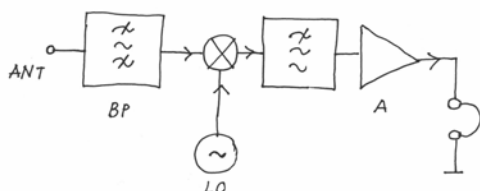


# RENESANSA DC ( *Direktnih* ) PRIJEMNIKA

Dipl.ing. Tasić Siniša YU1LM/QRP

O temi direktnih prijemnika u daljem tekstu DC (direct conversion) u literaturi na našem jeziku ima vrlo malo članaka a posebno onih koji se odnose na najnovija dostignuća na tom polju. Stariji konstruktori se sa nostalgijom sećaju prijemnika tipa 0V1,1V2 i sličnih koji su se mogli naći po literaturi i koji su služili da se "izađe" na opseg. Prijemnici su koristili superregenerativni proces i na taj način vršili detekciju CW i SSB signala. Ovaj tip prijemnika ima relativno dobru osetljivost ali ne zadovoljava ozbiljnije zahteve koji se postavljaju pred savremeni prijemnik. Na KT opsezu prijemnik treba posebno da ima veliku dinamiku, prijemnik treba da "istrpi" na svom ulazu velikog broja jakih signala bez generisanja nepostojećih signala na svom izlazu. Ovaj tip DC prijemnika se ne razmatra iako i on ima primenu u alarmima za kola i stanove zbog svoje jednostavnosti malih dimenzija i potrošnje. U ovom članku su obrađeni DC prijemnici koji imaju izdvojeni oscilator (VFO ili BFO) i mešac vidi blok semu na slici 1 i to:

1. DC prijemnici koji imaju audio imidž(image)
2. DC prijemnici sa potisnutim audio imidžom korišćenjem audio mreža za pomeranje faze
3. DC prijemnici sa potiskivanjem audio imidža po trećoj Weaver –ovoj metodi



Slika 1 Blok šema DC prijemnika

Pre nego što se posvetimo DC prijemnicima izvršit ćemo kratko upoređenje DC i superheterodinskih prijemnika i izneti prednosti i nedostatke jednih i drugih.

**Superheterodinski prijemnici su :**

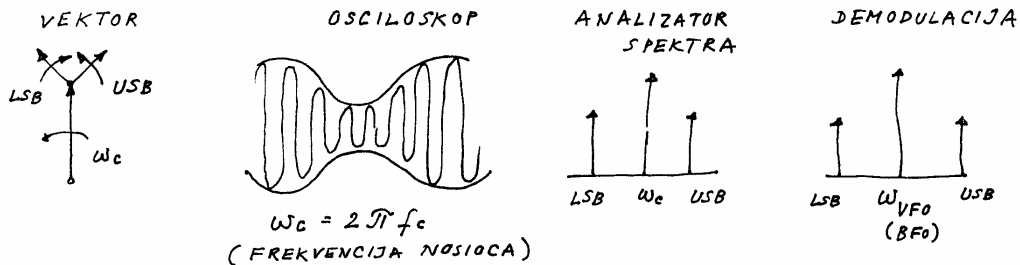
- komplikovaniji po strukturi i izuzetno komplikovani za podešavanje i generalno su skupi (posebno razni kristalni IF filteri)
- imaju probleme sa simetričnom frekvencijom, izborom međufrekvencije i plana mešanja
- imaju probleme sa sintetizatorima (višestruke petlje PLL), faznim šumom i špurijusima sinteze
- glavni problemi pri gradnji nastaju zbog RF problema

-glavna prednost, moguće je postići pažljivim dizajnom i izborom komponeneta odlične karakteristike ali to je najčešće nedostupno većini amatera bilo zbog cene, instrumenata ili potrebnog RF iskustva iz raznih oblasti.

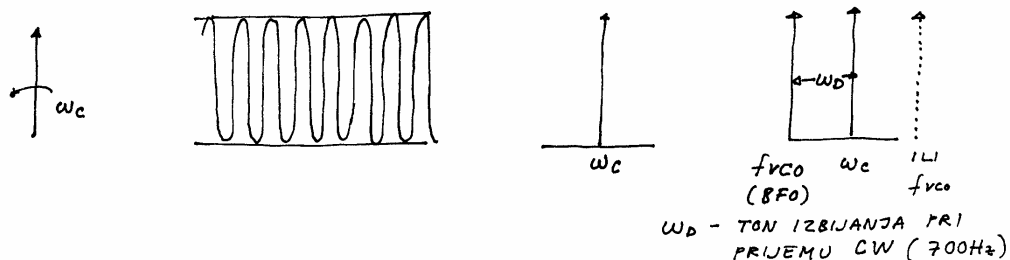
**DC prijemnici sa druge strane su:**

-generalno značajno jeftiniji i prostiji, to se posebno odnosi na DC prijemnike pod 1  
-nemaju problema sa mešanjem i faznim šumom kao superheterodinski prijemnici

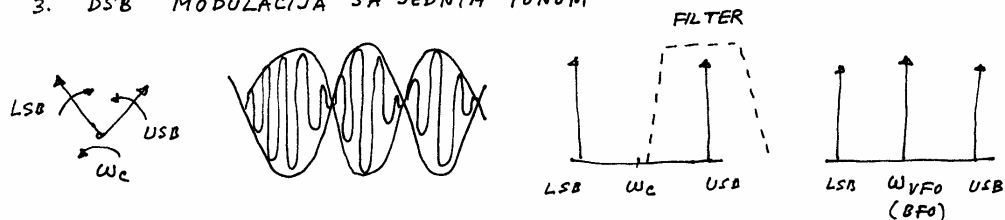
**1. AM MODULACIJA**



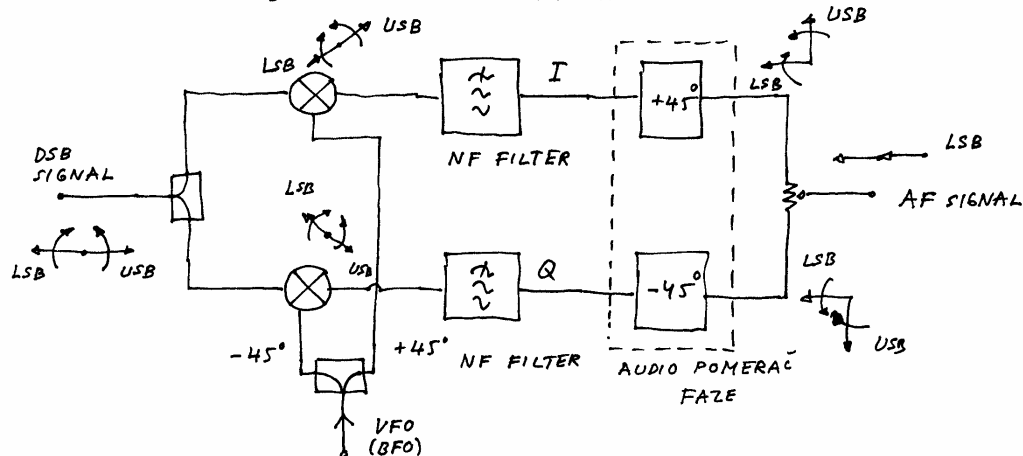
**2. CW ILI SSB MODULACIJA SA JEDNIM TEST TONOM**



**3. DSB MODULACIJA SA JEDNIM TONOM**



**DEMODULACIJA DSB SIGNALA SA POTISKIVANJEM JEDNOG BOČNOG OPSEGA**



## Slika 2 Teorijsko objašnjenje rada DC prijemnika

- potiskivanje audio imidža je teško postići kao kod superheterodinskih prijemnika
- moguće je maksimalno koristiti prednosti digitalne elektronike i DSP (digitalnog signal procesinga)
- DC prijemnici su osetljivi na jake AM signale ( to se posebno čuje na 7MHz kao BCI muzika u pozadini koju je teško eliminisati ) ovaj problem ne postoji kod superheterodinskih prijemnika
- vrhunski DC prijemnik nije jednostavan a ni prost** . Opcija DC prijemnika za više opsega je izuzetno komplikovana i teško ostvariva . Glavna prednost DC prijemnika je da je to NF tehnika pa je potrebno relativno skromno RF iskustvo i prosti instrumenti ( bolji AVO metar sa merenjem kapaciteta i pojačanja tranzistora eventualno osciloskop i RF generator )
- slušanjem , a to je subjektivan kriterijum , DC prijemnici ostavljaju utisak HI-FI-ja u odnosu na najveći broj superheterodinskih prijemnika .

Da bi se bolje razumeli problemi konstrukcije a posebno razlozi za pomeranje faze kod DC prijemnika pod 2 data je slika 2 koje pokazuju proces modulacije i demodulacije AM , DSB , CW i SSB signala sa vektorima . Slike daju vezu sa slikama na osciloskopu i analizatoru spektra a ne uzimaju u obzir komplikovani matematički aparat . Objašnjenja rada DC prijemnika i demodulacije sa Hilbert-ovom transformacijom ,sa pozitivnim i negativnim frekvencijama često su vrlo nerazumljiva i teško shvatljiva čak i ljudima iz elektro struke .

Ideja vodilja ove prezentacije i članka je da se ponude konstruktorima razna rešenja pojedinih blokova i sklopova koja bi bili zasebni moduli tako da bi konstruktor mogao da eksperimentiše i isproba razne verzije DC prijemnika . Ovakav način gradnje omogućava proveru raznih rešenja i njihovih mane i prednosti polazeći od materijala koji je dostupan svakom pojedincu . Gradnjom se može steći relevantno iskustvo iz oblasti DC prijemnika i eventualno neku konstrukciju nadograditi u CW/SSB primopredajnik . Autor se ograđuje od eventualnih grešaka u šemama jer iako je probao većinu sklopova nije sva koja su data . Analize koje su urađene u CAD programima pokazuju da su pojedini autori namerno ili iz neznanja davali pogrešne vrednosti pojedinih elemenata ili se radi o štamparskim greškama . Autor je pokušao da sve eventualno uočene greške ispravi . Pored toga autor se nije bavio problemima pravljenja VFO ili BFO jer je to tema sama za sebe takođe se nije upuštao previše u ulazne filtre već je dao predlog prostih ili relativno lako ostvarivih rešenja .

DC prijemnici su kako je rečeno prosti ali imaju i neke probleme o kojima se mora voditi računa pri projektovanju i realizaciji pojedinih sklopova a koji se mogu svrstati u sledeće kategorije a veoma precizno ih je opisao N.Hamilton G4TXG u časopisu Radio Communication 4/1991:

-RF bruhanje (hum) , pojava potiče od toga što 50 HZ moduliše lokalni oscilator sa 50 Hz . Bočne komponente od 50 Hz se čuju u prijemu kao bruhanje. 50Hz se i reemituje sa linija za napajanje i prima preko antene . O ovom problemu je dosta pisano i od strane ARRL-a u Handbook-u . Rešenje ovakvog problema je da lokalni oscilator ili BFO moraju biti oklopljeni, najprostije, najbrže i najlakše rešenje je kutija od vitroplasta koja se lako obrađuje i lako lemi.

-AM detekcija , problem za koji je rečeno da postoji samo kod DC prijemnika . Pojava se dešava na mešačima zbog nedovoljne linearnosti istih kada oni rade kao AM detektori a demodulisani signal se zatim pojačava sa NF delom prijemnika . Ova pojava je prisutna i kod superheterodinskih prjemnika ali se sa MF kristalnim filterom eliminiše jer se pojačava MF . Ova pojava traži da postoji dovoljna selektivnost pre mešača kako bi se eliminisali ili smanjili signali van primanog opsega ili da se koriste prekidački mešači sa digitalnim kolima 4066 , 74CBT3253 ili sličnim . Digitalni prekidački meš(ači omoguć}avaju da na mešač priključe antena bez filtera a da još nešto korisno čuje na izlazu iz prijemnika , probajte ovaj test sa nekim drugim tipom mešača. Ova karakteristika DC prijemnika data je sa signalom obično u mV na ulazu u prijemnik i koji daje signal na nivou šuma . Dobre, vrednosti za DC prijemnik su reda 5-10mV ili signali reda S9 plus 50-60 dB na ulazu u mešača . Rešenje ovog problema je korišćenje što linearnijih mešača . Mešači sa dve antiparalelne diode sa LO na  $1/2 f_s$  imaju najbolje rezultate kod diodnih mešača ali ovaj tip detektora nije razmatran zbog njegovih drugih slabosti

-NF brujanje (hum) je posledica što 50 Hz direktno ulazi u NF delove prijemnika . Raspored pojačanja DC prijemnika je sasvim različit od onog kod superheterodinskog , pojačanja reda 100 dB su sasvim normalna i potrebna . Rešenje za ovaj problem je da se koriste oklopljene kutije i širmovani (oklopljeni) kablovi.

