

VYSOKÉ TATRY



**SÚBOR
PREDNÁŠOK**

**Z CELOSLOVENSKÉHO
SEMINÁRA RÁDIOAMATÉROV
ZVÄZARMU**

1989

ZMIEŠAVAČ V SPÍNACOM REŽIME

Ing. Mojmir JAGOS OK3CFT

V posledných rokoch sa čoraz viac pozornosti venuje otázke odolnosti prijímača voči silným signálom. V popise transceivra v [1] sa objavilo zapojenie zmiešavača v spínacom režime, ktoré bolo neskôr použité vo viacerých modifikáciach vo všepásmovom transceivri popísanom v [2] a [3]. Vlastnosti zmiešavača sú podľa dosiahnutých výsledkov také dobré, že by bola škoda neoboznámiť sa s princípom činnosti či nepoužiť ho v konštrukcii nového zariadenia pre KV.

Na výstupe ideálneho zmiešavača sú len dve zložky - $f_s + f_n$ a $|f_s - f_n|$, kde f_s je kmitočet žiadaného signálu a f_n je kmitočet nosnej. Na výstupe reálneho zmiešavača sa vplyvom prítomnosti vyšších harmonických v spektre nosnej objavujú zložky s kmitočtami $|nf_n \pm mf_s|$, kde $n=0,1,2,\dots$ a $m=0,1,2,\dots$. Okrem toho sa objavuje aj jednosmerná zložka.

Výhodou zmiešavačov pracujúcich so sínosovými signálmi je dobré potlačenie produktov okolo vyšších harmonických nosnej. Nevýhodou je závislosť na amplitúde nosnej.

Z matematického rozboru výstupného spektra zmiešavača v spínacom režime vyplýva, že obsahuje okrem súčtovej a rozdielovej zložky aj nekonečné množstvo produktov okolo nepárnych harmonických nosnej. Ich amplitúda sa znižuje nepriamo úmerne s poradím harmonickej, čo je základným nedostatkom tohto typu zmiešavača. Napriek tomu pri vhodnom výbere kmitočtov, potlačenie nežiadúcich produktov zmiešavania nepredstavuje vážnejšie ťažkosti.

Spínacie zmiešavače majú celý rad výhod. Podľa matematického rozboru nie je žiadna zložka závislá na amplitúde nosnej. V praxi je toto možné dosiahnuť jednoducho zvýšením amplitúdy nosnej. Odpadá nevyhnutnosť dodržania sínusového tvaru nosnej a stabilizácia amplitúdy. Tým sa

zjednoduší konštrukcia oscilátora. Zmenší sa spätý vplyv amplitúdových šumov nosnej. Dynamický rozsah zmiešavačov v spínacom režime je väčší než u tých istých v sinusovom režime. Pre diódové zmiešavače a zmiešavače s bipolárnymi tranzistormi tento rozdiel dosahuje 20 až 30dB, pre zmiešavače s výkonovými FET tranzistormi 10 až 15dB. Vysvetľuje sa to tým, že v spínacom režime sa prvky zmiešavača väčšinu času nachádzajú v najlineárnejšom otvorenom alebo zatvorenom stave, menšiu časť v nelineárnom prechodovom stave.

Možné sú dva spôsoby dosiahnutia režimu podobného spínaciemu - zvýšenie úrovne nosnej alebo tvarovaním nosnej na obdĺžnik. Prvý spôsob sa využíva vo vysokourovňových zmiešavačoch - v kruhových diódových so Schottkyho diódami alebo v zmiešavačoch s výkonovými FET tranzistormi. Ich výhodou je nízka úroveň harmonických vznikajúca na obvodoch väzby zmiešavača s VFO a samotným VFO, čo je osobitne dôležité v prijímači s viacerými zmiešavaniami. Nedostatok je nutnosť linearity zosilňovačov, pričom výkon je možné zvyšovať len dotedy, kým v diódových zmiešavačoch nebude prekročený maximálny prúd diódami a v tranzistorových maximálne napätie U_{BE} alebo U_{CE} . Týmto spôsobom je obtiažne dosiahnuť režim blízky spínaciemu. V diódových zmiešavačoch okrem toho zvýšenie výkonu nosnej vedie k nárastu šumu generovaného diódami.

