



ZVEZA RADIOAMATERJEV SLOVENIJE

ASSOCIATION OF RADIO AMATEURS OF SLOVENIA

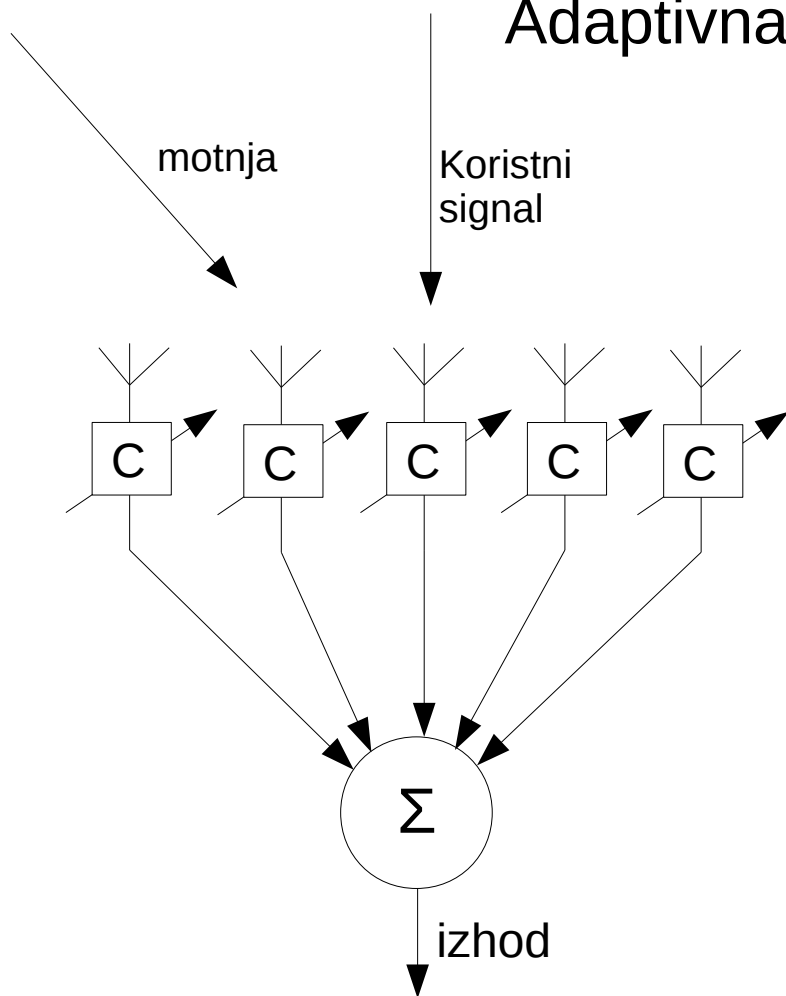
Niclanje smernega diagrama anten

Marko Cebokli S57UUU

RADIOAMATERSKO IZOBRAŽEVALNO SREČANJE, 24. FEBRUAR 2024

Gostitelj: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, <http://www.fe.uni-lj.si>

Adaptivna antenska skupina



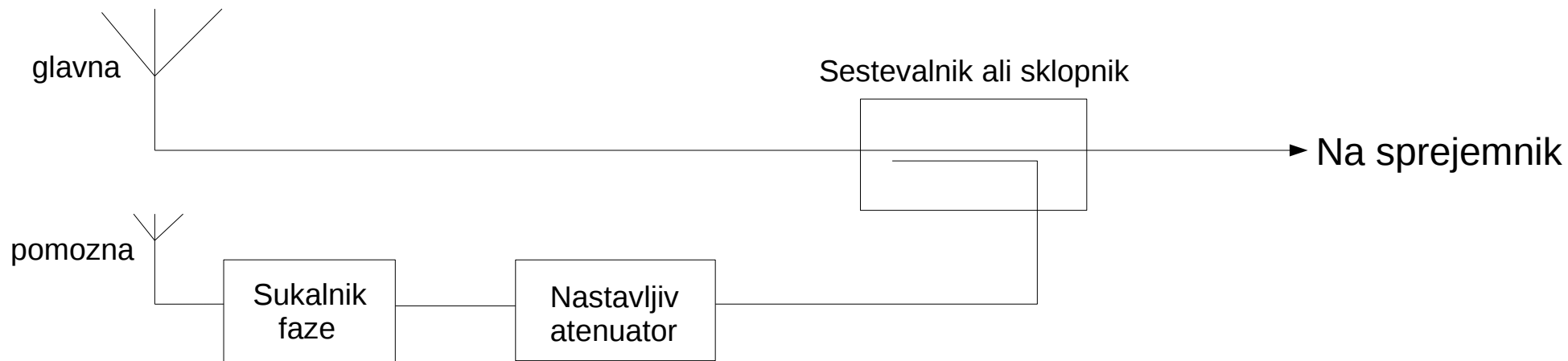
To seveda deluje samo, če motnja prihaja iz druge smeri kot koristni signal.

Kompleksne utezi "C" predstavljajo kompleksno množenje. V analogni tehniki ga lahko izvedemo "kartezijsko", kot množenje s kompleksnim številom, ali pa "polarno", s sukanjem faze in spreminjanjem amplitude. Za N anten je dovolj N-1 utezi.

Kompleksne utezi "C" nastavimo tako, da na izhodu maksimiziramo razmerje med koristnim signalom in motnjo. To ponavadi dela avtomatika - sploh, če je utezi mnogo. Za dve anteni (ena utez) lahko tudi ročno.

Enostavna verzija za amatersko uporabo

Poleg obstojece antene ("glavna") uporabimo se eno manjšo ("pomozna"). Signal iz pomozne ustrezno obdelamo, in dodamo signalu iz glavne antene tako, da na izhodu zmanjšamo moc danega motilnega signala.