-Mikrofonija pojava koja može biti NF ili RF porekla. NF mikrofonija se rešava dobrom mehaničkom konstrukcijom gumenim odstojnicima ili slično . RF mikrofonija je posledica curenja oscilatora za detekciju (LO , BFO) na ulaz mešača. Signal se zatim reflektuje od ulaznog filtra , mehaničke promene menjaju fazu reflektovanog signala i daju NF siganl na izlazu mešača i debalansiraju isti . Rešenje je korišćenje kvalitetnih komponente i koje su zalivene , pre svega kalemovi u diplekseru na izlazu mešača.

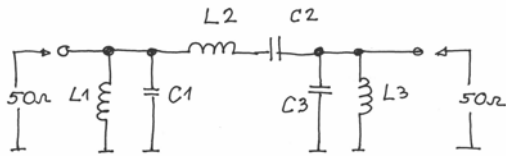
-NF petlje i oscilovanje , javljaju se najčešće kada izlazni NF pojačavač pobuđuje zvučnik .Velike struje koje su potrebne za NF pojačavač ako isti daje značajnu snagu , promene napona napajanja se detektuju u stepenima malih nivoa i pojačavaju sami od sebe i ako je nepovoljan raspored, signal se pojačava sam od sebe do klipovanja . Sve je to neprijatno za bilo kakvo slušanje. Rešenje ovoga problema je poštovanje pravila NF tehnike o zvezdastom rasporedu masa ako je moguće i korišćenje RC filtera na napajanje svakog modula , stepena i na taj način sprečavanje “kuplovanje” preko napona napajanja.

Bitni sklopovi DC prijemnika o kojima se posebno govori pre nego nego počnemo da govorimo o gore navedenim tipovima DC prijemnika su :

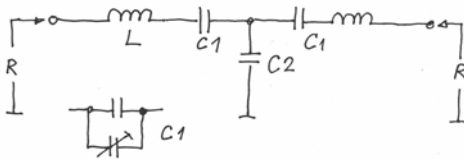
- 1. Ulazna kola**
- 2. Mešači**
- 3. Diplekseri na izlazu mešača**
- 4. NF pojačavač na izlazu dipeksera mešača**
- 5. Delitelji i pomerači signala i LO u fazi i kvadraturi (za 90 stepeni )**
- 6. Pomerači faze audio signala za 90 stepeni**

1.Ulazna kola na primanoj frekvenciji treba da obezbede dovoljnu selektivnost van primanog opsega . Autor ovog članka je pobornik ulaznih kola bez izvoda na kalemovima . Realizacija i podešavanje filtera sa kalemovima sa izvodima bez odgovarajućih instrumenata je izuzetno težak zadatak , posebno za nedovoljno iskusne konstruktore . Često se kao posledica loše podešenih ulaznih kola javljaju razni problemi: loša osetljivost ili AM detekcija što dovodi do bezrazložnog razočaranja u DC prijemnike ili konstrukcije istih . Dobri a relativno prosti filteri su one koje je dao L.Gordon K4VX u QST-u broj 09/1988 . Izgled filtera je dat na slici 3 a vrednosti elemenata sa karakteristikama dati su u tabeli ispod:

band	slabljenja na ostalim opsezima u dB				
(MHz)	3,5	7	14	21	28
3,5	<0,5	29	50	65	68
7	30	<0,5	32	41	49
14	56	32	<0,5	16	40
21	63	44	8	<0.5	15



BP K4VX



BP YU1LM

slika 3 Filteri propusnici opsega

Band	C1/C3 (pF)	C2 (pF)	L1/L3 (uH)	L2 (uH)	centar f MHz
1.8	4000	400	2,2	22	1,75
3.5	2000	200	1,1	11	3,4
7	1000	100	0,55	5,5	6,8
14	500	50	0,28	2,8	13,6
21	330	33	0,18	1,8	20,7
28	250	25	0,14	1,4	27,4

Dobra osobina ove K4VX realizacije je velika nekritičnost na vrednosti elemenata što nije karakteristika za zanemarivanje. Inače filteri su inicijalno predviđeni da stoje na izlazu primopredajnika od 100W i da spreče smetnje, pre svega širokopojasnim šumom, izlaznih tranzistorskih pojačavača na drugim opsezima u Multi-multi Contest timovima.

Sličan filter koji daje nešto bolju selektivnost ali koji traži da u filterima nalaze trimer kondenzatori i koji je nešto komplikovaniji za podešavanje. Šema filtra je data na slici 3. Autor je isti objavio u časopisu CQ QRP 6/7 1985 evo formula za njegovo izračunavanje gde su:

R-ulazna izlazna impedansa (u našem sličaju 50 Ohm-a)

f1-gornja granična frekvencija filtera (u Hz)

f2-donja granična frekvencija filtera (u Hz)

$$L = R / (2 * (f2 - f1))$$

$$C1 = (f2 - f1) / 2 * f2 * f2 * R$$

$$C2 = 1 / (f1 + f2) * R$$

L se dobijaju u (H) a C u (F)

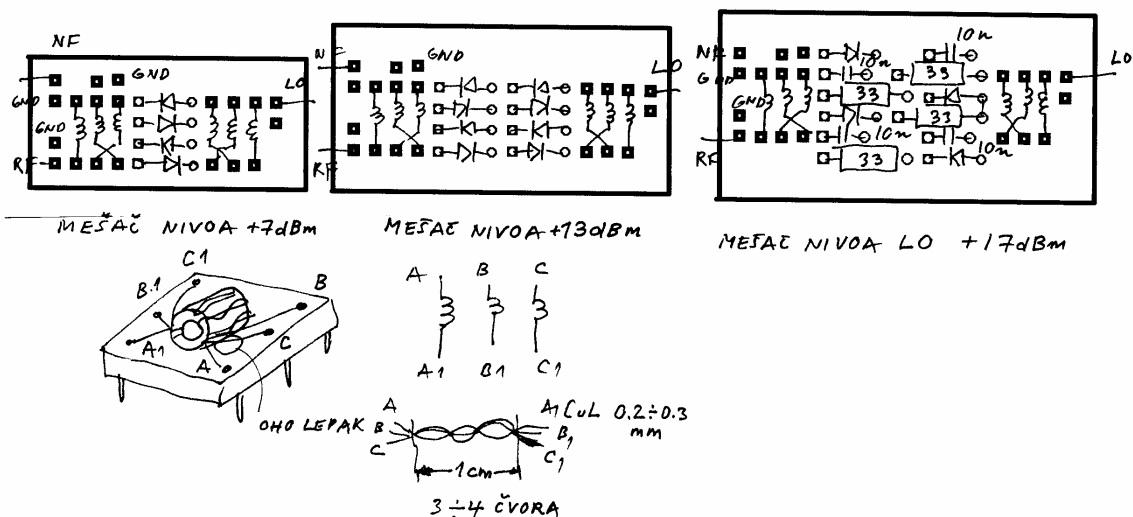
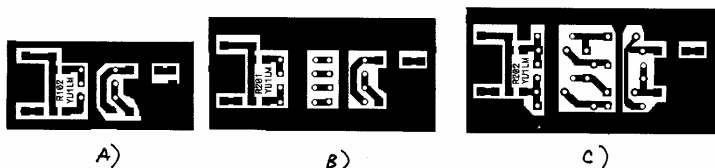
Filtere treba projektovati tako da propusni opseg  $B = f1 - f2$  bude optimalno 10% – 25% od  $f1$ . Ako se pažljivo gledaju formule za izračunavanje filtera vidi se da se L ne menja zavisno od frekvencije već da zavisi isključivo od B. Problemi u realizaciji filtera sa malih B na višim frekvencijama sada postaju jasniji jer je izuzetno teško realizovati velike induktivnosti sa dobrim Q faktorom na visokim frekvencijama. I sa skoro idealnim induktivnostima i kapacitivnostima, Q veoma veliko, gubici filtera rastu ako se B smanjuje. U slučaju vrlo uskih filtera dobijaju se vrlo velike vrednosti za L a male za C tako da nije moguće realizovati upotrbljiv filter sa relativno malim gubicima. Primeri koje je realizovao autor:

filter za 14 MHz  $B = 1\text{MHz}$   $C1 = 15\text{pF} = 8.2\text{pF} + \text{trimer } 3 - 9\text{ pF}$ ,  $C2 = 220\text{ pF}$ ,  $L = 7,8\text{ uH}$ .

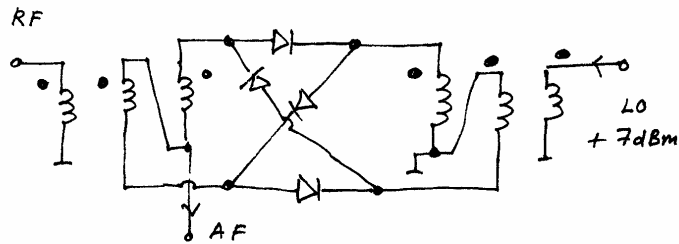
Filter za 3,5 MHz B = 0,5 MHz C1 = 120 pF = 82pF + trimer 60pF , C2 = 850 pF = 820 pF + 33 pF i L = 15,8uH.

-Mešači su najkritičnija komponenta DC prijemnika . Autor je sagradio i testirao razne mešače fabričke i one koje je on ili su njegovi prijatelji pre svega Dule YU1RK sagradili . Nedvosmisleni zaključak koji se nameće kao višegodišnje iskustvo da su najjednostavniji i da najbolje rade diodni dvostruko balansirani mešači sa Schotky diodama ali i običnim diodama Si tipa 1N4148. Naravno fabrički mešači SRA1 , SRA1H, SBL... su bolji imaju nešto manje gubitke a pre svega su bolje balansirani (potiskivanje ulazne frekvencije i oscilatora za mešanje . Razlika sem cene između pravljenih i fabričkih mešača je velika kada pređemo preko 100-200 MHz jer su samograditelji u nemogućnosti da imaju određene kvalitetne komponente i dobro uparene diode kao fabrike. Date su realizacije diodnih mešača sa različitim karakteristikama u pogledu linearnosti ( različiti nivoi LO ) kao i rasporedi na štampanim pločicama . Zgodno je da su mešači u zatvorenim kutijicama jer na taj način se znatno smanjuju spoljni uticaji na mešač kao i nepredviđeno i neželjeno zračenje mešača na ostatak prijemnika . Date su i realizacije RF transformatora na ulazima i izlazima diodnih mešača . Autor predlaže da se kao nosač transformatora koriste podnožja za integrisana kola na koje su transformatori zalepe sa OHO lepkom . Ovakva konstrukcija “pije vodu” do stotinak MHz . Za više fekvencije treba skratiti izvode žica na minimum .

