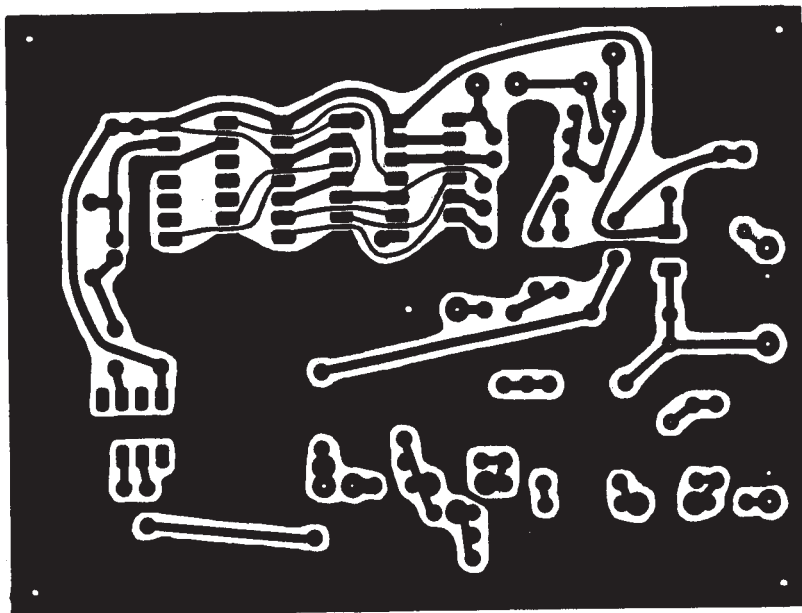
Prvotni oddajnik je vseboval frekvenčno moduliran kristalni oscilator na 10MHz, ki mu je sledila veriga sedmih množilnih (podvojevalnih) stopenj do 1280MHz, za temi pa še štiri ojačevalne stopnje na končni frekvenci. Takšna zasnova oddajnika je povsem zadovoljiva za prenos go-



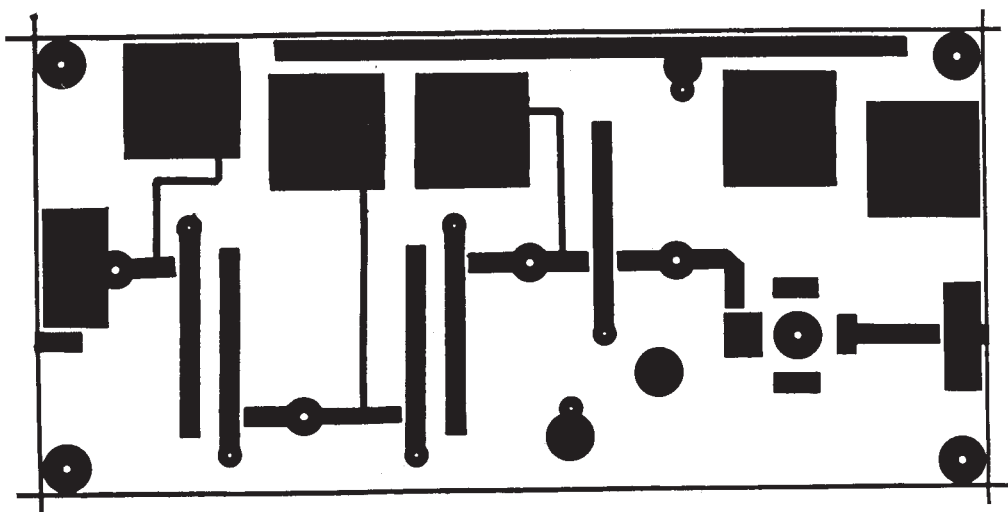
Slika 8 - Oddajnik, vzbujevalnik.



Slika 9 - Oddajnik, izhodna stopnja.



Slika 10. - Tiskano vezje vzbujevalnika oddajnika, enostransko, pogled od spodaj.



Slika 11. - Tiskano vezje izhodne stopnje oddajnika, dvostransko, pogled od zgoraj, spodnja stran ni jedkana!

vornih signalov ali digitalnih signalov pri majhnih hitrostih prenosa (1200 bps ali manj). Za hitrejši prenos digitalnih signalov žal skriva zahrbtno napako: parazitne ovrtonske rezonance kristala popačijo modulacijo samo pri čisto določenih bitnih vzorcih, ampak to je dovolj, da se packet-radio zveza poruši.

Opisano napako sem iskal dolgo časa. Rešitev je v obliki novega vzbujevalnika za oddajnik s PLL zanko in oscilatorjem na polovici delovne frekvence (640MHz). Pri tem ostane modul z izhodno stopnjo oddajnika, ki vsebuje drage sestavne dele in tudi zadnjo množilno stopnjo, povsem nespremenjen. S primerno izbiro mo-

dulov deljenja PLL zanke se da nastaviti željene lastnosti modulatorja in čas vnihanja zanke, se pravi čas preklopa sprejem/oddaja, neodvisno od uporabljenih sestavnih delov, predvsem kristala.

Načrt novega vzbujevalnika za oddajnik je prikazan na Sliki 8. in vsebuje naslednje stopnje: VCO na 640MHz, ločilni ojačevalnik, referenčni kristalni oscilator, delilnike za frekvenco VCOja in referenčno frekvenco ter frekvenčno/fazni primerjalnik. Modulacijski signal se enostavno prišteje signalu napake PLL zanke, ki potem krmili VCO. Moduli deljenja so izbrani 1024 za frekvenco VCOja in 16 za referenco,

kar omogoča uporabo enakega kristala za 10MHz kot v starem vzbujevalniku ter vnihanje zanke v približno 4ms. Moduli deljenja in časovna konstanta PLL zanke so tako izbrani, da ne motijo modulacije z Manchester signalom pri 38.4kbps.

Izhodna stopnja oddajnika, prikazana na Sliki 9., vsebuje frekvenčno množilno (podvojevalno) stopnjo ter štiri ojačevalne stopnje. Podvojevalna stopnja ni odveč tudi z novim vzbujevalnikom, saj delovanje VCOja na polovici izhodne frekvence zagotavlja manjši neželjen povratni vpliv impedance antene na VCO.

Tiskani vezji oddajnika sta prikazani na Slikah 10. in 11. Tiskano

vezje vzbujevalnika je enostransko in ima enake dimenzije ploščice, 105 mmx80mm, kot stari vzbujevalnik, zaradi čim enostavnejše zamenjave v obstoječih postajah. Razlika je le v pritrditvi ploščice: novi vzbujevalnik potrebuje še dodatni peti vijak sredi ploščice, sicer bi digitalna vezja nekoliko motila VCO.

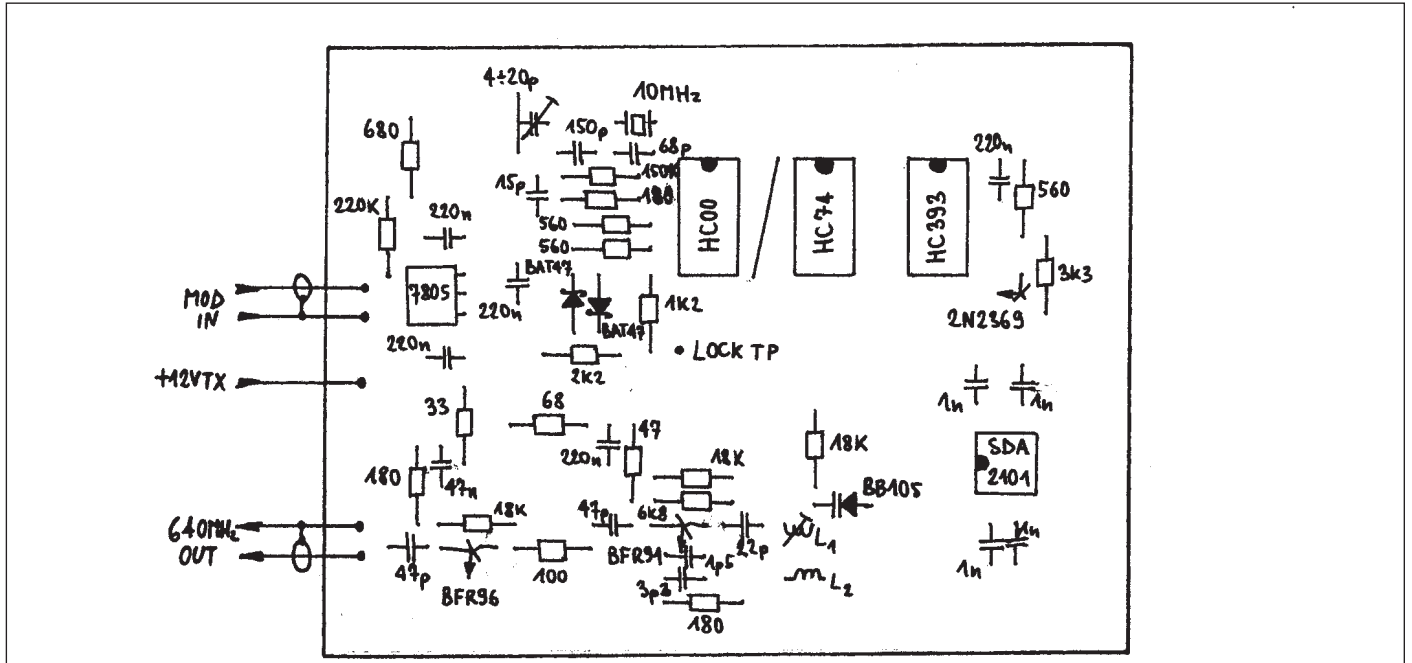
Tiskano vezje izhodne stopnje je dvostransko, dimenzij 125mmx

60mm, in druga stran ni jedkana. Razporeditev sestavnih delov oddajnika na obeh ploščicah je prikazana na Slikah 12. in 13. Glede na izvorni načrt je spremenjen še upor v bazi krmilne stopnje (BFR96S) in sicer z vrednosti 680ohm na samo 390ohm. To sicer malenkost zmanjša ojačenje in izhodno moč oddajnika, ampak hkrati prepreči uničenje tranzistorja BFR96S.

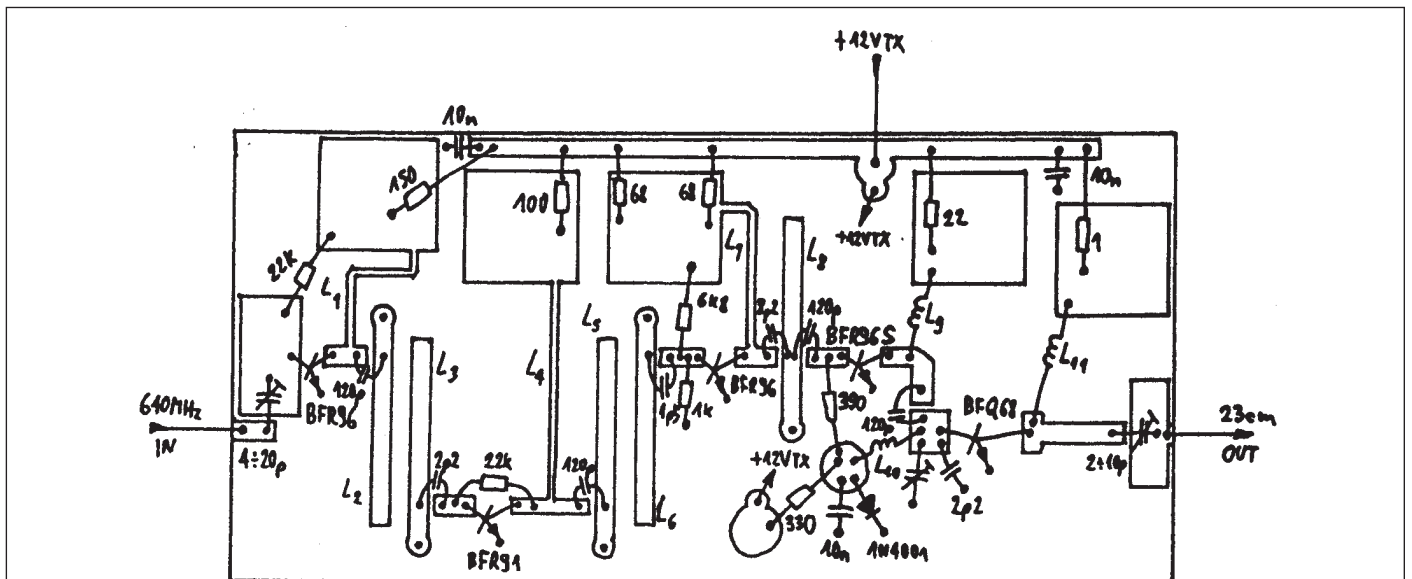
4. Preklop sprejem/oddaja

Packet-radio zahteva hitre in zelo pogoste preklope sprejem/oddaja in nazaj, zato pride v poštev le popolnoma elektronski preklopnik za anteno in za napajanje sprejemnika in oddajnika. Električni načrt preklopnikov je prikazan na Sliki 14.

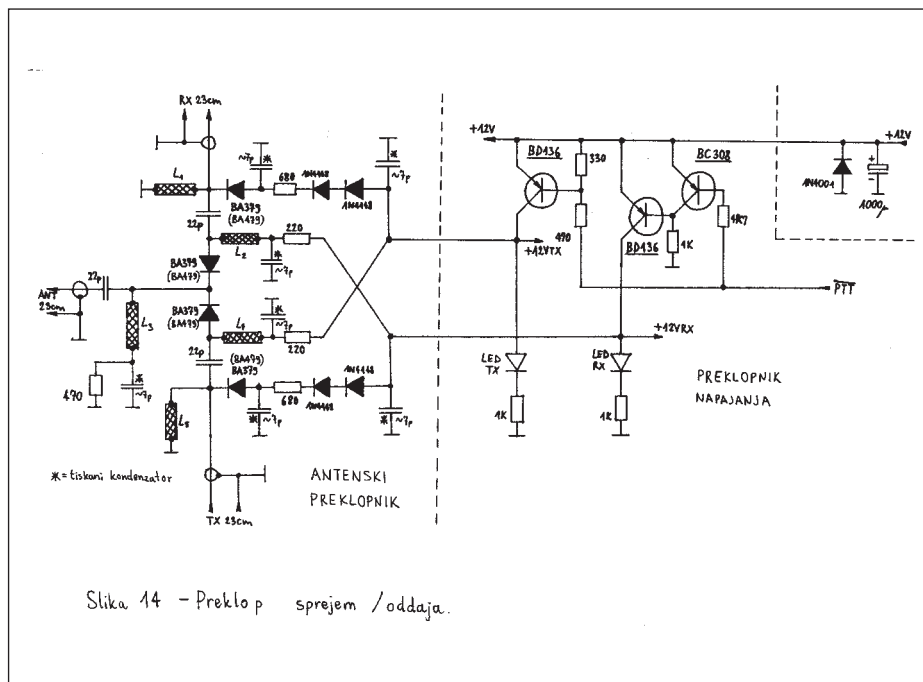
Antenski del preklopnika je zgrajen na svojem tiskanem vezju v mikro-



Slika 12 – Razporeditev sestavnih delov oddajnika, vzbujevalnik.



Slika 13 – Razporeditev sestavnih delov oddajnika, izhodna stopnja.



trakasti tehniki in je popolnoma enak tistemu iz transverterja za 23cm, krčili pa ga preklopnik napajanja z napetostima +12V_{TX} in +12V_{RX}. Pri tem je PTT signal standardno definiran kot stikalo, ki na oddaji sklene PTT vhod na maso.

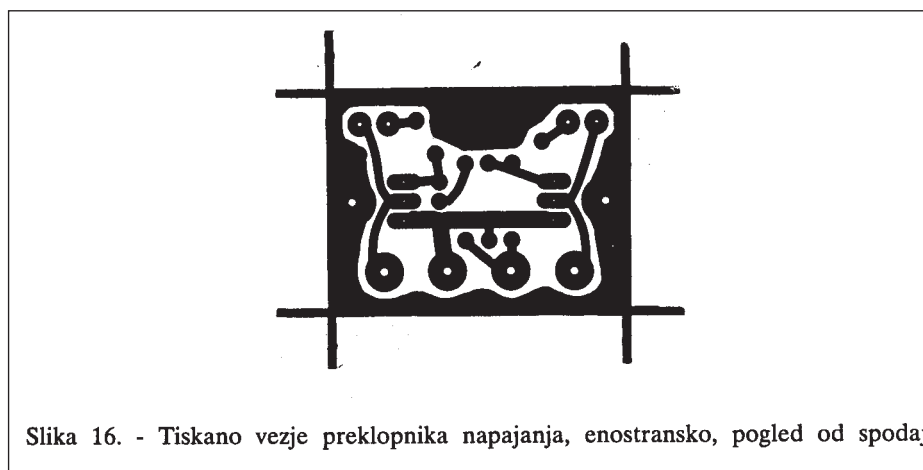
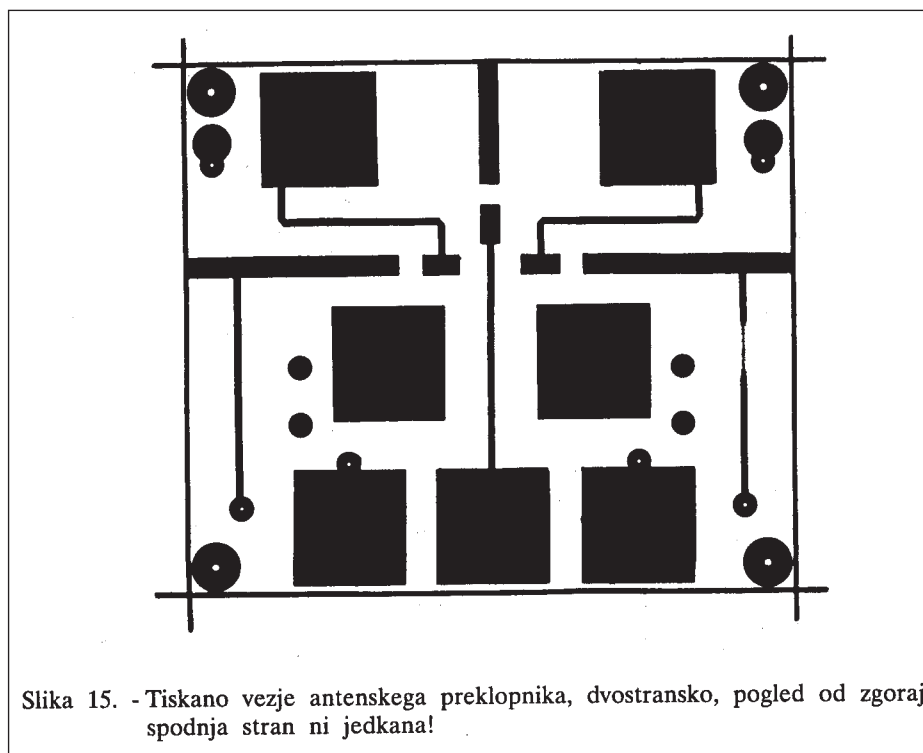
Tiskani vezji preklopa sprejem/oddaja sta prikazani na Slikah 15. in 16. Pri tem je treba paziti, da je tiskano vezje antenskega preklopnika, dimenzij 80mmx70mm, dvostransko in da druga stran ni jedkana. Tiskano vezje preklopnika napajanja, dimenzij 40mmx30mm, je enostavna enostranska ploščica. Ustrezna razporeditev sestavnih delov je prikazana na Slikah 17. in 18., elektrolit 1000uF in zaščitna dioda 1N4001 pa sta vgrajena kar na vtičnico za napajanje.

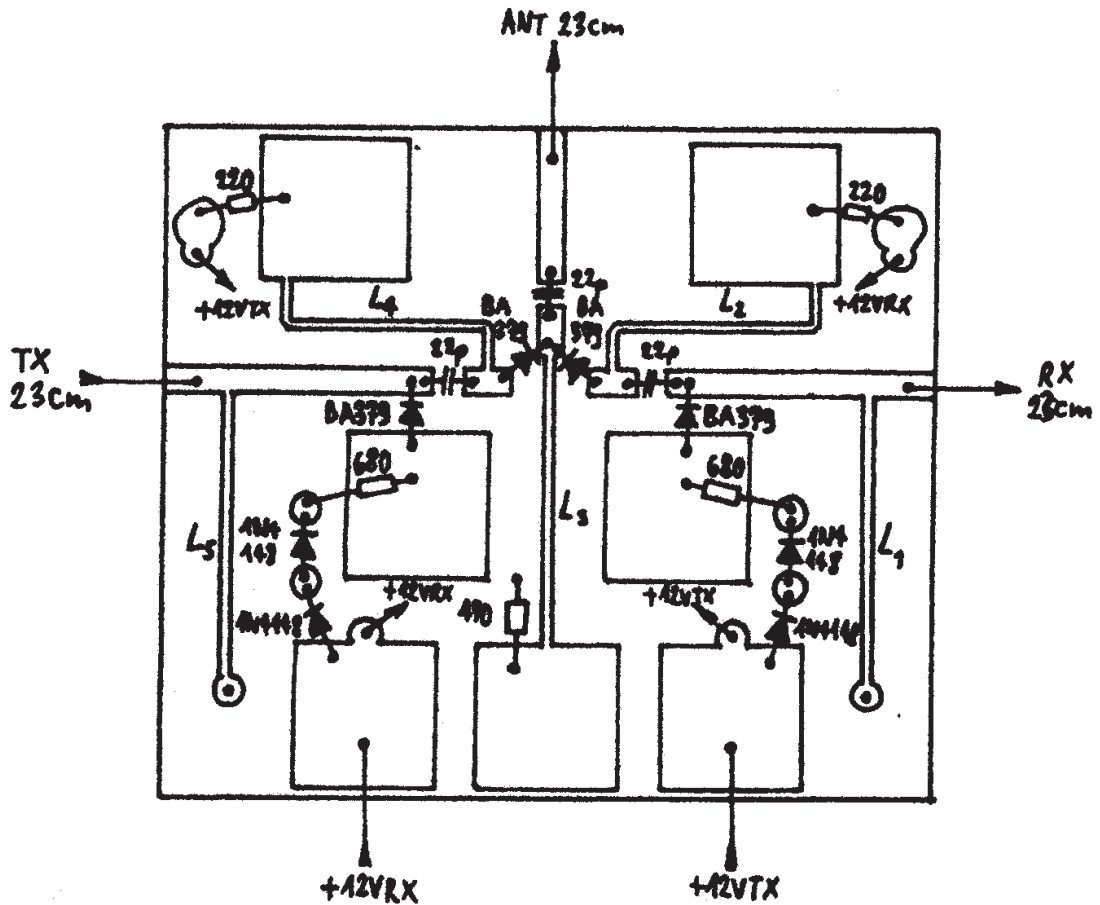
5. Gradnja postaje

23cm radijska postaja ni nizkofrekvenčni ojačevalnik niti mikroracunalski, zato je treba pri gradnji upoštevati nekaj dodatnih, pa čeprav enostavnih pravil za gradnjo visokofrekvenčnih naprav. Razen tega opisana vezja v mikrotrakasti tehniki niso povsem oklopljena, kljub ravnini mase na tiskanem vezju. Pri nerodni razmestitvi modulov v škatli lahko pride do nezaželenih sklopov ali celo rezonanc kovinske škatle.

Škatla naj bo zato rajši večja kot manjša, saj se v večji škatli da še kaj popraviti, premakniti ali dograditi dodatno pregrado, v manjši pa to ne gre. Priporočena škatla je prikazana na Sliki 19. in naj ima dimenzije vsaj 280mm(širina) x220mm(globina)x45mm(višina). Še boljša rešitev bi bila škatla z dvema prekatoma, v enem prekatu naj bi bila vsa mikrotrakasta vezja, v drugem pa vsa običajna tiskana vezja.

Pri vgradnji ploščic v škatlo običajno povzroči še največ težav nepravilno spajanje koaksialnih kablov in vtičnic, še posebno njihovih okloпов. V 23cm frekvenčnem področju je četrt valovne dolžine manj kot 6cm, že nekaj mm žice zato predstavlja znatno parazitno induktivnost. Parazitna induktivnost je še posebno škodljiva pri ozemljitvah okloпов kablov, zato je nujno spajati vse koaksialne kable tako, kot je to narisano na Sliki 20. Ker se pri tem dielektrik kabla precej segreje, priporočam uporabo teflonskih koaksialnih kablov za notranje povezave, na primer RG-188.





Slika 17 - Razporeditev sestavnih delov v antenskega preklopnika.

Za pravilno delovanje oddajnika je tudi pomembna pravilna vgradnja izhodnega tranzistorja BFQ68. Tranzistor ima sicer izoliran vijak za pritrditev na hladilno rebro, vendar pa tečejo po tem vijaku vseeno veliki visokofrekvenčni tokovi zaradi parazitne kapacitivnosti vijaka do elektrod tranzistorja. Zato je nujno

vgraditi izhodni tranzistor natančno tako, kot je to narisano na Sliki 21.

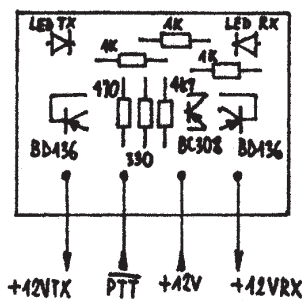
6. Yagi antena za 23cm

V 23cm frekvenčnem področju je smiselna uporaba usmerjenih anten z opisano postajo. No, na srečo so tudi

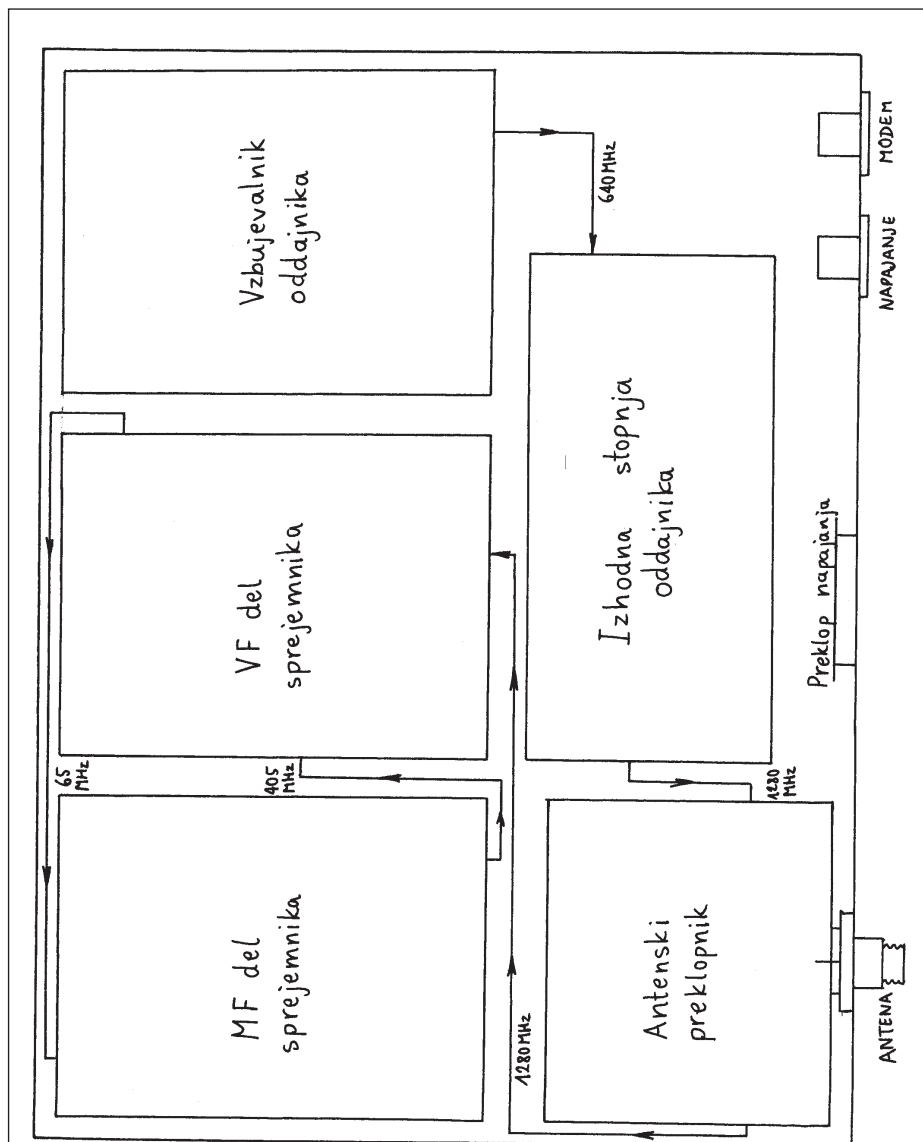
enostavne usmerjene antene v tem frekvenčnem področju majhne in enostavne za gradnjo, možna izbira vrste antene pa je kar pestra. V sedanjem packet-radio omrežju v Sloveniji uporabljamo kar nekaj različnih vrst anten na 23cm, vendar povsod s horizontalno linearno polarizacijo.

Za izdelavo je verjetno še najenostavnejša Yagi antena, prikazana na Sliki 22. Ta je izračunana po NBS tabelah, ki so bile pred leti objavljene skoraj po vseh radioamaterskih časopisih, vključno z beograjskim "Radioamaterjem". Pri izdelavi je treba seveda paziti na točne dimenzije, tudi na premer palčk in na presek nosilca. Antena sicer lahko dela tudi s palčkami drugačnega premera ali drugačnim nosilcem, vendar je potem treba preračunati nove dolžine palčk!

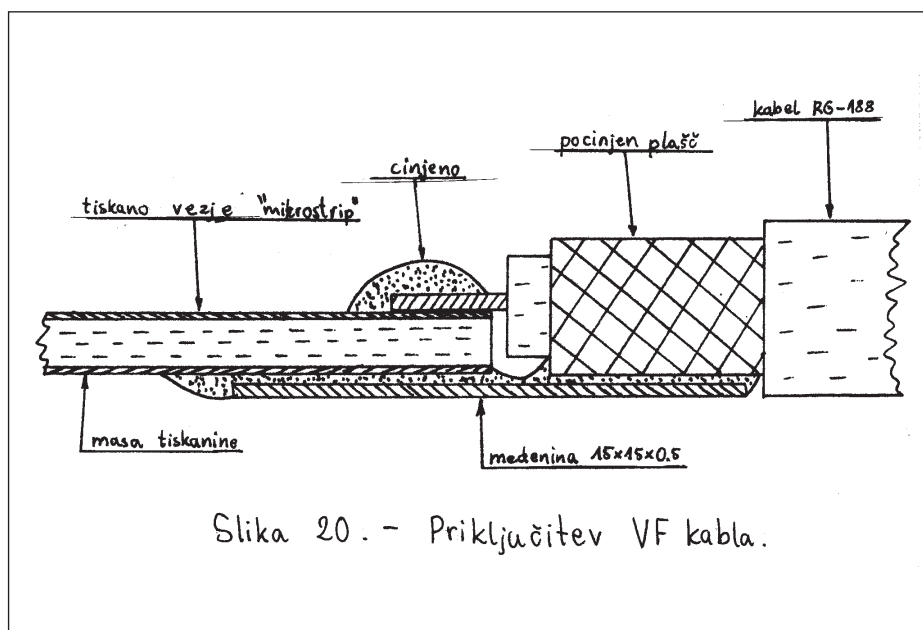
Zaviti dipol je napajan z enostavnim polvalovnim transformatorjem iz poltrdega teflonskega kabla UT-141. To sicer ni najboljša rešitev,



Slika 18 - Razporeditev sestavnih delov preklopnika napajanja.



Slika 19. - Razporeditev moulov postaje v ohišju.



Slika 20. - Priključitev VF kabla.

ker je impedanca zavitega dipola manjša od 200ohm in prilagoditev na 50ohmski kabel ni najboljša. Poltrdi kabelček je zacinjjen v bakren blok, ki je potem na eni strani pritrjen na nosilec antene, na drugi pa nosi ženski N-konektor UG58.

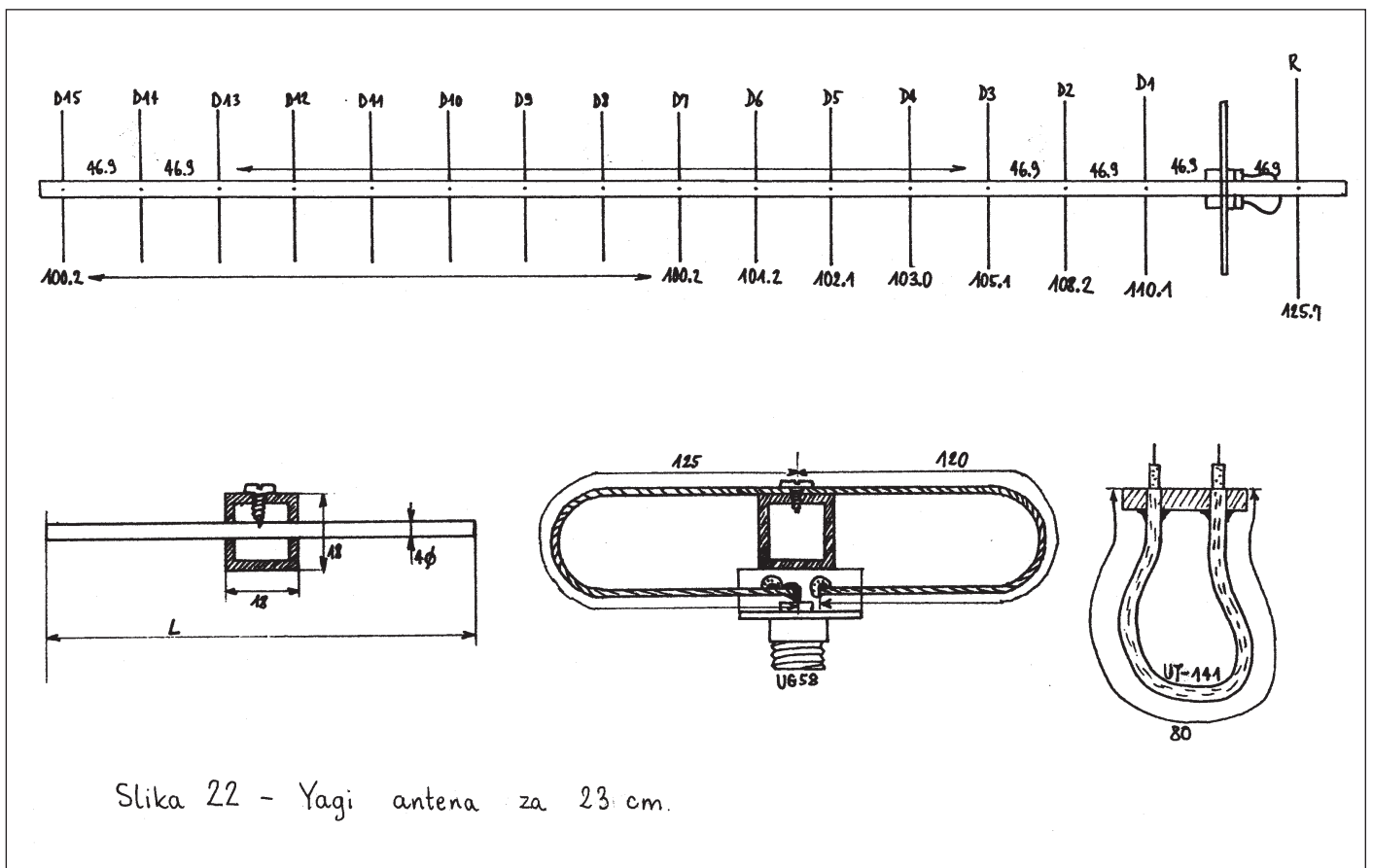
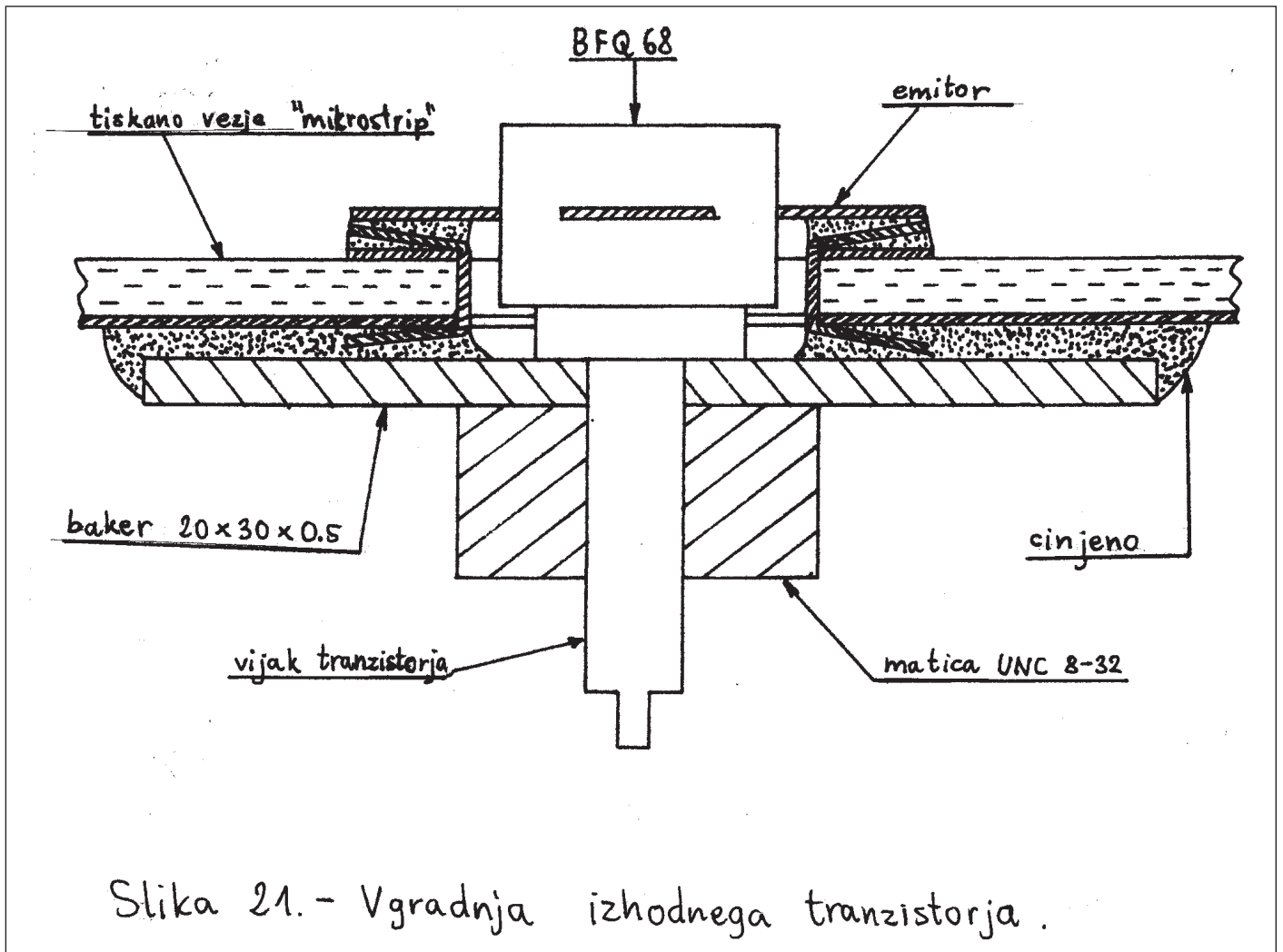
Vse dimenzije na Sliki 22 so mišljene v milimetrih. Objemka za pritržitev na drog sicer ni narisana, jo je pa edino smiselno vgraditi za reflektorjem. Razdalje med elementi Yagi antene za 23cm so tako majhne, da bi objemka kjerkoli drugje hudo motila delovanje antene.

Slaba lastnost katerekoli Yagi antene na tako visokih frekvencah je ta, da je občutljiva na sneg: če je antena polna snega, se popolnoma poruši smerni diagram in ojačenje pade. Vgradnja Yagi antene v plastično škatlo tudi ne pride v poštev brez izdatnega preračunavanja in meritev, ker kakršnakoli dielektrična škatla pomakne rezonanco antene navzdol. V naših podnebnih razmerah to pomeni, da bo na nadmorski višini 1000m Yagi antena neuporabna nekaj dni na leto, na večjih višinah pa tudi dosti dlje! Visoko v hribih je zato bolj smiselno uporabljati drugačne antene.

7. Uglješevanje in preizkus postaje

Uglješevanje postaje začnemo s sprejemnikom, bolj točno z uglješevanjem verige množilnih stopenj lokalnega oscilatorja. Frekvenco preverimo z digitalnim frekvencmetrom z induktivno sondo (majhno zankico na koncu koaksialnega kabla), ki jo približamo ustreznim tuljavam oziroma rezonančnim vodom. Nivoje signalov preverimo tako, da izmerimo enosmerno napetost na bazah tranzistorjev v množilnih stopnjah. Ta je brez signala okoli 0.7V, s signalom pa zaradi usmerniškega pojava upade in lahko postane tudi negativna.

Enosmerno napetost na bazah tranzistorjev seveda merimo preko VF dušilke ali upora, da ne motimo delovanja VF vezja. Napetost na bazi pravilno delujoče množilne stopnje naj bo okoli 0.0V, na bazi mešalnika pa okoli 0.4V. Pri tem je treba paziti na najnižje in najvišje dopustne nivoje signalov. Mešalnik potrebuje vsaj 100mV signala, se pravi vsaj 0.1V padca napetosti na bazi tranzistorja, ko vključimo verigo množilnih stopenj. Previsok nivo signalov je tudi zelo škodljiv: če postane baza tranzistorja negativna, lahko to po-



vzroči počasno okvaro tranzistorja. Tak tranzistor ne crkne takoj, pač pa čez teden ali celo mesec dni, in to je lahko zelo zahrbtnen vzrok okvare radijske postaje!

Ko je veriga množilnih stopenj sprejemnika uglašena, nastavimo še ostale nihajne kroge. Ker so mikrotrakasti rezonatorji na tiskanem vezju že nastavljeni zelo blizu željene frekvence, zadošča kot izvor signala kar šumni generator z zener diodo, nihajne kroge in rezonatorje pa nastavimo na maksimum na S-metru. Na 1280Mhz in na 10.7MHz ne moremo zgrešiti, paziti pa je treba na 65MHz, saj lahko tu kroge napačno uglasimo na 70MHz, kar da s tretjim harmonikom kristala (81MHz) tudi 10.7MHz. Končno nastavimo še diskriminator na sredino S-krivulje, se pravi enosmerno napetost približno 5.5V na neobremenjenem NF izhodu.

V oddajniku je treba najprej preizkusiti in nastaviti vzbujevalnik. Frekvenčno področje VCOja nastavimo tako, da stisnemo ali razširimo žično zanko L1, za popravo večjega odstopanja pa tudi skrajšamo ali zdaljšamo zanko. Nastavitev L1 ustreza takrat, ko znaša krmilna napetost za varikap diodo BB105 okoli 2.5V pri ujeti PLL zanki. Nazadnje nastavimo še točno frekenco kristalnega oscilatorja z ustreznim trimerjem in po potrebi zamenjamo ali izločimo kondenzator 15pF vzporedno s trimerjem.

V izhodni stopnji oddajnika so vsi rezonančni vodi nastavljeni na nekoliko višjo frekvenco in jih je treba pri uglaševanju podaljšati s koščki tanke bakrene pločevine. Potrebna

kapacitivnost v bazi izhodnega tranzistorja zavisi tudi od toleranc tranzistorja in se lahko s pravim BFQ68 giblje v razponu od 1pF pa vse do preko 4pF. Pri tem najprej poiščemo grobo vrednost potrebne kapacitivnosti in pricininimo nekoliko manjši kondenzator naravnost na trakaste priključke tranzistorja BFQ68, za fino nastavitvev pa dodamo koščke tanke bakrene pločevine.

Izhodna moč oddajnika se s pravim BFQ68 suče med 1.5W in 2W pri 12.6V napajanju. Pravim BFQ68 zato, ker je na tržišču danes skoraj lažje najti ponarejene oddajniške tranzistorje, ki seveda nikoli ne dajo predpisane izhodne moči. Pravi BFQ68 je vgrajen v ohišje iz bele keramike s širokimi pozlačenimi trakastimi izvodi, ponarejeni tranzistorji pa so običajno v sivih plastičnih ohišjih z ozkimi trakastimi izvodi, razen nove "oznake" pa so lepo vidni sledovi brisanja in včasih celo ostanki stare, resnične oznake tranzistorja.

Po žalostnih izkušnjah slovenskih radioamaterjev izvira večina ponarejenih tranzistorjev iz trgovine "Holzinger" na Schillerstrasse v Muenchnu, pa tudi italijanski trgovci niso od muh. Razen ponarejenih izhodnih tranzistorjev so se pojavili tudi drugi ponarejeni sestavni deli, na primer tranzistorji BFQ69 in PIN diode BA379 ali BA479, zato previdnost ni nikoli odveč, nakup teh sestavnih delov po pošti pa od srca odsvetujem! Seveda je lahko vzrok premajhne moči oddajnika tudi neumen, na primer slabi tranzistorji BD136 v preklopniku napajanja. Dober BD136 ima v nasičenju padec

napetosti okoli 0.2V, "EiNiš" BD136 pa več kot 1V!

Na koncu je treba preizkusiti zgrajeno postajo v celoti. Na primer, kaj se zgodi s sprejemnikom in kaj z oddajnikom, ko na ohišje postaje privijemo pokrov? Če smo nesrečno zadeli "pravo" dimenzijo škatle, bo ta rezonančna ravno na delovni frekvenci naše postaje in oddajnik ali sprejemnik ali oba bosta ponorela, ko namestimo pokrov na škatlo. Proti rezonancam škatle pomagajo dodatne notranje pregrade in oklopi ter mikrovalovni absorber, ki ga zalepimo na pokrov škatle. Kot absorber lahko uporabimo črno plastično "antistatično" peno, ki se uporablja za zabadanje integriranih vezij.

Končno je treba pri postaji preizkusiti še modulacijo in čas vnhanja oddajnika tako, da oddajnik krmilimo z izvorom packet-radio signala in opazujemo rezultat na izhodu sprejemnika z osciloskopom. Po vseh teh preizkusih je seveda pametno pustiti postajo vključeno in jo uporabljati doma vsaj kakšen teden, še boljše mesec, preden gre na hrib.

Domet širokopasovnih 23cm radijskih postaj z opisanimi antenami in 38.4kbps Manchester modemi znaša okoli 1000km v praznem prostoru. Od tega je treba seveda odšteti izgube v antenskih kabljih pri resnični inštalaciji in določeno rezervo signala (10dB), kar da uporaben domet v pogojih optične vidljivosti okoli 100km in ta podatek se je v praksi izkazal verodostojen (zveza Krvavec - Slavnik).

Hitri packet: predelave in preizkus WBFM postaj

Matjaž Vidmar, S53MV

1. Uvod

V Sloveniji smo se odločili za malo hitreji i packet-radio že pred več leti z uvedbo širokopasovnih 23cm FM postaj za povezave v packet-radio omrežju. Danes je malo hitrejši packet dostopen vsem uporabnikom z uvajanjem širokopasovnih 70cm postaj in vozliščnih računalnikov Super-Vozljev po hribih. V glasilu CQ ZRS sem zato opisal v številki 3/93 širokopasovno 70cm FM postajo za uporabnike in v številki 4/93 širokopasovno 23cm postajo za povezave med vozliščnimi računalniki.

V tem članku nameravam opisati še nekaj praktičnih izkušenj s širokopasovnimi FM postajami za packet-radio. Čeprav so širokopasovne FM postaje verjetno med najenostavnejšimi radijskimi postajami za samogradnjo, pa za postaje za packet-radio obstajajo določene zahteve, ki jih ni najbolj enostavno ovrednotiti z običajnimi preizkusnimi postopki in opremo, s katero uglašujemo običajne radijske postaje za govorne zveze. Na primer, v packet-radio postaji je zelo

pomemben čas preklopa sprejem/odaja in nazaj, pa tudi oblika digitalnih impulzov se ne sme preveč popačiti. Še posebno zahteven preizkus pa potrebujejo tiste radijske postaje, ki jih nameravamo vgraditi v vozlišča omrežja na planinskih vrhovih in drugih težje dostopnih točkah.

Še prej pa moram opisati najnovejše predelave in popravke na 70cm WBFM postaji. Izvorni načrt žal vsebuje napako, ki jo tu popravljam, hkrati pa objavljam predelavo visokofrekvenčnega dela, da se omogoči čim enostavnejše uglaševanje in čim bolj zanesljivo delovanje radijske postaje.

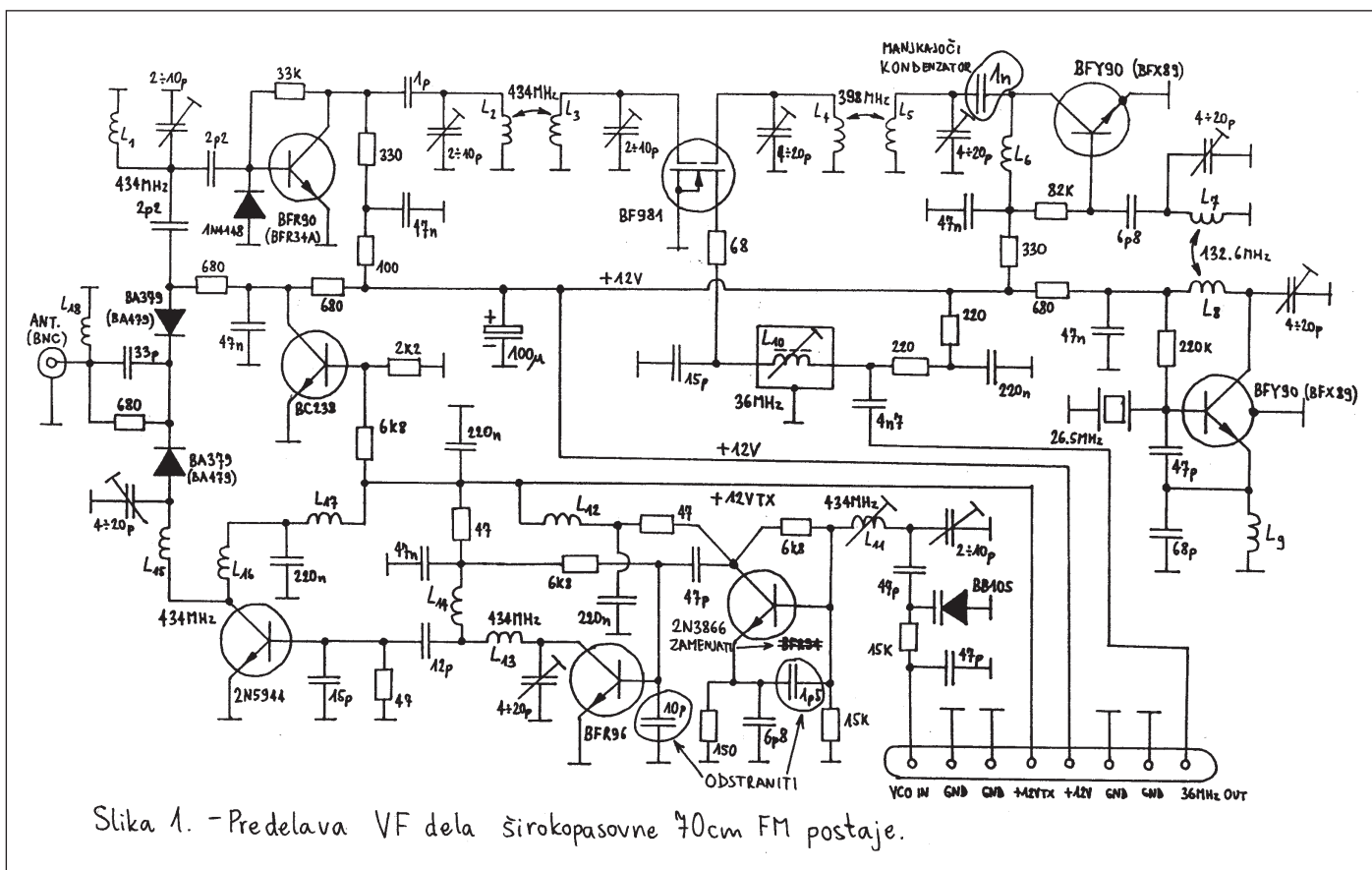
2. Popravki in predelave 70cm WBFM postaje

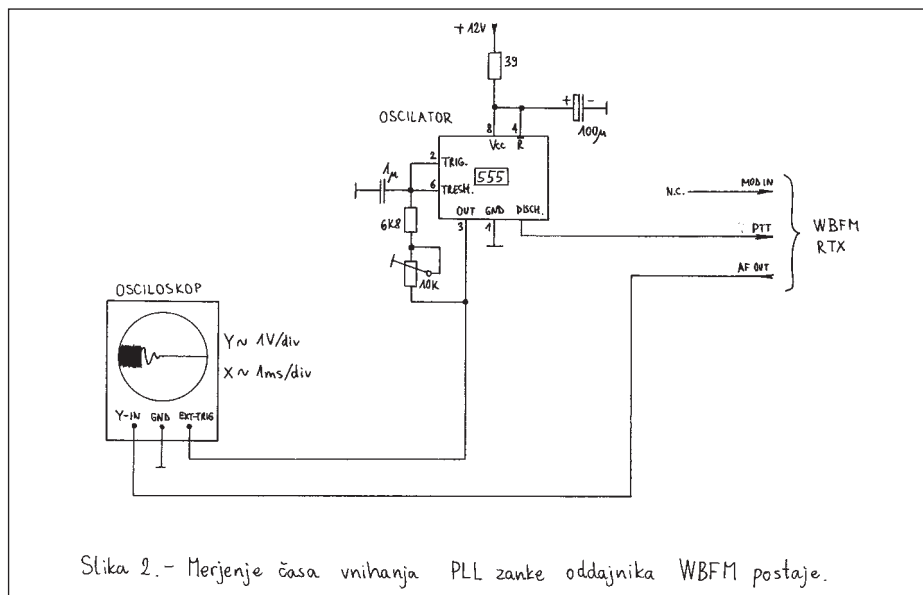
Za večino radioamaterjev je verjetno bolj dostopna 70cm WBFM postaja, ki je tudi za izdelavo dosti bolj enostavna od 23cm postaje. V načrtu te postaje, objavljenem v CQ ZRS 3/93, je žal napaka: na načrtu

visokofrekvenčnega dela, na Sliki 2. na strani 51, manjka en kondenzator in sicer bolj točno med tuljavo L6 in nihajnim krogom L5 manjka sklopni kondenzator 1nF za ločitev enosmerne delovne napetosti množilne stopnje. Kondenzator je sicer označen na skici razporeditve sestavnih delov na Sliki 4. na naslednji strani in na tiskanem vezju sta zanj predvideni očesci (Slika 3.).

Zato tu najprej objavljam popravljen načrt VF dela WBFM 70cm postaje na Sliki 1. Novi načrt VF dela vsebuje tudi pomembno predelavo VCOja oddajnika. Po več mesecih neprekinjenega delovanja več različnih prototipov WBFM 70cm postaj sem namreč opazil določene težave z vezjem VCOja. VCO je zelo občutljiv na vpliv sledečih ojačevalnih stopenj in še posebno na višje harmonske frekvence, ki jih proizvajata izhodna stopnja oddajnika. Neprilagoditev antene lahko zato povzroči premik frekvence nihanja VCOja oziroma popačeno modulacijo, kar povzroči izpad packet-radio zveze.

Razen tega je tranzistor BFR91, ki





se uporablja v vezju VCOja, nekoliko preobremenjen oziroma prešibek za dano nalogo. Po več tednih neprekinjenega delovanja se ojačenje tega tranzistorja začne manjšati, kar povzroči premik frekvence VCOja in manjšo izhodno moč oddajnika. Mehanizem kvarjenja tranzistorjev BFR91 je podoben kot v frekvenčnih množilnih stopnjah: pri prekrmljenju začne v tranzistorju "rasti" parazitna schottky dioda preko BE spoja, ki počasi "požira" ojačenje tranzistorja. Takšen pokvarjen tranzistor spoznamo po tem, da je njegovo enosmerno tokovno ojačenje zelo majhno in da znaša padec napetosti preko BE spoja pri majhnih baznih tokovih komaj 0.3V namesto običajnih 0.7V.

Rešitev vseh teh težav z VCOjem se je izkazala zelo enostavna: zamenjati BFR91 z močnejšim tranzistorjem z nižjo mejno frekvenco (da je manj občutljiv na višje harmonske frekvence). Že BFR96S je dal boljše rezultate, najboljše pa so se izkazali dobri stari 2N3866 ali podobni tranzistorji (BFR36, BFR97, BFR98, BFW16 ali 2N4427). Ker so ti tranzistorji vgrajeni v kovinsko ohišje TO39 z drugačnim razporedom nožic, je treba pri vgradnji v tiskano vezje prekrižati nožice emitorja in baze. Ohišje TO39 ima večje parazitne kapacitivnosti in induktivnosti, zato je treba izločiti kondenzator 1.5pF med bazo in emitorjem in zmanjšati tuljavo L11 na en samo ovoj premera 4mm, žice 0.5CuL. Po drugi strani pa so ravno parazitne kapacitivnosti in induktivnosti ohišja TO39 tu zelo koristne, saj dodatno dušijo višjeharmonske motnje iz izhodne stopnje v VCO.

Stabilnost delovanja oddajnika lahko dodatno izboljšamo tako, da iz-

ločimo še kondenzator 10pF med bazo krmilnega tranzistorja BFR96 in maso. Ta ukrep sicer malenkostno zmanjša ojačenje in izhodno moč oddajnika, zato pa je delovanje bolj zanesljivo. Dimenzije škatle za postajo se spleča povečat na 160mm X160mmX40mm, se pravi v vsaki smeri 1cm več, kot sem predlagal v izvornem članku. Tudi ta ukrep izboljša stabilnost delovanja oddajnika, ker je bila izvorno predlagana škatla rezonančna ravno na nesrečnih frekvencah.

Z vsemi opisanimi predelavami so prototipi WBFM 70cm postaj delovali stabilno s katerokoli anteno in ne glede na to, kako so zasukani trije trimerji v oddajniku, v območju napajalne napetosti od 7V (0.5W izhodne moči) vse do 18V (5W izhodne moči). To je bil seveda samo tipski preizkus: v praksi ne priporočam napajalne napetosti višje od 13V!

V WBFM 70cm postaji je daleč najdražji sestavni del izhodni tranzistor oddajnika 2N5944, ki da običajno 2W izhodne moči pri 12.6V napajanja. V postaji lahko seveda uporabimo tudi druge izhodne tranzistorje in če ne potrebujemo zelo velikega radijskega dometa, lahko izhodno stopnjo tudi povsem izločimo. V izhodni stopnji sem uspešno preizkusil stare 24V tranzistorje za TV oddajnike, vrste BLX96, ki dajo okoli 1-1.2W izhodne moči. Sicer močnejši BLX97 da žal manjšo izhodno moč, okoli 0.6W, ker ima manjše ojačenje. BFQ68 da tudi več kot 2W izhodne moči, ampak zaradi prevelikega ojačenja ne dela stabilno.

V izhodni stopnji sem preizkusil tudi MRF629, to je enak tranzistorski chip kot 2N5944, vendar v cenemem "sploščenem" TO39 ohišju z emi-

torjem na masi ohišja. MRF629 je dal od 1.3-1.5W izhodne moči, vendar samo potem, ko sem ohišje povezal na maso na tiskanem vezju preko dveh širokih trakov iz bakrene folije. Če pa je bil emitor MRF629 povezan na maso le preko komaj 2mm dolge nožice, je dal komaj 0.8W izhodne moči: vpliv parazitne induktivnosti se tu izredno pozna!

Oddajnik WBFM postaje bi zato verjetno delal tudi z marsikaterim drugim izhodnim tranzistorjem, ki ga sam še nisem utegnil preizkusiti. Seveda pozor na tranzistorje s ponarejeno oznako!

3. Umerjanje in preizkus WBFM postaj

V naslednjih odstavkih nimam namena opisovati uglasovanja visokofrekvenčnega dela postaje. Pri doma izdelani postaji se mi zdi samo po sebi umevno, da je treba pomeriti izhodno moč oddajnika, občutljivost sprejemnika, frekvence delovanja in odsotnost nezaželenih frekvenc ali samooscilacij. Bolj natančna navodila o VF uglasovanju so tudi objavljena skupaj z načrti takšnih postaj.

Radijska postaja za packet-radio za hitrosti večje od 1200bps zahteva tudi nekoliko drugačne preizkuse, še posebno če bo vgrajena v vozlišče na planinskem vrhu ali drugem težje dostopnem mestu. Ker imata obe objavljeni WBFM postaji, čeprav nista povsem enako načrtovani, več podobnih vezij in enake električne zahteve kar se tiče frekvenčne širine kanala in modulacije, je preizkusni postopek enak za obe postaji, za 70cm in za 23cm. Bolj točno, v obeh postajah je sprejemnik vedno vsaj delno vključen in omogoča sprejem in demodulacijo signala lastnega oddajnika, kar pri vseh preizkusih zelo prav pride.

Prva posebnost umerjanja postaje za packet-radio je ugotavljanje časa preklopa sprejem/oddaja in obratno, ki potem pogojuje parameter TX-Delay v packet-radio zvezi. Pri 1200 bps je ta čas precej dolg, običajno 300ms (vrednost parametra TXD je 30). Ker 1200bps packet-radio signal vsebuje samo zvočne frekvence, lahko ugotavljamo primernost časa preklopa RX/TX naše postaje z enostavnim poslušanjem signalov na drugem sprejemniku.

Pri povečanju hitrosti na 38400bps modulacijski signal vsebuje frekvence nad mejo slišnosti človeškega

ušesa. Razen tega so potrebni časi preklopa sprejem/oddaja in obratno dosti krajši, nekje med 10 in 30 milisekundami. Preverjanje takšnih signalov ni več možno "na uho", zato je treba zgraditi ustrezno merilno opremo.

V obeh WBFM postajah je sprejemnik stalno vključen, tudi takrat, ko je postaja na oddaji, in se zato napajanje skoraj celotnega sprejemnika ne preklaplja. Oddajnik pa vsebuje PLL zanko, ki ob preklopu sprejem/oddaja potrebuje določen čas, da se ujame in stabilizira frekvenco oddajnika. Čas vnihanja PLL zanke zato pogojuje čas preklopa sprejem/oddaja. Preklop v obratni smeri, z oddaje na sprejem, je dosti hitrejši in ne pogojuje nobene časovne konstante, saj mora takrat postaja sogovornika prekllopiti s sprejema na oddajo.

Veže za merjenje časa vnihanja PLL zanke je prikazano na Sliki 2. in vsebuje oscilator z vezjem 555, ki periodično preklaplja postajo med sprejemom in oddajo, ter osciloskop, na katerem opazujemo, kaj se dogaja v postaji. Osciloskop je sinhroniziran s preklpom postaje na oddajo preko vhoda EXTERNAL TRIGGER, ki se mora prožiti na padajočih bokih impulzov oscilatorja. Oddajnika pri tem ne moduliramo zato, da lahko na izhodu sprejemnika opazujemo prehodni pojav ob vnihanju PLL zanke.

Na izhodu sprejemnika pravilno delujoče WBFM postaje opazimo le šum v prvih dveh ali treh milisekundah po preklopu na oddajo. V naslednjih dveh ali treh milisekundah opazimo močno dušeno nihanje, kar je zadnji del prehodnega pojava vnihanja PLL zanke. Celoten čas, potreben za vnihanje zanke, zato znaša od 4 do 5 milisekund, potem pa mora biti frekvenca oddajnika povsem stabilna.

Kakršnekoli težave v oddajniku takoj opazimo kot znatno povečanje časa vnihanja PLL zanke oziroma nezaželeno modulacijo ali nestabilnost frekvence oddajnika tudi po vnihanju PLL zanke. Za vse te težave je najverjetnejši vzrok vdor visoke frekvence iz izhodne stopnje oddajnika nazaj v VCO zaradi nezadostnega oklapljanja, slabega ožičenja ipd. Ker se VCO v obeh WBFM postajah napaja naravnost s +12V, mora biti napajalna napetost postaj ustrezno glajena.

Po meritvi časa preklopa sprejem/oddaja lahko preizkusimo prenos modulacije. Tudi tega ne moremo

preizkusiti "na uho" pri hitrosti 38400 bps. Za ugotavljanje popačenja impulzov potrebujemo osciloskop in ustrezen generator impulzov. Kot izvor impulzov ne priporočam TNCja z modemom, ker zmore TNC proizvajati kvečjemu zaporedja X.25 zastavic pri eni sami hitrosti, kar pa ne zadošča za ugotavljanje nekaterih možnih napak oddajnika. Tudi sam sem naredil isto napako in zaradi neustreznega preizkusa 23cm postaj skoraj celi dve leti iskal vzrok "zataknenih okvirjev".

Veže za preizkus modulacije je prikazano na Sliki 3. Generator impulzov proizvaja skupine po 12 zaporednih impulzov, ki jim sledijo presledki v trajanju štirih impulzov. Frekvenca impulzov je lahko fiksna na 38.4kHz za ponazoritev packet-radio signala pri 38.4kbps, oziroma nastavljiva v določenem frekvenčnem področju za ugotavljanje parazitnih rezonanc kristalov v oddajniku. Impulze s fiksno frekvenco dobimo s kristalom 4.9152kHz, ki uporablja vrata 74HC00 kot oscilator. Impulze s spremenljivo frekvenco dobimo tako, da vezje napajamo z grid-dip metrom, ki ga uporabljamo kot spremenljiv oscilator, induktivno sklopljen na vežje preko žičnega ovoja. V tem slučaju dela 74HC00 kot ojačevalnik in zviša jakost signala na logični nivo.

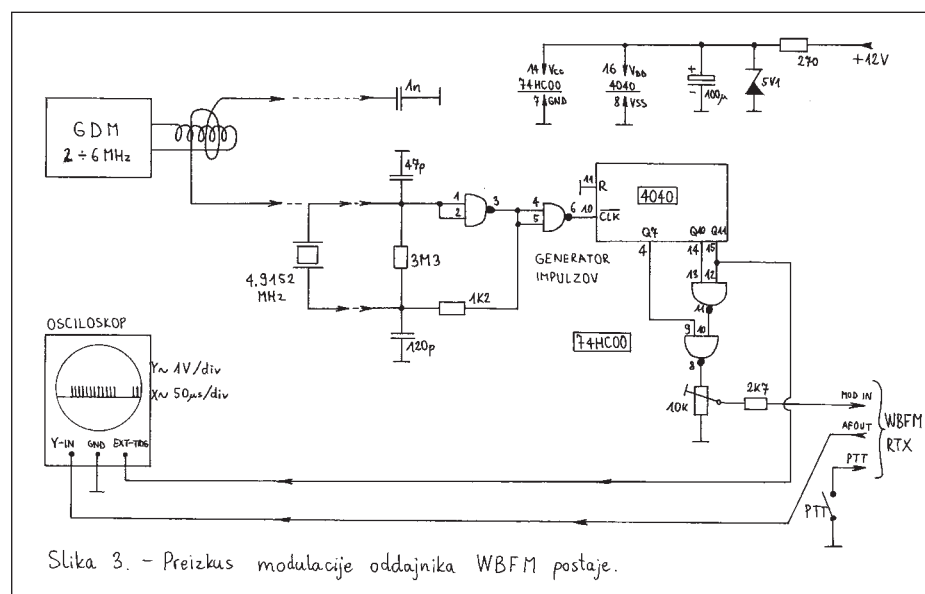
Čeprav to ni nujno potrebno, je tudi tu smiselno uporabiti zunanjo sinhronizacijo osciloskopa preko vhoda EXTERNAL TRIGGER. Povsem jasno, demodulirani impulzi ne smejo biti v nobenem slučaju popačeni! Čeprav je vzrok popačenja največkrat napaka v oddajniku, tudi nepravilno uglašen diskriminator sprejemnika lahko popači impulze. Končno, z opi-

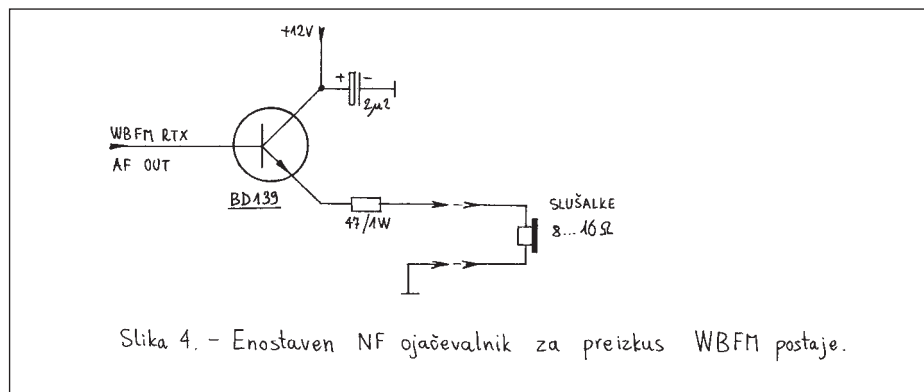
sanim vezjem lahko ugotovimo tudi najustreznejši nivo modulacije oddajnika, to se pravi kako nastaviti ustrezni trimmer v Manchester modemu.

Pri preizkusu starega vzbujevalnika oddajnika 23cm WBFM postaje, tistega z moduliranim kristalom in množilnimi stopnjami, brez PLL zanke, je treba napajati generator impulzov z zvezno spremenljivo frekvenco med vsaj 2MHz in 6MHz. Pri opazovanju prenešenih impulzov opazimo, da je popačenje zelo odvisno od frekvence. Bolj točno, obstajajo "rezonančne" frekvence impulzov, pri katerih je popačenje zelo veliko. Velikost in položaj teh rezonanc zavisi izključno od kristala, ki je vgrajen v vzbujevalniku oddajnika, in hkrati določa, če je kristal uporaben ali ne v naš namen.

Pri AX.25 packet-radio oddaji je polariteta signala zaradi diferencialnega kodiranja nepomembna. Tudi uporabljeni Manchester modemi ne ohranjajo polaritete signala, saj nimajo ustreznega (tu nepotrebne) vezja za ugotavljanje pravilne faze signala. Polariteta impulzov, ki jih opazujemo na osciloskopu, je zato nepomembna. Obe WBFM postaji se sicer malenkostno razlikujeta tudi v diskriminatorju (23cm inačica ima dušilko za pomik faze, 70cm inačica pa kondenzator) in dajeta na izhodu demoduliran signal z različno polariteto!

Končno, WBFM postaja za pomembno vozlišče zahteva še kakšen dodaten preizkus. Ker radioamaterji običajno nimamo termične preizkusne komore, lahko postajo preizkusimo le na spremembe napajalne napetosti in impedance antene. WBFM postaja mora delati vsaj v območju





napajanja od 9V do 16V in ne sme samooscilirati oziroma popačiti modulacije z antenami, ki niso najboljše prilagojene na nazivno vrednost 50 ohm. Za oddajnik je najbolj zahtevno breme antena z rezonatorskim sitom (z visokim Q). Takšno sito skoraj vedno potrebujemo na vozliščih, ki so postavljena na planinskih vrhovih z večjim številom drugih radijskih oddajnikov v neposredni bližini.

