

## SSB- FM PRIMOPREDAJNIK ZA 144 MHz

Danes vse več radio-amaterjev ne gradi več svojih postaj, temveč jih kupuje že narejene. Da je temu tako, je več vzrokov. Eden od njih pa je prav gotovo ta, da obstaja premalo konkretnih zgledov dobrih amaterskih konstrukcij, ki bi vzpodbudili amaterje, da bi gradili svoje lastne naprave. V tem članku bom skušal prikazati mojo novo postajo za 144 MHz področje in upam, da bom še koga navdušil za samogradnjo svojih naprav.

Primopredajnik je zasnovan kot prenosna postaja za 2 m amatersko področje. Možne vrste delovanja so USB, FM simplex in FM duplex s 600 kHz razmaka med sprejemno in oddajno frekvenco. LSB in CW je možno brez težav vgraditi, toda ti dve vrsti delovanja avtorja nista zanimali. Za CW bi bilo treba samo vgraditi vtičnico za taster, saj je v vezju primopredajnika že predviden, za LSB pa bi bilo treba vgraditi še dodaten kristalni oscilator. Natančnejši opis teh sprememb bom podal ob opisu posameznih ploščic. AM se v Sloveniji in bližnjih deželah že več let ne uporablja več in bi zato pomenil samo stroške za material in dodatno težo in dimenzije primopredajnika.

Pri konstrukciji primopredajnika sem posebno pazil na to, da sem uporabljal lahko nabavljiv material, saj sem tudi sam imel težave z nabavo. Samo 5 polprevodnikov ni mogoče najti na našem tržišču. To sta prva dva tranzistorja v sprejemniku in zadnji trije v oddajniku. Izogibal sem se uporabi večkratnih pretikal in stikal, ki jih je tudi težko dobiti in imajo nezanesljive kontakte. Njihovo vlogo so prevzeli tranzistorji, ki so tudi zmanjšali zmešnjavo žic v primopredajniku. Toda za konstruktorja je verjetno najvažnejše, da so v primopredajniku uporabljeni izključno kristali za 27 MHz (CB) področje, ki se lahko nabavljajo. Tudi kristalni filtri so grajeni s temi kristali, kar znatno poceni gradnjo primopredajnika.

Delovanje primopredajnika (Glej SL.O). Sprejemnik deluje kot enojni super pri sprejemu SSB (CW), oziroma kot dvojni super prvi sprejemu FM.

Sprejemni konverter pretvori signal s 144/146 MHz na fiksno vrednost 26.770 MHz prve medfrekvence. Pri FM sprejemu se ta signal še nadalje pretvori na vrednost druge medfrekvence 455 kHz in demodulira. Pri SSB (CW) sprejemu pa se demodulira že signal na 26.770 MHz, potem ko se primerno ojači in filtrira v dveh kristalnih filterih. NF ojačevalac je spet skupen za FM in SSB. Pri oddaji se generira SSB signal na 26.770 MHz. Ta se meša s signalom VFO-ja, da se dobi signal na področju 144/146 MHz, ki se filtrira in nadalje ojačuje do nivoja 3 W. Pri FM se modulira VFO, SSB generator daje v tem primeru nemoduliran nosilec na 26.770 MHz. Sprejemniku in oddajniku preklaplja anteno, napajanje in zvočnik-mikrofon antenski rele. VFO je konverzijskega tipa in daje na svojem izhodu signal v območju 117.230 MHz do 119.230 MHz. Osnovni spremenljivi oscilator dela v območju 10 MHz do 11 MHz, ta signal se meša s signalom, ki ga dobimo od kristalnih oscilatorjev: 107.230 MHz, 108.230 MHz ali pa 108.830 MHz. Na osnovni VFO je priključen tudi frekvencmeter, ki omogoča odčitavanje frekvence do 1 kHz natančno. Večja natančnost bi bila nesmiselna zaradi temperaturne nestabilnosti kristalov.

#### 1. Sprejemni konverter (Glej S1.1)

Sestoji iz dveh stopenj in je sestavljen na svoji ploščici. Signal na 144/146 MHz se najprej ojači v prvi stopnji in nato meša v drugi stopnji na vrednost medfrekvence 26.770 MHz. V prvi stopnji dela malošumni tranzistor BFR 90. Med vhod in bazo tranzistorja sta postavljena dva nihajna kroga, ki zagotavljata visoko selektivnost in hkrati prilagajata impedanco antene na vhodno impedanco tranzistorja. Posebno je treba paziti pri izbiri sklopnega kondenzatorja, na shemi označenega 2pk. Premajhna vrednost bi močno poslabšala občutljivost sprejemnika, prevelika pa bi zmanjšala selektivnost. Selektivnost vhodne stopnje mora biti precej velika, ker pade zrcalna frekvenca pri tem primopredajniku v radio-difuzno UKV področje. Upor 1 k 5 določa negativno povratno sprego in preprečuje samooscilacije prve

stopnje. Prvi stopnji sledijo še 3 nihajni krogi uglašeni na 145 MHz. V mešalni stopnji dela MOSFET BF 900. Uporaba tega tranzistorja znatno poenostavi izdelavo te stopnje in izboljša njene električne karakteristike. Signal VFO-ja se filtrira še v dveh nihajnih krogih preden pride na drugo krmilno elektrodo BF 900. MF transformator na izvodu ima nalogo prilagoditi impedanco, a njegov Q-faktor je majhen. Oba tranzistorja, BFR 90 in BF 900, sta grajena za zelo visoke frekvence in zato zelo lahko začneta samooscilirati. Predvsem morajo biti njuni izvodi čim krajši, zato sta prispajkana pod tiskano vezje. BF 900 je možno zamenjati tudi s kakim drugim dual-gate MOSFET-om, BFR 90 pa se lahko zamenja z BFR 91 ali drugimi tranzistorji predvidenimi za širokopasovne UHF TV ojačevalce.

