

**RTV KLUB MURSKA SOBOTA**

# **DIGITALNI MOSTOVI**

**"HITRI PACKET RADIO"**

**Murska Sobota, september 2000**



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.

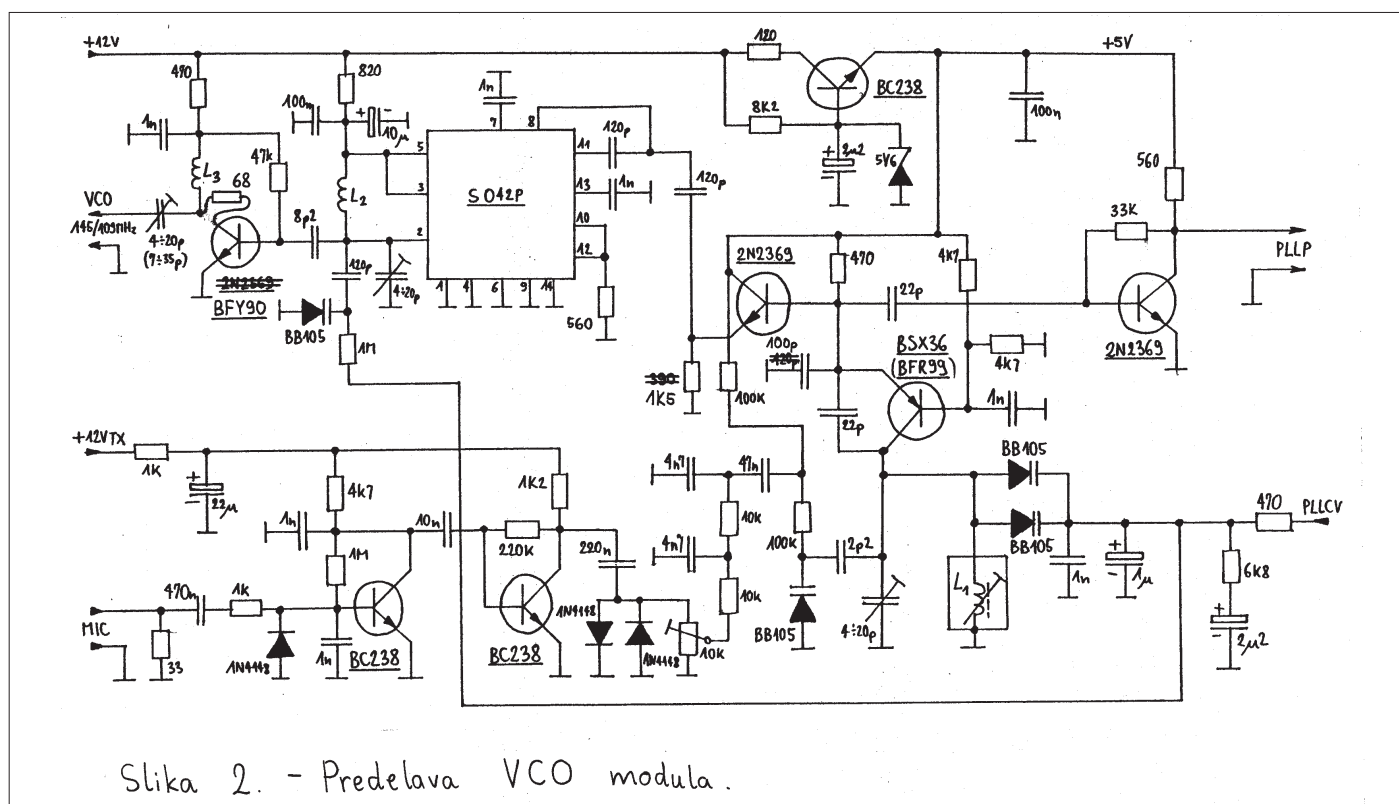
Na izvornem načrtu je pri izhodni stopnji VCO modula napaka: manjka upor 680ohm zaporedno s kolektorjem tranzistorja. Ta upor je sicer narisan na sliki razporeditve sestavnih delov. Pri ločilni stopnji med oscilatorjem in

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.