Vse te poskuse je treba seveda narediti najprej doma, preden gre postaja na hrib. Razen tega je doma smiselno držati WBFM postajo vključeno vsaj nekaj tednov, še boljše kakšen mesec, da odkrijemo defektne sestavne dele. Postajo seveda priključimo na umetno breme namesto antene in preklapljamo med sprejemom in oddajo s pomočjo oscilatorja kot na Sliki 2. Končno je treba

ponoviti vse meritve in preizkuse na vrhu hriba, ko je postaja dokončno vgrajena na svojem delovnem mestu v packet-radio vozlišču. Tu moramo biti posebno pozorni na vpliv dokončne antene in napajalnika, kot tudi na medsebojne motnje z drugimi radijskimi postajami. Pri iskanju izvora motenj je lahko zelo koristen enostaven NF ojačevalnik, prikazan na Sliki 4., saj WBFM postaje nimajo vgrajenega močnostnega NF ojačevalnika.

4. Zaključek

V tem članku sem skušal razložiti, kateri preizkusi so potrebni pri uglaševanju FM postaje za hitri packet, če izvzamemo vse običajne postopke uglaševanja radijske postaje. Opisani

preizkusi so rezultat večletnih izkušenj, zato jih nisem mogel prej objaviti, saj je opisano področje nekaj povsem novega za nas radioamaterje. Od tod tudi težave pri iskanju napake v izvornem modulatorju - vzbujevalniku 23cm WBFM postaje.

Danes je malo hitrejši packet-radio dostopen vsem, ki se ne bojijo sestavljanja enostavne širokopasovne FM postaje. 70cm WBFM postaja spada med najenostavnejše prave radijske postaje, ki jih lahko sestavimo doma. Tudi z izbiro kanala na ne ravno nezasedenem 70cm področju ni prehudih težav predvsem zato, ker se je v praksi izkazalo, da so motnje med med WBFM packetom in ozkopasovnimi FM govornimi zvezami dosti manjše od tistega, kar smo pričakovali. WBFM packet sploh ne odpre skvelča FM govorne postaje, pri prisotnem FM govornem signalu pa je hitre 38.4kbps paketke slišati povsem enako kot naravne impluzne motnje.

Končni zaključek pa je ta, da se tehnični napredek ne ustvarja samo na daljnem vzhodu, tako kot danes mnogi mislijo, pač pa tudi pri nas doma, z našimi vsakodnevnimi poskusi na radioamaterskih frekvenčnih področjih...

S5-70PLL širokopasovna 70cm FM radijska postaja

S51RM S52GW S53RM

S5-70PLL je radioamaterska širokopasovna FM radijska postaja za 70 cm področje in je namenjena le za packet-radio zveze. S svojo 200 kHz širino ta postaja omogoča z Manchester modemom hitrosti prenosa do 76.8 kbps. Narejena je po načrtih Matjaža Vidmarja S53MV, spremenjena pa je končna stopnja oddajnika in namesto oscilatorja s "CB" kristali in množilne stopnje je vgrajen RX VCO, ki je kontroliran s PLL vezjem MB1504, tako, da postaja pokrije celotno področje od 430 do 440 MHz v korakih po 50 kHz. Izboljšano je tudi lovljenje oddajniškega VCO-ja s čimer so odpravljene motnje, ki jih je postaja povzročala pri prehodu sprejem oddaja. Vezje je v celoti narejeno na eni dvostranski ploščici velikosti 100x160 mm.

OPIS VEZJA S5-70PLL

Opis vezja in delovanja postaje je prirejen iz avtorjevega članka iz glasila CQ ZRS 3/93.

Blok shema širokopasovne 70 cm FM postaje je prikazana na *Sliki 1*. Sprejemnik je povsem običajen FM sprejemnik z dvojnimi mešanjem in vrednostmi medfrekvenc 36 MHz in 6 MHz. Za čim enostavnejše uglaševanje je v prvi medfrekvenci na 36 MHz uporabljen SAW (ali OFW) filter. Širino sprejemnika določa 6 MHz keramični filter v drugi medfrekvenci na okoli 200 kHz. Uglaševanje sprejemnika je zato omejeno na vhodne stopnje na 434 MHz in na nastavitve sprejemniškega VCO-ja.

Oddajnik je poenostavljen tako, da uporablja čimveč stopenj sprejemnika. Pri visokofrekvenčnem delu oddajnika nastavljam samo nastavljivi oscilator (TX VCO). Krmilno-ločilna stopnja (BFR96) in hibridno vezje (SC-1097 ali M57797MA) izhodne stopnje pa zagotavljata izhodno moč cca. 5 W (velika moč), oziroma 2 W (mala moč). Za stabilnost oddajne frekvence skrbijo vezja sprejemnika (prvo mešanje) in enostavna PLL zanka na 36 MHz.

Postaja je namenjena za delo v simpleksu, frekvenco sprejema in oddaje pa določa RX PLL vezje. Ker uporablja ta del sprejemnika tudi PLL zanka za določanje oddajne frekvence, je s tem hkrati določena tudi oddajna frekvenca.

Preklop sprejem-oddaja je izveden s PIN diodami in čas preklopa je nekje med 1 do 2 ms.

OPIS DELOVANJA

Sprejemni del vsebuje selektivni visokofrekvenčni ojačevalnik na 434 MHz (T4 BFR90), mešalnik z MOSFET-om (T5 BF981), RX VCO vezje, ki ga sestavljajo IC9 (PLL SMD MB1504), oscilator s T6 (BFR91), mikrokontroler IC10 (87C751) z ustreznim programom, ki s pomočjo S1 (DIP stikala) nastavi frekvenco RX VCO-ju ter kristal Q1. Visokofrekvenčni ojačevalnik vsebuje tri nihajne kroge (L1, L2, L3), ki so namenjeni predvsem dušenju zrcalne in drugih neželenih frekvenc. Pred previsokim vhodnim signalom ščiti tranzistor T4 (BFR90)

dioda D3 (1N4148).

Tuljava L10 na izhodu mešalnika je potrebna predvsem za prilagoditev impedance, saj za selektivnost poskrbi SAW filter F1 v prvi medfrekvenci.

Za mešanje potrebujemo signal s frekvenco od 394 MHz do 404 MHz, ki ga priskrbi RX VCO. Tako je zagotovljeno delovanje postaje od 430 MHz do 440 MHz.

Oddajnik vsebuje TX VCO s tranzistorjem T1 (2N3866) in varikap diodo D5 (BB105), ločilno stopnjo s tranzistorjem T2 (BFR96) in končno stopnjo IC1 hibridno vezje (SC-1097 ali M57797MA), ki delata v A razredu.

Elektronski antenski preklopnik je izdelan s PIN diodama D1 in D2 (D1 je BA479, D2 pa močnejša dioda MI308). Za ustrezno preklapljanje napetosti na PIN diodah je potreben še tranzistor T3 (BC238). Dober antenski preklopnik ima majhne izgube in dobro dušen presluh do odklopljene veje. V opisani radijski postaji je določen presluh preklopnika koristen in celo potreben za pravilno delovanje postaje na oddaji, da delček signala na izhodu oddajnika vodimo skozi prvo mešanje sprejemnika v TX PLL zanko za stabilizacijo frekvence.

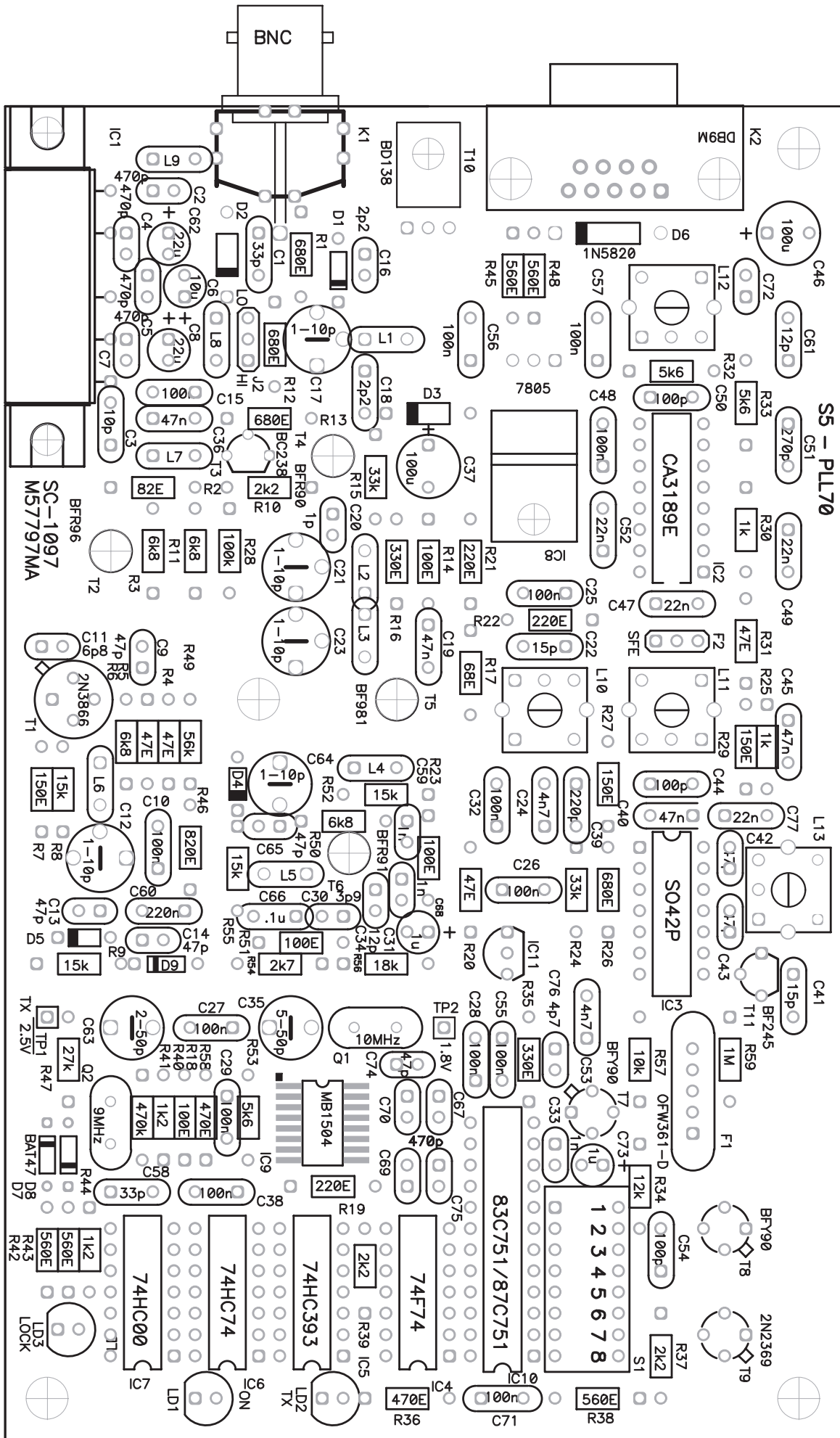
Medfrekvenčna veriga vsebuje ojačevalnik na 36 MHz s tranzistorjem T7 (BFY90), SAW filter F1, drugo mešanje z integriranim vezjem IC3 (S042P), keramični filter na F2 (6 MHz) in medfrekvenčni ojačevalnik s diskriminatorjem in S-metrom IC2 (CA3189). Ojačevalnik za 36 MHz s tranzistorjem T7 (BFY90) je potreben predvsem za nadomestilo izgub v SAW filtru.

Drugo mešanje je izvedeno z integriranim vezjem S042P. Frekvenco 30 MHz za mešanje dobimo z množenjem (T11 - BF245 in L13) 10MHz kristalnega oscilatorja, ki nam hkrati služi še kot oscilator za referenčno frekvenco PLL vezja MB1504 in taktno frekvenco mikrokontrolerja 87C751. **BF245 je N-FET in namesto njega lahko uporabimo tudi: BF247, 2N4220, 2N5358, 2N5638, 2SK19, 2SK33 in podobne.** Visoko izhodno impedanco integriranega vezja S042P prilagodimo na keramični filter z medfrekvenčnim transformatorjem L11. Pasovno širino sprejemnika (okoli 200kHz) določa 6 MHz keramični filter F2.

Integrirano vezje CA3189 vsebuje večstopenjski medfrekvenčni ojačevalnik - omejevalnik, diskriminator in detektor za S-meter. Diskriminator potrebuje en sam zunanji nihajni krog L12, detektor za S-meter pa je zelo koristen pri uglaševanju postaje.

Za stabilno frekvenco oddajnika pa skrbi PLL vezje sestavljeno iz T8 (BFY90) in T9 (2N2639), ki krmilita hitri delilnik IC4 (74F74), IC5 (74HC393), IC6 (74HC74) ter IC7 (74HC00). Oba signala, izhod iz hitrega delilnika in izhod kristalnega oscilatorja, se najprej vsak posebej delita s 16 v dveh ločenih delilnikih v vezju 74HC393, da frekvenčno/fazni primerjalnik dela s signali 562.5 kHz.

Elektronski preklop sprejem-oddaja opravlja tranzistor T10 (BD138). Napetostni regulator IC8 (7805) pa skrbi za napajanje integriranih vezij v TX PLL-u in hibridnega vezja IC1 v končni stopnji oddajnika. Napetostni regulator IC11 (78L05) pa skrbi za neprekinjeno 5V napajanje MB1504 in 87C751. Hitrejše lovljenje TX VCO-ja in s tem tudi odpravo motenj pri preklopu na oddajo smo dosegli tako, da smo povezali kolektor T3 (BC238)



preko upora R28 (100k) in schottky diode BAT47 (D9 v provodni smeri) s TP1. S tem je pri preklopu na TX VCO-ju takoj prisotna napetost ulovljenega VCO-ja.

SESTAVLJANJE POSTAJE

S5-70PLL postaja je, za razliko od originala, zgrajena na eni ploščici dvostranskega tiskanega vezja velikosti 100x160 mm in se vstavi v kovinsko ohišje velikosti 165x105x34 mm.

Antenski priključek je BNC 90° konektor prispajkan na ploščico tiskanega vezja. Modem in napajanje se priključita na DB9m 90° konektor. Na tem konektorju je tudi izhod za S-meter (pin 2).

Pod hibridno vezje SC-1097 (M57797MA) pride pritrjen Al blok, ki služi za prenos toplote na ohišje in je obenem tudi distančnik za ploščico. Nad hibridno vezje pa pritrđimo trak iz pločevine, ki služi kot oklop. **POZOR!! Hibridno vezje namažemo s hladilno mastjo in z vijaki samo na lahno privijemo na tiskanino in Al blok.** Pri močnem zategovanju se lahko osnovna plošča hibrida upogne in keramična ploščica na kateri je narejeno hibridno vezje poči. Hibridno vezje je potem neuporabno.

Tuljavico L6 v VCO-ju prispajkamo šele po končanem uglasovanju, to je tik pred vgraditvijo postaje v ohišje. Tranzistor T1 (2N3866) ne pritisnemo do tiskanega vezja, ampak naj bo dvignjen 1mm nad vezje.

Oklop za RX in TX VCO prispajkamo povsod, kjer lahko pridemo zraven s konico spajkalnika. Njegov pokrovček pa prispajkamo samo na luknjici na pregradi med VCO-jema potem, ko smo končali z uglasovanjem.

Tranzistorja T2, T4 in T6 ter MOSFET T5 (BF981) so prispajkani na ploščico s spodnje strani. Paziti moramo, da pravilno prispajkamo T5 (BF981). Napis na njem je viden s strani spajkanja. Na zelenem tisku pa se vidi tudi nosek na enem od kontaktov. Takšen nosek ima tudi nogica MOSFET-a T5 in jo prispajkamo na to mesto. Pri T2, T4 in T6 pa so napisi vidni s strani elementov. Nogice vseh teh tranzistorjev primerno skrajšamo.

Za mikrokontroler prispajkamo podnožje. Za ostala integrirana vezja to ni potrebno.

Tuljavice navijemo po Tabeli 1. Z zvezdico (*) označene tuljave različnih proizvajalcev imajo lahko različne magnetne lastnosti in je potrebno zato naviti drugačno število ovojev za resonančno frekvenco 6 MHz.

Postajo v celoti sestavimo, predno pa jo vstavimo v ohišje, jo uglasimo.

Tuljava L5 je narejena iz 0.8mm debele bakrene lak žice in ima dva razvlečena navoja na premeru 4mm. Tuljavo L5 odmaknemo 1 do 1.5 mm od površine tiskanega vezja in prispajkamo.

tuljava S5-70PLL	št. ovojev	notranji premer (mm)	debel. žice (mm)	komentar
L1	1	U 4mm	1	vrh 11mm
L2	1	U 4mm	1	vrh 11mm
L3	1	U 4mm	1	vrh 11mm
L4	6	samonosna 3mm	0.5	dušilka
L5	2	samonosna 4mm	0.8	spodaj 1.5mm
L6	1	U 4mm	1	okoli 13mm
L7	6	samonosna 3mm	0.5	dušilka
L8	6	samonosna 3mm	0.5	dušilka
L9	6	samonosna 3mm	0.5	dušilka
L10	12	TV MF 10X10 36 MHz	0.15	zgornji sekciji
L11	18+6	TV MF 10X10 6 MHz	0.15	*
L12	18	TV MF 10X10 6 MHz	0.15	*
L13	12	TV MF 10X10 30 MHz	0.15	zgornji sekciji

Tabela 1

Tuljavice L1, L2 in L3 so iz 1mm debele žice v obliki črke U. V tiskanino jih vstavimo tako, da gledajo 11mm nad platino in jih prispajkamo.

L10 in L13 imata po 12 ovojev 0.15mm bakrene lakirane žice, navite v zgornji dve sekciji. (6+6 ovojev). Pri vseh TV MF lončkih odstranimo kondenzator, če je vgrajen v tuljavici.

UGLAŠEVANJE POSTAJE S5-70PLL

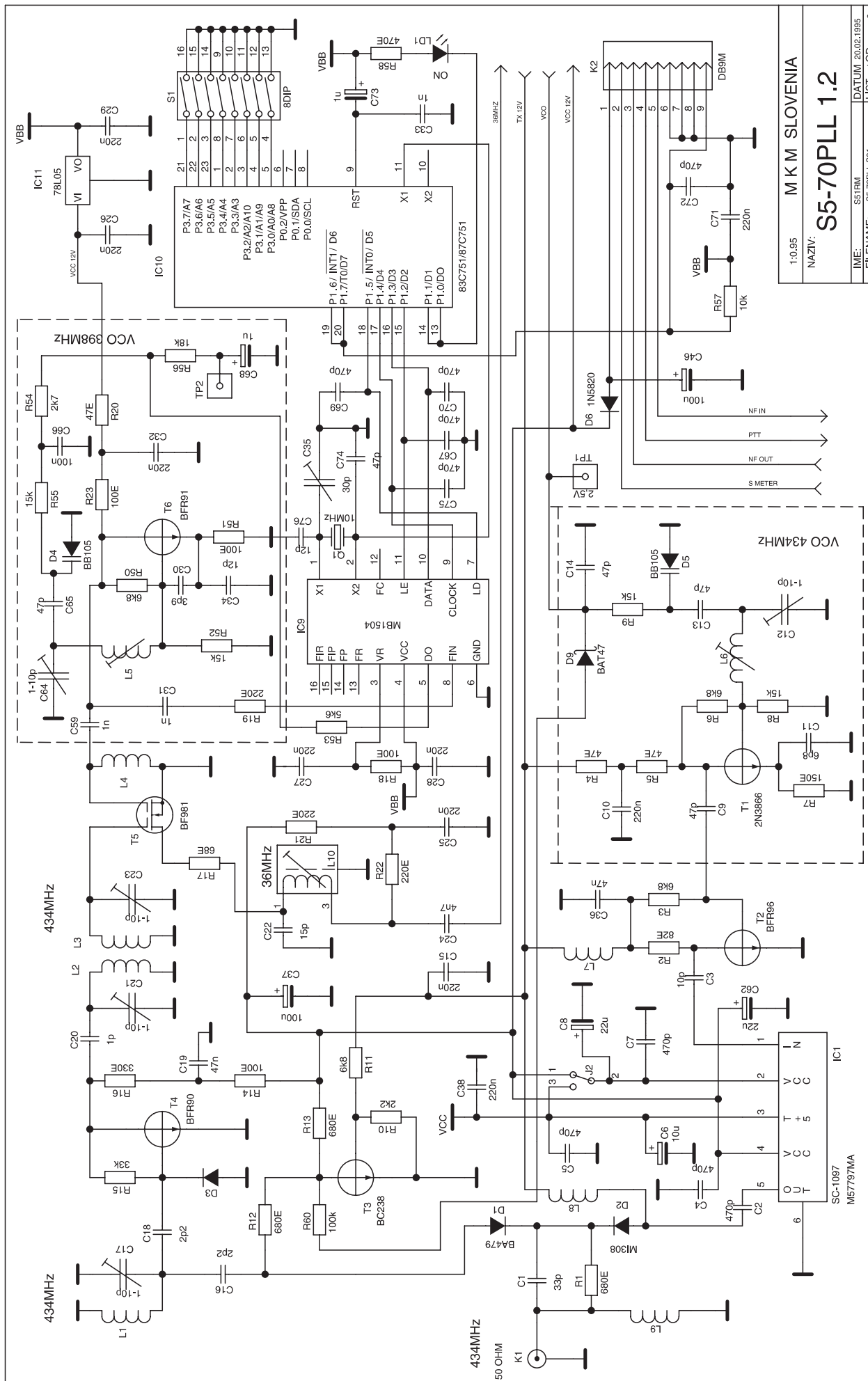
Uglasovanje začnemo z medfrekvenčnim delom. Kot izvor signala uporabimo generator signala ali grid-dip-meter na 36 MHz, ki ga približamo vhodu medfrekvenčne verige. Na izhod za S-meter (nogica 2 na K2) priključimo voltmeter, območje 5 V in nastavimo tuljavo L11 na največji odklon. Potem nastavimo še tuljavo diskriminatorja L12 na sredino S-krivulje (poglasimo na maksimalno jakost NF) tako, da krmilimo medfrekvenčno verigo s signalom 36 MHz. Napetost na izhodu NF OUT (nogica 3 na K2) naj bo med 5 in 6 V.

V visokofrekvenčnem delu sprejemnika najprej preverimo delovanje RX VCO vezja. S trimer kondenzatorjema C35 najprej nastavimo točno frekvenco kristalu Q1 (10 MHz). Frekvenco merimo na nogici 11 mikrokontrolerja s sondo preko 2p2 kondenzatorja. Trimer kondenzator C64 nastavimo na polovico, in če vključimo postajo mora LED dioda ON (LD1) stalno goreti. Če utripa, potem to pomeni, da RX VCO ni ujet. V tem primeru moramo C64 zavrteti tako, da LD1 ne utripa več. Na merilni točki TP2 merimo napetost, ki mora biti pri frekvenci **435.5 MHz 1.8V**. Ta napetost lahko odstopa +/-20%. Če samo s trimer kondenzatorjem C64 ne pridemo v to območje napetosti, si pomagamo s stiskanjem ali širjenjem tuljave L5. Če L5 stiskamo napetost na TP2 pada, če pa jo raztegujemo raste. Dokler se RX PLL ne ujame, program v mikrokontrolerju bere položaje stikal na S1, LD1 pa utripa. Ko se PLL ujame, LD1 ne utripa več in mikrokontroler se spravi v stanje mirovanja po petih sekundah. Če hočemo **zamenjati frekvenco**, nastavimo ustrezno kombinacijo stikal na S1 ter **ugasnemo in nato prižgemo postajo**.

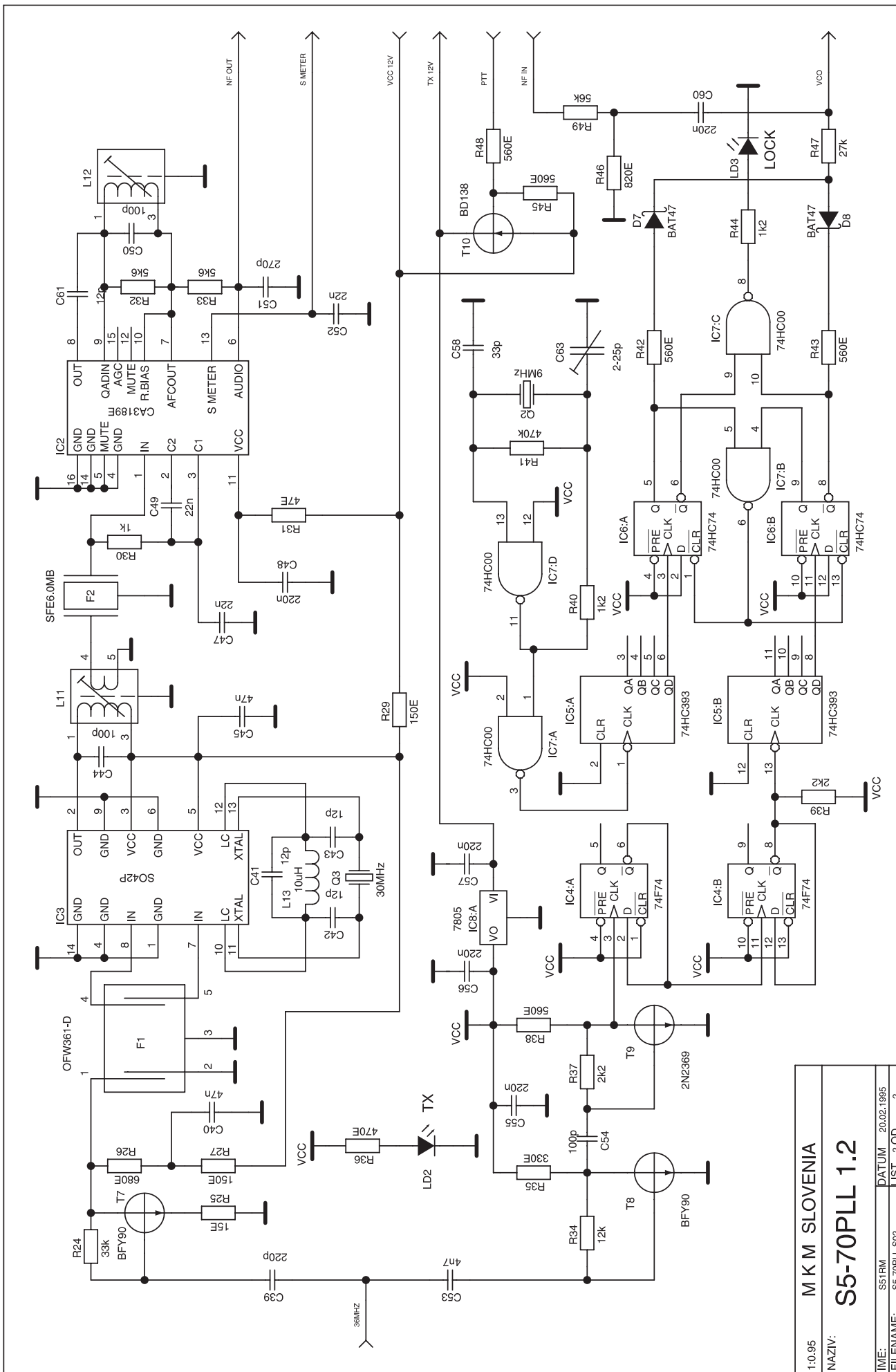
Ko nam RX VCO pravilno deluje, priključimo na vhod postaje generator z močnejšim (moduliranim) signalom na 435.5 MHz in poskušamo uglasiti sprejemno verigo L1, L2, L3, L10 na največjo izhodno napetost na S-metru. Ustrezno z uglasovanjem manjšamo vhodni signal. Občutljivost sprejemnika je boljša od 1µV. Namesto generatorja lahko uporabimo tudi kak drug izvor signala. (radio far, generator šuma, repetitor itd.)

Pri uglasovanju oddajnika moramo paziti, da čas oddajanja ni predolg, da ne bi zaradi pregrevanja uničili hibridno vezje SC-1097 (M57797MA), ali pa moramo zagotoviti dober odvod toplote, dokler ploščica še ni v ohišju. Ves čas postopka uglasovanja oddajnika mora biti na izhodu priključeno umetno breme.

Pri oddajniku nastavimo samo VCO. Tuljavico v obliki črke U vtaknemo na njeno mesto, tako da se zaradi vzmetnega efekta drži v luknjah, trimer kondenzator C12 pa postavimo v srednji položaj. Voltmeter z visokoohmskim vhodom priključimo na merilno točko TP1. Vključimo oddajnik in z izolirano palčko pomikamo tuljavico L11 gor ali dol tako, da dosežemo napetost v točki TP1 med 2 in 2.5 V, šele potem tuljavico prispajkamo. Na LED diodi LD3 vidimo, kdaj se PLL zanka ujame (LD3 skoraj ugasne). Postajo vgradimo v



1:0.95	M K M SLOVENIA
NAZIV:	S5-70PLL 1.2
IME:	S51RM
FILENAME:	S5-70PLL.S01
DATUM	20.02.1995
LIST	1 00
	2



1:0.95	M K M SLOVENIA
NAZIV:	S5-70PLL 1.2
IME:	SS1RM
DATE:	20.02.1995
FILENAME:	SS-70PLL.S02
	LIST 2 OD 2

ohišje, postopek uglaševanja ponovino in jo dokončno uglašimo.

S trimer kondenzatorjem C63 pri kristalu Q2 nastavimo kolikor se da točno oddajno frekvenco. Oddajna frekvenca lahko kar dosti odstopa od korespondentove sprejemne frekvence (tudi do 60kHz), vendar bo link še vedno dobro deloval.

Izhodno moč oddajnika nastavljam s kratkospojnikom na kontaktih J2. Za polno moč (5 W) je kratkospojnik natknjen na desno stran J2, za polovično moč (2 W) pa na levo stran. Kratkospojnik smemo prestaviti samo takrat, kadar postaja ni na oddaji. Priporočamo uporabo male moči (2 W), ki povsem zadostuje za soliden link tudi do bolj oddaljenih vozlišč.

LED dioda LD1 nam signalizira prisotnost napajalne napetosti, LED dioda LD2 pa zasveti, ko je oddajnik na oddaji.

Tabela 3. je pripomoček za nastavljanje frekvenc. Veljajo številke, ki so natisnjene na platini. Najbolje, da tako obrnemo tudi DIP8P preklopnik.

	OFF	ON	430.000 MHz	
1			6.400 MHz	
2			3.200 MHz	+ 3.200 MHz
3			1.600 MHz	
4			0.800 MHz	+ 0.800 MHz
5			0.400 MHz	
6			0.200 MHz	+ 0.200 MHz
7			0.100 MHz	
8			0.050 MHz	

Tabela 3. frekvenca = 434.200 MHz

Nastavitve stikal S1 za nekatere frekvence (0=OFF, 1=ON):

QRG	S1	QRG	S1	QRG	S1	QRG	S1
433.600	01001000	433.850	01001101	434.100	01010010	434.350	01010111
433.650	01001001	433.900	01001110	434.150	01010011	434.400	01011000
433.700	01001010	433.950	01001111	434.200	01010100	434.450	01011001
433.750	01001011	434.000	01010000	434.250	01010101	434.500	01011010
433.800	01001100	434.050	01010001	434.300	01010110	434.550	01011011

436.200	01111100	436.650	10000101	437.100	10001110	437.550	10010111
436.250	01111101	436.700	10000110	437.150	10001111	437.600	10011000
436.300	01111110	436.750	10000111	437.200	10010000	437.650	10011001
436.350	01111111	436.800	10001000	437.250	10010001	437.700	10011010
436.400	10000000	436.850	10001001	437.300	10010010	437.750	10011011
436.450	10000001	436.900	10001010	437.350	10010011	437.800	10011100
436.500	10000010	436.950	10001011	437.400	10010100	437.850	10011101
436.550	10000011	437.000	10001100	437.450	10010101	437.900	10011110
436.600	10000100	437.050	10001101	437.500	10010110	437.950	10011111

435.500 01101110 (frekvenca, kjer se nastavlja RX in TX VCO-ja)

Razpored signalov na DB9m priključku na S5-70PLL postaji:

1 - +13.8V	6 - masa
2 - izhod za S-meter	7 - masa
3 - NF izhod	8 - masa
4 - PTT	9 - rezervirano za razširitve (povezano na 87C751)
5 - NF vhod	

TEHNIČNI PODATKI

Za oddajnik:

Frekvenčni obseg	430 MHz - 440 MHz
Izhodna moč	5W / 2W
Napajalna napetost	13.8 V ± 10%
Poraba na oddaji (5 w)	2 A
Poraba na oddaji (2 W)	1.5 A
Izhodna impedanca	50 Ω
Antenski priključek	BNC
čas lovljenja TX VCO	1-2 ms

Za sprejemnik:

Občutljivost	1 μV
Poraba na sprejemu	cca. 50 mA
1. medfrekvenca	36 MHz
2. medfrekvenca	6 MHz (prepustni obseg 200 kHz)

Veliko uspeha in 73 de
S51RM, S52GW, S51MO, S53RM

SPISEK MATERIALA ZA S5-70PLL WBFM POSTAJA

Vrsta elementa	Vred.	Količina	Oznaka elementa
Upor 1/4 W	47E	4	R4,R5,R20,R31
Upor 1/4 W	68E	1	R17
Upor 1/4 W	82E	1	R2
Upor 1/4 W	100E	4	R14,R18,R23,R51
Upor 1/4 W	150E	3	R7,R27,R29
Upor 1/4 W	220E	3	R21,R22,R19
Upor 1/4 W	330E	2	R16,R35
Upor 1/4 W	470E	2	R36,R58
Upor 1/4 W	560E	5	R38,R42,R43 ,R45,R48
Upor 1/4 W	680E	4	R1,R12,R13,R26
Upor 1/4 W	820E	1	R46
Upor 1/4 W	1k	2	R30,R25
Upor 1/4 W	1k2	2	R40,R44
Upor 1/4 W	2k2	3	R10,R37,R39
Upor 1/4 W	2k7	1	R54
Upor 1/4 W	5k6	3	R32,R33,R53
Upor 1/4 W	6k8	4	R3,R6,R11,R50
Upor 1/4 W	10k	1	R57
Upor 1/4 W	12k	1	R34
Upor 1/4 W	15k	4	R8,R9,R52,R55
Upor 1/4 W	18k	1	R56
Upor 1/4 W	27k	1	R47
Upor 1/4 W	33k	2	R15,R24
Upor 1/4 W	56k	1	R49
Upor 1/4 W	100k	1	R28
Upor 1/4 W	470k	1	R41
Upor 1/4 W	1M	1	R59
Trim. kond. 2 pin poly. (ker.)	1-6p	1	C64
Trim. kond. 3 pin poly.	1-10p	4	C12,C17,C21,C23
Trim. kond. 2 pin ker.	5-60p	2	C35,C63
Kond. ker. r 2.5	1p	1	C20
Kond. ker. r 2.5	2p2	1	C16
Kond. ker. r 5	2p2	1	C18
Kond. ker. r 2.5	3p9	1	C30
Kond. ker. r 2.5	4p7	1	C76
Kond. ker. r 2.5	6p8	1	C11
Kond. ker. r 5	10p	1	C3
Kond. ker. r 2.5	12p	1	C34
Kond. ker. r 5	12p	1	C61
Kond. ker. r 5	15p	2	C22,C41
Kond. ker. r 5	33p	2	C1,C58
Kond. ker. r 2.5	47p	7	C9,C13,C14,C42 C43,C65,C74
Kond. ker. r 5	100p	3	C44,C50,C54
Kond. ker. r 5	220p	1	C39
Kond. ker. r 5	270p	1	C51
Kond. ker. r 2.5	470p	9	C2,C4,C5,C7,C67 C69,C70,C72,C75
Kond. ker. r 2.5	1n	3	C31,C33,C59
Kond. ker. r 5	4n7	2	C24,C53
Kond. multi l. r 5	22n	4	C47,C49,C52,C77
Kond. multi l. r 5	47n	4	C19,C36,C40,C45

Vrsta elementa	Vred.	Kol.	Oznaka elementa
Kond. multi l. r 5	100n	15	C10,C15,C25,C26 C27,C28,C29,C32, C38,C48,C55,C56, C57,C66,C71
Kond. multi l. r 5	220n	1	C60
Kond. tantal r 2.5	1mF (16V)	2	C68,C73
Kond. tantal r 2.5	10uF (16V)	1	C6
Kond. tantal r 2.5	22mF (16V)	2	C62,C8
Kond. elko. r 5	100mF (16V)	2	C37,C46
Dioda	1N4148	1	D3
Dioda pin	MI308	1	D2
Dioda pin	BA479	1	D1
Dioda Schottky	BAT 47	3	D7,D8,D9
Dioda Schottky	1N5820	1	D6
Dioda varicap	BB 105	2	D5,D4
Dioda LED 3mm	zelena(ON)	1	LD1
Dioda LED 3mm	rdeča(TX)	1	LD2
Dioda LED 3mm	rumena(TX PLL)	1	LD3
Integrirano vezje	74F74	1	IC4
Integrirano vezje	74HC00	1	IC7
Integrirano vezje	74HC74	1	IC6
Integrirano vezje	74HC393	1	IC5
Integrirano vezje	CA3189	1	IC2
Integrirano vezje	SO42P	1	IC3
Mikrokontroler	87C751	1	IC10
Integrirano vezje SMD PLL	MB1504	1	IC9
Hibrid - 5W	SC-1097 (M57797)	1	IC1
Tranzistor	2N2369	1	T9
Tranzistor	2N3866	1	T1
Tranzistor	BC238	1	T3
Tranzistor	BD138	1	T10
FET N kanal !!!!	BF245	1	T11 (glej st. 2 za ekvivalente)
FET	BF981 (BF961)	1	T5
Tranzistor	BFR90	1	T4
Tranzistor	BFR91	1	T6
Tranzistor	BFR96	1	T2
Tranzistor	BFY90	2	T7,T8
Napetostni stabilizator	78L05	1	IC11
Napetostni stabilizator	7805	1	IC8
XTAL	9MHz	1	Q2
XTAL	10MHz	1	Q1
SAW-OFW - filter	36 MHz	1	F1
SFE - keramični filter	6 MHz	1	F2
Lonček 36 MHz (30 MHz)		2	L10,L13
Lonček 10.7 MHz		2	L11,L12
Tuljave glej Tabela 1		5	L1,L2,L3, L5,L6
Dušilke glej Tabela 1		4	L4,L7,L8,L9
SW-DIP8P		1	S1
Enovrstna letvica za mostiče		3 kon.	J2
Kratkospojnik (mostič)		1	
Konektor BNC 90°		1	K1
Konektor DB9- sub 90° M		1	K2
DIL podnožje (ozko) 24 pin		1	
Ploščica TIV S5-PLL70		1	
Kovinsko ohišje		1	
Pokrov za VCO		1	
Pokrov za SC-1097 (M57797MA)		1	
Al blok		1	
Kniping 2.9 x 6 mm		4	
Kniping 2.9 x 10 mm		1	
Vijak M3 x 6mm		4	
Gumi nogice		4	

Pojasnila in predelave 70cm WBFM postaj

Matjaž Vidmar, S53MV

1. Uvod

Malo hitrejši packet-radio, 19200 bps ali 38400bps, je danes v Sloveniji resničnost, dostopna širšemu krogu uporabnikov. Ker se je večina le teh lotila gradnje 70cm širokopasovne FM postaje, objavljene v CQ ZRS 3/93 ter važnimi popravki v CQ ZRS 5/93, bom v tem članku skušal predvsem odgovoriti na številna vprašanja v zvezi z gradnjo te postaje. Razen tega bom opisal, kjerkoli je to mogoče, vse nove popravke, dodatke in izboljšave vezja, kot tudi možnosti za zamenjavo nekaterih sestavnih delov z novejšimi, lažje dobavljivimi ali cenejšimi sestavnimi deli.

2. Predelave visokofrekvenčnega dela

Predelave visokofrekvenčnega modula so prikazane na Sliki 1. Opis začenjam pri anteni, se pravi z elektronskim antenskim preklopnikom. V antenskem preklopniku so uporabljene PIN diode BA379 oziroma BA479. Te diode imajo zelo majhno parazitno kapacitivnost, komaj 0.3pF, ko je na diodo pritisnjena zaporna napetost nekaj voltov. Hkrati so te PIN diode tudi zadosti počasne, da enosmerna zaporna napetost komaj nekaj voltov zadošča za zapiranje diode za nekaj desetih voltov visokofrekvenčne napetosti.

Povsem jasno je, da takšnih PIN diod ne moremo zamenjati s katerokoli drugo diodo: običajna 1N4148 ima parazitno kapacitivnost okoli 4pF oziroma več kot 10-krat več od BA379! Danes se BA379 v plastičnem ohišju ne proizvaja več, na tržišču dobimo le še isto diodo v steklenem ohišju z oznako BA479. Podobna dioda v steklenem ohišju je tudi BA389. Seveda obstajajo tudi boljše PIN diode, v glavnem v SMD ohišjih: BA585, BA586, BA595, BA596, BA885, BA886, BAR63, BAR80 itd, ki imajo še manjšo parazitno kapacitivnost.

V visokofrekvenčnem ojačevalniku sprejemnika lahko uporabimo poljuben VF tranzistor: BFR90, BFR34A, BFR91, BFQ69 in podobne tranzistorje za delo na teh frekvencah. Na odstopanja vrednosti se-

stavnih delov je bolj občutljiva naslednja stopnja, mešalnik z MOSFETom. V predlagani vezavi lahko samooscilira prav vsak MOSFET, če sta nihajna kroga z L3 v prvih vratih in L4 v drugih vratih uglasena na isto frekvenco. Zato je pri uglasovanju potrebna previdnost.

Predlagani tranzistorji BF981 imajo običajno velika odstopanja nazivnega toka (Idss). Ta tok lahko pomerimo kot padec napetosti na uporih v vezju ponora (68, 220 in 220ohm) in se giblje med 2mA in 10mA, najbolj običajna vrednost pa je okoli 4-5mA. Tranzistor z večjim tokom Idss da seveda večje ojačenje mešalnika, ampak hkrati tudi rajši samooscilira! Podobno se obnašajo tudi drugi MOSFETi serije BF9xx, ki jih ob primernem uglasovanju lahko uporabimo v opisanem vezju. Pred vgradnjo kateregakoli MOSFETA ga je treba seveda obvezno premeriti z ohmmetrom, saj nam v trgovinah često podtaknejo izmet iz proizvodnje, meritev MOSFETA v vezju pa je zelo težavna.

V odvisnosti od odstopanj BF981 lahko pri uglasovanju verige lokalnega oscilatorja (L4 in L5) dobimo povečanje oziroma zmanjšanje enosmerne napetosti na ponoru BF981. V najslabšem slučaju ne dobimo skoraj nobene spremembe napetosti in tedaj je treba uporabiti primeren VF merilnik, da poiščemo pravilno nastavitve L4 in L5.

Veriga lokalnega oscilatorja z dvema množilnima stopnjama je načrtovana za uprabo cenenih CBjaških kristalov, zato faktorji množenja niso ravno najugodnejši. Predvsem prvo množenje X5 proizvede tudi neželjena harmonika X4 in X6, ki jih samo dva nihajna kroga z L7 in L8 komaj uspeta ustrezno dušiti. Pri prvršnem uglasovanju celotne množilne verige so lahko neželjeni harmoniki zadušeni za samo 25dB glede na željeni signal okoli 398MHz. To sicer ne predstavlja nobene težave za postajo za domačo uporabo, na vrhu hriba pa bo sprejemnik takšne postaje polovil kup motenj.

Seveda obstaja več možnih rešitev. Skrbno uglasovanje vseh štirih nihajnih krogov z L4, L5, L7 in L8 s pomočjo spektralnega analizatorja omogoča dušenje nezaželenih fre-

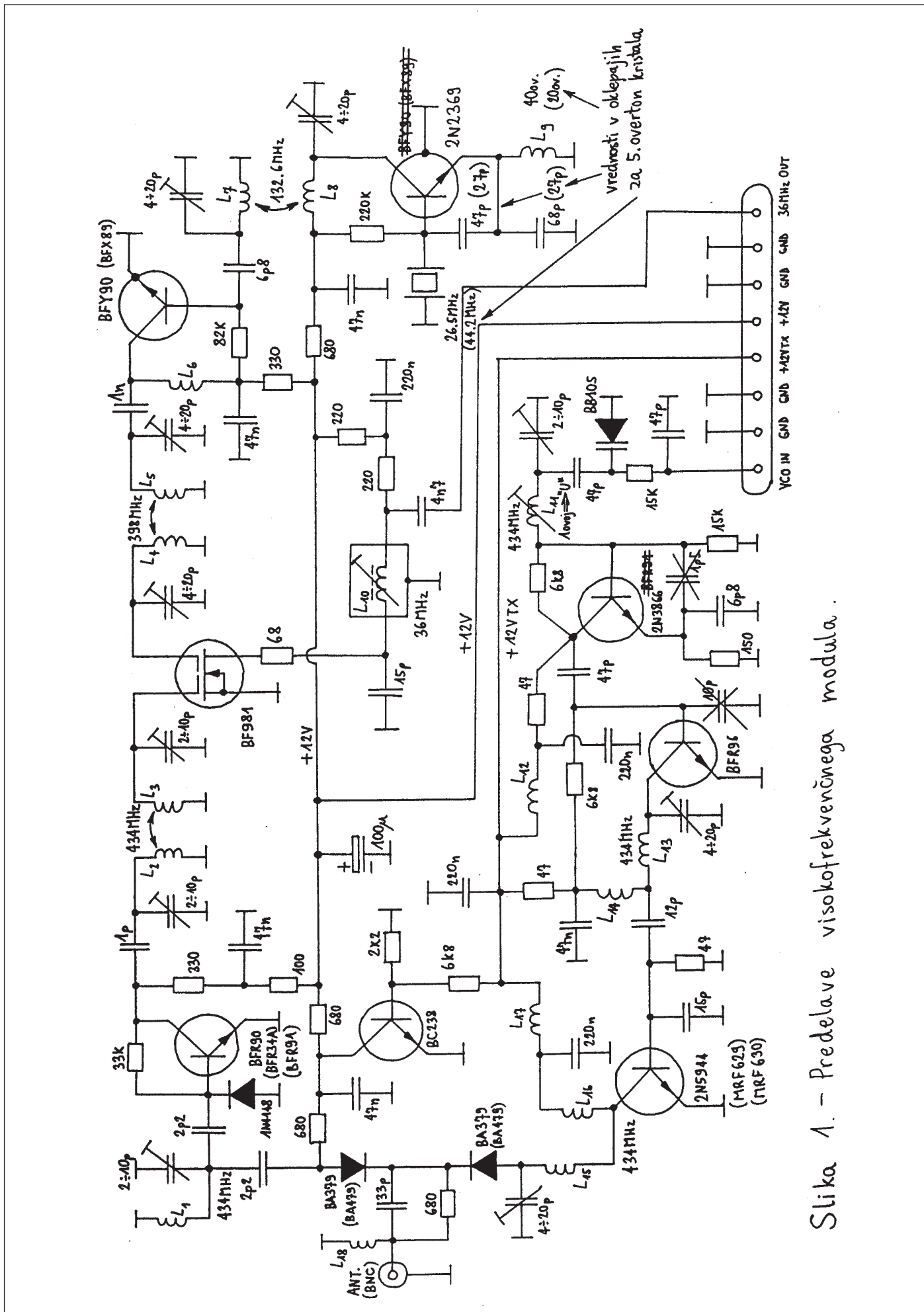
kvenc za več kot 50dB. Še več (70dB) lahko dosežemo z uporabo kristala za višjo frekvenco, da potrebujemo manše faktorje množenja in je "čiščenje" spektra signala enostavnejše.

Enostavna rešitev je, da isti CB kristal zanihamo na 5. overtonu, okoli 44.2MHz, namesto na 3. overtonu okoli 26.5MHz. Prvo množenje nam da isto frekvenco kot prej, se pravi 132.6MHz, le da je faktor množenja zdaj samo X3 namesto prejšnjih X5. V tem slučaju proizvede veriga množilnih stopenj dosti manj neželenih frekvenc, ki jih nihajni krogi zaradi večje oddaljenosti tudi bolje dušijo.

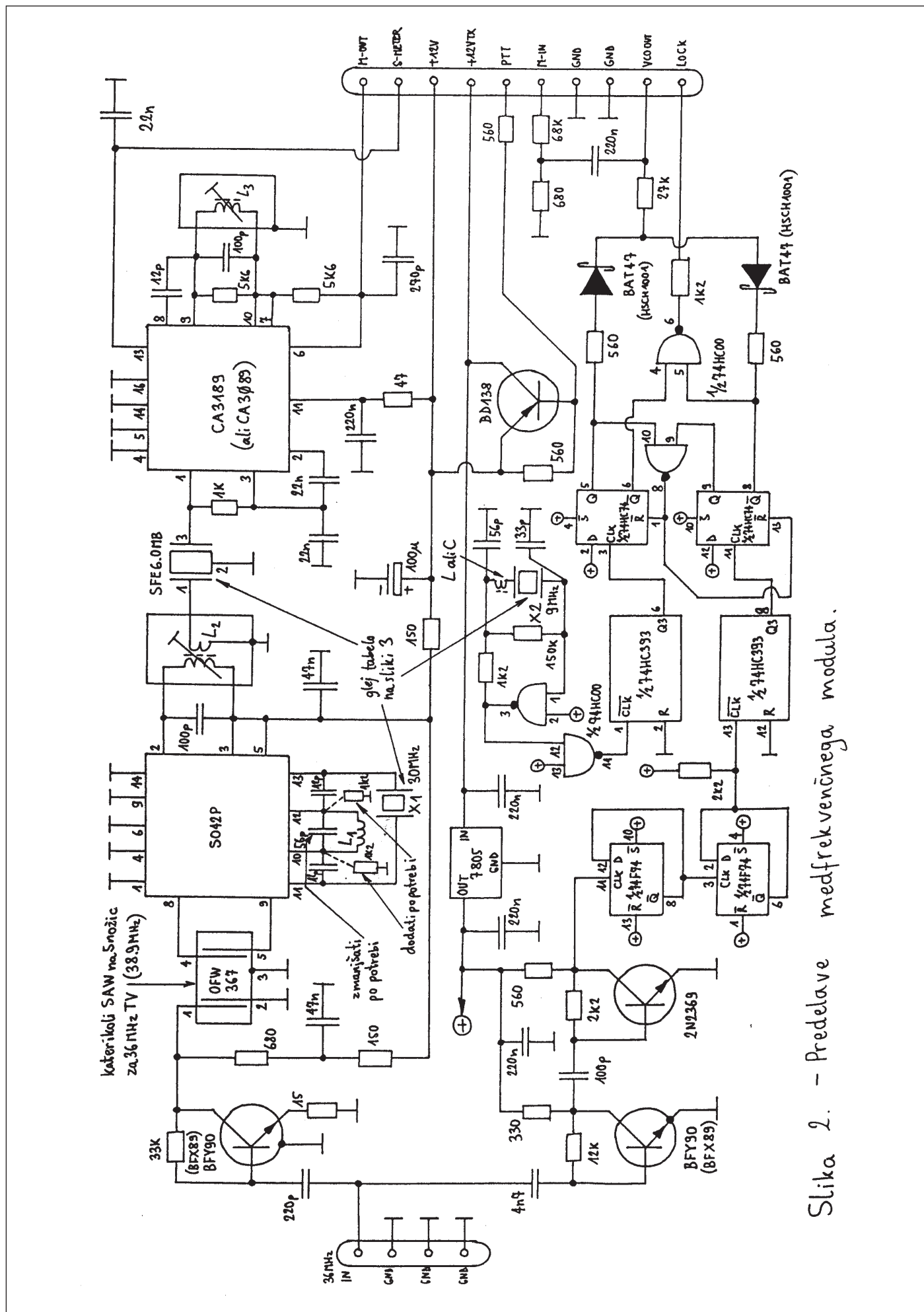
Za delovanje na 5. overtonu potrebuje oscilator manjšo predelavo, predvsem zamenjavo kondenzatorjev in spremembo vrednosti tuljave L9, ki ima zdaj samo 20 ovojev oziroma polovico prejšnje vrednosti. Žal ima takšna rešitev tudi svoje slabe lastnosti. Vsi CBjaški kristali namreč ne nihajo enako dobro na 5. overtonu, saj za takšen način delovanja niso bili izdelani. Še večji problem predstavlja odstopanje frekvence, saj 3. in 5. overtonska rezonanca kristala nista v točnem matematičnem razmerju 3:5! Pri predelavi oscilatorja na 5. overton kristala je možno odstopanje končne frekvence (na 70cm področju) celo v pasu +/-500kHz, običajni pomik za večino kristalov pa znaša nekje med -50kHz in -100kHz.

Pri tem naj takoj omenim, da trimer ali spremenljiva tuljava zaporedno s kristalom skoraj nič ne pomagata, zato na tiskanini nista predvidena. Z zaprednim uglasovalnim sestavnim delom (ali spremembami vezja oscilatorja) se da doseči pomik na končni frekvenci v 70cm področju komaj kakšnih +/-20kHz s kristalom, ki niha na 3. overtonu, oziroma komaj +/-5kHz s kristalom, ki niha na 5. overtonu.

Glede na širino medfrekvenčnega filtra (250kHz) je takšen trimer torej popolnoma nepotreben. Oscilator na 5. overtonu se zato verjetno splača vgraditi samo v postajo, ki bo šla na hrib. Ker je odstopanje overtonskih rezonančnih frekvenc zelo spremenljivo tudi med na zunaj povsem enakimi primerki kristalov, izberemo ustrezen kristal iz večjega števila kristalov ter ostale kristale uporabimo v nespremenjenem vezju na 3. over-



Slika 1. - Predelave visokofrekvenčnega modula.



Slika 2. - Predelave medfrekvenčnega modula.

tonu v "dolinskih" postajah. S "hribovsko" postajo pa se poigramo še s tolerancami kristalov in filtrov v medfrekvenčnem delu, da čimbolj točno zadenemo željeno sprejemno in oddajno frekvenco.

Dodatno težavo predstavljajo tranzistorji BFY90 ali BFX89 v verigi lokalnega oscilatorja, saj na tržišču dobimo najrazličnejše izdelke s to oznako. Pri tem imajo nekateri BFY90 tako veliko ojačenje, da samooscilirajo, spet drugi pa so tako občutljivi, da jih nihanje v oscilatorju vodi v samouničenje. Zato priporočam zamenjavo tranzistorja v oscilatorju z bolj pohlevnim in trpežnim 2N2369, v drugi množilni stopnji pa lahko ostane BFY90.

V oddajniku je NUJNA predelava, opisana v CQ ZRS 5/93: zamenjava BFR91 v oscilatorju z bolj trpežnim in pohlevnim 2N3866. BFR91 je enostavno preslaboten za dano vezje in je odpovedal v vseh zgrajenih postajah, čeprav v nekaterih šele po šestih mesecih neprekinjenega delovanja na vrhu hriba. Tiskanina seveda ne ustreza tranzistorju 2N3866, ki mu je zato treba prekrižati izvode emitorja in baze ter zaradi večjih parazitnih kapacitivnosti izločiti iz vezja kondenzatorja 1.5pF in 10pF. Tuljava L11 naj ima potem en sam ovoj v obliki "U", ki ga med uglaševanjem običajno povsem stisnemo s kleščami.

Seveda lahko uporabimo v oscilatorju tudi kakšen drug visokofrekvenčni tranzistor v TO39 ohišju, z malenkostnimi spremembami tuljave L11 sem prizkusil v vezju tudi BFW16, BFR36 in druge VF tranzistorje. Po drugi strani pa BFR96 v krmilni stopnji skoraj nima zamenjave. Priporočam BFR96S, ki ima nekoliko večjo dopustno izgubno moč kot pa navaden BFR96.

Najdražji sestavni del radijske postaje je izhodni tranzistor oddajnika. 2N5944 je drag predvsem zaradi "stripline" keramičnega ohišja s hladilnim vijakom, sam čip tranzistorja sploh ni drag za izdelavo. V izhodni stopnji oddajnika sem do danes preizkusil množico drugih tranzistorjev in zaključek je naslednji: tranzistorji za višje frekvence ne delajo stabilno (BFQ68) oziroma celo samooscilirajo (BFQ34). Odlično pa se obnesejo ceneji oddajniški tranzistorji v TO39 ohišju z ozemljenim emitorjem, na primer MRF629 ali MRF630.

V opisanem vezju bo dal MRF629 nekje med 1.2 in 1.5W izhodne moči, MRF630 pa nekje med 1.7 in 2W.

MRF630 da torej ob pravilni vgradnji povsem enako izhodno moč kot trikrat dražji 2N5944. Tranzistorji MRF629 ali MRF630 vsebujejo v notranjosti ohišja tranzistorjski čip, montiran na koščku berilijeve keramike. Ta omogoča dobro odvajanje toplote in hkrati izolacijo kolektorja od ohišja. Na ohišje je potem priključena skupna elektroda, v tem slučaju emitor tranzistorja.

Če želimo doseči predpisano ojačenje tranzistorja, je treba skupno elektrodo (emitor) dobro ozemljiti. Nožica emitorja za to ne zadošča, v vezje je treba priciniti naravnost ohišje tranzistorja. Najlažje je to storiti na dvostranskem tiskanem vezju, kjer je na gornji strani samo masa.

Na enostransko tiskano vezje opisane širokopasovne postaje za 70cm vgradimo MRF629 ali MRF630 nad izvrtino premera 10mm za stari 2N5944. Žici baze in kolektorja pricininimo na drugi strani enako kot žičnate izvode ostalih sestavnih delov, na maso pa na obeh straneh pricininimo dva bakrena trakca širine okoli 5mm, ki jih potem ukrivimo ter čim hitreje pricininimo na spodnjo (pozlačeno) stran ohišja MRF630. Na MRF630 potem natakne običajno zvezdasto hladilno rebro za TO39. Pri uglaševanju razmaknemo ovoja L13 in L15, saj ima TO39 ohišje vseeno večje parazitne induktivnosti od "stripline" ohišja 2N5944.

Na koncu še par besed o izdelavi samonosečih tuljav v visokofrekvenčnem delu postaje. Pri tuljavah z majhnim številom ovojev namreč ni vseeno, kako zaključimo konca tuljave. Vse tuljave v opisani postaji so izdelane tako, da gre žica tuljave po najkrajši poti, brez vsakršnega dodatnega ukrivljanja, skozi tiskanino. Sama tuljava ima zato približno 1/4 ovoja manj, kot je predpisano v navodilih za izdelavo. Tuljava z enim ovojem ima zato obliko črke "U" in nobene krivine več!

Osi tuljav zato stojijo nekoliko postrani glede na izvrtine v tiskanem vezju. Pri sklopljenih tuljavah, na primer L2-L3, L4-L5 ali L7-L8, moramo paziti tudi na pravilno medsebojno lego obeh tuljav. To dosežemo tako, da obe tuljavi navijemo v isto smer, naprimer obe tuljavi kot desni vijak. Pravilen sklop med tuljavama potem določa položaj izvrtin na tiskanem vezju.

K tuljavam sodijo tudi kvalitetni kapacitivni trimmerji. V vseh prototipih sem uporabil plastične folijske trimmerje s tremi nožicami (dve za maso

in ena "vroča" med njima) premera 7.5mm. Odsvetujem uporabo kakršnihkoli drugih trimmerjev, predvsem pa ne keramičnih, ki zaradi nekvadratne izdelave čez čas spremenijo nastavljeno kapacitivnost in postaja naenkrat neha delati.

3. Predelava medfrekvenčnega dela

Predelave medfrekvenčnega modula so prikazane na Sliki 2. Če spet sledimo potovanju signala po postaji, naletimo najprej na MF ojačevalnik s tranzistorjem BFY90 na 36MHz. Ta ojačevalnik ni nikoli delal težav ter v tej stopnji lahko uporabimo tudi cenejši tranzistor, na primer BF199 (pozor na drugačen razpored nožic). Če potrebujemo malo večje ojačenje, lahko tudi kratko staknemo 15ohmski upor v emitorju.

Dosti več prahu je dvignila uporaba SAW filtra, predvsem zaradi neznanja radioamaterjev in trgovcev z elektronskimi sestavnimi deli. Surface Acoustic Wave filtri oziroma sita s površinskim zvočnim valovanjem se že vsaj desetletje vgrajujejo v vse televizijske sprejemnike brez izjeme, zato jih je res lahko najti na tržišču. Danes dobimo nova SAW sita v plastičnem ohišju s petimi nožicami v vrsti, v starem okroglem kovinskem TO8 ohišju jih najdemo le še v starih televizorjih.

SAW sito mora biti za 36MHz, kar je standardizirana vrednost medfrekvence za televizorje v Evropi. Nekatera sita so sicer označena 38.9 MHz: to je frekvenca nosilca slike, sito samo pa prepušča frekvenčni pas vsaj še do nosilca zvoka na 33.4MHz. Za nas je predvsem uporaben pas od 35 do 37MHz, v katerem je vstavitevno slabljenje najmanjše. SAW sita za druge frekvence, 70MHz ali 480MHz, se uporabljajo edino v sprejemnikih za satelitsko TV in jih ni lahko najti na tržišču. Izogibati se je treba predvsem sit za ločeni zvočni del televizorja: ta prepuščajo oba nosilca na 38.9MHz in na 33.4MHz, toda močno dušijo vse vmesne frekvence!

Med SAW siti za 36MHz različnih proizvajalcev sicer obstajajo velike razlike predvsem v velikosti vstavitvenega slabljenja. Pri tem je prišla najdlje tovarna Siemens, ki je uspela zmanjšati vstavitevno slabljenje v prenosnem pasu pod 10dB. Na drugi skrajnosti so starejša SAW sita oziroma japonski proizvajalec

Murata, katerih vstavitveno slabljenje presega 25dB. Sito z visokim vstavitvenim slabljenjem je lahko vzrok premajhnega medfrekvenčnega ojačenja oziroma pomanjkljive občutljivosti sprejemnika.

SAW situ sledi mešalnik na drugo medfrekvenco z integriranim vezjem S042P. To vezje je tovarna Siemens prenehala izdelovati in tržišče so preplavili ponaredki, pošteni in nepošteni. Pošteni ponaredki na primer izvirajo iz tovarne Tesla (Češka) in v ničemer ne zaostajajo za izvirnim Siemensovim vezjem. Nepošteni ponaredki običajno ne nosijo oznake proizvajalca in so običajno izvor težav. Na vgrajenem primerku je zato smiselno pomeriti vsaj enosmerne napetosti na nožicah, da se ne trudimo s prazno črno škatlo. Te naj bi bile okoli 2.5V na nožicah 7 in 8, okoli 1.3V na nožicah 11 in 13 ter okoli 0.7V na nožicah 10 in 12.

Vezje S042P vsebuje tudi kristalni

oscilator. Vrednosti kondenzatorjev, 2X12pF in 56pF, sem pobral iz Siemensove knjige o S042P, vendar s temi kondenzatorji S042P ne niha vedno najboljše. Delovanje oscilatorja se da včasih izboljšati z zmanjšanjem vrednosti kondenzatorja 56pF na 33pF ali celo manj, oziroma s povečanjem toka skozi celotno integrirano vezje z dvema dodatnima uporoma 1.2kohm z nožic 10 in 12 na maso.

Delovanje oscilatorja seveda zavisi v največji meri od uporabljenega kristala. Če uporabimo računalniški kristal za 10MHz na tretjem overtone, delovanje seveda ni zagotovljeno, saj kristal ni bil narejen za to delo. Razlike med 10MHz kristali so velike, prav tako odstopanje frekvence tretjega overtona od željene vrednosti 30MHz. S spreminjanjem vrednosti sestavnih delov oscilatorja lahko premaknemo frekvenco oscilatorja kvečjemu za kakšen

kHz, zato tega v nobenem slučaju ne počnemo, pač pa izberemo takšen kristal, ki se najboljše "ujame" s tolerancami ostalih kristalov in keramičnega filtra.

V nasprotju s splošnim prepričanjem je možna izbira kristalov in keramičnih filtrov dokaj pestra, kot je to prikazano na Sliki 3. Kar se tiče kristalov sem se v tej tabeli omejil na takšne, ki jih z lahkoto dobimo na tržišču: računalniški za 9.8304, 10.000 in 27.000MHz, televizijski za 8.867 in 26.601MHz ter CBjaški za 10.245, 26.620, 26.630, 26.810, 27.005 ali 27.375MHz.

Pri izbiri vrednosti 1. medfrekvence je treba seveda upoštevati, katero frekvenco uporablja nam dostopno vozlišče. CBjaški kristali za 1. mešanje se dobijo v koraku 10kHz, kar da po množenju s 15 korak 150kHz na končni frekvenci. Malo več svobode pridobimo, če razpolagamo z veliko škatlo CB kristalov in

		1. medfrekvenca			
		35.5MHz	35.75MHz	36MHz	36.5MHz
2. medfrekvenca	5.5MHz	$L_2 = 22 + 7 \text{ ovojev}$ $L_3 = 22 \text{ ovojev}$ $X1 = 30.0 \text{ MHz}$ (10.0 MHz) $X2 = 8875 \text{ kHz}$ (8867 kHz, 26.601 MHz)			
	5.74MHz	$L_2 = 21 + 6 \text{ ovojev}$ $L_3 = 21 \text{ ovojev}$	$X1 = 30.0 \text{ MHz}$ (10.0 MHz) $X2 = 8938 \text{ kHz}$ (26.810 MHz)		$X1 = 30.75 \text{ MHz}$ (10.245 MHz) $X2 = 9125 \text{ kHz}$ (27.375 MHz)
	6.00MHz	$L_2 = 20 + 6 \text{ ovojev}$ $L_3 = 20 \text{ ovojev}$	$X1 = 29.5 \text{ MHz}$ (9.8304 MHz) $X2 = 8875 \text{ kHz}$ (8867 kHz, 26.601 MHz)	$X1 = 30.0 \text{ MHz}$ (10.0 MHz) $X2 = 9.0 \text{ MHz}$ (27.005 MHz, 27.000 MHz)	
	6.5MHz	$L_2 = 18 + 6 \text{ ovojev}$ $L_3 = 18 \text{ ovojev}$		$X1 = 29.5 \text{ MHz}$ (9.8304 MHz) $X2 = 9.0 \text{ MHz}$ (27.005 MHz, 27.000 MHz)	$X1 = 30.0 \text{ MHz}$ (10.0 MHz) $X2 = 9125 \text{ kHz}$ (27.375 MHz)

Slika 3. - Tabela uporabnih kombinacij filtrov in kristalov.

predelamo prvi oscilator na 5. overton ter koristno izrabimo netočnost razmerja z rezonanco na 3. overtonu.

V tabeli na Sliki 3. so podana tudi nazivna števila ovojev tuljav L2 in L3. Nazivna zato, ker podstavki za medfrekvenčne transformatorje različnih proizvajalcev niso povsem enaki med sabo. Po načrtu na Sliki 2. naj bi rezonančno navitje L2 ali L3 zadelo pravo frekvenco z vzporednim kondenzatorjem 100pF. Manjša odstopanja so dovoljena navzdol, oziroma lahko rezonančno kapacitivnost znižamo vse do 68pF brez škodljivega vpliva na lastnosti vezja.

Med uglaševanjem postaje je smiselno pomeriti tudi odstopanje keramičnega sita na 6MHz (oziroma 5.5MHz ali kakšni drugi frekvenci). Meritve na več kot 100 primerkih sita SFE6.0MB so pokazale, da ni bilo nobeno sito točno na 6MHz, pač pa je srednja frekvenca vseh izmerjenih primerkov odstopala navzgor med +10kHz in +80kHz. Pri širini prepustnega pasu okoli 250kHz je +10kHz sicer zanemarljivo, +80kHz pa prav gotovo ne!

Na srečo stvari sploh niso tako slabe, kot izgledajo na začetku. Računalniški kristali za 10MHz običajno nihajo na 3. overtonu na frekvenci, ki je za 30-50kHz nižja od idealne vrednosti 30.000MHz. To enostavno pomeni, da se odstopanja frekvenc kristala in keramičnega sita običajno odštevajo: pameten graditelj bo to s pridom izkoristil.

Zadnji sestavni del vezja sprejemnika je MF ojačevalnik z diskriminatorjem CA3189. To vezje lahko zamenjamo s starejšimi inačicami CA3089 ali TDA1200, z upoštevanjem nekaj razlik. 3089 in 3189 se razlikujeta v povezavi nožic 15 in 16, ki v tem vezju niso izkoriščene. Razen tega 3089 ne potrebuje upora 5.6kohm med nožicama 6 in 10. Razlika je tudi v izhodu za S-meter: 3089 daje napetost od 0 do 5V, 3189 pa od 0 do 3.5V. Če imate možnost izbire, priporočam seveda novejši, boljši CA3189.

Pravilno delujoč sprejemnik naj bi dal na izhodu za S-meter napetost vsaj 0.5V brez signala na anteni, to je z vhodom priključenim na umetno 50-ohmsko breme. Ta napetost mora upasti za vsaj 0.2V, ko odklopimo napajanje prvi VF ojačevalni stopnji sprejemnika s tranzistorjem BFR90. Odsotnost napetosti na izhodu za S-meter pomeni premajhno ojačenje v medfrekvenci, oziroma prevelike izgube v SAW situ. Napetost na NF izhodu mora biti brez signala točno v sredini dovoljenega območja, se pravi okoli 5.5V.

Medfrekvenčni del oddajnika vsebuje le digitalna vezja in nobene uglaševalne točke, zato naj bi bil enostavnejši za izdelavo in umerjanje. Pozor na vrsto uporabljenih logičnih vezij: 74F74 še zdaleč ni enak 74HC74, pa čeprav imata oba enako logično funkcijo in enak razpored nožic. Frekvenčno/fazni primerjalnik potrebuje schottky diode oziroma v najslabšem slučaju vsaj germanijeve diode. BAT47 ima seveda veliko možnih zamenjav. Razen drugih diod iz BAT.. serije lahko tu uporabimo tudi stare HSCH1001 ali kaj podobnega.

Kristalni oscilator na 9MHz uporablja kristal na svoji osnovni rezonančni frekvenci in je zato v celi postaji edini, ki se mu da frekvenco premakniti do -20kHz z zaporedno tuljavo L oziroma do +10kHz z zaporednim kondenzatorjem C. Sprememba frekvence oddajnika bo zaradi delovanja PLLja seveda 4-krat večja!

Praden režete tiskanino za vgradnjo tuljave ali kondenzatorja, rajši razmislite o uporabljenem kristalu. Na primer, za 1. medfrekvenco 35.5 MHz bi potrebovali kristal 8875kHz. Po trgovskih katalogih je tej frekvenci najbližji TV kristal 8867kHz (in zato vse budale takoj pokupijo takšne kristale). Bolj pametna izbira je CB kristal za 26.620 ali 26.630, ki bo na svoji osnovni frekvenci nihal dosti bližje željeni frekvenci, oziroma TV kristal za 26.601MHz, ki zaradi ne-

točnega razmerja med 3. overtonom in osnovno rezonanco niha dosti bližje 8875kHz kot pa nazivni 8867kHz kristal.