## 2. SSB medfrekvenca (glej sl. 2)

Sestoji iz kristalnega filtra na vhodu, kateremu sledijo tri ojačevalne stopnje. Kristalni filter uporablja dva kristala za 26.770 MHz in je po svoji shemi malo neobičajen, zato ga bom tu bolj natančno opisal. Kremenčev kristal se v okolici svoje resonančne frekvence obnaša kot serijski nihajni krog z zelo visokim Q-faktorjem, ki ima vzporedno vezano še neko kapacitivnost, reda 5 pF. Radiomaterji dobro vejo, da je resonančna krivulja enega samega kristala preostra, da bi lahko z njim zgradili filter za SSB signal. Navadno se uporabita dva kristala, ki imata resonančne frekvence reda 2 kHz narazen. Tega pa žal ni mogoče narediti v primeru uporabe 27 MHz kristalov, ker se ti kristali dobijo le v razmiku 10 kHz. Obstojta pa še druga rešitev. Če dva enaka nihajna kroga sklopimo, potem bosta imela dve resonančni frekvenci, čeprav sta bili njuni resonančni frekvenci pred sklopitvijo popolnoma enaki. Ta pojav izkorišča vezje na sliki. Prvo resonančno frekvenco določata oba kristala in kondenzatorja po 82 pF, drugo resonančno frekvenco pa razen teh elementov še kondenzator 56 pF in tuljava F. Drugo resonančno frekvenco je možno tudi v majhnih mejah spreminjati s spreminjanjem tuljave F, da nastavimo željeno širino pasu filtra. Upor R je reda 100 ohm in je

izbran kot kompromis med ojačenjem SSB medfrekvence in FM medfrekvence. Filtru sledijo tri klasične ojačevalne stopnje, vse tri so napajane z ARP napetostjo.

### 3. SSB generator (glej sl. 3)

Sestoji iz balanskega modulatorja-demodulatorja, oscilatorja nosilnega vala, kristalnega filtra, dveh ojačevalnih stopenj in stabilizatorja napetosti. Kristalni filter je popolnoma enak prej opisanemu filtru in deluje na sprejemu in na oddaji, preklaplja se z diodami. Integrirano vezje TBA 120 (A) vsebuje razen balansirane mešalca še ojačevalec, ki tukaj ni nujno potreben, ojačuje signal oscilatorja nosilnega vala. Mešalec se uporablja na sprejemu in na oddaji, balans se nastavi s trimerjem 47 k. Layout te ploščice je precej kritičen, kaj rado se zgodi, da signal oscilatorja nosilnega vala vdre mimo modulatorja naprej v oddajnik in s trimerjem 47 k ni mogoče nastaviti balansa. Zato priporočam vsem, ki bi ta primopredajnik gradili, da zgradijo ta oscilator na posebni ploščici. SSB generator rabi za svoje delovanje dobro stabilizirano napetost, zato mora imeti svoj stabilizator. Za LSB je treba dodati še en enak kristalni oscilator. Prikluči se ga na 14 nožico TBA 120 preko kondenzatorja 6p 8k, kot je priklučen USB oscilator na sliki. V + vod je treba še dodati pretikalo LSB - USB za preklapljanje oscilatorjev. Pozor ! TBA 120 (TBA 120 A) se ne more zamenjati s TBA 120 S (TBA 120 AS).

### 4. FM medfrekvenca (glej sl. 4)

Sestoji iz ene ojačevalne stopnje na 26.770 MHz, mešalne stopnje in oscilatorja, ojačevalca in demodulatorja na 455 kHz. Tudi pri tej ploščici je treba paziti na razporeditev elementov, saj doseže tukaj celotno ojačenje 150 dB ! Predvsem mora biti izhod daleč proč od vhoda in kristalnega oscilatorja in vsaka stopnja mora imeti okoli sebe zaključen kolobar mase. Paziti je treba na zrcalno frekvenco 27.680 MHz pri uglaševanju.

#### 5. Squelch (glej sl. 5)

Sestoji iz ojačevalca napetosti šuma, detektorja in enosmernega ojačevalca ter stikala. Delovanje je bilo že večkrat opisano v časopisu Radio-amater. Na tej ploščici je tudi krmilna stopnja za center - indikator in stikalna stopnja za napajanje FM dela.

#### 6. NF predojačevalec, ARP in NF ojačevalec (glej sl. 6)

ARP detektiva NF signal pri SSB načinu delovanja in zniža napetost med-frekvenčnim SSB stopnjam v slučaju močnega signala. Ta napetost je možno nastavljati tudi ročno s potenciometrom. To napetost pa krmili tudi S-meter. NF ojačevalec je klasičen, obvezni pa so blok-kondenzatorji 100 nP, 20 nP, da ne začne na SSB sprejemnik samooscilirati.

#### 7. Modulacijski ojačevalec (glej sl. 7)

Sestoji iz NF ojačevalca in FM/SSB preklopnih stopenj. Predviden je tudi priključek za CW taster. Vhod je preračunan za  $8 + 32$  Ohm. mikrofona, ki služi tudi kot zvočnik sprejemnika, lahko pa se uporabi tudi dinamični mikrofona višje impedance. Pri FM delovanju preklopne stopnje debalansirajo SSB modulator in preklopijo izhod s SSB modulatorja na varikap diodo v VFO-ju.

#### 8. Mešanje na oddaji (glej sl. 8)

Sestoji iz mešalne stopnje, dveh ojačevalnih stopenj in stabilizatorja za + 7,5 V. Nihajni krogi med ojačevalnimi stopnjami dobro filtrirajo signal iz mešalne stopnje, tako da so nezaželjeni signali vsaj 40 dB pod nivojem osnovnega signala na 144/146 MHz. Ta ploščica je zelo občutljiva na vdor visokofrekvenčnega signala iz izhodne stopnje oddajnika, zato mora biti daleč proč od te stopnje in dobro oklopljena. Posebno važno je pri tem vezju  $L_9$ , trimer  $6 + 30$  pk in  $L_{10}$ , ki preprečuje samooscilacije oddajnika.

