

**RTV KLUB MURSKA SOBOTA**

# **DIGITALNI MOSTOVI**

**"HITRI PACKET RADIO"**

**Murska Sobota, september 2000**

# 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-radu 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

staro 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 EPROMa čitajo 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 prekinitiv. 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.

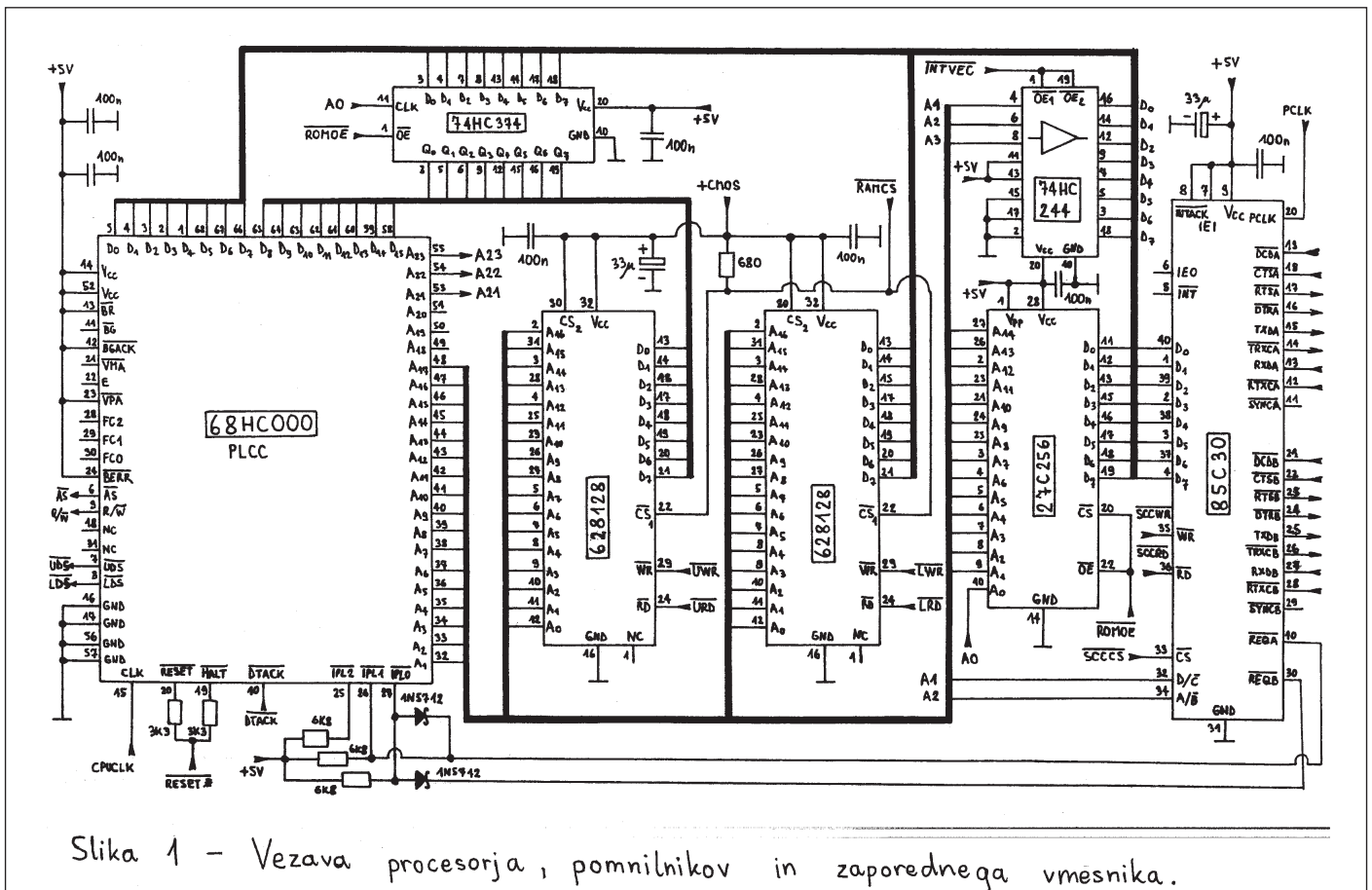
Mikroprocesor MC68HC000, različni pomnilniki in vmesnik Z85C30 seveda zahtevajo za ugodno sožitje kar nekaj pomožne logike, ki je prikazana na sliki 2. Da se izognemo težavam sinhronizacije, izhajajo vsi takti iz enega samega kristalnega oscilatorja. Pri tem kristalni oscilator