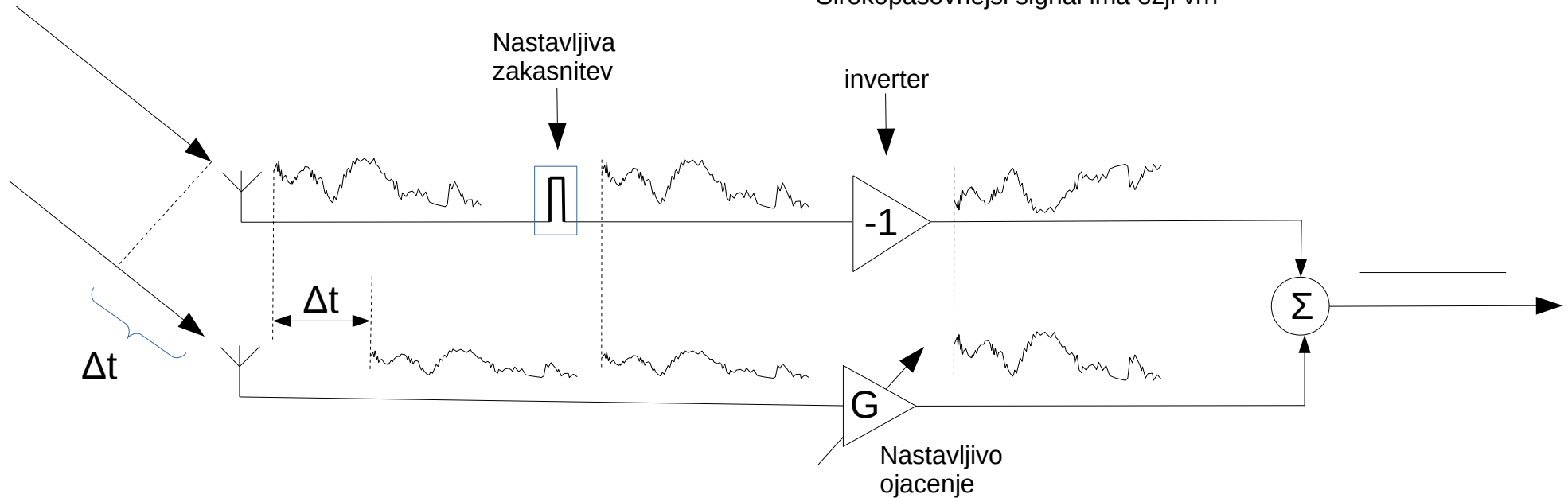


V vejo pomozne antene po potrebi lahko dodamo ojačevalec

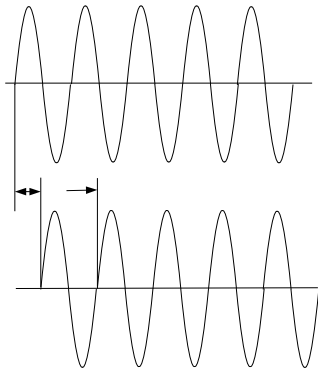
Odstevanje splosnega širokopasovnega signala

- natancna poravnava signalov v casu z nastavljivo zakasnitvijo, odvisno od smeri prihoda signala
- izenacenje amplitude (ojacenje G)
- invertiranje v enem od kanalov
- sestevanje

- Avtokorelacija ima samo en vrh okrog zamika nic
- Sirokopasovnejši signal ima ozji vrh



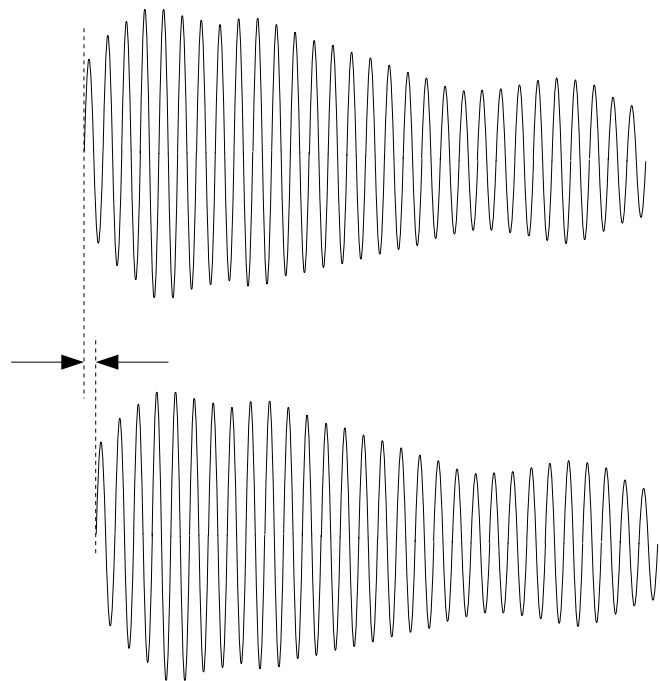
Odstevanje sinusnega signala



Avtokorelacija je sinusoida ($\cos$), enaki vrhovi se ponavljajo, perioda je $1/\text{frekvenca}$ v času ali ena valovna dolžina v prostoru. Zato zadostuje, da zakasnitev nastavljamo od nič do ene periode, ne glede na razmik anten, dolžino kablov itd. To lahko dosežemo s sukalnikom faze $0 \dots 360^\circ$.

Pri zamiku za pol periode dobimo invertiran signal, zato ne rabimo dodatnega inverterja, zadostuje fazni sukalnik.

Odstevanje splošnega ozkopasovnega signala

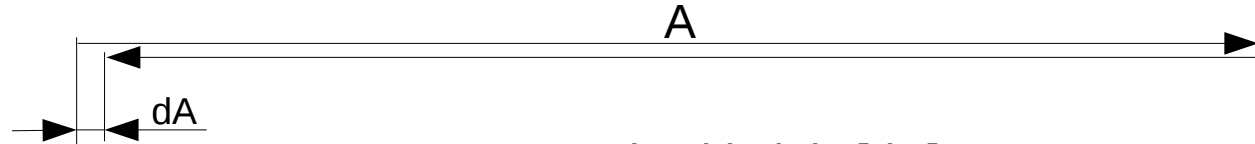


Ce se modulacija spreminja počasneje od nosilne frekvence, si bo signal po zamiku ene periode nosilca se vedno precej podoben. Avtokorelacija ima razen pri zamiku nič se nekaj vrhov, ki pa se z oddaljevanjem od zamika nič počasi (odvisno do pasovne sirine modulacije) zmanjšujejo.

V radioamaterski praksi je pasovna sirina modulacije mnogo manjša od nosilne frekvence, zato lahko delamo z atenuatorjem in faznim sukalnikom, kot za sinusne signale.

Zahtevana natančnost amplitudne in fazne nastavitve

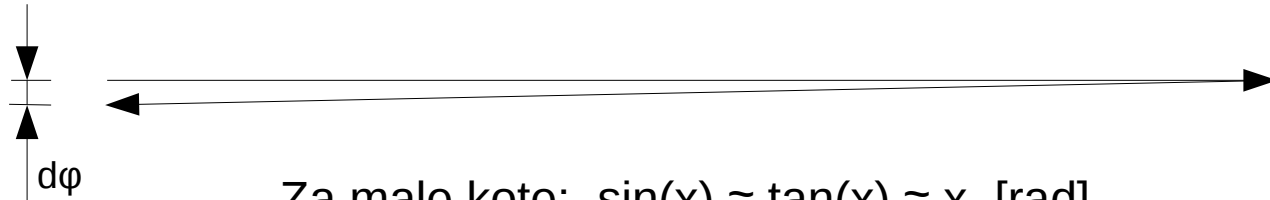
Amplituda:



$$L = 20\log(dA/A) \text{ [dB]}$$

1% napake => max 40dB slabljenja

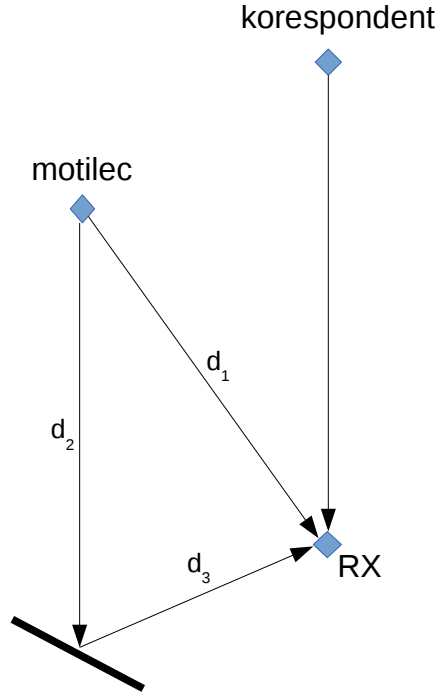
Faza:



Za male kote: $\sin(x) \approx \tan(x) \approx x$ [rad]

$L = 20\log(d\phi)$ oz. $L = 20\log(d\phi * \pi/180)$ za $d\phi$ v stopinjah
1 stopinja napake => max 35dB slabljenja

Odboji (multipath)



Ista motnja prihaja iz dveh (ali vec) smeri

Ce je razlika poti $(d_2 + d_3) - d_1$ mnogo manjsa od koherentne dolzine modulacije (razdalja, na kateri si je signal se podoben), se oba prispevka sestejeta v nov signal, ki je podoben originalnemu, in se vedno lahko delamo samo z enim atenuatorjem in faznim sukalnikom.