Na koncu še preklon sprejem/oddaja. En sam tranzistor, BD138, je lahko vzrok čudnih težav, norenja in majhne moči oddajnika. Nasvet: EiNiš(ta) BD138 sodi v koš za smeti, ker ima v nasičenju padec napetosti večji kot 1V, v vezju pa ga zamenjajte z močnostnim PNP tranzistorjem bolj resnega proizvajalca, ki ima zadosti veliko tokovno ojačenje ter padec napetosti v nasičenju manjši kot 0.2V.

4. Škatla, ožičenje itd...

Če hočete preprečiti norenje oddajnika in vrsto drugih težav, potem vam toplo priporočam, da se držite priporočenih dimenzij škatle za postajo, 160mmX160mmX40mm, predlagane razporeditve ploščic ter izvedbe in poteka ožičenja. Radijska postaja namreč ni TNC niti kakšen drug računalniški pripomoček, pač pa je komplicirano analogno vezje z zelo velikim ojačenjem.

Pravilno delovanje takšnega vezja na 434MHz zahteva oklopljeno škatlo in smiselno notranjo razporeditev sestavnih delov in povezav med njimi. Na visokih frekvencah ni vse tako jasno, kot to izgleda na prvi pogled. Na primer, povezava kontrolne napetosti VCOja ne sme biti oklopljena, ker rezonanca oklopa kabelčka proti masi škatle moti delovanje povsem drugega dela postaje. Če torej nimate izkušenj s takšnimi vezji in ne poznate natančne teorije njihovega delovanja, se vsaj držite mojih navodil za gradnjo...

Dokončana postaja v vsakem slučaju zahteva preizkus, kot je to opisano v CQ ZRS 5/93.

Počasni A/D pretvornik za SuperVozelj

Matjaž Vidmar, S53MV

Pri gradnji amaterskih radijskih omrežij ponavadi še ne razmišljamo o njihovem vzdrževanju. Na vzdrževanje marsikatero naprave pogosto sploh pozabimo, druge naprave pa zahtevajo pogoste posege. Še posebno zoporni so izpadi, ki se pojavijo samo ob določenih pogojih temperature, vlage, tresljajev, vremenskih pojavov ipd.

Naprave, ki jih imamo doma, lahko seveda takoj popravimo oziroma zamenjamo z novimi, brezhibnimi napravami. Bolj nerodno je popravilo naprave, ki odpove na vrhu hriba. Še pred izletom v hribe je treba čim točneje ugotoviti, kaj je sploh odpovedalo: antena, antenski kabel, radijska postaja ali izvor napajanja, ter za kakšno vrsto napake gre: je antena samo zaledenela ali povsem polomljena? Napačna predpostavka ponavadi pomeni vsaj dva izleta v hribe: na prvem ugotovimo, kaj je narobe, na drugem pa stvar poskusimo popraviti.

Ugotavljanje napak in razmer, v katerih so se zgodile, je seveda najbolj pomembno takrat, ko so naprave zelo težko ali povsem nedostopne. Graditelji umetnih satelitov zato svo-

je naprave na krovu satelita opremijo z vrsto merilnih točk za temperature, napetosti, tokove in jakosti visokofrekvenčnih signalov. Vse izmerjene vrednosti se prenašajo preko telemetrijske radijske zveze na Zemljo.

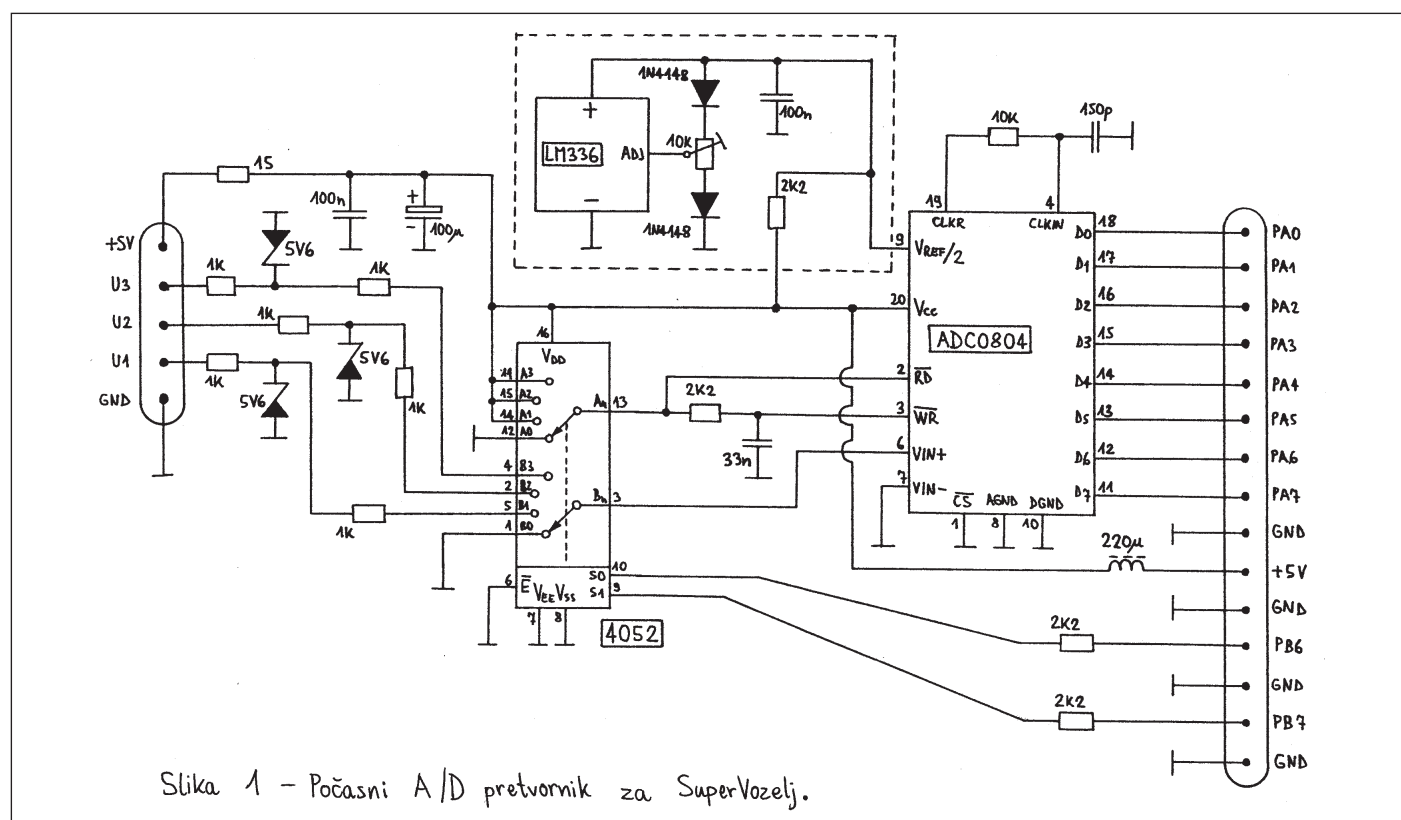
V slučaju odpovedi satelita lahko potem graditelji vsaj sklepajo o vzroku. Ko satelita v vesolju ne morejo daljinsko "popraviti" preko telekomandne zveze, lahko vsaj poskusijo preprečiti nastanek podobne napake na naslednjem umetnem satelitu. Telemetrijski oddajnik z ustreznimi tipali, kodirnikom signalov in anteno je zato obvezen sestavni del vseh umetnih satelitov.

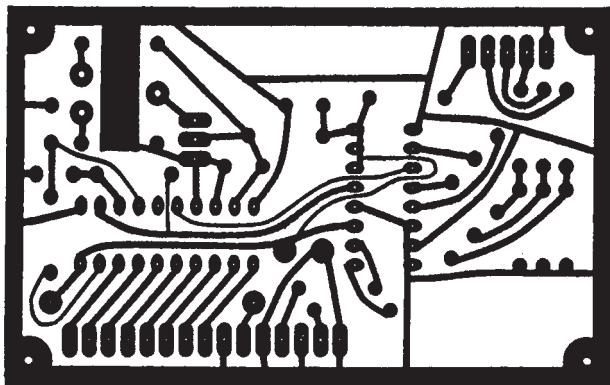
Tudi naše radioamaterske naprave na gorskih vrhovih: govorni repetitorji, svetilniki, packet-radio vozlišča in ATV repetitorji postajajo čedalje zahtevnejši. Ko so naprave povezane v omrežje, je zanesljivost delovanja posameznih sestavnih delov še pomembnejša. Na vrhu hriba je električno omrežje zelo nezanesljiv izvor napajanja, ko sploh je na razpolago. Zato si pogosto pomagamo z akumulatorskimi baterijami in sončnimi paneli, ki zahtevajo nekaj več vzdrževanja.

Telemetrijska zveza počasi postaja nujnost tudi za radioamaterske naprave. Telemetrijo je seveda najlažje vgraditi tam, kjer je že na razpolago računalnik, ki lahko posreduje podatke preko obstoječe radijske zveze. Vgradnja telemetrije je zato najpreprostejša v packet-radio vozlišča, v enostavnih primerih celo brez vsakršne dodatne opreme. Flexnet vozlišča in SuperVozelji na primer izmerijo kvaliteto radijskih zvez kar tako, da merijo čas prenosa znanega sporočila na neki radijski poti. Rezultat meritve preprosto priključimo z ustreznim ukazom (D, L ali P pri Flexnetu, O ali V pri SuperVozelju).

Vseh zanimivih veličin seveda ne moremo izmeriti kar z obstoječimi radijskimi postajami. Večino veličin lahko razmeroma enostavno pretvorimo v enosmerno napetost ali tok, od tu naprej pa potrebujemo še A/D pretvornik do računalnika packet-radio vozlišča. Ker se merjene veličine, na primer temperatura ali napetost baterije, spreminjajo razmeroma počasi, za vse meritve zadošča en sam počasen A/D pretvornik, ki ga preklapljamo med različnimi izvori.

Hiter A/D pretvornik z vmesnikom

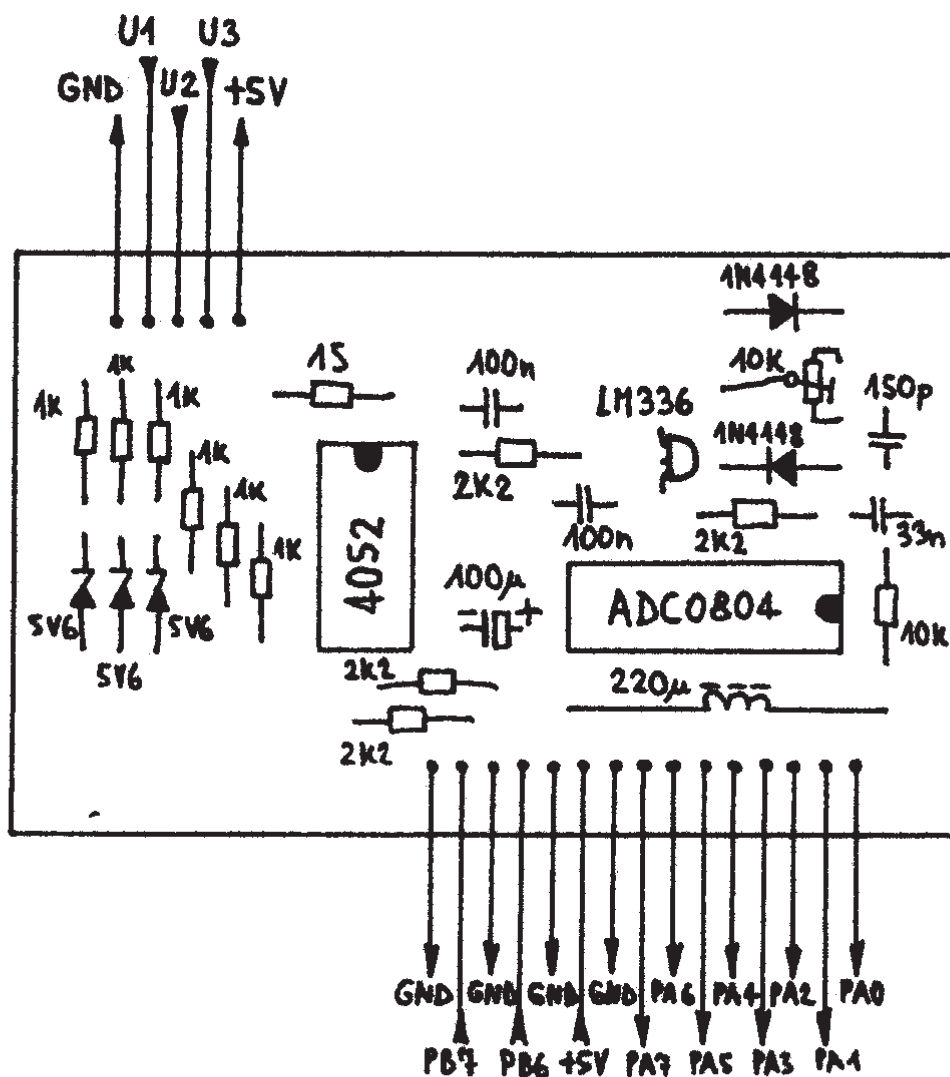




Slika 2 - Tiskanina A/D pretvornika.

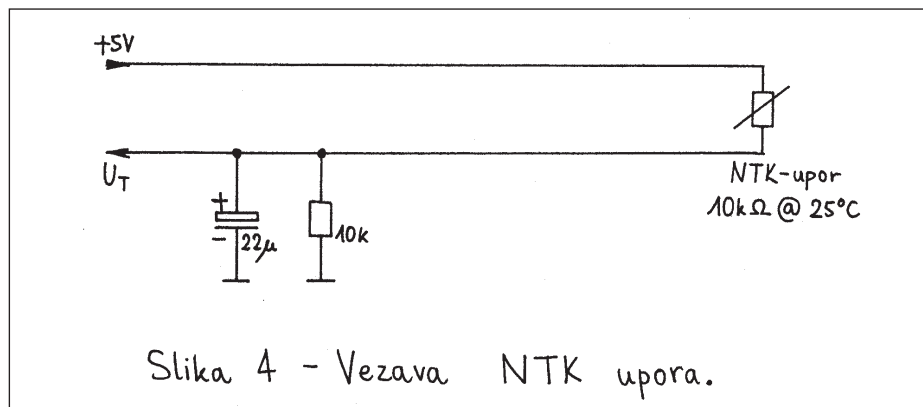
za SuperVozelj je bil že opisan v članku o slikolovu v CQ ZRS 4/1996. Hitri A/D pretvornik TDA8708 iz slikolova sicer ni najbolj primeren za počasne meritve, saj vsebuje na vodu vezje za avtomatsko nastavljanje ojačenja in črnega nivoja, ki deluje pravilno le s televizijskimi signali. Tudi poraba TDA8708 je prevelika za vozlišče, ki se napaja iz baterij oziroma sončnih panelov.

Za telemetrijske meritve na packet-radio vozliščih sem si zato omislil preprost, počasen A/D pretvornik, ki je prikazan na sliki 1. Osnovni sestavni del pretvornika je CMOS



Slika 3

Razporeditev delov A/D pretvornika.



integrirano vezje ADC0804, ki vsebuje 8-bitni A/D pretvornik. ADC0804 vsebuje lastni RC oscilator za takt. Začetek pretvorbe sprožimo na vhodu /WR, z vhodom /RD pa vključimo "tri-state" izhode D0...D7. Pretvorba sama traja kar 64 taktov.

Pri povezavi ADC0804 na SuperVozelj sem se odločil za uporabo iste 15-polne vtičnice kot za slikolov. Na tej vtičnici je na razpolago napajanje +5V, dva krmilna izhoda PB6 in PB7 ter 8 vhodov PA0...PA7. Krmilna logika na sliki 1 je načrtovana tako, da sta na SuperVozelj lahko hkrati priključena slikolov in počasni A/D pretvornik brez medsebojnih motenj.

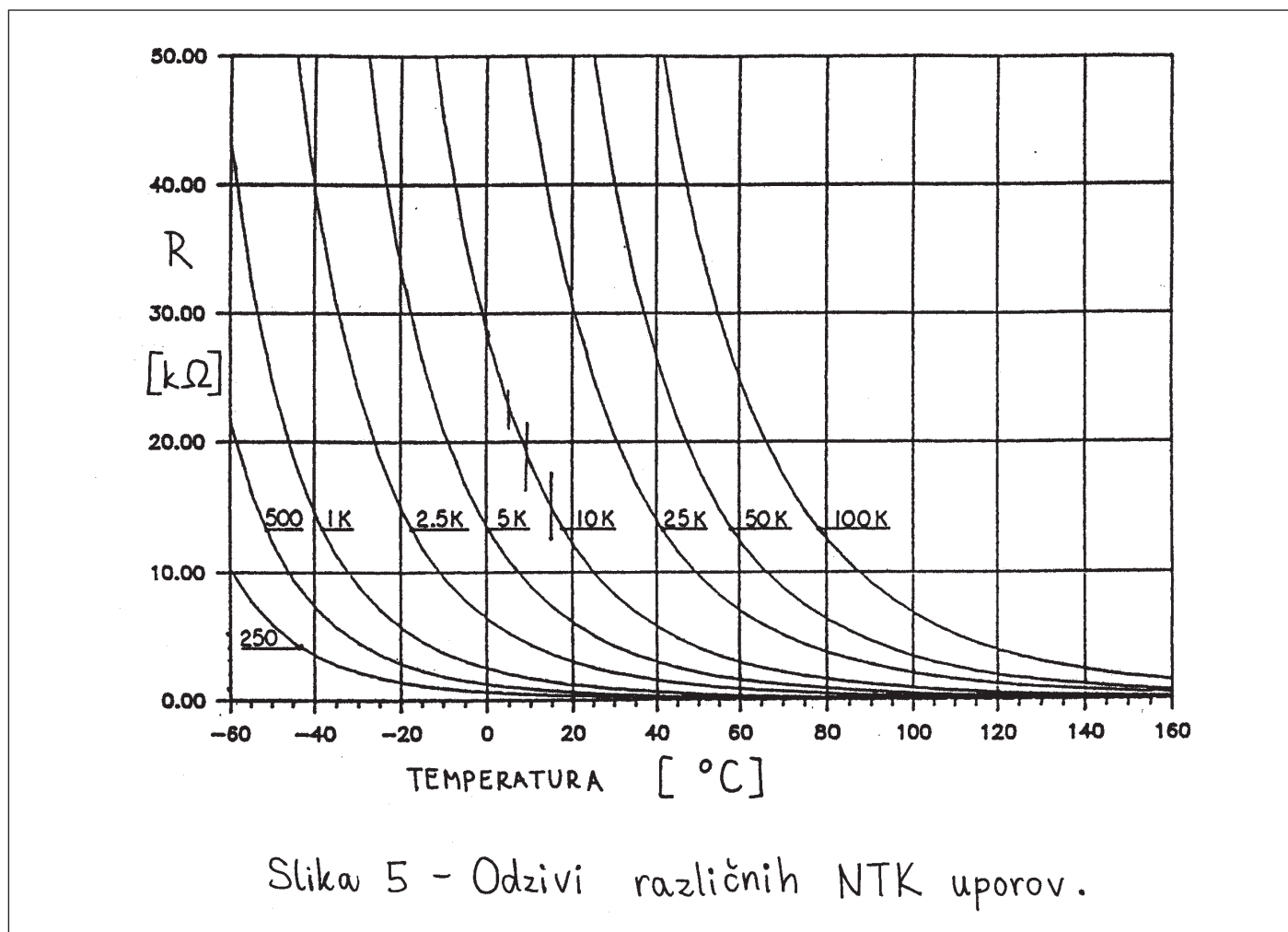
Predelave ožičenja vozlišča na vrhu hriba zato niso potrebne, saj novi A/D pretvornik preprosto priključimo vzporedno obstoječemu kablju za slikolov.

Krmilna logika slikolova je načrtovana tako, da so izhodi v visokoohmskem stanju, ko sta oba PB6 in PB7 na logični ničli. V tem stanju lahko torej prečitamo vsebino ADC0804, v vseh ostalih stanjih PB6 in PB7 pa morajo biti izhodi ADC0804 v visokoohmskem stanju, da ne motijo slikolova. Polovica vezja 4052 je povezana kot ALI vrata, ki združijo signala PB6 in PB7 v krmilni signal /RD za ADC0804.

Isti krmilni signal sproži tudi začetek A/D pretvorbe preko vhoda /WR. Signal /WR je zakasnjjen z RC členom 2.2kohm/33nF, da ne pride do motenj s signalom /RD. A/D pretvorba se začne za majhno zakasnitvijo, potem ko sta eden ali oba signala PB6/PB7 prešla na logično enico. Signala PB6 in PB7 istočasno izbereta enega od treh analognih vhodov U1, U2 ali U3 na vhod A/D pretvornika VIN+ preko stikala v drugi polovici vezja 4052.

Analogni vhodi so zaščiteni z upori 1kohm in zener diodami 5V6. Ob vhodih je na razpolago tudi napajalna napetost +5V za napajanje nekaterih vrst tipal. Upor 15ohm je pri tem mišljen kot varovalka v slučaju, da pride do kratkega stika v napajalnem kablju do tipala. Kratak stik na +5V napajanju vozlišča bi sicer povzročil hudo poškodbo računalnika SuperVozlja.

Območje vhodnih napetosti vezja ADC0804 se giblje od ene do druge napajalne napetosti. Pri tem ustreza vhodni napetosti 0V izhodna koda 0 in vhodni napetosti +5V izhodna koda 255. Vezje ADC0804 ustvari svojo lastno referenčno napetost kar z uporovnim delilnikom iz napajanja.



Točnost meritev napetosti zato zavisi od točnosti napajalne napetosti +5V.

Boljšo točnost meritve dosežemo tako, da notranji uporovni delilnik premostimo z zunanjim izvorom referenčne napetosti, narisanim v črtnem pravokotniku na sliki 1, ki ga privedemo na vhod $V_{ref}/2$ vezja ADC 0804. Referenčno napetost dobimo iz integriranega vezja LM336, ki se obnaša kot visokokvalitetna zener dioda za napetosti okoli 2.5V. S trimerjem 10kohm lahko napetost LM336 tudi nekoliko popravljamo.

Počasni A/D pretvornik je izdelan na enostranskem tiskanem vezju iz 1.6mm debelega vitroplasta z izmerami 80mmX50mm, ki je prikazano na sliki 2. Ustrezna razporeditev sestavnih delov in priključkov je prikazana na sliki 3. Razporeditev priključkov za SuperVozelj seveda ustreza razporeditvi priključkov slikolova.

Pri izbiri sestavnih delov lahko zamenjamo ADC0804 s točnejšimi izvedbami ADC0803, ADC0802 ali ADC0801, ki pa so ponavadi precej dražje. Pozor, ADC0800 je povsem drugačno vezje in v tem vezju ne more delovati, kljub podobni oznaki! Pri LM336 pazimo, da dobimo običajno izvedbo za 2.5V, ker obstajajo tudi izvedbe za drugačne napetosti.

Pri gradnji počasnega A/D pretvornika se moramo pravzaprav odločiti, če vgradimo LM336 in ostale sestavne dele stabilizatorja v črtnem pravokotniku ali ne. Vgrajen stabilizator omogoča točne absolutne meritve vhodne napetosti, na primer napetosti baterije (preko primerne delilnika). V tem slučaju se splača nastaviti referenčno napetost na 2.56V s trimerjem 10kohm, da so stopničke A/D pretvornika visoke

točno 20mV. Če na vhod priključimo uporovni delilnik 5:1 (na primer upora 40kohm in 10kohm), potem z opisanim A/D pretvornikom merimo napetost od 0V do 25.6V s koraki po 0.1V.

V slučaju tipal, ki vsebujejo le uporovne delilnike, bo meritev vsekakor točnejša, če stabilizatorja LM336 in vseh pripadajočih okoliških sestavnih delov v črtnem pravokotniku ne vgradimo. Na ta način zagotovimo, da ADC0804 ne meri absolutne napetosti, pač pa točno izmeri razmerje uporov.

Temperaturo najenostavneje izmerimo z NTK uporom. Vrednost NTK upora ne sme biti premajhna, da meritve ne moti lastno segrevanje NTK upora in upornost dovodnih žic, niti prevelika, da ne motijo izolacijske upornosti. Smiselna izbira je NTK upor z nazivno vrednostjo 10 kohm pri temperaturi 25C, ki ga razmeroma lahko najdemo na tržišču.

NTK upor večemo zaporedno z običajnim uporom 10kohm v delilnik napetosti, kot je to prikazano na sliki 4. V slučaju dolgih priključnih žic (NTK za merjenje zunanje temperature), je smiselno dodati tudi elektrolitski kondenzator 22uF čim bližje A/D pretvorniku, da izločimo motnje. Tudi bremenski upor 10 kohm naj bo čim bližje A/D pretvorniku, oba priključka NTK upora pa izolirana od ostalih naprav zaradi čim boljše točnosti meritve.

NTK upor je smiselna izbira za tipalo temperature tudi zato, ker so odzivi NTK uporov različnih proizvajalcev zelo podobni, kot je to prikazano na sliki 5. Odzivi PTK uporov in drugih toplotnih tipal se veliko bolj razlikujejo med sabo. Vsem NTK uporom se upornost poveča za faktor trikrat, ko temperatura

upade na ledišče, oziroma se jim upornost zmanjša za faktor trikrat, ko temperatura naraste na 50C iz nazivne vrednosti 25C.

Preračun izhodne napetosti vezja na sliki 4 v temperaturo je zato v območju 0C do 50C silno enostaven. Pri 0C ima NTK upornost okoli 30kohm in dobimo na izhodu četrtno napajalne napetosti. Pri 50C ima NTK upornost okoli 3333ohm in dobimo na izhodu tričetrtno napajalne napetosti. Vmes, med 0C in 50C, je odziv enostavnega vezja skoraj povsem linearen v mejah točnosti običajnih uporov.

Pretvorba in prikaz rezultata meritve seveda zavisijo od programa v računalniku vozlišča. SuperVozelj V83 (in nasledniki) je napisan tako, da z ukazom E izpiše izmerjene vrednosti vseh treh analognih vhodov kot neposredna števila na izhodu A/D pretvornika ter preračunan rezultat v željene merske enote. V prihodnjih izvedbah programov za vozlišča bi bilo vsekakor zanimivo vgraditi možnost snemanja veličin v daljših časovnih razdobjih nekaj dni ali celo nekaj tednov, na primer potek temperature ali napetosti baterije, ki jo polnijo sončne celice.

Opisani A/D pretvornik je opremljen z elektronskim stikalom 4052, ki izbira med tremi analognimi vhodi. Če trije vhodi ne zadoščajo, lahko seveda dodamo dodatna CMOS stikala 4051, 4052, 4053 ali 4067, ki jih krmilimo z izhodi PB0...PB5. Željeno merjeno veličino potem izberemo z ukazom E <število> v upravnem načinu SuperVozlja.

SLIKOLOV

Matjaž Vidmar, S53MV

1. CCD televizijske kamere

Televizijska kamera je bila nekoč pojem drage in zamotane naprave. Čeprav so elektrone in tudi katodno cev izumili že v začetku tega stoletja, je moral razvoj televizije počakati skoraj 30 let, preden je najrazličnejše mehanske skanirne naprave zamenjala prva delujoča snemalna elektronka, ikonoskop. Prve televizijske kamere so bile silno neobčutljive in so zahtevale močno osvetlitev prizora predvsem zaradi zelo slabega izkoristka fotokatod tedanjih snemalnih cevi.

Bistveno višjo svetlobno občutljivost je omogočil vidikon, to je snemalna cev, ki ne uporablja več fotokatore, pač pa polprevodniško tarčo kot svetlobni senzor. Vidikon je tudi razmeroma majhna elektronka, s katero se da izdelati prenosno televizijsko kamero. Z vidikoni so bile opremljene tudi prve cenene televizijske kamere in kamkorderji za široko potrošnjo.

Vidikon sicer uporablja polprevodnik kot svetlobno tipalo, občutljivo površino pa preletava žarek elektronov, ki zahteva steklen balon z visokim vakuumom, elektronski top in zunanje tuljave za fokusiranje in odklanjanje žarka. Bistveno poenostavitev televizijske kamere zato lahko prinese le vgradnja vseh omenjenih nalog v isti kos polprevodnika v istem integriranem vezju.

Televizijsko sliko sestavlja od 300 do 1000 vrstic, kar pomeni nekje od stotisoč do milijon posameznih točkic oziroma enakovredno število sestavnih delov v polprevodniškem integriranem vezju. Tehnologija izdelave integriranih vezij je omogočila izdelavo tolikšnega števila sestavnih delov v enem samem vezju šele pred kakšnimi 15 leti.

Kot svetlobni senzor lahko uporabimo skoraj vsak polprevodniški PN usmerniški spoj. Nekoč smo amaterji sami izdelovali "fototranzistorje" iz povsem običajnih tranzistorjev tako, da smo jim preprosto odžagali ali odpilili kovinski pokrov. Iz dinamičnih RAM pomnilnikov se na ta način celo da izdelati enostaven slikovni senzor, saj dinamični pomnilniki vsebujejo množico diod, ki kot kondenzatorji hranijo informacijo v

obliki električnega naboja in so pravilno razvrščene v vrstice in stolpce na samem čipu.

Boljše rezultate dobimo seveda s primernejšim električnim vezjem. Za čitanje vrstice slike potrebujemo analogni pomikalni register in tega je najlažje izdelati kot CCD (Charge-Coupled Device) strukturo v integriranem vezju. CCD integrirana vezja so bila sicer v začetku mišljena predvsem kot računalniški pomnilniki in analogni kasnilni vodi, vendar se v te namene niso obnesla.

CCD vezja so se po drugi strani odlično obnesla kot vrstični in ploskovni svetlobni senzorji. Vrstični CCD senzorji vsebujejo do desetisoč fotodiod razvrščenih v eno samo vrstico in se uporabljajo za merjenje razdalj in za mehansko skaniranje nepremičnih slik z visoko ločljivostjo. Ploskovni CCD senzorji vsebujejo pravokotno polje desetisoč do deset milijonov fotodiod in se uporabljajo v različnih televizijskih kamerah.

Prve CCD kamere so imele nizko ločljivost. Slika je bila sestavljena iz komaj 150X200 točk, pa še vse točke niso bile enako občutljive. Prve CCD kamere so imele tudi po več sto popolnoma "slepih" točk. Prve CCD kamere so imele tudi zelo ozko dinamično področje in so potrebovale mehansko zaslonko za nastavitev pravilne osvetlitve slike. V tem pogledu so bile še dosti slabše od muhastih vidikonov, ki omogočajo razmeroma enostavno nastavljanje občutljivosti s spreminjanjem enosmerne prednapetosti na tarči.

Sodobne CCD kamere dosegajo ločljivost tudi 4000X4000 točk, visoka občutljivost pa omogoča celo astronomska opazovanja. Za običajno televizijsko sliko sicer zadošča ločljivost 500X500 točk, kar se da izdelati s sodobno tehnologijo integriranih vezij na zelo majhnem in zato cenemem koščku silicija. Majhen slikovni senzor hkrati omogoča objektiv z zelo kratko goriščno razdaljo, komaj 5mm za CCD z diagonalo 1/3". Majhne leče v objektivu seveda dodatno pocenijo TV kamero.

Žal na tržišču ne moremo kupiti samih CCD integriranih vezij, da bi iz njih sami izdelali TV kamero. Cena sestavljene CCD TV kamere je sicer zelo nizka. Na radioamaterskem sej-

mu v Friedrichshafnu smo letos (1996) lahko kupili novo črno-belo CCD TV kamero z ločljivostjo večjo od 500X500 točk za komaj 130dem. Slika sodobnih cenениh CCD TV kamer je presenetljivo kvalitetna brez kakršnihkoli slepih točk ali motečih vzorcev, ki so bili značilni za prve CCD kamere.

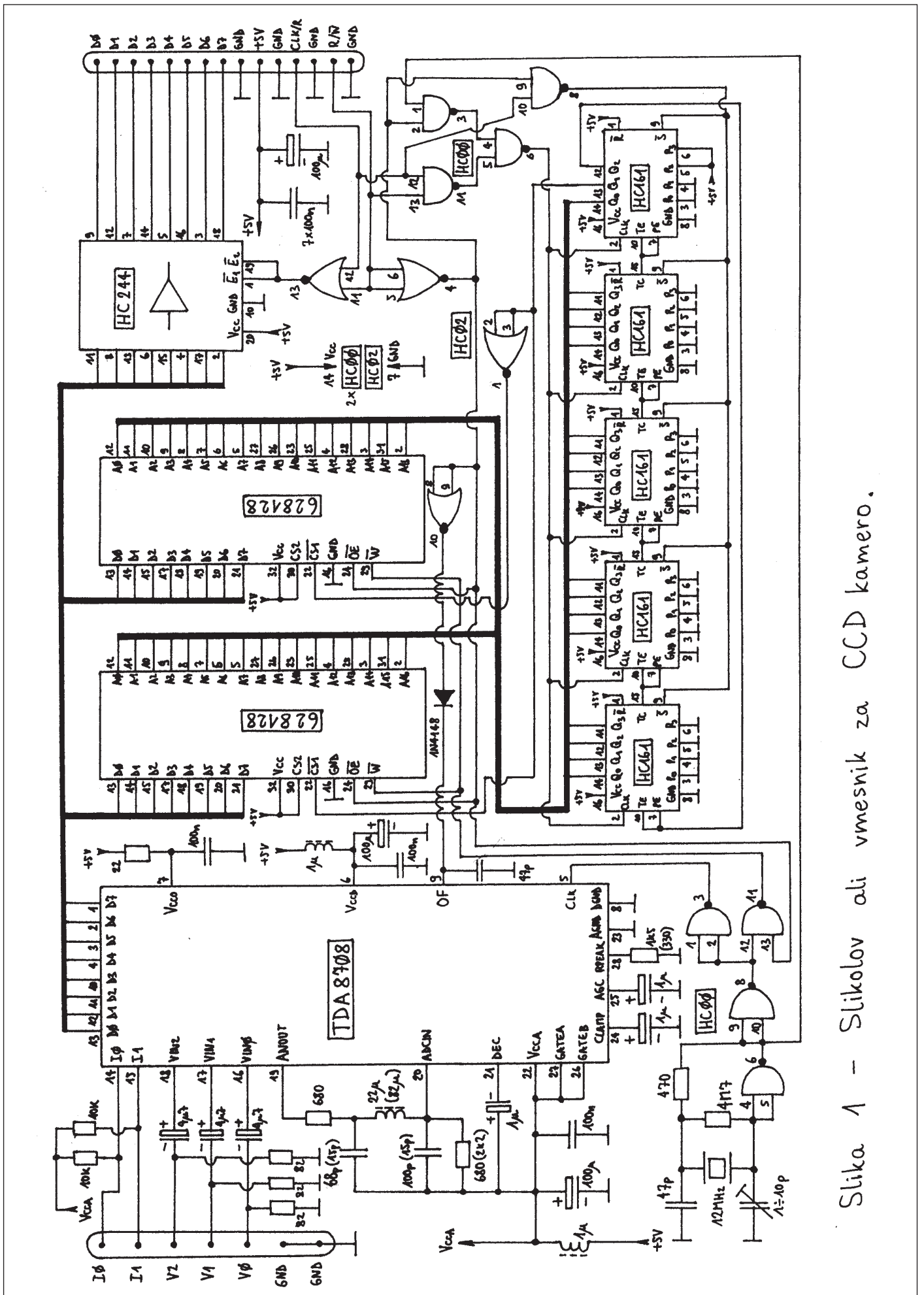
Cenene CCD TV kamere imajo le preprost objektiv brez nastavljive zaslonke. Dinamično področje sodobnih CCD senzorjev omogoča pravilno delovanje kamere v zelo širokem razponu osvetlitve, od dnevne svetlobe do zatemnjene sobe, brez nastavljanja zaslonke. Ker so cenene TV kamere v glavnem namenjene za elektronsko varovanje, jih dobimo opremljene s širokokotnimi objektivmi v dveh izvedbah: z majhno zaslonko "pinhole" oziroma z nezaslonjeno lečo. "Pinhole" izvedba je nekoliko manj občutljiva, vendar tudi pri močni dnevni svetlobi ne pride v nasičenje.

2. Računalniški vmesniki za TV kamere

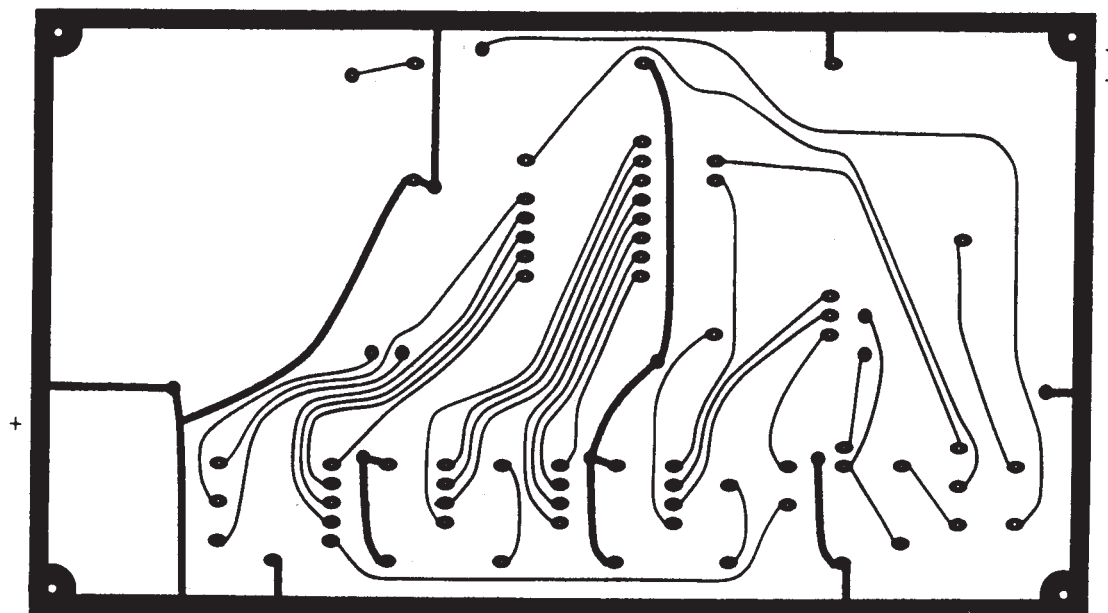
Cenena CCD TV kamera proizvaja standardni CCIR video signal s 625 vrsticami in 50 polslikami v sekundi ter standardnimi sinhroimpulzi. Takšno TV kamero lahko neposredno priključimo na ATV oddajnik in prenašamo živo sliko. V vseh ostalih slučajih (SSTV, FAX, packet, astronomija itd) bi želeli drugačen, običajno počasnejši prenos slike.

Z izjemo astronomije, kjer potrebujemo počasnejše odčitavanje slike za doseganje višje občutljivosti CCD kamere, si lahko pomagamo s primernim računalniškim vmesnikom. Vmesnik pretvori televizijsko sliko v digitalno obliko in jo shrani v računalniški pomnilnik, od koder jo lahko poljubno počasi čitamo. Takšen vmesnik ponavadi imenujemo s tujko "frame grabber" ali po naše slikolov.

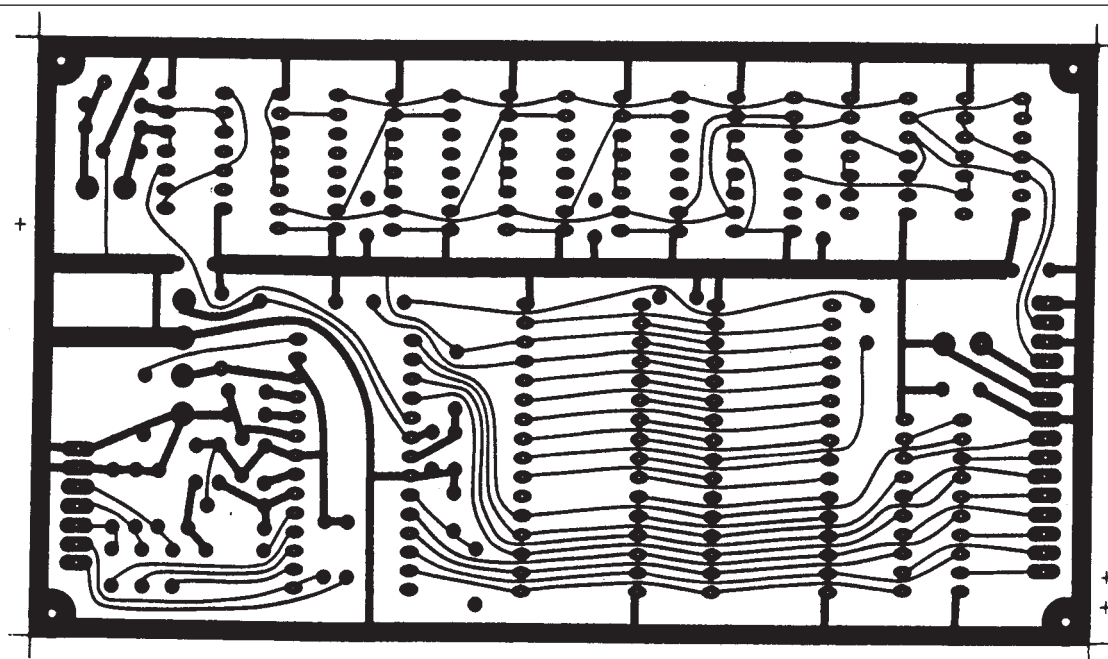
Z uporabo računalniškega vmesnika ali slikolova se izognemo razdiranju oziroma predelavi CCD kamere. Pri sodobnih CCD kamerah je predelava skoraj nemogoča, saj zraven kamere ne dobimo načrta, integrirana vezja in ostali SMD sestavni deli pa večinoma ne nosijo



Slika 1 - Slikolov ali vmesnik za CCD kamero.



Slika 2 - Gornja stran tiskanine slikolova (dvostranski FR4).



Slika 3 - Spodnja stran tiskanine slikolova (dvostranski FR4).

nobenih oznak. Tudi modeli kamer se hitro spreminjajo, na tržišču zato kmalu dobimo nove, manjše in predvsem boljše CCD TV kamere, ki jih lahko uporabljamo skupaj z istim starim računalniškim slikolovom.

Obstaja več različnih vrst računalniških vmesnikov. Najenostavnejši slikolovi vsebujejo le počasen A/D pretvornik in v vsaki vrstici televizijske slike vzorčijo le eno samo točko. Na podoben način so delovale tudi prve SSTV kamere v dobi, ko še nismo poznali hišnih računalnikov. Frekvenca vzorcev je enaka vrstični frekvenci (15625Hz) in je torej

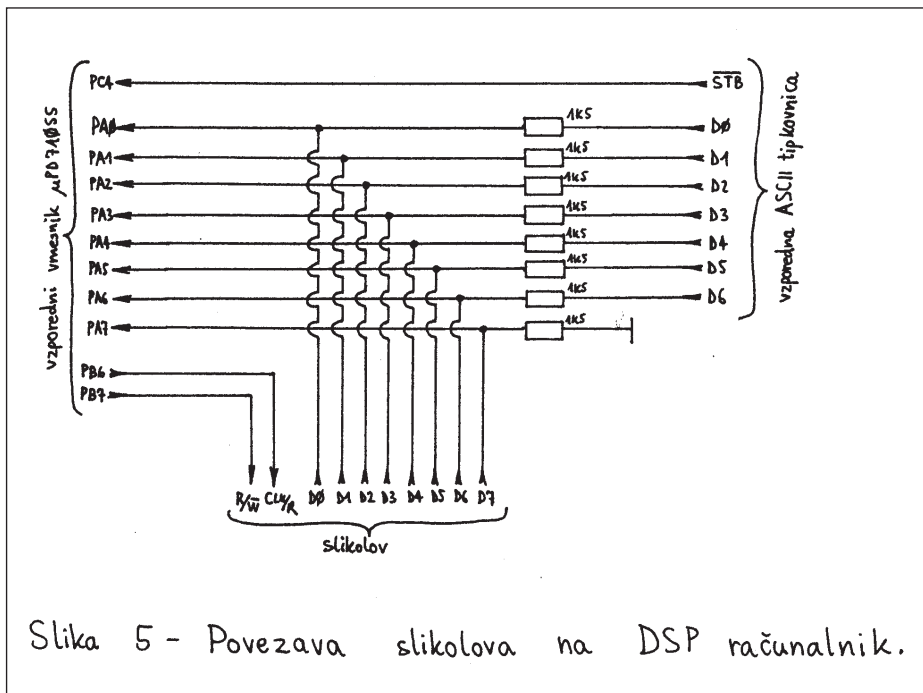
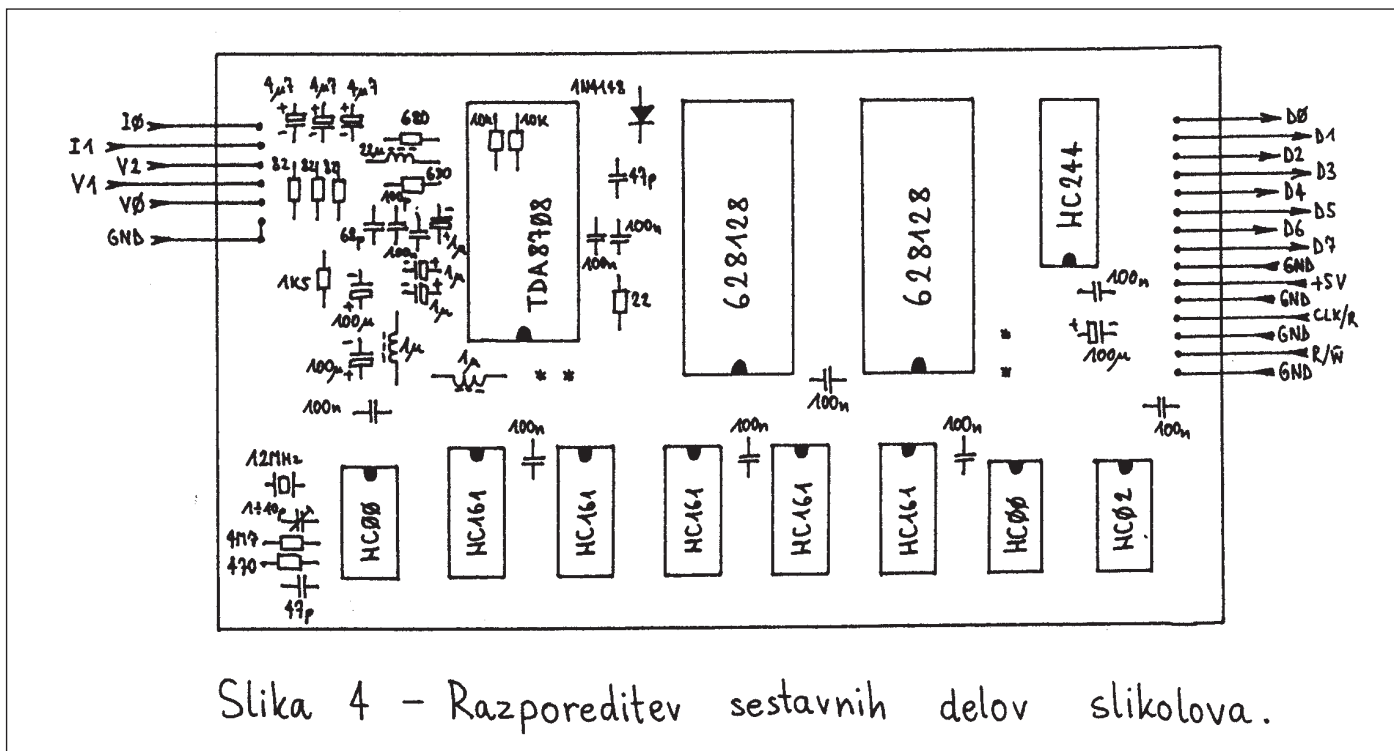
zadosti nizka, da računalnik sproti obdeluje vzorce. Vzorčenje celotne slike je zelo počasno in traja od 10 do 20 sekund, v vsem tem času pa mora prizor pred kamero mirovati!

Boljši slikolovi vsebujejo hiter A/D pretvornik, ki dela s taktno frekvenco 10 do 20MHz in digitalizirano sliko shrani v vmesnem pomnilniku, kjer je potem na razpolago računalniku. Vzorčenje slike je tu zelo hitro in traja 20 ali 40 milisekund (ena ali obe polsliki), hitrost branja vsebine vmesnega pomnilnika pa seveda zavisi od zmogljivosti računalnika.

Najboljši slikolovi ("video blaster"

kartice) omogočajo prenos žive slike neposredno s kamere na video kartico računalnika. Tudi obdelava video signala, mešanje video signalov iz več izvorov, kompresija in dekompresija slike ipd se vrši v namenskih vezjih na sami kartici. Računalnik v tem primeru le nadzira delovanje vezij na kartici.

Opisani slikolovi imajo eno veliko pomanjkljivost: s svojimi priloženimi programi sicer zelo lepo delajo, žal pa nam proizvajalci teh kartic nočejo dostaviti natančnejših opisov njihovega notranjega delovanja. Sami zato ne moremo pisati programov za bolj



komplicirane "video blaster" kartice, da bi jih prilagodili našim radio-amaterskim potrebam, priloženi programi pa so pogosto zelo nerodni za uporabo.

Na primer, sliko moramo najprej vzorčiti s priloženim programom, nato komprimirati z drugim programom, pretvoriti v primerno obliko za packet-radio s tretjim programom in končno naložiti na packet-radio BBS s četrtem programom. Pri pobiranju slike je postopek obraten, predvsem pa nima manj korakov in za vsako sliko zahteva kar nekaj tipkanja oziroma vožnje z miško po raznih menu-

jih, se pravi ogromno duhamornega dela za eno samo sliko?

3. Načrt slikolova

Glede na vse omenjene težave s tovarniškimi slikolovi sem se odločil, da sam izdelam enostaven slikolov, ki ga lahko priključim na katerikoli računalnik in predvsem ga lahko sam programiram. Električni načrt slikolova je prikazan na sliki 1 in vsebuje hitri video A/D pretvornik TDA8708, 256kbajtov vmesnega pomnilnika ter števec za pisanje in

čitanje pomnilnika. Prikazani slikolov se lahko priključi na katerikoli vzporedni računalniški vmesnik, ki ima vsaj dva izhodna voda ter 8 vhodnih vodov.

Integrirano vezje TDA8708 vsebuje razen hitrega A/D pretvornika (najvišja taktna frekvenca 30MHz) tudi preklopnik za tri ločene vhode in video ojačevalnik s samodejno nastavitvijo črnega nivoja in ojačenja. Tri video vhode izbiramo s kontrolnima vhodoma I0 in I1. Ko upora 10kohm držita vhoda I0 in I1 na logični enici, je aktiven vhod V2.

Samodejna nastavitvev črnega nivoja in ojačenja deluje preko A/D pretvornika. Ko sta vhoda GATEA in GATEB povezana na logično enico, bo TDA8708 polnil oziroma praznil kondenzatorja na nožicah 24 in 25 tako, da bo najnižjemu nivoju ustrezalo izhodno število 0, najvišjemu nivoju pa izhodno število 255. Celotno območje 8-bitnega A/D pretvornika bo v tem slučaju polno izkoriščeno. Tok polnjenja/praznjenja kondenzatorjev avtomatike določa upor na nožici 28 (RPEAK).

Takt vzorčenja je določen s kristalnim oscilatorjem. Vrednost 12 MHz je povsem primerna za črno-belo sliko, temu ustrezno pa je izbrana mejna frekvenca nizkoprepustnega video sita med nožicama 19 (ANOUT) in 20 (ADCIN) okoli 5.5 MHz. Točna vrednost vzorčne frekvence je v teoriji sicer nepomembna. V praksi je obdelava slike veliko enostavnejša, ko je vzorčna

frekvenca točen mnogokratnik vrstične frekvence 15625Hz.

Pri takti frekvenci 12MHz dobimo v času trajanja ene polslike (20ms) kar 240000 vzorcev. Vsi vzorci seveda ne vsebujejo koristne informacije, saj so tu tudi vrstični in slikovni sinhroimpulzi ter vrstični in slikovni povratki. Ker pa bi bil prihranek pomnilnika razmeroma majhen, opisano vezje preprosto shrani kar vse vzorce v vmesni pomnilnik. Na ta način je krmilna logika enostavnejša, slikovno in vrstično sinhronizacijo pa enostavneje opravimo z računalniškim programom, ki obdela vzorčeno sliko.

Kot vmesni pomnilnik sta uporabljena dva 128kbajtna statična CMOS pomnilnika 628128. Pri takti frekvenci 12MHz traja en cikel vpisovanja komaj 83ns, vendar je prototip deloval povsem zanesljivo celo s 100ns pomnilniki pri takti frekvenci 15MHz. Pri krmiljenju pomnilnikov na sami hitrostni meji je treba seveda paziti na izenačitev vseh zakasnitev, zato naslovni števec uporablja sinhrono števce 74HC161.

Računalnik upravlja s slikolovom preko dveh krmilnih vodov: R/W in CLK/R. Ko je vhod R/W na logični ničli, slikolov vpisuje sliko v vmesni pomnilnik. Signal CLK/R ima tedaj vlogo RESETa za sinhroni števec. CLK/R na visokem nivoju postavi števec na začetek pomnilnika. CLK/R na nizkem nivoju sprosti števec, slika se vpiše v pomnilnik, na koncu pomnilnika pa se števec preko ustrezne povratne vezave sam ustavi.

Računalnik potem prečita sliko iz vmesnega pomnilnika tako, da najprej resetira števec s tem, da spet postavi CLK/R na logično enico. Nato postavi še signal R/W na logično enico in prečita podatkovni bajt na osmih izhodnih vodih D0-D7. Naslednji bajt prečita računalnik tako, da s taktim impulzom na vodu CLK/R pomakne naslovni števec za eno mesto naprej po pomnilniku.

Ko računalnik zaključi s čitanjem slike oziroma z uporabo slikolova nasploh, postavi oba krmilna voda R/W in CLK/R na logično ničlo. Izhodi vezja 74HC244 grejo tedaj v visokohmsko stanje, da lahko uporablja računalnik vhodne vode D0-D7 tudi z drugimi vmesniki. Računalnik lahko sicer neposredno čita izhod A/D pretvornika, ko je CLK/R na logični enici in R/W na logični ničli in na ta način poišče vertikalni sinhroimpulz ter programsko sproži vzorčenje slike.

4. Izdelava slikolova

Opisani slikolov je izdelan na dvostranskem tiskanem vezju z izmerami 80mmX140mm, ki je prikazano na slikah 2 in 3. Ustrezna razporeditev sestavnih delov je prikazana na sliki 4. A/D pretvornik in oba pomnilnika obvezno vgradimo na podnožja, ostala integrirana vezja pa lahko neposredno zacinjimo v tiskanino. Pri sestavljanju ne smemo pozabiti na oba upora 10kohm, ki sta vgrajena pod podnožje TDA8708! Na tiskanini so sicer samo 4 "via" luknje, označene z zvezdicami na sliki 4.

Pri izbiri sestavnih delov moramo paziti predvsem na A/D pretvornik TDA8708. Tovarna Philips izdeluje tri različna integrirana vezja z oznakami TDA8708, TDA8708A in TDA8708B. V ljubljanskih trgovinah z rezervnimi deli za televizorje lahko kupimo TDA8708 brez črke na koncu in TDA8708A. Vezje sem uspešno preizkusil le s TDA8708 brez črke na koncu! Po Philips-ovi knjigi zahteva TDA8708A nekoliko drugačne vrednosti sestavnih delov na nožicah 19, 20 in 28 (oznake v oklepajih na sliki 1), vendar mi kljub spremembam v vezju edini (skurjeni?) primerek TDA8708A ni hotel pravilno delati.

Statični CMOS pomnilniki so manj zahtevni. Vezje sicer zahteva 80ns pomnilnike pri taktu 12MHz, vendar je uspešno preizkušeno tudi s 100ns in 120ns pomnilniki in celo s hibridnimi moduli, ki vsebujejo štiri 32kbajtna SMD pomnilnike. Ker nekateri pomnilniki nimajo vhoda CS2, je nožica 30 neizkoriščena in povezana na +5V.

Takti oscilator je smiselno nastaviti na točen mnogokratnik vrstične frekvence. V slučaju takta 12 MHz je treba poiskati 768-ti mnogokratnik nazivne CCIR vrstične frekvence 15625Hz. Pri tem je seveda treba upoštevati tudi odstopanje taktne kristala v sami CCD kameri. Ker je vrstična frekvenca moje CCD kamere precej odstopala navzgor, sem moral vgraditi zelo majhna kondenzatorja v oscilator, trimer 1-10pF pa je skoraj povsem odprt.

Slikolov povežemo z računalnikom s 15-žilnim ploščatim kablom, ki naj ne bo daljši od enega metra. Žice ploščatega kabla priključimo natančno v istem zaporedju, kot so postavljeni priključki na tiskanini slikolova. Na ta način bosta občutljiva voda R/W in CLK/R dobro oklopljena z vmesnimi ozemljenimi vodniki ter ju izhodi D0-D7 ne bojo motili.

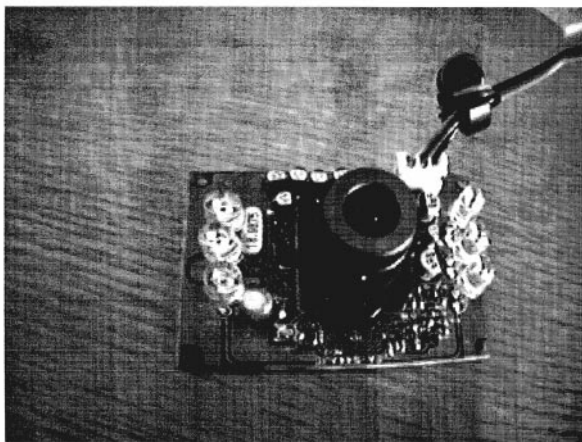
Končno je treba paziti tudi pri masah video signalov. Sam TDA8708 v ta namen že razpolaga z ločenimi priključki za napajanje analognega in digitalnega dela ter s kopico kondenzatorjev, dušilkama 1uH in uporom 22ohm na napajanju. Oklop vhodnega video koaksialnega kabla moramo zato nujno spojiti na predvideni nožici na vhodni 7-polni vtičnici.

5. Uporaba slikolova

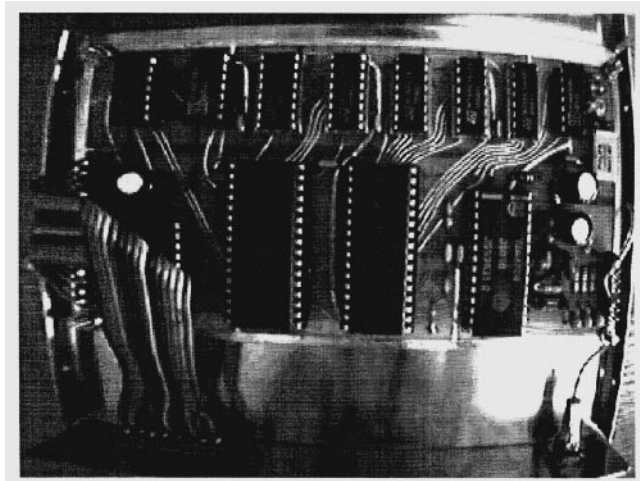
Pred uporabo slikolova moramo najprej razmisliti o priključitvi na računalnik. Ker pri DSP računalniku nisem razpolagal z zadostnim številom vhodnih vodov, sem priključil slikolov kar vzporedno tipkovnici, kot je to prikazano na sliki 5. Tipkovnica je ločena z upori 1.5kohm, slikolov jo zato enostavno prekrmili, ko ga DSP računalnik vključi preko vodov PB6 in PB7. Ustrezni krmilni program, SLIKOLOV.ASM, je naložen na LJUBBS/DSP3MV.

Primeri slik, posnetih s CCD kamero in opisanim slikolovom, ter natiskanih na laserskem tiskalniku (25 sivin), so prikazani na slikah 6, 7, 8 in 9. Pri tem je za poslabšanje kvalitete odgovoren tudi razmeroma star laserski tiskalnik, ki ima majhen pomnilnik in majhno ločljivost ter zato ne zmora tiskanja v več sivinah.

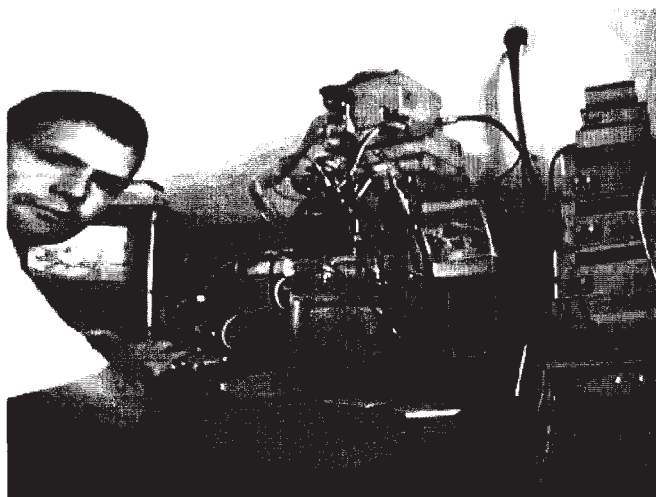
Končno se postavi še vprašanje: kako do barvne slike? Barvna CCD kamera sicer ni kaj bistveno bolj komplicirana od črno-bele CCD kamere, tudi polprevodniški čip je zelo podoben, zato bo cena barvnih CCD kamer verjetno hitro padla. Demodulacijo PAL (ali NTSC) barvne slike je sicer zelo enostavno opraviti z računalniškim programom, če smo le izbrali frekvenco vzorčenja kot mnogokratnik frekvence barvnega podnosilca 4.43MHz. V televizorjih z digitalno demodulacijo barve (ki uporabljajo tudi vezje TDA8708) se ponavadi uporablja vzorčenje s štirikratnikom barvnega podnosilca 17.73MHz. Ta frekvenca je za opisano vezje in velikost pomnilnika nekoliko previsoka, zato bi bilo smiselno poskusiti s trikratnikom barvnega podnosilca 13.3MHz.



Slika 6
- Črno-bela CCD TV kamera z IR LEDikami.



Slika 7
Slikolov kot je videl sam sebe.



Slika 8 - Uporaba slikolova.



Slika 9 - Pokrajina z lokomotivo.

DVOKANALNI LCD TERMINAL ZA PACKET-RADIO

Matjaž Vidmar, S53MV

1. Zakaj LCD terminal?

Packet-radio se je začel pred mnogimi leti z uporabo starih, odsluženih računalniških terminalov. Pri današnji poplavi računalnikov vseh mogočih vrst in velikosti se seveda takoj vprašamo, kdo sploh še potrebuje navaden terminal za delo na packet-radiu? Le čemu bi bilo potrebno izdelati takšno napravo doma?

Packet-radio žal ne deluje brez učinkovitega omrežja. Omrežje pa je treba stalno vzdrževati in še bolj pogosto dograjevati, da radioamaterji počasi vendarle capljamo za razvojem tehnike. Naprave, vozlišča omrežja, so pogosto postavljene na gorskih vrhovih in drugih težko dostopnih točkah.

Radioamaterske radijske postaje ne moremo preizkusiti brez slušalk, zvočnika, mikrofona ali tipke. Podobno ne moremo preizkusiti packet-radio vozlišča brez terminala oziroma ustreznega programa na računalniku. Zato se vsakršno vzdrževanje packet-radio vozlišča nujno začne s tovorjenjem računalnika na hrib in se nujno konča s tovorjenjem istega računalnika nazaj v dolino.

Radioamaterji si običajno ne moremo privoščiti računalnika, ki bi ga enostavno pustili na hribu ob vozlišču. Če upoštevamo vlažno okolje, velike temperaturne spremembe in običajne razelektritve ozračja na planinskih vrhovih, računalnik verjetno ne bi preživel do naslednjega obiska vzdrževalcev. Marsikje smo radioamaterji le nepovabljeni gostje v tuji hiši na vrhu hriba, zato tam ne moremo puščati še druge naše opreme.

Prenosni računalniki sicer postajajo čedalje manjši in lažji, a imajo za nas radioamaterje hude omejitve. V prenosne računalnike ponavadi ne moremo vgraditi naših vmesnikov (na primer različnih SCC kartic) za packet-radio. Na prenosnih računalnikih lahko zato uporabljamo le vgrajeni RS-232 zaporedni vmesnik, ki zahteva žično povezavo do vozlišča, oziroma muhasti zunanji TNC.

Prenosni računalniki naj bi bili odpornejši na tresljaje in temperaturne spremembe, vendar na vrhu hriba pogosto odpovejo trdi disk, LCD prikazovalnik ali akumulator. Prenosni

računalniki tudi niso poceni, še posebej, če upoštevamo, da jih doma prav pogosto ne uporabljamo.

Tudi sam sem dolgo časa okleval in razmišljal, kako dograditi LCD prikazovalnik mojemu DSP računalniku. Medtem pa sem ob vsakem vzdrževanju tovoril na hrib računalnik, TV monitor in akumulator za napajanje. Končno sem se odločil za gradnjo samostojnega LCD terminala za packet-radio, to je majhnega računalnika, ki vsebuje vse potrebne vmesnike za krmiljenje radijskih postaj in LCD prikazovalnika ter ima program zapečen v EPROMu, da ne potrebuje nezanesljivih diskovnih enot.

Zgrajeni LCD terminal vsebuje dva različna modema in lahko deluje z dvema radijskima postajama hkrati. LCD terminal se je izkazal enostaven in poceni, saj vsebuje celo manj sestavnih delov od dveh običajnih TNCjev. Končno se je pokazal LCD terminal uporaben tudi doma, ko potrebujem računalnik za kaj drugega in opazujem promet na packet-radiu na LCD zaslonu terminala.

2. LCD prikazovalniki

Pri gradnji LCD terminala je treba najprej razmisliti o vrstah in razpoložljivosti primernih LCD prikazovalnikov. Danes obstaja veliko število različnih prikazovalnikov s tekočimi kristali (Liquid-Crystal Display). Delovanje vseh LCD prikazovalnikov je osnovano na sukanju polarizacije svetlobe, ki je v nekaterih snoveh močno odvisno od pritiskljenega enosmernega električnega polja (enosmerne napetosti).

Aktivna snov (tekoči kristal) je vstavljena med dve prozorni elektrodi, preko katerih pripeljemo krmilni signal, ter med dva polarizatorja svetlobe. Glede na pritisnjeno napetost lahko drugi polarizator prepušča oziroma slabi svetlobo, ki jo je prepuščal prvi polarizator, kar vidimo kot prozorno oziroma temno polje na prikazovalniku.

Prikazovalniki s tekočimi kristali delujejo pri napetostih nekaj voltov in tokovih v velikostnem razredu mikroamperov, kar je vsaj tisočkrat manj od drugih vrst prikazovalnikov.

Da elektrolitski pojavi ne uničijo elektrod in tekočih kristalov, moramo vse LCD prikazovalnike v resnici krmiliti z nizkofrekvenčno izmenično napetostjo frekvence od 30 do 70Hz.

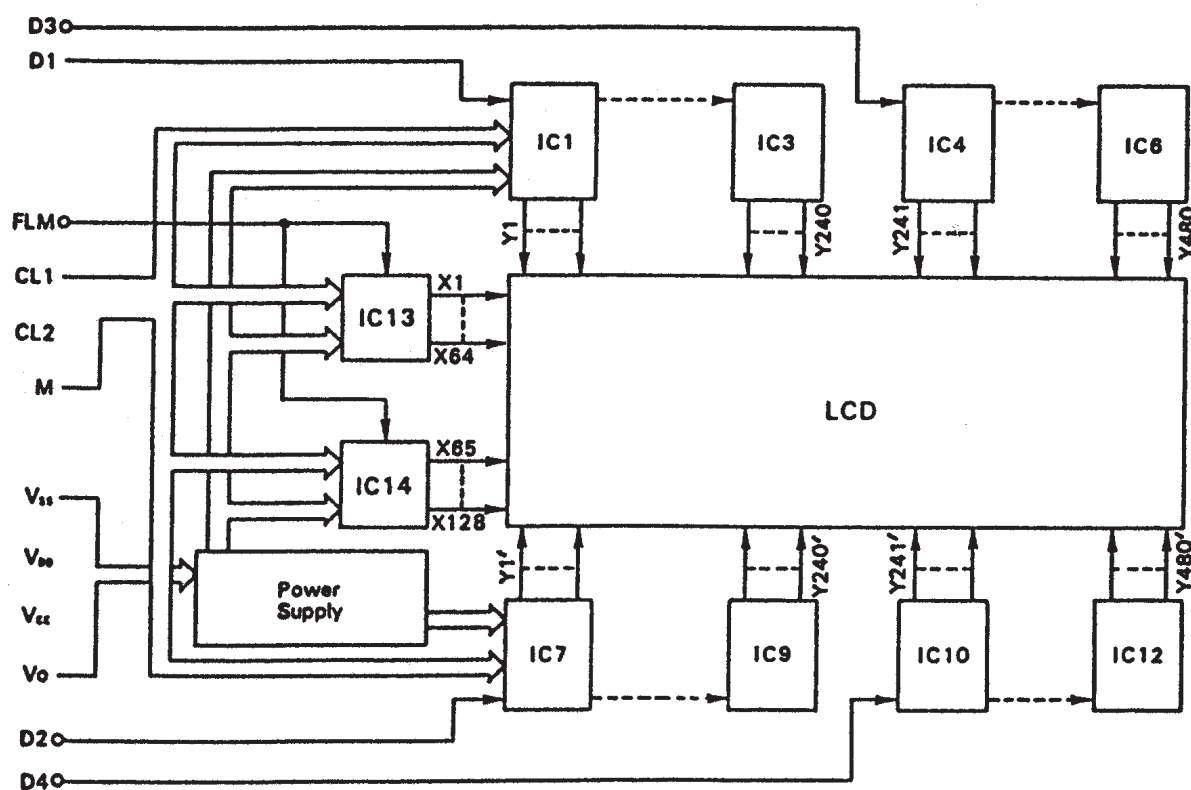
Neposredno krmiljenje LCD celic omogočajo le prikazovalniki z majhnim številom znakov, na primer pri urah ali digitalnih voltmetrih. Prikazovalniki z malo znaki imajo eno elektrodo skupno (backplane), druge elektrode pa so speljane na ustrezne priključke za vsak znak posebej. Ker vsak znak krmilimo neodvisno od ostalih znakov, takšni prikazovalniki omogočajo zelo dober kontrast slike.

Prikazovalnike z večjim številom znakov moramo krmiliti v multipleksu, sicer bi postalo število priključkov preveliko. Multipleksiranje LCD celic je nevhvaležna naloga, ker se LCD celice odzivajo na obe polariteti signala. Največ, kar lahko storimo, je to, da neizbrane celice dobijo tretjino napetosti izbranih celic pri multipleksiranju.

Za multipleksirane LCD prikazovalnike je zato značilen slab kontrast slike, ki se spreminja v odvisnosti od kota, pod katerim opazujemo sliko. Multipleksirani LCD prikazovalniki so zato ponavadi opremljeni s potenciometrom, s katerim nastavljamo delovno napetost LCD celic in s tem "osvetlitev" slike. Kontrast slike in hitrost odziva sta seveda močno odvisna od temperature, kot tudi od vrste tekočega kristala.