#### 9. Oddajna izhodna stopnja (Glej sl. 9)

Sestoji iz dveh ojačevalnih stopenj in ima nalogo zvišati nivo VF signala od 20 mW na 3 W. Oba tranzistorja delujeta v B delovni točki. S potenciometrom 470 E lin je močno zvezno nastavljati izhodno moč. Izhodni tranzistor je zaščiten proti preveliki tokovni porabi s posebnim vezjem, ki mu v tem primeru zmanjša krmiljenje. Zaradi boljšega hlajenja je izhodni tranzistor pritrjen na šasijo. Pri gradnji te ploščice, kot pri gradnji prejšnje, je treba upoštevati vsa pravila VF gradnje, predvsem pa morajo biti vodi mase široki in dobro povezani.

#### 10. Stabilizator VFO (Glej sl. 10)

Sestoji iz dveh kaskadno vezanih stabilizatorjev, na isti ploščici pa je montirana še preklopna stopnja za kristalne oscilatorje.

#### 11. VFO (Glej sl. 11)

Sestoji iz oscilatorja in ločilne stopnje. Napaja se z dvakrat stabilizirano napetostjo + 6,2 V. Zaradi mehanske stabilnosti je tuljava zalita z BARSIL-om, z njim so tudi prilepljeni vsi elementi oscilatorja. Zaradi temperaturne stabilnosti je najbolje uporabljati silver-mica kondenzatorje, če teh ni mogoče najti, pa vsaj stiroflex. Manjše kapacitivnosti so lahko tudi NPO keramični (označeni so s črno piko). Tudi jedro tuljave mora biti <sup>iz</sup>temperaturno stabilnega materiala. Varikap diodi služita za frekvenčno modulacijo in za fino nastavitvev pri SSB. Možna je tudi vgradnja RIT vezja. Vrtljivi kondenzator je standardni 11 + 11pF.

#### 12. Kristalni oscilatorji VFO (Glej sl. 12)

Za mešanje v VFO-ju potrebujemo 3 fiksne frekvence: 107.230 MHz, 108.230 MHz in 108.830 MHz. Prvo rabimo za 144/146MHz področje drugo za 145/146 MHz področje in

tretjo za sprejemanje repetitorjev še 600 kHz višje na 145/146 MHz področja. Nabavimo pa lahko kristale za 26.810 MHz, 27.055 MHz in 27.205 MHz. S tuljavami in kondenzatorji lahko resonančne frekvence teh kristalov popravimo na 26.8075 MHz, 27,0575 MHz in 27,2075 MHz in četrti harmoniki teh frekvenc so ravno željene frekvence. Vsak kristal ima svoj kristalni oscilator, preklapljanje kristalov s tranzistorji ali pa diodami ni dalo zanesljivih rezultatov. Tuljave v emitorjih tranzistorjev preprečujejo nihanje kristalov na njihovi osnovni frekvenci okoli 9 MHz in morajo biti tako izbrane, da nesonirajo s kondenzatorji 82 pF ~ 15 MHz. Nihajni krog v kolektorjih teh tranzistorjev je nastavljen že na drugi harmonik 54 MHz. Sledi še podvojevalna stopnja na 108 MHz, ki končno da primeren signal za mešanje. Na sliki je narisana še 4. kristalni oscilator, ki pa ni priklučen.

### 13. Mešanje VFO (Glej sl. 13)

Sestoji iz mešalne stopnje in dveh ojačevalnih - filtrirnih stopenj. Po načrtu je zelo podobno mešanju na oddaji, toda za to vezje so zahteve nekoliko drugačne. Filtriranje mora biti zelo dobro, nihajni krogi morajo imeti visok Q faktor. Na izhodu potrebujemo vsaj 0,5 V vrh-vrh pod obremenitvijo po vsem pasu 2 MHz. Izkazalo se je, da je najbolje uglasiti nihajne kroge na malo višjo frekvenco od srednje. Konstruktorjem priporočam, naj zamenjajo trimerje 6 + 30 pF s trimerji manjše kapacitivnosti in paralelnimi kondenzatorji, ker je nastavljanje teh trimerjev zelo fino. Priporočil bi pa tudi zamenjavo mešalnega tranzistorja z MOSFET-om. Vse tri ploščice vezja VFO-ja morajo biti montirane v "hermetično" zaprti kovinski škatli in ločene med sabo s kovinskimi pregradami. Vsi enosmerni in NF dovodi morajo skozi kondenzatorje skoznike po 1 nF. Če se tega ne upošteva, bomo imeli na sprejemu po celi skali interferenčne žvižge zaradi parazitnih sevanj VFO-ja, oddajnik pa bo samoosciliral. Avtor je to osebno preizkusil na svojih prejšnjih konstrukcijah.

#### 14. Frekvencmeter (Glej sl. 14 in sl.15)

Frekvencmeter je grajen z navadnimi TTL integriranimi vezji, ki imajo veliko porabo toka in še velike dimenzije, njihova neizpodbitna prednost pa je v tem, da jih je lahko nabaviti tudi pri nas. Časovna baza uporablja kristal 9 MHz (lahko se uporabi CB kristal 27.005 MHz na svoji osnovni frekvenci) in daje 5 taktnih impulzov s frekvenco 500 Hz. Takt 5 ima dolžino 1 mS in odpira vrata na vhodu števeca ter s tem določa časovni interval štetja impulzov. Taktu 5 sledijo takti 1, 2 in 3, ki zapovrstjo prižigajo 3 cifre displaya, ki deluje v multiplexu. Tem sledi takt 4, ki resetira števec in nato takt 5 spet odpre vrata števeca. Z uporabo 74500, 7490 AN in prikazanega vhodnega vezja je frekvencmeter deloval vse do 55 MHz. V primopredajniku pa mora delovati od 10 do 11 MHz in so povsem dovolj navadni 7400 in 7490. Vezje 9368 je 7 segmentni dekoder in ima na izhodih že vgrajene tokove generatorja po 20 mA po segmentu za krmiljenje displayev s skupno katodo. Regulator za 5 V je znani 7805 in je pritrjen direktno na šasijsko, vsa ostala vezja frekvencmetra pa so v kovinski škatli, da ne se- vajo motenj.