Ce je razlika poti vecja, je situacija podobna kot pri dveh neodvisnih motilcih, in bi morali uporabiti dodatni pomocni kanal (dve pomocni anteni, atenuatorja in sukalnika)

Primer: modulacija 3kHz, amplitudo zelimo odsteti na 1%.

3kHz sinus se lahko za 1% spremeni v priblizno pol mikrosekunde, maksimalna dovoljena razlika poti je torej 150m.

Tradicionalne in sodobne Yagi antene

NBS (1976)

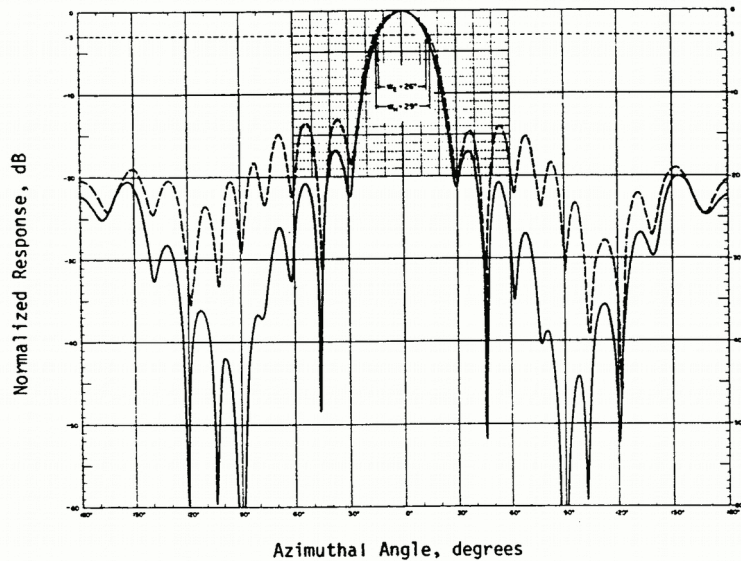
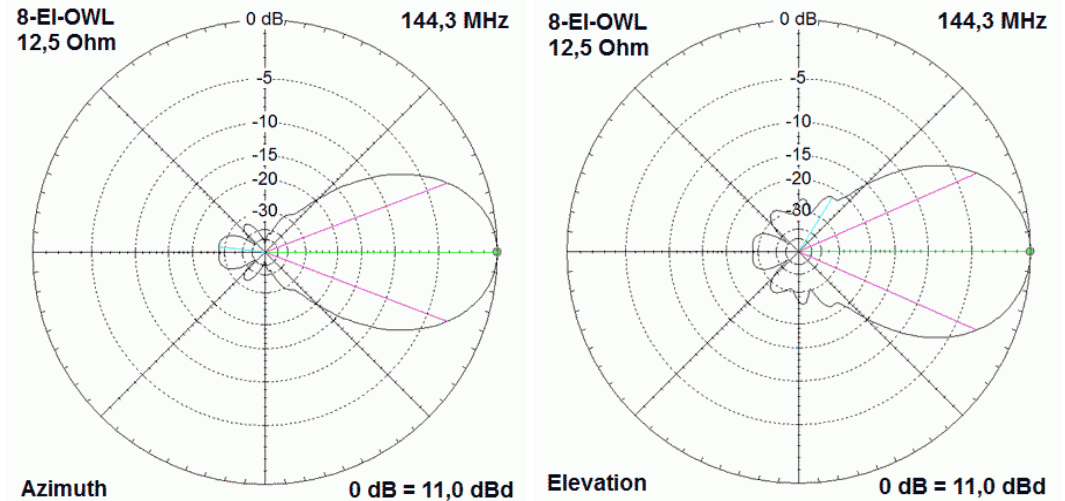


FIG. 19 RADIATION PATTERNS OF A 15-ELEMENT, 4.2λ LONG YAGI

Vir slike: tf.nist.gov/general/pdf/451.pdf

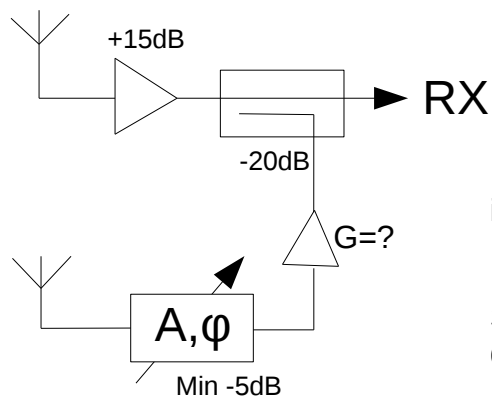
DK7ZB (2005?)



Vir slike: qsl.net/dk7zb/images/LFA/8LFAD.htm

Nivoji signalov

Primer 1: Glavna antena Yagi dobitek 16dBi, max stranski snop -15dB, predojacevalec 15dB
Pomozna antena vsesmerna, dobitek 2dBi, izguba utezi min 5dB, sklopnik 20 dB
Zelimo zatreti signal, ki pride skozi stranski snop, v glavnem snopu pa ne zelimo delati "lukenj"

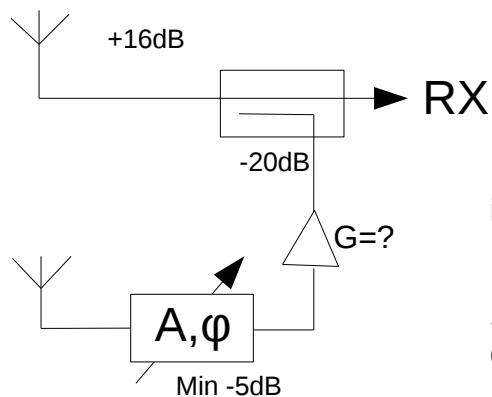


Dobitek glavne antene v stranskem snopu je max 1dBi, predojacevalec doda 15 dB, izguba v skozni veji sklopnika je (n.pr.) 0.2dB, skupaj 15.8dB

Dobitek pomozne antene je 2dBi, v utezi izgubimo najmanj 5 dB, na sklopniku 20dB. Skupaj smo na -23dB, do 15.8 nam manjka 38.8dB. Najmanj toliko ojačenja moramo dodati v veji pomozne antene.