Razvoj tekočih kristalov omogoča čedalje večji kontrast oziroma čedalje višji faktor multipleksiranja. Le pri največjih LCD prikazovalnikih in pri barvnih prikazovalnikih še ni na razpolago ustreznih aktivnih snovi, zato so takšni prikazovalniki izdelani v TFT (Thin-Film Transistor) tehniki. TFT prikazovalniki imajo vgrajene aktivne sestavne dele, tankoslojne tranzistorje, v same prozorne elektrode, ki pri multipleksiranju preklaplajo napetosti na LCD celicah.

Na tržišču dobimo danes le nemultipleksirane LCD prikazovalnike kot samostojne sestavne dele. Multipleksirani LCD prikazovalniki imajo tako veliko število priključkov, da bi bila njihova vgradnja zelo zahtevno opravilo. Namesto golih LCD prikazovalnikov dobimo celotne LCD



Slika 1 - Notranja vezava LCD modula LM215.

module, ki poleg multipleksiranega LCD prikazovalnika vsebujejo vsaj del potrebne krmilne elektronike.

Mali LCD moduli (od 8 do 80 ASCII znakov, vsak v polju 5*7 točkic na prikazovalniku) ponavadi vsebujejo vso krmilno elektroniko za multipleksiranje LCD prikazovalnika. Kot krmilno vezje se najpogosteje uporablja Hitachi HD44780, ki vsebuje v svoji notranjosti RAM pomnilnik ter vsa vezja za vpisovanje in branje pomnilnika ter krmiljenje LCD prikazovalnika v multipleksu. Na strani računalnika se HD44780 obnaša kot dva 8-bitna registra.

LCD moduli z vezjem HD44780 so silno enostavni za uporabo, žal pa je 80 ASCII znakov premalo za terminal za packet-radio. Večji LCD moduli običajno ne vsebujejo niti pomnilnika niti vezij za multipleksiranje, pač pa le končne stopnje za krmiljenje LCD prikazovalnika. V nadaljnjem besedilu se bom omejil na običajne multipleksirane LCD prikazovalnike, saj so TFT prikazovalniki še predragi za amatersko uporabo.

Notranja vezava velikih LCD modulov brez pomnilnika in kontrolerja je vedno podobna tisti, ki je prikazana na sliki 1 za LCD modul

LM215. Krmilniki stolpcev in vrstic vsebujejo pomikalne registre, v katere vrivamo zaporedne podatke s pomočjo taktov. LCD modul LM215 ima pri ločljivosti 480 točk v vsaki od 128 vrstic komaj 12 električnih priključkov.

Večina LCD prikazovalnikov je podolgovate pravokotne oblike in ima več stolpcev kot vrstic. LCD prikazovalnike zato multipleksiramo po vrsticah, ker jih je manj, da dosežemo boljši kontrast slike. Stolpce potem krmilimo vzporedno. Vsi veliki LCD prikazovalniki imajo gornjo polovico slike neodvisno od spodnje polovice slike. Na ta način razpolovimo faktor multipleksiranja in spet izboljšamo kontrast slike.

Na primer, pri LCD modulu LM215 znaša faktor multipleksiranja 64, ker krmilimo gornjih 64 vrstic neodvisno od spodnjih 64 vrstic. Krmilniki gornje polovice LCD zaslona so nadalje razdeljeni v dve skupini, da znižamo hitrost prenosa podatkov v pomikalne registre, s krmiljenjem samega LCDja pa ta ukrep nima nobene zveze. S strani računalnika je LM215 razdeljen v štiri polja, ki jim ustrezajo podatkovni vhodi D1, D2, D3 in D4. Večji LCD moduli upo-

rabljajo tudi 8 podatkovnih vhodov.

Prenos podatkov v krmilna vezja LCD modula LM215 je prikazan na sliki 2. Podatki D1, D2, D3 in D4 vstopajo v ustrezne pomikalne registre IC1, IC2, IC3, IC4, IC5, IC6, IC7, IC8, IC9, IC10, IC11 in IC12 (vsi HD61100) s pomočjo takta CL2. Ko se pomikalni registri napolnijo, takt CL1 sproži prenos iz pomikalnih registrov v vmesne pomnilnike, ki krmilijo stolpce na zaslonu.

Hkrati takt CL1 pomakne krmilnika vrstic za eno vrstico navzdol. Vsebina vmesnih pomnilnikov krmili dve vrstici LCD prikazovalnika vse do naslednjega takta CL1, ko pomikalni registri že vsebujejo naslednji dve vrstici: eno v gornji in drugo v spodnji polovici zaslona.

Tudi krmilnika vrstic IC13 in IC14 (oba HD61103) sta pomikalna registra. Začetek slike sproži signal FLM, ki potem potuje po obeh pomikalnih registrih s taktom CL1. Na začetku nove slike preskoči tudi signal M, da zamenja polariteto krmiljenja LCD prikazovalnika. Signal M zagotavlja krmiljenje LCD prikazovalnika z izmenično napestjo tako, da je naslednja slika vedno krmiljena z obratno polariteto.

Večina LCD modulov zahteva

dvojno napajanje, kjer pomeni Vdd +5V, Vss je masa in Vee (negativno) napetost za krmiljenje LCD prikazovalnika. Krmilna vezja se v resnici napajajo med Vdd in Vee. Krmilno napetost sicer točno nastavimo s potenciometrom na vhodu Vo, ki je speljan na emitorski sledilnik s PNP tranzistorjem v samem LCD modulu. Vsi ostali krmilni vhodi so seveda mišljeni kot TTL vhodi med 0 in +5V.

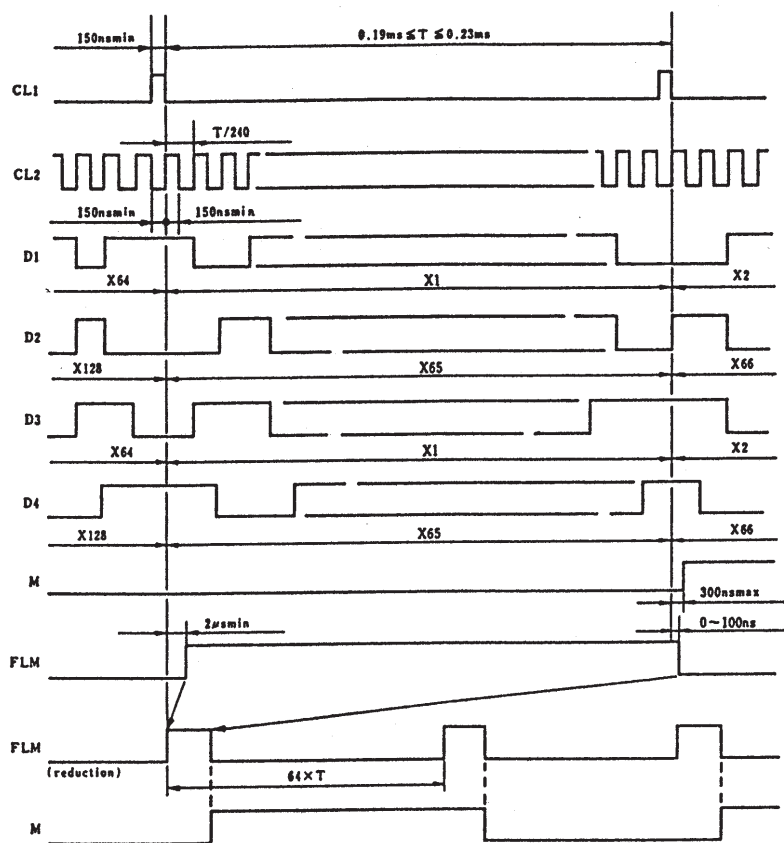
3. Zasnova LCD terminala za packet-radio

Pri terminalu za packet-radio bi želeli vsaj 80 ASCII znakov (črk, števil, interpunkcij ali presledkov) v vsaki vrstici in seveda čimveč vrstic na zaslonu. Čeprav dobimo LCD module z ločljivostjo 480*640 točk ali celo še več, so takšni moduli nerodno veliki in niso poceni. Sam sem se odločil za nekoliko manjši modul LM215 predvsem zato, ker ga pogosto najdemo na radioamaterskih sejnih (Pordenone, Friedrichshafen ipd) v nerabljenem stanju po zmerni ceni 20 do 50dem. Nov LCD modul lahko stane tudi 10-krat toliko. Cena LCD modula zavisi tudi od tega, ali je modul opremljen z elektroluminescenčno (EL) osvetljevalno folijo.

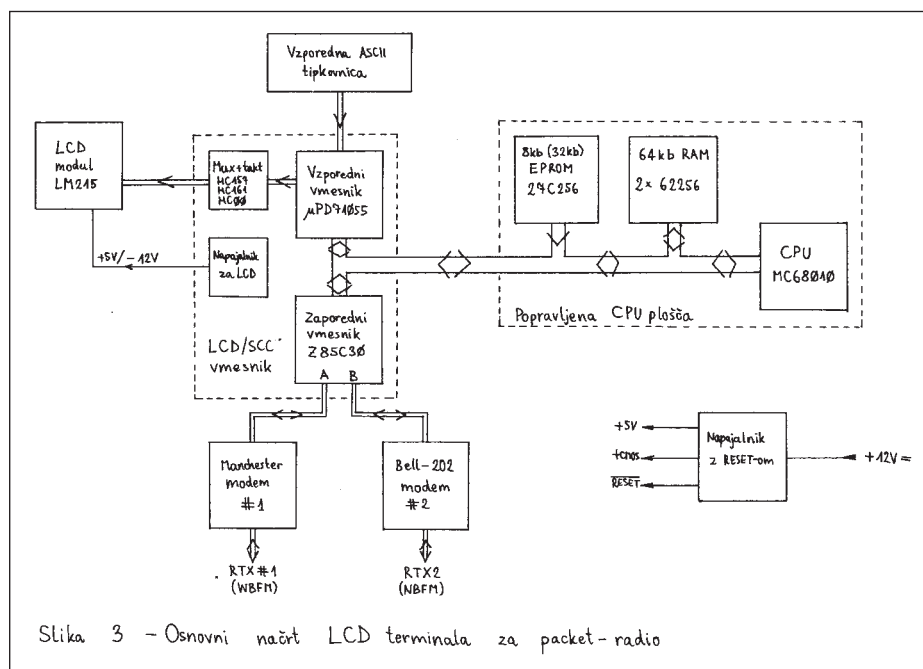
LM215 je pravokotne oblike z ločljivostjo 128*480 točk, kar pomeni 16 vrstic s po 80 ASCII znaki v vsaki vrstici. Tovarna Hitachi sicer proizvaja ustrezno krmilno vezje, ki z dodatkom RAM pomnilnikov proizvaja prav vse signale za krmiljenje LM215 in podobnih modulov, vendar teh vezij običajno ne najdemo na tržišču. Ustrezno krmilno vezje moramo zato izdelati sami. Na srečo ima LM215 razmeroma malo točk in se ga da krmiliti programsko z dovolj hitrim mikroročunalnikom.

Osnovni načrt LCD terminala za packet-radio je prikazan na sliki 3. Mikroprocesor MC68010 zmoro programsko krmiliti modul LM215 pri taktu 5 do 6MHz. Pri višjem taktu lahko isti mikroprocesor v prostem času opravlja še vse ostale naloge v terminalu za packet-radio. Takšna rešitev bo sicer marsikoga spomnila na starodavne računalnike "ZX80", "ZX81", "Galaksija" ipd, kjer je ubogi Z80CPU proizvajal kar TV sliko, vendar za sam packet-radio terminal to povsem zadošča.

Mikroprocesor MC68010 je vgrajen na CPU ploščo DSP računalnika skupaj s primerno količino RAM pomnilnika (64kb), podnožjem za 32kb



Slika 2 - Krmiljenje LCD modula LM215.

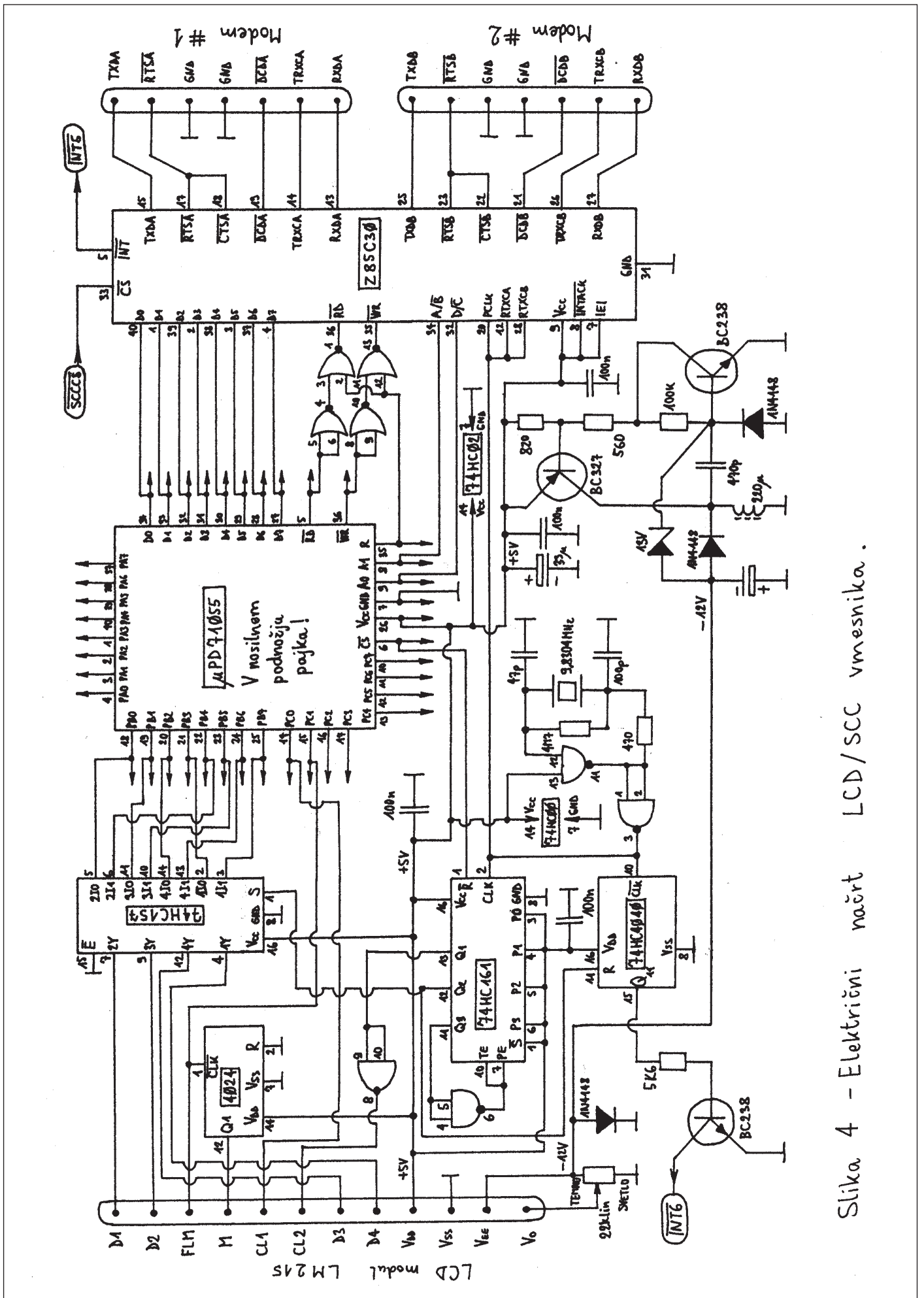


Slika 3 - Osnovni načrt LCD terminala za packet-radio

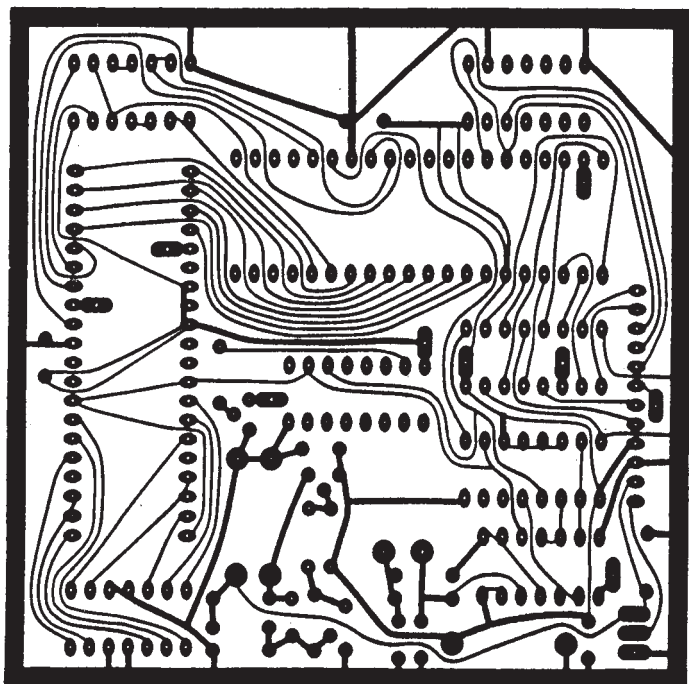
EPROM (27C256) in vzporednim vmesnikom μPD71055 (82C55). CPU plošča DSP računalnika je bila večkrat objavljena v CQ ZRS in sicer v številkah 2/91 (osnovna izvedba za MC68010 v DIL ohišju), 1/93 (S51KQ izvedba za MC68010 v PGA ohišju) in 3/95 (izboljšana in popravljena izvedba za DIL CPU).

DSP računalnik sicer razpolaga s

primernim zaporednim vmesnikom za packet-radio (floppy-SCC plošča, objavljena v številki 5/91). V ta namen bi lahko uporabili tudi zaporedni vmesnik za SuperVozelj (objavljen v 1/93). Obe rešitvi bi zahtevali uporabo vodila DSP računalnika, kar v prenosnem terminalu zaradi velikih dimenzij ni ravno zaželeno.



Slika 4 - Električni načrt LCD/SCC vmesnika.



Slika 5 - Tiskanina pajka LCD/SCC vmesnika.

učinkovitejše krmiljenje LM215 in napajalnikom za LCD prikazovalnik.

Zaporedni vmesnik Z85C30 lahko istočasno krmili dva modema in dve radijski postaji. Ker je glavni namen terminala vzdrževanje packet-radio omrežja, je smiselno vgraditi dva različna modema. Na kanal A sem zato priključil Manchester modem za 38400 bit/s (objavljen v CQ ZRS 6/92), na kanal B pa Bell-202 modem (objavljen v številki 5/90 oziroma izboljšana S57BKC izvedba v številki 2/93).

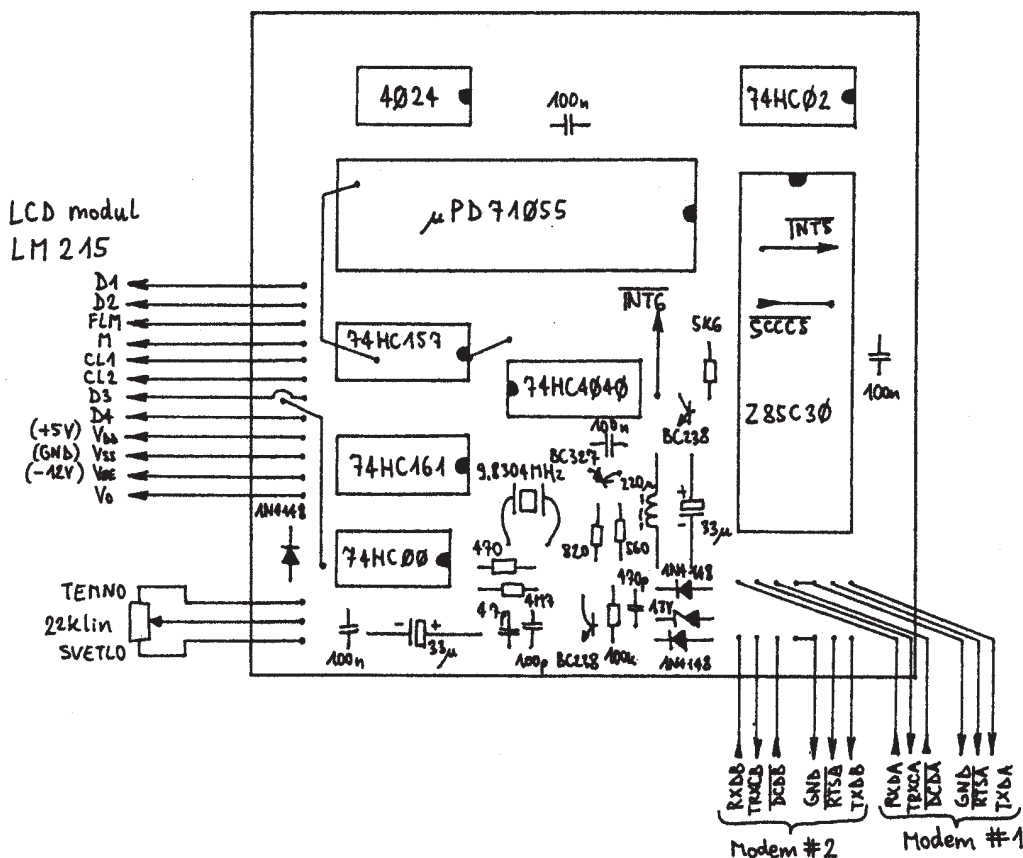
Končno potrebuje terminal še napajalnik z RESET-om in tipkovnico, povsem enako kot DSP računalnik. Glede na majhno porabo celotnega terminala zadošča switching napajalnik za en TNC2, objavljen v CQ ZRS 1/92. Tipkovnica mora imeti vzporedni izhod, se pravi 7 ali 8 podatkovnih vodov in strobe. Glede na namen terminala je smiselno izbrati čim manjšo tipkovnico pa tudi njeno električno porabo moramo upoštevati.

4. LCD/SCC vmesnik

Električni načrt LCD/SCC vmes-

Pri natančnem pregledu načrta CPU plošče DSP računalnika hitro ugotovimo, da imamo večino potrebnih signalov na razpolago na podnožju vzporednega vmesnika uDP 71055. LCD/SCC vmesnik za termi-

nal za packet-radio sem zato izdelal kot pajek, ki se zatakne v podnožje vezja uPD71055. Samo vezje uPD71055 je vgrajeno na pajek skupaj z zaporednim vmesnikom Z85C30, peščico TTL vezij za



Slika 6 - Razporeditev sestavnih delov LCD/SCC vmesnika.

nika je prikazan na sliki 4. LCD modul LM215 krmilimo preko izhodov PB0-7 (podatki) ter PC0 in PC1 (takta CL1 in FLM) vzporednega vmesnika uPD71055. Da se razbremeni računalnik in razpolovi število potrebnih operacij, računalnik vedno pošilja podatke za LCD modul v skupinah po 8 bitov na izhode PB0-7 vzporednega vmesnika uPD71055. Te izhode potem multipleksira 74HC157 v štiri podatkovne vode D1-4.

Ko mikroprocesor MC68010 vpiše bajt podatkov v uPD71055, preko voda CS hkrati resetira števec 74HC161. Po zaključenem vpisu začne števec 74HC161 šteti od 0 naprej in na izhodu Q1 proizvede dva taktna impulza CL2. Hkrati izhod Q2 krmili izbiro spodnjih oziroma gornjih 4 bitov z vezjem 74HC157. Ko števec 74HC161 doseže stanje 8, izhod Q3 preko inverterja ustavi delovanje števca.

Ker mora mikroprocesor MC68010 opravljati tudi druge naloge v terminalu brez prevelikih zakasnitev, lahko v enem zamahu vpiše večjemu polovico vrstice. Polovico vrstice predstavlja 120 taktov CL2 oziroma zaporedni vpis 60 bajtov na izhode PB0-7. Po vpisu 60 bajtov procesor opravlja druge naloge v terminalu, prekinitveni števec 74HC4040 pa bo po izteku določenega časa spet sprožil INT6 za vpis naslednjih 60 bajtov v LCD modul.

Takta CL1 in FLM sta dovolj počasna, da jih mikroročunalnik naredi programsko na izhodih PC0 in PC1. Pri tem bo signal CS sicer sprožil po dva taktna impulza CL2, kar je treba upoštevati v programu. Signal M za izmenično krmiljenje LCD dobimo preprosto s flip-flop vezjem 4024 iz takta FLM.

LCD modul LM215 potrebuje razen +5V (Vdd) še negativno napajalno napetost Vee okoli -10V. Ker LCD celice potrebujejo višjo napetost pri nižjih temperaturah, vmesnik vsebuje pretvornik (tranzistorja BC327 in BC238) z izhodom -12V. Zaradi lažjega iskanja napak v vezju sem se rajši izognil programskemu krmiljenju "svetlobe" LCD prikazovalnika ter vgradil običajen 22kohm potenciometer. LCD modul povežemo z vmesnikom preko 12-polne vtičnice, ki ima priključke razporejene v enakem vrstnem redu kot na LCD modulu.

Vzporedna ASCII tipkovnica je povezana povsem enako kot v DSP računalniku: podatki na PA0-7 in strobe na PC4. Če ima tipkovnica le 7

izhodov, ne smemo pozabiti na najvišji bit PA7, ki mora biti povezan na maso. Povsem enako kot v DSP računalniku tudi tu znaki s tipkovnice prožijo NMI prekinitvev INT7 preko vezja, ki je vgrajeno na sami CPU plošči. Na vhod PC6 priključimo stikalo za delni/popolni reset enako kot v DSP računalniku.

Končno vsebuje vmesnik še SCC vezje Z85C30. Zaporedni vmesnik sicer nima neposredne povezave s krmiljenjem LCD modula in tipkovnice, je pa večina potrebnih krmilnih signalov (podatkovno vodilo D0-7, dva naslovna voda ter signali RD, WR in RESET) na razpolago prav na podnožju uPD71055. Iz CPU plošče moramo pripeljati posebej le SCCCS in nazaj napeljati zahtevo za prekinitvev INT5. NOR vrata 74HC02 vstavijo RESET v signala RD in WR, ker Z85C30 nima posebne nožice za RESET.

Zaporedni vmesnik Z85C30 je sicer povezan enako kot na SCC kartici SuperVozlja. Celoten vmesnik vsebuje en sam takti oscilator na 9.8304MHz, ki krmili Z85C30 kot tudi logiko za multipleksiranje podatkov in proženje prekinitvev LCD prikazovalnika. Modeme priključimo preko 7-polnih vtičnic, ki imajo razporejene priključke v enakem zaporedju kot na modemih. Na teh vtičnicah je na razpolago tudi izhod TRXC, ki ga večina modemov sicer ne potrebuje.

LCD/SCC vmesnik je zgrajen kot pajek, ki ga vtaknemo v podnožje uPD71055 na CPU plošči. Ker je nosilnost 40-polnega podnožja zelo omejena, naj bo pajek čim lažji. Enostranska tiskanina pajka z izmerami 90mm * 90mm, ki je prikazana na sliki 5, je zato izjedkana na tankem vitroplastu debeline komaj 0.8mm.

Vzporedni vmesnik uPD71055 vgradimo v "wire-wrap" podnožje, ki ima debele, skoraj 2cm dolge nožice. Podnožje najprej zacínimo v tiskanino, nato pa nožice vtaknemo in zacínimo v običajno 40-polno podnožje, ki bo služilo kot vtikač v podnožje na CPU plošči.

Razporeditev vseh sestavnih delov pajka je prikazana na sliki 6. Od ostalih sestavnih delov vgradimo na običajno podnožje le še Z85C30, ostala integrirana vezja pa zaradi čim manjše teže in višine vgradimo brez podnožij. Tudi elektrolitska kondenzatorja, dušilko v pretvorniku in kristal vgradimo vodoravno, vzporedno s ploščico, zaradi čimmanjše višine. Pred vgradnjo podnožij, in-

tegriranih vezij in vtičnic ne smemo pozabiti na tri žične mostičke!

Vezje LCD/SCC vmesnika sem preizkusil z različnimi izvedbami vezja Z8530. Pri taktu 9.8304MHz je povsem pravilno delovala večina 6MHz izvedb NMOS vezij in le z nekaterimi 8MHz CMOS izvedbami Z85C30 sem imel težave. CMOS vezje je zaželeno predvsem zaradi majhne porabe, saj NMOS izvedba troši kar 200mA pri 5V napajanju, kar v prenosni napravi sploh ni zanemarljivo.

5. Vezava CPU plošče in ostalih enot

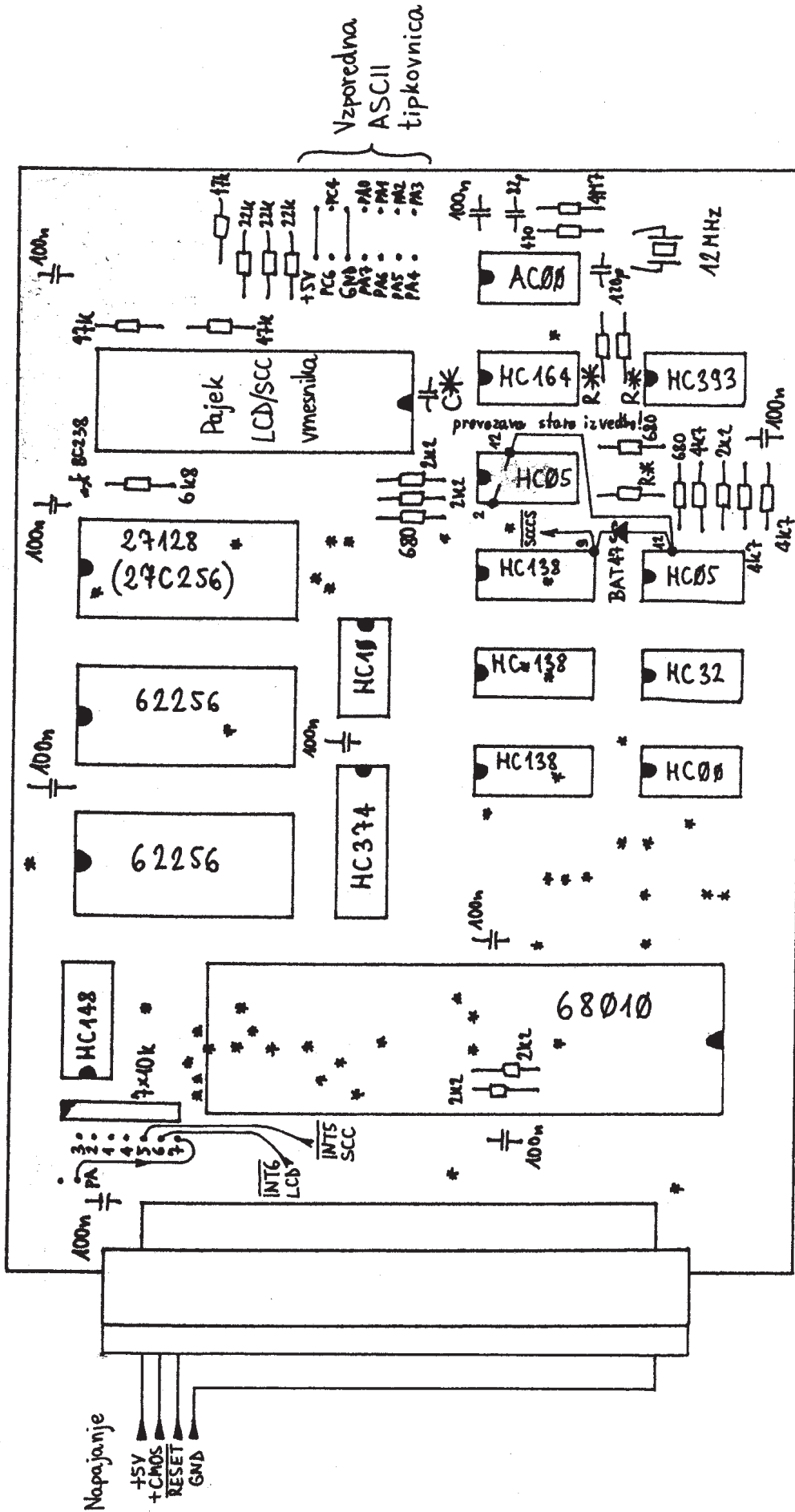
CPU plošča in ostale sestavne enote LCD terminala za packet-radio zahtevajo nekaj manjših predelav. Ker so bile vse sestavne enote razen LCD/SCC vmesnika že natančno opisane v glasilu CQ ZRS, bom tule na kratko opisal le potrebne predelave.

Vezava popravljene CPU plošče je prikazana na sliki 7. Na CPU plošči lahko povsem opustimo vezje ure uPD4990 in okoliške sestavne dele, ker jih program ne uporablja. Izhod PC2 vzporednega vmesnika je sicer neizkoriščen ravno zaradi možnega dodatka ure uPD4990.

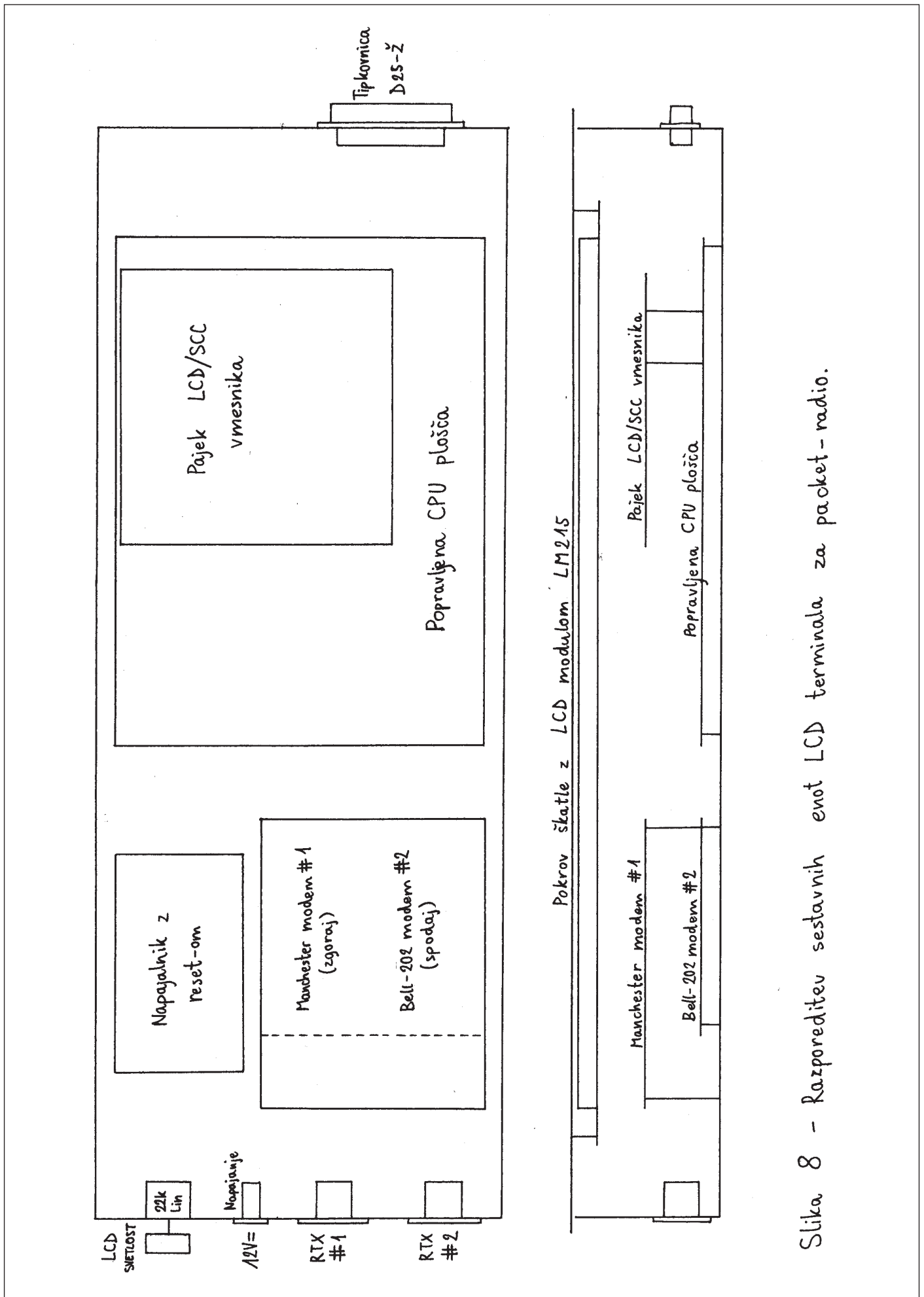
Pajek LCD/SCC vmesnika dobi večino potrebnih signalov preko podnožja uPD71055, do CPU plošče pa je treba posebej napeljati še tri žice: zahtevi za prekinitvi INT5 in INT6 ter SCCCS. Te tri žice pricinimo na spodnjo stran tiskanine pajka, na CPU plošči pa jih vtaknemo v ustrezne vtičnice.

Vtičnici za signala INT5 in INT6 sta običajno že vgrajeni, za SCCCS pa pricinimo eno samo nožico podnožja za integrirana vezja na nožico 9 vezja 73HC138, kot je to prikazano na sliki 7. Takšna izbira postavi registre vezja Z85C30 na naslove \$60001, \$60003, \$60005 in \$60007. Izbiro moramo seveda javiti tudi mikroprocesorju MC68010 na vhod DTACK preko schottky diode BAT47. Diodo najlažje vgradimo kar na gornji strani tiskanine tako, da jo pricinimo med nožico 9 vezja 73HC138 in nožico 12 sosednjega vezja 74HC05.

Pri stari izvedbi CPU plošče oziroma na S51KQ CPU plošči je treba prevezati še uPD71055 iz VPA na DTACK. To storimo tako, da pod tistim 74HC05, ki je bližje uPD71055, prekinemo povezavo med nožicama



Slika 7 - Vezava popravljene CPU plošče.



Slika 8 - Razporeditev sestavnih enot LCD terminala za packet-radio.

Ukaz	...opis

<LF>0	...nastavi monitorski kanal
<LF>3	...nastavi kanal zveze 3 (od 1 do 8)
<LF>M <znak>	...nastavi lastni klicni znak (brez SSIDja)
<LF>C <znak>	...vzpostavi zvezo, kliči na obeh kanalih
<LF>C 1 <znak>	...vzpostavi zvezo s klicanjem na kanalu 1
<LF>C <znak> <digi2> <digi1>	...vzpostavi zvezo preko digijev
<LF>C -11 <znak>	...vzpostavi zvezo z lastnim SSIDjem -11
<LF>D	...začni podiranje (prvič) oziroma dokončno podri (drugič) zvezo
<LF>	...izpiši svoj lastni klicni znak, številko zveze, število prostih blokov spomina in stanje vseh 8 zvez
<LF><LF><besedilo>	...oddaj en znak <LF> na začetku besedila

Slika 9 - Ukazi programa TERM25 (izvedba 02/11/1996).

2 in 12 in nožico 12 potem s koščkom žice spojimo na nožico 12 drugega 74HC05. Če tega ne storimo, bo vpisovanje podatkov na LCD zaslon zelo počasno in zaslon bo utripal, mikroprocesor pa ne bo utegnil obdelati vseh prispelih podatkov pri višjih hitrostih prenosa.

Popravljen CPU plošča (opisana v CQ ZRS 3/95) sicer že vsebuje opisano predelavo: uPD71055 povezan na DTACK. Ker LCD terminal (zaenkrat) ne uporablja DMA vezja, je popolnoma vseeno, kako so povezani ustrezni priključki na MC68010. Z dodatkom DMA kartice (CQ ZRS 3/95) bi se sicer dalo enostavno dodati še dva DMA kanala za preizkus zvez z megabitnimi hitrostmi, saj je terminalski program le izvedenka programa SuperVozelj.

Manjše predelave oziroma nastavitve zahtevata tudi modema in napajalnik. Pri Manchester modemu iz CQ ZRS 6/92 moramo paziti predvsem na to, da vgradimo prave sestavne dele za željeno hitrost delovanja. Bell-202 modemi uporabljajo vezje 7910, ki zaradi zastarele tehnologije troši skupno skoraj 1W

moči, kar v prenosnem terminalu ni ravno zaželeno. Pri poizkusih z različnimi primerki 7910 sem opazil razlike v porabi (primerki AM7910 so imeli višjo porabo od EF7910), torej je smiselno izbrati vezje z najmanjšo porabo za prenosni terminal.

V napajalniku iz CQ ZRS 1/92 je smiselno zamenjati dva sestavna dela v vezju za RESET. To vezje sicer deluje brezhibno tudi z izvornimi vrednostmi sestavnih delov, vendar je zakasnitev ob vklopu precej velika in ves ta čas LCD prikazovalnik trpi pritisnjeno enosmerno napetost. Čas RESETa zmanjšamo tako, da zamenjamo 470uF kondenzator z 220 uF ter 8V2 zener diodo s 5V6 zener diodo.

Celotno vezje LCD terminala sicer ne vsebuje nobene zaščite za LCD prikazovalnik v slučaju, da računalnik ne štarta oziroma se iz kakršnegakoli razloga ustavi. To se lahko zgodi tudi pri prenizki napajalni napetosti, ko ostane RESET aktiven. Vse takšne slučaje moramo preprečiti, saj vsem LCD prikazovalnikom škodi enosmerno krmiljenje.

6. Vgradnja LCD terminala v ohišje

Razen tipkovnice je smiselno vgraditi vse ostale dele LCD terminala za packet-radio v eno samo podolgovato ohišje. Oba zgrajena prototipa sem vgradil v ohišji iz 1mm debele Al pločevine dolžine 320mm, širine 135mm in višine 50mm. Razporeditev sestavnih enot terminala znotraj ohišja je prikazana na sliki 8.

LCD modul LM 215 je pritrjen pod pokrov ohišja. V pokrovu moramo seveda izrezati primerno veliko odprtino za LCD prikazovalnik (približno 242mm * 70mm za LM215). Pri vgradnji LCD modula moramo seveda paziti, da ne opraskamo ali razbijemo občutljive prednje površine prikazovalnika. Okno v pokrovu seveda zaščitimo s ploščo iz pleksi stekla.

Vse ostale sestavne enote so pritrjene na dno škatle, vključno z vtičnicami in potenciometrom. Celotno zgrajeno napravo najprej preizkusimo brez priključenega LCD modula. Pri tem preverimo delovanje vseh napajalnikov in prisotnost izmeničnega signala M ter drugih ta-

ktiv za LCD modul, ki nam označuje delujoč program. Poraba LCD modula je zanemarljiva, poraba vseh ostalih vezij vključno s tipkovnico pas naj skupno ne presega 300mA pri 12V, sicer bo mali switching napajalnik preobremenjen.

7. Uporaba LCD terminala za packet-radio

Pri gradnji LCD terminala se moramo odločiti tudi za vrste vgrajenih modemov in hitrosti delovanja. V članku sem opisal verjetno najbolj smiselno izbiro: 38k4 Manchester in 1k2 Bell-202. Obe hitrosti uporabljajo skoraj vsa packet-radio vozlišča v Sloveniji.

Omejitve programa TERM25 so sicer 38400bit/s na obeh kanalih. Za delovanje enega kanala na 38k4 zadošča že takt procesorja 8MHz, terminal pa je preizkušen istočasno na dveh kanalih na 38k4 pri taktu procesorja 12MHz. Za delovanje s hitrostjo 76k8 bi bilo verjetno treba razdeliti vpisovanje podatkov v LCD prikazovalnik na več manjših odsekov, saj uporablja krmiljenje LCDja prekinitvev INT6 z višjo prioriteto od zaporednega vmesnika (INT5).

Program TERM25 (izvedba z datumom 02/11/1996) pozna le peščico enostavnih ukazov. Ob vnosu ukaza se spremeni utripajoči kurzor na zaslonu iz zvezdice v šahovnico. Med vnosom ukaza je izpis drugih spo-

ročil ustavljen. Vnos zaključimo z znakom <CR> ali CTRL-M, ukaz se takoj izvrši, kurzor pa postane spet utripajoča zvezdica.

Program TERM25 razume večino ukazov kot besedilo, ki ga mora oddati. V upravni način preidemo z znakom <LF> ali CTRL-J na prvem mestu ukaza. V upravnem načinu izberemo eno od največ 8 možnih zvez oziroma monitorski kanal (0), nastavimo lastni klicni znak, vzpostavimo ali podremo zvezo. Seznam ukazov je prikazan na sliki 9. Po vsakem ukazu se terminal sam takoj vrne v tekstovni način.

Besedilo, ki ga odtipkamo na kanalu 0, se odda kot beacon na obeh kanalih. Besedilo na ostalih kanalih zvez se odda samo v primeru, če je na danem kanalu vzpostavljena zveza. Stanje programa preverimo z ukazom <LF> brez kakršnekoli črke zadaj. Pri tem program izpiše lastni klicni znak, številko kanala zveze, število prostih blokov pomnilnika (največ 105) ter stanje vseh 8 možnih zvez. Zvezdica "*" pred zvezo pomeni, da nas tam čakajo okvirji, lojtrca "#" pa, da naši okvirji čakajo na potrditev sogovornika.

Ukaz C deluje povsem enako kot pri programu SuperVozelj, torej lahko nastavljamo kanal klicanja in lastni SSID. Ko pa nas pokliče sogovornik, se bo program odzval na lastni klicni znak s katerimkoli SSID jem, spet podobno kot SuperVozelj. Če programu zmanjka prostih blokov

v pomnilniku, se najprej ustavi kakršnakoli oddaja okvirjev. Problem razrešimo tako, da zamenjamo kanal zveze in tam prečitamo čakajoče okvirje oziroma podremo eno ali več zvez.

Program TERM25 sicer uporablja poenostavljeno inačico protokola AX.25, ki deluje povsem brezhibno le s programom SuperVozelj oziroma drugimi kulturno napisanimi programi za packet-radio. Stikalo za delni/popolni reset določa le to, kaj se zgodi z lastnim klicnim znakom ob vklopu. Če je PC6 sklenjen na maso, program klicnega znaka v baterijsko napajanemu RAM pomnilniku ne spreminja. Če pa je PC6 odprt ali na +5V, program prepíše klicni znak iz EPROMa. Vsi ostali parametri programa se vedno prepíšejo iz EPROMa, ne glede na stanje PC6. Ob vklopu se vedno nastavi kanal zveze 0 (monitorski kanal).

Program TERM25 je napisan v zbirniku družine 68k in ga prevedemo v strojni jezik s programom ASM68K na DSP računalniku. Prevod v strojnem jeziku je dolg komaj 7.5kb (izvedba 02/11/1996), zato bi ga lahko zapekli celo v 8kb EPROM 27C64, ki ga je danes že težko najti na tržišču. Seveda lahko program zapečemo na začetek 27C256, pri tem pa ne smemo pozabiti na mostiček za dodatni naslov pod podnožjem EPROMa na CPU plošči.

Megabitni TNC za packet-radio

Matjaž Vidmar, S53MV

1. Računalniški vmesniki za packet-radio

Packet-radio je bil že od svojega nastanka vezan na obstoj računalnikov in primernih vmesnikov. Ker pred dvema desetletjema osebni računalniki niti zdaleč niso bili tako razširjeni niti enostavno dosegljivi kot danes, je večina radioamaterjev zato začela dejavnost na packet-radiu z odpisanim računalniškim terminalom, ki je potreboval ustrezen vmesnik. Prav vmesnik z imenom TNC (Terminal Node Controller) je privedel do standardizacije protokolov in uvedbo protokola AX.25 po celem svetu.

Danes obstaja veliko število različnih vmesnikov z imenom TNC. Najslavnejši med njimi je prav gotovo TNC2, ki ga je razvila skupina amaterjev iz Tucson Area Packet Radio (TAPR). TNC2 so kopirali po celem svetu in tudi naša kopija je doživela velik uspeh (1), (2). Za TNC2 je bila razvita najrazličnejša programska oprema, od vmesnikov za računalniške terminale, do vmesnikov za osebne računalnike in celo za vozlišča omrežja.

Z uveljavljanjem zmogljivejših osebnih računalnikov so TNCji začeli izgubljati na veljavi. Še več, programska oprema večine TNCjev je prirejena za delo z neumnim RS-232 terminalom, kar predstavlja nepotrebno oviro pri delu z zmogljivejšim osebnim računalnikom. Za delo s protokolom TCP/IP je Phil Karn, KA9Q razvil enostaven KISS protokol med TNCjem in osebnim računalnikom, ki sicer omogoča skoraj popoln nadzor računalnika nad radijsko zvezo, vendar po drugi strani vnaša dodatne zakasnitve v radijsko zvezo.

Zmogljivejši osebni računalniki so omogočili neposredno krmiljenje modema vsaj pri nižjih hitrostih prenosa do 10kbit/s, kar pomeni, da danes tu TNC ni več potreben. Za višje hitrosti prenosa so bile razvite različne vmesniške kartice, ki jih neposredno vtaknemo v vodilo osebnega računalnika in se tako izognemo zakasnitvam zunanjih vmesnikov. Razvoj in uporaba vmesniških kartic je nedvomno omogočila tudi standardizacija IBM PC računalnikov

z ISA vodilom.

Razvoj TNCjev in programske opreme zanje se je zato začel ustavljati. Kljub poplavi programske opreme za najbolj razširjeni TNC2 še danes nimamo niti kvalitetnega programa za enostavni KISS protokol, ki bi zanesljivo deloval pri srednjih hitrostih prenosa 38400bps ali 76800bps. Dobri stari TNC2 hitreje od 76800bps sploh ne gre, programska oprema za novejši TNCje pa je zelo nezanesljiva, če do teh TNCjev sploh lahko pridemo.

Megabitne PSK radijske postaje so bile sprva namenjene le za zmogljive povezave med vozlišči packet-radio omrežja (6). Z megabitnimi vmesniki in DMA neposrednim dostopom do pomnilnika so razpolagali le naši "SuperVozlji" in italijanska "Itanet" vozlišča. Razvoj hitrih packet-radio zvez v drugih delih sveta je žal ostal priklenjen na neučinkovite 9600bps FSK modeme in tovarniške FSK postaje, z njim vred pa se je ustavil tudi razvoj vmesnikov in programske opreme za packet-radio.

Z uporabo tehnike ničelne medfrekvence so PSK radijske postaje (7) in (9) postale dostopne širokim krogom uporabnikov. Na osnovi preverjene PI kartice kanadskega izvora je Marko S57MMK razvil odličen vmesnik za hitre PSK radijske postaje, ki ga vtaknemo v ISA vodilo običajnega PC računalnika (8). Vmesnik uporablja DMA dostop do pomnilnika in prav gotovo predstavlja najboljšo tehnično rešitev.

Žal kartice za ISA vodilo ne moremo vtakniti v katerikoli PC računalnik. Nekateri računalniki sploh nimajo ISA vodila za dodatne kartice, na primer prenosniki. Delovanje marsikaterega računalnika je že samo po sebi nezanesljivo zaradi slabega načrtovanja in izdelave ter gnilega operacijskega sistema ali druge programske opreme. Dodatna kartica neposredno na vodilu računalnika nam lahko prinese samo še dodatne težave, če na skupnem vodilu že ne pride do neposrednega "pretepa" med nezdružljivimi vmesniki.

Novi, hitrejši računalniki prinašajo samo še večje težave na najrazličnejših vodilih. Ker radioamaterji preprosto ne zmoremo slediti komercialnemu razvoju različnih nezdru-

žljivih računalnikov, ki kupcu sicer ne prinaša bistvenih novosti, pač pa le onemogoča uporabo starejše opreme, bo treba vmesnike za naše naprave priključiti na takšen priključek, s katerim razpolagajo skoraj vsi računalniki: RS-232 vmesnik, vmesnik za tiskalnik, priključek za ethernet omrežje ali celo USB vodilo. TNCji v takšni ali drugačni obliki se torej vračajo na prizorišče kljub temu, da so strogo tehnično gledani slabša rešitev od vmesnika v vodilu računalnika.

2. Načrt megabitnega TNCja

Sam sem dolgo časa razmišljal, kako izdelati enostaven TNC za megabitni packet-radio. Megabitni podatki skoraj zahtevajo uporabo DMA dostopa do pomnilnika, kar skomplicira katerikoli vmesnik. DMA predvsem prinaša dodatno stopnjo nezanesljivosti delovanja naprave, saj si procesor in DMA podajata vodilo, njuna sinhronizacija pa je vse prej kot enostavna.

Razvoj profesionalne tehnike gre vsekakor v smeri izogibanja namenskih vezij, kamor sodijo tudi vezja za DMA dostop do pomnilnika. Na primer, hitri komunikacijski procesor MC68360 ima štiri hitre zaporedne vmesnike z DMA dostopom do pomnilnika, ki pa so v notranjosti vezja izdelani z enim samim zelo hitrim RISC procesorjem. Različne protokole prenosa podatkov tako preprosto izbiramo z zamenjavo programa, ki upravlja z RISC procesorjem.

Megabitno hitrost prenosa lahko zato dosežemo tudi z nekoliko starejšimi sestavnimi deli, ki so lažje dobavljivi, predvsem pa amaterji do potankosti obvladamo njihovo programiranje. Po natančnem preštevanju taktnih ciklov ukazov mikroprocesorjev družine MC68000 sem prišel do zaključka, da se da izdelati megabitni TNC tudi z običajnim MC68000 in SCC vezjem Z8530, ki proži primerne prekinitve. Torej nič posebno novega, pač pa le dobro znana tehnika, a izpiljena v podrobnostih.

Načrtovanja novega TNCja sem se lotil neobičajno. Najprej sem žrtvoval

stano CPU ploščo SuperVozlja z mikroprocesorjem MC68010 in jo predelal tako, da sem na njej lahko preizkusil vse zahtevnejše dele programske opreme. Poskusi so pokazali, da za delovanje TNCja s hitrostjo 1.2288Mbps potrebuje mikroprocesor taktno frekvenco okoli 15MHz, kar se dokaj dobro ujema z izračunom taktnih ciklov ukazov. Šele nato sem narisal tiskanino novega TNCja, kjer sem uporabil novejšo sestavne dele: CMOS mikroprocesor MC68HC000 in prav tako CMOS zaporedni vmesnik Z85C30.

Načrt vezave mikroprocesorja, pomnilnikov in zaporednega vmesnika je prikazan na sliki 1. Podobno kot DSP računalnik ali SuperVozelj tudi megabitni TNC požene 16-bitni procesor iz enega samega 8-bitnega EPROMa 27C256. 16-bitni ukazi se iz 8-bitnega EPROMačitajo v dveh korakih, gornja polovica ukaza pa se pri tem shrani v vmesnem pomnilniku 74HC374. Mikroprocesor seveda takoj po resetu prepíše vsebino EPROMa v RAM širine 16-bitov, kjer hitri pomnilniki omogočajo dostop do ukazov brez čakalnih stanj.

Zaporedni vmesnik Z85C30 je vezan na spodnjih 8 bitov podatkovnega vodila. Enostavne in predvsem zelo hitre prekinitvene podprograme omogočata izhoda /REQA

(megabitni radijski kanal na INT3) in /REQB (RS-232 vmesnik na INT1), ki sta običajno namenjena proženju DMA vezja. Na izhod /INT je namreč znotraj Z85C30 napeljana cela vrsta izvorov prekinitiev. V primeru uporabe /INT mora program najprej ugotoviti, za kakšno vrsto prekinitve sploh gre. Kar je v primeru uporabe /INT še slabše, nepomemben izvor prekinitve lahko zaustavi časovno zelo kritičen prenos podatkov v megabitni zvezi.

Ker izhod /INT vezja Z85C30 ni uporabljen, moramo dostaviti mikroprocesorju MC68HC000 prekinitveni vektor na drugačen način. MC68HC000 zna sicer sam določiti vektor z odzivom na izhodu /VPA, vendar to pomeni do 15 dodatnih čakalnih stanj ali dodaten MHz taktne frekvence samo za določanje vektorja prekinitve. Prekinitveni vektor zato odda vezje 74HC244 na povsem enak način, kot bi to napravil /VPA, a brez nepotrebnih čakalnih stanj.

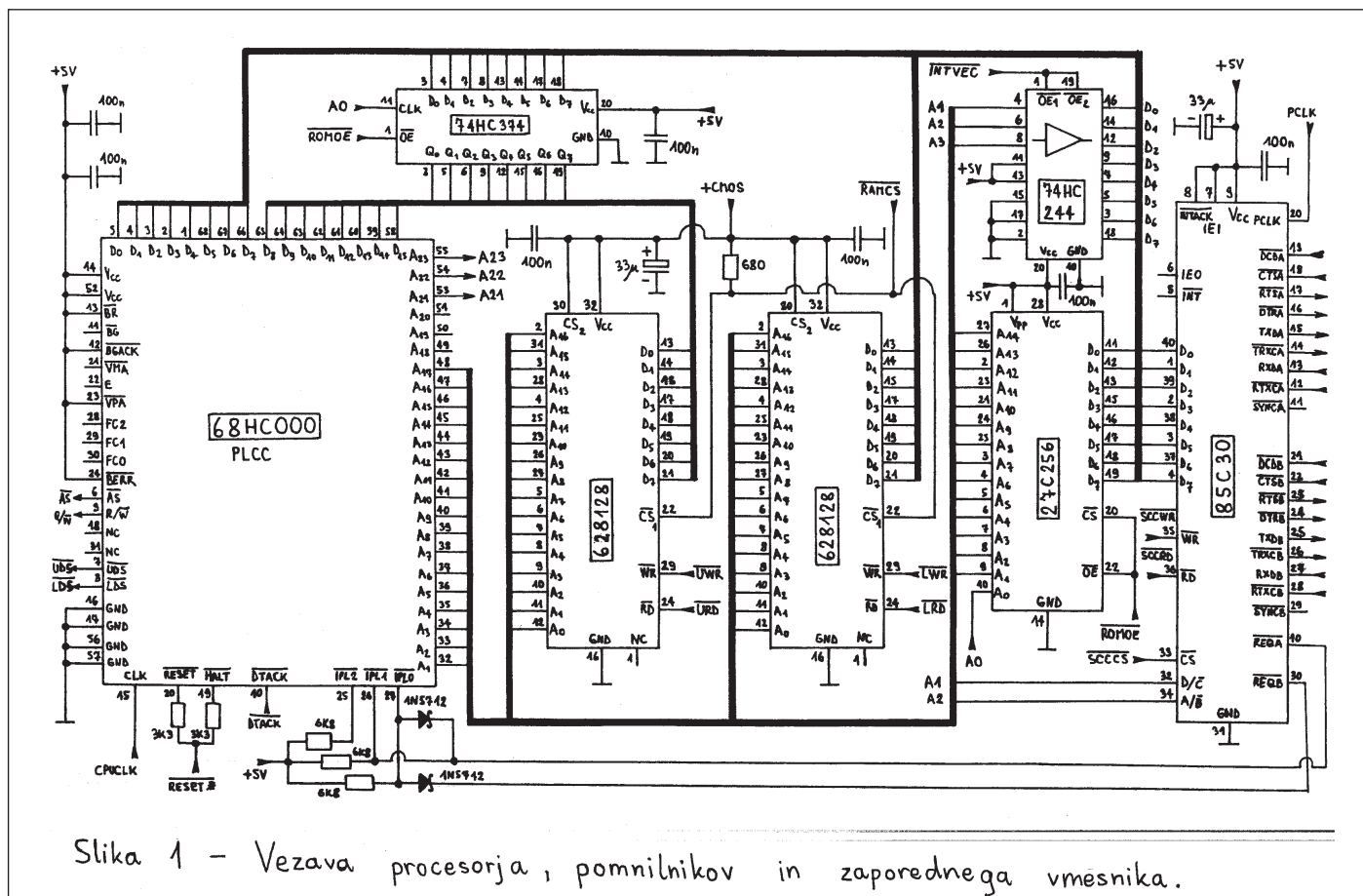
Mikroprocesor MC68HC000, različni pomnilniki in vmesnik Z85C30 seveda zahtevajo za ugodno sožitje kar nekaj pomožne logike, ki je prikazana na sliki 2. Da se izogno težavam sinhronizacije, izhajajo vsi takti iz enega samega kristalnega oscilatorja. Pri tem kristalni oscilator

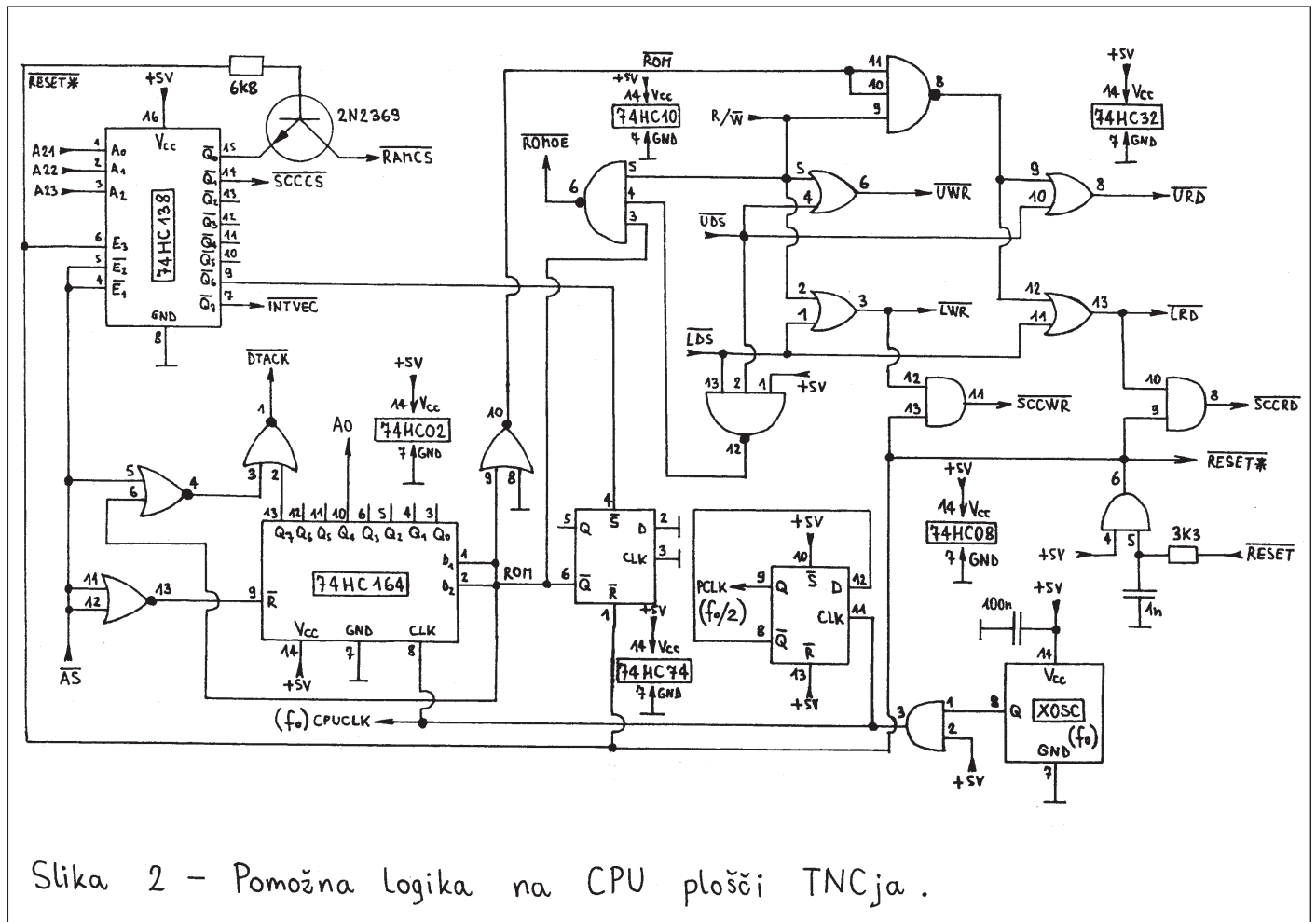
neposredno krmili mikroprocesor MC68HC000 in generator čakalnih stanj za čitanje 8-bitnega EPROMa, vmesnik Z85C30 pa dobi takt s polovično frekvenco PCLK (polovica 74HC74).

Vezje 74HC138 je uporabljeno kot dekode gornjih naslovov. Tranzistor 2N2369 pri tem štiti vsebino CMOS pomnilnika tudi takrat, ko je +5V napajanje večine delov TNCja izključeno oziroma med resetiranjem mikroprocesorja. Pomnilnik sam se seveda vedno napaja s +CMOS iz baterije. Signal /RESET posredujejo vrata iz vezja 74HC08 tudi zaporednemu vmesniku Z85C30 (oba /SCCWR in /SCCRR hkrati nizka) in mikroprocesorju MC68HC000 na obe nožici /RESET in /HALT.

Mikroprocesor MC68HC000 žal ne razpolaga z registrom VBR, zato se tabela izjem vedno nahaja na istem mestu na začetku naslovnega prostora. Pomožna logika mora zato poskrbeti, da ob resetu priključi na začetek naslovnega prostora EPROM, pozneje pa tja preklopi RAM, ki omogoča zamenjavo naslovov prekinitvenih vektorjev ter dostop brez čakalnih stanj za časovno zahtevne prekinitvene podprograme.

Preklop EPROM/RAM upravlja drugi flip-flop vezja 74HC74. Signal /RESET vključi dostop do EPROMa.





Slika 2 - Pomožna logika na CPU plošči TNCja.

Mikroračunalnik se tako "zbudi" s programom iz EPROMa in brž prepíše njegovo vsebino v RAM. Po končanem prepisovanju mikroračunalnik postavi flip-flop v obratno stanje in od tedaj naprej EPROM ni več dostopen v naslovnem prostoru mikroprocesorja. Ponoven dostop do EPROMa je možen samo z resetiranjem flip-flop-a z zunanjim signalom /RESET.

S preklpom EPROM/RAM upravlja signal ROM in /ROM. Signal ROM tudi vključi generator čakalnih stanj s pomikalnim registrom 74HC164. Generator čakalnih stanj hkrati poskrbi za prepis gornje polovice 16-bitnega ukaza v 74HC374 in hkrati preklopi najnižji naslov A0 za EPROM. Ko mikroprocesor izključi dostop do EPROMa, izključi tudi generator čakalnih stanj. Signal /AS je od tedaj naprej neposredno vezan na vhod /DTACK preko dveh vrat vezja 74HC02, vhod /BERR pa ni uporabljen.

Kontrolni signali mikroprocesorje družine MC68000 zahtevajo dodatno dekodiranje za krmiljenje standardnih pomnilnikov in vmesnikov: signal R/W je treba razcepiti v dva signala /WR in /RD. V vezju TNCja

to počnejo vrata 74HC10 in 74HC32. Signali /UWR, /LWR, /URD in /LRD so pri tem namenjeni RAM pomnilniku, /SCCWR in /SCCRD sta za Z85C30 ter /ROMOE krmili dostop do EPROMa.

3. Izdelava megabitnega TNCja

Pri praktični izvedbi TNCja sem se odločil za podobno zasnovu kot pri starem TNC2 (1), (2): vsaka naloga na svoji ploščici, se pravi napajalnik posebej, modem posebej in pri novem megabitnem TNCju tudi RS-232 vmesnik posebej. Na CPU plošči TNCja torej ostane samo mikroračunalnik. Na ta način lahko isto ploščo uporabimo tudi v druge namene, na primer za enostavno dvo-kanalno vozlišče z različnimi modemi.

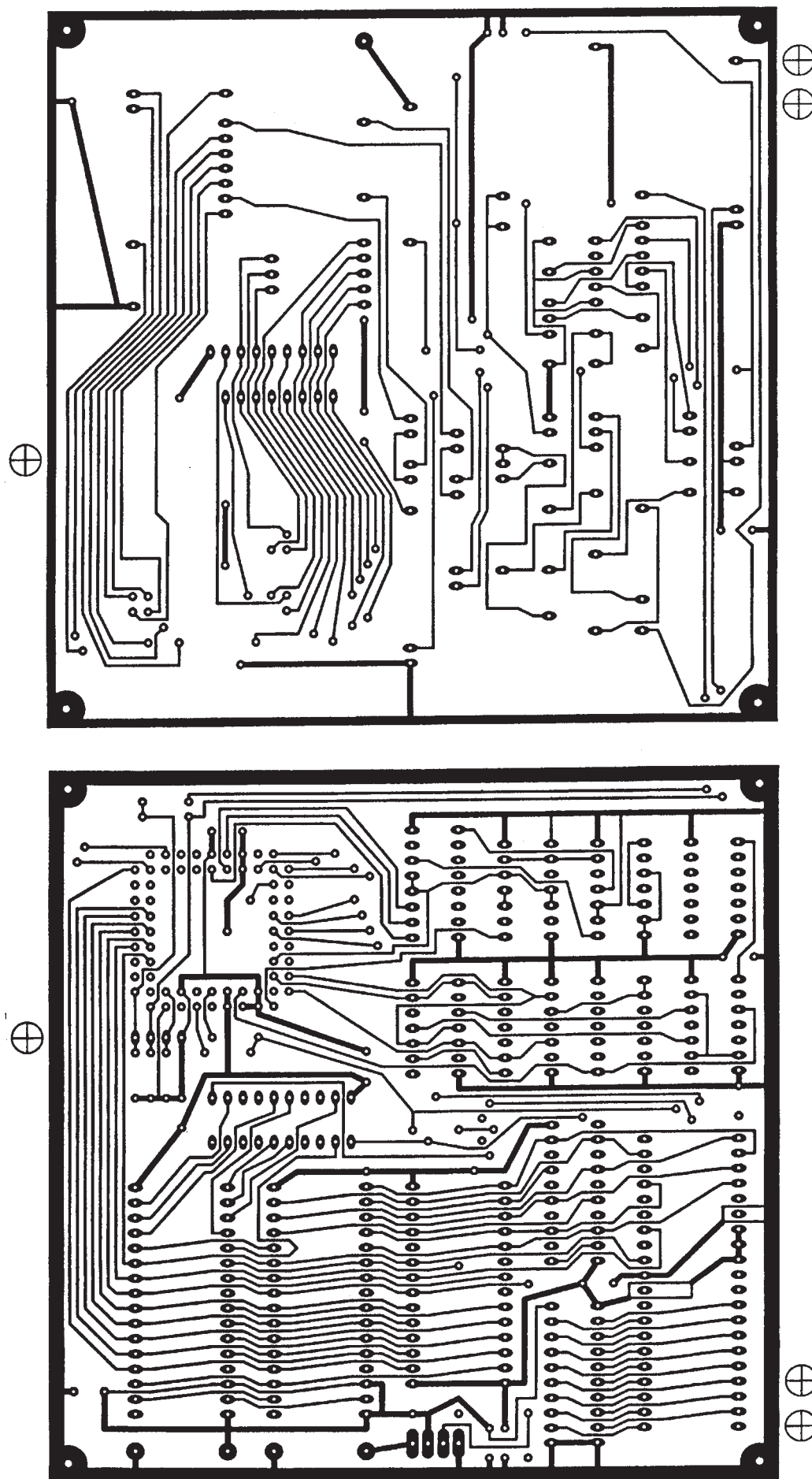
CPU plošča TNCja je izvedena kot dvostranska tiskanina z izmerama 120mmX120mm. Obe strani tiskanine sta prikazani na sliki 3. Prilagodljiva razporeditev sestavnih delov in priključkov je prikazana na sliki 4. CPU plošča pravzaprav razpolaga le z dvema vtičnicama. Na štiripolno vtičnico priključimo napajalnik za en

TNC (3), ki razen +5V dovede še napetost baterije +CMOS in signal /RESET.