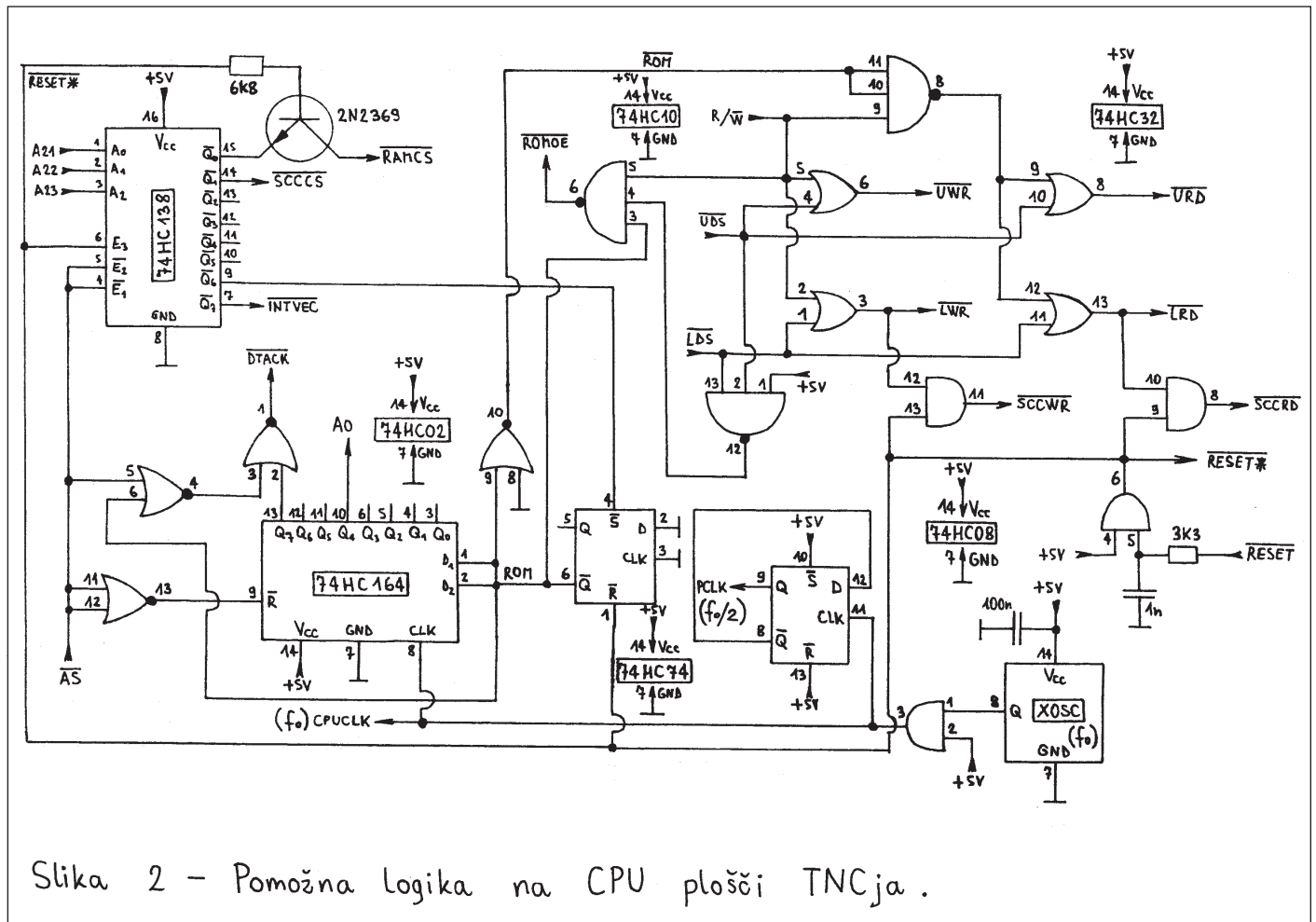
neposredno krmili mikroprocesor MC68HC000 in generator čakalnih stanj za čitanje 8-bitnega EPROMa, vmesnik Z85C30 pa dobi takt s polovično frekvenco PCLK (polovica 74HC74).