Na sl. 16 so prikazane še ostale povezave v primopredajniku, večina teh elementov je montirana v okolici releja, le kondenzatorji 1 nK so prispajkani naravnost na vtičnice. Večino tuljav v primopredajniku lahko razdelimo na dve skupini: zračne tuljave (podatki so na Sl. 17) in o kloppljene MF tuljave (glej sl. 18). Te zadnje so navite na minjaturnih feritnih jedrih MF transformatorjev za 10,7 MHz. Avtor je ugotovil, da ima večina teh jeder, naše ali pa japonske proizvodnje, zelo podobne magnetne lastnosti in se število navojev bistveno ne spreminja. Seveda je treba zmeraj prekontrolirati z grid-dip metrom, če tuljava resonira na pravi frekvenci. Edina izjema sta tuljavi K in G, kateri je treba eksperimentalno določiti. Ti dve tuljavi določata premik frekvence kristalov in za njuno točno določitev potrebujemo frekvencimeter.

Na slikah Sl. 20 in Sl. 21 in fotografijah Sl.23 in Sl.24 je prikazana razporeditev ploščic v primopredajniku. Na Sl.22 in Sl.25 je prikazana prednja plošča primopredajnika. Na Sl. 22 so obrazložene tudi vse funkcije



posluževanja primopredajnika.

**TEHNIČNI PODATKI:**

**Frekvenčno območje :** od 144 do 146 MHz.

**Sprejemnik:**

Občutljivost : SSB boljša od  $0,1 \mu\text{V}$  na 50 Ohm

FM boljša od  $0,3 \mu\text{V}$ , squelch  $0,1 \mu\text{V}$

Slabljenje nezaželenega bočnega pasu (LSB) : boljše od 30 dB

Širina pasu MF : SSB 2,5 kHz

FM 12 kHz

Izhodna moč NF: večja od 0,2 W

Poraba : 120 mA pri 12,6 V

**Oddajnik:**

Izhodna moč : zvezno nastavljiva od 0 do 3 W na 50 Ohm

Slabljenje parazitnih frekvenc : 40 dB

Poraba : 1 A pri 12,6 V

**Frekvencmeter:**

Poraba : 450 mA pri 12,6 V

Napajanje postaje : nominalno 12,6 V, postaja deluje še v mejah 9 do 15 V s poslabšanimi karakteristikami.

Antenski priključek: 50 Ohm

Teža : 2,3 kg

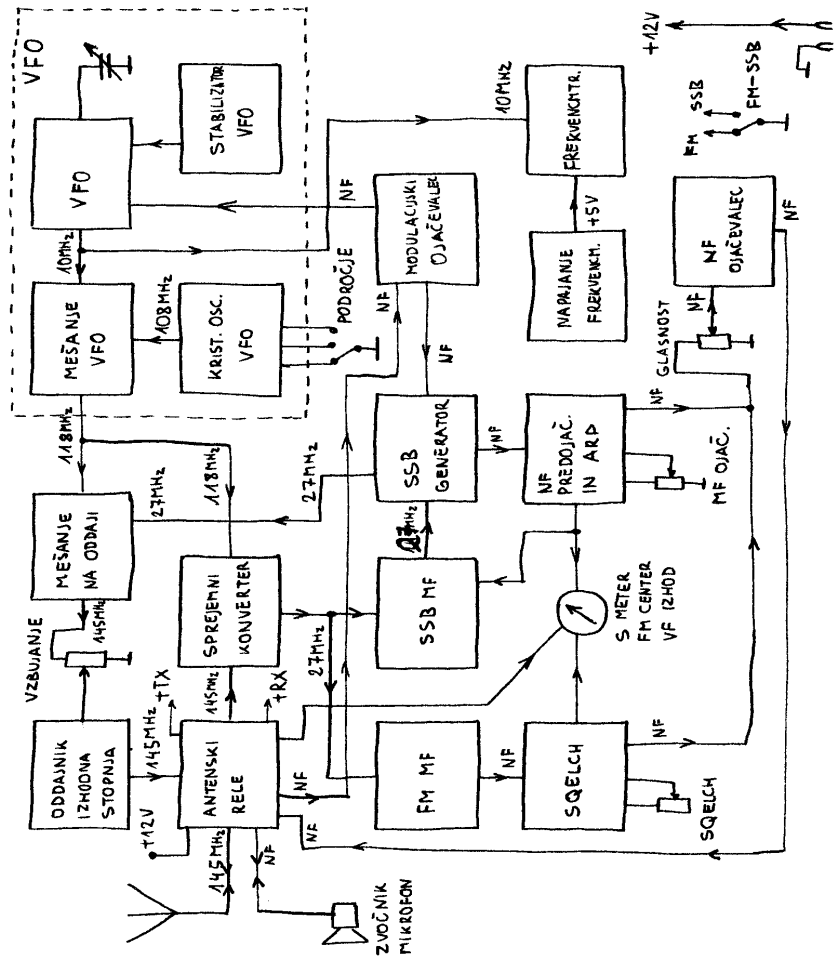
Dimenzije : 85 x 185 x 250 mm.

Meritve so bile opravljene na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani v Laboratoriju za antene in razširjanje valov dne 4.4.1979. Uporabljeni so bili instrumenti firme Hewlett-Packard : signal generator, wattmeter z bolometersko sondo in atenuatorji ter frekvencmeter.