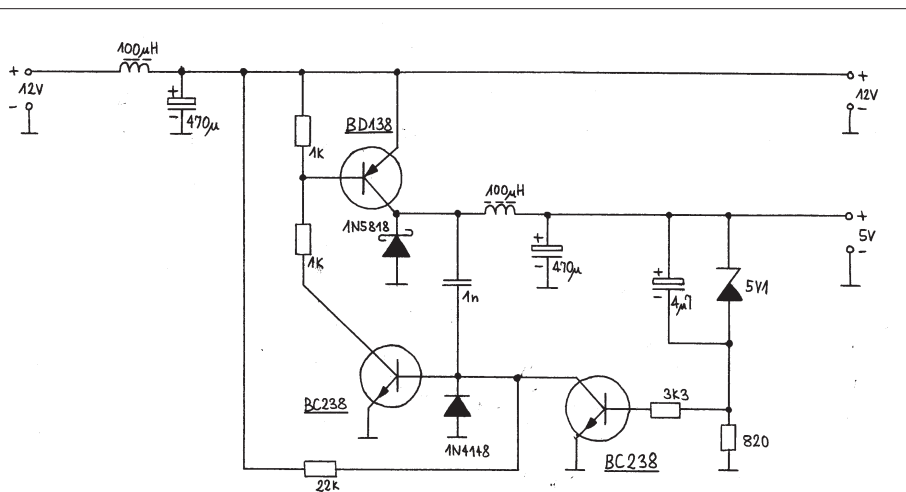
Switching napajalnik pa ima tudi nekaj slabih lastnosti. Zaradi svojega načina delovanja mora vsebovati oscilator, ki lahko moti druga vezja v radijski postaji in zahteva dodatno filtriranje. Tako napajalnik sam kot filtriranje zahtevajo uporabo tuljav, ki jih današnji leni radioamaterji nočejo več sami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

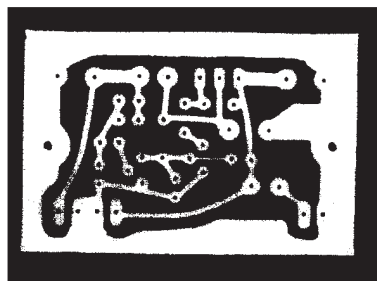
Vezje switching napajalnika vsebuje še nizkopropustno LC sito za vhodno napetost 12V, na izhodu pa zadošča kondenzator. Switching regulator je zgrajen na majhnem enostranskem tiskanem vezju dimenzij 30X45mm (glej Sliko 4.). Sestavni deli so vsi vgrajeni pokončno, kot je to prikazano na Sliki 5. Ploščica 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-

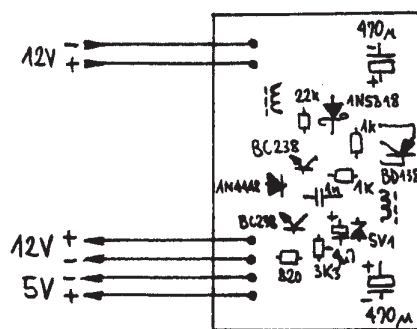


Slika 3. - Switching napajalnik 5V / 200 mA.



Slika 4.

Tiskano vezje za switching napajalnik.



Slika 5.

Razporeditev sestavnih delov switching napajalnika.





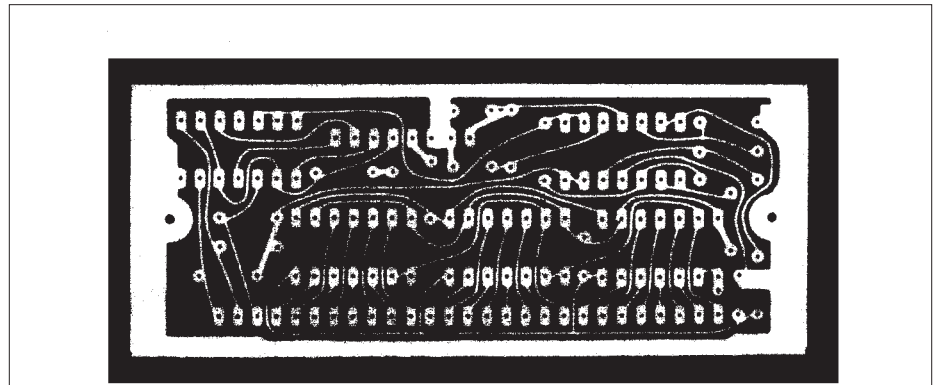
Pri uporabi opisanega vmesnika za fluorescentni prikazovalnik je treba še obrniti polariteto krmiljenja segmentov. To je v objavljenem programu ze predvideno: v EPROMu moramo na naslovih 0006H in 0007H zamenjati FFH z 00H. Druge spremembe v programu niso potrebne, ker se fluorescentni displej multipleksira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