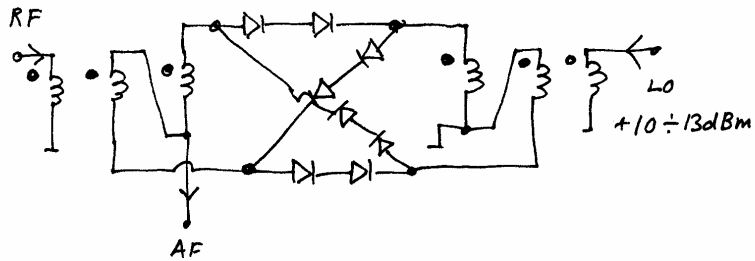
Materijali za RF transformatore treba da su magnetni materijali sa odgovarajućim  $\mu$  (permeabilnošću) tako da je za najnižu radnu RF frekvenciju ispunjen uslov da je impedansa induktivnosti  $Z = 6,28 * f * L = 4 * R$  gde je R ulazno / izlazna impedansa mešača (u našem slučaju 50 Ohm-a) . Praktično najčešće se koriste perlice ili torusi kao na primer FT 37 43 od Amidona. Odli-no rade i torusi sa dve rupe (piggy nose) za asimetri-čne članove kod TV kao i lonci iz međufrekvencija za ST KT . Postoji mogućnost da su feriti provodni , proverava se sa AVO metrom koji treba pokazati beskonačnu otpornost . Može se desiti da se na oštrim ivicama ferita skine izolacija sa bakarne žice i da



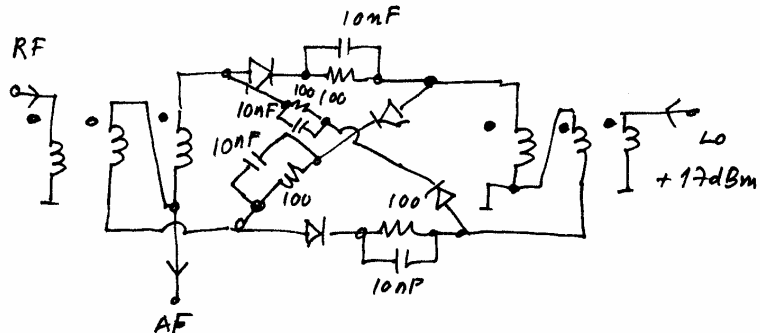
meš(ač "čudno" radi. Umesto Schotky dioda HP2800 , BAS 40 , BA 482 ili BAS 70 odli-no su na KT radile diode tipa 1N4148, 1N914 ili slične. Za motanje transformatora treba koristiti trifilarno ( tri) , upredene ickice 0,2 - 0,3 mm CuL sa 3 ~vora na 1 cm dužine što je kao transmission line impedanse oko 50 Ohm-a. Sa ovakvom trifilarnom ( ili bifilarnom ) žicom trebaju da se motaju svi širokopojasni transformatori na šemama u ovom članku.



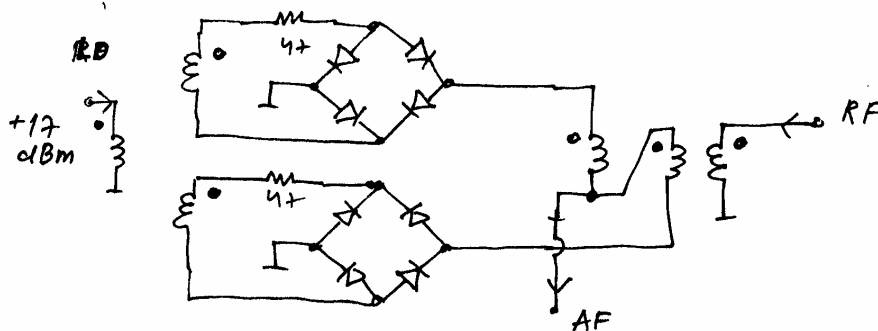
A)  $1P3in$   $12 \div 18dBm$  (SBL1, ....)



B)  $1P3in$   $18 \div 22dBm$  (SBL 2 LH, ....)



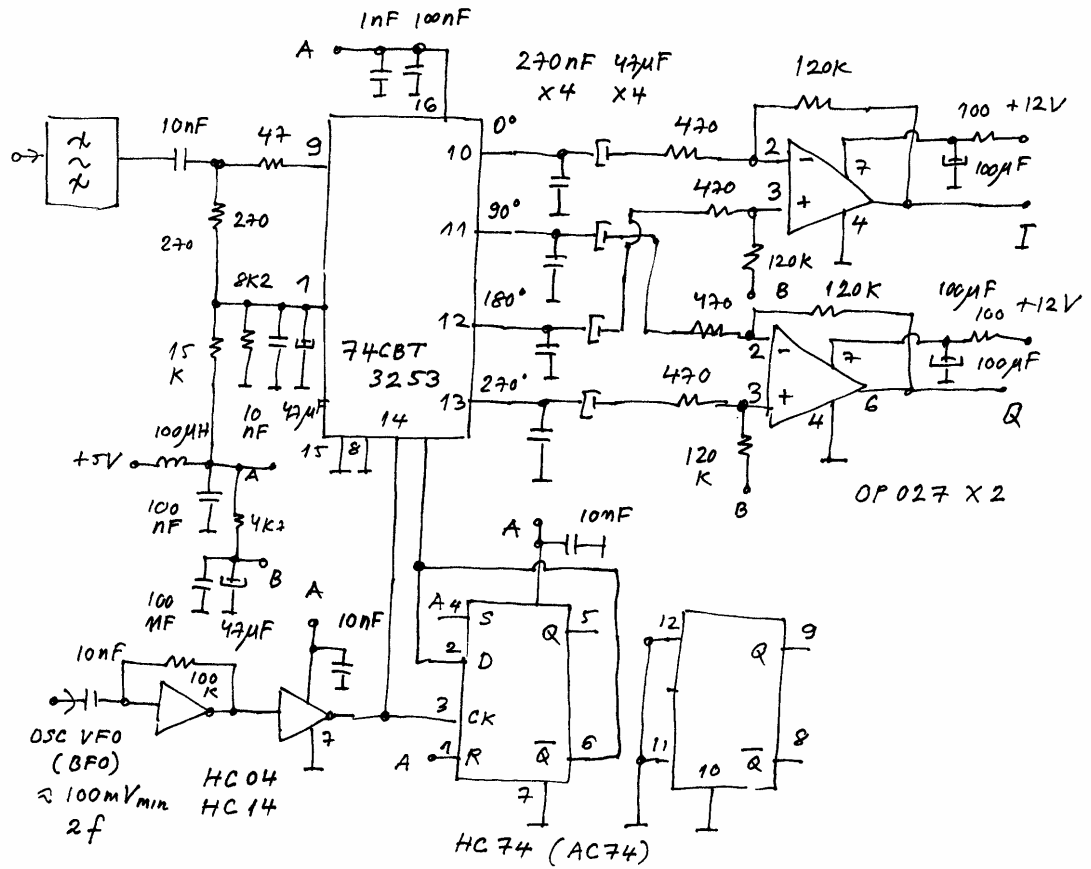
c)  $1P3in$   $26 \div 30 dBm$  (SRA1H, ...)



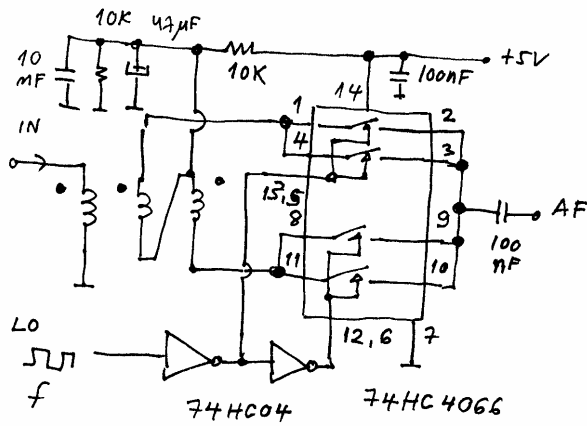
d)  $1P3in$   $26 \div 31 dBm$  (SRA1H)

Drugi tipovi mešača su veoma inferiorni u svojim specifikacijama pre svega u svojoj linearnosti to jest u mogućnosti da istrpe velike signale na ulazu kao veoma popularni NE 612 ili slični. Motorola je napravila integrisano kolo dvostruko balansni mešač sa Gilbertovom ćelijom koji ima izuzetne karakteristike u pogledu linearnosti.  $IP3in$  je reda 20 dBm kolo radi od 0 Hz do 2 GHz sve to u SMD kućištu sa 8 nožica i sa naponima napajanja do 6,5 V. Mešač MC 13143 obećava ali autor članka nije uspeo da ga nabavi i isproba, ovaj je mešač je za preko 30 dB superiorniji od dobro poznatog NE 612 (602) pa se u budućnosti mogu očekivati dobre konstrukcije DC prijemnici sa njim. Trenutno najviše obećava digitalno kolo 74 CBT 3253. Kolo je multiplexer 1 na 4, izuzetnih karaktristika. Otpornost pri preklapanju na 30 MHz je reda 1 Ohm, po katalogugu manje od 5 Ohm-a. Linearnost, koju je izmerio Tayloe N7VE,  $IP3in$  bolji od 30 dBm uz gubitke pri konverziji mešanju oko 1 dB !!! Ovaj mešač ima jednu prednost u odnosu na ostale jer mu nije potrebna RF mreža za pomeranje faze lokalnog oscilatora kod DC prijemnika tip 2 i 3. Pored toga kolo radi kao SCF (Switching. Capacitors Filter) pa imamo jedan problem manje. Kako ništa nije idealno nedostak realizacije sa kolom je da lokalni oscilator LO mora da radi na dvostrukoj radnoj frekvenciji. Dobro se pokazao i mešač sa 4066 kolom koji ima izuzetnu linearnost. Neki autori su vršili predpolarizaciju ulaza no to nije dovelo do boljih rezultata u pogledu  $IP3in$ . Digitalni mešači omogućavaju odnose signal šum S/N preko 60 dB što je teško ostvarivo sa diodnim i drugim tipovima detektora. Važno je napomenuti da za pobudu mešača koriste digitalni signali u protiv fazi to jest pomereni za 180 stepeni.

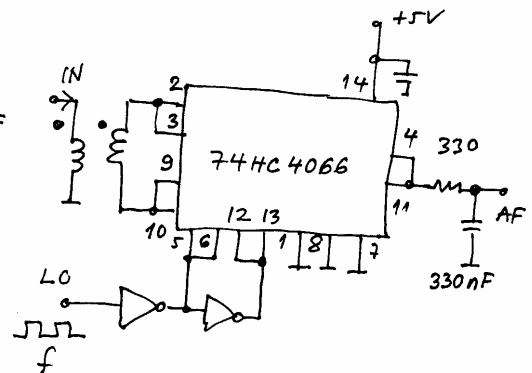




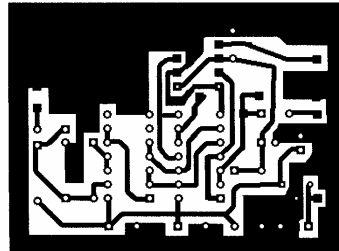
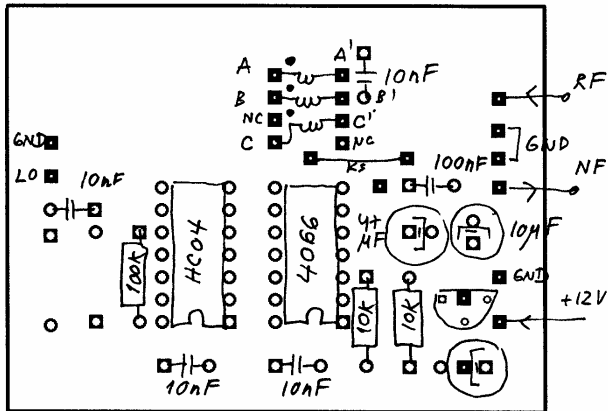
A) N7VE  $1P3in \approx 30dBm$



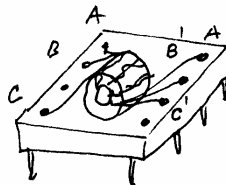
B) RF DESIGN 6/'95



C) QRP REPORT 1/97 DJ1ZB



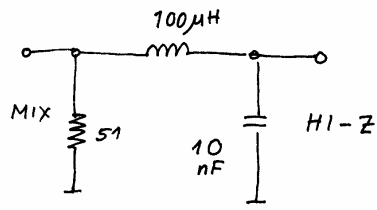
MEŠAČ SA 4066 RF DESIGN 6/95



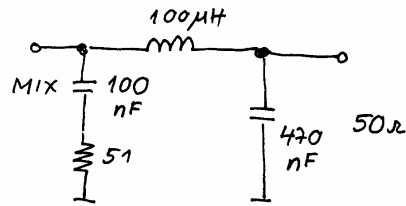
Diplekseri ,za postizanje optimalnih karakteristika mešača veoma su važni diplekseri ro jest mreže kojima su mešači širopojasno , od NF-a do RF-a , zatvoreni . Posebno je osetljiv ulaz IF ( NF ) diodnih mešača . Ova tema je mnogo razmatrana u literaturi postoje razna rešenja a autor teksta je isprobao mnoga i preporučuje kola sa slike pod B , C , D . Praktična iskustva govore da kod većine mešača nije najbolje rešenje da postoji DC put preko mreže ili otpornika 50 Ohm-a ka masi . Autori kao W. Heyword W7ZOI govore da je najbolji relativno prosto kolo pod C . Komplikovana kola kao kod R2 prijemnika KK7B su dobra ali je teško u realizaciji postići uparenost grana kod prijemnika tipa 2 i 3 . Kod kalemova u dipleksu važno je da su zaliveni dabi se sprečila mikrofonija . Kalemovi mogu biti gotovi , standardnih vrednosti ili da se namotani na odgovarajućim " POT " jezgrima (sa dva lonca) sa  $AL \geq 1000$  i slično .