Zgrajeno postajo sem imel priliko prime rjati s tovarniškimi postajami TS 700 in FT 221 (modificirano po Radio-amaterju). Sprejemnik se je izkazal enakovreden. Izhodna moč oddajnika 3 W pa je dovolj za vzbujanje QQE 06/40 ali 4 C X 250, ki se pri nas uporabljajo. VFO se je izkazal dovolj stabilen za SSB delovanje.

Nova Gorica, 10.4.1979

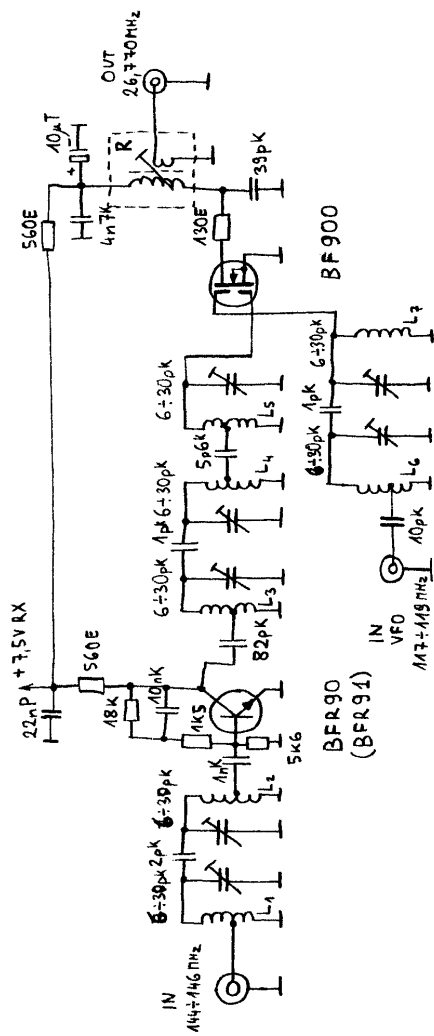
VIDMAR MATJAŽ YU 3 U M V



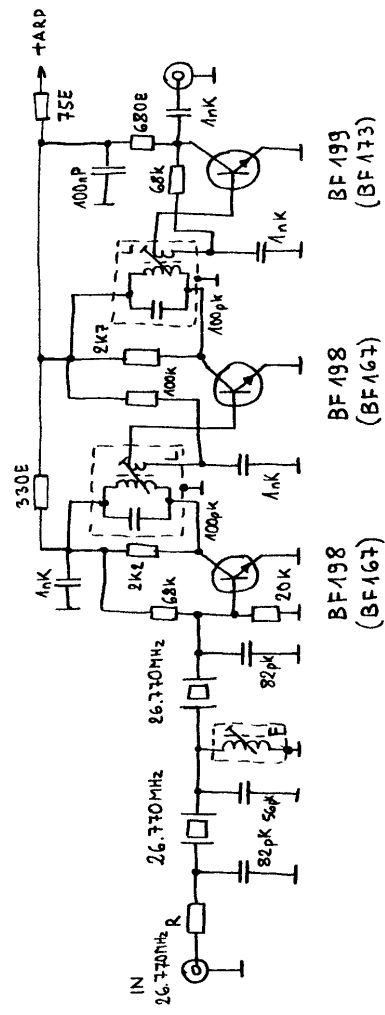
SL.O  
 BLOK SHEMA  
 SSB - FM PRIMOPREDAJNIKA  
 ZA 144 ÷ 146 MHz

N. GORICA, 22. 3. 1979

*Nidmar Natjaci*



SL.1 N. GORICA, 22. 3. 1979, Vidmer (klatje)