Oba kanala zaporednega vmesnika Z85C30 sta na razpolago na 20-polnem podnožju skupaj z napetostima +5V in +CMOS. Razen podatkov in vodov RXD in TXD so na vtičnici na razpolago tudi kontrolni vodi /DCD, /CTS, /RTS in /DTR ter taktni vhodi in izhodi RTXC in TRXC obeh kanalov Z85C30. S primerno vezavo oziroma mostički lahko priključimo na TNC različne modeme oziroma druge vmesnike.

Mikroprocesor MC68HC000 v glavnem dobimo v 68-polnem PLCC ohišju povsod tam, kjer 8-bitni mikrokontroler ni bil kos nalogi, na primer v GPS sprejemnikih ali nekaterih hard-disk kontrolerjih. Spajkanje PLCC ohišja je za neveščo roko kar zahtevno opravilo, zato je tiskanina megabitnega TNCja predvidena za uporabo podnožja, ki priključke mikroprocesorja razširi v standardno mrežo s korakom 2.54 mm.

Razporeditev priključkov na podnožju je v dveh vrstah na vsaki stranici kvadrata in je zato nujno drugačna od razporeditve priključkov



Slika 3 - Dvostranska tiskanina CPU plošče TNCja.

na PLCC ohišji mikroprocesorja, kot je to prikazano na sliki 5. Mikroprocesor ima tudi dve nepovezani nožici, označeni z NC. Mikroprocesor v PLCC ohišju previdno porinemo s prsti v podnožje, za njegovo izvlačenje iz podnožja pa potrebujemo posebno orodje! Orodju se lahko izognemo tako, da v tiskanino zacinjimo primerno PGA podnožje, v katero vtaknemo PLCC podnožje z vstavljenim mikroprocesorjem.

Če je to prvi megabitni TNC, ki ga gradimo, potem je smiselno vgraditi tudi vsa ostala integrirana vezja na kvalitetna podnožja. V TNC lahko vgradimo pomnilnike po 128kb (628128) kot tudi pomnilnike za 32kb (62256). Pomnilnike 62256 pri tem vstavimo v spodnji del podnožja (nožica 1 pomnilnika v nožico 3 podnožja). V TNCju lahko uporabimo tudi "cache" pomnilnike iz starih 486 osnovnih plošč PC računalnikov, ki pa so vgrajeni v ožja 28-polna ali 32-polna ohišja. Nožice teh pomnilnikov moramo zato razpreti in zaciniti na dodatno nosilno podnožje ali še boljše izdelati poseben adapter.

Razmeroma kratke povezave na vodilu megabitnega TNCja omogočajo visoke taktne hitrosti. Poskusi so pokazali, da najvišja taktna frekvenca sploh ne zavisi od mikroprocesorja, pač pa od hitrosti pomnilnikov. Tako

na primer 10MHz izvedba MC68HC000 deluje s 70ns pomnilniki vse do taktne frekvence 33MHz, 16MHz izvedba MC68HC000 pa s hitrimi 20ns "cache" pomnilniki doseže celo 40MHz. Tudi CMOS izvedba SCC vmesnika Z85C30 dopušča dosti višji takt od nazivnega in izvedba za 8MHz ponavadi deluje brezhibno s PCLK taktom 15MHz (CPU na 30MHz).

Ker so vse preizkušene kombinacije pomnilnikov in procesorjev vedno dosegle takt vsaj 25MHz, za običajno delovanje megabitnega TNCja priporočam CPU takt najmanj 20MHz. Pri izbiri takta moramo seveda upoštevati, kakšne takte lahko dobimo z deljenjem v Z85C30. Če na radijski strani dovedemo 1.2288MHz takt iz skramblerja (5), potem moramo paziti le na takt za RS-232 vmesnik.

Hitrost 115.2kbps na RS-232 lahko dosežemo s taktom 14.7MHz, 22.1MHz ali 29.4MHz. Takt 14.7MHz je ravno na meji in TNC ne deluje zanesljivo, zato priporočam uporabo 22.1MHz ali 29.4MHz. Seveda lahko uporabimo tudi drugačen takt za CPU, če privedemo zunanji takt 1.8432MHz na RTXCB vhod vezja Z85C30. Pri uporabi TNCja za nižje kilobitne hitrosti na radijski strani imamo seveda dosti večjo svobodo izbire taktov.

4. Povezava modemov in RS-232 vmesnika

Megabitni TNC je načrtovan tako, da omogoča priključitev različnih modemov. Najpogostejši način uporabe je seveda skrambler za megabitno PSK radijsko postajo na kanalu A ter RS-232 vmesnik na kanalu B vezja Z85C30. Skrambler za PSK postajo (5) vsebuje kar nekaj funkcij modema, naprimer bitno sinhronizacijo in deskrambliranje podatkov na sprejemu ter generacijo takta in skrambliranje podatkov na oddaji.

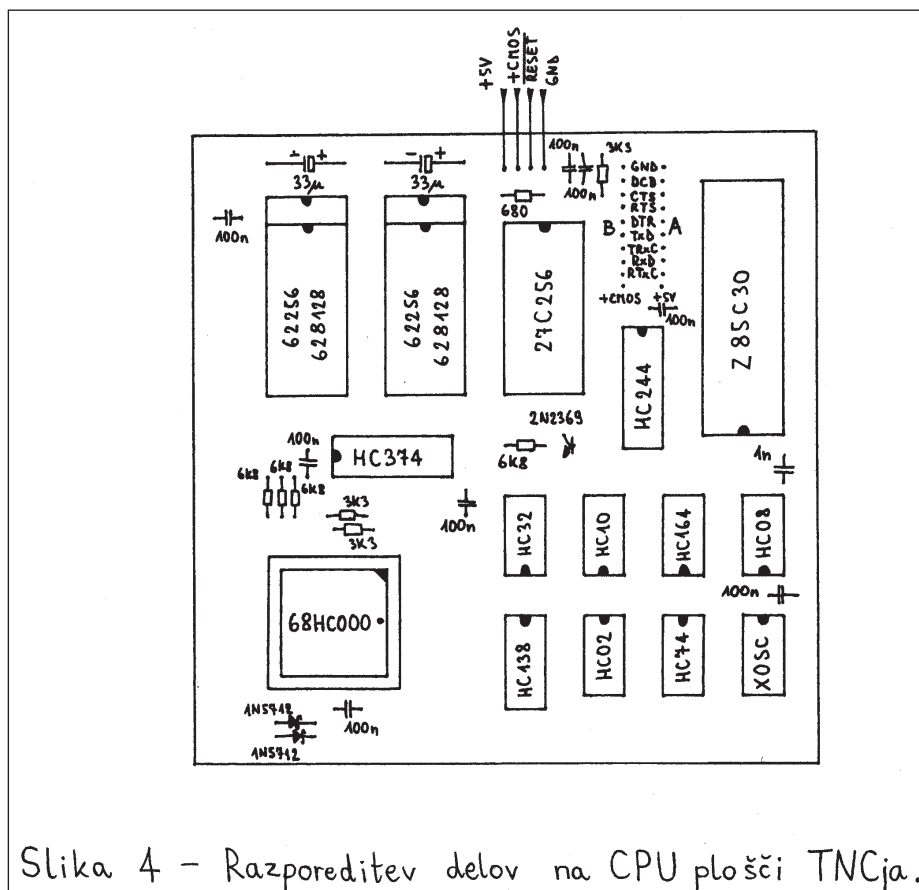
Skrambler povežemo na A kanal Z85C30 vmesnika s petimi signalnimi žicami in maso. Signali so: sprejemni podatki (RXD), takt (gre na RTXC), prisotnost nosilca (/DCD), PTT preklop na oddajo (/RTS) in oddajni podatki (TXD). Na kanalu A nam ostanejo neizkoriščeni vhod /CTS, izhod /DTR ter takt TRXC. Neuporabljeni CMOS vhod je pri tem pametno vezati na enega od izhodov ali na maso.

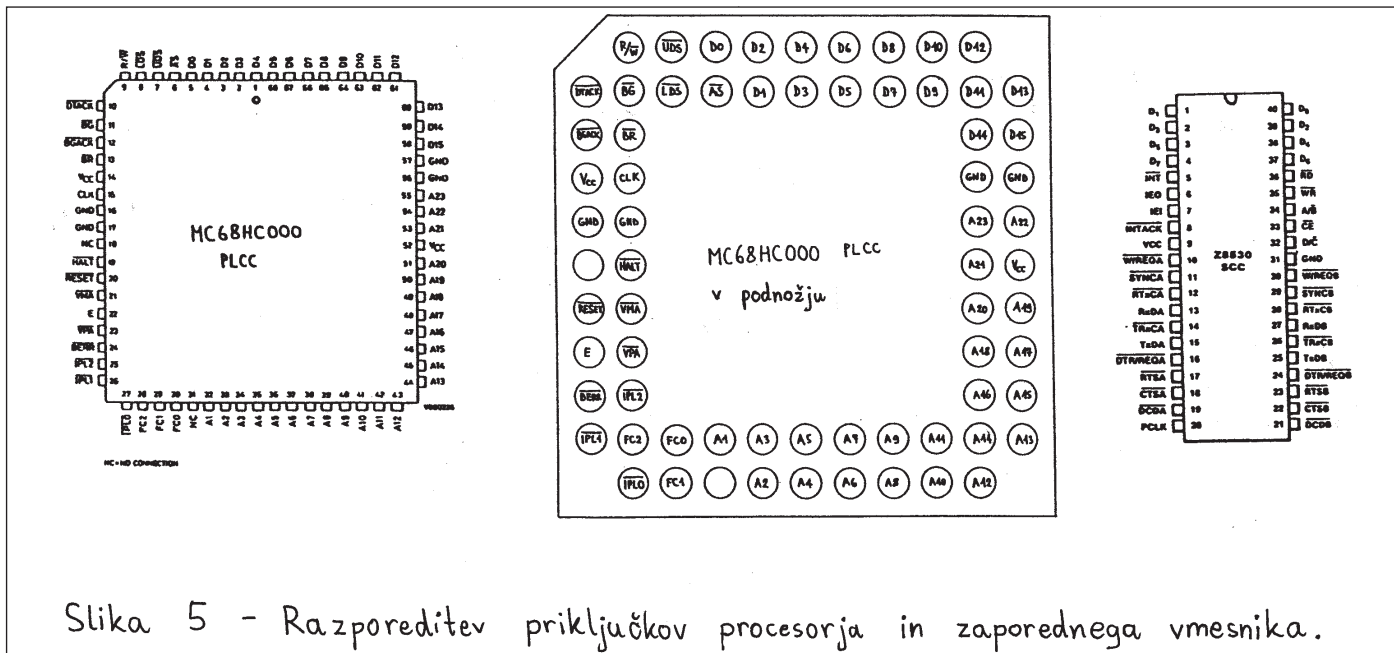
V slučaju uporabe manchester modema (4) moramo poskrbeti za regeneracijo sprejemnega takta znotraj vezja Z85C30. Manchester modem povežemo le s štirimi žicami poleg mase: sprejemni podatki (RXD), prisotnost nosilca (/DCD), PTT preklop na oddajo (/RTS) in oddajni podatki (TXD). Programska oprema TNCja je ponavadi napisana tako, da dobimo regenerirani takt iz notranjega DPLLja na izhodu TRXC, ki ga je treba napeljati preko mostička na RTXCB. Pri tem seveda ne smemo pozabiti na pravilno izbiro taktne frekvence in nastavitve modula deljenja znotraj Z85C30.

Če v TNC vgradimo skrambler in manchester modem, potem moramo poskrbeti za preklapljanje sprejemnih podatkov (RXD) in prisotnosti nosilca (/DCD) med obema modemoma ter izvor takta za RTXCB med izhodom na skramblerju in TRXC. Za to nalogo potrebujemo preklopnik s tremi kontakti, napajanja skramblerja ali modema pa ne smemo izklapljati.

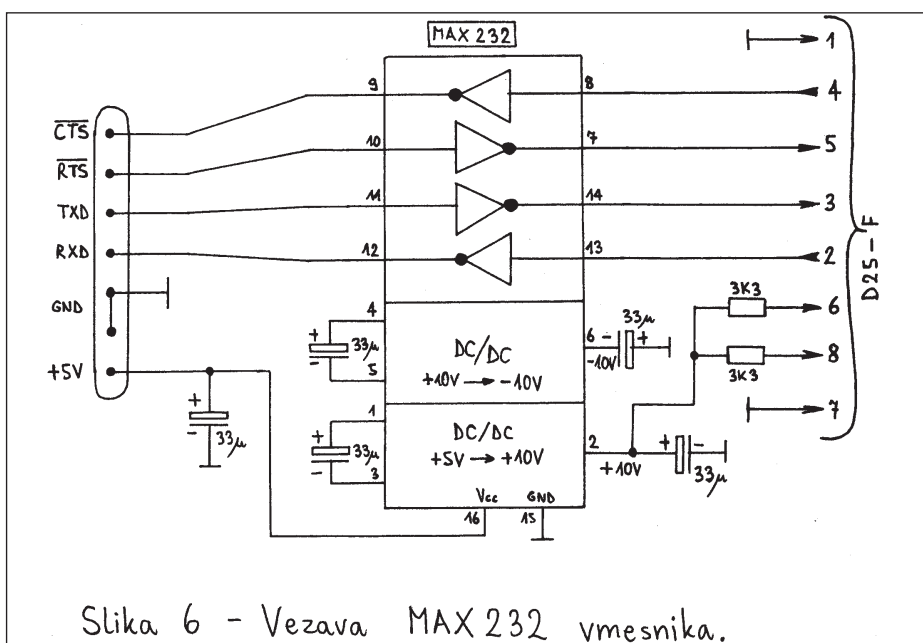
TNC ponavadi priključimo na računalnik in tu je vmes ozko grlo RS-232 zaporednega vmesnika, ki v najboljšem slučaju doseže 115.2kbps. RS-232 zahteva tudi invertiranje polaritete signalov ter višje pozitivne in negativne napetosti logičnih nivojev. Od vseh RS-232 vmesnikov je verjetno najenostavnejše za uporabo integrirano vezje MAX232.

Vezava vmesnika z vezjem MAX232 je prikazana na sliki 6.





Slika 5 - Razporeditev priključkov procesorja in zaporednega vmesnika.



Slika 6 - Vezava MAX232 vmesnika.

MAX232 vsebuje dva napetostna pretvornika, ki iz napajalne napetosti +5V naredita +10V in -10V za RS-232 vmesnik. Žal ima MAX232 tudi pomanjkljivosti. V svoji notranjosti vsebuje nizkoprepustna sита, ki omejujejo hitrost prenosa podatkov na približno 150kbps.

Načrtovalci standarda RS-232 so namreč predpisali, da se napetost na RS-232 vodu ne sme spreminjati hitreje kot 3V v mikrosekundi, da bi omejili radijske motnje, ki jih povzročajo računalniki. Z uporabo vezja MAX232 je zato najvišja hitrost na RS-232 vmesniku omejena na 115.2kbps. Nekateri PC računalniki vsebujejo RS-232 krmilnike, ki še bolj dušijo prenos podatkov in ne dosežejo niti te vrednosti.

Vmesnik z vezjem MAX232 je iz-

delan na majhni enostranski tiskanini z izmerama 54mmX44mm, ki je prikazana na sliki 7. Tiskanino RS-232 vmesnika nosi kar ženska D25 kotna vtičnica, zato niso predvideni dodatni nosilni vijaki. Pripadajoča razporeditev sestavnih delov je prikazana na sliki 8. D25 vtičnica je povezana tako, da jo lahko neposredno vtaknemo v D25 vtičak na PC računalniku.

Pri uporabi RS-232 vmesnika ostaneta na kanalu B vezja Z85C30 neizkoriščena vhod /DCD in izhod /DTR. Tudi tu je pametno povezati neizkoriščen CMOS vhod na katerikoli izhod ali na maso. Če uporabimo notranji izvor takta v vezju Z85C30, potem moramo tudi na kanalu B povezati TRXC na RTXC. Na RS-232 vmesniku lahko sicer

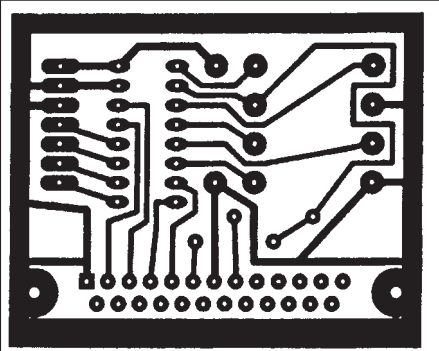
nastavimo poljubno hitrost tako, da privedemo zunanji takt na vhod RTXC, ki ima 16-kratno frekvenco željene bitne hitrosti (115.2kbps potrebuje 1.8432MHz).

5. Programska oprema za megabitni TNC

Programska oprema v kakršnemkoli TNCju mora predvsem omogočiti čim zanesljivejši in hitrejši prenos do računalnika ali drugačnega terminala. Prvi TNCji so zato vsebovali program, ki je omogočal vzpostavljanje packet-radio zveze z navadnim RS-232 ASCII terminalom. Komunikacija na RS-232 je bila zato prilagojena neposrednemu tipkanju oziroma čitanju besedila z zaslona terminala, kar pa za računalnike ni najboljša rešitev, še posebno ne v slučaju več vzporednih zvez (multi-connect).

Komunikacijo med TNCjem in računalnikom je najprej poskušal izboljšati WA8DED s svojim protokolom HOSTMODE. HOSTMODE predvideva, da računalnik stalno sprašuje TNC, če je kaj prišlo zanj in na katerem kanalu. Zveza na RS-232 mora biti zato dosti hitrejša od radijske zveze, kar pomeni, da je HOSTMODE neuporaben za večje hitrosti prenosa.

Programsko opremo WA8DED so sicer kopirali in predelovali širom po svetu (pri nas so najbolj znane kopije skupine NordLink), žal pa ni nihče odpravil nekaj osnovnih napak, zaradi katerih programi na osnovi WA8DED vedno vnašajo napake v sporočila ter se pogosto rušijo. Žal



Slika 7 - Tiskanina MAX232 vmesnika.

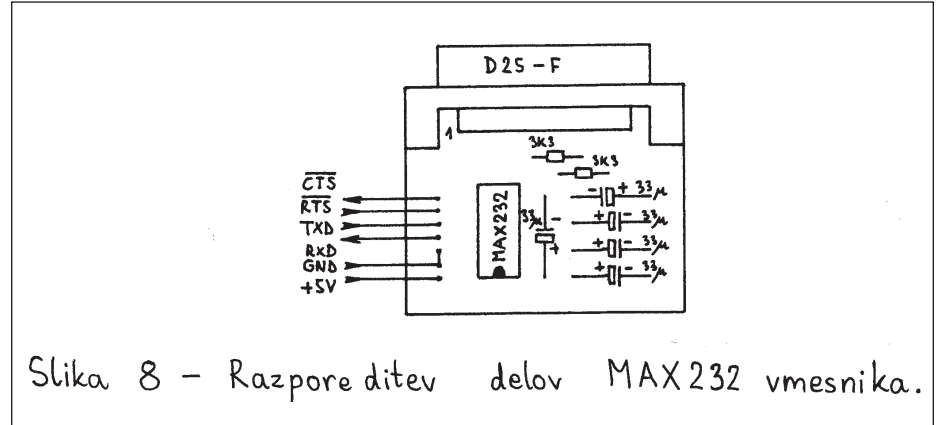
imajo iste, nespremenjene napake tudi programi, ki simulirajo TNC na PC računalniku (TFPCX, TFKISS in podobni). Protokol HOSTMODE je zato utonil v pozabo.

Od vseh preizkušenih protokolov je izgleda preživel le najenostavnejši protokol KISS, ki si ga je izmislil Phil Karn, KA9Q in ga poimenoval "Keep It Simple Stupid". KISS preprosto prenaša nepredelane AX.25 okvirje tudi po RS-232 vmesniku, s celotnim protokolom zveze pa se ukvarja računalnik. KISS je pravzaprav le amaterska inačica protokola SLIP (Serial Line Internet Protocol) za "pakiranje" in prenos AX.25 okvirjev po navadnem RS-232 vodju.

Protokol KISS oddaja znake kot 8-bitne bajte na asinhronem zaporednem vmesniku. Začetek in konec okvirja označi z znakom FEND (\$C0). Seveda se znak FEND lahko pojavi tudi znotraj podatkov samega okvirja. V tem slučaju se FEND zamenja z zaporednjem FESC, TFEND (\$DB, \$DC). Posebni znak FESC seveda zahteva tudi zase zamenjavo: \$DB v izvornem okvirju se zamenja z zaporednjem FESC, TFESC (\$DB, \$DD). Po definiciji protokol KISS ne uporablja RS-232 kontrolnih vodov (CTS, RTS ipd).

Okvirjem KISS protokola so na začetek dodali še upravni bajt, s katerim se da nastavljanje nekatere parametre TNCja kot tudi krmiliti TNC z več kanali za radijske postaje po enem samem RS-232 vmesniku. Gornji štirje biti upravnega bajta tako omogočajo izbiro 16 radijskih kanalov v večkanalnih TNCjih. Spodnji štirje biti določajo podatkovni okvir (0) ali ukaz (število različno od 0) za radijski kanal, ki ga določajo gornji štirje biti. Izjema je upravni bajt \$FF, ki določa izstop TNCja iz KISS načina delovanja.

Večina okvirjev pri komunikaciji s KISS protokolom ima zato prvi (upravni) bajt enak \$00, saj imamo le



Slika 8 - Razporeditev delov MAX232 vmesnika.

enokanalne TNCje in preko njih v glavnem prenašamo podatke. Nastavljanje časovnih parametrov TNCja (trajanje glave in repa okvirjev, persistence in slottime, preklon simplex/duplex) in izstop iz KISS načina delovanja s posebnimi upravnimi bajti so se v praksi izkazali kot polomija, saj napake na RS-232 ponavadi sprogramirajo TNC v takšen režim delovanja, da se zveza poruši.

Čprav predstavlja RS-232 povezavo komaj nekaj metrov žice med TNCjem in PC računalnikom, tudi na tako kratki zvezi pogosto prihaja do napak. Glavni krivec je PC, bolj točno procesor, ki je tudi v slučaju silnih megahercov, megabajtov in megakdovekaj še vedno kopija 8-bitnika Intel 8088. 8-bitni mikroprocesorji ponavadi ne poznajo prekinitve z različnimi prioritetami, kar pomeni, da je odziv na zahteve za prekinitve v večini slučajev hiter, včasih pa zelo zamuja.

V slučaju zamude RS-232 vmesnik izgubi nekaj bajtov in naše sporočilo je povoženo. Počasen odziv na prekinitve delno rešujejo RS-232 zaporedni vmesniki s FIFO pomikalnimi registri, ki so sposobni shraniti večje število bajtov, preden se njegova počasnost silni pentium domisli, da ga na RS-232 mogoče kaj čaka. FIFO seveda ne more biti popolna rešitev, saj nihče ne zagotavlja, kolikšna je lahko najdaljša zamuda odziva na zahtevo za prekinitve.

KA9Q se z izgubljenimi podatki na RS-232 ni ukvarjal, saj je KISS protokol v glavnem uporabljal za TCPIP. TCPIP okvirji imajo v svoji notranjosti lasten CRC, ki uspešno javlja napake na RS-232. Nemški radioamaterji so problem napak v KISS okvirjih na RS-232 rešili z dodatkom dveh bajtov kontrolne vsote (CRCja) na koncu okvirja, podobno kot se to počne v HDLC okvirjih v radijski AX.25 zvezi.

Programska oprema v TNCju ali PC računalniku mora seveda ugotoviti, za kakšno vrsto KISS okvirja gre: zadnja dva bajta v okvirju sta lahko CRC ali pa preprosto podatki v KISS protokolu brez CRCja. KISS s CRCjem na koncu so poimenovali SMACK (Stuttgarts Modifiziertes Amaturfunk-CRC-KISS) in takšne okvirje označili z upravnim bajtom \$80 na začetku okvirja, saj TNCja z več kot osmimi priključki za radijske postaje ni videl še nihče.

SMACK uporablja isti algoritem za računanje CRCja (CCITT polinomski delitelj) kot navadni AX.25 HDLC okvirji na radijskem kanalu, le da se delitelj štarta iz stanja samih ničel namesto stanja samih enic. Začetno stanje samih ničel lahko spregleda določene vrste napak na RS-232, zato je skupina FLEXNET popravila algoritem za računanje CRCja. KISS okvirji s FLEXNET-CRCjem so označeni z upravnim bajtom \$20 na začetku okvirja, saj o mnogokanalnih TNCjih nihče več ne razmišlja.

Zahteve za programsko opremo sodobnega TNCja so torej natančno določene: TNC mora poznati navaden KISS brez CRCja, protokol SMACK in KISS s FLEXNET-CRCjem, saj te tri jezike govori vsa razpoložljiva programska oprema na PCju. Kritične parametre TNCja bi bilo verjetno najbolj pametno enkrat za vselej zapeči v EPROM, da se izognemo neželenemu preprogramiranju TNCja zaradi napak na RS-232.

Pri megabitnem TNCju imamo še dodatne zahteve. Ker je hitrost na radijski strani za velikostni razred večja od ozkega grla RS-232 vmesnika, je v TNCju pametno pregledati okvirje in odstraniti vse, kar ni namenjeno našemu klicnemu znaku. [e boljša rešitev bi bilo malo vozlišče, ki bi skrbelo za ponavljanja tako na radijski strani kot proti PC računalniku.

Programska oprema za opisani me-

gabitni TNC je še v razvoju. Zaenkrat sem izdelal program za KISS TNC, ki pozna vse tri različice: KISS brez CRCja, SMACK in FLEXNET. V program lahko tudi vstavim sito za en klicni znak s poljubnim SSIDjem. Parametre TNCja lahko zapečem v EPROM: na LJUBBS/DSP3MV so naloženi izvorniki vseh inačic programa.

Parametre programa: sito za klicni znak, dolžino glave in repa oddaje, tečnost (persistence) in vrsto KISS protokola, lahko nastavljam tudi z AX.25 UI (beacon) okvirji, ki jih naslovim na klicni znak "TNC". TNC mi v tem slučaju prav tako odgovori z UI (beacon) okvirji, ki mi povejo, kako je TNC trenutno nastavljen. Takšen način komunikacije se je izkazal preprost in zanesljiv, parametre lahko nastavim s katerikoli programom za packet-radio.

Trenutna izvedba programa ob resetu vedno prepíše vse parametre iz EPROMa, zato baterija v napajalniku še ni potrebna. V bodoče seveda načrtujem spremembe. Predvsem bi rad vgradil v TNC malo vozlišče, ki bi skrbelo za ponavljanja na obeh straneh: radijski in RS-232. Mogoče celo mali SuperVozelj, ki ima megabitno PSK postajo na prvem kanalu in WBFM postajo na drugem.

Prenos programa SuperVozelj na megabitni TNC sicer zahteva nekaj predelav, saj hitri prekinitveni podprogrami zahtevajo tri naslovne registre A4, A5 in A6 ter dva podatkovna registra D6 in D7 stalno zase. Kljub temu ostane programiranje MC68HC000 udobno, saj ostanejo na razpolago štirje naslovni in šest podatkovnih registrov. Na srečo je tudi SuperVozelj napisan tako, da registre z visokimi številkami uporablja bolj poredko.

6. Uporaba megabitnega TNCja

Megabitni TNC je nastal predvsem kot želja dokazati, da se da s pametjo doseči več kot s silo. Nerodna strojna oprema, kot so DMA vezja in drugi čudni vmesniki, verjetno sploh ni potrebna za megabitne zveze. Megabitni TNC verjetno tudi nakazuje bodoči razvoj packet-radia: stvari lahko naredimo s standardnimi sestavnimi deli, ki jih le preprogramiramo za našo nalogo.

Sedanji megabitni TNC z golim KISS repetitorjem omogoča hitrost prenosa čistih podatkov okoli 25 kbit/s ali 3kbyte/s v resničnem om-

režju in v prisotnosti množice drugih uporabnikov. Vgradnja malega vozlišča v sam TNC bi to hitrost verjetno podvojila in se tako močno približala praktični zmogljivosti SCC-DMA kartice. Nekaj malega bi pridobili tudi z boljšim gonilnikom od FLEXNETa, ki ima časovne konstante nastavljene za 9600bps radijske zveze.

S stališča uporabnika je megabitni TNC vsekakor počasnejša rešitev od SCC-DMA kartice, predvsem po zaslugi ozkega grla na 115.2kbps RS-232 vmesniku. Megabitni TNC je torej zanimiv le v primeru, ko nočemo ali ne moremo (prenosnik) posegati v PC računalnik. V primeru uporabe vzporednega vmesnika ali ethernet priključka je seveda račun za TNC veliko ugodnejši in razvoj bo zelo verjetno šel v tej smeri, saj čedalje težje posegamo v notranjost računalnikov.

S stališča graditelja in vzdrževalca packet-radio omrežja ima megabitni TNC tudi prednosti. Predvsem en sam uporabnik z njim ne more zavzeti celotne zmogljivosti omrežja in tako zadušiti drugih uporabnikov. Megabitni TNC tudi omogoča preizkušanje novih protokolov v samem omrežju, pri tem pa ni treba spreminjati širne množice uporabniških programov, ki tečejo na PC računalnikih.

Megabitni TNC bi končno omogočil hitrejšo zvezo z zanesljivimi PSK radijskimi postajami do RMNC/FLEXNET vozlišč naših sosedov, ki so se do danes otepali megabitnih postaj samo zato, ker RMNC tega ne zmora krmiliti. RMNC na srečo razpolaga s hitrim CRC-KISS priključkom 115.2 kbps, ki so ga pravzaprav namenili povezavi s PC računalnikom BBSja na hribu. RMNC vozlišča so sicer zelo razširjena v celi Evropi in edina možnost, da Evropo prepričamo v hitrejšo zvezo od ogabnih 9600bps FSK modemov je ta, da jim ponudimo vmesnike za PSK postaje do priljubljenih RMNC/FLEXNET vozljev.

Nenazadnje je megabitni TNC uporaben tudi kot preprost digi z malo porabo energije: okoli 100mA na 12V z opisanim switching napajalnikom (3) in skramblerjem (5) ali z drugimi besedami štirikrat manj od najvarčnejšega SuperVozlja. Pri napajanju digija s sončnimi paneli se to še kako pozna, saj lahko z megabitnim TNCjem postavimo digi že z enim samim 40W panelom sončnih celic in "diesel" avtomobilsko baterijo.

7. Literatura

- (1) Matjaž Vidmar, YT3MV: "Popravljeni in izboljšani TNC2", CQ YU3 5/1990, strani 28-42.
- (2) Matjaž Vidmar, YT3MV: "Popravljeni in izboljšani TNC2", CQ YU3 1/1991, strani 35-46.
- (3) Matjaž Vidmar, YT3MV: "Switching napajalnik za en TNC2", CQ ZRS 1/1992, strani 35-36.
- (4) Matjaž Vidmar, S53MV: "Izboljšani manchester modem", CQ ZRS 6/1992, strani 47-53.
- (5) Matjaž Vidmar, S53MV: "Packet-radio vozlišče SuperVozelj (2)", CQ ZRS 3/1995, strani 22-32.
- (6) Matjaž Vidmar, S53MV: "13cm PSK radijska postaja za hitri packet-radio", CQ ZRS 4/1995, strani 18-31.
- (7) Matjaž Vidmar, S53MV: "Uporabniška 23cm PSK radijska postaja za 1.2Mbit/s", CQ ZRS 2/1996, strani 23-37.
- (8) Marko Kovačevič, S57MMK: "PC komunikacijska kartica za hitri packet-radio", CQ ZRS 5/1997, strani 38-42.
- (9) Matjaž Vidmar, S53MV: "PSK radijska postaja za 13cm z ničelno medfrekvenco", CQ ZRS 6/1998, strani 27-31.

Dodatki in izboljšave megabitnega TNCja

Matjaž Vidmar, S53MV

1. Izkušnje z megabitnim TNCjem

Megabitni TNC, opisan v CQ ZRS 3/2000, je sprva nastal z namenom, da bi dokazal, da s prekinitvami, se pravi brez DMA ali drugih kompliciranih vmesnikov, sploh gre megabitna zveza. Uspeh prvega poskusa je takoj zahteval nadaljevanje dela in nove poskuse. Namesto, da bi vse skupaj dokončal v dveh ali treh tednih, se že celo letošnje leto ukvarjam z megabitnim TNCjem...

Razvoj dogodkov tudi ni šel v tisti smeri, kot sem pričakoval, se pravi izdelava programske opreme za običajni TNC, ki poleg KISS načina delovanja zmora tudi samostojno vodenje celotnega protokola AX.25, vsebuje mali BBS za osebna sporočila in mogoče celo malo packet-radio vozlišče. Preizkusi različne programske opreme so pokazali, da je prav KISS način delovanja najpomembnejši, zato je smiselno ta način delovanja čim bolj izpiliti, dodelati ter prilagoditi obstoječi opremi na PC računalnikih ter v packet-radio omrežju.

Pri iskanju in preizkušanju primerne programske opreme mi je največ pomagal Bojan S56FPW, ki je iz množice razpoložljivih programov izbrskal takšne, ki so sploh uporabni v megabitnem omrežju. Večina amaterskih programov za packet je namreč pisanih in preizkušenih na komaj 1200bps ali kvečjemu 9600bps. Pri večini programov je ponavadi največja omejitev hitrost izpisa besedila na zaslon, ki zavira prenos daljših sporočil: slik, programov in drugih datotek, ki sicer niso namenjene neposrednemu branju z zaslona računalnika med samim prenosom.

V tem članku bom najprej opisal gradnjo hitrejšega RS-232 vmesnika za megabitni TNC, saj danes z lahkoto pridemo do kartic za PC računalnike, ki na RS-232 zmorejo precej več od nazivnih 115.2kbit/s. Nato bom opisal dosedanje izkušnje pri gradnji megabitnega TNCja: izbiro sestavnih delov, vgradnjo v ohišje ter vezavo vtičnic. Končno bom opisal poskuse z različno programsko opremo pri različnih hitrostih RS-232 vmesnika kot tudi zgled programiranja parametrov samega TNCja.

2. Hitrejši RS-232 vmesnik

Omejitev megabitnega TNCja, opisanega v CQ ZRS 3/2000, je počasni RS-232 vmesnik z integriranim vezjem MAX232. To vezje ima v notranjosti vgrajeno omejitev hitrosti delovanja na približno 150kbit/s, kar je za običajni PCjski vmesnik z največjo hitrostjo 115.2kbit/s povsem zadosti. Omejitev je izdelovalec vgradil v vezje MAX232 z namenom, da bi omejil radijske motnje, ki jih lahko seva povezovalni kabel.

Tudi RS-232 vmesniki ostalih proizvajalcev so opremljeni z omejitvijo hitrosti, ki pa jo ponavadi določajo zunanji kondenzatorji. Z izbiro vrednosti kondenzatorja lahko izberemo pameten kompromis med motnjami in hitrostjo delovanja RS-232 vmesnika. Žal pa vsa ta vezja niso tako enostavna za uporabo kot MAX232 in zahtevajo številne napajalne napetosti.

Vezi 1488 (oddajnik TTL>RS-232) in 1489 (sprejemnik RS-232>TTL) sta prav gotovo najbolj znana vmesnika za RS-232. Srečamo ju v različnih izvedbah (obstajajo celo CMOS) v večini računalnikov, vključno s PCjskimi karticami. Oddajnik 1488 potrebuje dvojno napajanje +/-10V (lahko je +/-12V), sprejemnik 1489 pa isto napajanje kot TTL vezja +5V.

Proizvodnjo motenji oddajnika 1488 omejimo tako, da iz izhodov (nožice 3, 6, 8 in 11) vežemo kondenzatorje proti masi. Dovzetnost na motnje sprejemnika 1489 zmanjšamo tako, da iz posebnih vhodov, nožic 2, 5, 9 in 12, prav tako vežemo kondenzatorje na maso, lahko pa tudi dodamo upore. Najvišjo hitrost delovanja seveda dosežemo brez kakršnihkoli kondenzatorjev ali uporov za omejevanje motenj!

Čeprav baje obstaja izvedba vezja MAX232 brez vgrajene omejitve hitrosti, jo je vsaj zaenkrat težko najti na tržišču. Zato sem se odločil, da izdelam hitrejši RS-232 vmesnik z dobrimi starimi 1488 in 1489, ki jih z lahkoto dobimo vsepovsod. Načrt hitrejšega RS-232 vmesnika za megabitni TNC je prikazan na sliki 1. Poleg vezij 1488 in 1489 vsebuje vmesnik še mali pretvornik za negativno napetost -11V za 1488, pozitivno napetost in napajanje pre-

tvornika +11V pa dobimo kar iz zunanjega napajanja +12V.

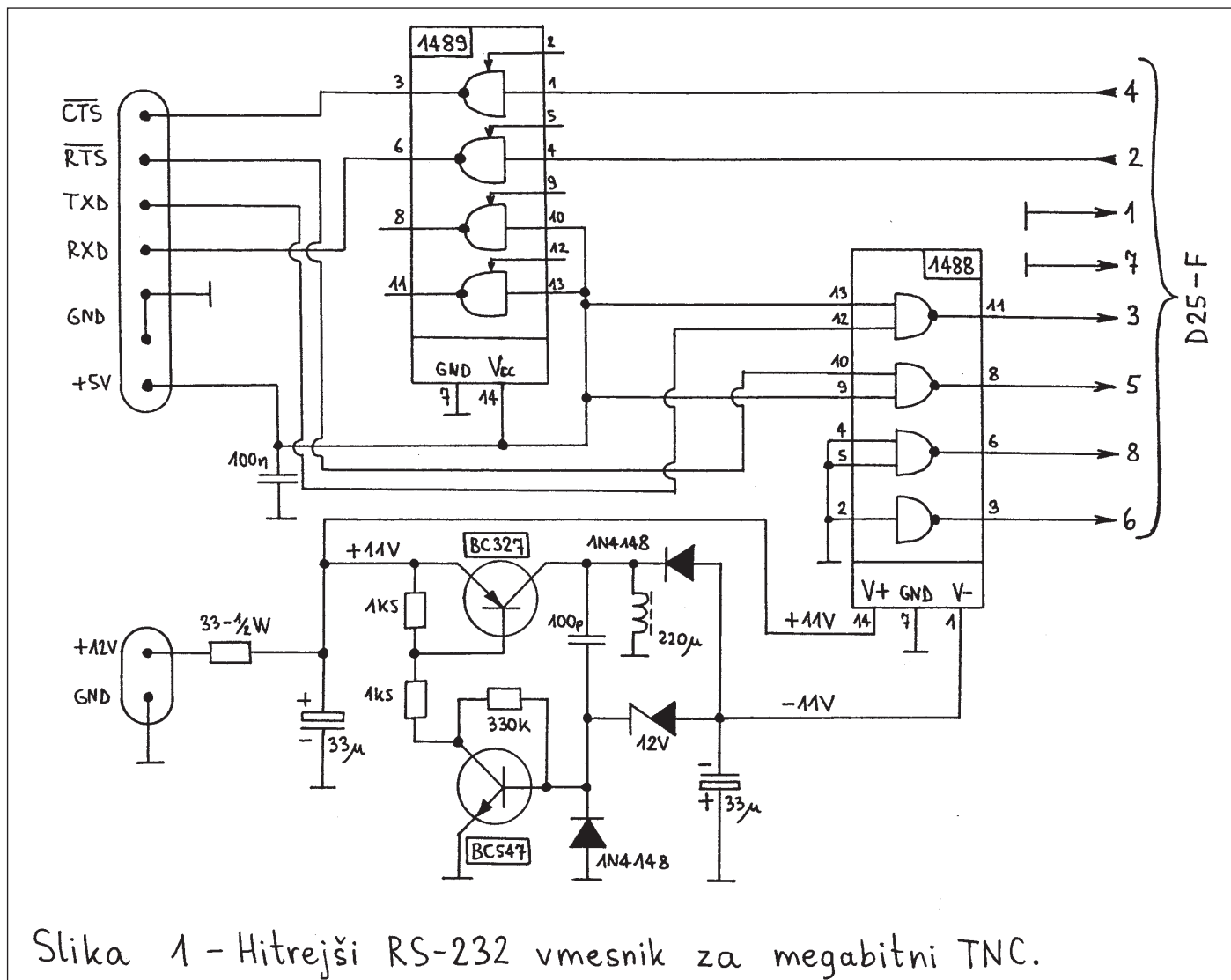
Hitrejši RS-232 vmesnik je izdelan na malem enostranskem tiskanem vezju z izmerami 54mmX60mm, ki je prikazano na sliki 2 ter pripadajoča razporeditev sestavnih delov na sliki 3. Tiskanina je le malenkost večja od vmesnika z MAX232 in jo prav tako nosi kotna vtičnica D25. Tudi razporeditev priključkov na vtičnicah je namenoma enaka, da je zamenjava čim enostavnejša. Seveda rabi novi vmesnik dodatno napajanje +12V, saj 1488 nima vgrajenih napetostnih pretvornikov kot MAX232. Obe vezji 1488 in 1489 je pametno vgraditi na podnožji, saj RS-232 vmesniki radi "odletijo" zaradi prenapetosti, čeprav sta mogoče bolj trdoživi kot MAX232.

RS-232 vmesnik je treba seveda pohitriti tudi na drugem koncu zveze, v PC računalniku, sicer predelava TNCja nima nobenega smisla. V PC računalniku moramo najprej pogledati, kako je RS-232 vmesnik izveden (na osnovni plošči ali posebna kartica v vodilu), kakšne čipe uporablja in možnosti predelave oziroma drugačne nastavitve mostičkov.

Vrsto RS-232 vmesnika pogledamo tako, da v DOSu poženemo program MSD (v Windows-ih je rezultat nepredvidljiv). MSD nam pove, kakšen COM Port imamo pod "UART Chip Used". "8250" je navaden UART, "16550" pa je UART z vgrajenima 16-bajtnima FIFO registroma na sprejemu in oddaji. Vmesni pomnilnik FIFO (First-In-First-Out) je zelo koristen že pri 115.2kbit/s, saj prepreči večino napak zaradi počasnosti prekinitve PC računalnika. Predelava RS-232 na višje hitrosti brez FIFO skoraj ni smiselna.

Če zaporedni vmesnik nima FIFO pomnilnika, je smiselno zamenjati ali dokupiti boljšo kartico, primerno vodilu našega računalnika. Če so integrirana vezja na podnožjih, lahko zamenjamo tudi same čipe, na primer 8250 ali 16C450 (oba brez FIFO) z boljšim 16C550 (16-bajtni FIFO), ali pa 16C452 (dvojni brez FIFO) s 16C552 (dvojni port s FIFO pomnilniki).

Boljše kartice razpolagajo z mostički ali stikalci (boljše osnovne plošče z vgrajenimi vmesniki pa v BIOS SETUP-u), s katerimi lahko na-



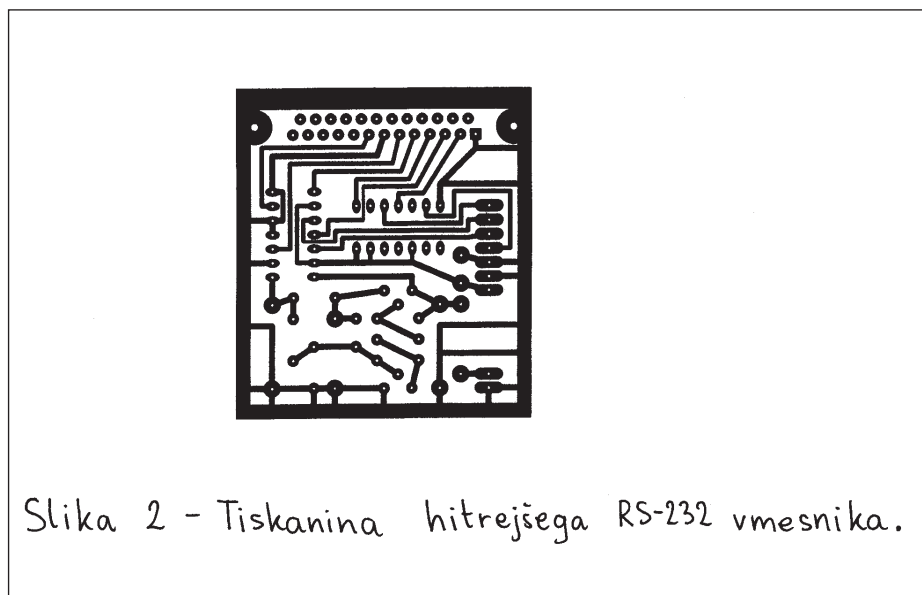
Slika 1 - Hitrejši RS-232 vmesnik za megabitni TNC.

stavimo tudi mnogokratnik takta: CLKx1, CLKx2, CLKx4 in pri nekaterih celo CLKx8. Z nastavitvijo mnogokratnika takta več kot ena lahko tako preprosto preloščimo programsko opremo na PC računalniku, da namesto s 115.2kbit/s dela z 230.4kbit/s, 460.8kbits ali celo

921.6kbit/s. Večina boljših kartic je opremljena z RS-232 krmilniki 1488/1489 ali podobnim čipom 75232, ki združuje v sebi oba. Vsi ti RS-232 krmilniki omogočajo hitrosti do nekaj Mbit/s, če hitrosti namenoma ne omejimo s kondenzatorji ali upori. Na kartici je

zato smiselno preveriti prisotnost dušilnih kondenzatorjev oziroma uporov in jih po potrebi odčitati.

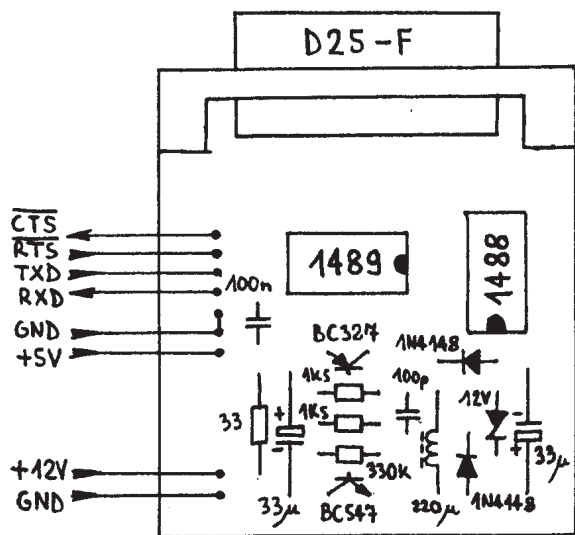
Pri navijanju hitrosti RS-232 je treba paziti tudi na dolžino in izvedbo povezovalnega kabla med TNCjem in PC računalnikom. RS-232 vmesnik je bil v začetku mišljen za hitrosti do komaj 19.2kbit/s in dolžine kablov do 20m. Če za RS-232 uporabimo oklopljen kabel z več vodniki in poskrbimo, da sprejemni in oddajni podatki ne grejo po sosednjih vodnikih v kablu, potem bo po 20m dolgem kablu šlo tudi 115.2kbit/s. Za višje hitrosti uporabimo seveda krajši kabel: po 2m dolgem kablu bo zagotovo šlo vsaj 460.8kbit/s.



Slika 2 - Tiskanina hitrejšega RS-232 vmesnika.

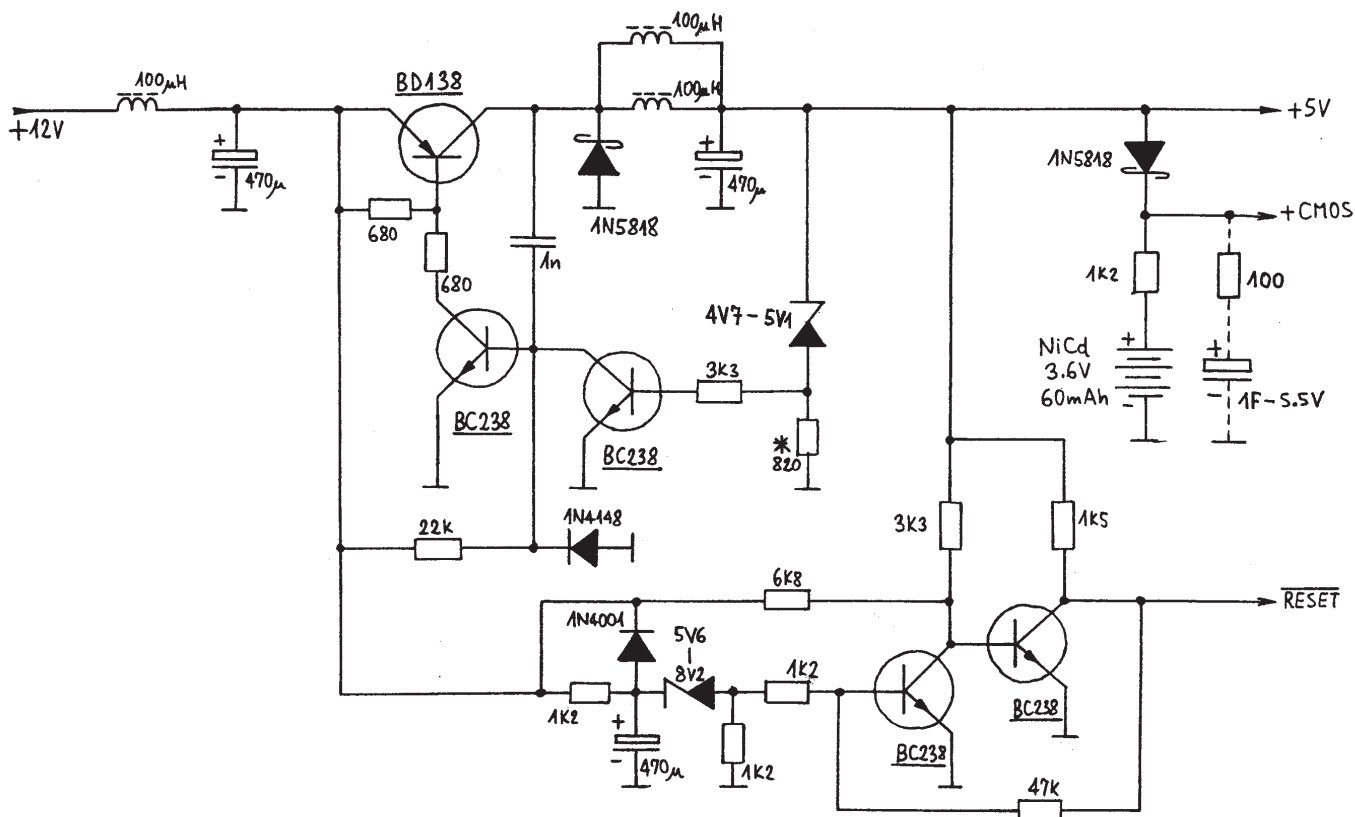
3. Izbira delov in gradnja TNCja

Čeprav sem za megabitni TNC iskal čim enostavnejše sestavne dele, se pri dobavljenosti in nekompatibilnosti sestavnih delov rado zaplete. Od vseh sestavnih delov je izgleda najbolj zoprn zaporedni vmesnik 85C30, ki



2

Slika 3 - Razporeditev delov hitrejšega RS-232 vmesnika.



Slika 4 - Predelave switching napajalnika za TNC.

ga izdeluje več tovarn in čipi med sabo niso enaki. V TNCju sem preizkusil CMOS izvedbe SCC čipa proizvodnje Zilog Z85C30 in AMD AM85C30.

V TNCju sem imel največ težav z Zilog-ovimi Z85C30. Starejši čipi sploh ne delajo in sicer ne dela sprejem na radijski strani, oddaja na radijski strani ter RS-232 pa delajo brezhibno. Novejši Zilog-ovi Z85C30 sicer delajo, a ne povsem brezhibno in včasih izgubljajo okvirje. Tovarna Zilog je v CMOS izvedbo čipa vgradila še dodatne funkcije in prav tu je izgleda izvor težav, ki se jih pri Zilog-u dobro zavedajo, saj so skušali to popraviti v novejših čipih. Zilog-ovi Z85C30 radi nagajajo tudi v SuperVozlju.

Na srečo lahko v naših trgovinah v glavnem kupimo AMDjeve čipe AM85C30, ki so popolnoma kompatibilni z NMOS izvedbo 8530 in so mi vsi vedno brezhibno delovali v TNCju. Taktna hitrost izgleda ni bistvena, 8MHz izvedba AM85C30-8PC naprimer brezhibno deluje pri taktu 15MHz. Pri nakupu SCC čipa torej previdno, taktna hitrost CMOS izvedbe ni bistvena, a izogibljite se Zilog-u!

V TNCju sem preizkusil tudi NMOS izvedbe različnih proizvajalcev: Zilog Z0853006PSC, Intel P82530-6, AMD Z8530H-6PC, SHARP LH8530AP in SGS-Thomson Z8530AB1, vse za nazivni takt 6MHz. Vse NMOS izvedbe so vedno delovale brezhibno, le da so za megabitni TNC nekoliko prepočasne, saj v TNCju potrebujemo takt preko 10 MHz. V megabitnem TNCju sem lahko koristno uporabil le Zilog Z0853006PSC in SGS-Thomson Z8530AB1, ki sta za silo delovala pri 11MHz, kar omogoča dvakratno taktno frekvenco 22MHz mikroprocesorja MC68HC000.

Veliko manj težav sem imel z mikroprocesorjem MC68HC000. Prav vsi preizkušeni čipi z nazivno taktno frekvenco samo 10MHz so delovali brezhibno pri taktu 30MHz! Nazivno 16MHz izvedbo se da nagnati celo hitreje do 40MHz, vendar to ni potrebno, saj 22MHz takt povsem zadostja za megabitni TNC s 115.2kbit/s RS-232, 30MHz takt pa je povsem zadosti tudi za 460.8kbit/s RS-232. Razen tega smo na boljšem sejmu v Friedrichshafnu uspeli najti mikroprocesorje MC68HC000 za smešno ceno, tako da je zdaj v rokah naših amaterjev teh čipov zadosti za vse graditelje.

Pri izbiri taktne frekvence moramo seveda pomisliti tudi na možnost deljenja na uporabno hitrost na RS-232. Tako lahko iz takta 22MHz (točna frekvenca 22.1184) dobimo le 115.2kbit/s, iz takta 30MHz (točna frekvenca 29.4912) pa tudi 230.4kbit/s. S taktom 30MHz lahko preko mostička PCLK-RTxCB in popravka v programu dobimo tudi 460.8kbit/s. Asinhroni RS-232 vmesnik sicer dopušča odstopanje takta za nekaj odstotkov. Če je odstopanje taktne frekvence mikroprocesorja večje, potem moramo pripeljati na vhod RTxCB pravilen takt iz drugega oscilatorja.

Najvišjo dosegljivo taktno hitrost določata tudi oba pomnilnika na ploščici TNCja. Poskusi so pokazali, da se spleča vgraditi sodobne pomnilnike velikosti 128kX8 (ne hibride), ki vsi delujejo pri taktu 30MHz, celo nekatere počasnejše 100ns izvedbe. Najhitrejši so seveda "cache" pomnilniki iz starih "486" računalnikov, v ozkem ohišju, ki potrebuje adapter na široko podnožje v TNCju. Končno je pri pomnilniku pomemben tudi tranzistor 2N2369 za zaščito vsebine ob RESET-u. Ta tranzistor smemo zamenjati samo z drugimi hitrimi preklopnimi tranzistorji, ker z nizkofrekvenčnimi BC... megabitni TNC ne deluje pravilno!

Pri praktični uporabi KISS TNCja se je izkazalo zelo koristno, da so časovni parametri in klicni znak shranjeni v CMOS RAMu. Na ta način jih lahko spremenimo kadar koli. Da nove nastavitve ostanejo shranjene tudi ob izklopu TNCja, je treba v napajalnik iz CQ ZRS 1/1992 vgraditi NiCd baterijo ali elektrolitski kondenzator velike vrednosti, kot je to prikazano na sliki 4.

Zaporedno z baterijo ali kondenzatorjem vedno vežemo upor, da omejimo tok polnjenja. Za NiCd baterijo lahko tudi povečamo upor nad nazivnih 1.2kohm in tako zmanjšamo tok polnjenja ter podaljšamo življenjsko dobo baterije. Z malo sreče pa najdemo tudi elektrolitske kondenzatorje zelo visokih kapacitivnosti (tudi več kot 1 Farad!) v zelo majhnih ohišjih, ki imajo precej daljšo življenjsko dobo od baterije in v tem slučaju zadošča upor 100ohm.

Baterija omogoča držanje vsebine pomnilnika tudi mesec dni, odvisno od toka samopraznjenja baterije. Kapacitivnost kondenzatorja je precej manjša in zadrži vsebino pomnilnika le za nekaj dni ali kvečjemu teden, odvisno od porabe pomnilnika in

upornosti schottky diode 1N5818 v zaporni smeri. V praktični uporabi, ko vključimo postajo za packet radio skoraj vsak dan, se je izkazal kondenzator 1F povsem zadosti.

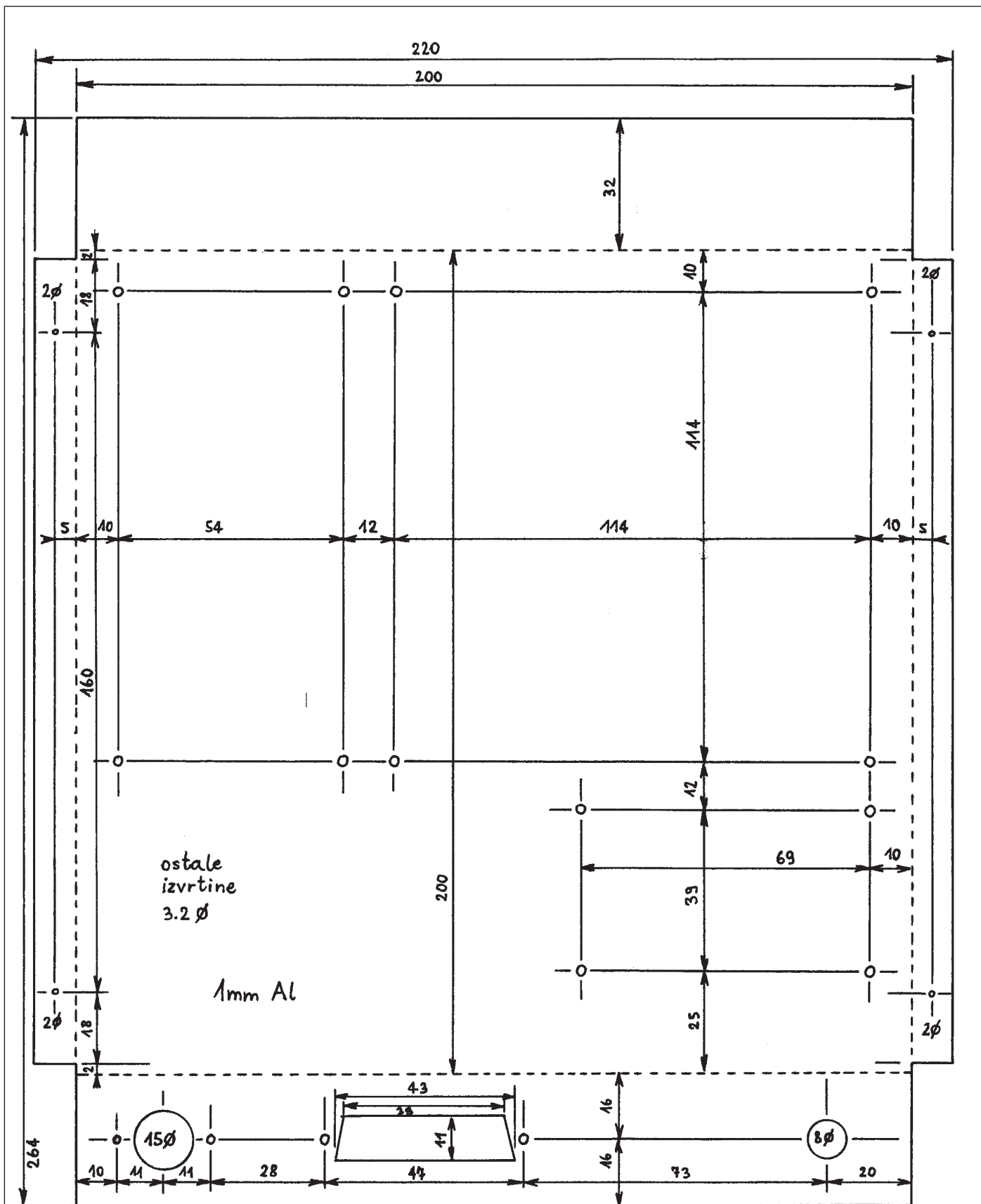
Pri gradnji napajalnika pazimo na vrsto uporabljenih dušilk 100uH. Te naj bojo čim večje (velikost upora $1/2W$), da imajo manjšo upornost, se manj grejejo in ima z njimi napajalnik boljši izkoristek. Če se RESET TNCja proži prepogosto, že ob manjših sunkih napajanja +12V, potem lahko znižamo napetost zener diode v vezju RESET-a z nazivnih 8.2V vse do 5.6V.

Točno izhodno napetost napajalnika sicer nastavimo z izbiro druge zener diode. Padec napetosti na tej diodi je okoli 4.3V pri pravilnem delovanju napajalnika. Ker pa je prebojna napetost zener diod navedena za tok 10mA in imajo zener diode za nizke napetosti dokaj "zaobljeno" koleno, moramo zaradi nižjega toka okoli 1mA v opisanem napajalniku uporabiti zener diodo za nazivno višjo napetost 4.7V ali 5.1V. TNCju sicer nič ne škodi in CMOS vezja so celo nekoliko hitrejša pri napajalnih napetostih do +5.5V.

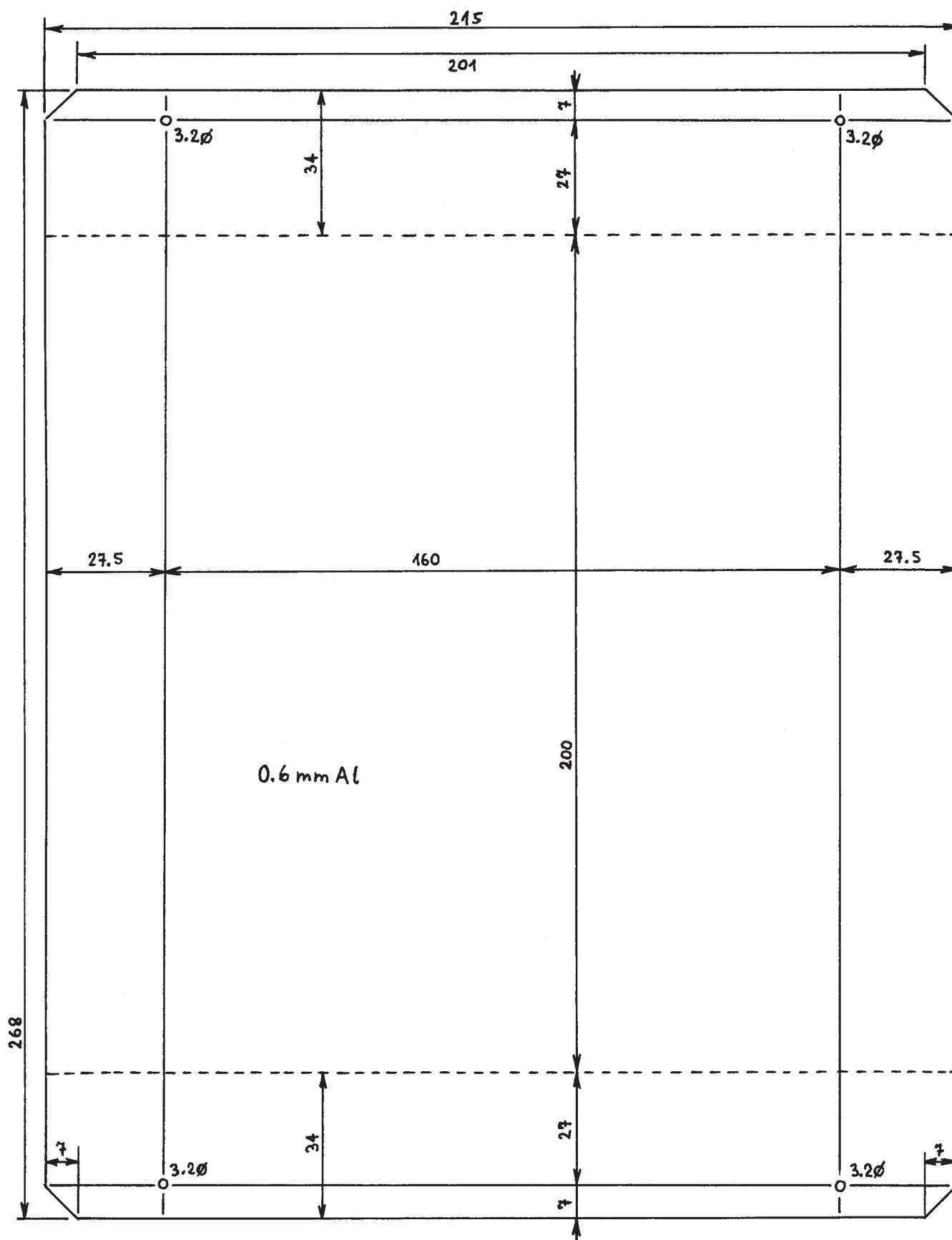
Megabitni TNC je smiselno vgraditi v enostavno škatlo iz aluminijeve pločevine, da je TNC dobro oklopljen, hkrati pa so vse enote dostopne, ko snamemo pokrov. Dno škatle je izdelano iz 1mm debele aluminijeve pločevine in je prikazano na sliki 5. Pokrov škatle je lahko iz tanjše 0.6mm debele aluminijeve pločevine in je prikazan na sliki 6. Prikazane izmere škatle so primerne za oba RS-232 vmesnika ter za bitno sinhronizacijo (skrambler) za PSK postaje (CQ ZRS 3/1995). Dodatni Manchester modem seveda potrebuje večjo škatlo!

Preizkušanje izdelanega TNCja pri drugem radioamaterju je zelo zoprno, če vezava vtičnic ni znana. Še bolj zoprno je z napačno vezavo vtičnic poškodovati tujo opremo. Naprimer, na vtičnici s TTL signali za PSK radijsko postajo ne sme biti prisotno napajanje +12V! Če pri sklapljanju ali razklapljanju takšne vtičnice masa prej izgubi ali kasneje dobi kontakt kot ostali signali, dobimo za trenutek celotno napajanje +12V na TTL vhode in izhode ter na ta način uničimo PSK radijsko postajo, modem ali oba!

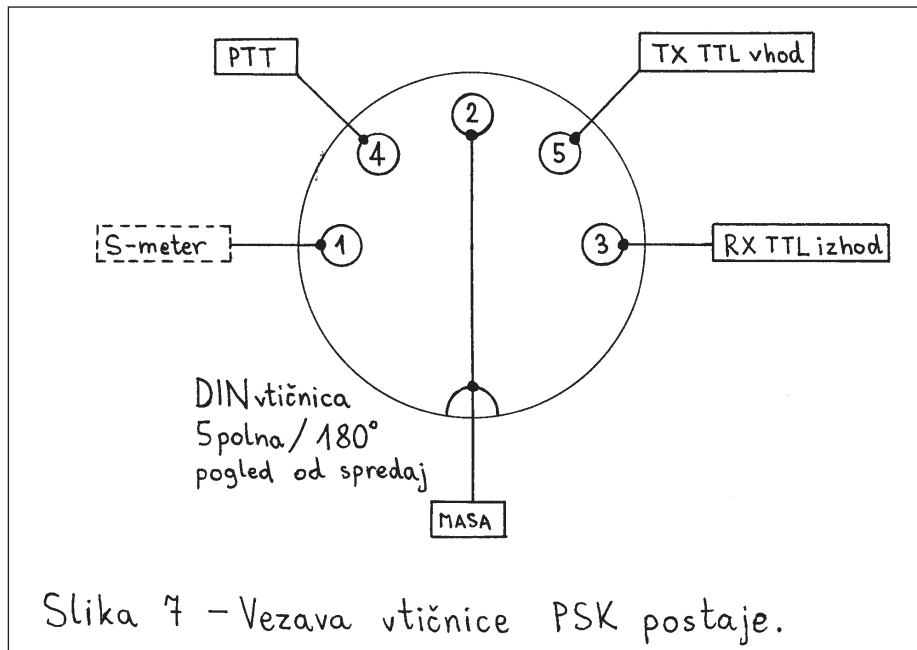
Priporočena vezava vtičnice PSK radijske postaje je prikazana na sliki 7. Za PSK radijsko postajo uporabimo navadno 5-polno, (audio) DIN



Slika 5 - Dno škatle megabitnega TNCja.



Slika 6 - Pokrov škatle megabitnega TNCja.



packet je pisana v dveh delih: en del je vmesnik do TNCja ali modema, drugi del pa je terminalski program, ki skrbi za prikaz na zaslonu ter sprejem in oddajo datotek. Najbolj znani vmesniki (gonilniki) do TNCja so TFPCX in TFKISS skupine Nordlink ter različne izvedbe Flexnet gonilnikov za operacijska sistema DOS in Windows. Pri vseh mojih poskusih sem se seveda omejil na vmesnike za KISS protokol.

TFKISS je le enostavnejša, a precej hitrejša različica gonilnika TFPCX, ki zna uporabljati le KISS na RS-232. Skupina programov Flexnet za DOS pozna dva vmesnika: TFEMU se obnaša proti terminalskemu programu natančno tako kot TFPCX, Flxapi32 pa je namenjen terminalskemu programu za Windows. Končno, novi Flexnet za Windows ima samo svoj lastni Flxapi32 in ne podpira več terminalskih programov za DOS.

Večina terminalskih programov veselo cinglja in binglja ter razpolaga z najmanj 10000 malo uporabnimi funkcijami, od katerih redkokatera deluje povsem brezhibno, le na hitrost in zanesljivost delovanja ni pomislil nihče. Zal večina naših radioamaterjev zelo malo razmišlja o tem, kakšen program bi njim najbolj ustrezal, ter preprosto prosi prijatelja, ki že ima packet doma, da mu skopira svoj program. Počasni terminalski program GP je mogoče enostaven za uporabo, priljubljenosti skompliciranih in neučinkovitih programov SP ali TOP pa si res ne znam razložiti.

Rezultati preizkusov različne programske opreme so prikazani na sliki 11. V operacijskem sistemu DOS sem preizkušal hitrost prenosa s terminalskim programom TSTHOST (izvedba 1.42A, avtor Mario Travaglino, IK1GKJ). TSTHOST lahko krmilimo z gonilnikom TFKISS ali pa s Flexnetom za DOS preko pomožnega programa TFEMU. Obe kombinaciji delata tudi v operacijskem sistemu Windows, vendar za hitrostne preizkuse res ni smiselno ovirati programov z neučinkovitim večopravilnim operacijskim sistemom.