Vezje 74HC138 je uporabljeno kot dekoder gornjih naslovov. Tranzistor 2N2369 pri tem ščiti 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 mikroprocesorjeve 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 zasnovano 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.

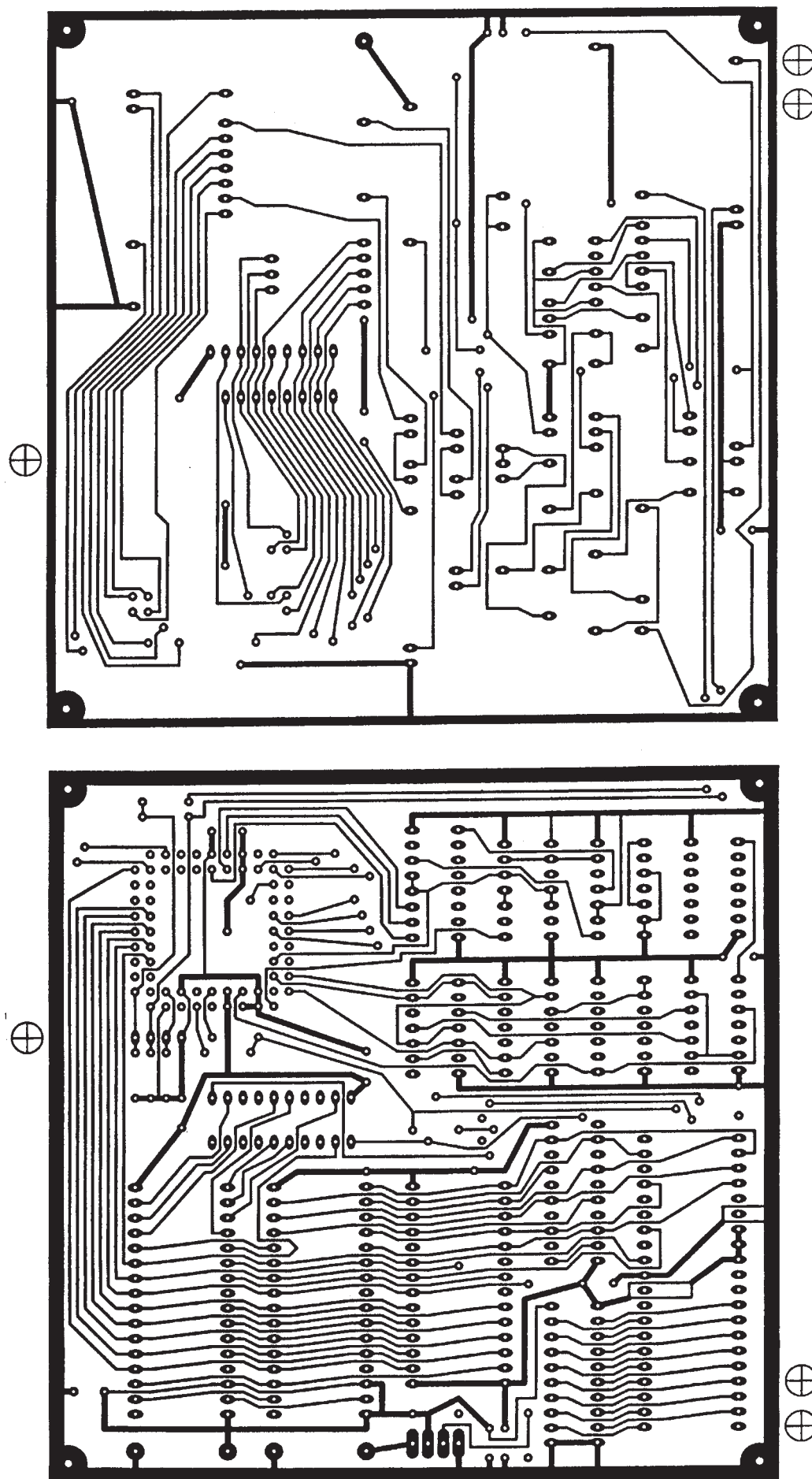
CPU plošča TNCja je izvedena kot dvostranska tiskanina z izmerama 120mmX120mm. Obe strani tiskanine sta prikazani na sliki 3. Prilagodljiva razporeditev sestavnih delov in priključkov je prikazana na sliki 4. CPU plošča pravzaprav razpolaga le z dvema vtičnicama. Na štiripolno vtičnico priključimo napajalnik 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 zacinjiti 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.