S.L.2 N. GORICA , 22. 3. 1979 Vidmar Matjazi











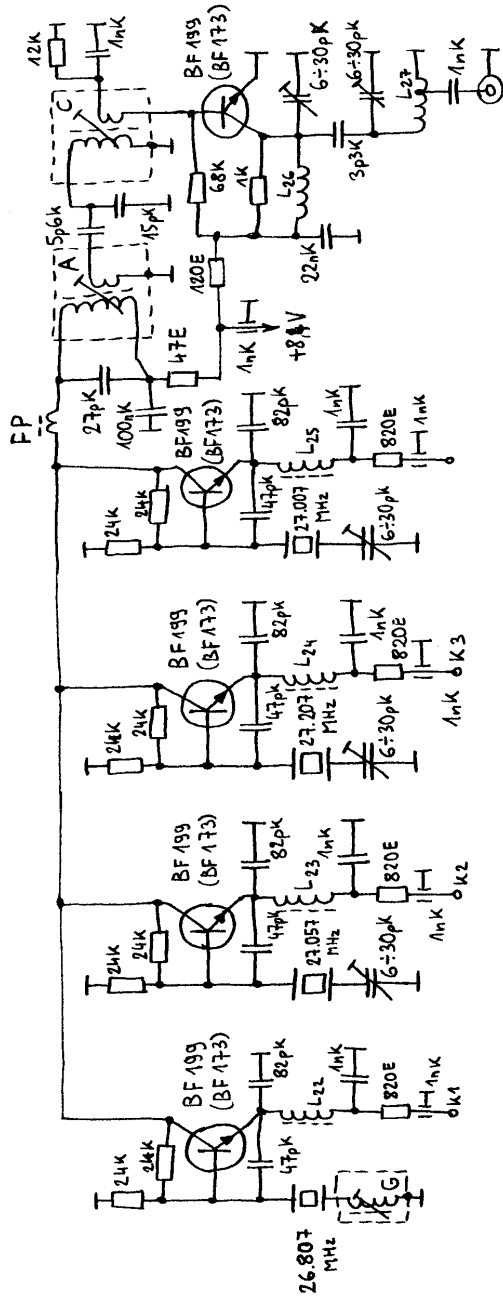








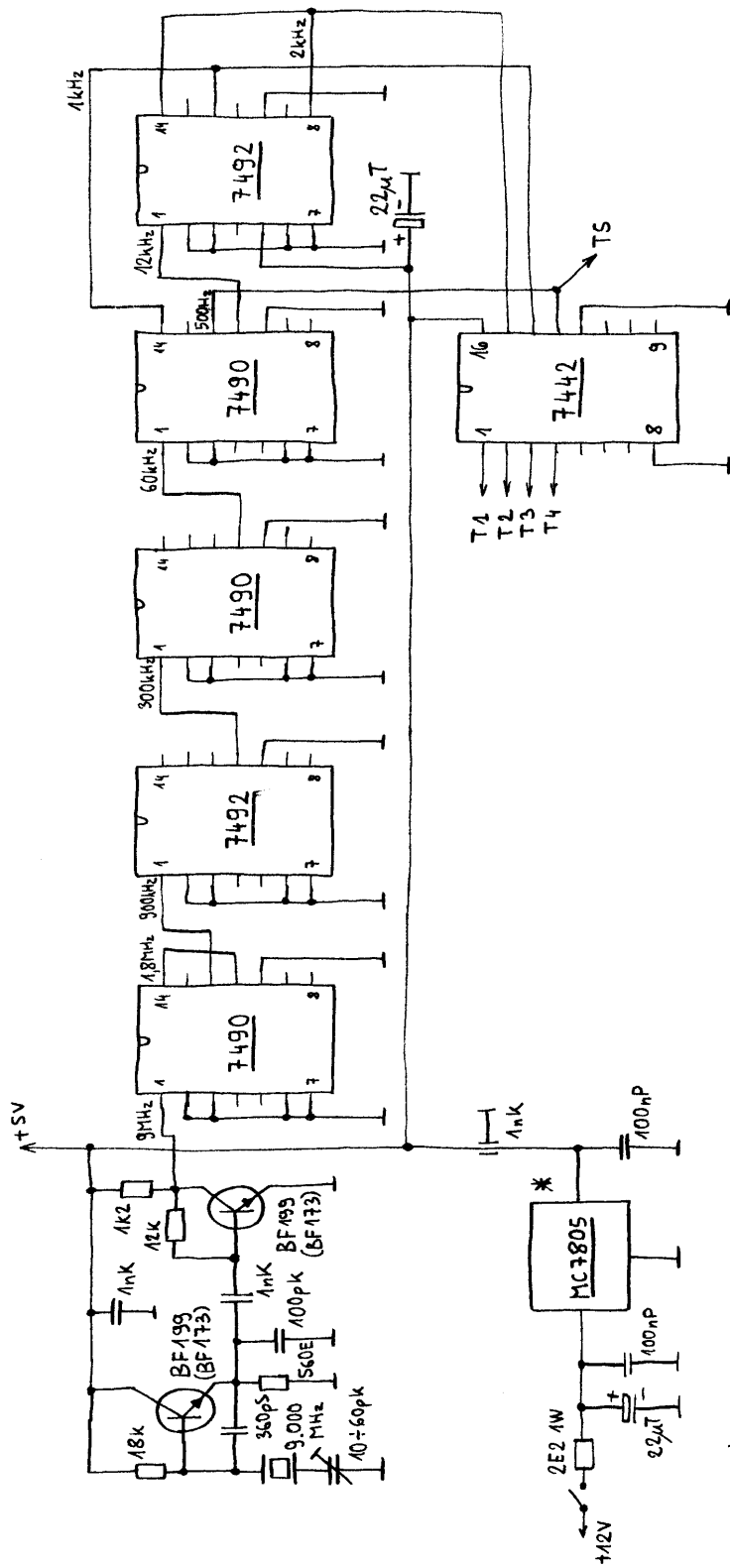




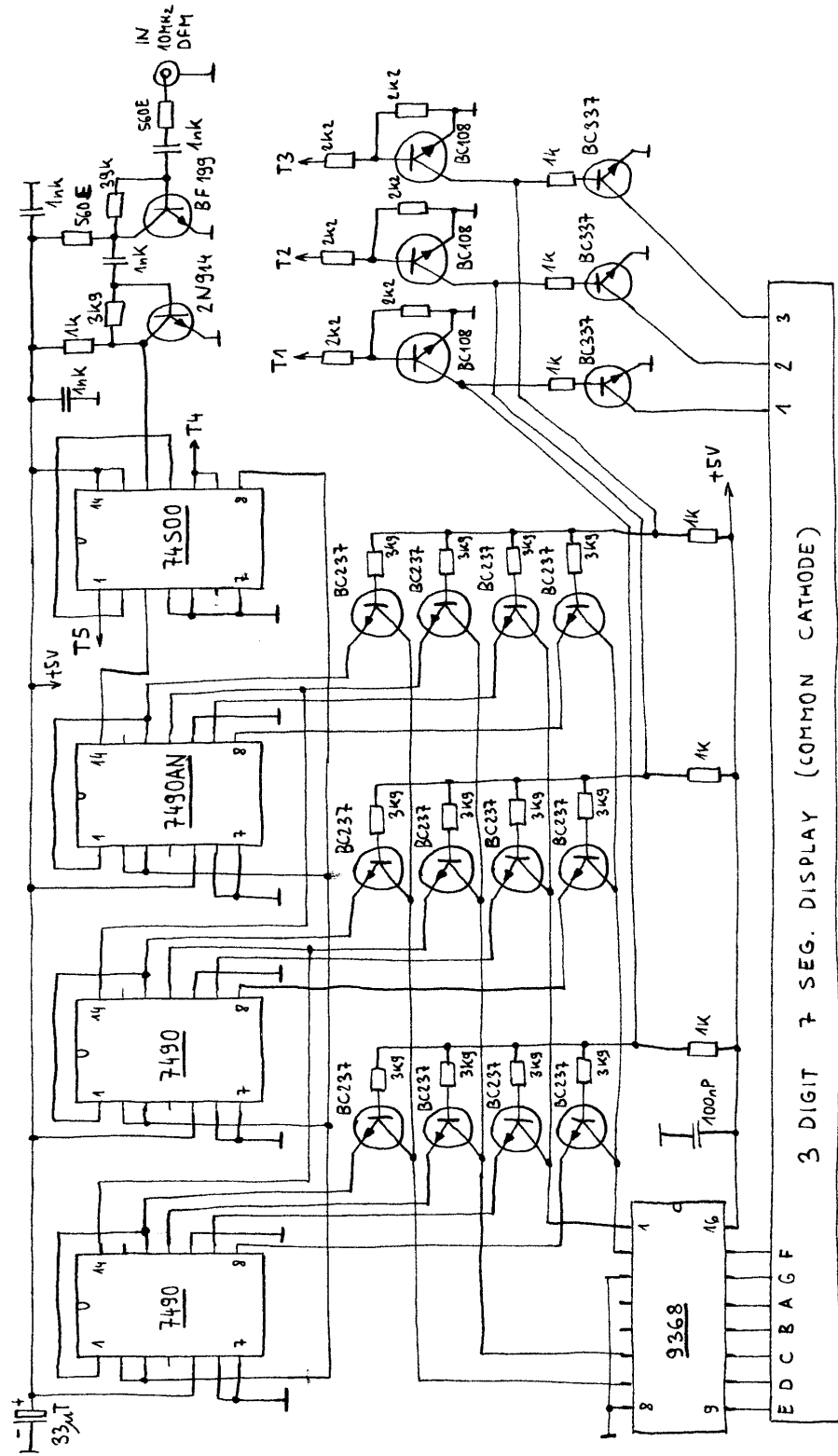
SL. 12 N. GORICA, 23.3.1979 Nadmerna Martjevič







