

**RTV KLUB MURSKA SOBOTA**

# **DIGITALNI MOSTOVI**

**"HITRI PACKET RADIO"**

**Murska Sobota, september 2000**

# 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 nepriljubljenih 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.

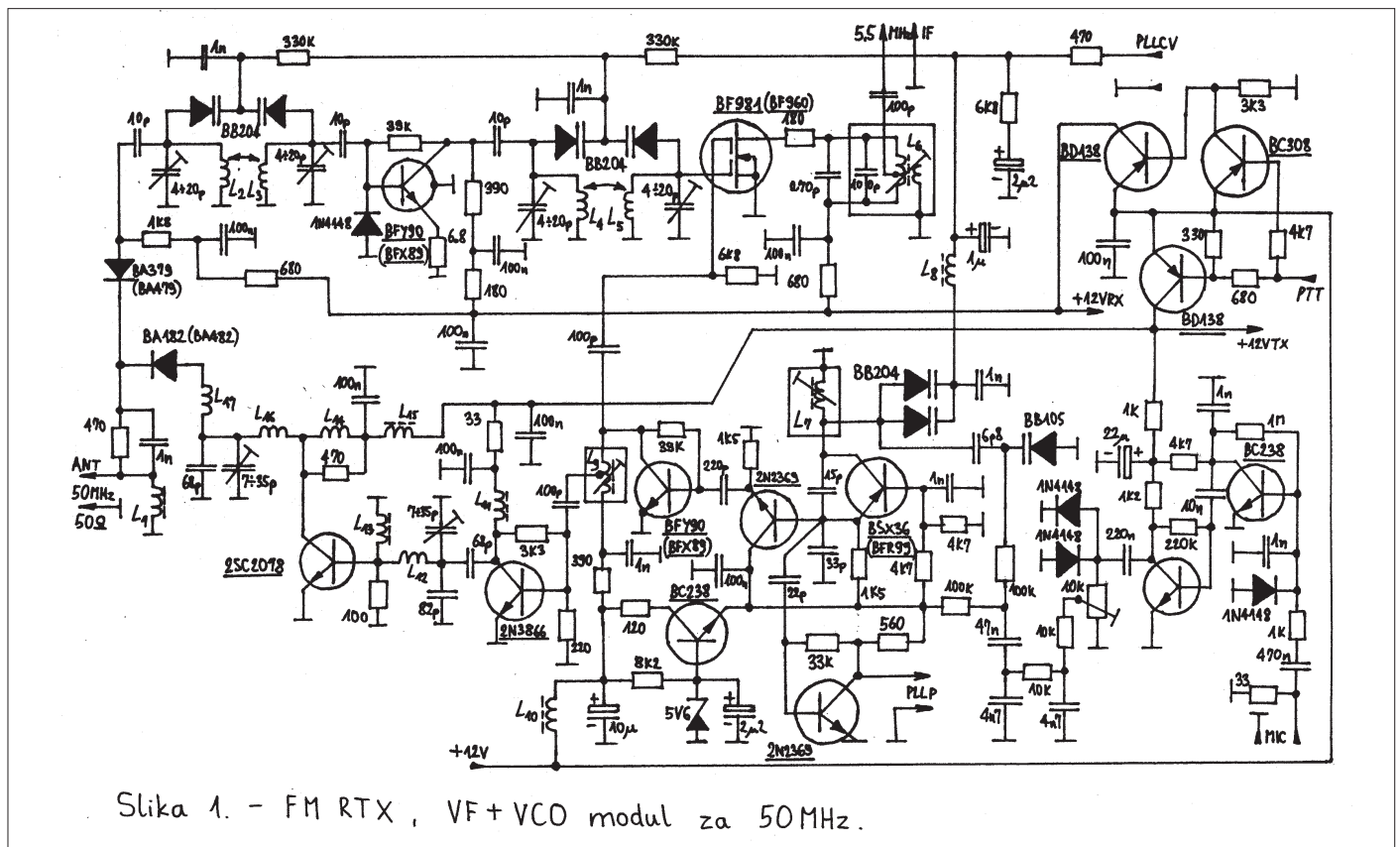
Visokofrekvenčne stopnje sprejemnika za 50MHz so zelo podobne sprejemniku za 145MHz, le da so sestavni deli prilagojeni nižji frekvenci delovanja. Razlike so predvsem v dimenzioniranju visokofrekvenčnih nihajnih krogov. Tu sem se še vedno odločil za magnetno sklopljene samonoseče tuljave. Za uglasjevanje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