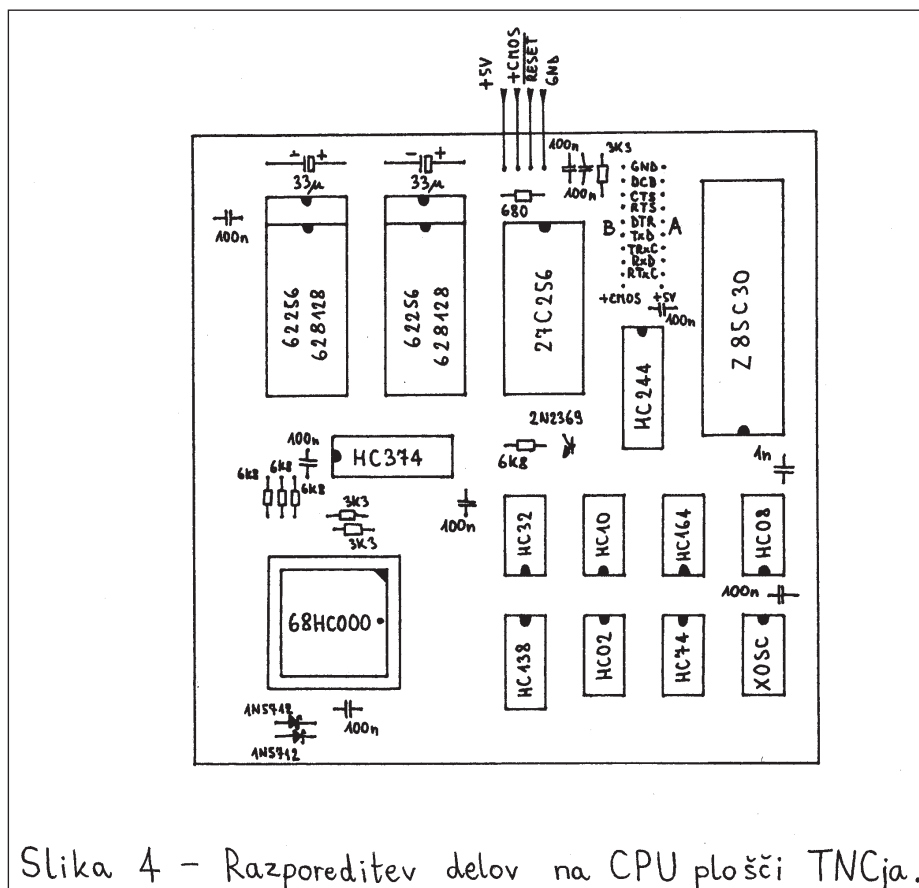
Skrambler povežemo na A kanal Z85C30 vmesnika s petimi signalnimi žicami in maso. Signali so: sprejemni podatki (RXD), takt (gre na RTXC), prisotnost nosilca (/DCD), PTT preklop na oddajo (/RTS) in oddajni podatki (TXD). Na kanalu A nam ostanejo neizkoriščeni vhod /CTS, izhod /DTR ter takt TRXC. Neuporabljeni 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.