Jednoduchším sa zdá druhý spôsob dosiahnutia spínacieho režimu. Nosnú obdĺžnikového tvaru zo sinusového priebehu je najlepšie tvarovať použitím nesaturovaných diferenciálnych zosilňovačov - obmedzovačov s galvanickou väzbou medzi stupňami, ktoré prakticky vylučujú amplitúdovú zložku šumovej modulácie nosnej. Nie je vhodné využívať saturačný režim tranzistorov zosilňovača - obmedzovača, ktorý spôsobuje prudký nárast fázovej šumovej modulácie nosného kmitočtu. V podstate nepravdivé, ale rozšírené je tvrdenie, že spínacie zmiešavače silne šumia. Je to dôsledok používania nasýtených tvarovačov. Nie je ani vhodné používať Schmittove klopné obvody ako tvarovače aj keď pracujú v nenасыtenom režime, pretože je u nich možná premena amplitúdovej šumovej modulácie na fázovú.

Pre prvé stupne tvarovačov je vhodné použiť najjednoduchšie obvody logiky ECL rady 10000 alebo u nás dostupných obvodov zo ZSSR z rady K100, K500 a K150. Základným prvkom týchto IO je nesaturovaný diferenciálny zosilňovač - obmedzovač s emitorovými sledovačmi na protifázových výstupoch. Toto umožňuje dosiahnuť krátku dobu trvania hrán, asi 1,5 až 2ns u rady K100 a K500 a do 0,5ns u rady K150. Výstupný výkon týchto IO je dostatočný pre budenie aktívnych zmiešavačov s bipolárnymi tranzistormi malého a stredného výkonu postavených na diferenciálnych spínačoch prúdu. V iných prípadoch je potrebné zapojiť ďalšie zosilňovače výkonu.

Je potrebné aby preiebeh mal striedu 1:1, teda aby dĺžka kladných a záporných impulzov bola rovnaká. Pri inej striede sa vo dvojitých vyvážených zmiešavačoch zhorší potlačenie nosnej, prenikanie medzifrekvencie na vstup a zvýšenie úrovne nežiadúcich produktov okolo párnych násobkov nosnej. V pasívnych zmiešavačoch sa zmenší dynamický rozsah. Striedu 1:1 je možné dosiahnuť zavedením jednosmernej zápornej prúdovej väzby. Lepší výsledok je možné dosiahnuť zvýšením kmitočtu VFO na dvojnásobok a zapojením deličky, ktorá zabezpečí potrebnú striedu na výstupe.

Ak je amplitúda VFO konštantná a zväčšujeme strmosť hrán, dynamický rozsah zmiešavača bude proporcionálne rásť a potom sa nárast zmenší až sa už nebude zväčšovať. Ďalej bude linearita zmiešavača daná linearitou jeho prvkov v otvorenom stave za podmienky, že medzný kmitočet týchto prvkov je veľa krát väčší ako kmitočet VFO. Vo väčšine prípadov sa takýto režim, maximálne blízky spínaciemu dosahuje pri dĺžke hrán asi desaťkrát menšej ako polperióda nosnej. Nemá preto zmysel nekonečne zmenšovať trvanie hrán, čo je na KV a vyššie spojené so zvýšením výkonu spotrebovaného tvarovačom na nabíjanie a vybíjanie kapacít jeho záťaže. Impulzný prúd, ktorý musí dodávať tvarovač je možné vyjadriť ako $I_{imp} \approx \frac{C_N U_N}{\tau_f}$, kde C_N a U_N sú kapacita a rozkmit napätia na záťaži, τ_f je potrebná dĺžka hrán. Napríklad pri $C_N = 20\text{pF}$, $U_N = 10\text{V}$, $\tau_f = 2\text{ns}$ je $I_{imp} \approx 0,1\text{A}$ z čoho vyplýva, že v koncovom stupni tvarovača musíme použiť vf tranzistory stredného výkonu. Vyplýva z toho tiež, že v zmiešavačoch v spínacom režime musíme použiť prvky