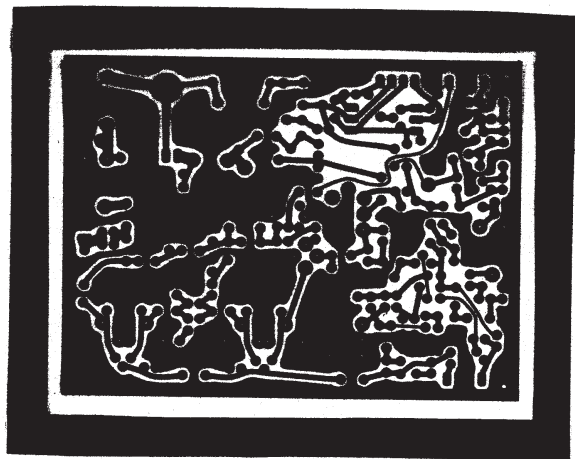
pa je potrebna večja kapacitivnost, od tod uporaba dvojnih varikap diod BB204 namesto BB105.

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 uglaseni 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



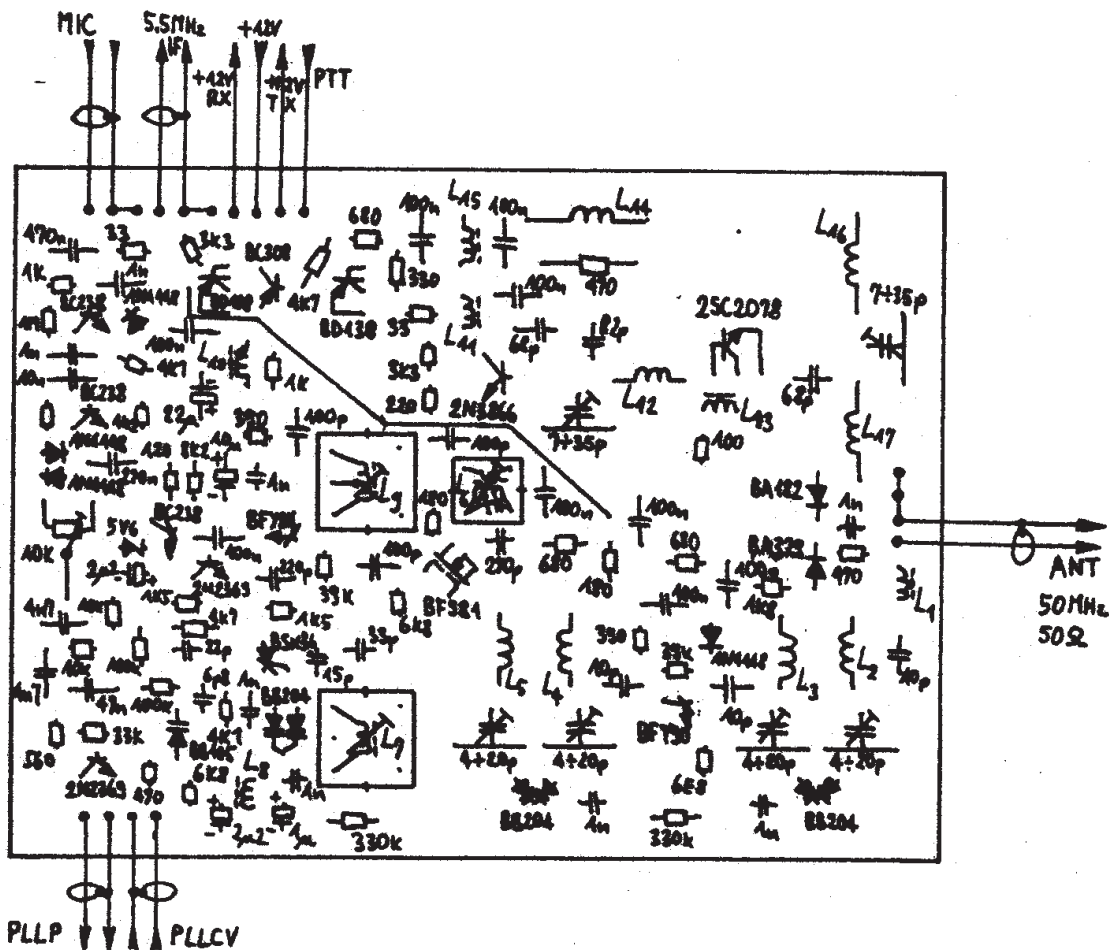


Slika 2

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 samonoseče 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.