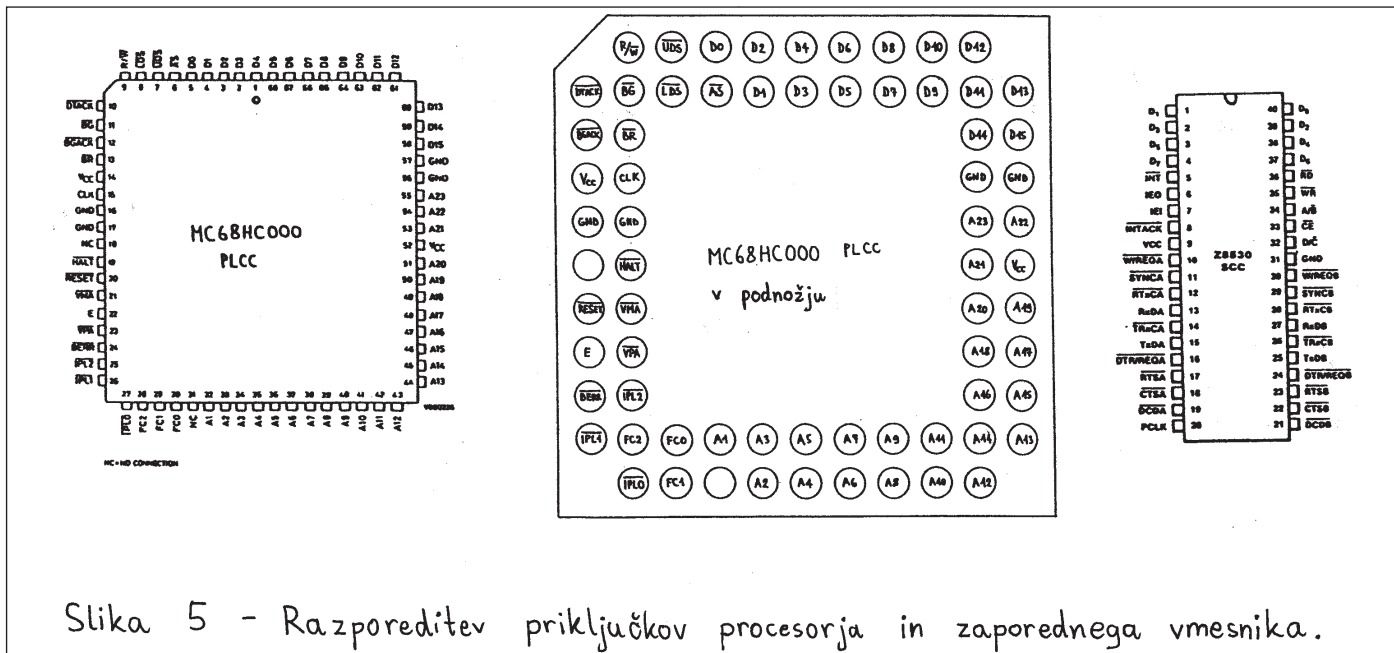
Če v TNC vgradimo skrambler in manchester modem, potem moramo poskrbeti za preklapljanje sprejemnih podatkov (RXD) in prisotnosti nosilca (/DCD) med obema modemoma ter izvor takta za RTXCB med izhodom na skramblerju in TRXC. Za to nalogo potrebujemo preklopnik s tremi kontakti, napajanja skramblerja 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.