SL.14 N. GORICA, 23. 3. 1979 Vidmar Matjazi



SL. 15 N. GORICA, 23.3.1979 Vidmar Matjaz



TABELA TULJAV ZA SSB-FM PRIMOPREDAJNIK

VF TULJAVE:

ŽICA CuAg 1mm $\phi$

D = 6mm

NAVOJI (ŠTETO OD MASE)

L1, L2, L12, L14

1+3

L3, L5, :

1,5+2,5

L4

2,5+1,5

L6

1,5+3,5

L7, L26

5

L9, L10

2,5+3,5

L11, L13

2+2

L15

2+1

L16, L17

4

L18

2

L19

7

L20

3

L27, L28

2+4

L29, L33

2+3

L30, L31, L32

1+4

L21

27

ŽICA 0,3mm $\phi$

L8, L22, L23, L24, L25

8

ŽICA 0,3mm $\phi$  MF JEDRO

SL. 17 N. GORICA, 24.3.1979 *Radovan Matjari*

# TABELA MF TRANSFORMATORJEV

	NAVOJI		RES. KAPAC.
	PRIMAR	SEKUNDAR	
A	3	1	
C	4	1	
D	70		
F	4		
H	8		
J	6	1	
K	20		
L	4	1	100 pF
M	original	črni 455 kHz	200 pF
N	original	beli 455 kHz	200 pF
O	8	1	100 pF
R	7	1	
V	17		
G	20		