Nivoji signalov

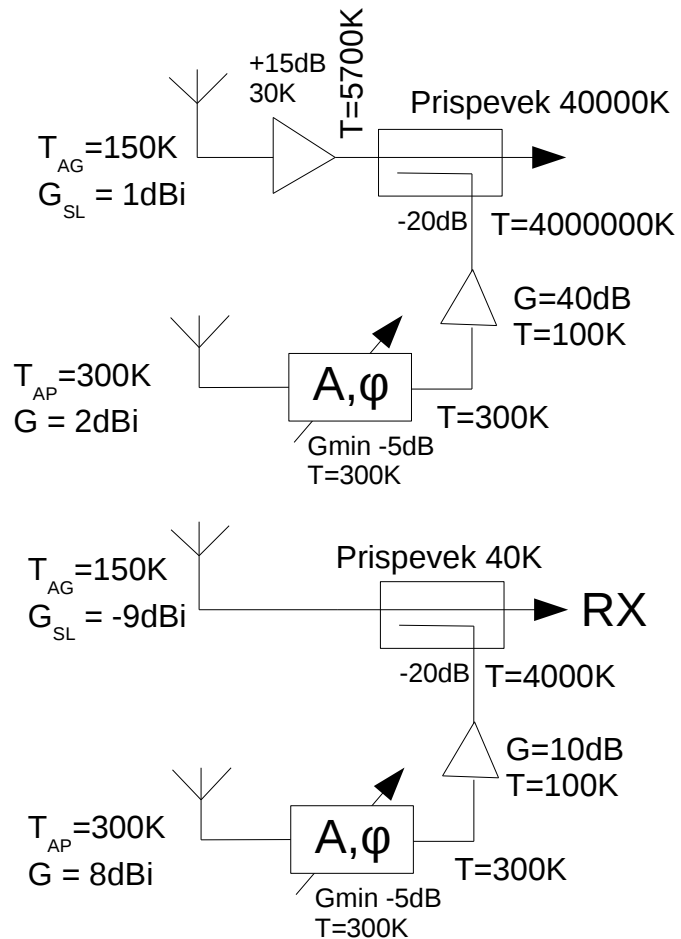
Primer 2: Glavna antena 4xYagi DK7ZB 11dBi, max stranski snop -25dB, brez predojacevalca
Pomozna antena mala Yagi, dobitok 8dBi, izguba utezi min 5dB, sklopnik 20 dB
Zelimo zatreti signal, ki pride skozi stranski snop, v glavnem snopu pa ne zelimo delati "lukenj"



Dobitek glavne antene v stranskem snopu je max -9dBi
izguba v skozni veji sklopnika je (n.pr.) 0.2dB, skupaj -9.2dB

Dobitek pomožne antene je 8dBi, v utezi izgubimo najmanj 5 dB, na sklopniku 20dB.
Skupaj smo na -17dB, do -9.2 nam manjka 7.8dB. Najmanj toliko ojačenja moramo
dodati v veji pomožne antene.

Šum



Primer 1 zgoraj.

Pri ekstremno optimistični predpostavki $T_{AG} = 150K$, izgubimo $10\log(45700/5700) = 9dB$ občutljivosti. Če je bila motnja $30dB$ nad sumom, se to se vedno splaca.

Če je ojačevalec v pomožni veji za atenuatorjem, prispevek suma v glavni veji ni odvisen od nastavitve atenuatorja.

Če je pred atenuatorjem, se bo prispevek suma manjšal pri večjih slabljenjih atenuatorja, lahko pa pride do problemov z linearnostjo atenuatorja in/ali faznega sukalnika, ki sta zgrajena z diodami.

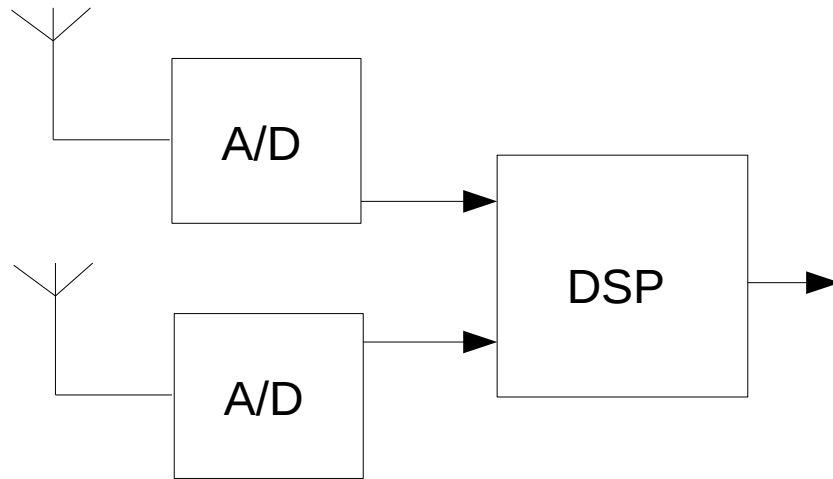
Primer 2 zgoraj.

Pri ekstremno optimistični predpostavki $T_{AG} = 150K$, izgubimo $10\log(180/150) = 1dB$ občutljivosti. V resnici zaradi suma sprejemnika manj, pri večjem sumu antene pa se manj.

Splaca se imeti glavno anteno z nizkimi stranskimi snopi in usmerjeno pomožno anteno, kar zmanjša potrebe po ojačenju v pomožni veji, in s tem prispevek suma.

Digitalna izvedba?

To je najbolj fleksibilna resitev s stalisca obdelave signalov. Bila pa bi zelo zahtevna glede hardvera, zaradi potrebne velike dinamike*. V letu 2024 verjetno izvedljiva, ampak zelo draga. V nadaljevanju zato o analognih resitvah.



* V radioamaterskih tekmovanjih so lahko zahteve po dinamiki izredno velike, večje od vecine profesionalnih aplikacij.

MFJ 1025/1026 (za KV bande)

€223,95



Order Now!