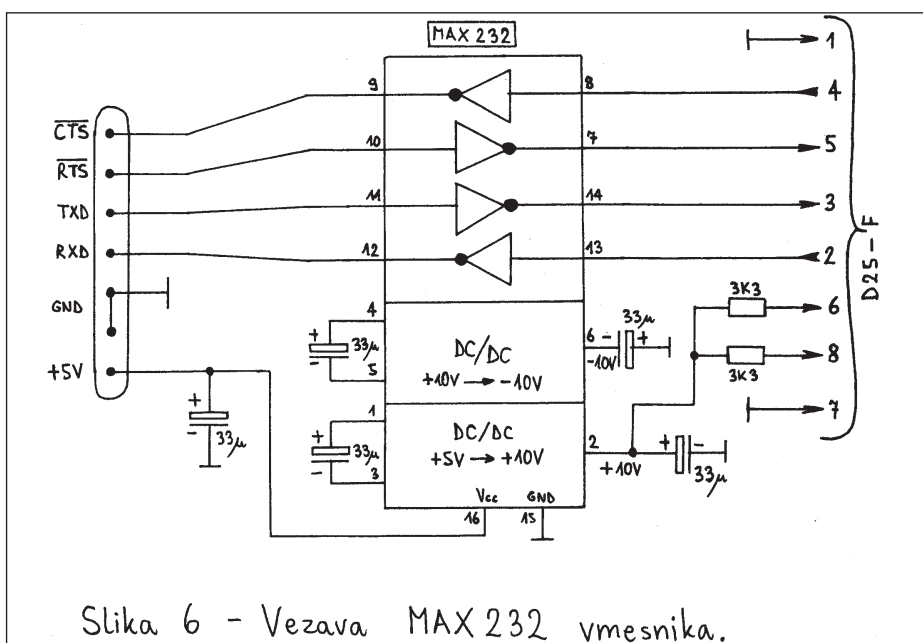
Vezava vmesnika z vezjem MAX232 je prikazana na sliki 6.



Slika 4 - Razporeditev delov na CPU plošči TNCja.



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

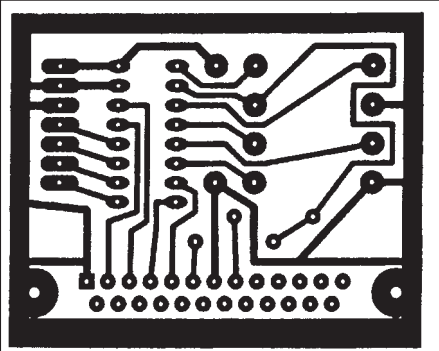
nastavimo poljubno hitrost tako, da privedemo zunanji takt na vhod RTXC, ki ima 16-kratno frekvenco željene bitne hitrosti (115.2kbps potrebuje 1.8432MHz).

### 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 vzpostavljajanje 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.

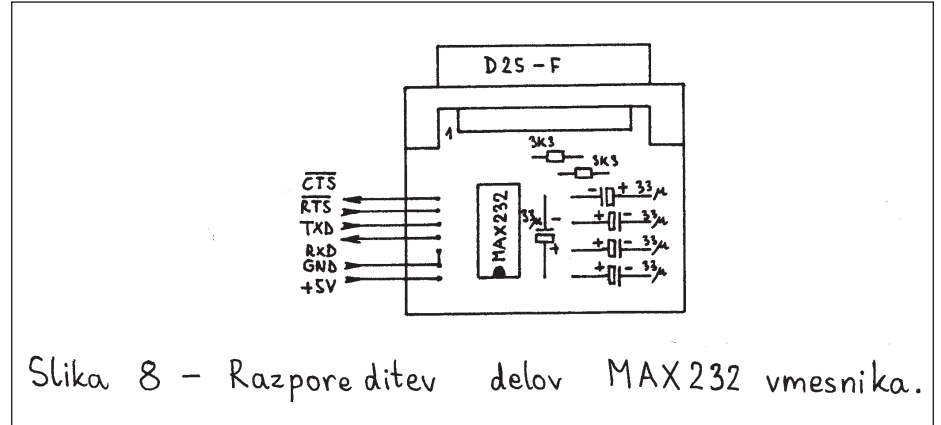
imajo iste, nespremenjene napake tudi programi, ki simulirajo TNC na PC računalniku (TFPCX, TFKISS in podobni). Protokol HOSTMODE je zato utonil v pozabo.

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 pove-zavo 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 prioriteta, 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 nečemo 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 hitrejše zveze 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 zmore 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 hitrejše zveze 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.