Induktivnost kalema je  $L = Al * n * n$  gde je n broj zavojaka kalema .

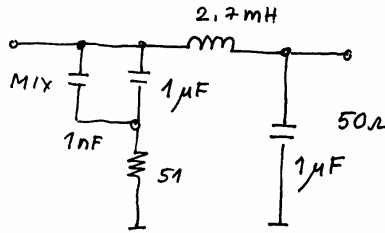
Složenim kolima moguće postići selektivnost na izlazu iz mešača koja se približavaju kristalnim filterima kao kolo pod F. Važno je istaći da kalemovi za dipleksere moraju da imaju što manje gubitke što veći Q (što manja dužina žice i što veći njen prečnik) jer ćemo imati dodatne gubitke i po par dB što I nije neobično ako se koriste mali po dimenzijama zaliveni kalemovi pri niskim impedansama 50 Ohm-a .



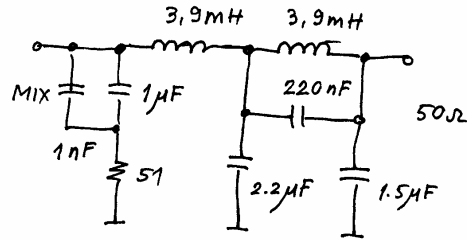
A) W7Z01



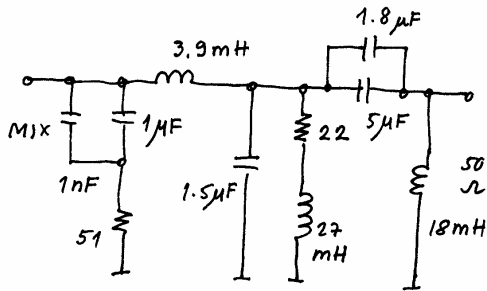
B) W7EL



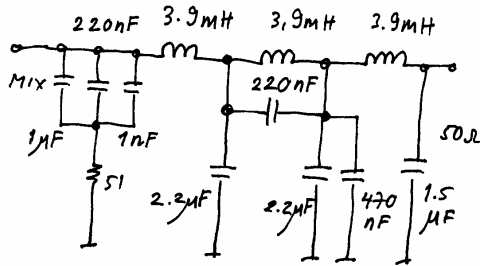
C) W7Z01 QRP.POP.NET



D) YU1LM (SSB)



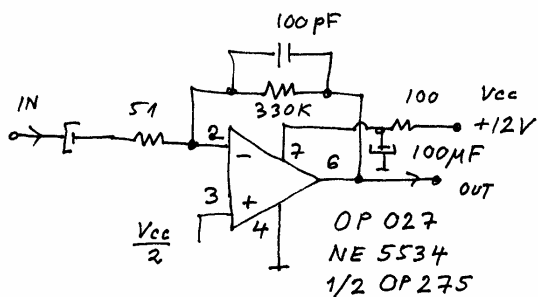
E) KK7B R1(R2) SSB



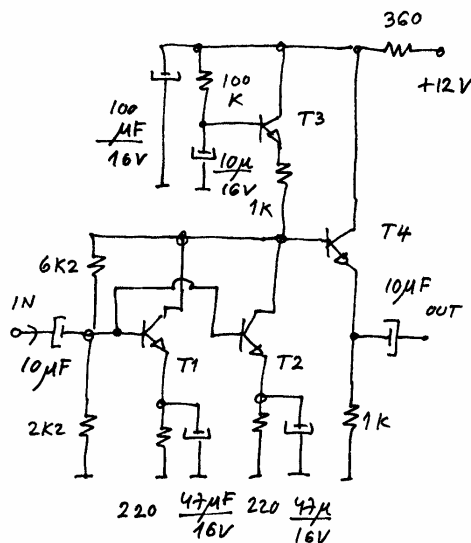
F) YU1LM -70 dB (5KHz) SSB

-Posle dipleksera nalazi se predpojačavač koji ima zadatak da pojača demodulisani signal i da ima istovremeno mali faktor šuma veliki dinamički opseg i da je ulazna impedansa 50 Ohm-a. Problem je sličan rešavanju predpojačavača za MC i MM glave u audio tehnici. Kao u slučaju dipleksera i ovde je u literaturi predloženo sijaset rešenja. Najjednostavnije rešenje i uvek ponovljivo je da se stavi malošumni operacioni pojačavač. Nažalost minimalni šum OP nije kada je ulazna impedansa 50 Ohm-a. Moguće rešenje je da se koristi NF transformator za prilagođenje na minimalni šum OP no to nije baš popularno rešenje danas. N7VE koristi OP 027 u svom prijemniku, OP027 je izuzetno malošumni OP prihvatljive cene ali bi se sigurno bolje karakteristike postigle sa tranzistorima ili specijalnim kolima tipa MAT3, 4 i sličnim. MAT kola su upareni malošumni diferencijalni parovi. Autor je isprobao razna rešenja počevši od onog koje je predložio W7EL. Spoj sa uzemljenom bazom je i

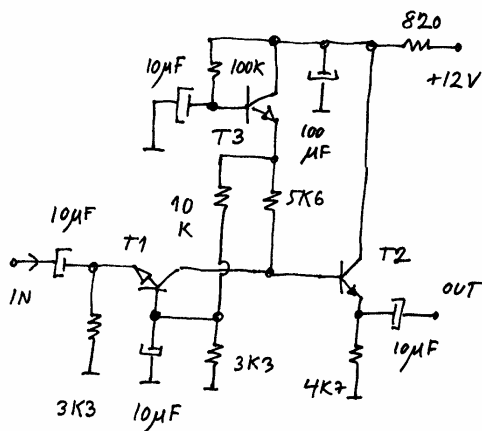
dalje je dobar izbor jer sa dobija dobar faktor šuma bolji od 2 dB ( zavisno od tipa tranzistora BC 413 , BC550..) . Pojačanje je reda 30 ili više dB. Kolo ulazi u saturaciju kada je ulazni detektovani signal reda 10 mV p-p što odgovar ulaznom signalu od preko 59 plus 60 dB . Slične karakteristike ima predlog VE3DNL koji predlaže spoj sa uzemljenim emiterom . Prednost ovog spoja je da kada se stave upareni tranzistori istog pojašanja +/- 5 % dobija se šum koji je manji za kvadratni koren iz broja tranzistora . Ovo unapređenje potiče od toga što je šum nekorelisana (slučajna) veličina za paralelne tranzistore dok je primani signal korelisana . Praktični rezultati su da se dobija sa 4 tranzistora BC 550C pojačanja većeg od 200 faktor šuma oko 0,5 dB što je odličan rezultat (neki autori su isprobali i spoj sa 16 paralelnih tranzistora) . Verovatno bi diferencijalni par MAT 3 i slični u istoj šemi dao još i bolje rezultate . Ovo kolo određuje prag prijema , to jest MDS , odnosno faktor šuma DC prijemnika (aproksimacija gubici pre predpojačavača + faktor šuma predpojačavača) . Ostali tipovi predpojačavača sa JFET i MOS FET nisu dali tako dobre karakteristike . Kada predpojačavač pojača detektovani signal tridesetak decibela mogu se koristiti OP AMP ali vodeći računa da im se propusni opsezi pojačanja ograniče niskopropusnim filterima



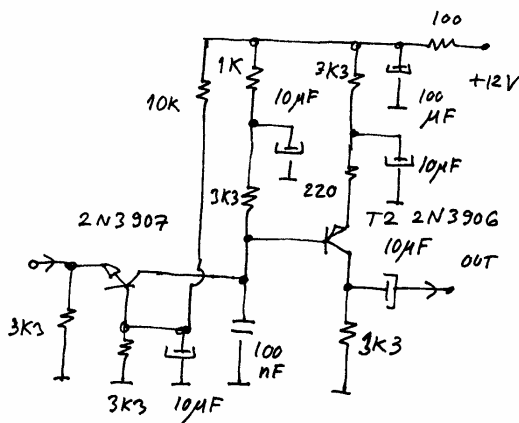
A) DL7AJY CQDL 3/91



B) VE3.... SVI TRANZISTORI BC550 ILI SLIČNI MALOŠUMNI



C) W7EL - SVI TRANZISTORI BC550 ILI SLIČNI MALOŠUMNI

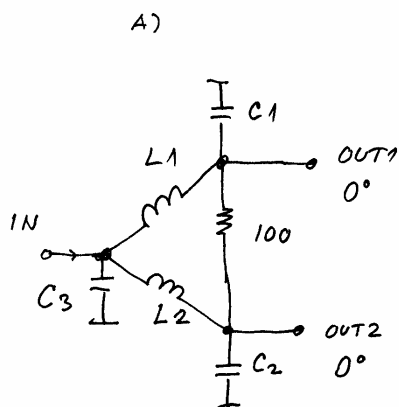
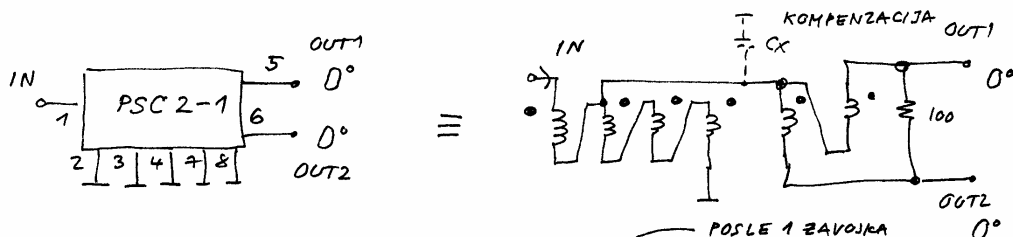


D) W7Z01 ARRL HANDBOOK 1994

-Delitelji snage mogu biti širokopojasni ( PSC 2-1 Mini Circuits 1-500 MHz ) ili uskopojasni kao na primer Wilkinson-ovi . Takođe u DC prijemnicima su važni i delitelji snage pomerači faze za 90 stepeni . Važno je da se zbog što boljih karakteristika pomerači faze za 90 stepeni nalaze na deljenju snage lokalnog oscilatora . Razlog je da promene amplitude se tada , ako su male , mogu zanemariti pa je potiskivanje audio imidža veće i zavisi skoro isključivo od razlike faze. Ovde su dati primeri za neke tipove RF pomerača faze i delitelja u fazi i kako se oni realizuju . Izbor odgovarajućeg delitelja u fazi ili kvadraturi zavisi od želja i mogućnosti . Prosti pomerači faze su obično uskopojasni . Relativno prost a dovoljno širokopojasan pomerač u kvadraturi je dat pod G od KK7B koji u realizaciji za 14 MHz dobro radi od 13. 5 MHz do 15 MHz dok su svi ostali sem pomerača pod F značajno uskopojasniji .