Add to Cart

Buy with **shop** Pay

More payment options

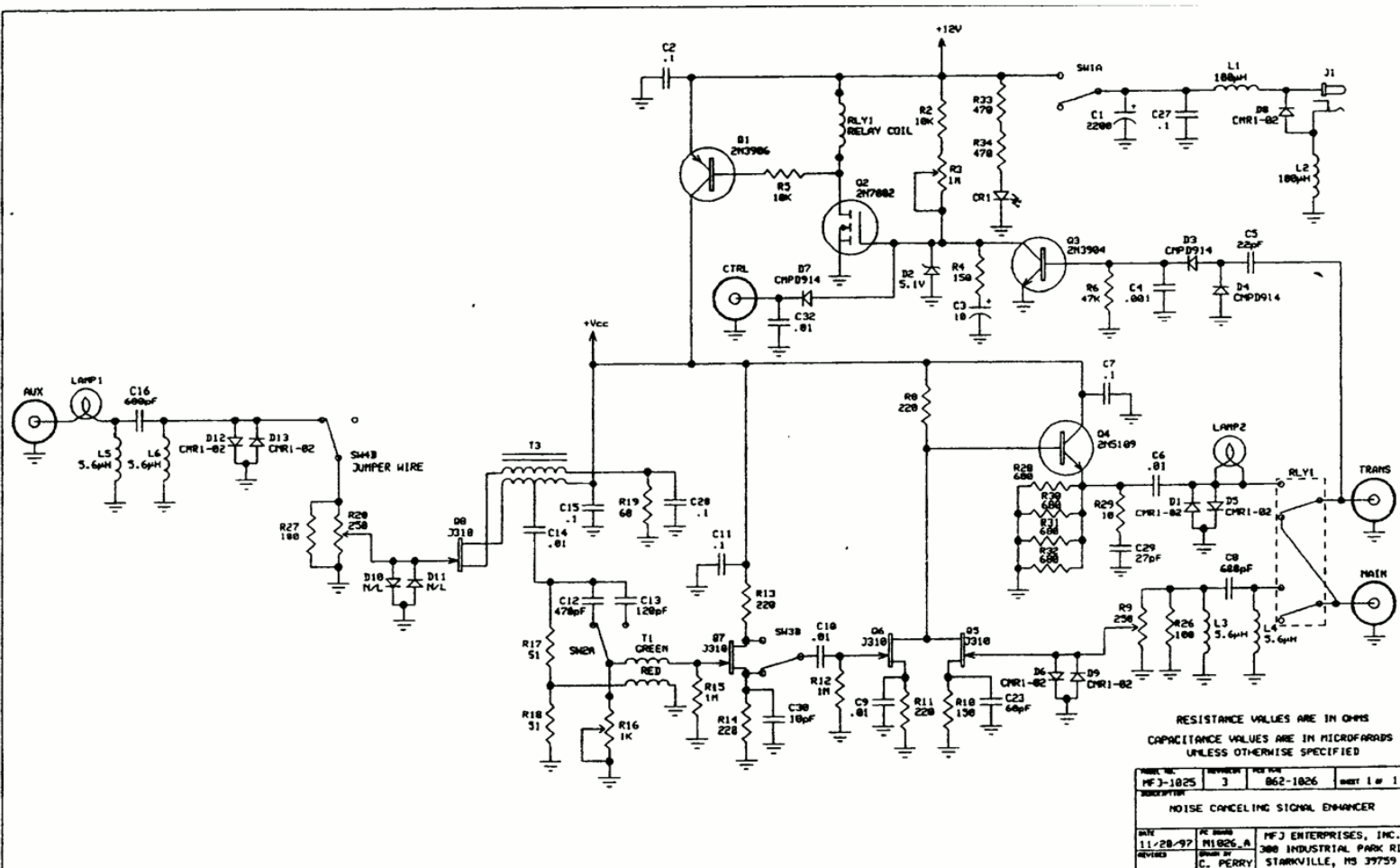


Description

Product Manuals

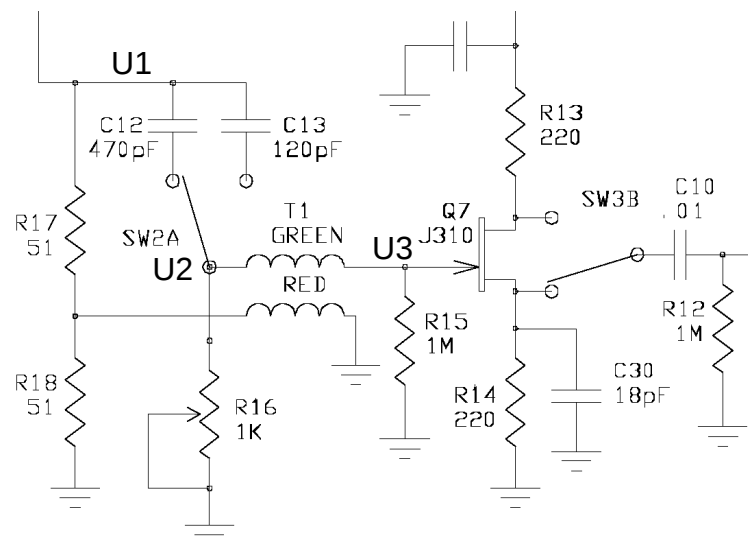
Reviews

MFJ 1025/1026 (za KV bande)

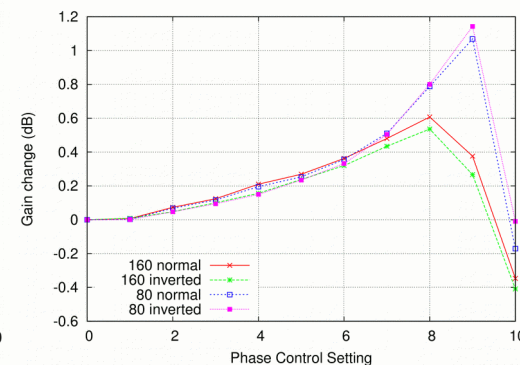
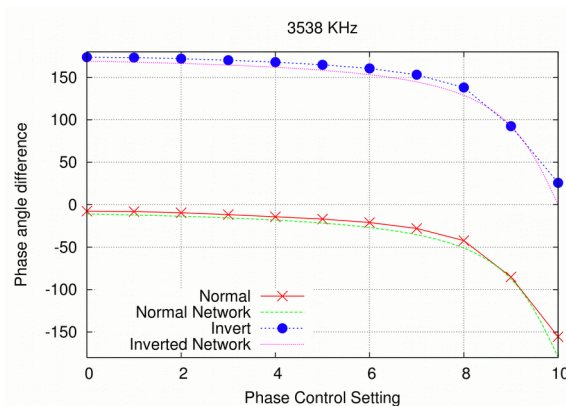
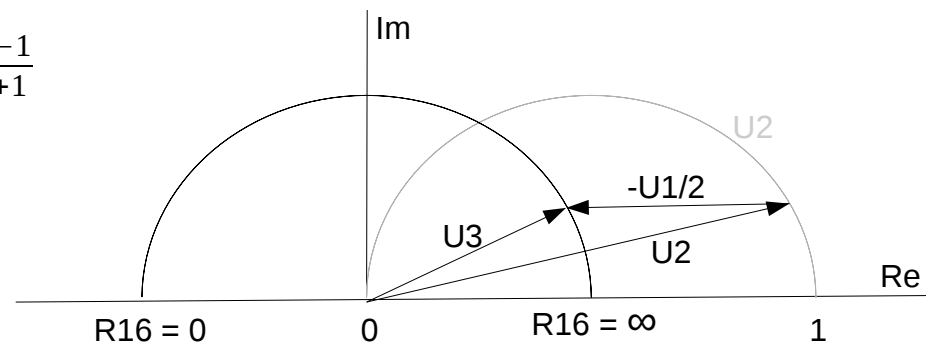


MFJ 1025/1026 (za KV bande)

Fazni mostic



$$\frac{U3}{U1} = 0.5 \frac{j\omega CR - 1}{j\omega CR + 1}$$



DX engineering NCC-1, NCC-2 (za KV bande)

DX Engineering NCC-2 Receive Antenna Phasing Systems DXE-NCC-2

★★★★★ (16) Part Number: DXE-NCC-2



\$899.99

[Change Currency](#)

DX Engineering NCC-2 Receive Antenna Phasing Systems



Receive Antenna Phasing Controller, Enhanced Controls, Works for all HF Transceivers, Module and Filter Slots, RX Ant. Bias-T, 13.8VDC 2A, Each

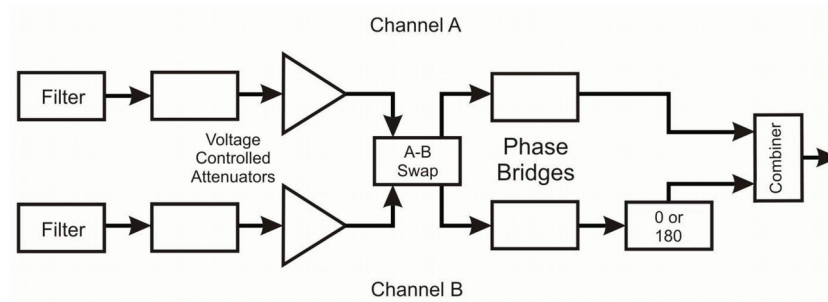
[See More Specifications](#)