Za operacijski sistem Windows je izbira terminalskih programov precej ožja, če si seveda odmislimo vse programe za DOS, ki načeloma lahko delajo tudi pod Windows. Skupaj s Flexnet-om za Windows dobimo terminalski program Paxon, ki je žal počasen podobno kot GP. Na srečo je Wolfgang Winter, DH3WW napisal

vtičnico s kontakti razvrščenimi v polkrogu (180stopinj), kjer poleg oklopa uporabimo za maso še srednji kontakt. Da ne pride do pomote, uporabimo za WBFM ali NBFM postaje drugačno vtičnico, kot je to prikazano na sliki 8: DIN 6-polna (video) s kontakti v loku 270 stopinj. Manchester modem in WBFM postaje so bolj trdoživi in tu smemo napeljati +12V napanjanje na isto vtičnico.

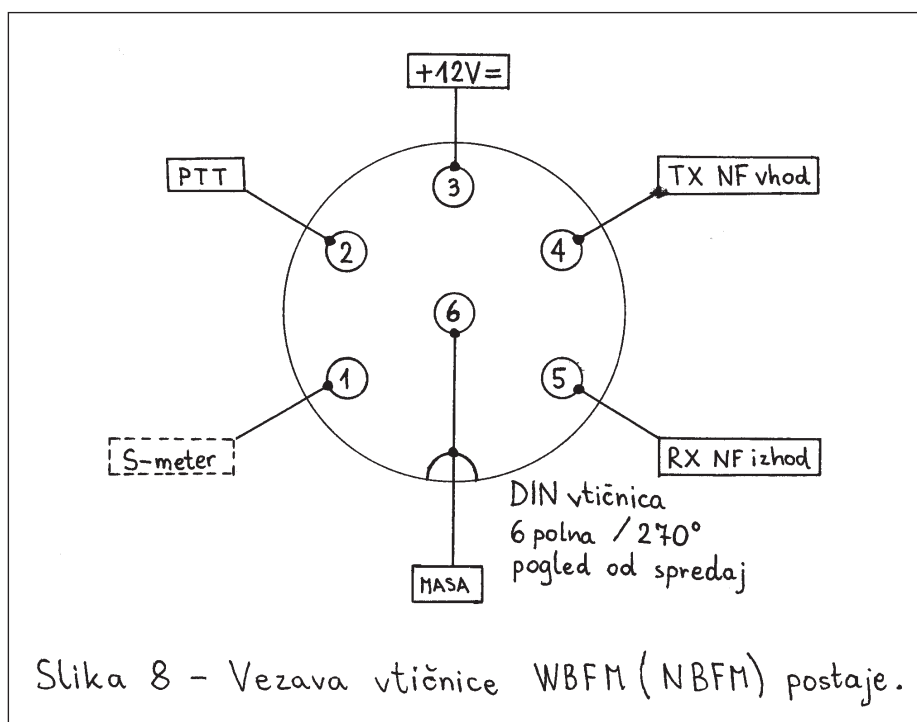
Megabitni TNC s hitrejšim zaporednim vmesnikom in kondenzatorjem 1F v napajalniku je prikazan na sliki 9. Izvedba TNCja za 38.4kbit/s z Manchester modемом potrebuje nekoliko širšo škatlo, kot je to prikazano na sliki 10. V TNCju za

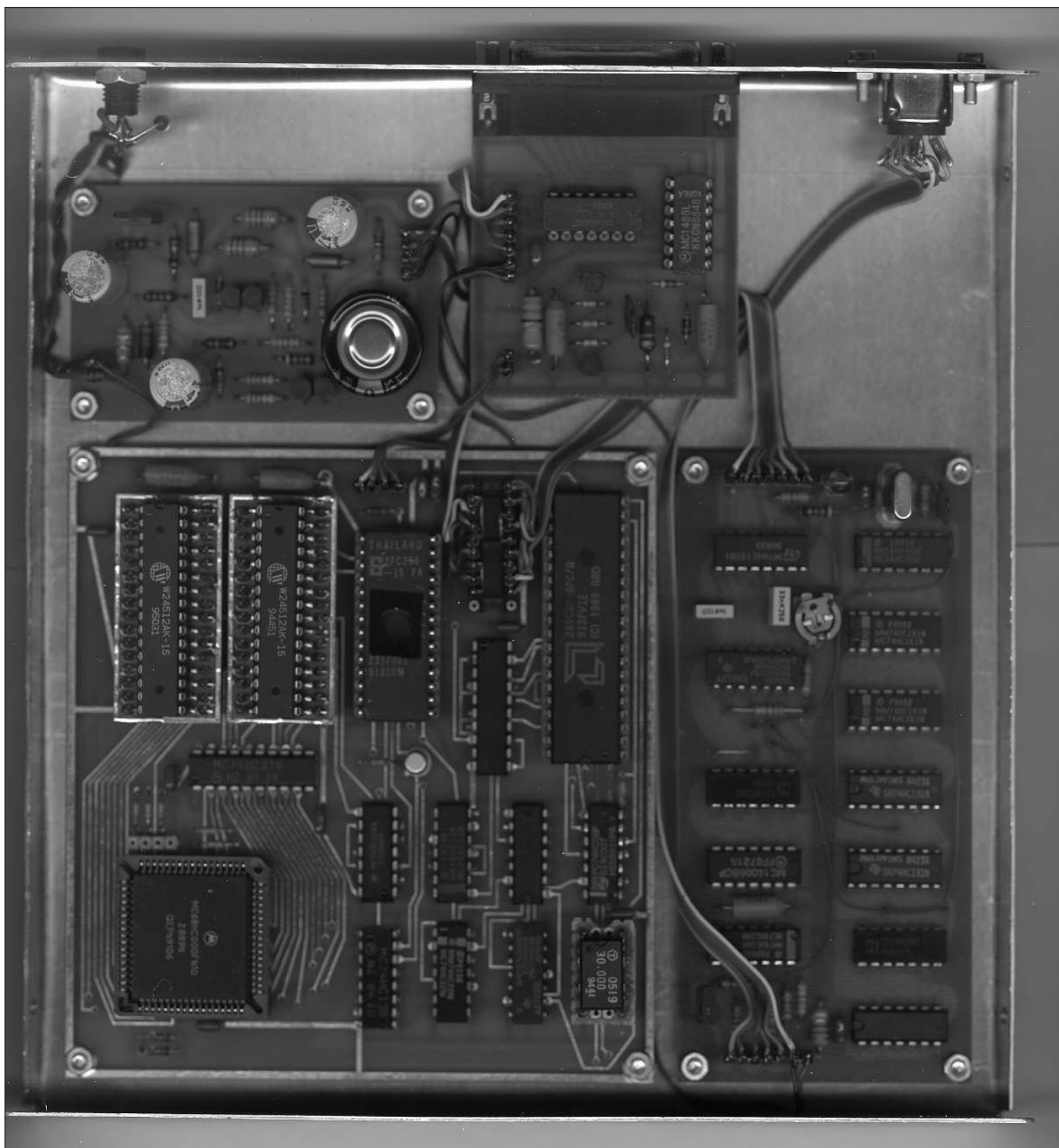
38.4kbit/s povsem zadošča vmesnik z MAX232 s hitrostjo 115.2kbit/s na RS-232.

4. Poskusi z različno programsko opremo

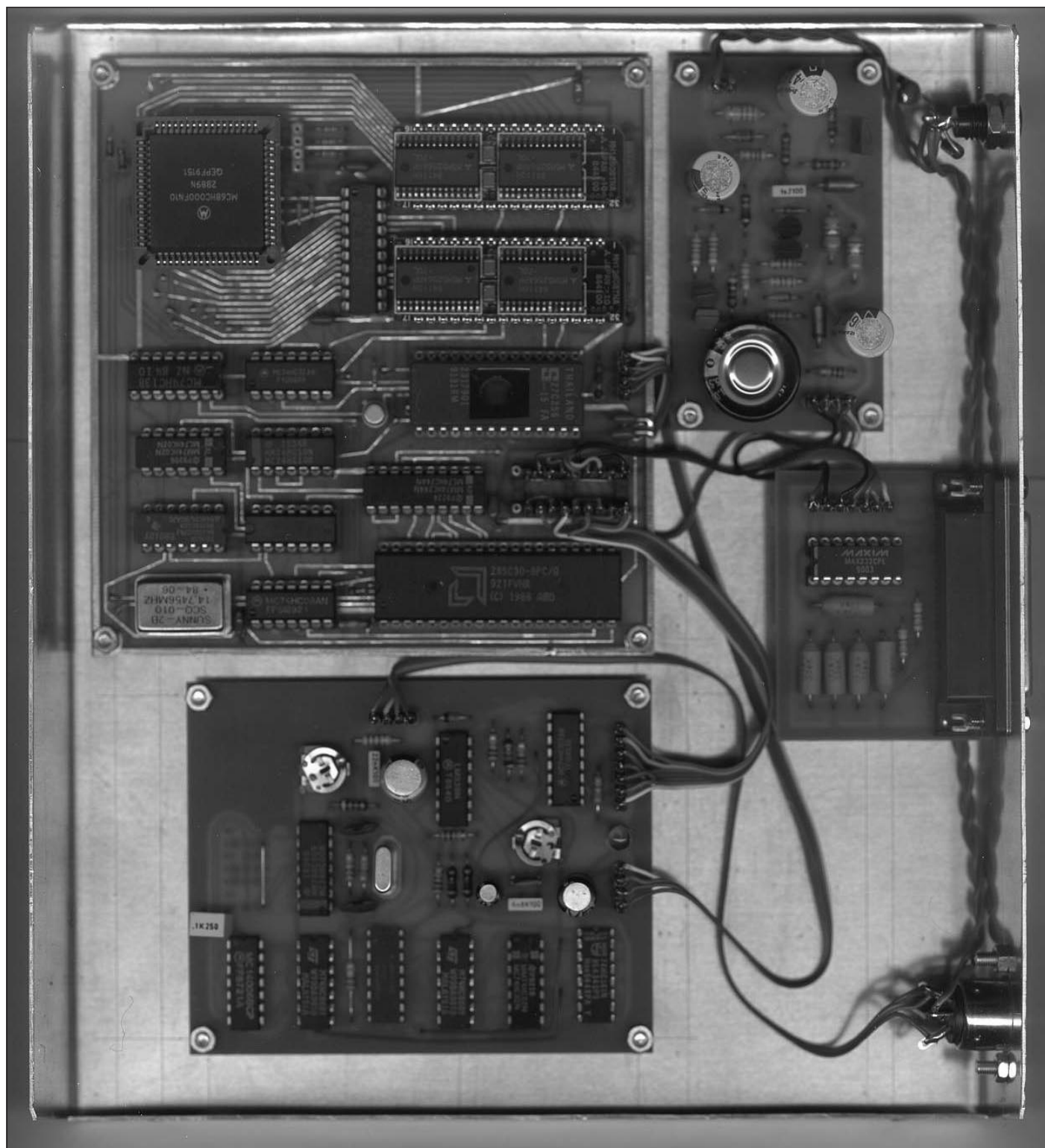
Kot sem že omenil na začetku, obstaja za PC računalnike nepregledna množica najrazličnejših programov za packet-radio. Večina je sicer pisana za operacijski sistem DOS, čedalje več programov pa dobimo tudi za Windows in Linux. Ker se na Linux (še) ne spoznam, bom v nadaljevanju opisal moje izkušnje s programi za DOS in Windows.

Večina razpoložljivih programov za





Slika 9



Slika 10

Časi in hitrosti prenosa	Nekodirana slika 512 x 256 x 8 = 131072 bajtov = 131 kb		
	Pentium 133MHz; 24Mb RAM; 1.6Gb disk; 16C550 zaporedni vmesnik; Flexnet CRC		
Software RS-232	DOS-Flexnet-v3.3g TFEMU TSTHOST 1.42A	TFKISS-v3.0(dos) TSTHOST 1.42A	Warez Windows 99 Flexnet 32 WPP 1.50
115.2kbit/s	40s 3.3kbyte/s Prenos OK	45s 2.9kbyte/s Uničeni podatki	200s 0.65kbyte/s Nepotrebna ponavljanja
230.4kbit/s	20s 6.6kbyte/s Prenos OK	17s 7.7kbyte/s Občasne napake	15s 8.7kbyte/s Prenos OK
460.8kbit/s	18s 7.3kbyte/s Prenos OK	14s 9.4kbyte/s Občasne napake	11s 11.9kbyte/s Prenos OK

Slika 11 - Učinkovitost TNCja z različnimi programi in hitrostmi RS-232.

odličen terminalski program WPP. WPP je še v razvoju in vse inačice ne delajo pravilno, zato sem moje poskuse delal z inačico 1.50.

Pri vseh poskusih sem prenašal isto sporočilo: nekodirano sliko 512x256, ki jo je ujel slikolov na SuperVozlju. Takšna slika je binarno sporočilo dolžine točno 131072 bajtov, kar olajša ugotavljanje napak pri prenosu. Hkrati sem lahko poljubno nastavljal parametre oddaje na SuperVozlju, da sem preizkusil TNC in programsko opremo na računalniku.

Poskusi so pokazali, da je dobra RS-232 kartica s FIFO vmesnim pomnilnikom še kako pomembna. Brez FIFO pomnilnika prihaja do izgub posamičnih bajtov sporočila že pri hitrosti 115.2kbit/s na RS-232. Z uporabo SMACK ali FLEXNET-CRC inačice KISS protokola napake sicer preprečimo, vse napačno sprejete okvirje pa mora oddajnik ponavljati, kar zavira prenos sporočila. S FIFO pomnilnikom gre za silo brez CRCja celo na 230.4kbit/s in le na višjih hitrostih je CRC nujen potreben.

Vse prikazane poskuse sem zato opravil z isto strojno opremo: računalnik pentium 133MHz, 24Mb RAM, 1.6Gb disk, opremljen s kartico s 16C550 FIFO čipi in FLEXNET-

CRC KISS protokolom. CRC-KISS protokol zahteva dodatno računanje tako v TNCju kot v računalniku, kar spet zavira prenos podatkov. Končno je pri primerjavi rezultatov pomembna tudi hitrost trdega diska v računalniku: s starejšim, počasnejšim 200Mb diskom so bili vsi časi prenosa za 5 sekund daljši kot z novejšim, hitrejšim diskom za 1.6Gb.

V tabeli na sliki 11 takoj izstopajo težave z gonilnikom TFKISS. TFKISS vedno dela napake kljub CRCju in v slučaju počasnega RS-232 (115.2 kbit/s) je rezultat katastrofalen: terminalski program posname sporočilo dolžine okoli 170kbyte. Od kod pride dodatnih 39kbyte solate, ko pa SuperVozelj odda sliko točne dolžine 131072 bajtov? Pri 230.4kbit/s in 460.8kbit/s so napake občasne, recimo vsakih 300kbyte, ampak vedno iste oblike: terminalski program dobi višek celih okvirjev.

Napaka s programom TFKISS (TFPCX počne isto in dela še več napak) pravzaprav ni nova in jo poznamo že dolgo časa, iz obdobja TheNet vozlišč. Iste napake počnejo vsi programi, ki so osnovani na programih HOSTMODE in NETROM za znani TNC2 avtorja WA8DED. O napaki sem tudi pisal avtorjem pri

Nordlinku, a sem od njih dobil samo meglen odgovor. Morala zgodbe: ni vse zlato, kar se sveti in tudi program s tako visokoletečim in znanim imenom ni nujno, da sploh dela.

Od vseh gonilnikov je pri vseh možnih hitrostih deloval brezhibno edino Flexnet za DOS. Žal je Flexnet za DOS od vseh programov tudi najpočasnejši. Pri Flexnet-u se lepo vidi učinek hitrosti na RS-232. Zaradi omejitev simpleksnega radijskega kanala na 1.2288Mbit/s (mrtvi časi čakanja ob preklopu "slottime/persistence" in samega preklopa sprejem/oddaja "txdelay") je izboljšanje nad 230.4kbit/s na dupleksnem RS-232 razmeroma majhno.

Flexnet 32 za Windows sem preizkušal z operacijskim sistemom Warez Windows 99, ki od vseh znanih inačic Windows pokuri najmanj računalniške zmogljivosti zase. Flexnet 32 je od vseh znanih programov najhitrejši, ima pa poenostavljen KISS protokol brez AX.25 timerja T2 (resptime). Flexnet 32 zato potrjuje vsak sprejeti okvir, kar je na naših megabitnih zvezah sicer zelo koristno, pri prepočasni KISS povezavi med računalnikom in TNCjem pa privede do številnih nepotrebnih ponavljanj in znatne upočasnitve pre-

```

ein Windows Packet Programm
Program Options Terminal Command TCP/IP Tools Trace Monitor Help

100
s53mv

S53MU-3
TNC, S53MU-3, S59DAY-7, EK
1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----0-----

WPP Version 1.20
Minikernel: 3.3g (WIN32)
0:KISS
F:LOOP
Config: C:\WPP120\CONFIG.WPP
Load: wsock32.dll
und ab...
R0:fm TNC to STATUS ctl UI pid F0 (61) [07:03:11]
S53MU Glava: 80 Rep: 30 Tecnoha: 240 Bloki: 116 T: 0 0:KISS
T0:fm S53MU-3 to TNC ctl UI pid F0 (1) [07:03:18]

R0:fm TNC to STATUS ctl UI pid F0 (66) [07:03:18]
S53MU Glava: 80 Rep: 30 Tecnoha: 240 Bloki: 116 T: 135735 0:KISS
T0:fm S53MU-3 to TNC ctl UI pid F0 (1) [07:03:20]

R0:fm TNC to STATUS ctl UI pid F0 (66) [07:03:20]
S53MU Glava: 80 Rep: 30 Tecnoha: 240 Bloki: 116 T: 176114 0:KISS
T0:fm S53MU-3 to TNC ctl UI pid F0 (7) [07:03:25]

100
R0:fm TNC to STATUS ctl UI pid F0 (67) [07:03:25]
Glava: 100 Rep: 30 Tecnoha: 240 Bloki: 116 T: 273179 0:KISS
R0:fm S59DAY-7 to UOZELJ ctl UI pid F0 (65) [07:03:30]
*** SuperUozelj RAFUT:S59DAY ... Nova Gorica JN65TW 120m asl ***
R0:fm S59DAY-7 to UOZELJ ctl UI pid F0 (65) [07:03:36]
*** SuperUozelj RAFUI:S59DAY ... Nova Gorica JN65TW 120m asl ***
R0:fm S59DAY-7 to UOZELJ ctl UI pid F0 (65) [07:03:36]
*** SuperUozelj RAFUT:S59DAY ... Nova Gorica JN65TW 120m asl ***
T0:fm S53MU-3 to TNC ctl UI pid F0 (6) [07:03:42]
s53mv
R0:fm TNC to STATUS ctl UI pid F0 (67) [07:03:43]
S53MU Glava: 100 Rep: 30 Tecnoha: 240 Bloki: 116 T: 625736 0:KISS
T0:fm S53MU-3 to TNC ctl UI pid F0 (1) [07:03:48]

R0:fm TNC to STATUS ctl UI pid F0 (67) [07:03:48]
S53MU Glava: 100 Rep: 30 Tecnoha: 240 Bloki: 116 T: 740258 0:KISS

```

Slika 12

nosa.

Pri dovolj veliki hitrosti na RS-232, 230.4kbit/s ali več, pride do izraza učinkovitost programa, ki zna izkoriščati zmogljivosti računalnika, kot je to 32-bitni Flexnet za Windows. Hitrosti prenosa so primerljive, če ne celo boljše od tistega, kar zmora SCC-DMA kartica na računalniku podobne zmogljivosti.

Razlaga učinkovitosti TNCja je preprosta: pri SCC-DMA kartici mora računalnik po pravilnem sprejemu okvirja preprogramirati več registrov v SCC čipu in še več registrov v DMA čipu, da ju pripravi za naslednji okvir. Še večjo obremenitev predstavlja za računalnik šum, ki stalno tvori ključne okvirje kratke dolžine. KISS TNC se seveda sam prav tako ukvarja s šumom, ampak tega ne pošilja naprej računalniku.

Protokol AX.25 vsebuje tudi zelo kratke okvirje, potrditev je lahko dolga samo 15 bajtov, ki vsi stojijo v FIFO vmesnem pomnilniku dobre RS-232 kartice. Računalnik mora za

sprejem takšnega okvirja obdelati eno samo prekinitev, kar predstavlja veliko manj dela kot pa stalno preprogramiranje številnih registrov SCC in DMA čipov, ki se prožijo na šum. Zasluga za učinkovitost KISS TNCja torej ni samo v megabitnem TNCju, pač pa v učinkovitih RS-232 karticah s FIFO pomnilniki in programski opremi, ki zna takšne kartice dobro uporabljati.

Omenjene programe za packet-radio večinoma najdemo na internetu. Skupina Flexnet ima svojo domačo stran: <http://www.afthd.tu-darmstadt.de/~flexnet/> vendar je na njej na razpolago le Flexnet za DOS. Flexnet 32 je verjetno še v razvoju, na sejmu v Friedrichshafnu smo ga dobili na disketi. Različne inačice programa WPP dobimo na naslovu: <http://db0exp.de/wpp/>

Ker se stvari hitro spreminjajo, bi bilo verjetno pametno, da bi bila na razpolago kopija uporabnih programov tudi na naših packet-radio BBSjih. Tudi opis, kako se "postavi"

kakšen program, ne bi nič škodil, saj ga ne potrebujejo le začetniki...

5. Nastavljanje parametrov TNCja

Ker je programiranje megabitnega TNCja nekoliko drugačno od drugih TNCjev, sem dobil kar nekaj vprašanj, kako pogledati in nastaviti parametre TNCja. Z novo inačico programa BATKISS, ki zadrži vse parametre v CMOS RAMu s pomočjo baterije v napajalniku, moramo parametre vsaj enkrat ročno nastaviti. Če tega ne naredimo, bo TNC delal z naključnimi števili in znaki, ki so se slučajno nahajali v pomnilniku.

Nastavljanje in ogled parametrov poteka preko UI (beacon) okvirjev. V terminalskem programu moramo zato odpreti monitorsko okno, kjer vidimo vse okvirje (ponavadi ukaz ALT-M ali ena od funkcijskih tipk). Takoj ob vklopu TNCja bo program BATKISS poslal okvir, ki opisuje nastavitve TNCja. Če tega okvirja ne dobimo,

potem je treba preveriti RS-232 kabel, nastavitve RS-232 v TNCju in PC računalniku, vrsto protokola (navadni KISS, SMACK ali FLEXNET-CRC) ter nastavitve terminalskega programa (ali dopušča prikaz UI okvirjev?)

Nato moramo nastaviti naš terminalski program, da pošilja UI (beacon) okvirje na naslovnika "TNC". V programih SP, TOP, GP ali TGP to naredimo z ukazom <ESC>C TNC v monitorskem oknu, v TSTHOSTu pa moramo nastaviti klicni znak UI okvirjev v datoteki TSTHOST.CFG. Pri programu WPP poklikamo Trace, odkljukamo port, kamor je priključen TNC, potem pa poklikamo UI-path in nastavimo klicni znak "TNC".

Zgled "pogovora" s TNCjem je prikazan na sliki 12. Če na klicni znak TNC pošljemo prazen UI okvir (samo CR), dobimo v odgovor (TNC ga pošlje na znak "STATUS") trenutne nastavitve in stanje TNCja: število prostih blokov pomnilnika in urni števec. Če UI okvir vsebuje besedilo, naslovljeno na klicni znak "TNC", bo TNC to razumel kot ukaz in skušal nastaviti parametre.

V programu BATKISS za megabitni TNC lahko nastavimo pet parametrov: klicni znak, trajanje glave paketa (txdelay), trajanje repa okvirja (txtail), tečnoba ali verjetnost preklopa na oddajo (ppersistance) in

vrsto protokola: navadni KISS, SMACK ali FLEXNET-CRC. Program seveda sprejme samo toliko parametrov, kot mu jih pošljemo. Če odtipkamo samo klicni znak in glavo, bo TNC zamenjal klicni znak in glavo, ostale parametre pa bo pustil nespremenjene.

Načeloma KISS TNC ne potrebuje klicnega znaka. V megabitni TNC sem vgradil možnost klicnega znaka le zaradi omejitve hitrosti na RS-232. Klicni znak v megabitnem TNCju se obnaša kot sito, da se počasni RS-232 ne obremenjuje z vsem prometom na radijskem kanalu, pač pa le z okvirji, naslovljenimi na naš računalnik. Megabitni TNC ne preverja SSIDja klicnega znaka. Če klicni znak nadomestimo s presledki, pridejo skozi TNC prav vsi okvirji kot v običajnem KISS TNCju, kar je prikazano na sliki 12. Če je v megabitni TNC vstavljen veljaven klicni znak (sito), se TNC hkrati obnaša kot digi s tem klicnim znakom za vse ostale uporabnike. Digi deluje s poljubnim SSIDjem.

Ker megabitni TNC ne vsebuje posebnih urnih števcov, sta časovna parametra glava in rep izražena kar v številu glavnih zank programa. Hitrost glavne zanke zavisi od taktne frekvence mikroračunalnika in jo preprosto izmerimo tako, da dvakrat zaporedoma prečitamo stanje TNCja s časovnim presledkom 10 ali 100

sekund. Pri taktu 30MHz je povprečna številka 20000 zank v sekundi, vendar se moramo zavedati, da je med oddajo glave in repa mikroračunalnik zelo malo obremenjen in ravno takrat naredi še več zank.

Dolžina glave paketa zavisi od vrste PSK radijske postaje: gre od 4ms za prvotne 13cm PSK radijske postaje s sprejemnikom z dvojnimi mešanjem do 2ms za novejši PSK postaje z ničelno medfrekvenco. Dolžina repa okvirja zavisi od vrste sogovornika: stari SuperVozelj z mikroprocesorjem 68010 ali 68020 in DMA vmesnikom 68450 zahteva razmeroma dolg rep 1ms, novi vozlji s 68360 ali pa megabitni TNC pa delajo brezhibno z repi, krajšimi od 0.1 milisekunde.

Tečnoba (ppersistance) ima iste merske enote kot pri ostalih TNCjih in gre od 0 (najmanjša verjetnost) do 255 (največja verjetnost preklopa na oddajo). Vrsto protokola izberemo s številko 0, 1 ali 2. Pri tem se vrsta protokola nanaša izključno na okvirje, ki jih TNC pošilja PC računalniku. V obratni smeri TNC vedno sprejme okvir v kateremkoli veljavnem KISS protokolu, da lahko v vsakem slučaju popravimo nastavitve TNCja...

Lastnosti in oznake keramičnih kondenzatorjev

Matjaž Vidmar, S53MV

O vrstah kondenzatorjev in njihovi izbiri sem pisal že pred časom v CQ ZRS 3/1996. Kot sem pozneje tudi sam opazil, so za večino nas radioamaterjev še vedno največja neznanica keramični kondenzatorji. Keramični kondenzatorji so tudi najpogostejše uporabljani sestavni deli v visokofrekvenčnih vezjih. V tem sestavku naj bi vsaj v grobem opisal, kako se znajti v množici različnih vrst keramičnih kondenzatorjev v amaterskih razmerah, se pravi brez točnih podatkov proizvajalca.

Keramične kondenzatorje delimo po mehanski izvedbi in po vrsti uporabljene keramike. Mehanska izvedba je lahko enoslojna (single-layer) ali večslojna (multilayer). Pri enoslojnih kondenzatorjih so elektrode nanešene samo na zunanjo stran keramičnega telesa različnih oblik (diski, ploščice in cevi različnih prerezov). Pri večslojnih kondenzatorjih so elektrode vgrajene v notranjost keramičnega telesa (običajno v obliki kvadra), na zunanjo stran pa so nanešeni le priključki.

Za gradnjo kondenzatorjev obstaja nepregledna množica različnih vrst keramike. Čeprav si proizvajalci niso povsem enotni v oznakah, vsi proizvajalci delijo keramiko na dve različni vrsti ali razreda: prvi razred (class 1 ali type 1) in drugi razred (class 2 ali type 2). Med obema razredoma keramike obstajajo ogromne razlike v električnih in mehanskih lastnostih.

Keramika prvega razreda ima razmeroma nizko relativno dielektrično konstanto (običajno med 10 in 100) in je zato primerna za gradnjo kondenzatorjev nižjih vrednosti. Keramika prvega razreda se odlikuje z zelo majhnimi visokofrekvenčnimi izgubami: tangens izgubnega kota je običajno manjši od 0.001 oziroma faktor kvalitete Q je višji od 1000.

Kapacitivnost kondenzatorjev iz keramike prvega razreda je skoraj neodvisna od pritisnjene enosmerne napetosti in frekvence izmeničnih signalov ter se le malo spreminja s temperaturo. Temperaturno odvisnost keramike prvega razreda opišemo z (linearnim) temperaturnim koeficientom, izraženim v milijoninah relativne spremembe na stopinjo temperature, se pravi ppm/C ali

ppm/K.

Temperaturni koeficient keramik prvega razreda se giblje v mejah od +100ppm/K do -1500ppm/K, kot je to prikazano na sliki 1. Temperaturni koeficient je običajno označen z barvno liso na kondenzatorju: rdeča/vijolična ali oznaka P100 pomeni +100ppm/K, črna ali oznaka NP0 pomeni 0ppm/K, oranžna ali oznaka N150 pomeni -150ppm/K, vijolična ali N750 pomeni -750ppm/K ter dve

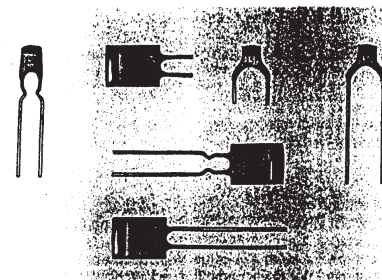
oranžni lisi ali N1500 pomeni -1500ppm/K.

Ostale barve in oznake se uporabljajo bolj poredkoma, nekateri proizvajalci pa jih uporabljajo tudi za označevanje drugačnih vrst keramike od tistih, ki jih prikazuje slika 1. Ker ima keramika P100 najnižjo dielektrično konstanto, keramika N1500 pa najvišjo znotraj skupine keramik prvega razreda, lahko vrsto keramike in temperaturni koeficient uganemo

miniature plate

tuning - type 1B
2222 631 632 638
2222 641 642 643

Low voltage capacitors for use in h.f. circuits where their excellent electrical properties and small size, compared with mechanical trimmers, offer definite advantages.



Available values

capacitance range (E12) and relevant size

size I	II	III	IV	V	temperature and coefficient 10 ⁹ /K	corresponding colour code	code XX in cat. no.
0,56 to 6,8	8,2	—	—	—	+ 100	red/violet	03
—	10 to 15	18 to 22	27 to 33	39 to 47	—	—	04
1,8 to 8,2	—	—	—	—	0	black	09
10 to 33	39 to 68	82 to 120	—	—	—	—	10
3,9 to 8,2	—	—	—	—	- 75	red	27
10 to 18	22 to 39	47 to 56	68 to 82	100 to 120	—	—	28
3,9 to 8,2	—	—	—	—	- 150	orange	33
10 to 22	27 to 68	82 to 100	120 to 150	—	—	—	34
3,9 to 8,2	—	—	—	—	- 220	yellow	39
10 to 22	27 to 47	56 to 68	82 to 100	120 to 150	—	—	40
4,7 to 8,2	—	—	—	—	- 330	green	45
10 to 27	33 to 56	68 to 82	100 to 120	150 to 180	—	—	46
6,8 to 8,2	—	—	—	—	- 470	blue	51
10 to 33	39 to 68	82 to 100	120 to 150	180 to 220	—	—	52
3,9 to 8,2	—	—	—	—	- 750	violet	57
10 to 47	56 to 100	120 to 150	180 to 220	270 to 330	—	—	58
18 to 82	100 to 180	220 to 270	330 to 390	470 to 560	- 1500	orange/orange	70

Tolerance C < 10 pF
C ≥ 10 pF
Rated voltage (d.c.)
with test voltage (d.c.)
Category temperature range
Insulation resistance
Tan δ C < 50 pF
C > 50 pF
Basic specification
Climatic category IEC 68

0,25 pF
± 2%
100 V
300 V
- 55 to + 85 °C
> 10 000 MΩ
≤ 15(15/C + 0,7)10⁻⁴; max 55x10⁻⁴
≤ 15 x 10⁻⁴
IEC 384-8, type 1B
55/085/21

size	Wmax	Hmax
I	3,6	3,7
II	4,5	4,7
III	5,1	5,3
IV	6,2	6,4
V	6,2	8,6

Dimensions (mm)

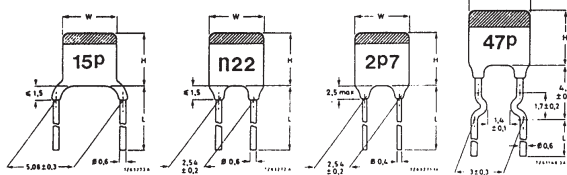


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

style	L	pitch
638	≥ 15	0,2 inch
642	6 ⁺⁰ ₋₂	0,2 inch
631	≥ 15	0,1 inch
641	6 ⁺⁰ ₋₂	0,1 inch
632	≥ 15	flexible leads
643	≥ 10	

Slika 1 - Keramični kondenzatorji prvega razreda.

tudi iz zunanjih izmer enoslojnega kondenzatorja. V ta namen tudi objavljamo primerjalno tabelo izmer na sliki 1.

Pri gradnji zelo zahtevnih vezij se moramo zavedati, da ima tudi temperaturni koeficient keramik prvega razreda svoja odstopanja. Na primer za keramiko NP0 (N-P-ničla) večina proizvajalcev dopušča odstopanje +/- 30ppm/K. Tudi kondenzator NP0 zato ni absolutno stabilen. Če 100pF NP0 kondenzator segrejemo za 10 stopinj, se njegova kapacitivnost lahko spremeni na 100.03pF ali 99.97 pF. Višje vrednosti temperaturnega koeficienta imajo seveda sorazmerno večja odstopanja.

Keramika drugega razreda ima zelo visoko dielektrično konstanto, tudi preko 10000, ki jo omogoča feroelektrični pojav v barijevem titanatu in nekaterih drugih snoveh. Visoka dielektričnost omogoča gradnjo majhnih kondenzatorjev z zelo visoko kapacitivnostjo, kot je to prikazano na sliki 2. Kapacitivnost enoslojnih kondenzatorjev iz keramike drugega razreda se giblje v področju od 100pF do 100nF. Žal so vse ostale lastnosti takšnih kondenzatorjev precej slabše.

Kapacitivnost kondenzatorjev iz keramike drugega razreda je močno temperaturno odvisna. Kapacitivnost se spremeni za več odstotkov za vsako stopinjo spremembe, torej tisočkrat več od kondenzatorjev NP0. Sprememba kapacitivnosti je komplicirana nelinearna funkcija temperature. Kondenzatorji drugega razreda imajo tudi velike visokofrekvenčne izgube: tangens izgubnega kota presega 3% oziroma faktor kvalitete Q je manjši od 30.

Kondenzatorji iz keramike drugega razreda zato niso uporabni v visokofrekvenčnih nihajnih krogih in tudi ne v nizkofrekvenčnih sitih in oscilatorjih. Njihovo glavno področje uporabe je blokiranje napajanja. V nizkofrekvenčnih vezijih zato uporabljamo plastične folijske kondenzatorje povsod tam, kjer potrebujemo točne visoke kapacitivnosti z majhnimi izgubami.

Pred leti je vsak proizvajalec keramike po svoje označeval vrste keramike drugega razreda. Danes je večina proizvajalcev prešla na označevanje po EIA standardu, ki je prikazan na sliki 3. Oznaka vrste keramike sestoji iz treh znakov. Prvi znak je črka in označuje spodnjo temperaturno meja delovanja kondenzatorja. Drugi znak je številka in označuje gornjo mejo. Tretji znak je

ceramic capacitors miniature plate

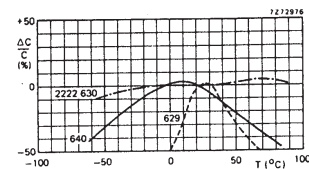
coupling and decoupling – type 2
2222 629 630 640

Low voltage capacitors for use in a wide variety of electronic equipment where a non-linear change in capacitance with temperature is acceptable. Their small size is also advantageous. With values up to 22 nF these three styles complement our lower capacitor ranges of type 1 capacitors.

Available values: refer to relevant drawing

capacitance pF	size			code XXX in catalogue no.
	629	630	640	
180	I			181
220	I			221
270	I			271
330	I			331
390	I			391
470	I			471
560	I			561
680	I			681
820	I			821
1000	I	II	I	102
1200		II		122
1500		II	I	152
1800		II		182
2200	I	III	I	222
2700		III		272
3300		IV	II	332
3900		IV		392
4700	I	IV	II	472
6800			III	682
10000	II		IV	103
22000	IV			223

Series 2222 ...	629	630	640
E series	E3	E12	E6
Tolerance	-20/+80	10	-20/+50
Rated voltage (d.c.)	63	100	100
Test voltage (d.c.)	200	300	300
Category temperature range	-10 to +55	-55 to +85	-55 to +85
Insulation resistance	> 1000	> 1000	> 3000
Tan δ at 1 kHz	< 3,5	< 3,5	< 3,5
Climatic category IEC 68	10/055/21	55/085/21	55/085/21
Basic specification	IEC 384-9	IEC 384-9	IEC 384-9



Dimensions (mm)

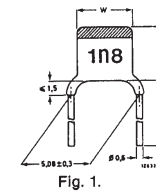


Fig. 1.

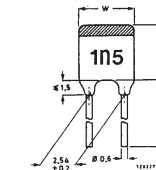


Fig. 2.

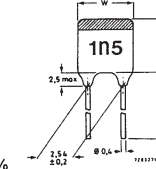


Fig. 3.

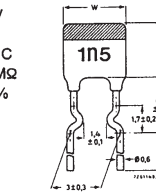


Fig. 4.

catalogue no.	L
2222 629 03 XXX	≥ 15
2222 630 03 XXX	≥ 15
2222 640 03 XXX	≥ 15
2222 629 06 XXX	6 +0
2222 630 06 XXX	-2
2222 640 06 XXX	-2

catalogue no.	L
2222 629 01 XXX	≥ 15
2222 630 01 XXX	≥ 15
2222 640 01 XXX	≥ 15
2222 629 05 XXX	6 +0
2222 630 05 XXX	-2
2222 640 05 XXX	-2

catalogue no.	L
2222 629 02 XXX	≥ 15
2222 630 02 XXX	≥ 15
2222 640 02 XXX	≥ 15

catalogue no.	L
2222 629 07 XXX	≥ 10
2222 630 07 XXX	≥ 10
2222 640 07 XXX	≥ 10

size	Wmax	Hmax
I	3,6	3,7
II	4,5	4,7
III	5,1	5,3
IV	6,2	6,4

Slika 2 - Keramični kondenzatorji drugega razreda.

spet črka in določa dopustno odstopanje kapacitivnosti kondenzatorja v temperaturnem področju, ki ga določata prva dva znaka.

Na primer, v računalnikih najpogosteje srečamo kondenzator z oznako 104 Z5U, ki se uporablja za blokiranje +5V napajanja. Pri tem pomeni število 104 nazivno kapacitivnost 100000pF ali 100nF: prvi dve številki prepisemo, tretja pa je eksponent kot pri uporih. Keramika Z5U dopušča odstopanje od nazivne kapacitivnosti v mejah od +22% do -56% v temperaturnem področju od +10C do +85C.

Odstopanja kapacitivnosti kondenzatorja iz keramike Z5U so lahko

precejšnja. Delovanje naprave s takšnimi kondenzatorji pozimi na prostem sploh ni zagotovljeno! Razen s temperaturo se kapacitivnost keramike drugega razreda spreminja tudi z zaporno napetostjo in s frekvenco, kot je to prikazano na sliki 4. Pri previsoki zaporni napetosti kondenzator sicer ne prebije, pač pa se njegova kapacitivnost zmanjšuje, ker pride ferokeramika (podobno kot feromagnetna jedra) pri preveliki obremenitvi v zasičenje.

Pri gradnji naših naprav je zato bistveno predvsem razlikovanje med keramiko prvega in drugega razreda. Pri enoslojnih kondenzatorjih to storimo iz ocene velikosti kondenzatorja

PRVI ZNAK ČRKA		DRUGI ZNAK ŠTEVILKA		TRETJI ZNAK ČRKA	
SPODNJA TEMPERATURN MEJA		GORNJA TEMPERATURN MEJA		ODSTOPANJE (TOLERANCA)	
X	-55°C	5	+85°C	V	+22%...-82%
Y	-30°C	7	+125°C	U	+22%...-56%
Z	+10°C			T	+22%...-33%
				S	± 22%
				R	± 15%
				P	± 10%
				F	± 7.5%
				E	± 4.7%

PRIMER	LASTNOSTI
X7R	-55°C...+125°C; ± 15%
Z5U	+10°C...+85°C; +22%...-56%

Slika 3 - Oznake keramik drugega razreda.

vsaj v grobem določimo že po barvi. NP0 in ostali kondenzatorji iz keramike prvega razreda so ponavadi beli (pod 10pF) ali vijolični (nad 10pF), gledano pri sončni svetlobi oziroma svetlobi žarnice z nitko. Vijolični kondenzatorji ponavadi postanejo sivkasti ali zelenkasti v svetlobi fluorescentne žarnice.

Kondenzatorji iz keramike drugega razreda (feroelektrični pojav) pa so vedno rjavi v najrazličnejših odtenkih: od okrasto-rjave (X7R) do rdečkasto-rjave (Z5U). Kondenzatorji iz keramike drugega razreda so ponavadi tudi zelo krhki in pri nepravilnem rokovanju hitro počijo, še posebno X7R keramika. V nasprotju so kondenzatorji iz keramike prvega razreda zelo trpežni in zlepa ne počijo.

Pri nakupu SMD kondenzatorjev zato obvezno preverimo barvo keramike. Če ima trgovina le fluorescentne svetilke, odnesemo kondenzatorje na sončno svetlobo. Če se le da, od trgovca zahtevamo vpogled na celoten kolut z nosilnim trakom za kondenzatorje. Kolut vedno nosi nalepko proizvajalca s točnimi podatki o sestavnih delih na traku.

Razliko med kondenzatorji iz keramike prvega in drugega razreda hitro opazimo tudi v manj zahtevnih visokofrekvenčnih vezjih. Na primer, v izhodni stopnji UHF oddajnika je vgrajen kondenzator 100pF zaporedno z anteno, da loči enosmerno komponento napajanja izhodne stopnje. 100pF SMD kondenzator dobimo v obeh SMD izvedbah, NP0 in

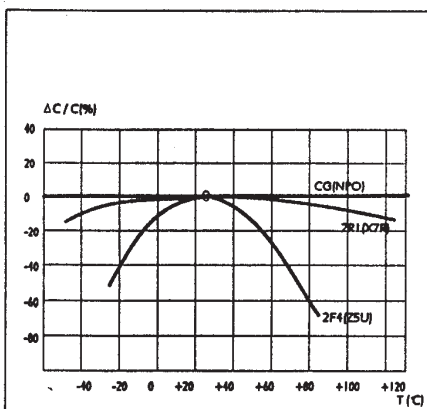
za navedeno kapacitivnost. Pri večslojnih kondenzatorjih seveda nimamo vpogleda v notranjost, da bi prešteli sloje in izmerili razdaljo med njimi.

Večslojni kondenzatorji dosegajo kapacitivnosti vse do 10nF v NP0 izvedbi in več mikrofardov pri uporabi keramike drugega razreda, se pravi tudi stokrat več od enoslojnih kondenzatorjev. Pri večslojnih kondenzatorjih tudi ne smemo zanemariti

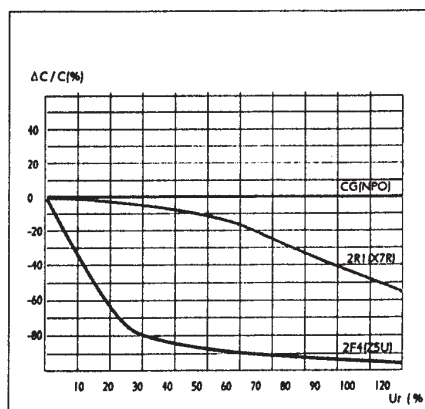
upornosti elektrod, ki so izdelane iz tankih kovinskih plasti iz ne ravno najboljših prevodnikov. Končno, večslojne keramične kondenzatorje dobimo gole v SMD izvedbi ali pa zalite v plastiko z žičnimi izvodi.

Pri ugotavljanju vrste keramike večslojnih kondenzatorjev si pomagamo z dejstvom, da je celotno telo kondenzatorja izdelano iz iste vrste keramike, vključno z zunanji oblogami. Vrsto keramike zato lahko

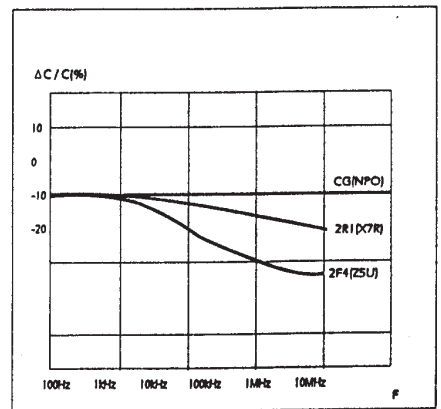
Capacitance as a function of temperature



Capacitance as a function of DC voltage (Ur=50V)



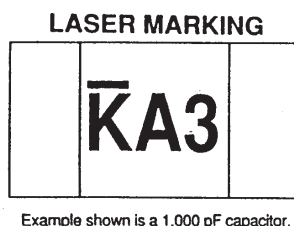
Capacitance as a function of frequency



Slika 4 - Primerjava lastnosti prvega in drugega razreda.

CAPACITOR MARKINGS

All KEMET chips are marked on two sides (per EIA-198) with full identification. The marking includes a \bar{K} to identify KEMET followed by two characters designating the capacitance value. See table for further details.



Example shown is a 1,000 pF capacitor.

Alpha Character	Capacitance (pF) For Various Numeral Identifiers						
	9	0	1	2	3	4	5
A	0.10	1.0	10	100	1000	10,000	100,000
B	0.11	1.1	11	110	1100	11,000	110,000
C	0.12	1.2	12	120	1200	12,000	120,000
D	0.13	1.3	13	130	1300	13,000	130,000
E	0.15	1.5	15	150	1500	15,000	150,000
F	0.16	1.6	16	160	1600	16,000	160,000
G	0.18	1.8	18	180	1800	18,000	180,000
H	0.20	2.0	20	200	2000	20,000	200,000
J	0.22	2.2	22	220	2200	22,000	220,000
K	0.24	2.4	24	240	2400	24,000	240,000
L	0.27	2.7	27	270	2700	27,000	270,000
M	0.30	3.0	30	300	3000	30,000	300,000
N	0.33	3.3	33	330	3300	33,000	330,000
P	0.36	3.6	36	360	3600	36,000	360,000
Q	0.39	3.9	39	390	3900	39,000	390,000
R	0.43	4.3	43	430	4300	43,000	430,000
S	0.47	4.7	47	470	4700	47,000	470,000
T	0.51	5.1	51	510	5100	51,000	510,000
U	0.56	5.6	56	560	5600	56,000	560,000
V	0.62	6.2	62	620	6200	62,000	620,000
W	0.68	6.8	68	680	6800	68,000	680,000
X	0.75	7.5	75	750	7500	75,000	750,000
Y	0.82	8.2	82	820	8200	82,000	820,000
Z	0.91	9.1	91	910	9100	91,000	910,000
a	0.25	2.5	25	250	2500	25,000	250,000
b	0.35	3.5	35	350	3500	35,000	350,000
d	0.40	4.0	40	400	4000	40,000	400,000
e	0.45	4.5	45	450	4500	45,000	450,000
f	0.50	5.0	50	500	5000	50,000	500,000
m	0.60	6.0	60	600	6000	60,000	600,000
n	0.70	7.0	70	700	7000	70,000	700,000
t	0.80	8.0	80	800	8000	80,000	800,000
y	0.90	9.0	90	900	9000	90,000	900,000
	X0.1	X1.0	X10	X100	X1000	X10,000	X100,000

Slika 5 - Oznake SMD kondenzatorjev.

X7R. Medtem ko bo dal oddajnik z NP0 kondenzatorjem nazivno izhodno moč, bo X7R kondenzator vnesel dodatne izgube 1...2dB! Izgube NP0 kondenzatorja so zane-marljive, zato pa postanejo nevarne notranje rezonance kondenzatorjev iz keramike prvega razreda na frekvencah nad nekaj GHz.

Kakšen kondenzator nam bo prodal trgovec, ni težko uganiti. NP0 kondenzator zahteva več slojev in več elektrod v notranjosti. Elektrode SMD kondenzatorjev vsebujejo paladij, ki je razmeroma draga sestavina. X7R kondenzator je zato precej cenejši za izdelavo od NP0 kondenzatorja. Žal oznaki NP0 in X7R večini trgovcev pomenita samo tečnega kupca, ki noče kupiti ličnih kondenzatorjev iz zaloge v skladišču.

Končno, nekaj o lastnostih SMD kondenzatorja lahko sklepamo tudi iz njegovih zunanjih izmer. Izmere so podane kot štiri številčna oznaka. Prvi dve številki dajeta dolžino SMD sestavnega dela, drugi dve pa širino, oboje v stotinkah cele. Prvi SMD gradniki so bili velikosti 1206, se pravi 3mm X 1.5mm in so bili razmeroma slabo izdelani, saj je bila

SMD tehnika takrat šele na svojem začetku. Kondenzatorji so bili zaradi cenejše proizvodnje kar iz X7R keramike, tudi za zelo nizke vrednosti pod 100pF. Marsikateri pisec radio-amaterskih člankov je zato hitro zaključil, da so SMD kondenzatorji za naše visokofrekvenčne naprave povsem neuporabni.

SMD sestavnih delov velikosti 1206 se je zato pametno izogibati. Novejši sestavni deli velikosti 0805, 0603, 0402 in nazadnje celo 0302 imajo veliko boljše električne lastnosti. Že v velikosti 0805 (2mm X 1.3mm) razmeroma lahko najdemo kondenzator željene vrednosti iz NP0 keramike. Spet so težave s trgovci, ki se skušajo le znebiti ogromnih zalog zastarelih delov velikosti 1206, potem ko so te zaloge pokupili za majhen denar kot ostanek opučenih proizvodnih programov v industriji.

Da je mera polna, večina SMD kondenzatorjev nima nobenih oznak na ohišju. Če pa SMD kondenzator le ima oznako, je to povsem nerazumljiva šifra. Tako sem razmišjal tudi sam vse dotlej, dokler nisem dobil v roke tabele na sliki 5. Tudi oznake SMD kondenzatorjev so pred-

pisane in sestojijo iz dveh znakov: črka pove mantiso, številka pa eksponent vrednosti kondenzatorja. Pred obema je lahko še znak proizvajalca.

Kot zaključek naj povem, da zahteva pravilna izbira keramičnega kondenzatorja natančno poznavanje delovanja visokofrekvenčne naprave. Zato v mojih člankih namenoma nikoli ne objavljam seznamov sestavnih delov. Gorje namreč tistim, ki se s površnim seznamom odpravijo v trgovino ali celo naročijo sestavne dele po pošti: nobena visokofrekvenčna naprava jim nikoli ne bo delala!

Literatura:

Matjaž Vidmar: 'Vrste kondenzatorjev in njihova pravilna izbira', CQ ZRS 3/1996, strani 29-33.

Katalogi tovarn American Technical Ceramics, Iskra-KEKO, KEMET, Philips in Siemens.

Kako naročiti kremenčev kristal?

Matjaž Vidmar, S53MV

Kremenčevi kristali so razmeroma "neroden" sestavni del, saj običajno potrebujemo kristal za točno določeno frekvenco. V večini gradenj zato radioamaterji poskušamo uporabiti razpoložljive kristale oziroma celo gradnjo prilagoditi "računalniškimi" kristalom (standardne taktne frekvence), CB kristalom ali kristalom iz lastne zbirke dragocenih kamnov. Žal takšna izbira vedno ni možna in v tem slučaju je treba naročiti namensko izdelan kristal.

Industrijska izdelava kremenčevih kristalov ni običajna, mogoče z izjemo "računalniških" kristalov. Z izdelavo večine kristalov v večjih in manjših serijah ter celo posamičnih kosov se ponavadi ukvarjajo obrtniške delavnice. Žal pri nas v Sloveniji ne izdeluje kremenčevih kristalov nihče, zato bo treba kristale naročiti v tujini. V tujini seveda srečamo vrsto ponudnikov, od firm s skoraj velikoserijsko proizvodnjo in strogo kontrolo kvalitete izdelkov do zakotnih obrtnikov, ki so nekje kupili odpisano opremo za brušenje kristalov.

O izvedbi in delovanju kremenčevih kristalov sem že pisal v CQ ZRS 6/94, strani 24-30, v članku: "Kremenčevi kristali, kristalna sita in oscilatorji". Žal v omenjenem članku nisem nič napisal o tem, kako naročiti namensko izdelavo kristala za neko napravo. V tem članku se bom zato omejil na tisto, kar moramo sporočiti izdelovalcu kristala, da bomo čez mesec dni dobili domov željen izdelek. Pri tem smatram, da si je bralec že natančno prečital članek v CQ ZRS 6/94 in zato istih stvari tu ne bom ponavljal.

Izdelava kvalitetnega kristala je zahtevno opravilo. Proizvajalec mora najprej izžagati rezino iz večjega kosa kristala pod točno določenim kotom. Kot rezanja bo določal lastnosti izdelka, predvsem njegovo temperaturno odvisnost! Rezino točno določene debeline je treba nato umetno starati: segreti in ohlajati. Končno se rezina zbrusi na točno debelino, ki določa rezonančno frekvenco. Na rezino se nazadnje naporita elektrodi in celoten izdelek se vgradi v neprodušno ohišje.

Takšen postopek izdelave kristala je dolgotrajen. Umetno staranje lahko traja tudi mesec dni, preden se rezina ustali. Nekateri večji proizvajalci skladiščijo večje količine rezin različnih debelin. Proti primernemu plačilu vam takšni proizvajalci izdelajo željeni kristal v samo nekaj dneh. Mali obrtniki brez ogromnega skladišča potrebujejo najmanj mesec dni, da izdelajo kvaliteten kristal. Nekateri vam izdelek ponujajo tudi dosti prej, ampak frekvenca takšnega kristala bo vse prej kot stabilna!

Pri izbiri ponudnika, ki naj bi nam izdelal željeni kristal, je zato dobro biti previden. Najcenejši ponudnik verjetno ni najboljša izbira. Od resnega ponudnika bomo dobili vsaj katalog, kakšne kristale zna izdelati. Glede na to, da večina naročnikov ne pozna natančnega delovanja kristalov in so razočaranja zaradi napačnih naročil pogost pojav, vam resni izdelovalci pošljejo po pošti ali po telefaksu vprašalnik, v katerega je treba vnesti celo vrsto podatkov o željenem kristalu.

Če hočemo naročiti pravi kristal, potem moramo natančno poznati električno vezje (oscilator, sito ali diskriminator), kjer bo kristal deloval. Načrtovalec vezja

običajno vsaj v gorbem opiše, kakšen kristal potrebuje njegovo vezje. Iz zahtev vezja potem sestavimo zahteve za proizvajalca kristala, ki naj bi vsebovale naslednje točke (ki jih najdemo tudi v zgoraj omenjenih vprašalnikih):

(1) Rez kristala (crystal cut), nam pove, kako je rezina izrezana glede na kristalne osi kremenca. Za frekvence nad 2MHz je to običajno "AT" rez, rezina pa je danes ponavadi v obliki diska.

(2) Mehanski rod nihanja kristala (resonance mode) pove, na kakšen način bomo uporabili kristal. "AT" kristali lahko nihajo na:

- osnovni rezonanci (fundamental resonance),
- tretjem overtonu (3rd overtone resonance),
- petem overtonu (5th overtone resonance),
- sedmem overtonu (7th overtone resonance) itd...

Pri tem se zavedajmo, da overtoni NISO harmoniki, kot je to na dolgo in široko razloženo v CQ ZRS 6/94. Rod nihanja kristala določa številne električne lastnosti kristala, zato vezje prav gotovo ne bo delovalo s kristalom, ki je izdelan za napačni overton!

(3) Frekvenca kristala (crystal frequency) bi morala biti graditelju naprave znana. Frekvenca se seveda nujno nanaša na izbrani mehanski rod nihanja kristala. Frekvenco moramo podati proizvajalcu čimbolj natančno, s točnostjo vsaj 100Hz ali še boljše 10Hz. Čeprav se frekvenco kristala da premakniti za kakšen kHz z zunanji sestavnimi deli, takšno "vlečenje" kristala izredno poslabša stabilnost frekvence.

(4) Rezonanca kristala (crystal resonance) je zavajajoč izraz, saj smo rezonanco že opisali z mehanskim rodom nihanja kristala. Ta podatek v resnici pove, v kakšnem vezju merimo frekvenco kristala! Kristalom lahko določimo:

- zaporedno rezonanco (series resonance) ali
- vzporedno rezonanco (parallel resonance) z določenimi pF.

Zaporedna rezonanca je enoveljavno določena, pri vzporedni rezonanci pa moramo navesti še vrednost kondenzatorja (običajno 20pF ali 30pF). Frekvenca vzporedne rezonance istega kristala je seveda nekoliko višja od zaporedne rezonance. Pri naročanju kristala obvezno naročimo takšen kristal, da način merjenja frekvence ustreza pogojem delovanja kristala v našem vezju. Če se tega ne držimo, bo treba frekvenco kristala "vleči" s kondenzatorjem ali tuljavo, kar bo imelo porazen učinek na temperaturno stabilnost frekvence.

(5) Temperaturno območje delovanja (operating temperature range) je smiselno zahtevati takšno, ki ustreza okoliščinam, kjer bo kristal deloval. Na osnovi tega podatka bo proizvajalec natančno nastavljal oba kota, pod katerima bo izrezal rezino iz kremenovega kristala. Z izbiro dveh kotov lahko proizvajalec z izpiljeno tehnologijo izniči linearni in kvadratični člen temperaturne odvisnosti frekvence kristala ter nastavi preostali kubni člen tako, da bo odstopanje frekvence izdelka v predpisanem temperaturnem območju res minimalno. Kristal za delovanje na sobni

temperaturi zato ne sodi v ogrevani termostat in obratno. Kako se bo obnašal kristal, ki ga je izrezal nemarni obrtnik s stroji, ki jih je privlekel iz odpada, je seveda drugo vprašanje. Seveda lahko temperaturno stabilnost kristala pok- varimo tudi sami z neprimernim vezjem in pretiranim "vlečenjem" frekvence.

- (6) Točnost frekvence (frequency tolerance) je v tesni povezavi s temperaturnim območjem delovanja kristala kot tudi s staranjem kristala. Oboje lahko odčitamo v katalogu resnega ponudnika kristalov, ki nam običajno ponuja nekaj smiselnih kombinacij. Kristali z majhnim staranjem in ožjimi tolerancami frekvence zahtevajo daljši postopek izdelave in so temu primerno dražji. Točnost frekvence se največkrat izraža v ppm (parts-per-million) nazivne frekvence delovanja.
- (7) Zaporedna upornost (series resistance), ponavadi označena R_s , opisuje izgube v kristalu na rezonančni frekvenci. Dober kristal ima nižjo R_s od umazanega in netočno brušenega kristala. Proizvajalec nam običajno zagotavlja, da bo R_s njegovih kristalov nižji od predpisane gornje meje, običajno med 50 in 100ohmi. Pred naročilom kristala je zato pametno prelistati kataloge čimveč proizvajalcev in si ogledati, kaj obljublajo za kristal željenega rodu nihanja in rezonančne frekvence. Pri prevzemu večje količine kristalov je pametno preveriti (izmeriti) srednjo vrednost in odstopanje R_s ! Kristale neresnih proizvajalcev prepoznamo prav po velikih odstopanjih R_s med posameznimi primerki.
- (8) Rezonančna induktivnost (resonance inductance) je v velikostnem razredu nekaj mH ter jo določa velikost elektrod in debelina rezine. Ponavadi je ne moremo prosto izbirati, pač pa nam proizvajalec v katalogu našteje nekaj možnosti, med katerimi lahko izbiramo.
- (9) Kapacitivnost elektrod in ohišja (electrode and package capacitance) z oznako C_o je prav tako v

glavnem odvisna od površine elektrod in debeline rezine. Tudi tu lahko le izbiramo med nekaj možnostmi, ki jih proizvajalec navaja v katalogu. Kapacitivnost elektrod C_o , rezonančna induktivnost L in zaporedna upornost R_s so med sabo vezane veličine!

- (10) Ohišje kristala (crystal package) prav tako spada med podatke, ki jih moramo navesti pri nabavi kristala. Med proizvajalci so najbolj razširjene ameriške oznake za ohišja. Večino kristalov tako dobimo v ohišju HC-18/U, to je kovinska škatlica višine približno 13mm (pol cole!) z dolgima, tankima žičnima izvodima za spajkanje. CB kristale dobimo v enako velikem ohišju HC-25/U, ki pa ima namesto žic kratki in debeli nožici za v podnožje. Starejše kristale in kristale za nižje frekvence dobimo pogosto v večjem ohišju HC-6/U, ki je prav tako opremljeno z nožicama za v podnožje. Sodobni kristali imajo večinoma zavarjen pokrov, pri starejših kristalih in izdelkih malih obrtnikov pa je pokrov preprosto zaspajkan. Kristal sam je običajno vgrajen na dveh vzmetnih žičkah, ki hkrati služita kot priključka do elektrod. Na posebno željo kupca bo resen proizvajalec pritrtil rezino kristala v treh točkah. Izboljšano vzmetenje v treh točkah bistveno povečuje odpornost kristala na tresljaje in udarce, ki je nujno potrebna v mobilnih in prenosnih napravah.

Iz gornjega sestavka je razvidno, da naročilo pravega kristala zahteva kopico podatkov. Le s posredovanjem pravih podatkov lahko pričakujemo, da bomo čez mesec ali dva dobili nazaj željen izdelek, s katerim bo naša naprava končno oživela. Podatke o željenem kristalu moramo iz načrta naprave oziroma opisa izluščiti sami, saj proizvajalec nima časa, da bi preučeval delovanje našega oscilatorja. V dvomu je vsekakor bolje prej vprašati načrtovalca naprave, kot pa naročiti napačne kristale!

Gumirepek in sevalna učinkovitost paličastih anten

Matjaž Vidmar, S53MV

1. Kam s štrlečim nebodigatreba?

Današnja tehnika omogoča, da stlačimo elektroniko radijske postaje v skoraj poljubno majhno škatlico poljubne oblike. Seveda ni vse tako enostavno. Baterije, zvočnik in antena radijske postaje imajo neke končne izmere in zelo točne zahteve, kje naj bojo postavljeni. Baterije, zvočnik in antena radijske postaje so zato trn v peti industrijskim oblikovalcem na poti do privlačnejšega končnega izdelka za širne množice tehnično čedalje bolj neukih kupcev.

Mogoče pa za oblikovalce ni vse tako slabo, kot izgleda na prvi pogled? Majhna baterija se prej izprazni, torej bo uporabnik kmalu kupil se eno ali dve novi bateriji kot zelo drage rezervne dele. Tudi manjši zvočnik je vsekakor cenejši v proizvodnji. Slab odziv majhnega zvočnika na nizkih frekvencah se da delno popraviti v elektroniki. Navsezadnje odziv zvočnika sploh ni ena od veličin, ki bi nastopala v običajno objavljenih tehničnih karakteristikah radijske postaje.

Antena ročne radijske postaje je v očeh oblikovalca vsekakor štrleči nebodigatreba, ki strašansko kazi estetski izgled izdelka. Tudi večini uporabnikov je antena samo v napoto, še posebno takrat, ko bi radi lično majhno radijsko postajo stlačili v žep. Električne lastnosti antenice na ročni radijski postaji je težko izmeriti na ponovljiv način, zato ne zanimajo nikogar in se nikoli ne objavljajo v tehničnih karakteristikah radijske postaje.

Nekateri uporabniki opazijo, da je majhna baterija hitro prazna. Tisti z bolj muzikaličnim ušesom včasih slišijo, da se govor iz mini zvočnika težko razume. Baterije in zvočnika se zato ne da manjšati v nedogled. Kaj pa anteno? Za slab sprejem in nikakršen domet zveze so gvišno krivi Marsovci, ki nam Zemljanom grenijo življenje z raznovrstnimi motnjami.

Pred mnogimi leti je bil razpoznavni znak tranzistorskega radijskega sprejemnika ali toki-voki-ja teleskopska paličasta antena, ki se pri izključeni napravi enostavno popravi v napravo samo. Toki-voki z raztegnjeno anteno je seveda silno nerodna reč in antena se zlahka

polomi. Proizvajalci so sprva poskusili ustreči kupcem tako, da so izgube skrajšane antene nadomestili z boljšo elektroniko v toki-voki-ju.

Raztegljivo teleskopsko anteno je najprej nadomestila skrajšana palčka iz poltrde žice, ki se pri upogibanju ne prelomi. Ker kupci niso opazili razlike, se je krajšanje štrlečega nebodigatreba nadaljevalo. Iz žične palčke je nastal gumijast rep, iz repa je nastal rep in iz repka končno komaj opazen gumijast štrcelj na radijski postaji.

2. Gumirepek in osnove elektrotehnike

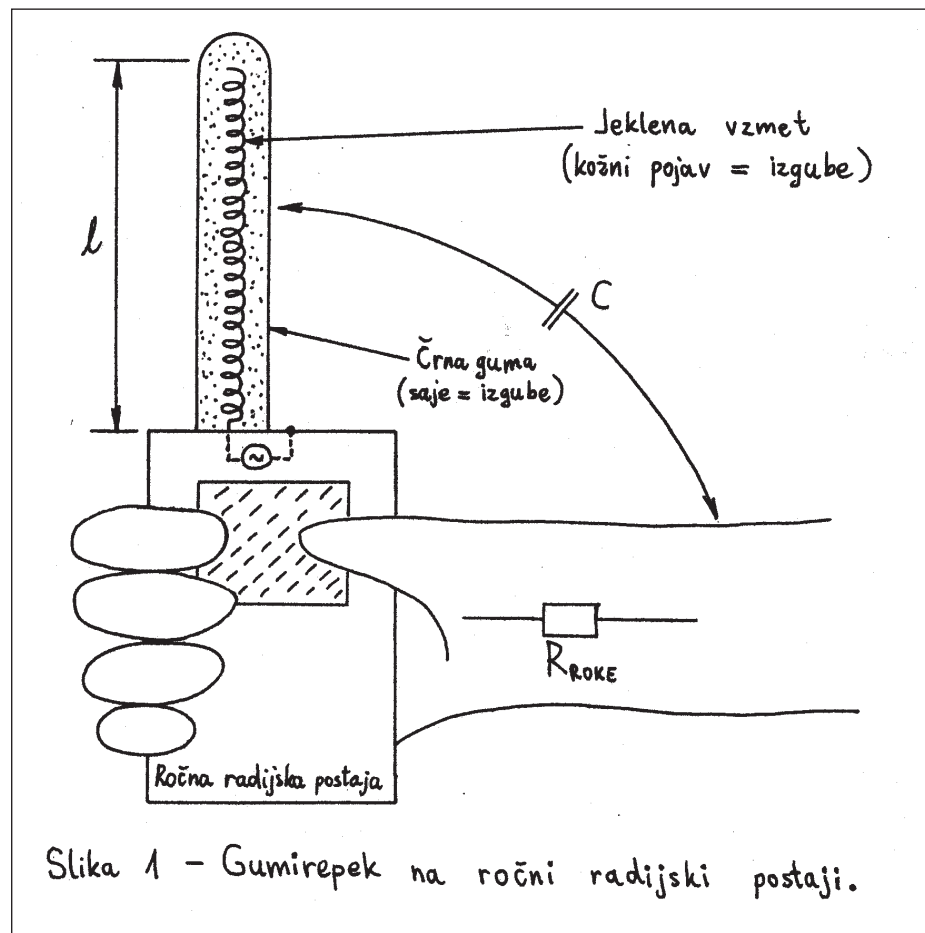
Običajna izvedba gumijastega repka na radijski postaji je prikazana na sliki 1. Rep ek vsebuje v svoji notranjosti vijajčno vzmet iz jeklene žice. Da antena lepše izgleda, je vzmet vtoplejena v črno gumo. Z zmanjševanjem izmer radijske postaje je seveda nujno krajšati tudi

dolžino repka "l", sicer novega modela radijske postaje kupci sploh ne bi opazili.

Radioamaterji se običajno zavedajo, da je na kratkih valovih zelo težko prilagoditi impedanco antene, ki je dosti krajša od četrt valovne dolžine. Še težje je s kratko anteno izsevati neko uporabno moč iz oddajnika. Isti radioamaterji pri tem pozabljajo, da veljajo iste naravne zakonitosti tudi za gumirepek na UKV toki-voki-ju.

Električno nadomestno vezje gumirepka je prikazano na sliki 2. Izmenični izvor, radijski oddajnik, napaja zaporedje sestavnih delov. Gumirepek običajno uporabljamo na rezonančni frekvenci, kjer se induktivna impedanca vijajčne vzmeti in kapacitivna impedanca med repkom in ohišjem postaje ter roko uporabnika natančno kompenzirata v zaporednem nihajnem krogu.

Razen reaktivnih impedanc tuljave in kondenzatorja sestavlja vezje vrsta uporov, na katerih se troši delovna



Slika 1 - Gumirepek na ročni radijski postaji.

moč oddajnika. Sevalna upornost nam opisuje, kako se izhodna moč oddajnika pretvarja v elektromagnetno valovanje v prostoru. Ostale upornosti predstavljajo izgube, ki moč oddajnika neposredno pretvarjajo v toploto. Pri delovni (običajno rezonančni) frekvenci antene naj bi vsota vseh upornosti znašala približno 50 ohmov, da je izhod oddajnika pravilno zaključen na nazivno delovno upornost.

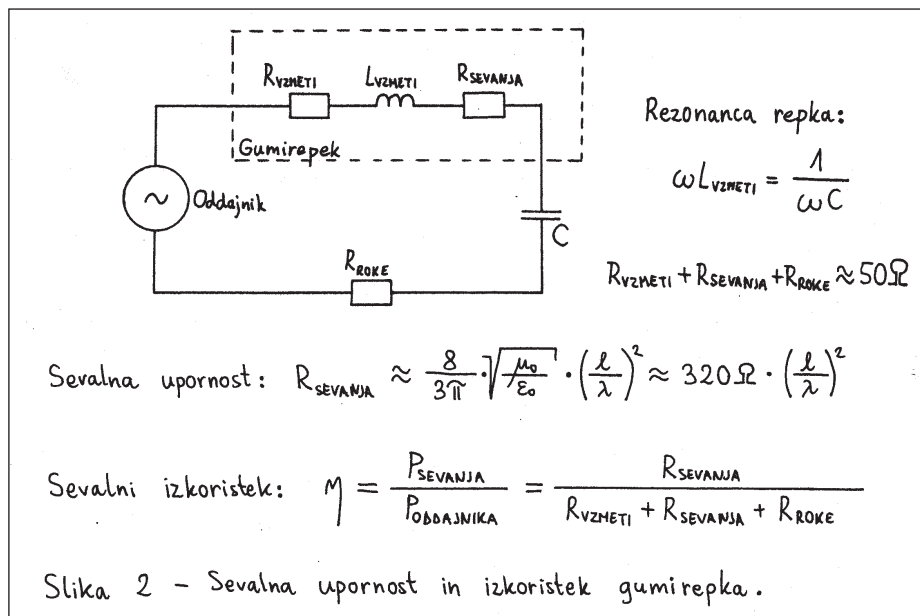
Sevalno upornost električno kratke antene (manj kot četrt valovne dolžine) lahko ocenimo po približnem izrazu na sliki 2. Približnem zato, ker ne poznamo točne porazdelitve toka vzdolž antene, niti prispevkov sevanja tokov po ohišju radijske postaje in roki uporabnika. Sevalna upornost kratkih anten je zelo majhna (manj kot 20 ohmov) in je sorazmerna kvadratu zunanje dolžine "l" gumijastega repka. Vijajčna žica znotraj repka je sicer lahko daljša, vendar dolžina same žice v repku nima prav nobenega vpliva na sevalno upornost.