Pomerači faze na RF-u i audio nivou došli su na loš glas u šesdesetim godina kod tada popularnih SSB primopredajnika po faznim metodama jer su bili u kolima sa elektronskim cevima . Grejanje istih i loš kvalitet komponenti dovodili su da se performanse menjaju i da se potiskivanje audio imidža , odnosno drugog bočnog opsega i nosioca pri predaji mnogo menjaju u radu i vremenu . Sada je situacija sasvim suprotna jer je kvalitet komponenti i njihova preciznost značajno poboljšana , zatim grejanje koje utiče na stabilnost karakteristika je kod tranzistorske tehnike znatno smanjeno. Sa druge strane nabavljivost komponenti je takođe mnogo veća pa ne postoje više tako veliki razlozi da se od ove tehnike toliko " beži " s obzirom da je moguće postići odlične karakteristike i prijemnika i predajnika . Potiskivanja imidža odnosno drugog bočnog opsega kod predajnika moguće je postići i do 60 dB jer je nabavka tačnih komponenti danas relativno dostupna stvar .

Nabavka komponenti tačnosti od 1% ne predstavlja problem ( Burklin ) . Neki noviji treansiveri koriste ovu tehniku I i Q ( grana u kvdraturi ) na poslednjoj međufrekvenciji reda 10 – 50 kHz sa DSP procesorima.

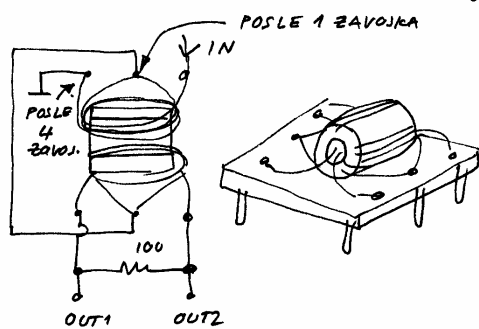


$$X_{C3} = 35 = \frac{1}{2\pi f \cdot C3}$$

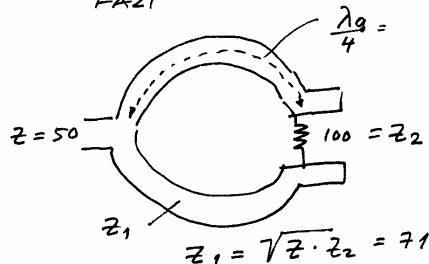
$$X_{L1} = X_{L2} = 71 = 2\pi f \cdot L$$

$$X_{C1} = X_{C2} = 71 = \frac{1}{2\pi f \cdot C1}$$

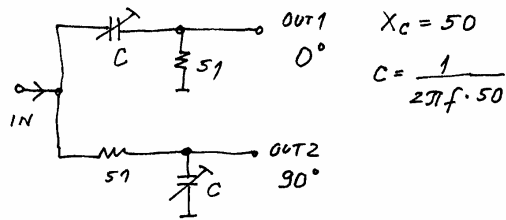
D) Wilkinson



B) PRAVLJENJE DELITELJA U FAZI



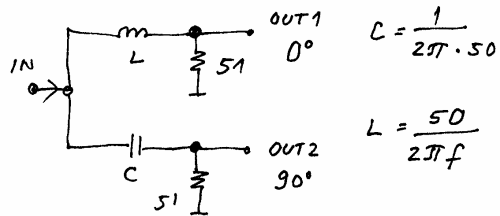
E) Mikrostup Wilkinson



$$X_C = 50$$

$$C = \frac{1}{2\pi f \cdot 50}$$

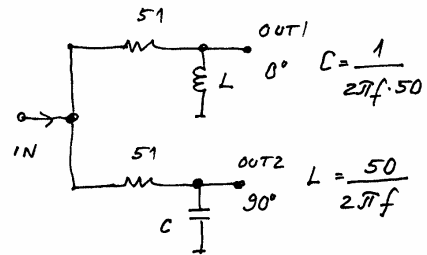
A)



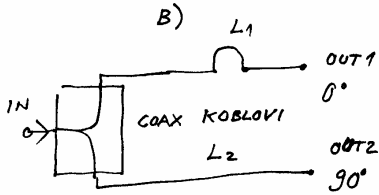
$$C = \frac{1}{2\pi f \cdot 50}$$

$$L = \frac{50}{2\pi f}$$

B)



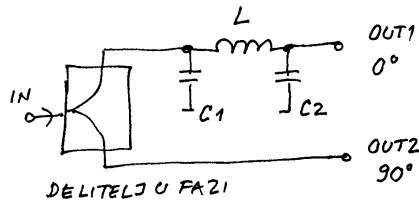
C)



DELITELJ U FAZI

$L_1$  VEĆE OD  $L_2$  ZA  $\frac{\lambda_g}{4}$   
ZA RG174  $\lambda_g = 0.67\lambda$

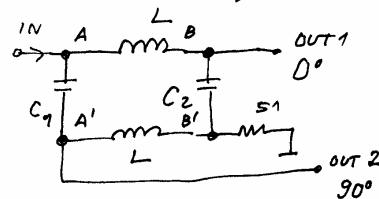
D)



DELITELJ U FAZI

$$X_{C1} = X_{C2} = 50 = \frac{1}{2\pi f \cdot C}$$

$$X_L = 50 = 2\pi f \cdot L$$



KK7B SPRAT '92

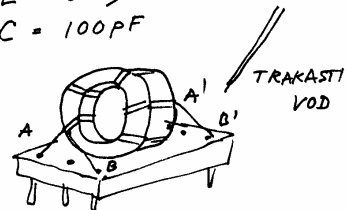
$$X_L = 50 = 2\pi f \cdot L$$

$$X_{C1} = X_{C2} = 100 = \frac{1}{2\pi f \cdot C}$$

ZA 14 MHz

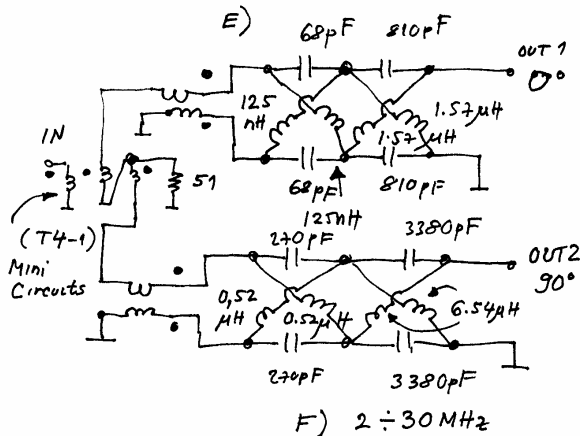
$$L = 0.56 \mu H$$

$$C = 100 PF$$



FINIM POMERANJEM NAMOTAJA  
NAMEJTA SE NAJBOLJE POTISKIVANJE  
PRE FIKSIRANJA "DHO" LEPKOM

G)



F) 2 ÷ 30 MHz







Prijemnici prvog tipa su najprostiji , oni imaju nedostatak što primaju i drugi bočni opseg pa su im zato karakteristike za oko 3 dB lošije od druga dva tipa .Dat su dva prijemnika : jedan je verzija W7EL (realizacija ZL2BCW i moja verzija stampane ploče) i drugi je verzija koju sam razvio i koji je sličan prethodnom prijemniku ali ima audio AGC .Ovaj prijemnik omogućava da se prijatnije slušaju na opsegu velike gužve kao što su na primer DX-ovi ili kontesti . Manji nedostatak prijemnika je da postoji “ pumpanje “ tipično za audio AGC , opseg regulacije je nešto veći od 50 dB što je sasvim dovoljno za prijatno slušanje na opsegu . Prijemnici su prosti i njihova ponovljivost je jako dobra i to je veoma dobar početak za DC prijemnike i da se vidi kvalitet koji oni omogućavaju pri prijemu . Dva ista prijemnika ovog tipa mogu poslužiti kao osnova za prijemnika 2 i 3 tipa sa dodatkom mreža za pomeranje audio faze i delitelja u fazi na ulazu u prijemnik ili stavljanjem Weaver-ovog detektora . Odgovarajući bočni opseg dobija se izborom faza audio pmeračkog lanca i sabiranjem dve grane prijemnika .

## Prijemnici drugog tipa

Drugi tip prijemnika je onaj koji daje relativno najbolje rezultate . Stepen komplikovanosti koji je neophodan za postizanje performansi je različit od prijemnika tipa 1 ali suština je da je neophodno realizovati kvalitetne pmerače faze za 90 stepeni na audio i na RF nivou.

Data su tri tipa mreže za pomeranje audio signala . Najprostije kolo je veoma staro autor W2KUJ (realizacija G3TDZ za projekat DC prijemnika objavljenog u časopisu Radio Communication 1976 i u Spratu 1990 “ White rose receiver “ ). Važno je da su kao kod svih mreža komponente što tačnije tolerancije 1% ili bolje, potiskivanje drugog bočnog opsega je reda 37-40 dB od 350 – 3300 Hz . Važno je primeti da su pojačnje različito u granama . Nešto komplikovanije kolo je sa all pass mreža sa operacionim pojačavačima OP sa kojim je moguće potiskivanje imidža veće od 40 dB u istom opsegu . Na štampi je ostavljena mogućnost da se tačnije vrednosti dobiju konbinovanjem otpornika i kondenzatora . Potiskivanje audio imidža menja se kroz opseg od 300 – 3300 Hz jer postoji talasanje oko 90 stepeni .

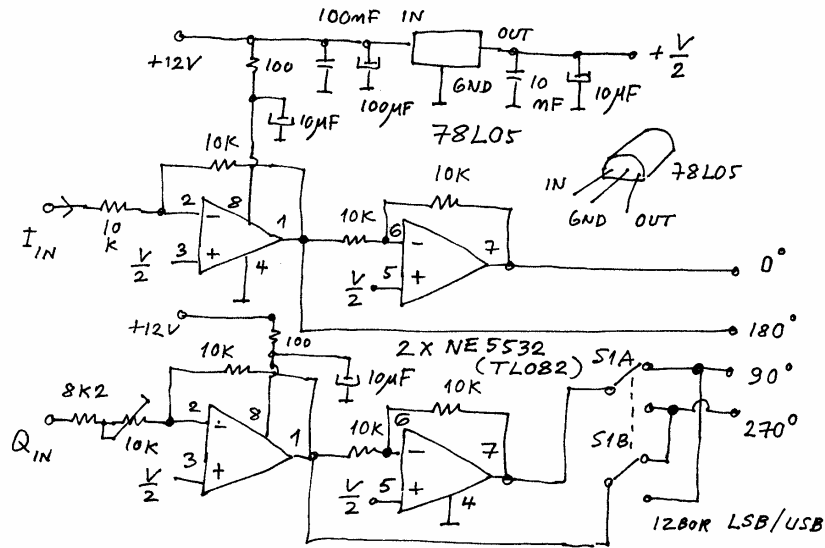
Najbolje rezultate moguće je postići sa polifaznim sistemom popularisan od HA5WH u Radio Communication 1976 i detaljno analiziran od JA1KO u QEX 6/1995 . Stepen komplikovanosti je veći jer imamo veći broj komponenti ali one sada ne moraju kao kod prethodnih rešenja da imaju tačnost od 1% već zadovoljavaju i komponente tačnosti 5 % . Potiskivanja od imidža od 60 i više dB ne predstavlja problem . Za pobudu polifaznog sistema koristi se drajver koji se koristi i za treći tip DC prijemnika S53MV.