Not in Stock

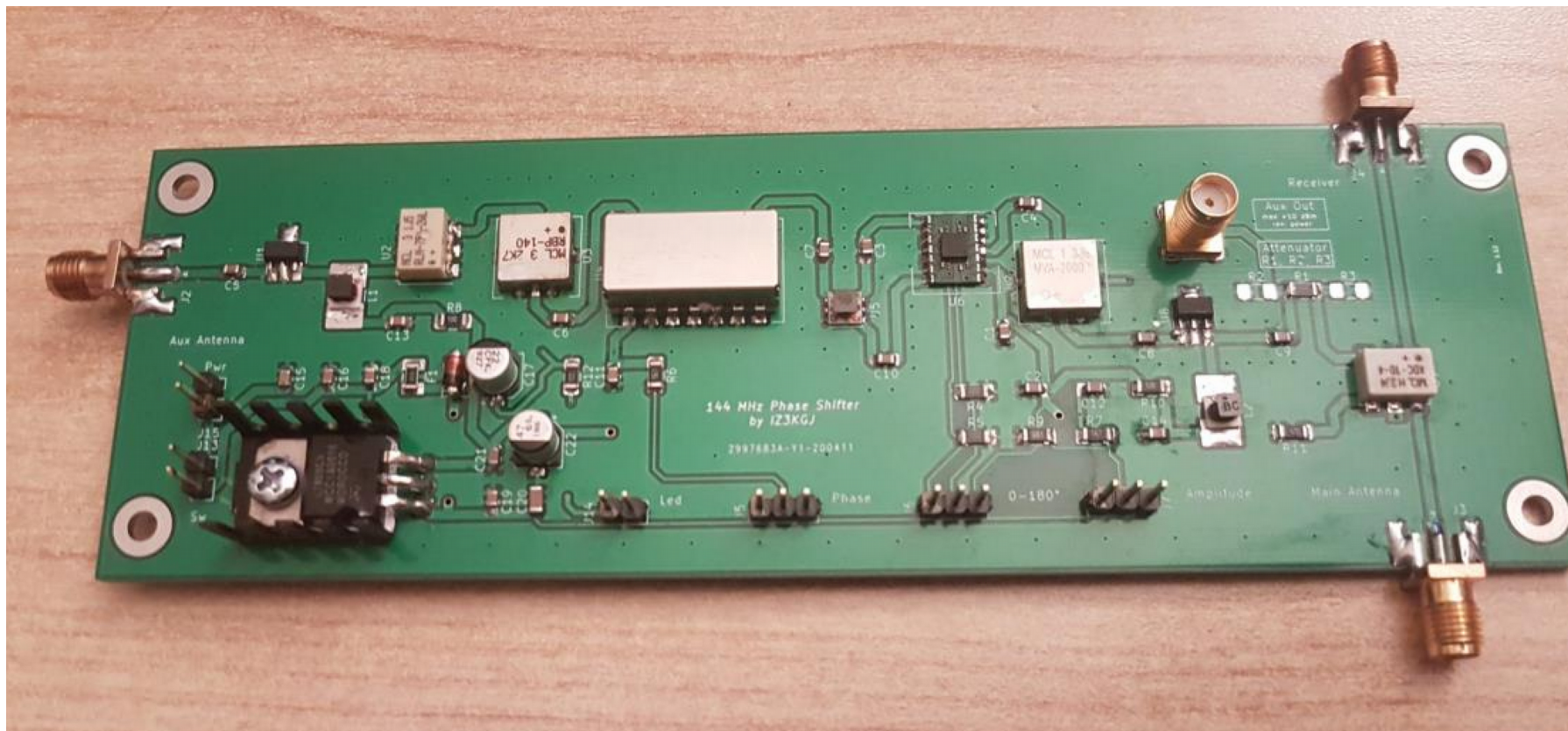
☒ [Notify me when this item is in stock](#)

Estimated USA Ship Date: **Apr 9, 2024**

Estimated International Ship Date: **Apr 9, 2024**



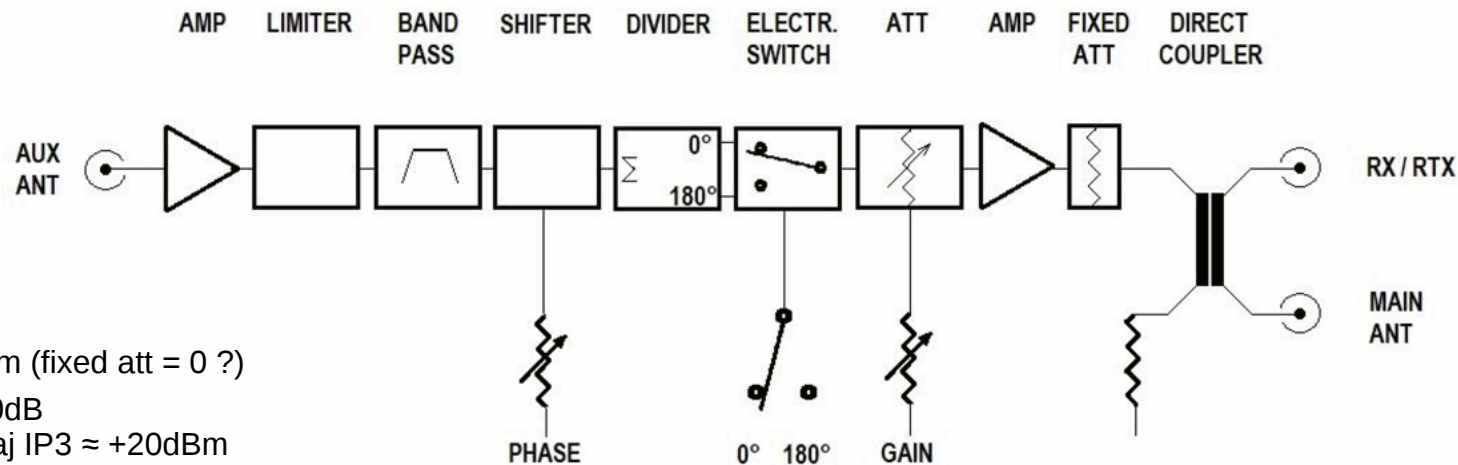
IZ3KGJ “phase shifter” (za 2m band)



Vir slike: iz3kgj.jimdo.free.com/projects/50-144-mhz-phase-shifter-noise-cancel/

Enajst “Mini Circuits” komponent....

IZ3KGJ “phase shifter” (za 2m band)



Podatki:

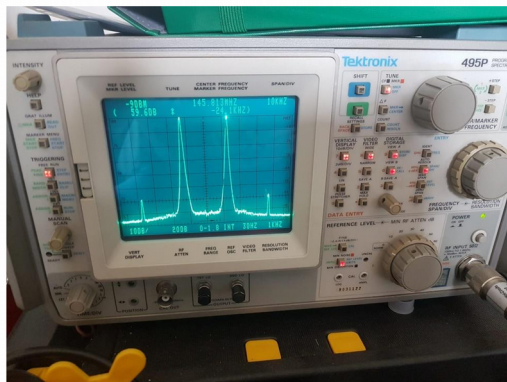
$P_{1dB} = +15dBm$ (fixed att = 0 ?)

$G = -7 \dots +30dB$

Po sliki spodaj $IP3 \approx +20dBm$

Pri kaksni nastavitvi?