s minimálnymi medzielektródovými kapacitami. Je tiež potrebné aby katalógová hodnota spínacích časov týchto prvkov bola najmenej 2 až 3-krát menšia než potrebná dĺžka hrán impulzov. Ak kmitočet nie je väčší ako 30MHz, vyhovujú diódy s $t_{rr} < 1ns$ a tranzistory s $f_T > 1GHz$. Treba poznamenať, že pri kmitočte nosnej viac ako 30 až 40MHz je veľmi obtiažne pri súčasnej dostupnej súčiastkovej základni dosiahnuť spínací režim.

Najväčšie nároky sú na prvé stupne RX a v TX na stupne prechádzajúce širokopásmovým PA. V kvalitnejších RX-och s viacnásobným zmiešavaním sa na mieste prvého zmiešavača používajú vyvážené a kruhové pasívne zmiešavače s napájaním sínusovou nosnou. Pri jednej MF a kmitočte nosnej nižšom ako 30MHz je vhodné používať vyvážené a kruhové zmiešavače v spínacom režime. Tieto umožňujú dosiahnuť dynamický rozsah 90dB a viac a to s aktívnymi i pasívnymi zmiešavačmi.

Nemennosť záťaže pasívnych zmiešavačov sa zabezpečuje zapojením širokopásmového stupňa medzi zmiešavač a MF filter. Jeho vstupný odpor je optimálny pre výstup zmiešavača. Zvykne sa nazývať "diplexer". Diplexer sa skladá zo sériového obvodu zapojeného na výstup zmiešavača naladeného na MF a do série s ním zapojených paralelných obvodov, tiež naladených na MF a odporom s hodnotou rovnou výstupnému odporu zmiešavača. Týmto odporom sa potláča úroveň produktov vyššieho rádu, čo zamedzuje ich odraz späť do zmiešavača, čo by spôsobilo zníženie dynamického rozsahu o 3 až 10dB.

V niektorých obvodoch kde nie sú také vysoké nároky je možné použiť vyvážené zmiešavače s nízkovýkonovými FET-mi v sínusovom i spínacom režime. Na kmitočtoch 2 až 3MHz dávajú veľmi dobré výsledky spínacie zmiešavače s obvodmi CMOS rady 4000 a ich ekvivalentami - aktívne na báze hradieľ NAND a NOR a tiež pasívne s K561KP1, KP2. V produktdetektoroch je vhodné použiť najjednoduchšie jednočinné zapojenie s FET-om.

RA3AO popísal v sérii článkov [2] a brožúre [3] konštrukciu transceivra pre všetky KV pásma. Všetky zmiešavače transceivra pracujú v spínacom režime. VFO pracuje v rozsahu 179,5 až 186MHz a jeho kmitočet je pre zmiešavanie upravený deličkou ECL s premenným koeficientom delenia. Mnohé z obvodov TRX-u stoja za pozornosť.

Zmiešavač prijímača

Aktívny dvojitý vyvážený zmiešavač je realizovaný štvoricou tranzistorov KT610A, ktoré sú ekvivalentom BFW16 - obr.1. Sú to dva dvojčinné zosilňovače so spoločnou bázou. Stupne sú prepínané napätím obdĺžnikového tvaru navzájom v protifáze, ktoré je na bázy tranzistorov zmiešavača privedené z hradla DD1. Zmiešavač je tiež možné považovať za dvojicu diferenciálnych spínačov prúdu. Koaxiálne vedenie, ktoré spája výstup premenného deliča so vstupom DD1 je prispôbené odporom 75Ω .