Potiskivanje imidža u zavisnosti od tačnosti pomeranja u I Q granama je

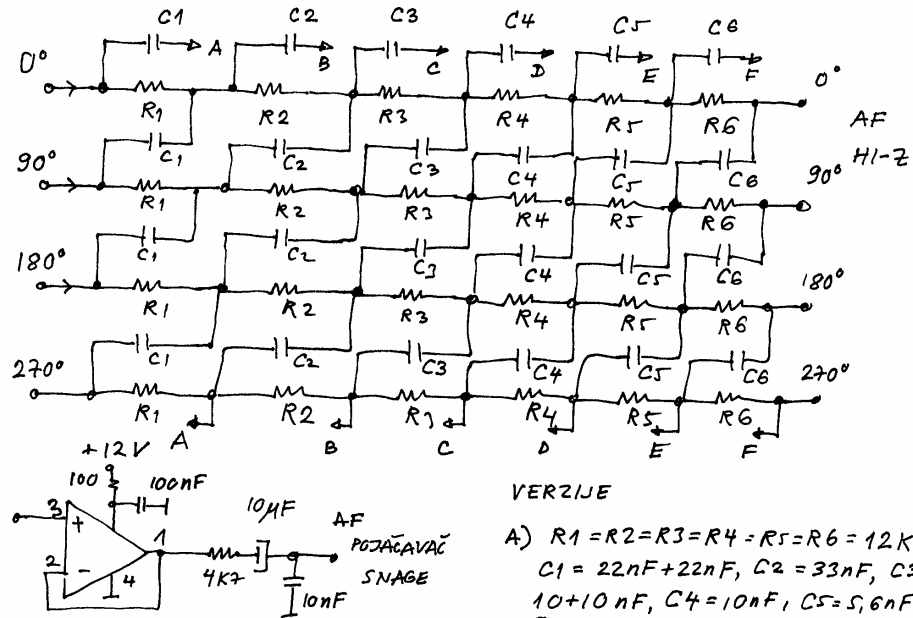
Fazna greška ( stepen )	potiskivanje imidža ( dB )
0.125	53.24
0.5	47.16
1	41.11
2	35.01
3	31.42
4	28.85

Ovi rezultati važe pod uslovom da nepostoji amplitudski debalans između I i Q grane jer se u protivnom rezultati dodatno kvare . Polifazne mreže imaju gubitke koji se kreću od 6 do 11 dB pa o tome treba voditi računa pri planiranju pojačanja u DC prijemnicima.





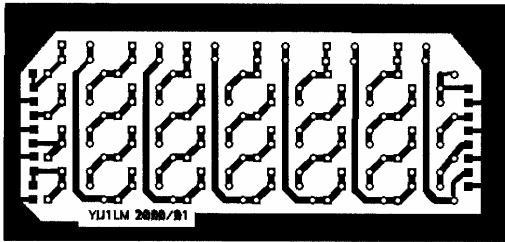
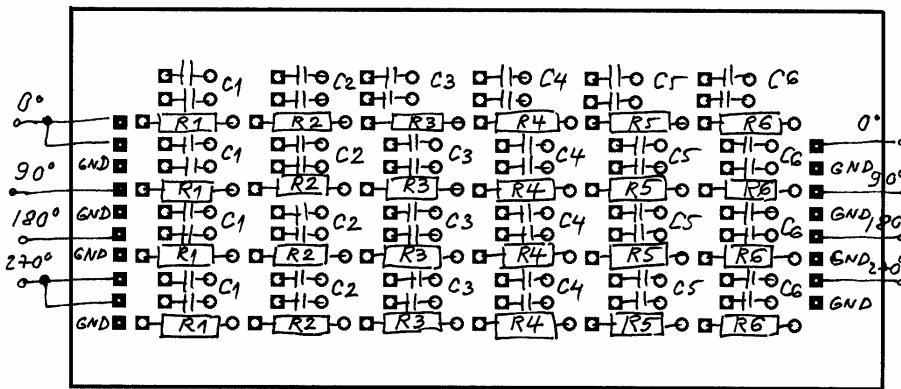
POBUDA ZA POLIFAZNI POMERAČ FAZE I LI  
DEMODULATOR S 53MV



VERZIJE

- A)  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = 12K$   
 $C_1 = 22nF + 22nF, C_2 = 33nF, C_3 = 10 + 10nF, C_4 = 10nF, C_5 = 5,6nF$   
 $C_6 = 4,7nF$
- B)  $R_1 \dots R_6 = 10K, C_1 = 4,7nF, C_2 = 33nF$   
 $C_3 = 22nF, C_4 = 15nF, C_5 = 10nF, C_6 = 5,6nF$
- c)  $C_1 \dots C_6 = 10nF, R_1 = 4,7K, R_2 = 33K$   
 $R_3 = 22K, R_4 = 15K, R_5 = 10K, R_6 = 5,6K$

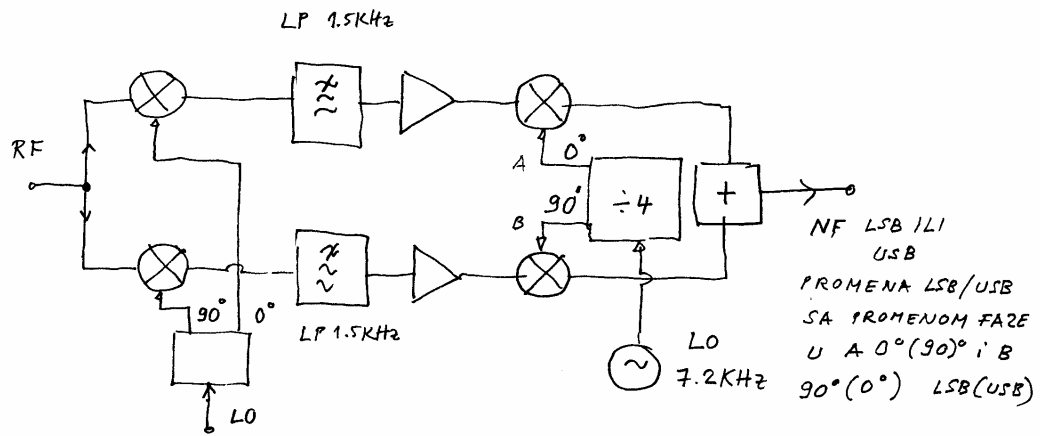
POLIFAZNI POMERAČ FAZE U AUDIO OPSEGU SA "BUFFER"-OM



AUDIO POLIFAZNI POMERAČ FAZE

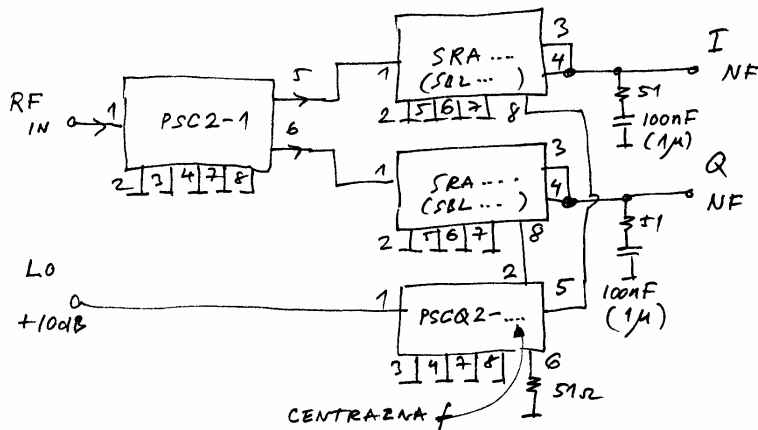
### Prijemnici trećeg tipa ili DC prijemnici po Weaver-ovoj metodi

Ovaj tip DC prijemnika je najkomplicovaniji i najteže se razume jer prosto neverovatno izgleda da je moguće postići potiskivanje neželjenog i izdvajanje korisnog bočnog opsega kada se modulirani spektri ukrste. Blok šema prijemnika Weaver demodulatora data je na sledećoj slici. Ova metoda detakcije polazi i od jedne objektivne karakteristike ljudskog govora da je opseg u kome je gore navedeni pomoćni nosilac "prazan" to jest da nema mnogo korisnih komponenti koje utiču na kvalitet prijema odnosno razumljivost govora. NASA je za svoje komunikacije sa posadama koje su putovale na mesec izbacivala ovaj deo opsega ili ga koristila za telemetriju životnih funkcijama astronauta. Iako izgleda kao najjednostavniji način za detekciju sa potiskivanjem imidža metoda nije bez mana. Moraju se koristiti vrlo "oštri" niskopropusni filteri koji moraju da potisnu pomoćni nosilac koji i pored dobrog balansiranja "curi" i koji se u prijemu čuje kao konstantan ton. Mali "problemčić" koji je uvek prisutan kod DC prijemnika sa potiskivanjem imidža, za postizanje maksimalnog potiskivanja potrebna je dobra uparenost grana u kvadraturi I i Q amplitudski i fazno. Za ovu metodu date su dve verzije prijemnika za koju je napravljen digitani generator pomoćnog nosioca koji radi u oba slučaja i koji koristi jeftini kvarc iz satnih mehanizama na 32768 Hz. Modul se sastoji od oscilatora sa 4011 i delitelja sa 3 sa 4013. Signal 10922 Hz se satim vodi na kolo 4029 koji je UP/DOWN brojač presetovan da deli sa 16. Na izlazu se dobijaju frekvencije 5461, 2731, 1365 i 687 Hz koje su potrebne za demodulator i modulator od M. Vidmara S53MV (ex YU3MV) objavljenog u CQ S5 časopisu i na Internetu sajtu S5 saveza WWW. HAMRADIO.SI. Drugi demodulator je dat u časopisu CQ DL 12/1984 od autora B. Kainka DK7JD ovde je izdvojen deo koji je kompatibilan sa ostalim modulima i kome je potreban signal u kvadraturi dobijen iz digitalnog modula deljenjem frekvencije 5461 Hz sa 4 integrisanim kolom 4013 ovaj deo radi i u predaji. Demodulacija sa pomoćnim nosiocem obavlja se sa kolom 4066 (CD ili HEF) na koga se dovode u svakoj grani signali u protiv fazi, 4066 radi kao dvostruko balansni mešač. Izbor bočnog opsega se obavlja tako što se u jednoj grani promene mesta faze pomoćnog nosioca na demodulatoru. Ako se isti modul koristi kao predajni pri prelasku na predaju se radi ista operacija ali u kontra pravcu.



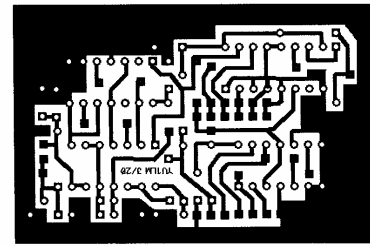
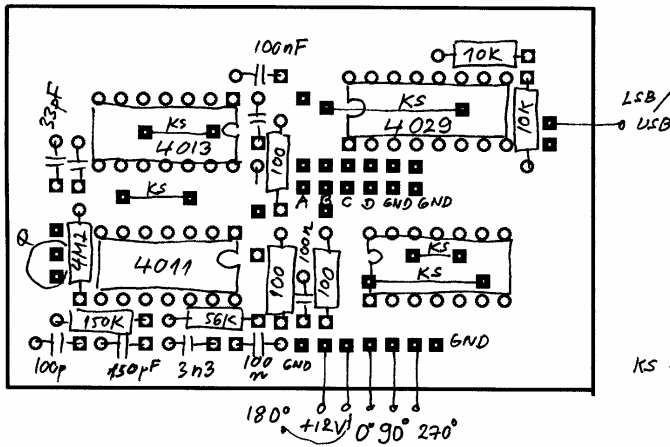
WEAVER - 0V DEMODULATOR DC PRIJEMNIK TIP 3

S53MV koristi polifazni sistem za demodulaciju sa anlognim multiplekserom 1 na 8 kolom 4051 . Na koga se dovode gore navedeni signali za upravljanje i koji preko R mreže konbinuju ulaze i na taj način izdvaja željeni bočni opseg ( LSB ili USB ) . Kolo je relativno prosto i zbog polifaznog sistema potiskivanje parazitnog nosioca je relativno lako , izbor bočnog opsega vrši se izborom smeru brojanja UP ili DOWN na kolu 4029 .