Prilagoditev nizke sevalne upornosti gumirepka na 50-ohmski izhod oddajnika bi zahtevala kompliciran transformator impedance. Razen tega bi takšna prilagoditev impedance delovala le v zelo ozkem frekvenčnem pasu. Ker danes kupci zahtevajo širokopasovno postajo in širokopasovno anteno, je takšna rešitev neuporabna.

Različne izgubne upornosti sicer znatno olajšajo prilagoditev impedance gumirepka, saj so preprosto vezane zaporedno z muhasto sevalno upornostjo, ki se podreja samo naravnim zakonom sevanja radijskih valov in se za želje kupcev in proizvajalcev radijskih postaj prav nič ne zmeni. Gumirepek sploh ne potrebuje nobenega transformatorja za prilagoditev impedance, če ostale (izgubne) upornosti toliko povečamo, da bo vsota vseh upornosti v bližini 50 ohmov.

Gumirepki vsebujejo vijajčno vzmet iz jeklene žice, saj je bakrena žica dražja. Še pomembnejša lastnost jekla pa je zelo izražen kožni pojav v feromagnetikih. Električna upornost jeklene žice se na visokih frekvencah še dosti bolj poveča kot upornost bakrene žice. Če upornost žice ne zadošča, izdelamo gumirepek iz črne gume, obarvane s sajami, ki poskrbijo za dodatno povečanje električnih izgub.

Skupni rezultat dodatnih upornosti je širokopasovna antena, kot si jo



kupci želijo. Proizvajalci pri tem nič ne omenjajo, katero lastnost antene so pri tem žrtvovali. Moč oddajnika, ki se troši na izgubah upornostih, se neposredno pretvarja v toploto, zato ne more prispevati k sevanju elektromagnetnega valovanja v prostor.

3. Sevalni izkoristek gumirepka

Sevalni izkoristek antene je podan kot razmerje med izsevano močjo v prostor in izhodno močjo oddajnika. V slučaju gumirepka je sevalni izkoristek enak razmerju sevalne upornosti proti vsoti vseh upornosti v vezju. Če je repka kratek, je sevalna upornost zelo majhna in je sevalni izkoristek antene temu primerno slab.

Sevalne upornosti in sevalni izkoristki gumirepkov različnih dolžin

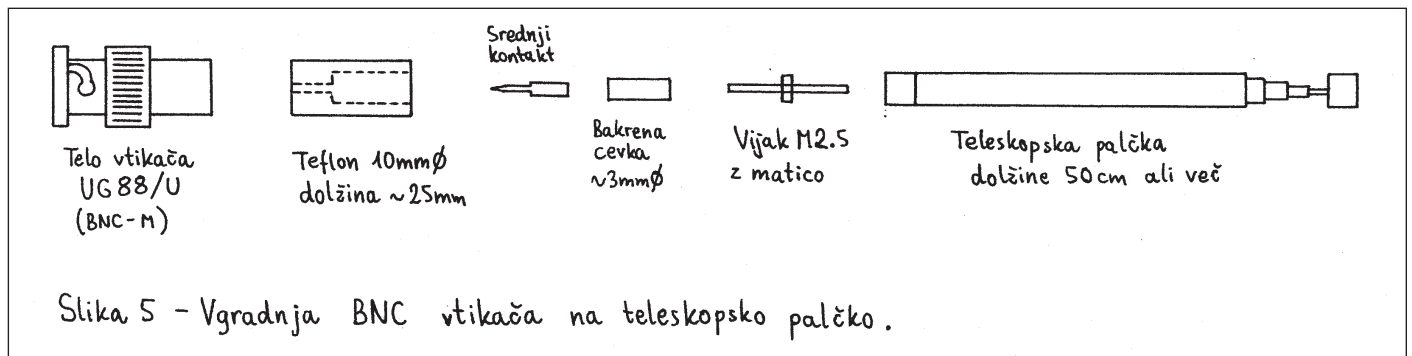
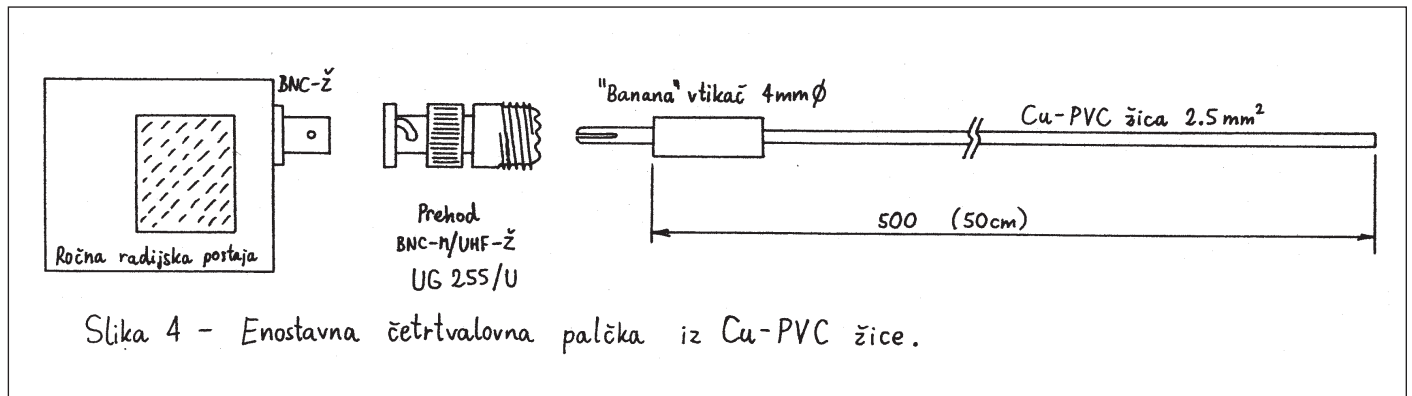
so prikazani za valovno dolžino $\lambda = 2\text{m}$ na tabeli na sliki 3. Kot najznačilnejši primer, običajni gumirepek dolžine 10cm ima sevalni izkoristek komaj 1.6%. To pomeni, da pri izhodni moči oddajnika 1W izseva antena komaj 16mW. Ostalih 984mW se pretvori v toploto v anteni sami oziroma njeni bližnji okolici.

Sevalni izkoristek 1.6% z drugimi besedami pomeni, da bo pri 10cm dolgem gumirepku naš signal za 18dB šibkejši od tistega, kar bi izsevala spodobna neusmerjena antena z izkoristkom blizu enote (GP, rokavni dipol ali "J" antena). Izguba 18dB se seveda ne pozna samo kot izgubljena moč oddajnika, pač pa tudi kot poslabšanje občutljivosti našega sprejemnika, saj so vse omenjene antene recipročne naprave.

Številke na tabeli na sliki 3 se spremenijo za drugačne radijske po-

Dolžina repka l	Sevalna upornost $R_{SEVANJA}$	Sevalni izkoristek η	Moč oddajnika $P_{ODDAJNIKA}$	Izsevana moč $P_{SEVANJA}$	Izguba dobilka antene	Relativni domet - ena postaja	Relativni domet - dve postaji
5cm	0,2Ω	0,4%	1W	4mW	-24dB	34,6%	10%
7cm	0,4Ω	0,8%		8mW	-21dB	37,4%	14%
10cm	0,8Ω	1,6%		16mW	-18dB	44,7%	20%
15cm	1,8Ω	3,6%		36mW	-14,4dB	54,8%	30%
20cm	3,2Ω	6,4%		64mW	-12dB	63,3%	40%
30cm	7,2Ω	14,4%		144mW	-8,4dB	77,5%	60%
50cm = $\lambda/4$	20Ω	40%		400mW	-4dB	100%	100%
10cm	0,8Ω	1,6%	5W	80mW	-18dB	66,9%	29,9%

Slika 3 - Dolžina repka, izsevana moč in domet ročne radijske postaje.



staje, ki delajo na drugih frekvencah oziroma valovnih dolžinah. V slučaju CB toki-voki-ja na frekvenci 27MHz oziroma valovni dolžini 11m je sevalni izkoristek še slabši. Vsi CB toki-voki-ji so zato opremljeni z daljšimi gumirepki oziroma z raztegljivimi teleskopskimi antenami.

Obratno bi morale biti številke boljše na višjih frekvencah, pri manjših valovnih dolžinah. V 70cm področju je večina gumirepkov že primerljiva s četrt valovne dolžine in bi morala imeti temu ustrezno boljši sevalni izkoristek. Žal to ne drži za takomenovane "dual-band" gumirepke. Zaradi drugačne porazdelitve toka vzdolž "dual-band" gumirepka je sevalni izkoristek na 70cm skoraj enako slab kot na 2m.

Razmeroma dober sevalni izkoristek imajo gumirepki na GSM telefonih v frekvenčnem pasu 900 MHz. Gumirepki na GSM telefonih so razmeroma veliki, vsaj četrt valovne dolžine in včasih celo pol valovne dolžine. Gospodinje so vsekakor tehnično dosti bolje podkovane od današnjih radioamaterjev in ne dopustijo, da bi jim nekdo prodal šlampasto narejene radijske postaje.

Izguba dobitka antene zaradi slabega sevalnega izkoristka se v vsakem slučaju pokaže kot zmanjšanje dometa radijske postaje. V slučaju UKV radijskih postaj bi morala biti zveza zagotovljena, ko med antenama obstaja vidljivost. Ko je med antenama ena ali več ovir, moč

sprejetega signala ponavadi upada s četrto potenco razdalje. Praktično opazimo omejitve dometa samo v slučaju ovirane zveze in v tem slučaju se domet povečuje komaj s četrtim korenem moči oddajnika.

Pri opazovanju vpliva antene na domet razlikujemo dva slučaja: ko zamenjamo anteno na eni sami radijski postaji oziroma ko zamenjamo anteni na obeh radijskih postajah. V drugem slučaju je vpliv zamenjave anten seveda dosti večji. Iz zadnjega stolpca na sliki 3 razberemo preprosto zakonitost: domet toki-voki-jev je točno premosorazmeren dolžini gumirepkov.

V slučaju nezadostnega dometa nas trgovci skušajo prepričati, da kupimo močnejše oddajnike. Trgovskemu triku seveda nasedejo samo bedaki, saj se iz slike 3 jasno vidi, da ima povečanje moči oddajnika iz 1W na 5W le malenkosten vpliv na domet zveze. Iz tabele se lepo vidi, da imata toki-voki-ja z 1W oddajnikoma in 15cm dolgima gumirepkoma večji domet od dveh 5W toki-voki-jev z 10cm dolgima antenama. Celo v slučaju enostranske zamenjave antene (na primer pri vstopu v repertor) ima 1W toki-voki s 25cm gumirepkom prednost pred 5W toki-voki-jem z 10cm gumirepkom.

Pri nakupu sodobnih toki-voki-jev lahko izbiramo izhodno moč glede na uporabljeno baterijo. Večina toki-voki-jev da polno moč 5W pri napanju z 12V baterijo. Pameten ra-

dioamater bo seveda kupil baterijo za 7.2V in se zadovoljil z močjo 1W, manjkajoči domet pa bo nadomestil z boljšo anteno. Pri izhodni moči samo 1W bo življenjska doba izhodnega tranzistorja oddajnika precej daljša. Baterija za 7.2V ima pri enakih izmerah in teži dosti višjo kapaciteto (v miliamperskih urah) od 12V baterije, kar se bo vsekakor poznalo na času delovanja radijske postaje na sprejemu in oddaji.

Končno, uporaba toki-voki-ja s polno močjo 5W je lahko nevarna za človeka. Gumirepek toki-voki-ja držimo pri oddaji tik pred nosom v neposredni bližini oči, ki so slabo prekrvavljen organ in zato občutljiv na toplotne učinke elektromagnetnih valov. Razen tega se oči nahajajo v močnem bližnjem elektromagnetnem polju gumirepka.

Bližnje polje antene je lahko precej močnejše od sevalnega polja na velikih razdaljah, še posebno v slučaju majhnih anten s slabim sevalnim izkoristkom. Domet bližnjega polja je majhen, saj sega le šestino valovne dolžine proč od antene. Čeprav bližnje polje prenaša le jalovo moč, lahko povzroči močno segrevanje stvari, ki so oddaljene manj kot 35cm od gumirepka v slučaju dvometer-skega toki-voki-ja.

4. Enostavne četrtvalovne palčke

Dandanašnji dan verjetno ne

moremo več kupiti ročne radijske postaje brez gumirepka. Gumirepek je navsezadnje lahko povsem praktična antena, ko ne potrebujemo velikega dometa radijske postaje. Pri izbiri radijske postaje vsekakor pazimo, da je opremljena s standardno antensko vtičnico (BNC, TNC ali SMA), ki omogoča priključitev daljše palčke oziroma zunanje antene.

Ko domet postaje z gumirepkom ne zadošča, ga zamenjamo s četrtvalovno palčko. Na tržišču dobimo četrtvalovne palčke različnih izvedb: iz prožne žice ali pa teleskopsko raztegljive, vse opremljene z BNC vtičnikom na koncu. Četrtvalovno palčko za 2m področje lahko hitro izdelamo tudi sami. Nekaj zamisli je prikazanih na slikah 4 in 5.

Četrtvalovno palčko lahko na primer izdelamo iz zadosti debele bakrene žice, da palčka ne potrebuje drugih opornikov. Za gradnjo palčke je najprimernejša žica preseka 2.5mm^2 s trdo bakreno žilo in PVC izolacijo, ki se uporablja za električno napeljavo v hiši. Takšno žico brez težav zvijemo, ko anteno spravimo v žep, in jo ob ponovni uporabi spet poravnamo. Glede na položaj radijske postaje med uporabo žico preprosto zvijemo v željeno smer.

Četrtvalovna palčka iz Cu-PVC žice je prikazana na sliki 4. Ker je tako debelo žico težko vgraditi v BNC

vtikač, si pomagamo s prehodom (adapterjem) iz BNC-M na UHF-Ž (PL) z oznako UG255/U. V UHF vtičnico lahko potem vtaknemo navaden "banana" vtiikač, ki ga privijemo oziroma pricininimo na antensko žico. Četrt valovne dolžine na 144MHz znaša 52cm, palčka pa naj bo nekoliko krajša (okoli 50cm) zaradi kapacitivnega pojava na koncu žice.

Še lepšo palčko izdelamo s teleskopsko palčko zadostne dolžine, ki jo opremimo z BNC vtičnikom, kot je to prikazano na sliki 5. Manjše teleskopske palčke ponavadi pritrdimo z vijakom M2.5. Vijak spojimo na drugem koncu s srednjim kontaktom BNC vtiikača s kratko bakreno cevko ali koščkom bakrene folije, ki jo ovijemo okoli obeh delov in dobro zaspajkamo. Kot izolator uporabimo prevrtan kos teflona premera 10mm, ki ga z manjšo silo zavijemo v navoj BNC vtiikača UG88/U.

Dolžino teleskopske palčke lahko seveda sproti prilagajamo delovni frekvenci ročne radijske postaje. Daljšo teleskopsko palčko (več kot 1m) bo verjetno treba vgraditi v večji vtiikač (na primer UHF-M PL259) in uporabiti ustrezen prehod do BNC vtičnice na toki-voki-ju.

Palčka, ki je precej daljša od četrtvalovne dolžine, impedančno sicer ni dobro prilagojena na radijsko postajo,

ima pa lahko zelo dober sevalni izkoristek. Tudi skupni rezultat, izboljšani sevalni izkoristek minus neprilagoditev impedance, je pogosto boljši kot za običajno četrtvalovno palčko. Če imamo na razpolago dolgo teleskopsko palčko, lahko na sprejemu takoj preverimo, katera dolžina nam da najboljši sprejem.

Na oddaji moramo biti bolj previdni zaradi neprilagojene impedance antene, ko se dolžina palčke močno razlikuje od četrt valovne dolžine. No, pri uporabi oddajnika z zmanjšano močjo oziroma z baterijo z znižano napetostjo se izhodnemu tranzistorju oddajnika ne bo zgodilo nič hudega. Pri takšnih poskusih moramo paziti tudi na to, da oddajnik pri čudnem bremenu ne samooscilira oziroma povzroča škodljivih motenj drugim uporabnikom.

Končno, ko zamenjamo neučinkoviti gumirepek s četrtvalovno palčko ali z zunanjo anteno, se v slabo načrtovanih širokopasovnih sprejemnikih lahko pojavijo motnje zaradi intemodulacije. Rešitev je v tem slučaju frekvenčno pasovno sito (glej na primer CQ ZRS 5/95), ki ga vstavimo med anteno in sprejemnik oziroma radijsko postajo.

Pasovno sito za 2m področje

Matjaž Vidmar, S53MV

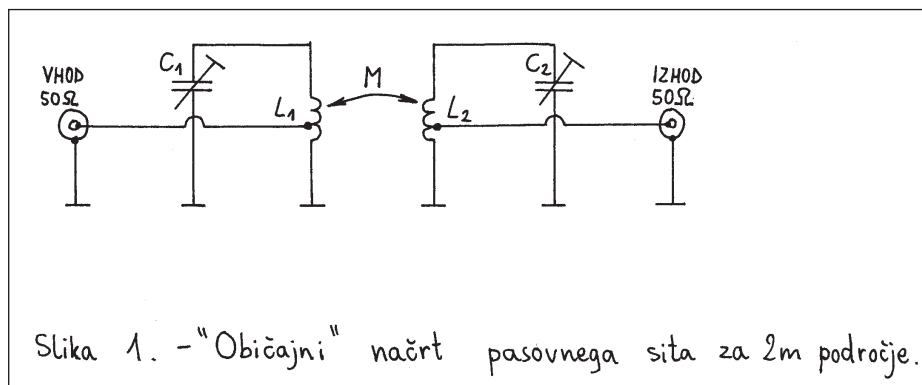
Vse radijske postaje naj bi bile načrtovane tako, da je sprejemnik povsem neobčuljiv na oddaje drugih radijskih postaj, ki uporabljajo drugačne frekvence, oddajnik pa ne proizvaja neželenih motenj drugim sprejemnikom. Žal je takšna radijska postaja tehnično neizvedljiva. Omejitve velikosti, teže in cene sestavnih delov pa še dodatno zmanjšujejo "odpornost" radijskih postaj na neželjene medsebojne motnje.

Večina radijskih postaj je načrtovana tako, da so medsebojne motnje z drugimi radijskimi postajami omejene na smiselno mejo, katero je verjetno najlažje opisati kot potrebno razdaljo med antenama, da odpravimo medsebojne motnje. V resničnih okoliščinah si ne moremo vedno privoščiti dovolj velikih razdalj med postajami. Še več, čedalje bolj pogost slučaj je istočasna uporaba več različnih radijskih postaj ali drugih radijskih naprav v isti zgradbi.

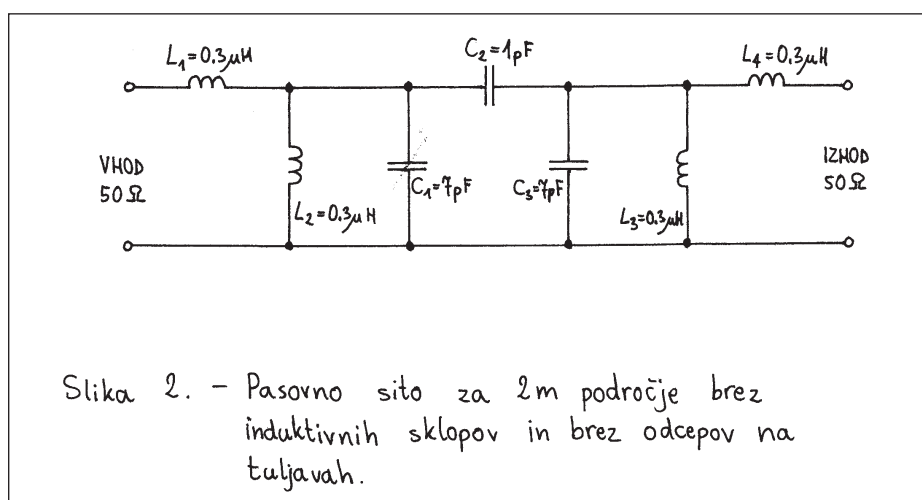
Medsebojne motnje običajno poskušamo najprej odpraviti s smotno izbiro frekvenc delovanja, da se izognemo višjim harmonikom, zrcalnim frekvencam in intermodulacijskim produktom. Naslednji korak je vgradnja dodatnih sit v antenske vode radijskih postaj, saj predelave radijskih postaj običajno ne pridejo v poštev. V antenski vod lahko vgradimo eno ali več med sabo enakih ali različnih sit, pač glede na vrsto motnje, ki jo želimo omejiti ali povsem odpraviti.

Vsak oddajnik je opremljen z nizkoprepustnim sitom na izhodu, ki duši višje harmonske frekvence. Dodatno nizko sito v antenskem vodu sicer omejuje motnje oddajnika, na motnje pri sprejemu pa običajno ne vpliva. Pasovno sito je običajno bolj učinkovito, vendar se moramo zavedati, da obstaja vrsta različnih sit, ki se med sabo razlikujejo po učinkovitosti, pa tudi po velikosti, teži in ceni.

Oddaljene motnje, to je motnje, katerih frekvenca se razlikuje za več kot 10% od delovne frekvence radijske postaje, izločimo že z enostavnim LC sitom (nihajni krogi s tuljavami in kondenzatorji). Ko se delovna in motilna frekvenca razlikujeta za manj kot 3%, nujno potrebujemo velike in drage votlinske



Slika 1. - "Običajni" načrt pasovnega sita za 2m področje.



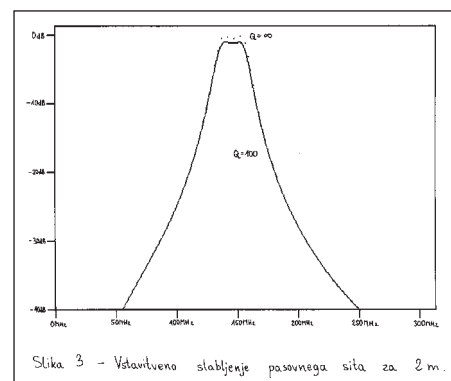
Slika 2. - Pasovno sito za 2m področje brez induktivnih sklopov in brez odcefov na tuljavah.

rezonatorje. V najzahtevnejših primerih, na primer dušenju motenj oddajnika FM repetitorja v lastnem sprejemniku, si pomagamo z zapornimi siti, ki jih ne uglašujemo na frekvenco željenega signala, pač pa na motnjo.

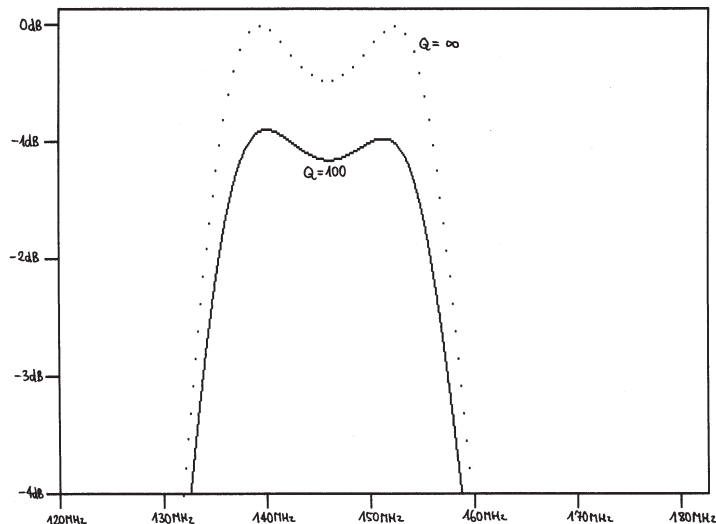
V tem članku bom opisal gradnjo enostavnega pasovnega sita za 2m področje z LC nihajnimi krogi. Takšno sito dodatno duši harmonike in večino ostalih neželenih sevanj oddajnika izven radioamaterskega 2m področja, na sprejemu pa preprečuje motnje neamaterskih oddajnikov, na primer močnih UKV FM ali TV radiodifuznih oddajnikov. Po drugi strani pa je opisano sito povsem neučinkovito pri dušenju medsebojnih motenj z drugimi 2m radioamaterskimi postajami, za kar bi potrebovali votlinski rezonator oziroma sprejemnike in oddajnike, ki so odpornejši na intermodulacijsko popačenje.

Pasovno LC sito ni nekaj novega, saj podobne načrte pogosto najdemo

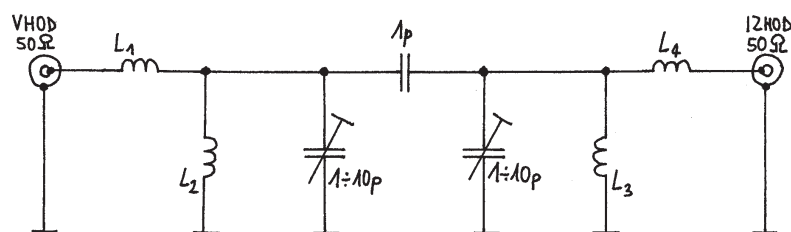
v radioamaterskih časopisih. Običajni načrt pasovnega sita za 2m področje je prikazan na sliki 1. Sam električni načrt pasovnega sita sicer ne pove skoraj ničesar, saj je za lastnosti sita bistvena izdelava in lega medsebojno sklopljenih tuljav L1 in L2. Pri izdelavi takšnega sita se moramo zato natančno držati navodil za gradnjo tuljav, njihove medsebojne lege in še posebno izvedbe odcefov. Ker se nahajata odcepa na komaj 1 do 2 ovoja od hladnih (ozemljenih) koncev tuljav, ne smemo zanemariti niti



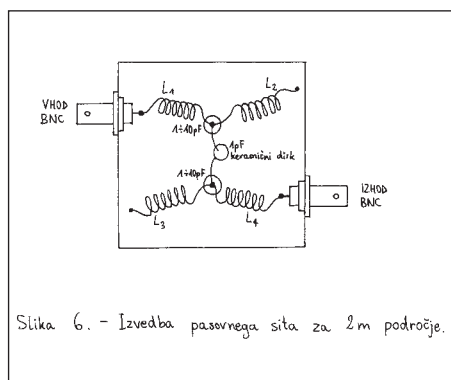
Slika 3 - Vstavitev slabljenja pasovnega sita za 2m.



Slika 4 - Vstavitevno slabljenje pasovnega sita za 2m - razširjeno.



Slika 5. - Praktični načrt pasovnega sita za 2m področje.



Slika 6. - Izvedba pasovnega sita za 2m področje.

parazitne induktivnosti priključnih žic. Z drugimi besedami se moramo natančno držati tudi predlagane oblike in izmer kovinske škatlice sita ter razporeditve sestavnih delov v njej.

Ker tudi sam nimam vedno pri roki škatlice željenih izmer niti žice prave debeline za izdelavo tuljav, sem se odločil za nekoliko drugačen načrt sita, ki je bolj odporen na odstopanja pri izdelavi. Teoretski načrt sita, ki ne potrebuje induktivnih sklopov med tuljavami niti odcepov na tul-

javah, je prikazan na sliki 2. Izračunani frekvenčni odziv sita je prikazan na slikah 3 in 4.

Resnično LC sito je izgubno vezje, glavni izvor izgub pa je ohmska upornost vodnikov tuljav, ki jo pri visokih frekvencah še dodatno povečuje kožni pojav. Na slikah 3 in 4 je zato prikazan odziv brezizgubnega sita (neskončno velika kvaliteta tuljav Q) s pikčasto črto, izračunani odziv resničnega sita s tuljavami s kvaliteto $Q=100$ (običajna vrednost) pa s polno izvlečeno črto.

Kot je razvidno iz razširjene krivulje vstavitvenega slabljenja na sliki 4, izgube v tuljavah sita predvsem povečujejo vstavitevno slabljenje znotraj prepustnega pasu sita. Slika 4 je hkrati razlaga, zakaj ne gradimo še ožjih LC sit. V ožjem situ bi bile izgube v prepustnem pasu še večje, kar pomeni znatno izgubo željenega signala. V ožjih sitih zato potrebujemo tuljave z višjo kvaliteto Q , kar lahko nudijo edino votlini rezonatorji.

Praktični načrt pasovnega sita za

2m področje je prikazan na sliki 5. Resnično sito zahteva možnost uglasovanja na željeno frekvenco, kar najlažje storimo z dvema kapacitivnima trimernjema. Z uglasovanjem sita lahko tudi popravimo manjša odstopanja impedance antene oziroma radijske postaje.

Sito vgradimo v kovinsko škatlico, kot je to prikazano na sliki 6. Izmere škatlice naj bojo vsaj 70mmX70mmX30mm. V situ uporabimo kvalitetne zračne trimernje kondenzatorje proizvajalcev "Tekelec Airtronic" ali "Johanson" tip 5200 z območjem 1-10pF. Posebna pozornost velja seveda izdelavi štirih tuljav, saj od njih zavisijo izgube koristnega signala v situ. Tuljave zato izdelamo iz čim debelejši lakirane ali posrebrene bakrene žice. V prototipu sem izdelal tuljave iz 1.5mm CuL žice. Vsaka samonoseča tuljava ima 7 ovojev, navitih brez medsebojnega razmaka na notranjem premeru 8mm.

Pred vgradnjo tuljave preizkusimo z grid-dip metrom. Na 145MHz morajo rezonirati s kapacitivnostjo 3 do 4pF. Če želimo ožje sito, znižamo vrednosti tuljav L_2 in L_3 ter ustrezno povečamo kapacitivnosti C_1 in C_3 . Pri tem se seveda poveča vstavitevno slabljenje. Manjše vstavitevno slabljenje in širše sito dobimo seveda takrat, ko tuljavi L_2 in L_3 povsem izločimo.

Pri vgradnji tuljav seveda pazimo, da se preveč ne približamo stenam škatlice, kar spet zmanjšuje kvaliteto tuljav. Dokončano sito enostavno uglasimo za najmanjše vstavitevno slabljenje. Kot izvor signala uporabimo kar radijsko postajo, na izhod sita pa priključimo merilnik moči z umetnim 50-ohmskim bremenom. Postajo uporabljamo z znižano močjo, da ne poškodujemo oddajnika.

Z opisanimi tuljavami sem nameril vstavitevno slabljenje okoli 0.5dB, kar pomeni, da znaša kvaliteta opisanih tuljav okoli 200. Višjo kvaliteto, manjše vstavitevno slabljenje ali ožje sito lahko dobimo le z uporabo debelejši žice, vendar obstajajo tudi tu omejitve. Enostaven teoretski izračun ne upošteva parazitnih kapacitivnosti med ovoji tuljav, ki bistveno spremenijo odziv sita na zelo visokih frekvencah nad 500MHz. Z uporabo debelejši žice se povečujejo tudi parazitne kapacitivnosti, kar znižuje mejo neželenih resonanc opisanega sita.

Na sneg in led odporna skodelica za 70cm

Matjaž Vidmar, S53MV

V frekvenčnem področju 435MHz je najpreprostejša izvedba usmerjene antene prav gotovo Yagi antena. Varčevanje z materialom seveda pomeni izgubo kakšne druge lastnosti antene. Yagi antene so prav gotovo zelo varčne kar se količine materiala tiče, so pa zato razmeroma ozkopasovne.

Na primer, enostavna "5-elementna Yagi antena za 435MHz", objavljena v CQ ZRS 1/1997, daje povsem spodoben dobitok 11dBi na nazivni frekvenci. Delovanje vsake Yagi antene se hitro poruši predvsem na višjih frekvencah. Opisana Yagi antena preneha delovati že na 465MHz, ko se smer sevanja antene preprosto obrne nazaj, dobitok v smeri naprej pa gre na nič!

Čeprav frekvenčni pas okoli 465 MHz pri nas ni dodeljen radioamaterjem, nam opisani pojav vseeno lahko povzroča resne preglavice. Že same dežne kapljice, ki se naberejo na palčkah Yagi antene, znižajo nazivno frekvenco antene za nekaj MHz v frekvenčnem pasu 435MHz. Še dosti večji učinek imata sneg in led, ki se pozimi nabere na palčkah Yagi antene. Sneg in led ponavadi popolnoma porušita delovanje Yagi anten z razmeroma tankimi palčkami, to se pravi na frekvencah nad 100MHz.

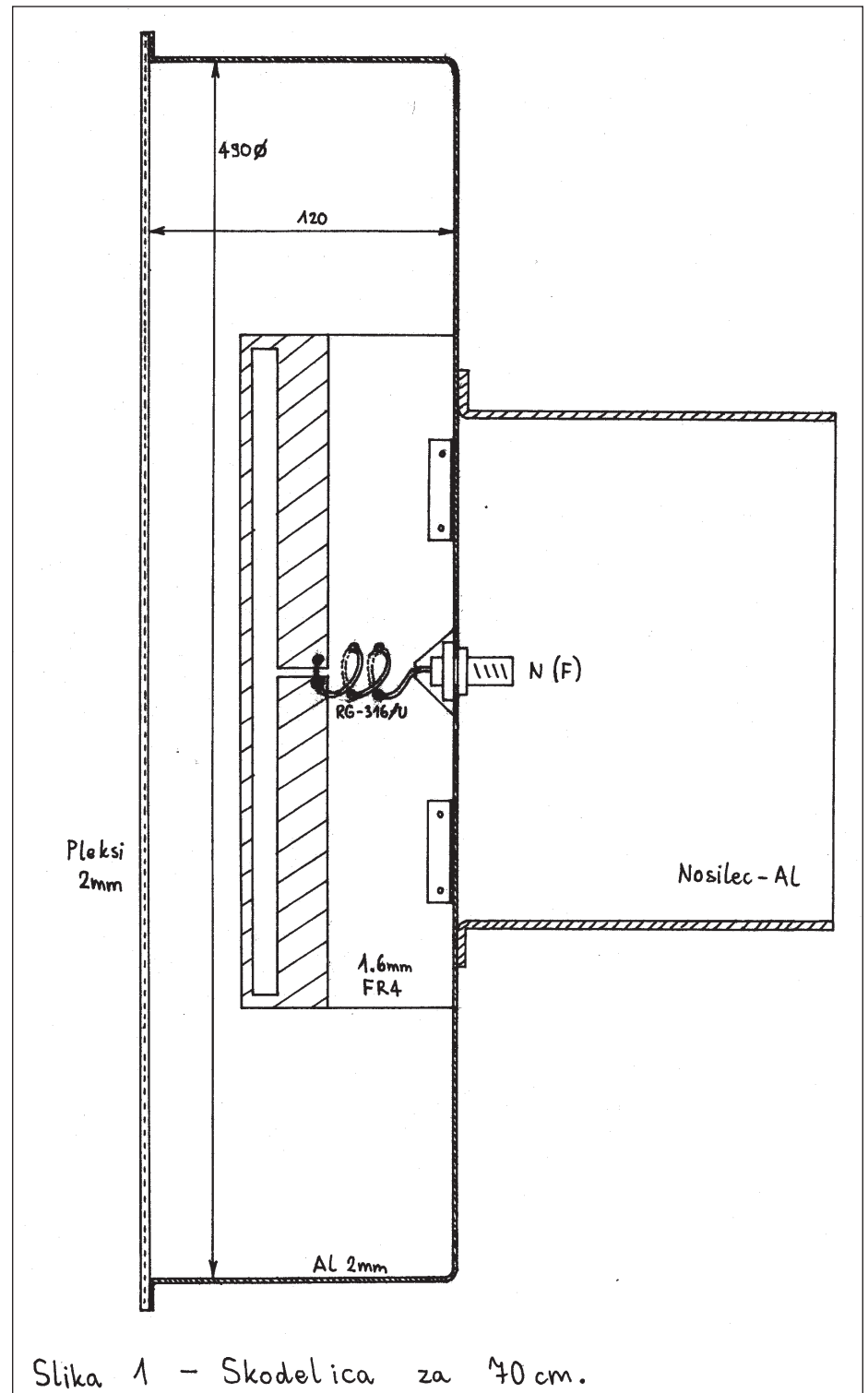
Čeprav mehansko dobro izdelana Yagi antena preživi zimske vremenske pojave, se moramo zavedati, da bo za nas takšna antena skoraj neuporabna vse dotlej, dokler se sneg ali led ne stalita oziroma ju ročno ne odstranimo sami. Učinke snega in ledu sicer omilimo z vgradnjo Yagi antene v primerno ohišje iz izolirne snovi, vendar postane takšno ohišje prav nerodno veliko na frekvencah pod 1GHz. Ker je dovolj veliko ohišje precej večje, težje in dražje od same Yagi antene, je smiselno poiskati drugačno rešitev, ko potrebujemo na sneg in led odporno anteno za 70cm.

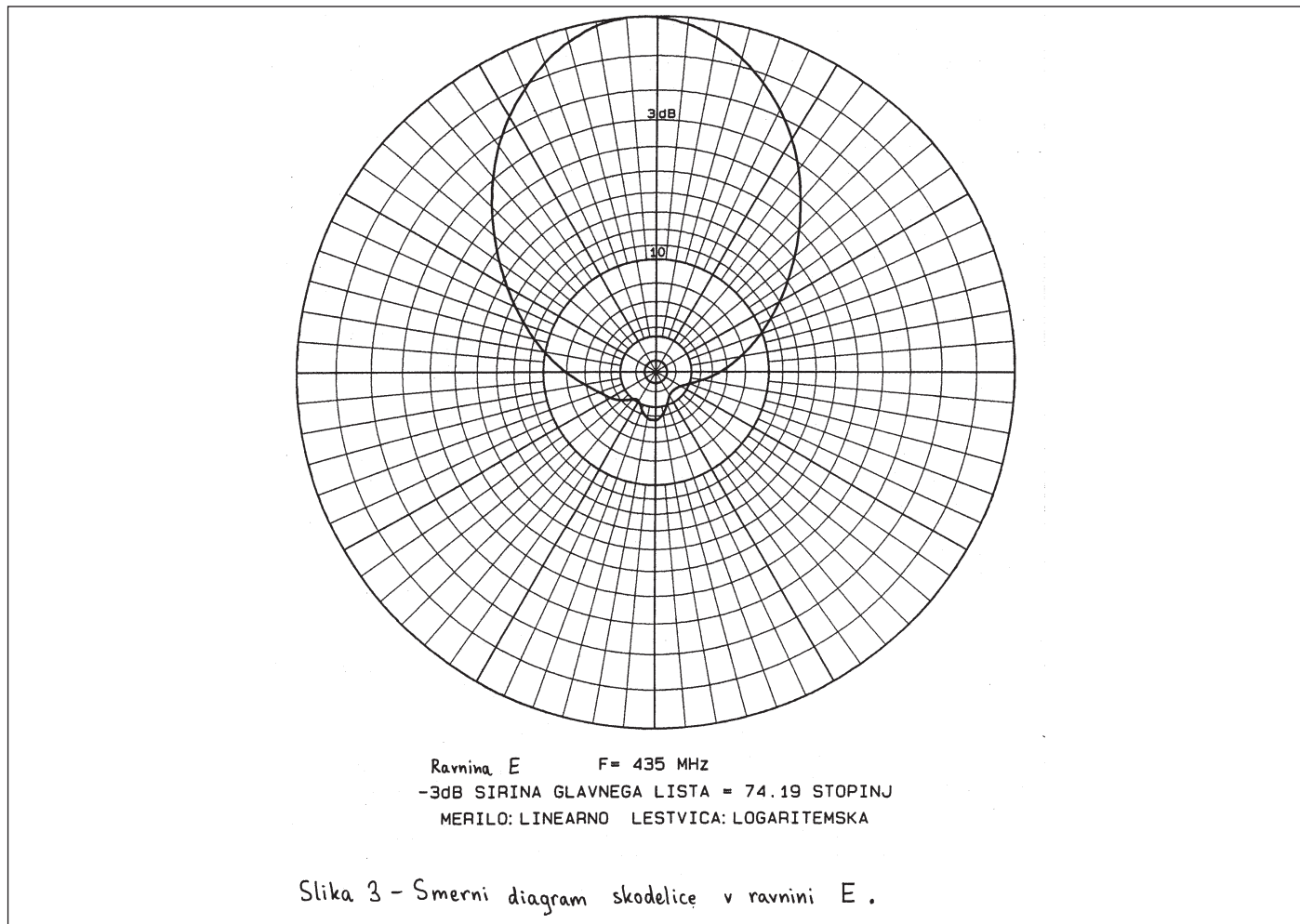
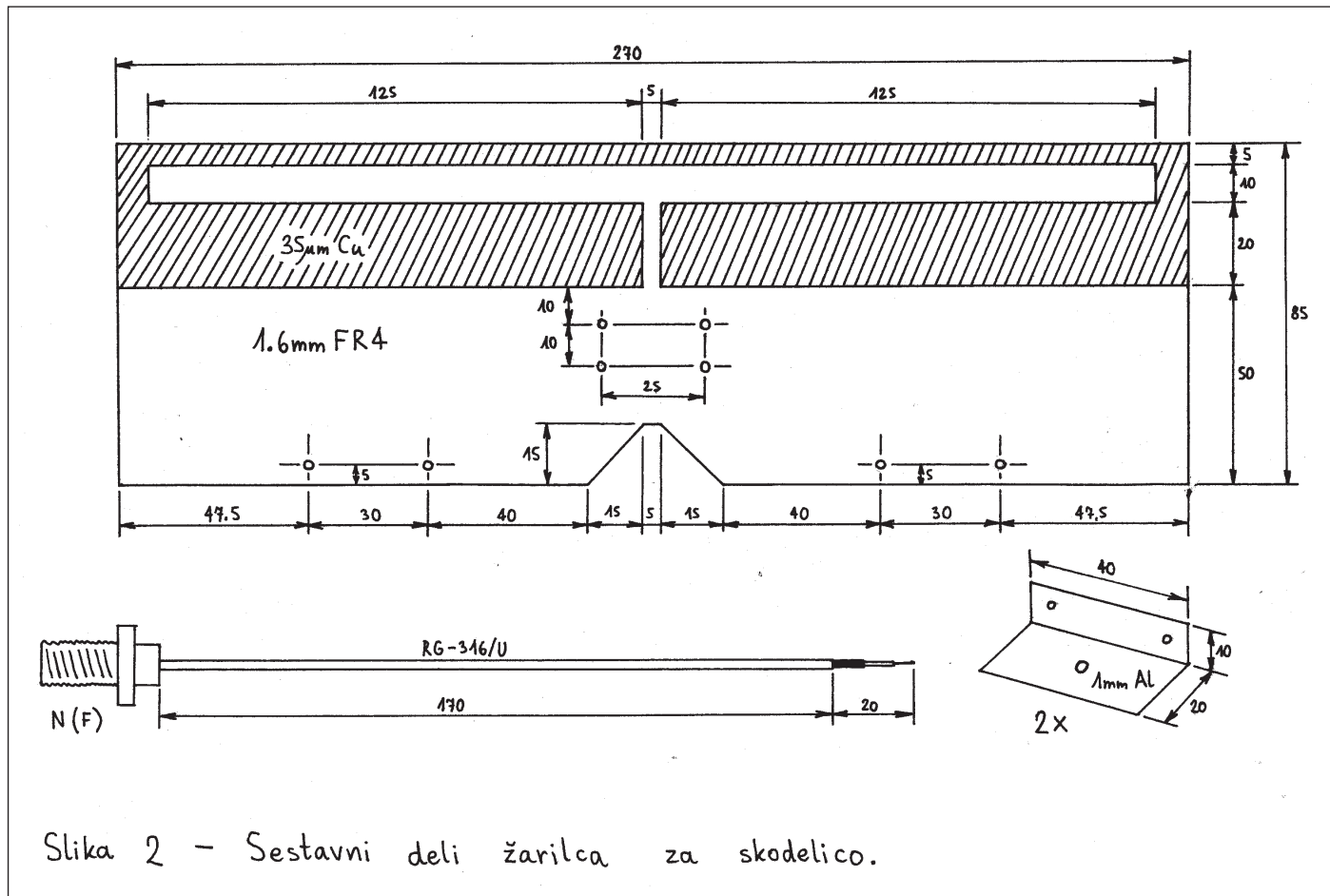
Na frekvencah nad 1GHz je razmeroma enostavno izdelati antene v obliki votlinskih rezonatorjev, se pravi razne lonce, skodelice ali SBF antene, kot je to opisano v članku: "Na sneg in led odporni lonci za 23cm in 13cm" v CQ ZRS 1/1996. Žal postanejo tudi te antene nerodno velike, če jih želimo enostavno pre-

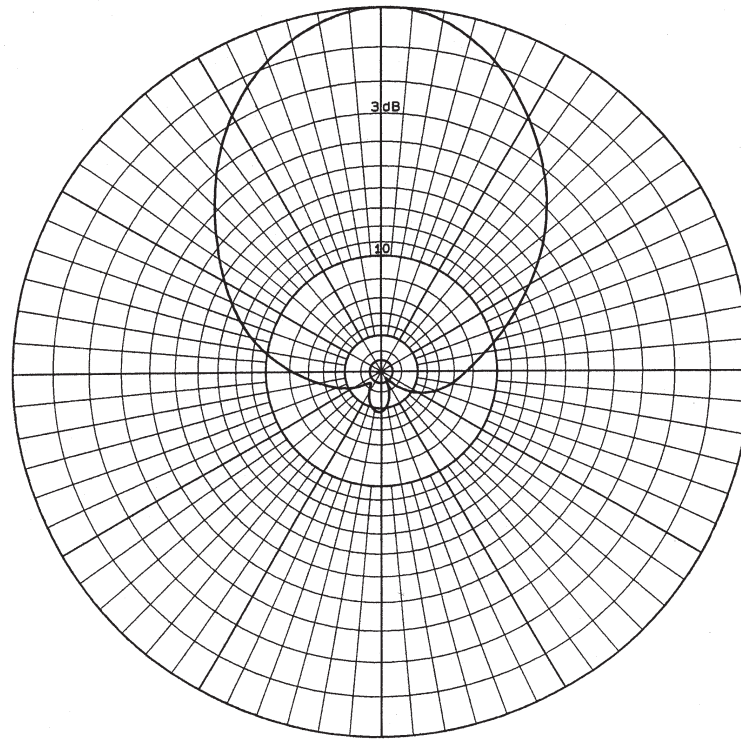
računati za 70cm. Na primer, dipol v skodelici optimalnih izmer daje približno isti dobitok kot omenjena 5-elementna Yagi antena. Skodelica s premerom 85cm in obodom višine 35cm je seveda bistveno večja in težja od gole Yagi antene.

Primeren dipol lahko sicer

vgradimo tudi v manjšo skodelico. Dobitek takšne antene je sicer nekoliko manjši, vse ostale dobre lastnosti skodelice, vključno z odpornostjo na vremenske pojave, pa ostanejo neokrnjene. V tem članku bom opisal gradnjo dipola v skodelici za 70cm, ki uporablja kar skledo SBF

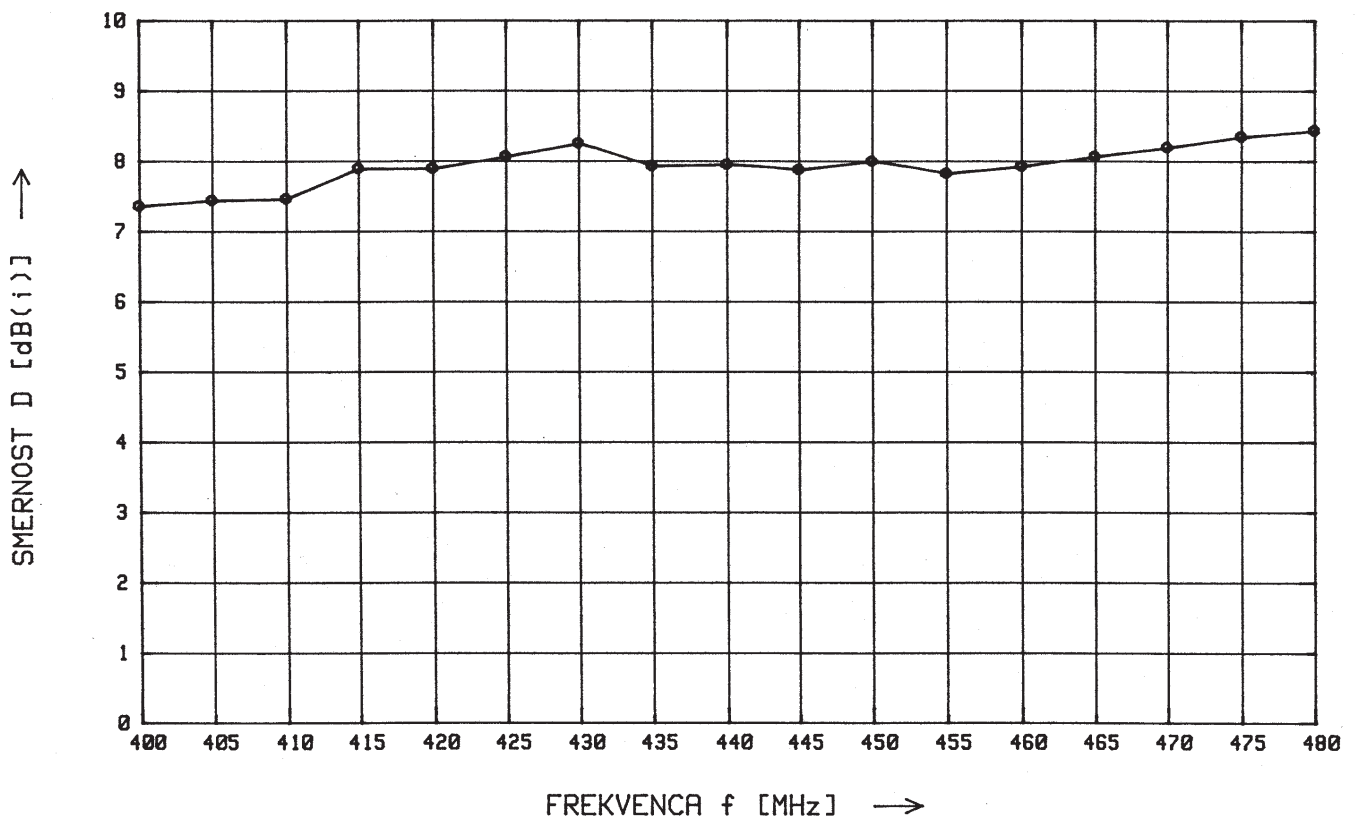






Ravnina H F = 435 MHz
 -3dB SIRINA GLAVNEGA LISTA = 77.93 STOPINJ
 MERILO: LINEARNO LESTVICA: LOGARITEMSKA

Slika 4 - Smerni diagram skodelice v ravnini H.



Slika 5 - Izmerjena smernost skodelice za 70cm.

antene za 23cm kot skodelico. Pokrov iz pleksi stekla seveda ne nosi malega reflektorja, ki ga potrebuje le 23cm SBFA.

Izvedba pomanjšane skodelice za 70cm je prikazana na sliki 1. Ker je skleda za 23cm SBFA s premerom 49cm in globino 12cm razmeroma majhna na trikrat nižji frekvenci, bo sevalna upornost vzbujevalnega dipola razmeroma nizka, reaktivni del impedance pa prilagojen v zelo ozkem frekvenčnem pasu. Skodelica za 70cm zato zahteva skrbno izbiro in prilagoditev impedance vzbujevalnega dipola, da dobimo na koncu zares uporabno anteno.

Po več različnih poskusih sem se odločil za vzbujanje skodelice z zavitim dipolom, ki daje načrtovalcu kar nekaj stopenj svobode. Dipol je izdelan na tiskanem vezju iz širokih vodnikov različnih prerezov. Zaradi majhne razdalje do dna skleda je impedanca takšnega dipola komaj 50ohm.

Simetrirni člen je preprosto primerno dolg (četrt valovne dolžine) kos napajalnega kabla RG-316/U, ki je navit v tuljavo z dvema ovojemama. Žila kabla je preprosto priključena na en krak dipola, oklop pa na drugi krak. Drugi konec kabla gre na primerno N vtičnico, ki je vgrajena sredi dna skleda.

Sestavni deli žarilca za skodelico so natančno prikazani na sliki 2. Dipol je izdelan na enostranskem vitroplastu FR4 debeline 1.6mm. Če ima vitroplast bakreno folijo debeline 35 mikrometrov ali več, lahko neželjeni baker preprosto olupimo, potem ko smo z ostro konico zarezali dipol. Izmere plošče vitroplasta so 270mm

X 85mm. Priporočam pa nekoliko daljšo ploščo (275mm X 85mm), ki vsaj za prvi prototip omogoča natančno uglaševanje antene na delovno frekvenco.

Tiskano vezje je pritrjeno na dno skleda z vijaki in dvema koščkoma aluminijeve pločevine, upognjene v obliki črke L. Razen pritrdilnih lukenj potrebuje tiskanina še izrez za N vtičnico in luknje, ki nosijo tuljavo iz kabla RG-316/U. N vtičnica mora biti seveda primerne vrste za vgradnjo na tanki teflonski kabel RG-316/U (ali RG-188/U).

Glede na majhne izmere skodelice (glede na valovno dolžino 70cm) sem pričakoval, da se bo celotna antena obnašala preprosto kot dipol pred kovinsko steno. Izmerjena smerna diagrama v ravnini E na sliki 3 in v ravnini H na sliki 4 nasprotno kažeta, da še vedno prevladuje vpliv skodelice navkljub njenim majhnim izmeram! Diagrama v obeh ravninah E in H sta si zelo podobna, kar je vsekakor značilnost skodelice.

Smer snopa sevanja je v ravnini E zamaknjena za približno 3 stopinje kot posledica neidealnega simetrirnega člena. Zaradi nizke impedance dipola opisana antena sicer ni kdove kako občutljiva na simetrirni člen. Celo brez simetrirnega člena, se pravi dipol povezan neposredno na N vtičnico, se smer snopa sevanja v ravnini E odkloni komaj za dobrih 10 stopinj.

Oba smerna diagrama v ravninah E in H se s frekvenco kaj dosti ne spreminjata. Skodelica je premajhna, da bi opazili kakršenkoli rezonačen pojav v celotnem pasu od 400MHz do 480MHz. Tudi izmerjena smer-

nost skodelice na sliki 5 se le počasi spreminja s frekvenco. Uporabni frekvenčni pas antene je seveda ožji zaradi težavne prilagoditve impedance vzbujevalnega dipola, vendar lahko vseeno računamo z dobitkom okoli 8dBi v celotnem amaterskem 70cm področju.

Dobitek opisane skodelice za 70cm je za približno 3dB manjši od enostavne Yagi antene iz CQ ZRS 1/1997. Kaj potem pridobimo s skodelico razen odpornosti na vremenske vplive? Skodelica ima zelo lep, čist smerni diagram brez stranskih snopov in globokih ničel. V nasprotju ima Yagi antena vedno obilico stranskih snopov in globokih ničel med njimi. Z uporabo skodelice je zato dosti enostavneje zagotoviti področje kvalitetnega pokrivanja FM repetitorja ali packet-radio vozlišča.

Potrebo po boljših antenah seveda vsi občutimo pozimi, ko packet-radio vozlišča drugo za drugim presihajo v 70cm področju. Tudi razvoja opisane antene sem se zato lotil lansko zimo. Stanko Gajšek in Samo Vehovc sta mi pomagala izmeriti več različnih prototipov na poledeneli strehi Fakultete za Elektrotehniko v decembru 1998.

Obilica snega mi je seveda preprečila, da bi izdelani anteni takoj odnesel tja, kamor sta bili namenjeni. Dve skodelici za 70cm smo zato vgradili na naše najvišje ležeče packet-radio vozlišče CPRST:S55YCP šele v juliju 1999. Seveda upam, da kmalu dobijo boljše antene za 70cm tudi ostala PR vozlišča.

5-elementna Yagi antenna za 435MHz

Matjaž Vidmar, S53MV

O Yagi antenah se je vedno na veliko, dolgo in široko pisalo prav v vseh radioamaterskih časopisih. Tudi meni se je dolgo časa zdel takšen članek povsem nepotrebno ponavljanje. Mnenje sem spremenil, ko sem moral sam izdelati več enostavnih, razmeroma kratkih Yagi anten za različne frekvence. Tu vse visokotelečne razprave o zadnji desetinki decibela pri 617-elementni anteni prav nič ne pomagajo, če človek potrebuje le enostaven, ampak zanesljiv načrt za majhno anteno.

Kako se torej lotiti majhne Yagi antene, če nimamo časa, da bi par mesecev študirali vso literaturo in se nato še par mesecev igrali z ustreznimi računalniškimi programi? Rešitev je v uporabi primernih tabel za izmerjene antene, ki jih potem le preračunamo na željeno frekvenco. Prve takšne tabele je objavil že leta 1976 Viezbicke pri National Bureau of Standards (NBS, to je državna raziskovalna ustanova v ZDA). Našim radioamaterjem so verjetno bolj poznani načrti DL6WU, ki pa se nanašajo le na razmeroma dolge Yagi antene.

NBS tabele so rezultat eksperimentalnega dela, prav tako DL6WU

načrti. Oboje je marsikakšen teoretik na veliko kritiziral. Takšne kritike so bile v določenih pogledih celo upravičene. NBS tabelam so na primer takoj očitali dejstvo, da so vsi poskusi potekali le z Yagi antenami z enakimi razmaki med palčkami. Žal teoretiki vse do danes niso predstavili svojih dosežkov v takšni priročni obliki, da bi lahko radioamater neposredno uporabil te rezultate.

Zato so kljub svoji starosti in pomanjkljivostim NBS tabele tudi danes še vedno nepogrešljiv pripomoček, ko moramo hitro izdelati enostavno anteno. Teoretiki sicer obljublajo par desetink dB več dobitka, ki jih pa zelo hitro izgubimo, če antene ne preračunamo povsem pravilno glede na debelino palčk, presek nosilca in vrsto vgradnje elementov. Yagi antene, ki so "navite" na zadnjo desetinko dB ojačenja, so tudi zelo ozkopasovne, torej občutljive na tolerance in napake pri izdelavi ter vremenske vplive: dežne kapljice, sneg ali led na anteni.

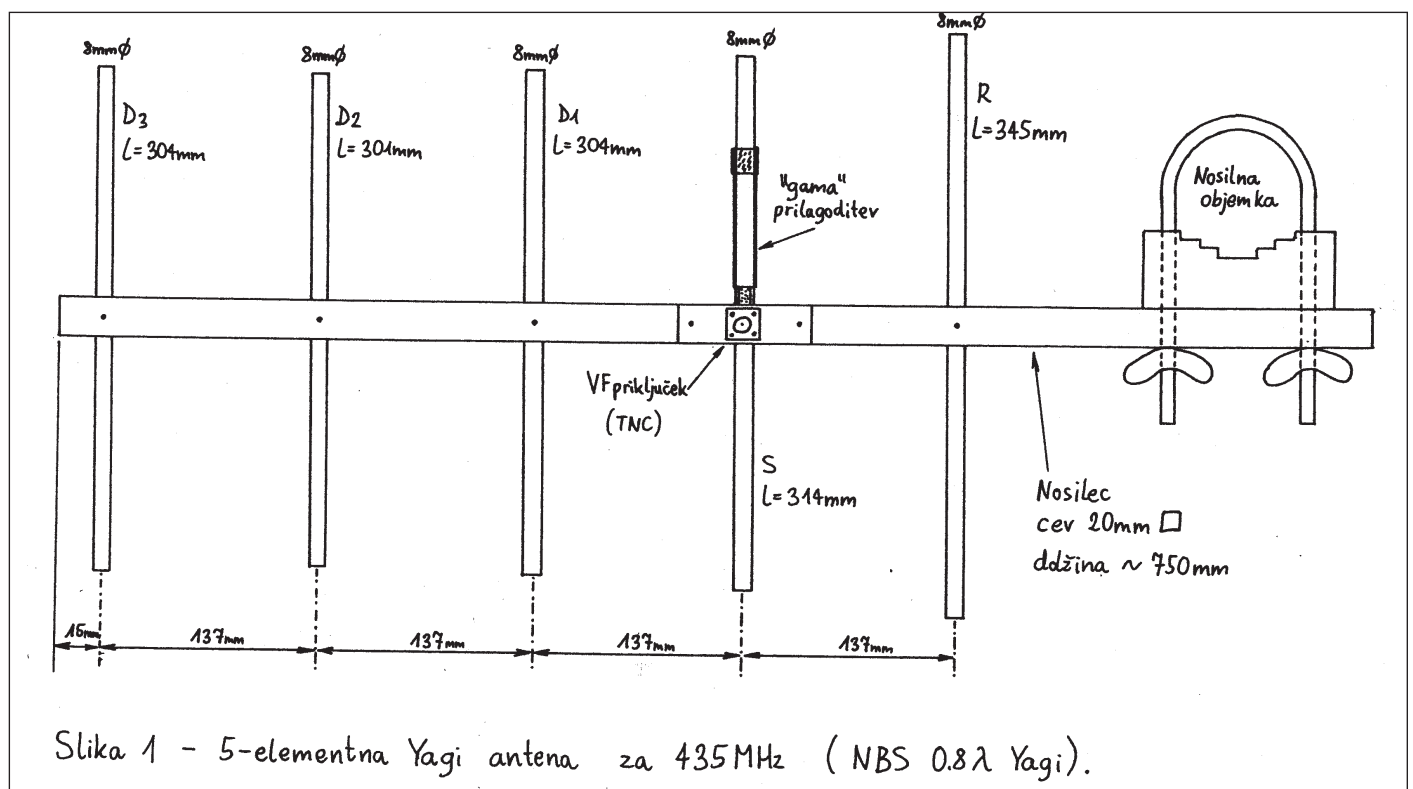
NBS tabele so kmalu po uradni objavi predstavili tudi vsi radioamaterski časopisi, vključno z našim (beograjskim) časopisom "Radioamater". Ker danes malokdo razpolaga s

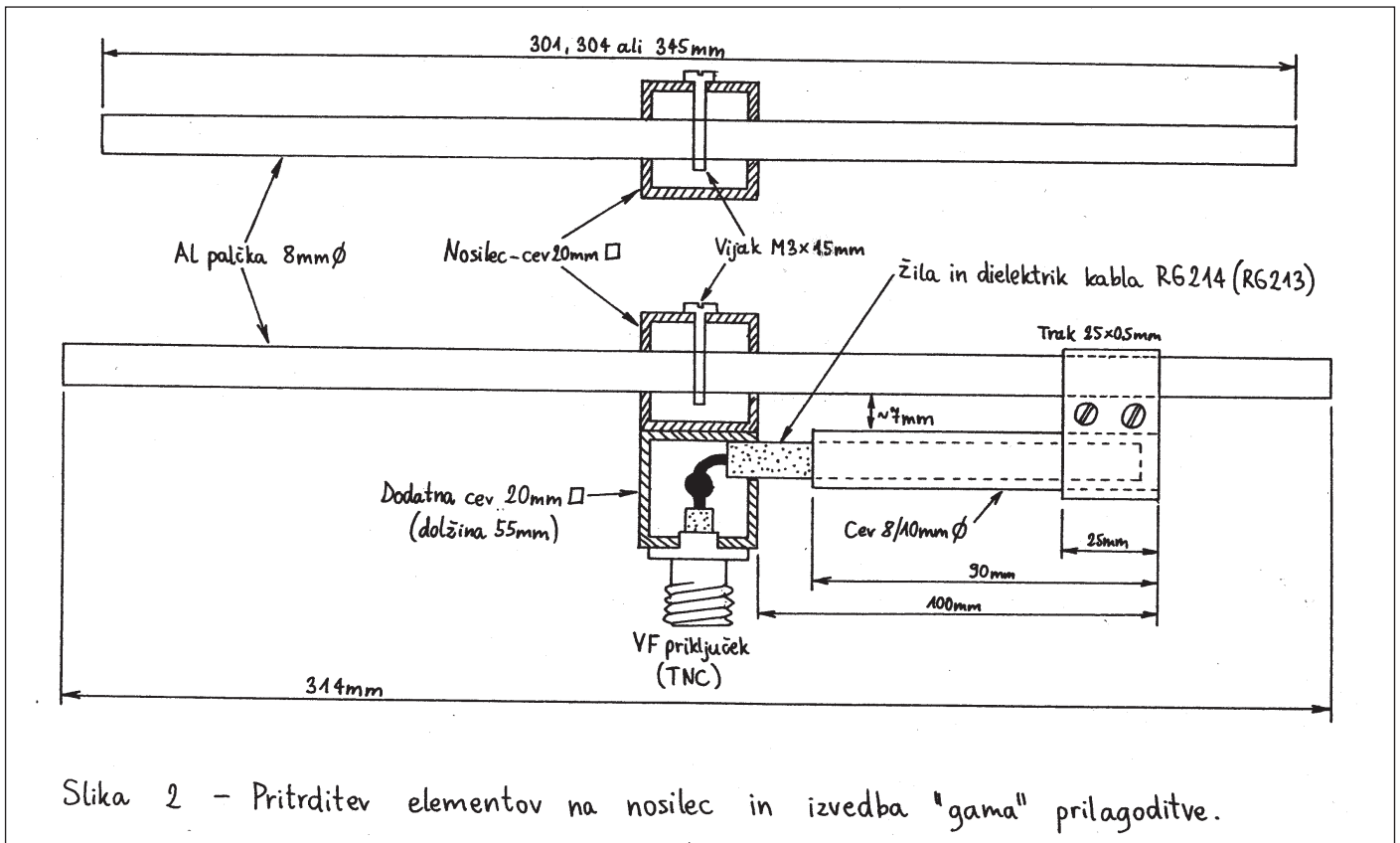
časopisi izpred dveh desetletij, bi mogoče veljalo ponovno objaviti NBS tabele v eni prihodnjih številok CQ ZRS? V tem članku se bom zato omejil na praktično izdelavo kratke Yagi antene za 70cm področje, ki sem jo načrtoval po NBS tabelah.

Krajša Yagi antena, dolžine nosilca manj kot meter, marsikdaj prav pride na 70cm: na FM repetitor pridemo z manj šuma kot z GP anteno, pri paketu bo kakšen odboj in kakšno ponavljanje manj. Kratka antena za 70cm pa nam prav pride tudi v tekmovanju na mikrovalovih, ko je treba najprej poiskati sogovornika na 70cm in ga prepričati, naj vendarle poskusi na 23cm ali 13cm.

Opisani zahtevi ustrezajo NBS tabele za Yagi anteno dolžine 0.8λ s pet palčkami. Takšna antena ima povsem uporaben dobitek 9.2dBd ali 11.3dBi. Smiselne izmere antene za 435MHz so prikazane na sliki 1.

Kot nosilec je uporabljena aluminijasta cev kvadratnega prereza s stranico 20mm in dolžino približno 75cm. Elementi so izdelani iz 8mm debele polne palčke iz aluminija in so vstavljeni v izvrtine v samem nosilcu. Ker elementi potekajo skozi





Slika 2 - Pritrditev elementov na nosilec in izvedba "gama" prilagoditve.

kovinski nosilec, dolžine elementov na sliki 1 že vsebujejo ustrezen faktor podaljšanja.

Nosilna objemka je nameščena za celotno anteno, da nosilna konstrukcija ne moti delovanja antene. V nosilec antene je smiselno izvrtati luknje za objemko za obe možni polarizaciji antene. Po načrtu je najkrajša palčka D2 in to ni tiskarska napaka! Palčki D1 in D3 sta enako dolgi in daljši od D2, kot to zahtevajo NBS tabele.

Vgradnja palčk na nosilec je prikazana na sliki 2. Točno na sredini palčke najprej izvrtamo luknjo premera 2.5mm in vanjo vrezemo navoj M3. Nato palčko porinemo v izvrtino premera 8mm v nosilcu antene in končno pritrdimo z vijakom M3 dolžine okoli 15mm. Da vijak trdno stoji v palčki, pri vrezovanju navoja uporabimo le navojni sveder številka 1 ali kvečjemu 1 in 2, nikakor pa ne vseh treh svedrov.

Napajanje sevalne palčke S najenostavneje izvedemo z "gama" prilagoditvijo, kot je to prikazano na sliki 2. "Gama" prilagoditev sicer ni najboljša tehnična rešitev, ker vnaša nesimetrijo v anteno, kar nekoliko pokvari smerni diagram antene. "Gama" prilagoditev je tudi razmeroma ozkopasovna. Pri velikem antenskem sistemu za delo v tekmovalnih ali preko lune bi zato izbrali boljšo rešitev. Pri opisani 5-elementni

anteni pa "gama" napajanje ne prinaša kakšnega bistvenega poslabšanja lastnosti antene.

"Gama" napajanje izdelamo iz 90 mm dolgega kosa aluminijaste cevi zunanjega premera 10mm. Cev pritrdimo na sevalno palčko S s pomočjo dvojne objemke iz 25mm širokega traka iz 0.5mm debele pocinkane pločevine. Dvojno objemko končno stisnemo z dvema vijakoma M3X15mm.

Kondenzator za "gama" prilagoditev izdelamo iz kosa koaksialnega kabla RG214 ali RG213. Od kabla uporabimo le žilo in dielektrik, oklop in zunanjo zaščito pa zavržemo. Žilo in polietilenski dielektrik nato vstavimo v aluminijasto cev, tako da sama cev tvori drugo elektrodo kondenzatorja. Takšen kondenzator za "gama" prilagoditev sem prvič videl pri (danes žal pokojnemu) Mariotu S57UBM. Njegova prednost je v tem, da je enostaven za izdelavo in uglaševanje ter brez škode prenese grobo ravnjanje, vremenske pojave in visoko napetost.

VF priključek za napajanje antene, TNC (ali BNC ali N) vtičnico, vgradimo kar na košček enake cevi kvadratnega prereza, kot smo jo uporabili za nosilec antene. V cevi izvrtamo bočno odprtino za povezavo z "gama" prilagoditvijo, izvrtine z vrezanimi navoji za pritrditev prirobnice VF vtičnice in seveda dve večji iz-

vrtini za pritrditev na nosilec antene. Konca te dodatne cevi seveda zamašimo, da voda ne more do "živih delov" vtičnice.