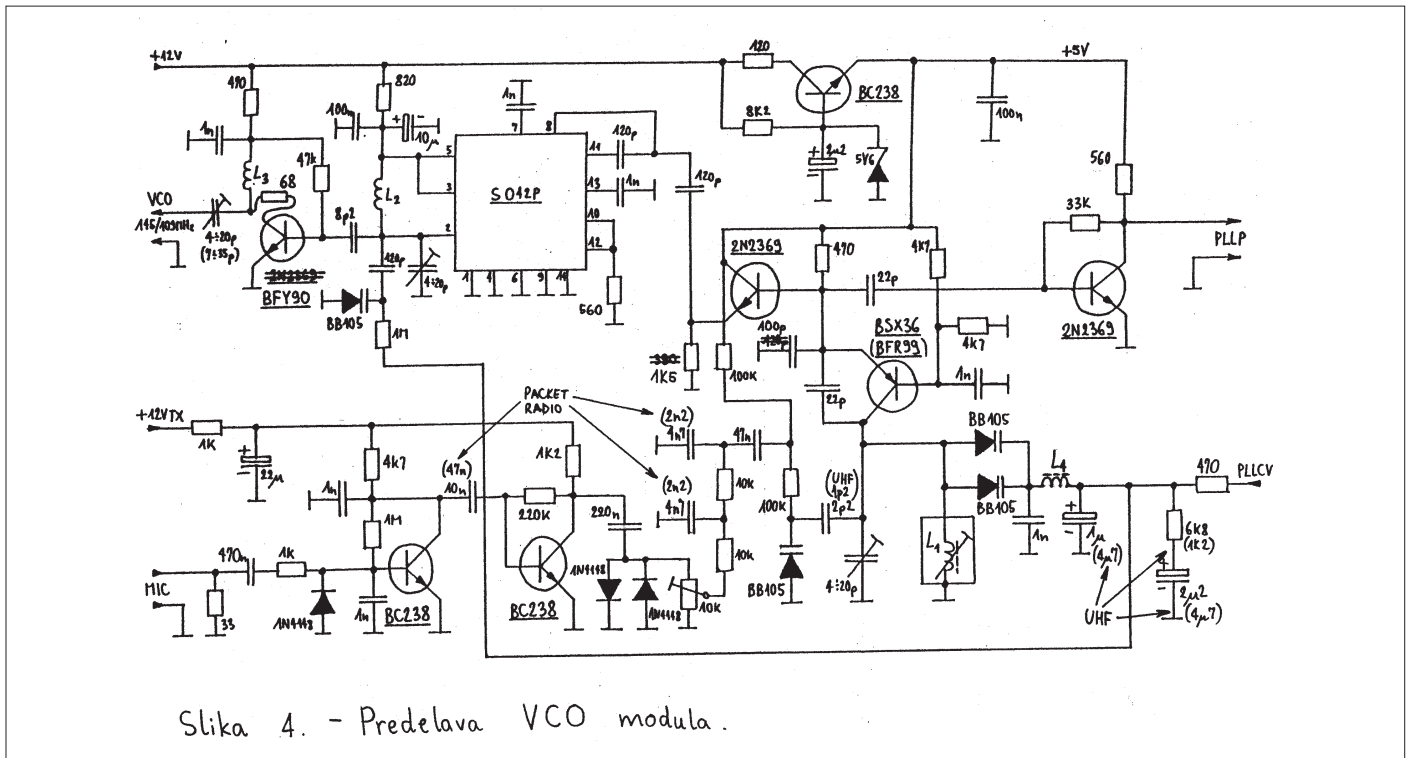
Tuljava VCOja dela v istem frekvenčnem področju kot v 70cm postaji in je zato enaka: 3 ovoji žice 4x0.15mm CuL na podstavku za TV medfrekvenčni transformator 10x10mm s feritnim pokrovčkom in nastavljivim feritnim vijakom. L9 je navita na enakem podstavku, ima pa

dvakrat po 5 ovojev žice 0.15mm in je navita bifilarno za čim tesnejši magnetni sklop. L6 je standardni medfrekvenčni transformator za 10.7MHz (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 oklapanje 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 sprograma 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
C50100C0097D6C943005252D3C2804FE8038032CD6804F84673E8085916F06FF
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
77E1D1C1C9FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF
DD360000DD360100C5D501B03C11C041A0938050150C309AFFF77020178EC11
BF04130938FC018813091ADD7703010CFE11BF04130938FC01F401091AC601DD
770401CEFF11BF04130938FC013200091ADD770501FEFF11BF04130938FC0105
00091ADD770611C00429197EDD7707D1C1C9FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF
7E0CB9ECCDAFA0EFFFDEFFDD360000DD360100DD360200DD360300
DD36040021BF0423D66430FBC66466DD740521BF0423D66A30FBC60A66DD7406
21C004856F66DD7407C9FFFFFFFFFFFFD5E5F52600DD6E102929EB2100003A02
28E6012005212EF518021313FD19FD5E00FD560119CFDD7E11E607DD77110707
0757DD7E12E607DD7712B2320128F1E1D1C9FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF
EFD73A0228E601DDBE162806DD77163E00C93A0228E606200ADD361300DD3614
0218DDDBE132809DD361402DD771318CFDD351420CADD361400C9FFFFFFFFFFFF
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.