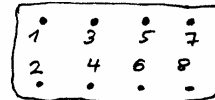
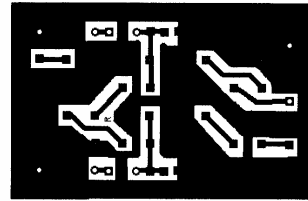
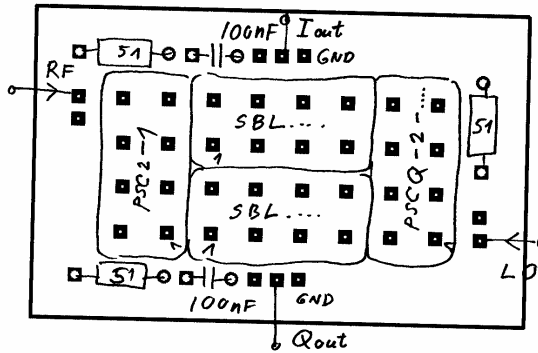
F) I-Q (KVADRATURNI DEMODULATOR) ZA PRIJEMNIKE 2 i 3





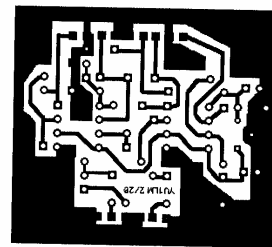
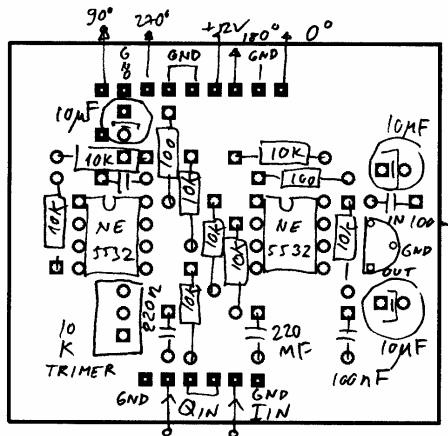
KS - KRATKOSPojNIK

GENERATOR TAKTA ZA S53MV/DK7JD DEMODULATORE (U SLUČAJU KORIŠĆENJA Q 3n3 KRATKOSPojNITI)

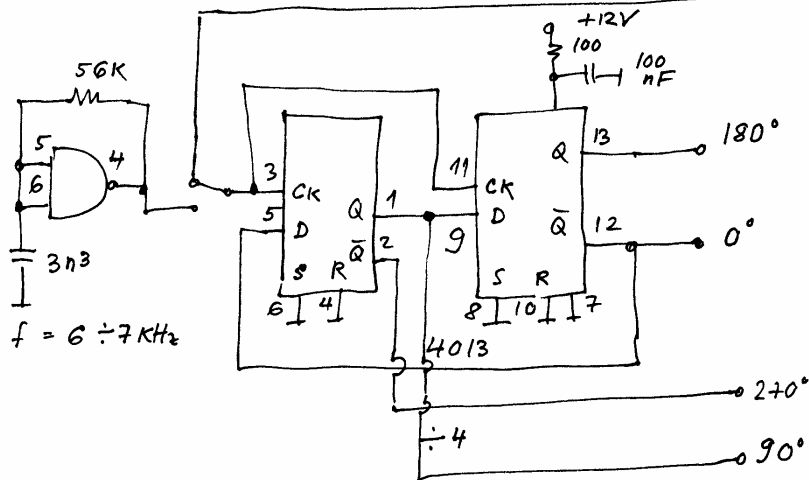
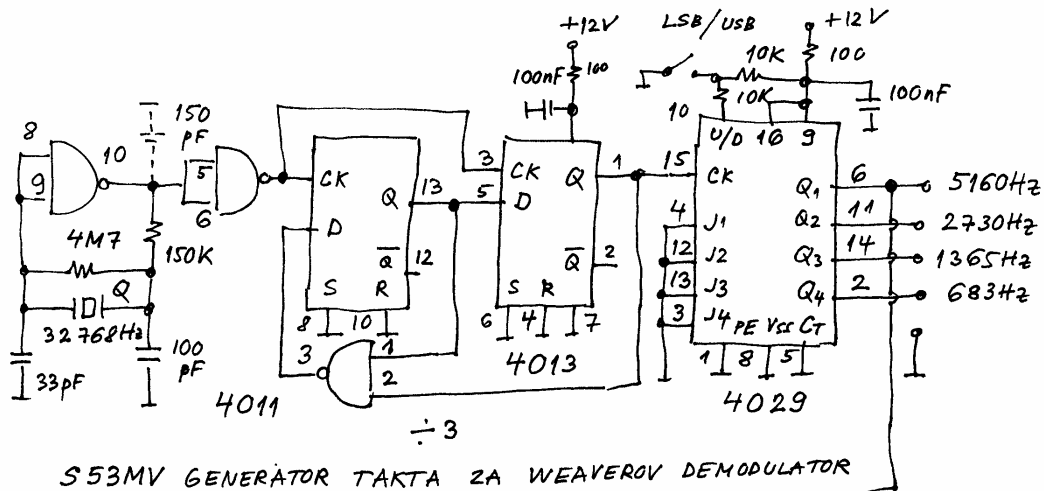


POGLED ODOZDO

I-Q DEMODULATOR ZA PRIJEMNIKE 213 TIPIA SA MEŠAČIMA, DELITELJIMA I POMERAČIMA FAZE MINICIRCUITS

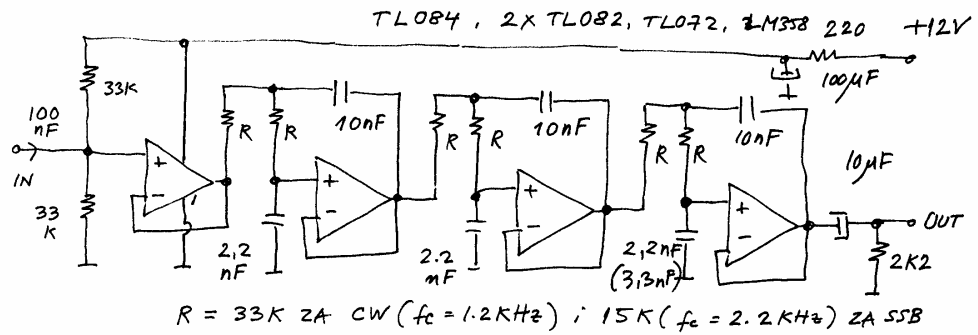


DRIVER ZA POLIFAZNE SISTEME N7VE, S53MV...

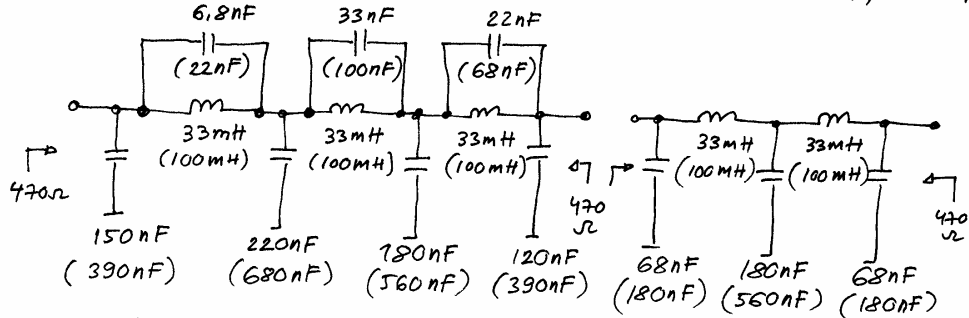


Još jedna stvar na koju se vrlo često zaboravlja ali bez razloga je NF pojačavač na kraju pojačavačkog lanca DC prijemnika . Neko će reći kako pojačavač na kraju lanca može da utiče na performanse DC prijemnika ? Po teoriji analize prijemnika uzima se najuži propusni opseg i na osnovu njega se računa osetljivost , dinamika , faktor šuma.....Ova aproksimacija je tačna ako posle tog najužeg propusnog opsega nemamo mnogo pojačanja. Kod DC prijemnika to nije slučaj jer posle niskopropusnog filtera imamo često i po 60 – 100 dB pojačanja . Da bi predviđene projektovane performanse DC prijemnika ostale treba da imamo niskopropusni filter sa  $f_c$  1,2 kHz (CW) ili 3.3 kHz.(SSB) neposredno ispred NF pojačavača snage. Najjednostavnije i u praksi su se pokazali niskopropusni filteri sa slike pod A dobri su i LC filteri ali su " komplikovani " za realizaciju pod B . SCF filteri su korisna stvar jer omogućavaju LP filtere sa promenljivom graničnom frekvencijom dobar izbor je MAX 293 popularisao YU1AD u časopisu Radio Amateri . Važno je napomenuti da se SCF filteri koriste kada je nivo signala dovoljno veliki reda 1 V . Na nižim nivoima ulaznog signala javljaju se izobličenja i kviri se odnos izlazni S/N na izlazu prijemnika .

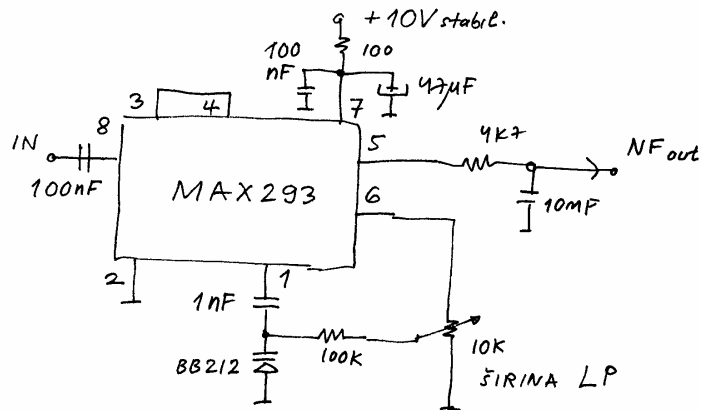




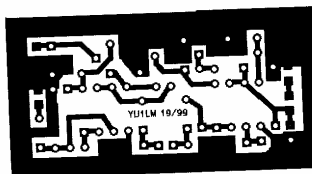
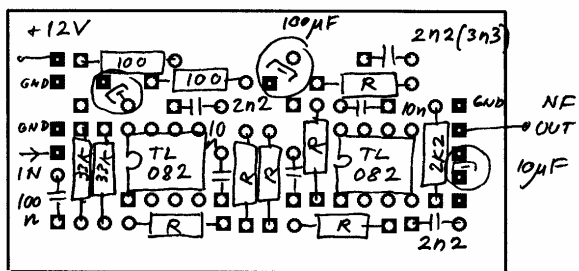
A) ARRL HANDBOOK 1994 AKTIVNI LP FILTER, CGDLG/82



B) LPSSB (CW) FILTERI IZ PRIJEMNIKA R1 (R2) KK 7B QST 2/92

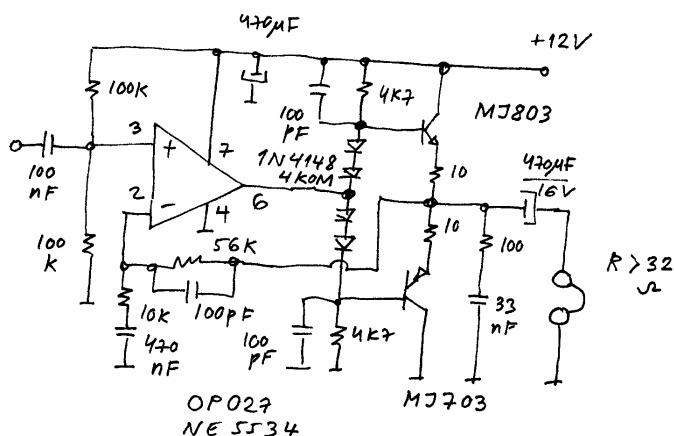


C) SČF PROMENLJIVI LP FILTER



AKTIVNI AUDIO LP FILTER CQ DL 6/82

Ugradnja LP filtera pod A daje veoma veliki subjektivni a i praktični napredak u kvalitetu i selektivnosti prijema kod DC prijemnika .