Pri sestavljeni anteni je smiselno pomeriti prilagoditev. Impedanca pravilno delujoče Yagi antene se v delovnem področju zelo hitro spreminja s frekvenco, še posebno v slučaju "gama" napajanja. Na 432MHz mora zato reflektometer pokazati nekaj drugega kot na 435MHz, na 438MHz pa moramo spet dobiti drugačen odčitek. Odčitek na reflektometru se mora spremeniti tudi takrat, ko se s prstom dotaknemo konca katerekoli palčke Yagi antene. Impedanco antene lahko malenkost popravimo s premikanjem dvojne objemke in spreminjanjem kondenzatorja v "gama" prilagoditvi.

NBS tabele navajajo za opisano Yagi anteno dolžine 0.8 valovne dolžine dobitek 9.2dB glede na polvalovni dipol oziroma 11.3dB glede na izotropno anteno. Širina glavnega lista smernega diagrama (-3dB) naj bi znašala 48 stopinj v E ravnini (ravnina električnega polja oziroma ravnina palčk) in 56 stopinj v H ravnini (ravnina magnetnega polja oziroma pravokotno na palčke). Slabljenje stranskih snopov naj bi bilo okoli -15dB, kar pa enostava "gama" prilagoditev verjetno poslabša.

VCXO z dvema kristaloma in preklopom

Darko Volk - S57UUD

Posebnost 13 cm frekvenčnega področja, da je razdeljeno v dva pasova (2304 in 2320 Mhz) je narekovala potrebo za VCXO-jem, ki bi pokrival oba področja. Samo vprašanje časa je bilo, kdaj bo nekdo to naredil. Naveličal sem se čakati, 13 cm ZIF je poleg 24 Ghz, edina postaja, ki je še nisem naredil. Rezultat mojega dela vam bom predstavil tule. Ker je Matjaž že podrobno opisal gradnjo in delovanje oscilatorja in množilnih stopenj, se bom tu omejil samo na razlago tistih podrobnosti, ki so tu drugačne.

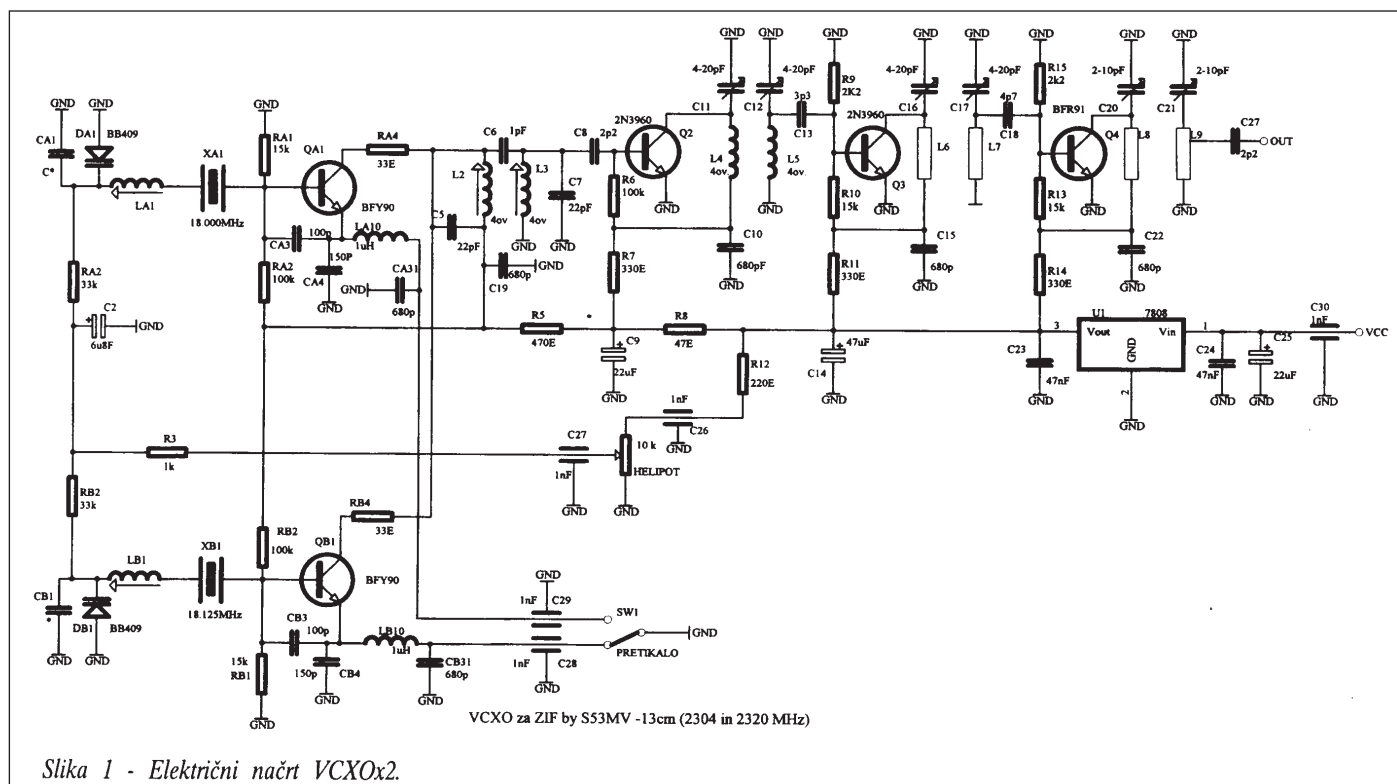
Nov oscilator sem poimenoval VCXOx2. Vgrajen je v medeninasto škatlo enake velikosti kot Matjažev original. To omogoča enostavno preureditev že narejenih postaj. Tudi medeninasto ohišje ostane isto, le nekaj lukenj več je potrebno narediti. Električni načrt je skoraj enak izvornemu, le da ima dva kristalna oscilatorja, katerih skupna točka je nihajni krog v kolektorju oscilatorja. Preklop je izvršen z izmeničnim zaključevanjem enosmernege toka v emiterju enega ali drugega tranzistorja. Delovne točke tranzistorjev v oscilatorju morajo biti pravilno nastavljene. Tranzistor, ki ne deluje

ne sme motiti delujočega oscilatorja. Nihajni krogi v množilnih stopnjah, so uglaseni v sredino med obema frekvencama, tako da dobimo na obeh frekvencah (576 in 580 Mhz) enak izhodni nivo. Neželene frekvence zato niso tako dobro dušene. Problem sem zelo dobro rešil z zmanjšanjem nekaterih sklopnih kondenzatorjev, predvsem v prvem filtru. Tudi dvostransko tiskano vezje pripomore k temu, da so neželene frekvence dušene preko 80db. Glede na pomanjkanje prostora, cenenosti izvedbe in hitrosti gradnje, sem se odločil za uporabo SMD komponent. Izkušnje, ki so si jih medtem že pridobili konstruktorji ZIF postaj zagotavljajo, da to ne bo problem. Bi pa opozoril na kondenzatorje, ki služijo ozemljitvi nihajnih krogov. V originalnem načrtu so dvakrat po 22 nF. Tu sem si izbral 680 pF. Ni pomota, pač pa je ta vrednost izbrana namenoma. Preizkusil sem namreč več vrst SMD kondenzatorjev in ugotovil, da se tu sme uporabiti samo kvalitetne kondenzatorje tipa NP0. SMD kondenzatorjev izvedbe XR7 se skorajda ne dobi v tej vrednosti. Za vse, ki bi bili v dvomih naj povem, da so NP0 kondenzatorji narejeni iz

bele, roza-bele ali celo zeleno-bele keramike, XR7 pa so običajno bolj ali manj temno rjavi. Vrednost teh kondenzatorjev ni pomembna, važno je da dobro sklenejo visokofrekvenčne tokove. Tiskano vezje je narejeno tako, da lahko dodamo klasičen kondenzator in tako preverimo, če so uporabljeni kondenzatorji ustrezne kvalitete.

Uporabljene tuljave za korekcijo frekvence kristala so na NEOSID telesu. Raster pa ustreza vsem tuljavam 7 x 7 mm. Uporabil sem BB409 varikap diode, ker so lahko dobavljive. Pri uglasjevanju posameznih oscilatorjev v željen frekvenčni obseg pa lahko didam dodajamo paralelno kondenzatorje, ki so oznčeni z * in ustrezno navijemo tuljave. Pri tem moramo upoštevati, da je jedro v tuljavi temperaturno najbolj nestabilen element oscilatorja. Še o tranzistorjih. V oscilatorjih morajo biti BFY90, v množilnih stopnjah pa sem uspešno preizkusil BFX89, BFY90 in 2N3960, nekaj slabši rezultat dajo starejši 2N918.

Tranzistor BFR91 sem montiral tako, da sem izvrtal luknjo premera 4.8 mm in tranzistor prispajkal brez, da bi mu zvijal nožice. Dovolj veliko



Slika 1 - Električni načrt VCXOx2.

število "vij" poskrbi za dobro maso. Na zgornji strani tiskanega vezja pa preko tranzistorja prispajkamo košček bakrene folije.

Ker imamo opravka z dvostransko tiskanim vezjem moram opozoriti na

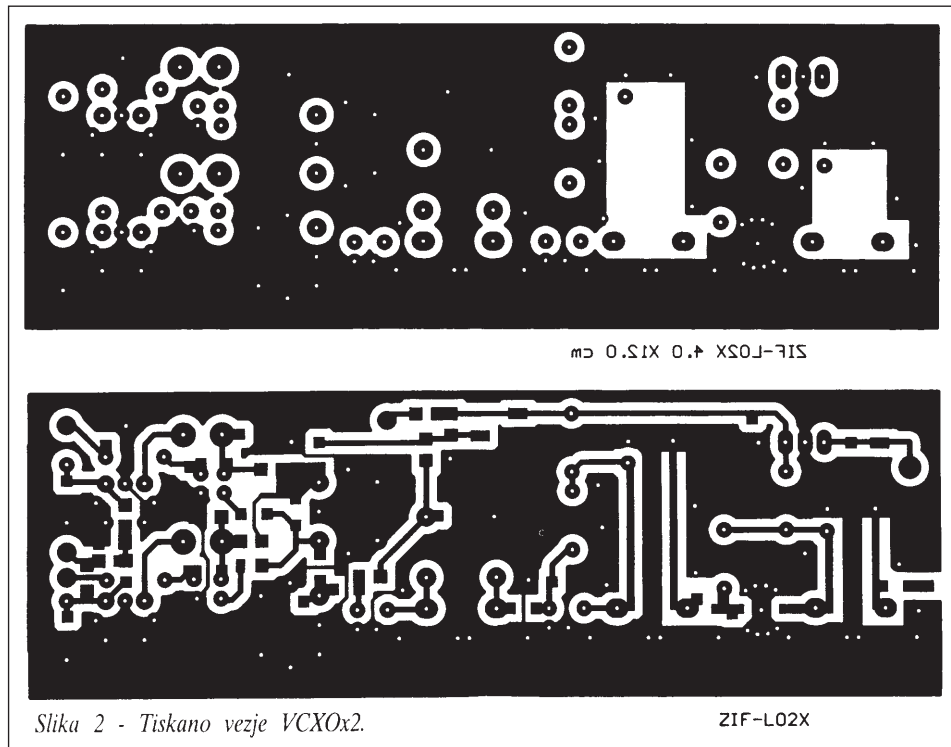
vrstni red sestavljanja. Ploščico je potrebno prispajkati v škatlo prej kot pa montiramo vanjo elemente, saj mora biti masa na škatlo prispajkana z obeh strani tiskanega vezja.

Uporabil sem dva kristala, prvi je

za 18.000 Mhz, drugi pa niha na frekvenci 18.125 Mhz. V mojem prototipu je kristal, na katerem piše 54.408 Mhz !! Torej za 33 Khz več, kot je 18.125 x 3. Osnovna in overtonska frekvenca torej ni čisti mnogokratnik in se v tej smeri spleča narediti nekaj poskusov. Tudi kristali z frekvencami reda 54.4 Mhz niso tako redki, kot bi si mislili 54.4 x 3 namreč zaide v frekvenčno področje "modrih" postaj.

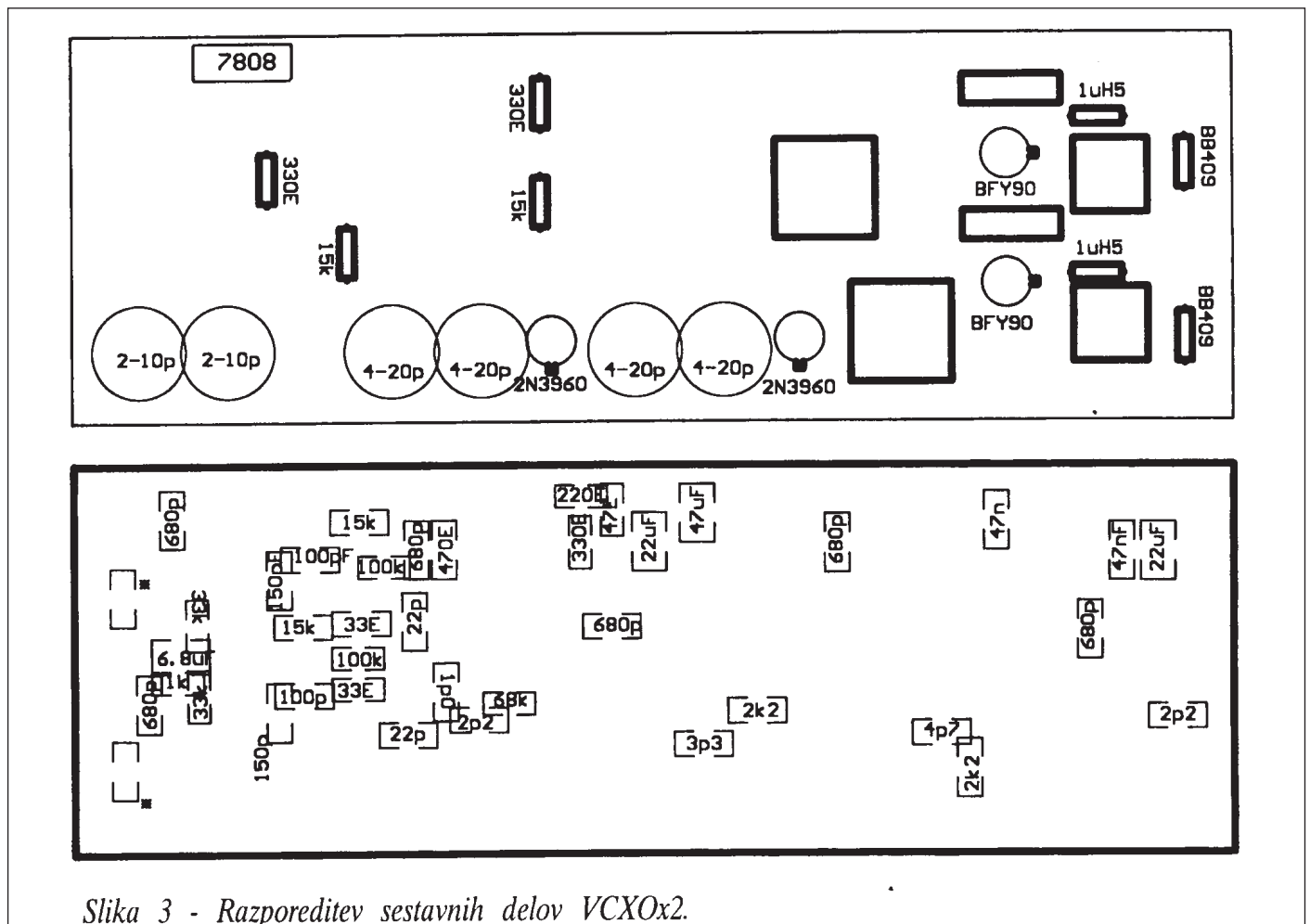
Frekvenčno področje izbiramo s izmeničnim stikalom. Uporabimo lahko kar že vgrajeno stikalo, ki je namenjeno za spremembo LSB/USB, saj ta opcija nima praktične vrednosti. Lahko pa si privoščimo še eno luknjo na čelni plošči postaje.

VCXOx2 pa je uporaben tudi v postajah za druge frekvenčne obsege, saj nam nudi možnost poslušanja beaconov.



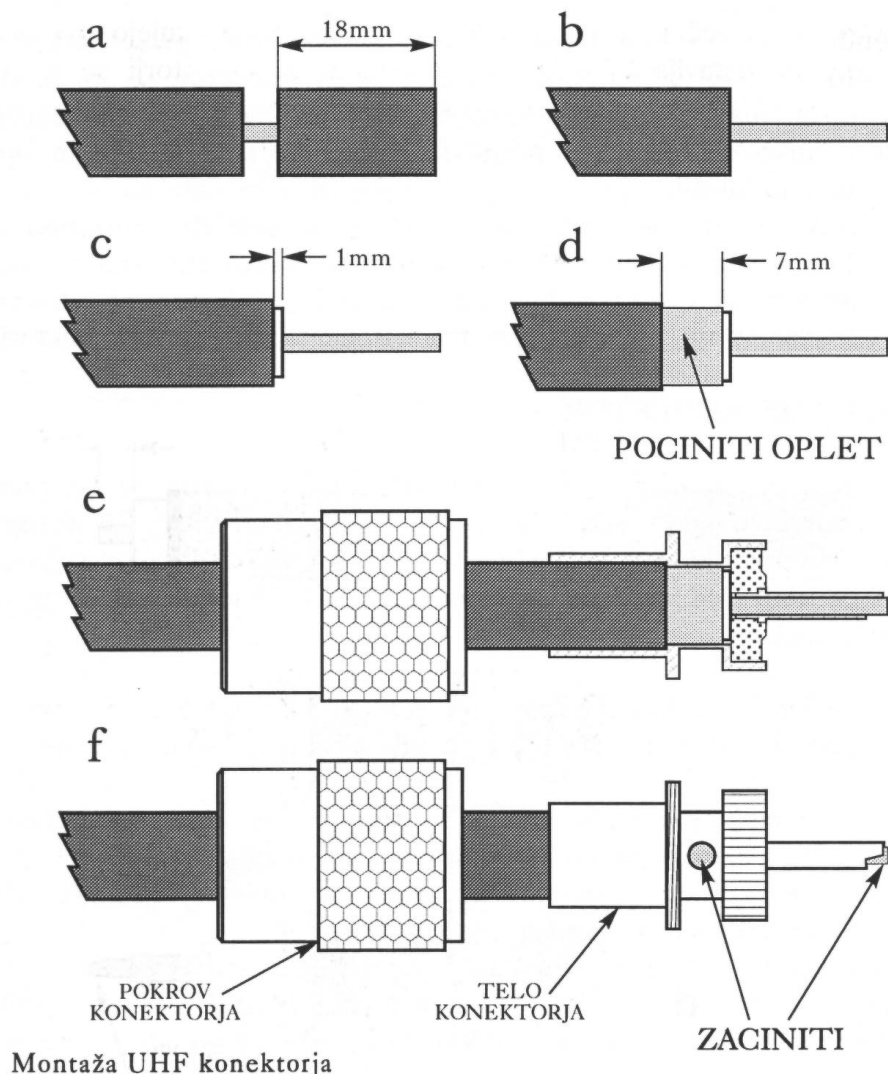
Slika 2 - Tiskano vezje VCXOx2.

ZIF-L02X

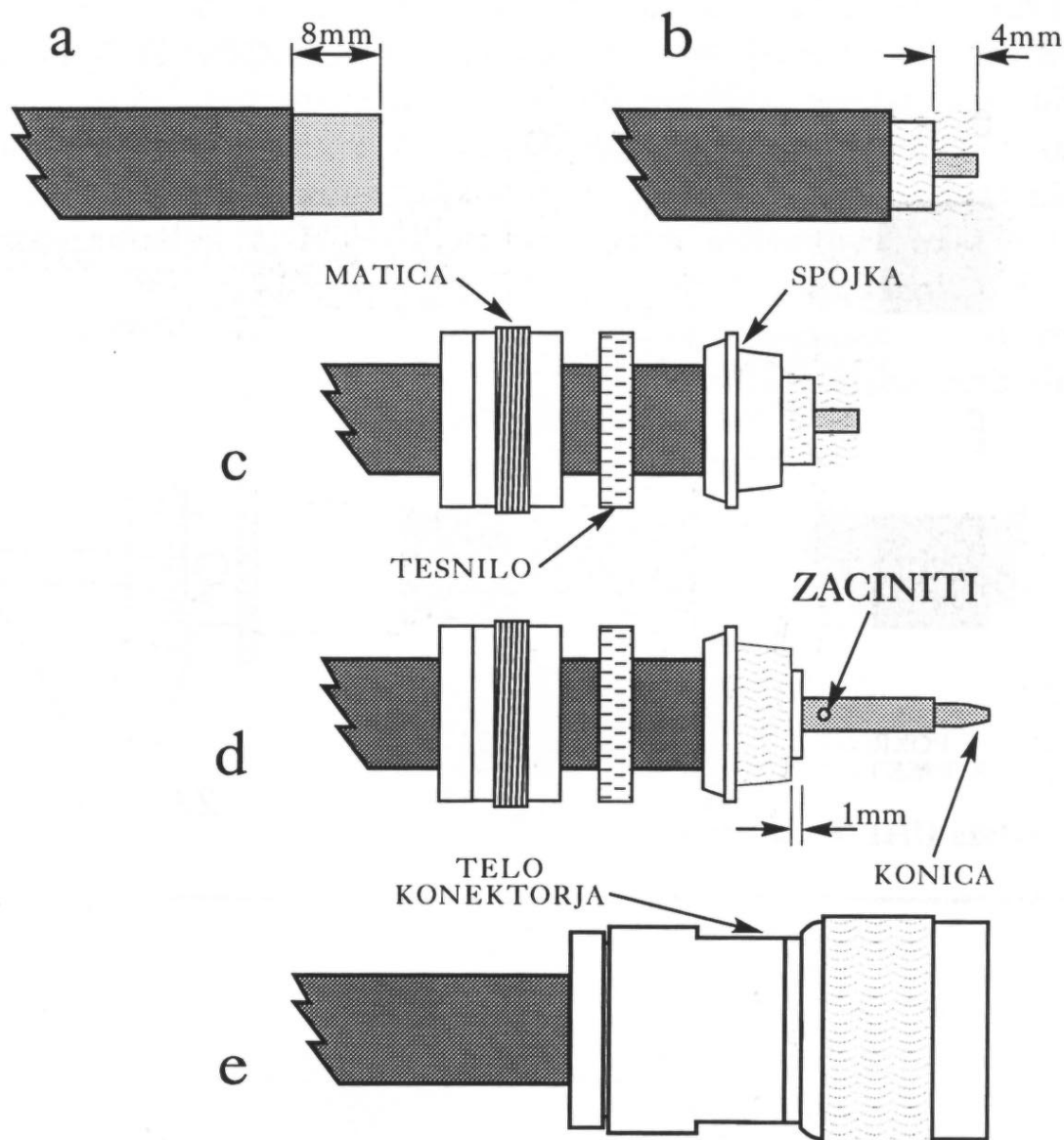


Slika 3 - Razporeditev sestavnih delov VCXOx2.

Priloge

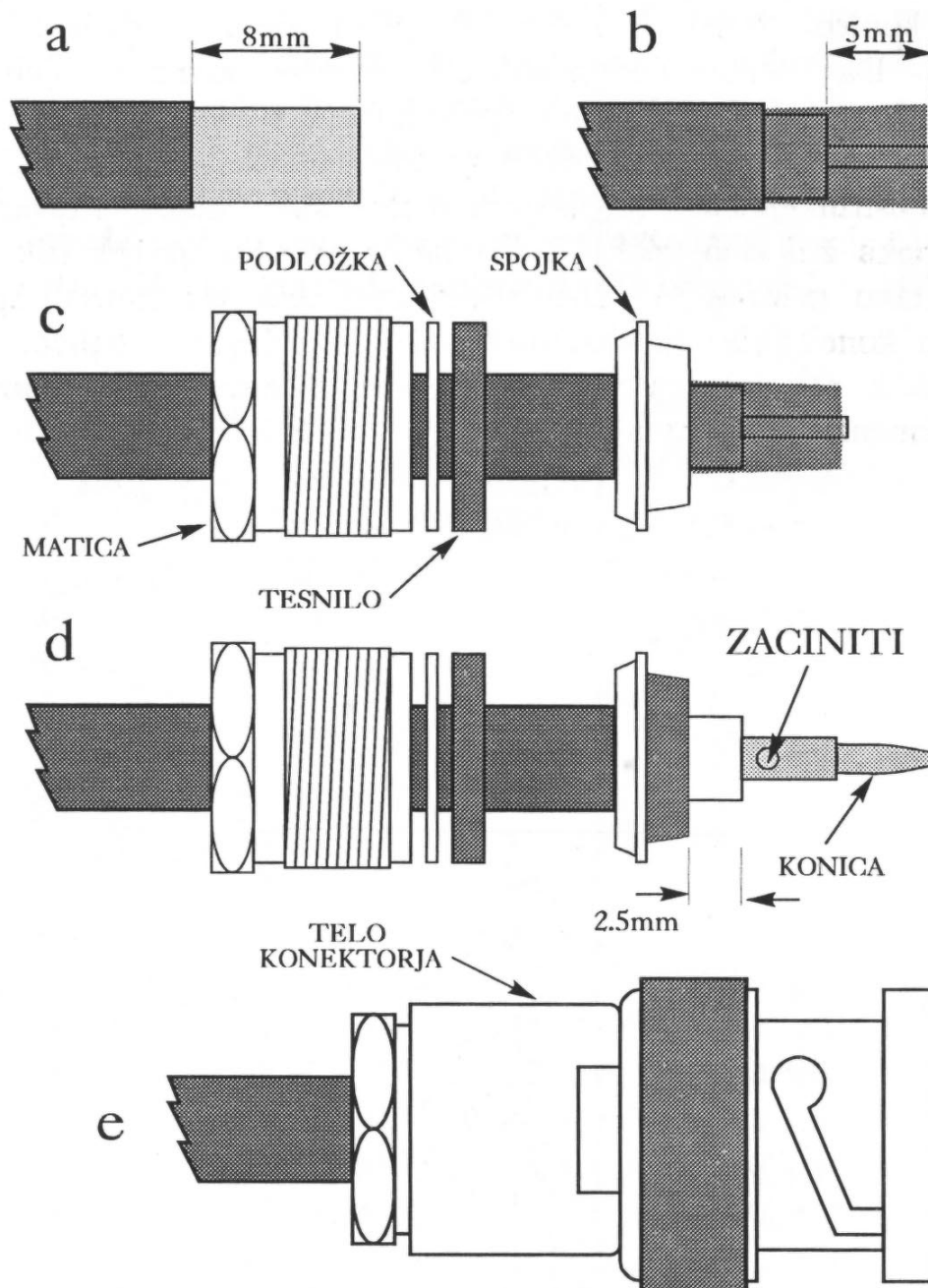


- z nožem zarezimo 18mm od konca kabla tako, da prerežemo zunanjo izolacijo, oplet in dielektrik okoli srednje žile, katere ne smemo poškodovati.
- odstranimo odrezani del. Če je srednja žila sestavljena (zvita) iz več tanjših žičk, pazimo, da jih ne potrgamo ali razpletemo.
- odrežemo 1mm zunanje izolacije in opleta. Pazimo, da ne poškodujemo dielektrika, ki obdaja srednjo žilo.
- odstranimo zunanjo izolacijo v dolžini 7mm. Pazimo, da ne prerežemo ali razpletemo opleta. Oplet in srednjo žilo kabla pospajkamo.
- predno na kabel namestimo konektor, pobrusimo ali povrtamo štiri odprtine na telesu konektorja, ki služijo za spajkanje opleta. S tem dosežemo, da se bo cin hitreje in lepše prijel kovine. Če še nismo, potem je sedaj zadnji čas, da na vod namestimo pokrov konektorja. Ko bomo telo konektorja namestili, bo prepozno! Preverimo tudi, da ni katera od tankih žičk, ki sestavljajo oplet, slučajno na takem mestu, kjer bi lahko prišla v stik z srednjo žilo. Na vod privijemo telo konektorja.
- oplet prispajkamo skozi štiri odprtine (nekateri konektorji imajo le dve). Spajkalnik naj ima moč okoli 60W in primerno debelo konico. Spajkamo hitro, da ne pregrejemo izolacije. Sledi še spajkanje srednje žile. V primeru, da preveč gleda iz konektorja, jo skrajšamo. Pri spajkanju pazimo, da nam cin ne steče v konektor, ker lahko povzroči stik med srednjo žilo in opletom. Zaradi tega konektor raje držimo vodoravno.



Montaža N konektorja

- odstranimo 8mm dolg kos zunanje izolacije. Pazimo, da ne prerežemo opleta
- oplet pazljivo razpletemo. Odrežemo 4mm dielektrika, ki obdaja srednjo žilo. Pazimo, da ne poškodujemo žile.
- na koaksialni vod po vrsti namestimo matico, tesnilo in spojko. Spojka ima odprtino, ki je ravno dovolj velika, da gre skozi kabel brez izolacije
- oplet zavijemo nazaj in ga enakomerno razporedimo preko spojke. Če so žičke predolge, jih postrizemo. To najlepše opravimo z škarjicami za nohte. Če smo spojko in oplet pravilno namestili, mora ostati 1mm prostega dielektrika. Po potrebi skrajšamo srednjo žilo, jo pospajkamo in namestimo konico konektorja. Ta se mora dotikati dielektrika. Konico prispajkamo. Da lahko dodajamo cin, je na konici majhna luknjica. Spajkamo hitro, z dovolj močnim spajkalnikom. Pazimo, da ne pregrejemo dielektrika. S konice odstranimo ostanke cina. To najlepše naredimo z ostrim nožem ali z pilico. Preverimo, če ni kje ostala tanka žička iz opleta, ki bi lahko naredila kratki stik.
- na tako pripravljen kabel namestimo telo konektorja. Spojka mora sesti na dno konektorja. Namestimo tesnilo in privijemo matico. Na začetku naredimo to z rokami, nato si pomagamo z dvema viličastima ključema primernih dimenzij (16-17mm).



Montaža BNC konektorja

- odstranimo zunanjo izolacijo v dolžini 8mm. Pazimo, da ne poškodujemo opleta.
- oplet previdno razpletemo. Odstranimo 5mm dielektrika. Pazimo na srednjo žilo, saj je sestavljena iz tankih žičk, ki jih hitro prerežemo (RG58...).
- na vod po vrsti namestimo: matico, podložko, tesnilo in spojko. Spojka zdrsne na kabel le do mesta, kjer smo odrezali zunanjo PVC zaščito.
- oplet zavijamo nazaj in ga enakomerno razporedimo preko spojke. V primeru, da je predolg, ga porežemo. Približno 2,5mm dielektrika nam tako ostane prostega. Po potrebi skrajšamo srednjo žilo in namestimo konico, ki se mora dotikati dielektrika. Konico pricininimo; cin dodajamo skozi luknjico ob strani konice. Vendar **POZOR** - tu je še posebno pomembno, da spajkamo hitro, saj je dielektrik tenak, zato se hitro pregreje in in s tem deformira. S konice odstranimo eventualne ostanke odvečnega cina. To storimo z nožem ali pilico.
- namestimo telo konektorja. Spojka mora sestiti na dno konektorja. Namestimo tesnilo in podložko ter privijemo matico. Vse skupaj pritegnemo s pomočjo dveh ključev ustreznih dimenzij (11-12mm).

Pretvorba iz inčev v milimetre			
inch		dec. vrednost v inch	mm
1/32	1/64	0.0156	0.397
		0.0313	0.794
	3/64	0.0469	1.191
1/16		0.0625	1.588
	5/64	0.0781	1.984
3/32		0.0938	2.381
	7/64	0.1094	2.778
1/8		0.1250	3.175
	9/64	0.1406	3.572
5/32		0.1563	3.969
	11/64	0.1719	4.366
3/16		0.1875	4.763
	13/64	0.2031	5.159
7/32		0.2188	5.556
	15/64	0.2344	5.953
1/4		0.2500	6.350
	17/64	0.2656	6.747
9/32		0.2813	7.144
	19/64	0.2969	7.541
5/16		0.3125	7.938
	21/64	0.3281	8.334
11/32		0.3438	8.731
	23/64	0.3594	9.128
3/8		0.3750	9.525
	25/64	0.3906	9.922
13/32		0.4063	10.319
	27/64	0.4219	10.716
7/16		0.4375	11.113
	29/64	0.4531	11.509
15/32		0.4688	11.906
	31/64	0.4844	12.303
1/2		0.5000	12.700
	33/64	0.5156	13.097
17/32		0.5313	13.494
	35/64	0.5469	13.891
9/16		0.5625	14.288
	37/64	0.5781	14.684
19/32		0.5938	15.081
	39/64	0.6094	15.478
5/8		0.6250	15.875
	41/64	0.6406	16.272
21/32		0.6563	16.669
	43/64	0.6719	17.066
11/16		0.6875	17.463
	45/64	0.7031	17.859
23/32		0.7188	18.256
	47/64	0.7344	18.653
3/4		0.7500	19.050
	49/64	0.7656	19.447
25/32		0.7813	19.844
	51/64	0.7969	20.241
13/16		0.8125	20.638
	53/64	0.8281	21.034
27/32		0.8438	21.431
	55/64	0.8594	21.828
7/8		0.8750	22.225
	57/64	0.8906	22.622
29/32		0.9063	23.019
	59/64	0.9219	23.416
15/16		0.9375	23.813
	61/64	0.9531	24.209
31/32		0.9688	24.606
	63/64	0.9844	25.003
-		1.0000	25.400

Ameriške in angleške oznake žic

Oznaka	AWG premer		BWG premer		ISWG premer	
	in	mm	in	mm	in	mm
0000	0.460	11.68	0.454	11.53	0.400	10.16
000	0.409	10.41	0.425	10.80	0.372	9.45
00	0.365	9.27	0.380	9.65	0.348	8.84
0	0.325	8.25	0.340	8.64	0.324	8.23
1	0.289	7.35	0.300	7.62	0.300	7.62
2	0.258	6.54	0.283	7.21	0.276	7.01
3	0.229	5.83	0.259	6.58	0.252	6.40
4	0.204	5.19	0.238	6.05	0.232	5.89
5	0.182	4.62	0.220	5.59	0.212	5.38
6	0.162	4.11	0.203	5.16	0.192	4.88
7	0.144	3.66	0.179	4.57	0.176	4.47
8	0.128	3.26	0.164	4.19	0.160	4.06
9	0.114	2.90	0.147	3.76	0.144	3.66
10	0.102	2.59	0.134	3.40	0.128	3.25
11	0.091	2.30	0.120	3.05	0.116	2.95
12	0.081	2.05	0.109	2.77	0.104	2.64
13	0.072	1.83	0.095	2.41	0.092	2.34
14	0.064	1.63	0.083	2.11	0.081	2.03
15	0.057	1.45	0.072	1.83	0.072	1.83
16	0.051	1.29	0.065	1.65	0.064	1.63
17	0.045	1.15	0.058	1.47	0.056	1.42
18	0.040	1.02	0.049	1.24	0.048	1.22
19	0.036	0.91	0.042	1.07	0.040	1.02
20	0.032	0.81	0.035	0.89	0.036	0.92
21	0.028	0.72	0.031	0.81	0.032	0.81
22	0.025	0.64	0.028	0.71	0.028	0.71
23	0.023	0.57	0.025	0.64	0.024	0.61
24	0.020	0.51	0.023	0.56	0.023	0.56
25	0.018	0.45	0.020	0.51	0.020	0.51
26	0.016	0.40	0.018	0.46	0.018	0.46
27	0.014	0.36	0.016	0.41	0.016	0.41
28	0.013	0.32	0.0135	0.356	0.014	0.36
29	0.011	0.29	0.0130	0.330	0.013	0.33
30	0.010	0.25	0.0120	0.305	0.012	0.305
31	0.009	0.23	0.0100	0.254	0.011	0.290
32	0.008	0.20	0.0090	0.229	0.0106	0.270
33	0.007	0.18	0.0080	0.201	0.0100	0.254
34	0.0063	0.16	0.0070	0.178	0.0090	0.229
35	0.0056	0.14	0.005	0.127	0.0080	0.203
36	0.0050	0.13	0.004	0.102	0.0070	0.178
37	0.0044	0.11	-	-	0.0067	0.170
38	0.0040	0.10	-	-	0.0060	0.150
39	0.0035	0.09	-	-	0.0050	0.127
40	0.0031	0.08	-	-	0.0047	0.120

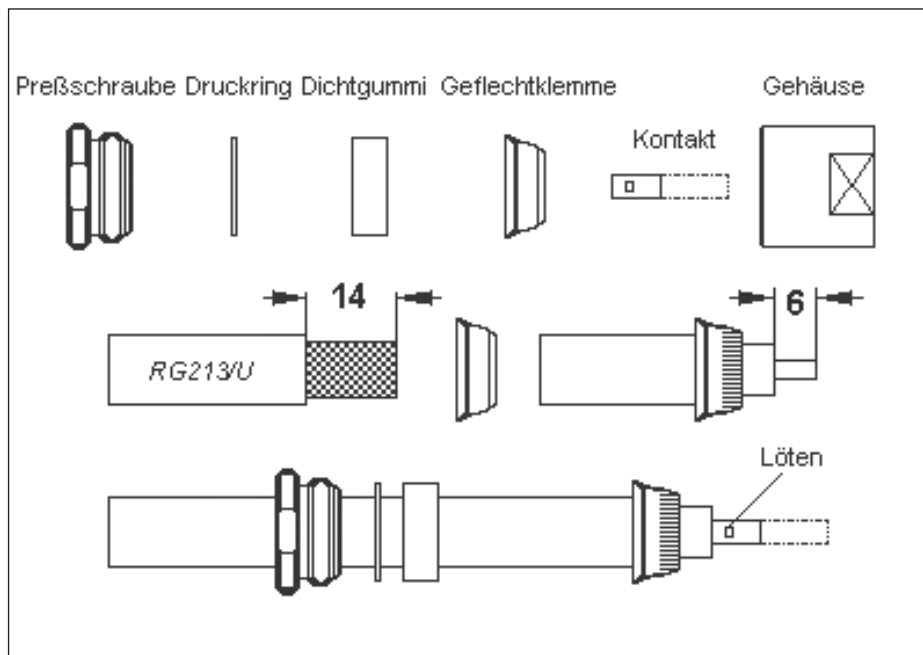
← Pretvorba iz INCH v milimetre

Pretvorba dBm v dBuV ali napetost na 50 ohmskem bremenu

dBm	P	dBuV	U	dBm	P	dBuV	U
60	1000.00 W	166.99	223.61	-2	630.96	104.99	177.62
59	794.33	165.99	199.29	-3	501.19	103.99	158.30
58	630.96	164.99	177.62	-4	398.11	102.99	141.09
57	501.19	163.99	158.30	-5	316.23	101.99	125.74
56	398.11	162.99	141.09	-6	251.19	100.99	112.07
55	316.23	161.99	125.74	-7	199.53	99.99	99.88
54	251.19	160.99	112.07	-8	158.49	98.99	89.02
53	199.53	159.99	99.88	-9	125.89	97.99	79.34
52	158.49	158.99	89.02	-10	100.00	96.99	70.71
51	125.89	157.99	97.34	-11	79.43	95.99	63.02
50	100.00	156.99	70.71	-12	63.10	94.99	56.17
49	79.43	155.99	63.02	-13	50.12	93.99	50.06
48	63.10	154.99	56.17	-14	39.81	92.99	44.62
47	50.12	153.99	50.06	-15	31.62	91.99	39.76
46	39.81	152.99	44.62	-16	25.12	90.99	35.44
45	31.62	151.99	39.76	-17	19.95	89.99	31.59
44	25.12	150.99	35.44	-18	15.85	88.99	28.15
43	19.95	149.99	31.59	-19	12.59	87.99	25.09
42	15.85	148.99	28.15	-20	10.00	86.99	22.36
41	12.59	147.99	25.09	-21	7.94	85.99	19.93
40	10.00	146.99	22.36	-22	6.31	84.99	17.76
39	7.94	145.99	19.93	-23	5.01	83.99	15.83
38	6.31	144.99	17.76	-24	3.98	82.99	14.11
37	5.01	143.99	15.83	-25	3.16	81.99	12.57
36	3.98	142.99	14.11	-26	2.51	80.99	11.21
35	3.16	141.99	12.57	-27	2.00	79.99	9.99
34	2.51	140.99	11.21	-28	1.58	78.99	8.90
33	2.00	139.99	9.99	-29	1.26	77.99	7.93
32	1.58	138.99	8.90	-30	1000.00 nW	76.99	7.07
31	1.26	137.99	7.93	-31	794.33	75.99	6.30
30	1000.00 mW	136.99	7.07	-32	630.96	74.99	5.62
29	794.33	135.99	6.30	-33	501.19	73.99	5.01
28	630.96	134.99	5.62	-34	398.11	72.99	4.46
27	501.19	133.99	5.01	-35	316.23	71.99	3.98
26	398.11	132.99	4.46	-36	251.19	70.99	3.54
25	316.23	131.99	3.98	-37	199.53	69.99	3.16
24	251.19	130.99	3.54	-38	158.49	68.99	2.82
23	199.53	129.99	3.16	-39	125.89	67.99	2.51
22	158.49	128.99	2.82	-40	100.00	66.99	2.24
21	125.89	127.99	2.51	-41	79.43	65.99	1.99
20	100.00	126.99	2.24	-42	63.10	64.99	1.78
19	79.43	125.99	1.99	-43	50.12	63.99	1.58
18	63.10	124.99	1.78	-44	39.81	62.99	1.41
17	50.12	123.99	1.58	-45	31.62	61.99	1.26
16	39.81	122.99	1.41	-46	25.12	60.99	1.12
15	31.62	121.99	1.26	-47	19.95	59.99	998.81 nV
14	25.12	120.99	1.12	-48	15.85	58.99	890.19
13	19.95	119.99	998.81 mV	-49	12.59	57.99	793.39
12	15.85	118.99	890.19	-50	10.00	56.99	707.11
11	12.59	117.99	793.39	-51	7.94	55.99	630.21
10	10.00	116.99	707.11	-52	6.31	54.99	561.67
9	7.94	115.99	630.21	-53	5.01	53.99	500.59
8	6.31	114.99	561.67	-54	3.98	52.99	446.15
7	5.01	113.99	500.59	-55	3.16	51.99	397.64
6	3.98	112.99	446.15	-56	2.51	50.99	354.39
5	3.16	111.99	397.64	-57	2.00	49.99	315.85
4	2.51	110.99	354.39	-58	1.58	48.99	281.50
3	2.00	109.99	315.85	-59	1.26	47.99	250.89
2	1.58	108.95	281.50	-60	1000.0 pW	46.99	223.61
1	1.26	107.99	250.89	-61	794.33	45.99	199.29
0	1000.00 nW	106.99	223.61	-62	630.96	44.99	177.62
-1	794.33	105.99	199.29	-63	501.19	43.99	158.30

Montageanleitung: N-Steckverbinder auf RG/U-Kabel

Steckverbinder mit Geflechtklemme



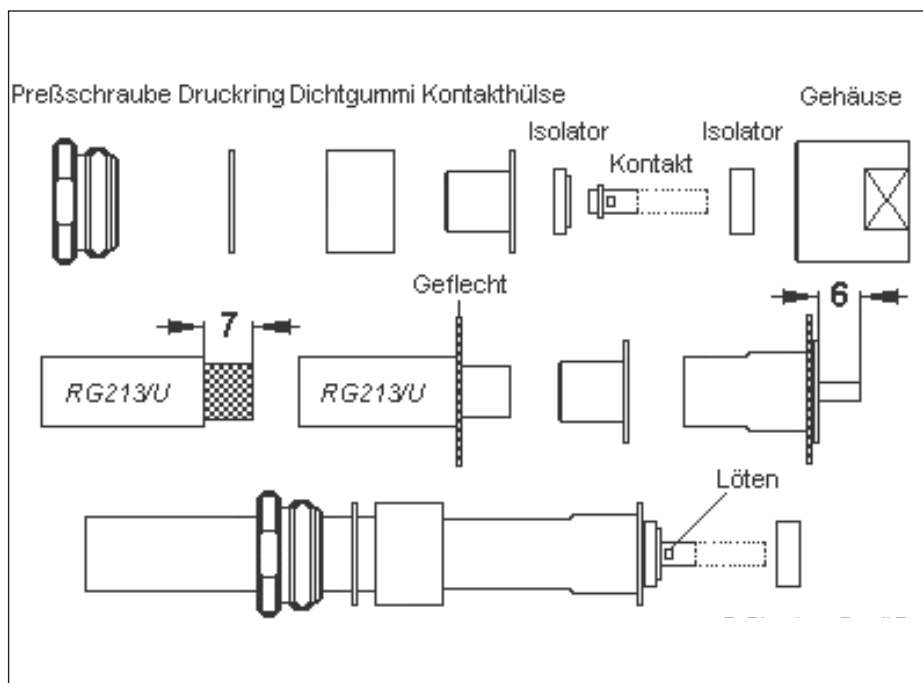
Vorbereitung des Kabels

- Zuerst Pressschraube, Druckring und Dichtgummi auf das Kabel schieben.
- Anschließend Kabel laut Zeichnung absetzen und Geflechtklemme über freigelegtes Abschirmgeflecht fügen.
- Geflecht auskämmen, zurückstreifen und auf etwa 3mm Länge mit feiner Schere oder Seitenschneider kürzen.
- Innenleiter absetzen.

Stecker, Kabelbuchse

- Kontakt auf Innenleiter schieben und anlöten.
- Dichtgummi bis zum Anschlag der Geflechtklemme schieben.
- Montiertes Kabelende in das Steckergehäuse einschrauben.
- Teflonisolator ist im Gehäuse vorhanden.

Steckverbinder mit Kontakthülse Festgehaltener Innenleiter durch 2 Teflonisolatoren



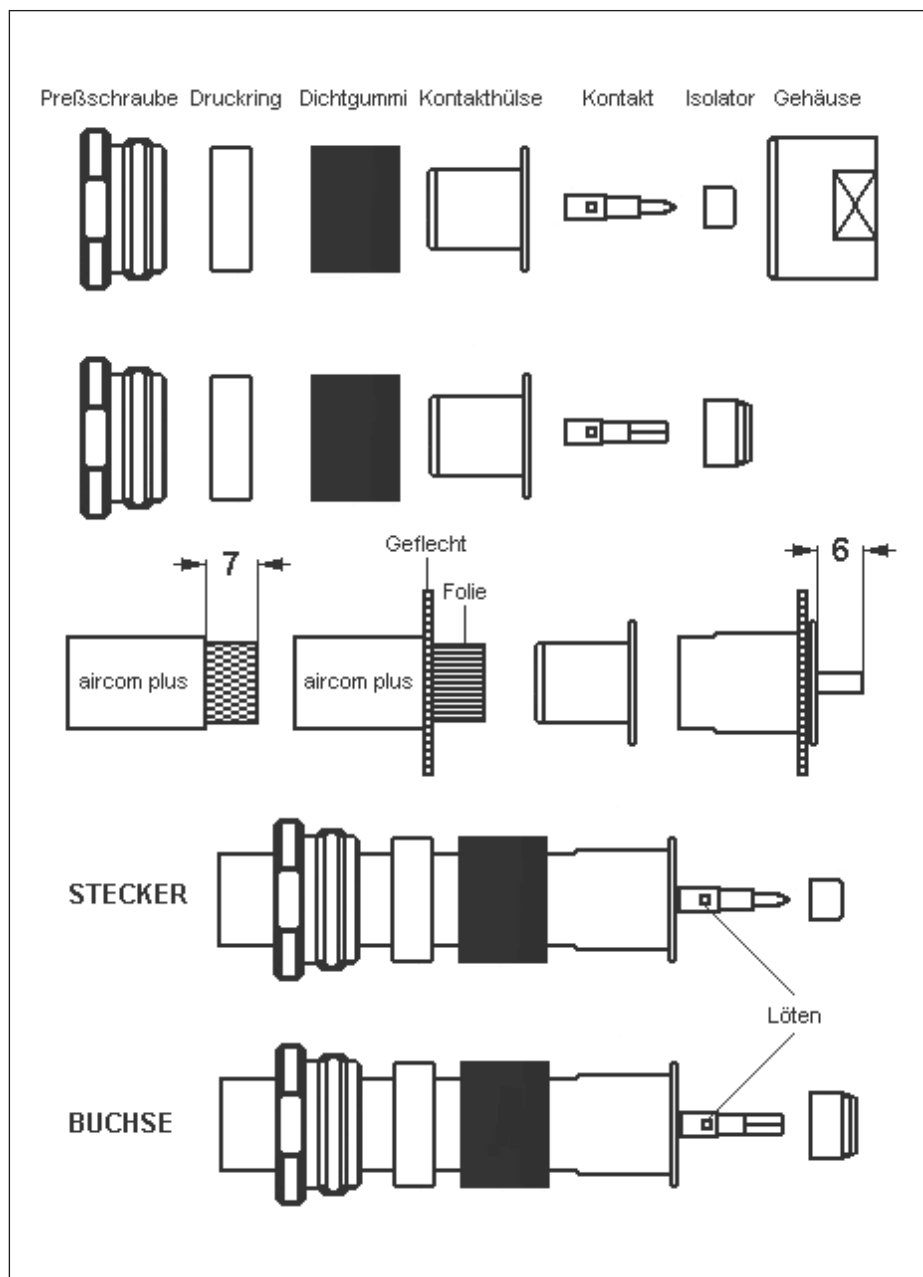
Vorbereitung des Kabels

- Zuerst Pressschraube, Druckring und Dichtgummi auf das Kabel schieben.
- Anschließend Kabel laut Zeichnung absetzen und Kontakthülse zwischen Geflecht und Isolation einfügen.
- Überstehendes Geflecht mit feiner Schere oder Messer entfernen.
- Innenleiter absetzen.

Stecker, Kabelbuchse

- Schmalen Teflonisolator und Kontakt auf Innenleiter schieben und anlöten.
- Dichtgummi vorsichtig über verdicktes Kabelende bis zum Anschlag der Kontakthülse schieben.
- Breiten Teflonisolator auf Kontakt schieben und montiertes Kabelende in das Steckergehäuse einschrauben.
- Der UG21C/U hat keinen Druckring.

Montageanleitung N-Stecker, N-Buchse, BNC-Stecker auf aircom®plus, SP3000plus, SP3000plusFlexibel, ECOFLEX 10 ®



Vorbereitung des Kabels

- Zuerst Pressschraube, Druckring und Dichtgummi auf das Kabel schieben.
- Anschließend Kabel laut Zeichnung absetzen und Kontakthülse zwischen Geflecht und Kupferfolie einfügen.
- Nicht unter die Folie schieben !!!
- Überstehendes Geflecht und Kupferfolie mit feiner Schere oder scharfem Messer entfernen.
- Innenleiter absetzen.

N-Stecker und N-Kabelbuchse

- Kontakt auf Innenleiter schieben und anlöten.
- Dichtgummi vorsichtig über verdicktes Kabelende bis zum Anschlag der Kontakthülse schieben.
- Teflonisolator auf Kontakt schieben.
- Montiertes Kabelende ins Steckergehäuse einschrauben.
- Geeignetes Werkzeug benutzen, z.B. Maulschlüssel 17 und 18mm.

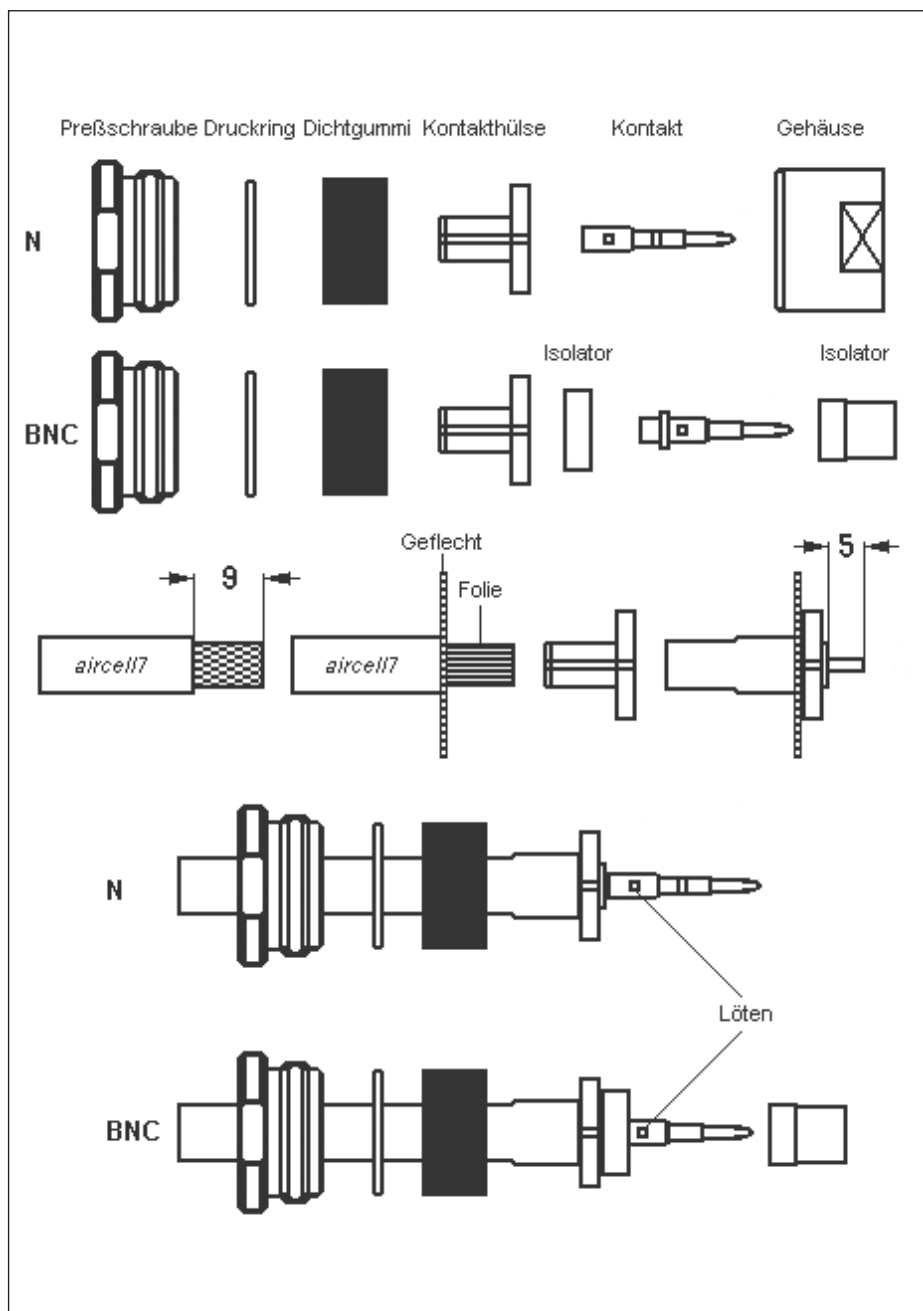
BNC-Stecker(UG959AP)

- Gleiche Vorgehensweise wie bei N-Verbindern.

Achtung:

- Pressschraube nicht gewaltsam bis zum Gehäuseanschlag eindrehen, da sonst die Kontakthülse unweigerlich zerstört wird und es zum Kurzschluss kommen kann.

Montageanleitung N-Stecker, N-Kabelbuchse, BNC-Stecker auf aircell7®



Vorbereitung des Kabels

- Zuerst Pressschraube, Druckring und Dichtgummi auf das Kabel schieben.
- Anschließend Kabel laut Zeichnung absetzen und Kontakthülse zwischen Geflecht und Kupferfolie einfügen.
- Nicht unter die Folie schieben !!!
- Überstehendes Geflecht und Kupferfolie mit feiner Schere oder scharfem Messer entfernen.
- Innenleiter absetzen.
-

N-Stecker (UG21/7)

- Kontakt auf Innenleiter schieben und anlöten.
- Dichtgummi vorsichtig über verdicktes Kabelende bis zum Anschlag der Kontakthülse schieben.
- Montiertes Kabelende ins Steckergehäuse einschrauben.
- Teflonisolator ist bereits im Gehäuse vorhanden.

N-Kabelbuchse (UG23/7)

- Gleiche Vorgehensweise wie beim N-Stecker.

BNC-Stecker (UG959/7)

- Schmalen Teflonisolator und Kontakt auf Innenleiter schieben und anlöten.
- Dichtgummi vorsichtig über verdicktes Kabelende bis zum Anschlag der Kontakthülse schieben.
- Breiten Teflonisolator auf Kontakt schieben und montiertes Kabelende in das Steckergehäuse einschrauben.

Montageanleitung

Serie SMA

L3 **Nr. 3069**

Benötigte Hilfsmittel:

- LötKolben ca. 80–100 W/220–240°C
- Lötzinn Sn/Pb 60/40, 0,8 mm \varnothing , aktiviertes Kolophonium
- Schere, Klinge (74Z-0-0-68)
- Kontakthalter Nr. W54
- Montagelehre Nr. W14 «F» bzw. «M»
- Klemmzange mit Einsatz A für Verbinder SMA-50-2- oder B für Verbinder SMA-50-3-

Gerade Verbinder für flexible Kabel

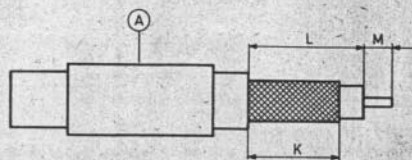
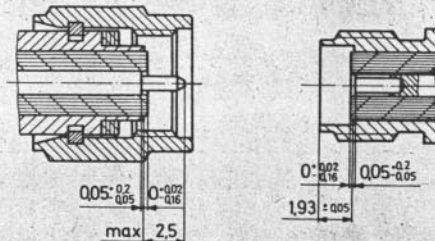
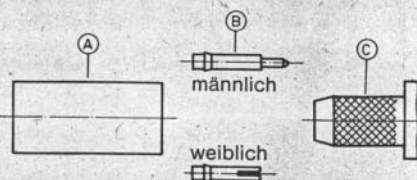
Kabeleinführung: SUHNER Crimp

13
21

Verbinder Typen: (z.B.)

11SMA-50-2-5	21SMA-50-2-5	Kabel z.B.
11SMA-50-2-6	21SMA-50-2-6	RG 188 A/U
11SMA-50-3-5	21SMA-50-3-5	K 02252-d
11SMA-50-3-6	21SMA-50-3-6	RG 141 A/U
		RG 142 A/U

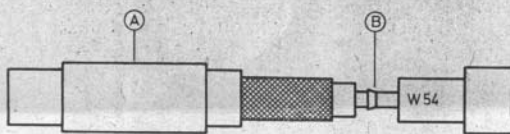
Dieser Verbinder wird in 3 losen Teilen geliefert



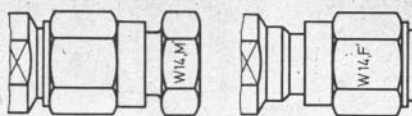
1. Falls vorhanden, Knickschutztülle oder Schrumpfschlauch über Kabel schieben (nicht abgebildet).
2. Kabel gemäss Figur abisolieren:

Verbinder mit Bezeichnung	K	L	M
SMA-50-2-	5 mm	7,5 mm	2 mm
SMA-50-3-	8 mm	10,5 mm	2 mm
24 SMA-50-2-	5 mm	12,5 mm	2 mm

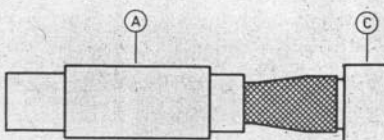
3. Klemmhülse A über Kabel schieben.



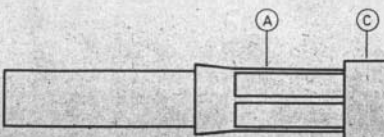
4. Kontakt B auf Kontakthalter W54 stecken.
5. Kontakt B mit trockenem LötKolben erwärmen, Lötzinn in die Bohrung geben, vorbereitetes Kabel in die Bohrung stossen und verlöten.



6. Montagelehre W14 auf das Gehäuse schrauben (M bei männlichen, F bei weiblichen Verbindern).



7. Vorbereitetes Kabel sorgfältig und vollständig in Gehäuse C stossen.



8. Klemmhülse A über die Abschirmung schieben und möglichst nahe am Gehäuse C festklemmen.
9. Montagelehre W14 entfernen und Anschlussmasse prüfen.

SUHNER verfügt über gut ausgebildete Fachkräfte und rationelle Einrichtungen zur Herstellung kompletter HF-Verbindungsleitungen. Wir montieren Ihre Verbinder zu wirtschaftlichen Preisen! Wenden Sie sich an unsere Vertreter.



HUBER+SUHNER AG

CH-9100 HERISAU

for English text see overleaf

Montageanleitung

Serie SMA

Nr. 9056

N 6

Benötigte Hilfsmittel:

- Lötkolben ca. 80...100 W/220...240°C
- Lötzinn Sn/Pb 60/40, 0.8 mm ϕ , aktiviertes Kolophonium
- Alkohol, Pinsel, Flachzange, Klinge
- SR-Kabel-Abisolier-Werkzeug Nr. W 157
- Lötvorrichtung Nr. W 58
- Fixier-Schraube Nr. W 61
- Backenpaar (siehe Tabelle) Nr. W 59 oder W 60
- Distanz-Lehre (siehe Tabelle) Nr. W 55 oder W 56
- Spitz-Fräser Nr. W 64
- Kontakt-Halter Nr. W 54
- Einpress-Werkzeug Nr. W 52
- Zentrierstück Nr. W 81 (zu W 64)
- Stirnfräser Nr. W 142

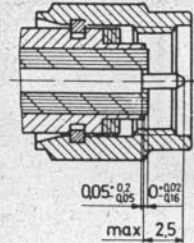
Gerade Stecker für Kupfermantel-Kabel

Kabeleinführung: gelötet

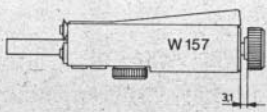
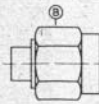
Verbinder-Typen: (z. B.)

- 11 SMA-50-2-15 Kabel RG 405/U
- 12 SMA-50-3-15 Kabel RG 402/U

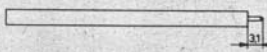
SMA-Stecker Anschluss-Masse



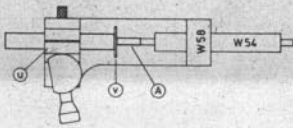
Dieser Verbinder wird in 3 losen Teilen geliefert



Kabelende senkrecht zur Achse schneiden. Kupfermantel entfernen mit SR-Kabel-Abisolier-Werkzeug W 157. Genauere Informationen siehe Bedienungs-Anleitung Nr. 9054. Das Werkzeug muss auf eine Abisolierlänge von 3,1 mm eingestellt werden.

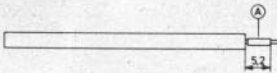


Dielektrikum mit Klinge entfernen, muss bündig mit Kupfermantel sein. Innenleiter mit Spitz-Fräser W 64 und W 81 zuspitzen.

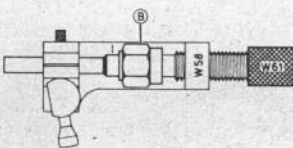


Kontakt A auf Kontakt-Halter W 54 stecken. Kabel in Lötvorrichtung W 58 einspannen wie abgebildet. Distanz-Lehre wie abgebildet auf Innenleiter stecken. Längsbohrung vom Innenleiter verzinnen. Kontakt-Halter gegen Distanz-Lehre stossen und löten.

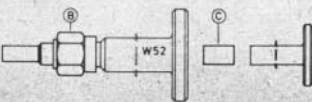
Kabel	Backenpaar u	Distanz-Lehre v
RG 405/U (.085)	W 60	W 56 (0,4 mm)
RG 402/U (.141)	W 59	W 55 (0,25 mm)



Kontakt sofort abkühlen, Kabel aus Lötvorrichtung entfernen und Dimension 5,2 mm prüfen.



Stecker-Gehäuse B über Kabel schieben und Kabel in der Lötvorrichtung einspannen. Fixier-Schraube W 61 komplett gegen Kabelende schrauben. Gehäuse B satt gegen die Fixier-Schraube drücken und in dieser Position lassen. Gehäuse B mit Kabel verlöten, lange Hitzeeinwirkung vermeiden, sofort abkühlen und mit Alkohol reinigen. Vorstehendes Dielektrikum mit W 142 entfernen.



Einpress-Werkzeug W 52 auf Verbinder schrauben. Isolator C von hinten in das Werkzeug einführen und durch das Werkzeug vollständig in den Stecker pressen. Anschluss-Dimensionen prüfen.

SUHNER verfügt über gut ausgebildete Fachkräfte und rationelle Einrichtungen zur Herstellung kompletter HF-Verbindungsleitungen. Wir montieren Ihre Verbinder zu wirtschaftlichen Preisen! Wenden Sie sich an unsere Vertreter.



HUBER+SUHNER AG CH-9100 HERISAU

Tel. 071-53 41 11, Telex 88 27 27

for English text see overleaf

Podatki o koaksialnih kablji (50 ohmov)

Kabeltyp	aircom ® plus	aircell7®	RG58C/U	RG213/U
Innenleiter d(mm)	2,70 Fest	19x0,37 Litze	19x0,18 Litze	7x0,76 Litze
Material Cu	blank	blank	verzinkt	blank
Isolation PE d(mm)	7,20 Luft	5,00 Schaum	2,95 voll	7,30 voll
Aussenleiter Cu-Geflecht	Cu-Folie und Geflecht blank	Cu-Folie und Geflecht blank	verzinkt	blank
	Folie unterseitig PE*-beschichtet	Folie unterseitig PE*-beschichtet		
Mantel PVC d(mm)	10,30	7,30	4,95	10,30
Wellenwiderstand (Ohm)	50+-2	50+-2	50+-2	50+-2
Dämpfung (dB/100m)	.	.	.	.
7 MHz	1,1	1,9	-	-
14 MHz	1,5	2,6	-	-
21 MHz	1,7	3,0	-	-
28 MHz	1,9	3,6	-	-
100 MHz	3,3	6,6	16,1	7,0
145 MHz	4,5	7,9	17,8	8,5
432 MHz	8,2	14,1	33,2	15,8
500 MHz	8,5	15,5	36,1	17,0
1000 MHz	12,5	22,5	54,6	25,7
1300 MHz	15,2	26,1	64,5	30,0
1800 MHz	19,9	31,9	82,0	37,0
2000 MHz	21,0	33,8	87,5	41,6
3000 MHz	25,0	43,8	118,0	58,5
Verkürzungsfaktor	0,85	0,83	0,66	0,66
Kapazität (pF/m)	84	74	101	101
Biegeradius Minimum (mm)	55	25	25	50
Artikelnummer	1900020	1900030	1900002	1900005

Kabeltyp	aircom ® plus	SP3000 plus	SP3000 plus Flexibel	ECOFLEX 10®
Innenleiter d(mm)	2,70 Fest	19 x 0,54 Litze (2,65)	19 x 0,54 Litze (2,65)	7 x 1,00 Litze (2,85)
Material Cu	blank	blank	blank	blank
Isolation PE d(mm)	7,20 Luft	7,15 Schaum	7,15 Schaum	7,25 Schaum LLC
Aussenleiter	Cu-Folie und Geflecht blank	Cu-Folie und Geflecht blank	Cu-Folie und Geflecht blank	Cu-Folie und Geflecht blank
	Folie unterseitig PE*-beschichtet	Folie unterseitig PE*-beschichtet	Folie unterseitig PE*-beschichtet	Folie unterseitig PE*-beschichtet
Mantel d(mm)	10,30 PVC	10,30 PE	10,30 PVC	10,20 PVC
Wellenwiderstand (Ohm)	50+-2	50+-2	50+-2	50+-2
Dämpfung (dB/100m)	.	.	.	.
7 MHz	1,1	1,4	1,4	1,2
14 MHz	1,5	1,8	1,8	1,6
21 MHz	1,7	2,0	2,0	1,8
28 MHz	1,9	2,3	2,3	2,1
100 MHz	3,3	4,6	4,6	4,0
145 MHz	4,5	5,5	5,5	4,8
432 MHz	8,2	10,0	10,0	8,9
1000 MHz	12,5	16,1	16,1	14,2
1300 MHz	15,2	18,8	18,8	16,5
1800 MHz	19,9	23,1	23,1	21,3
2320 MHz	21,5	24,5	24,5	23,1
3000 MHz	25,0	29,9	29,9	27,0
Verkürzungsfaktor	0,85	0,83	0,83	0,86
Kapazität (pF/m)	84	80	80	77
Biegeradius Minimum (mm)	55	60	50	40
Artikelnummer	1900020	1903001	1903002	1900040

Kabeltyp	RG142B/U	RG178A/U	RG316A/U	RG174A/U	RG214/U	RG223/U
Innenleiter d(mm)	0,95 Fest	7x0,10 Litze	7x0,17 Litze	7x0,16 Litze	7x0,76 Litze	0,90 Fest
Material	Staku versilbert	Staku versilbert	Staku versilbert	Staku blank	Kupfer versilbert	Kupfer versilbert
Isolation PE d(mm)	-	-	-	1,50	7,30	2,95
Isolation Teflon® d(mm)	2,95 FEP	0,90 FEP	1,50 FEP	-	-	-
Aussenleiter Cu-Geflecht	doppelt versilbert	versilbert	versilbert	verzinnt	doppelt versilbert	doppelt versilbert
Mantel PVC d (mm)	4,95	1,85	2,50	2,60	10,80	5,50
Wellenwiderstand (Ohm)	50+-2	50+-2	50+-2	50+-2	50+-2	50+-2
Dämpfung (dB/100m)	.	.	.	.	.	.
100 MHz	14,1	43,0	28,0	30,0	7,0	17,0
200 MHz	20,0	62,0	40,2	45,0	10,2	23,0
500 MHz	33,0	102,0	68,0	73,0	17,0	38,0
800 MHz	42,0	134,0	90,0	93,0	23,0	50,0
Verkürzungsfaktor	0,70	0,70	0,70	0,66	0,66	0,66
Kapazität (pF/m)	96	93	95	101	101	101
Biegeradius Minimum (mm)	50	10	15	15	50	25
Artikelnummer	1900010	1900000	1900001	1900003	1900006	1900009

Kabeltyp	RG11/U	RG59B/U	0,6/3,7 Videokabel grün	RG62A/U
Innenleiter d (mm)	7x0,40 Litze	0,60 Fest	0,60 Fest	0,65 Fest
Material Cu	blank	blank	blank	blank
Isolation PE d (mm)	7,30 voll	3,70 voll	3,70 voll	3,70 Luft
Aussenleiter Cu-Geflecht	blank	blank	blank	blank
Mantel PVC d (mm)	10,30	6,20	6,00	6,15
Wellenwiderstand (Ohm)	75+-3	75+-3	75+-3	93+-5
Dämpfung (dB/100m)	.	.	©Stecker-Profi®	.
100 MHz	7,5	11,5	12,5	10,5
200 MHz	11,0	16,5	18,3	15,0
500 MHz	18,5	27,0	29,3	24,5
800 MHz	24,0	35,0	37,6	32,5
Verkürzungsfaktor	0,66	0,66	0,66	0,75
Kapazität (pF/m)	67	67	67	42,5
Biegeradius Minimum (mm)	50	30	30	30
Artikelnummer	2900000	2900001	1900003	3900000

Podatki v PRILOGI so iz:

- Priročnika za radioamaterje
- kataloga podjetja OELSCHLÄGER Elektronik
- kataloga podjetja HUBER+SUHNER AG