Vir slik: iz3kgj.jimdo.free.com/projects/50-144-mhz-phase-shifter-noise-cancel/



Test IMD, Toni a 24 kHz, Ref -9dBm, 10 dB, Span 100 kHz

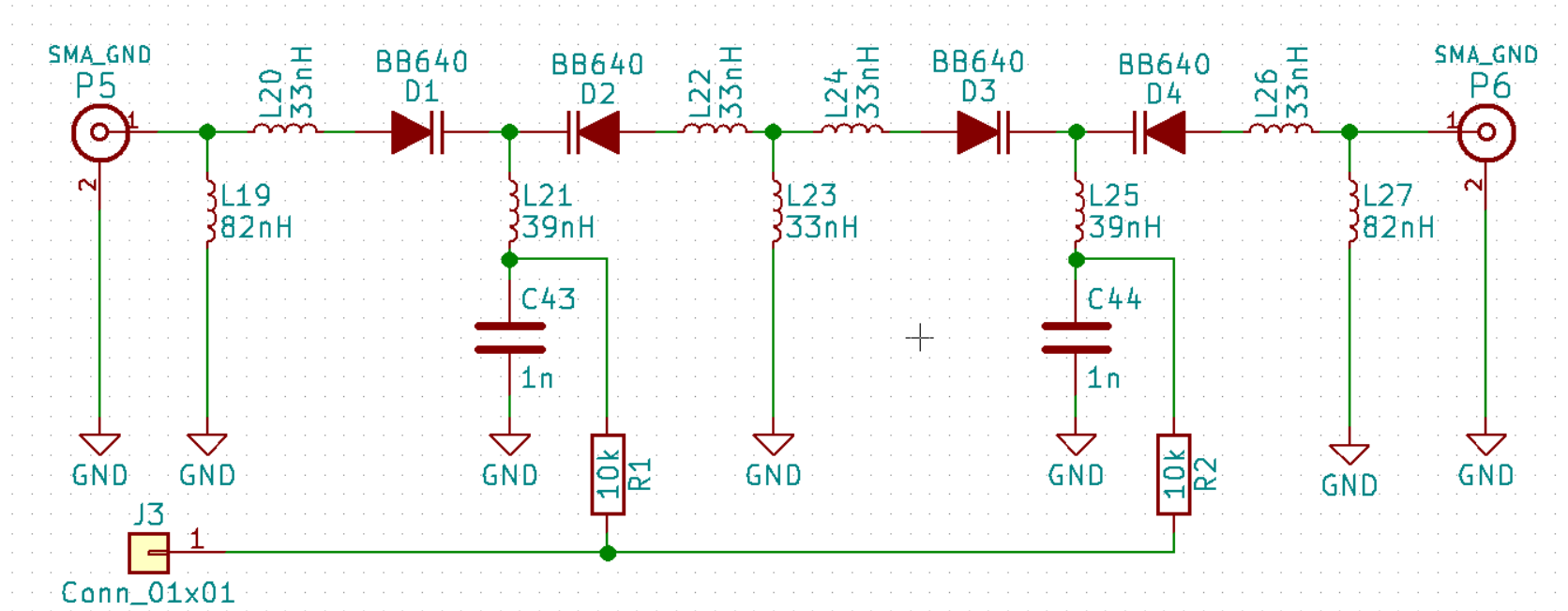
Mini Circuits komponente (verjetno, kar se je dalo prebrati iz slike):

Limiter: RLM-751
 Pasovno sito: RBP-1401
 Sukalnik faze: SCPHS-180+
 Nastavljivi atenuator: MVP-2000
 Sklopnik: ADC-10

.....

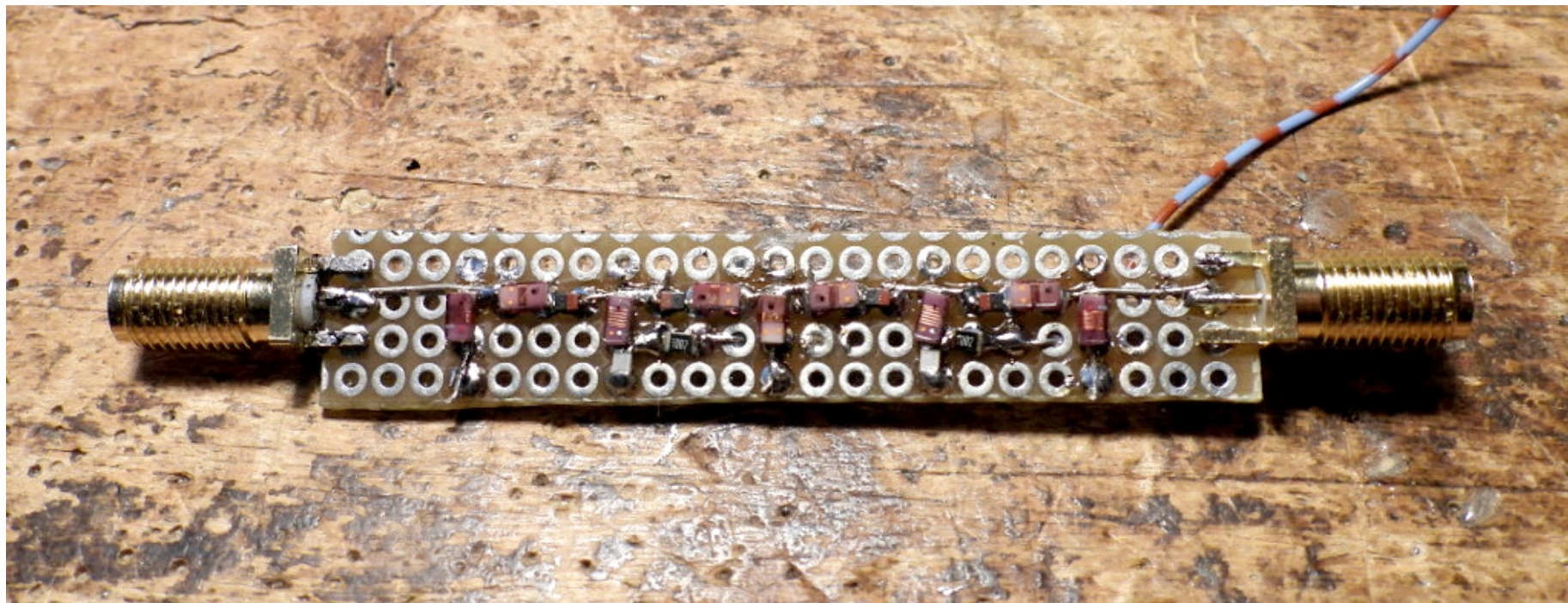
$P_{1dB} \approx 0dBm$
 $L_{TYP} = 2.5dB, P_{inmax} = +25dBm$
 $L_{TYP} = 2.2dB, P_{inmax} = +24dBm$
 $L_{MIN} = 1.9dB, P_{TYP} = +19dBm, IP3 = +45dBm$
 Sklop = -20dB