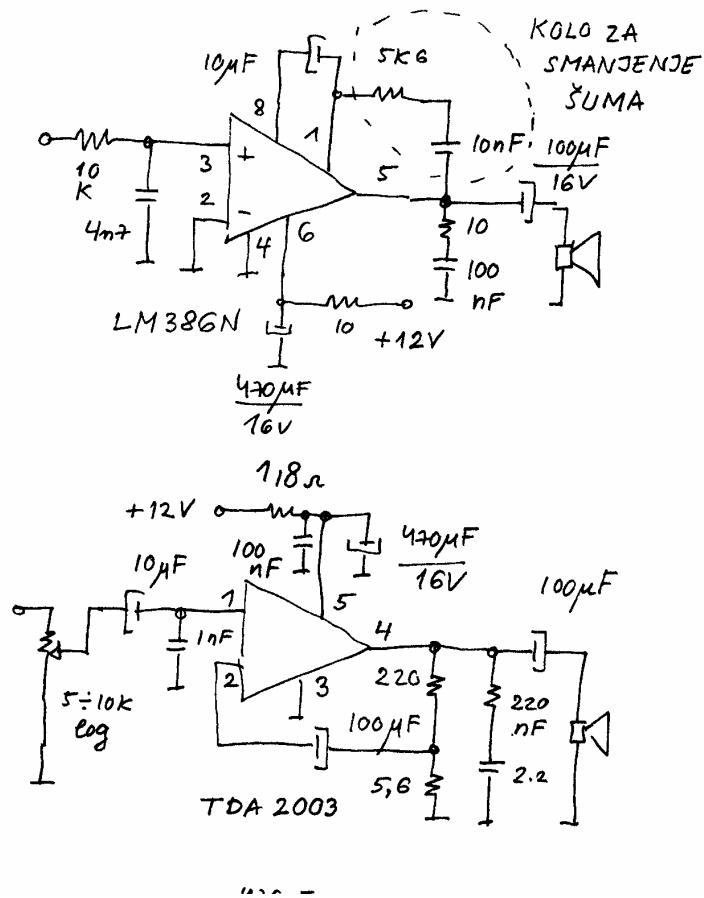
Izlazni audio pojačavač snage ,jedna od stvari koja se pri gradnji DC prijemnika zanemaruje je NF audio pojačavač snage. Najčešće se u gradnjama koristi LM386 koji je veoma jednostavan i ekonomičan NF pojačavač koga bi za bilo koju ozbiljniju gradnju trebalo izbegavati iz više razloga. Pre svega pojačavač je prava "Nijagara" što se tiče generisanja šuma , zatim pojačanje je preveliko jer se iz njega "isteruje" preko 40 dB mada je moguće postići i čitavih 76 dB. Data je šema koja ograničava preterani šum koji generiše čip ako se želi upotreba istog. Pojačanje NF pojačavača snage za kvalitetan prijem treba da je u opsegu 20-26 dB. Preporučio bih direktnu zamenu za LM 386 sa mnogo boljim performansi integrisano kolo SSM 2211 od firme National Semiconductor . Praktično je mnogo bolje koristiti NF pojačavač sa TDA 2003 za auto-radijske pojačavače koji je mnogo kvalitetniji ,mnogo manje šušta a linearnost mu bolja jer za razliku od LM386 koji može dati 1 W on daje kvalitetnih 4 W šema je data u prilogu. Autor za prijem uvek koristi slušalice kod kojih se gore navedeni nedostaci jasno uočavaju. Preporučio

bih onima koji imaju aspiracija za izuzetno kvalitetnim prijemom NF pojačavač za slušalice koji može dati oko 100 mW snage a čiji je kvalitet visokog HI-FI pojačavača a pojačanje je 15 dB.

Na kraju dat je predlog uređaja čiji je " design " u toku zajedno sa Mikijem YU1KM i Goranom YU1GD a koji ima za želju da iskoristi prednosti DC i superheterodinskih prijemnika zajedno . Ideja je da se napravi DC prijemnik / predajnik na međufrekvenciji reda 70 – 80 MHz i koji bi bio osnova za za SSB / CW primopredajnik za KT , 50 MHz , 144 MHz i 430 MHz . Pošto bi međufrekvencija bila " visoka " potiskivanje simetrične kod superheterodinskog prijemnika bilo bi dovoljno veliko preko 80 dB. Sa druge strane DC prijemnik bi bio za vrlo uzak opseg frekvencija 100 – 500 kHz na 70 – 80 MHz pa je moguće postići vrlo dobre karakteristike u potiskivanju audio imadža , odnosno drugog bočnog opsega. Ovakav Uređaj bi se po nekim po specifikacijama približio ( ali ne i po dimenzijam i snazi ) popularnom IC 706 odnosno FT 100 . Sintetizator za ovakav uređaj bi bio relativno prost jer bi se promena frekvencije na visokoj MF obavljala sa " super " VCXO-om na 10 MHz .Ovakav sistem obezbeđuje dovoljnu stabilnost i malošumnost generisanog signala. Sintetisanje frekvencija lokalnog oscilatora za prvo mešanje za pojedine amaterske opsege prijemnik obavljalo bi sa kristalnim oscilatorom ili sintetizatorom sa krupnim korakom 250 – 500 kHz.

Zahvaljujem se svima pre svega Draganu Dobričiću YU1AW koji je par puta pokušao da me " ubedi " i da moja višegodišnja iskustva i saznanja o DC prijemnicima prenesem na papir kao i ostalima koji su mi pružili podršku oko ovog rada.

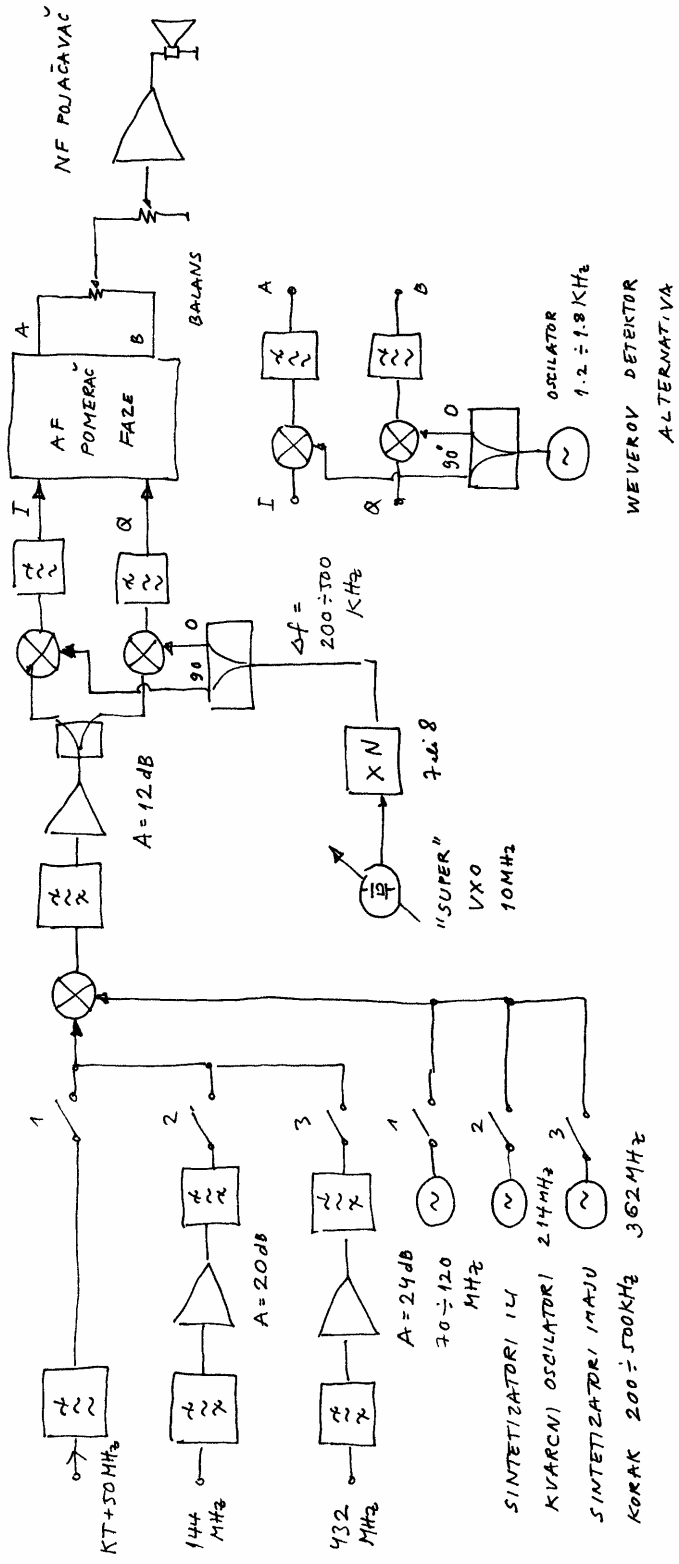
Izvinjavam se zbog eventualnih grešaka i što zbog velike prezauzetosti nisam uspeo da rad uradim onako kako sam želeo pre svega električne šeme i PCB-ove. Svima želim uspešnu gradnju a za eventualne probleme obratite mi se na E-mail adresu [STASIC@eunet.yu](mailto:STASIC@eunet.yu) ili [tasa@imtel-mikrotalasi.co.yu](mailto:tasa@imtel-mikrotalasi.co.yu)



**NAPOMENA**

**ŠTAMPANE PLOČE SU POGLED SA STRANE ELEMENATA !!!!!**

**ZBOG SKENIRANJE SVI PCB-OVI ŠTAMPANE PLOČE NISU U RAZMERI 1:1**



"SUPER DC" PRIJEMNIK KOJI KORISTI FREKVENCI SUPERHETERODINSMKI I DC PRIJEMNIKA. PROJEKT YU1LM, YU1GD I YU1KM U REALIZACIJI

### **Literatura:**

1. 80m SSB Transceiver nach der dritten Methode Burkhard Kainka DK7JD –CQ DL 12/1984
2. High-Performance Direct-Conversion Receivers Rick Campbell KK7B – QST 8/1992
3. High Performance, Single – Signal Direct – Conversion Receivers Rick Campbell KK7B – QST 1/1993
4. An Optimized QRP Transceiver Roy Lewallen W7EL – QST 8/1980
5. A Multimode Phasing Exiter for 1-500 MHz Rick Campbell KK7B – QST 4/1993
6. Single Conversion Microwave SSB/CW Transceivers Rick Campbell – QST 5/1993
7. Single Sideband Systems@ Circuits William Sabin @ Edgar Schoenike McGraw Hill 1987
8. 40-m-Konverter mit IP3=+30dBm Wolfgang Schneider DJ9ES – Funk Amateur 12/1996
9. Phasing-Type SSB Generators / Demodulators John Hey G3TDZ – Radio Communication 6/1991
10. A Passive Phase – Shift Network to Cover the Whole Band Rick Campbell KK7B – SPRAT 1995
11. The G3TDZ Phasing Receiver John Hey G3TDZ - -SPRAT 1985
12. QRP-CW Transceiver fur Kurzwelle Frank Sevke DL7AJY – CQ-DL 3/1991
13. Transceivers With IF Zero for 1296 MHz Matjaž Vidmar S53MV [www.hamradio.si](http://www.hamradio.si)
14. ARRL Handbook 1994
15. A Polyphase Receiver John Hey G3TDZ – SPRAT 1986
16. 15 Meter Sideband Transceiver Douglas Glenn WA4ZXF – Ham Radio 3/1983
17. The “Ugly Weekender “ Adding a Junk Box Receiver Roger Hayward KA7EXM – QST 6/1992
18. 2 meter transmitter uses Weaver modulation Norm Bernstein N1COX – Ham Radio 7/1995
19. Bandpass Filters for HF transceivers Lew Gordon K4VX – QST 9/1988
20. Direct Conversion CW Receivers Steve Price G4BWE – Radio Communication 1/1986
21. Der Direktmischer das Unbekannte Wasen Rudolf Burse DK2RS –CQ DL 6/1982
22. Prijemniki pramogo preobrazovanja dlja ljubiteljski svjzi V. Poljakov RA3AAE DOSAAF 1981
23. Ringmischer mit Vierfach HCMOS Schalter Hans Joachim Brandt DJ1ZB – QRP Raport 1/1997
24. QRP Primopredajnik Milorad Todorović YU1WR – Radio Amater 7,8,9 /1986
25. <http://grp.pops.net/grp/> sajt posvećen pokojnom Doug De Maw- W1FB od strane W7ZOI i prijatelja