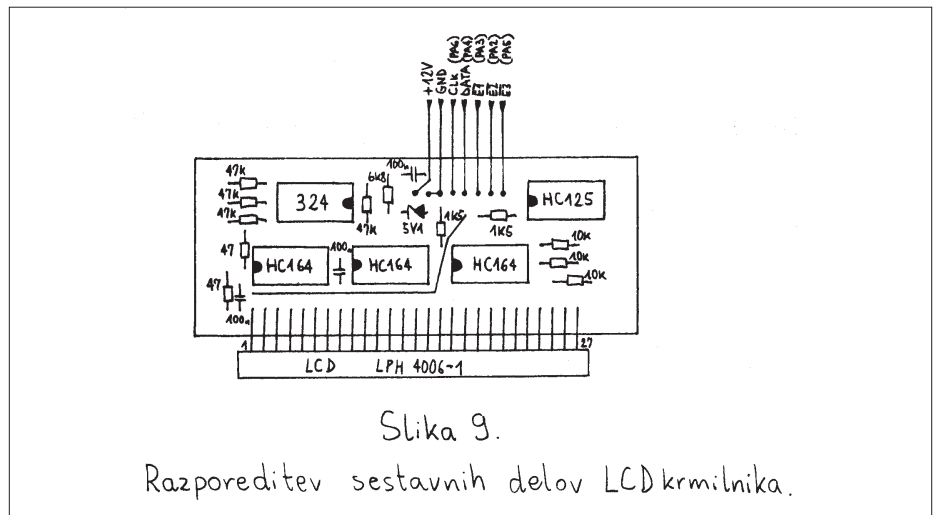
LCD prikazovalnike bi zato glede na način uporabe lahko razdelili v tri skupine: nemultipleksirani prikazovalniki, multipleksirani prikazovalniki in prikazovalniki z vgrajeno krmilno elektroniko. Zaradi velikega števila potrebnih električnih priključkov so nemultipleksirani prikazovalniki omejeni na 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 dokaj 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 mikroračunalnika 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. Celoten 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 mikroračunalnika 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
B37779DDCB02462801AA77B37779DDCB026E2801AA77B37779DDCB0146E2801
AA77B37779DDCB01662801AA77B37779DDCB00462801AA77B37779DDCB006E28
01AA77B37779DDCB06462801AA77B37779B3E6F7706053E003C20FD10F979B3
7779DDCB01C9FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF
DD360000DD360100C5D501E0B11BF04130938FC01204E091ADD77020130F811
BF04130938FC01D007091ADD77030138FF11BF04130938FC01C800091AC601DD
77041ECFF11BF04130938FC011400091ADD770501FEFF11BF04130938FC0102
00091ADD770611C004444D292909197EDD7707D1C1C9FFFFFFFFFFFFFFFFFFFF
7E0CB69ECCDAFA0EFEDEFFFFFFFFFFFFFFFFDD360000DD360100DD360200DD360300
DD36040021BF0423D66430FBC66466DD740521BF0423D60A30FBC60A66DD7406
21C004856F66DD7407C9FFFFFFFFFFFFFFFFD5E5F52600DD6E102929EB2100003A02
28E601200521ACFB18021313FD19FD5E00FD560119CFDD7E11E607DD77110707
0757DD7E12E607DD7712B2320128F1E1D1C9FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF
EFD73A0228E601DDBE162806DD77163E00C93A0228E606200ADD361300DD3614
0218DDDDBE132809DD361402DD771318CFDD351420CADD36140CC9FFFFFFFFFFFF
DDE50608DD360092DD2310F8DDE1DD36143F3A0228E606FE06205CD7DD351420
F1DD36000DD3601DADD3602F2DD3603F0DD360400DD3605E2DD3606A0DD3607
00DD361000DD361103DD361200DD361300DD361411FDD3615000600110400FDE5
D7FD360048FD360171FD360248FD360371FD1910EBFDE1DD7E15FFDD7E153CFE
1038023E00DD771518FOFFFFFFFFFFFFFFFFFE0020672600DD6E102929EB3A0228E6
0128021313FDE5FD19FD6E00FD6601FDE1DFDD3600E2F7FE0028D9FE062001C9
01C800FE0220030138FF2600DD6E102929EBFDE5FD193A0228E601200DFD6E00
FD660109FD7500FD7401FD6E02FD660309FD7502FD7403FDE11899FE01206726
00DD6E102929EB3A0228E60128021313FDE5FD19FD6E00FD6601FDE1DFDD3600
6EF7FE0028D9FE062001C9011400FE02200301ECFF2600DD6E102929EBFDE5FD
193A0228E601200DFD6E00FD660109FD7500FD7401FD6E02FD660309FD7502FD
7403FDE11899FE0220672600DD6E102929EB3A0228E60128021313FDE5FD19FD
6E00FD6601FDE1DFDD3600DAF7FE0028D9FE062001C901100FE02200301FFFF
2600DD6E102929EBFDE5FD193A0228E601200DFD6E00FD660109FD7500FD7401
FD6E02FD660309FD7502FD7403FDE11899FE052025DD7E10E7DD360172DD3602
ECFF7E0028FBE062001C9DD3411FE02DD7E1120023D3DFE9038023E00FE0608023E07
11E7DD36007CDD36017EDD360270DD36037CDD36046EDD3605F2DD360600F7FE
0028FBE062001C9DD3411FE02DD7E1120023D3DFE9038023E00FE0608023E07
DD771118B9FE042047DD7E12E7DD3600DADD3601CEDD36023E02FD360370DD3604
72DD3605ECCDD360600F7FE0028FBE062001C9DD3412FE02DD7E1220023D3DFE
8038023E00FE0838023E07DD771218B9C9

```

Slika 10. - Hexadecimalni listing programa za LCD VHF inačico