Fazni sukalnik za 2m band



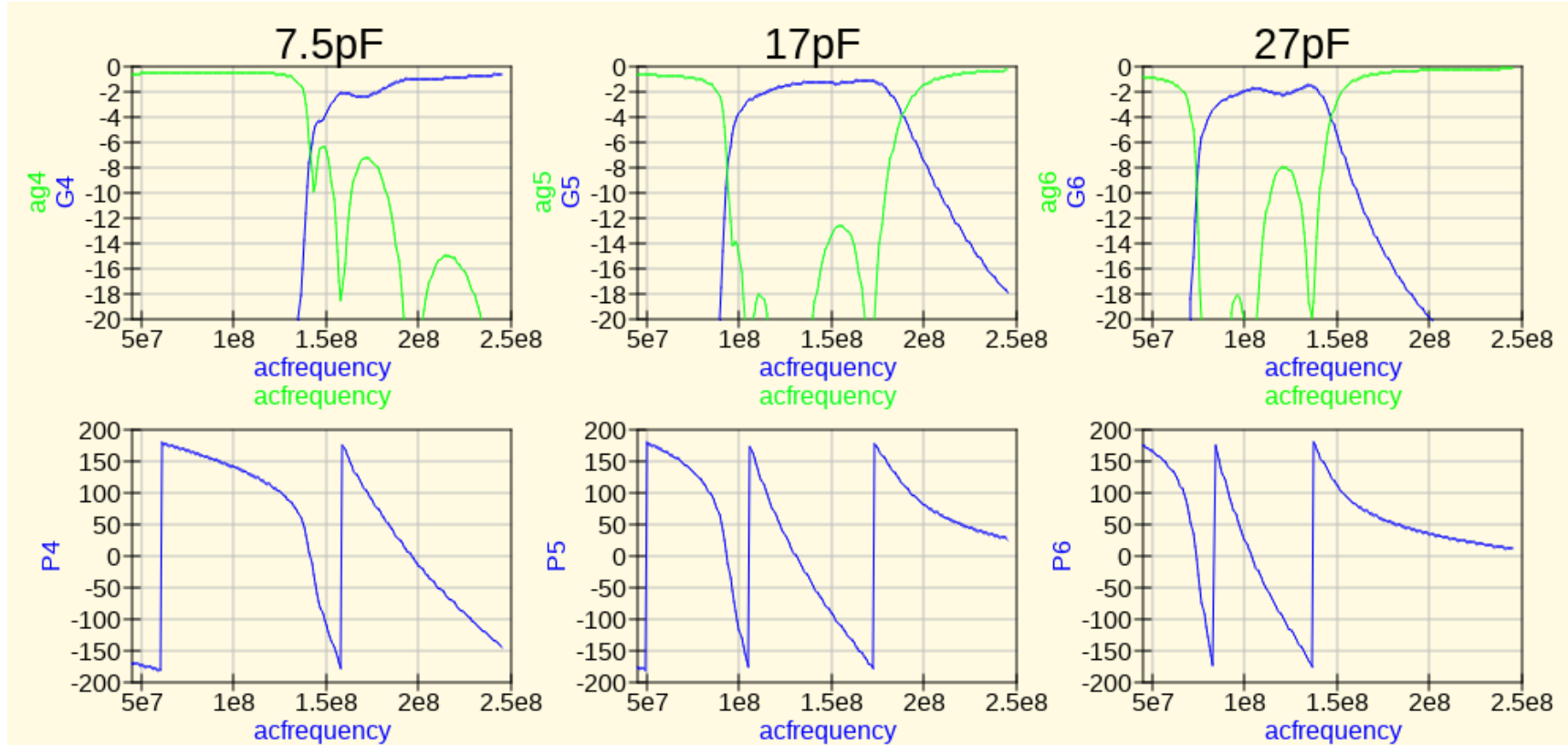
Smiselno bi bilo dodati še dva kroga, da bi pokrival malo več kot 360 stopinj

Fazni sukalnik za 2m band



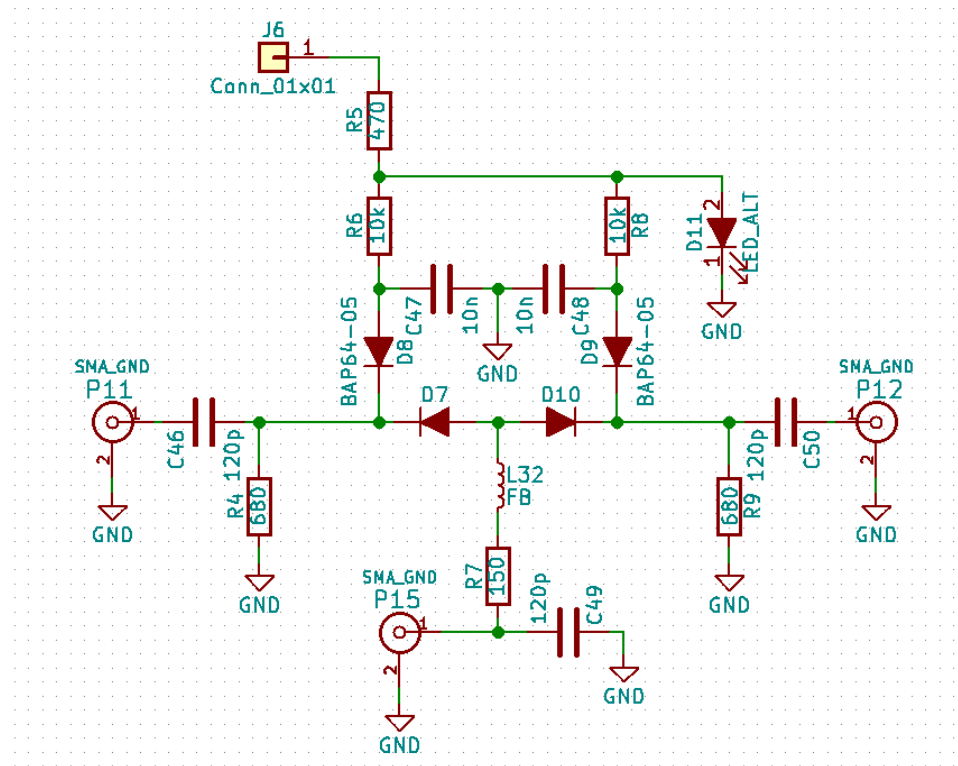
Izvedba s "Coil Craft" 1206ES SMD spulcami, E12 lestvica

Fazni sukalnik za 2m band

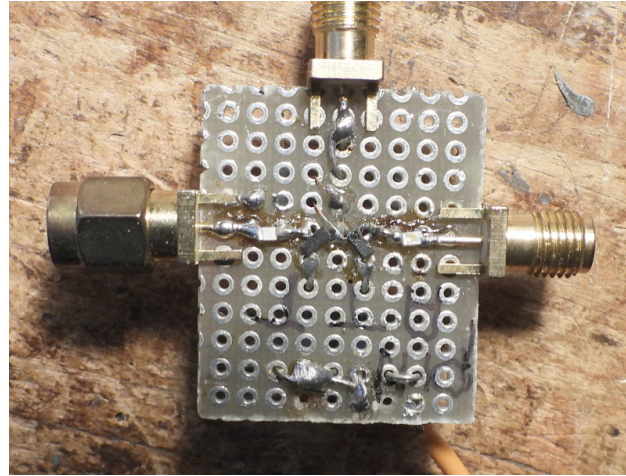
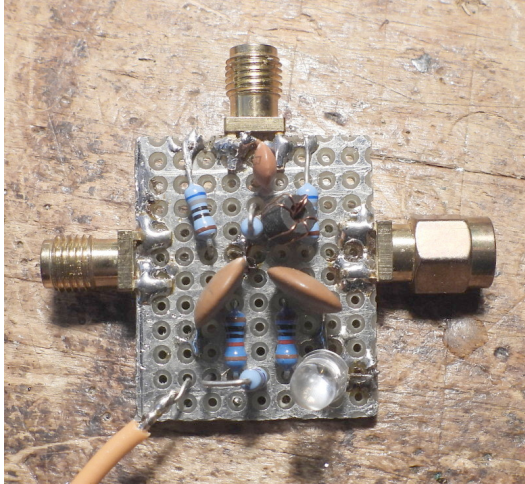


Simulacija za tri razlicne vrednosti kapacitivnosti varikapic

Napetostno krmiljen atenuator



Napetostno krmiljen atenuator



	2m	70cm	23cm
Min slabljenje	1.6dB	2dB	2.5dB
Max slabljenje	45dB	35dB	30db
Min prilagoditev	12dB	12dB	12dB

Minimalna prilagoditev je merjena pri najneugodnejši krmilni napetosti, sicer je precej boljša