vsi naviti na 10,7 MHz MF TR jedru

SL. 18 N. GORICA, 24. 3. 1979 Vidmar Matjevič

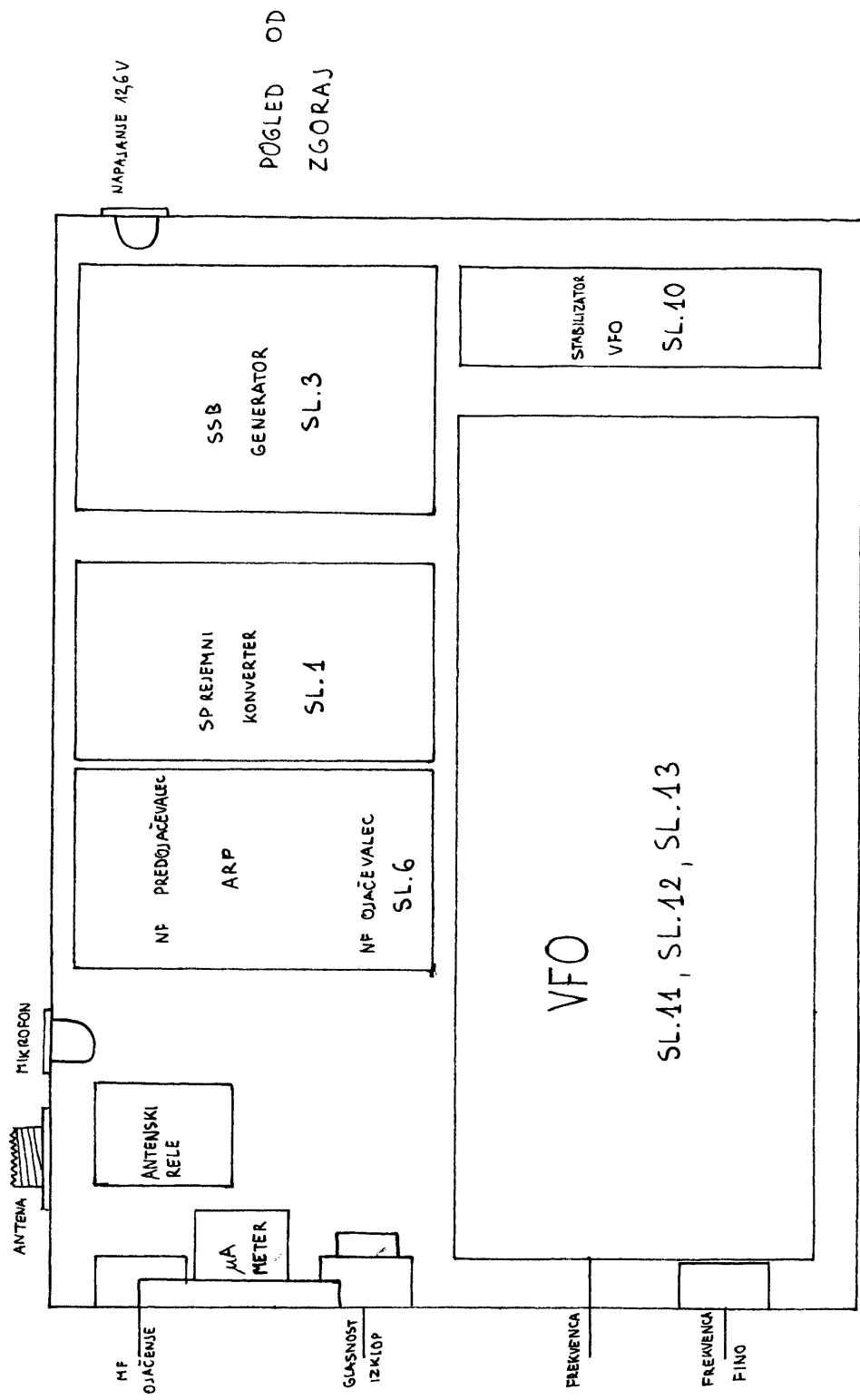
## LEGENDA OZNAK NA NAČRTIH

10E	upor	10Ω
4k7	-  -	4,7kΩ
1M5	-  -	1,5MΩ

10pK	kondenzator	10pF	keramični
360pS	—  —	360pF	stirofleks
75pSM	—  —	75pF	silver-mica
100nP	—  —	100nF	plastični
2μ2T	—  —	2,2μF	tantal
100μE	—  —	100μF	elektrolitski

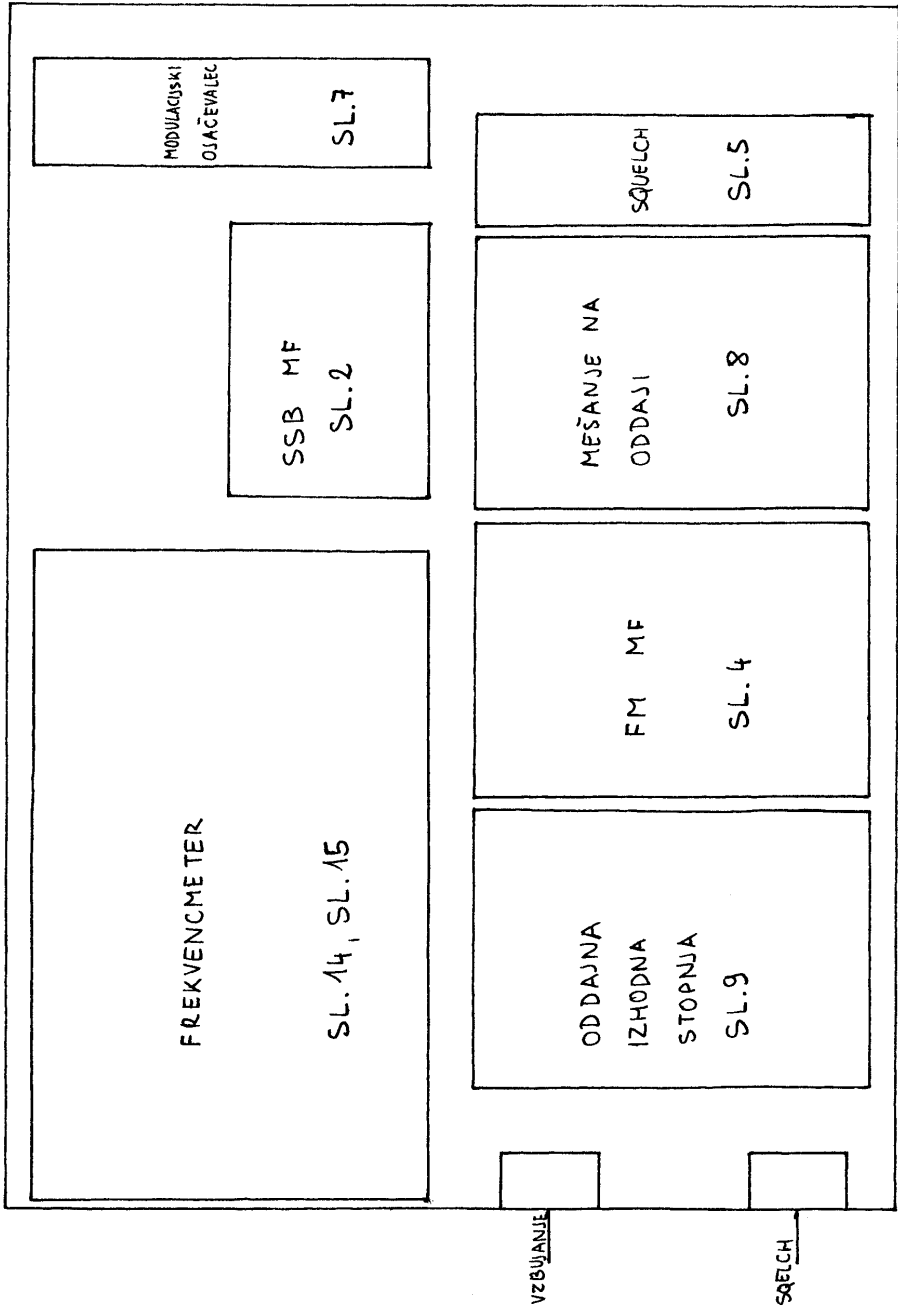
\* element montiran na šasiji zaradi hlajenja

SL.19 N. GORICA, 24.3.1979 Vidmar Matjaz



SL. 20 N. GORICA, 28.3.1979 *Nikolaj Matjaz*





POGLED OD  
SPODAJ

SL-21 N. GORICA, 28.3.1979 Vidmar Matijevič