Vstup zmiešavača je spojený s výstupom deliča cez symetrizačno-prispôsobovací obvod, ktorý aby nezhoršil dynamický rozsah prijímacieho reťazca je realizovaný ako linkový transformátor. Transformátor T1 je symetrizačný, T2 prispôsobovací a transformuje nízky vstupný odpor zmiešavača (10 až 15Ω) štyrikrát. Výstup zmiešavača je spojený s MF cez rezonančný transformátor L1, L2 a C8. Odpor R6 znižuje sklon zmiešavača ku kmitaniu na VKV a prispieva k lepšiemu prispôsobeniu výstupného odporu zmiešavača so vstupným odporom MF, pričom nastavením odporu R6 sa zmenšia nerovnomernosti amplitúdovo-fázovej charakteristiky MF filtra.

Nastavenie zmiešavača

Vstup zmiešavača spojíme s výstupom bloku dolných priepustí. Na vstup dolných priepustí pripojíme generátor alebo anténu, na zmiešavač pripojíme VFO a kontrolujeme činnosť RX-u na všetkých pásmach. Ďalej je potrebné urobiť nastavenie prúdu zmiešavača pri maxime odolnosti. Výstupy dvoch generátorov G1 a G2 spojíme mostíkovým súčtovým obvodom podľa obr.2. Hmota M400NN približne odpovedá hmote H6. Mostík vyvážíme trimrom R2 na minimum prenikania signálu jedného generátora na vstup druhého. Miesto nastaviteľného atenuátora ATT je možné pripojiť atenuátor prijímača a pri meraní použiť atenuátory generátorov. Odpor R3 (82Ω) zameníme trimrom 100Ω v sérii s odporom 20 až 30Ω a nastavíme na maximálny odpor. Jeden z generátorov nastavíme na kmitočet f_1 , napr. 14040kHz , druhý na $f_2=14060\text{kHz}$ a prijímač na kmitočet $f_{p1}=2f_1-f_2$ -

14020kHz alebo $f_{p2} = 2f_2 - f_1 = 14080\text{kHz}$. Úroveň signálov je rovnaká a zväčšujeme ju dovtedy, kým sa na výstupe RX-u objaví "produkt" s rozlíšiteľnou úrovňou. Zväčšovaním prúdu zmiešavačom pomocou trimra sa bude úroveň "produktu" znižovať. Aby sme sa presvedčili či sa nezväčšuje úroveň vlastných šumov prijímača, je potrebné vypnúť generátory. Potom zväčšujúc úroveň vstupných signálov o 2 až 3dB opakujeme operáciu dovtedy, kým sa začne nárast šumu zväčšovať. Pri dobre vybraných tranzistoroch zmiešavača je maximum dynamického rozsahu nevýrazné a pri prúde 40 až 50mA približne zodpovedá maximu citlivosti. Ak sú parametre tranzistorov rôzne, objaví sa niekoľko maxim potlačenia intermodulačných produktov, ktoré nie sú totožné s maximom citlivosti a nie totožných pre produkty s kmitočtami f_{p1} a f_{p2} .

V niektorých prípadoch zmiešavač kmitá na VKV, najmä pri väčších prúdoch, čo sa prejaví zvýšením šumu na niektorých pásmach alebo na časti pásma meniacom sa pri ladení VFO. Vo väčšine prípadov postačuje zapojiť kondenzátor 2 až 10pF medzi kolektor jedného z tranzistorov a zem na doske. Bod na zemi treba najst' pokusne. Dokonalejšie odstránenie kmitania zaradením odporu 30 až 200Ω do bázy každého tranzistora.

Výber tranzistorov pre zmiešavač

Medzný kmitočet f musí byť väčší ako 800MHz, kolektorová strata $P \geq 0,5W$, $U_{CEmax} \geq 25V$, $I_{Cmax} \geq 50mA$, kapacita prechodu kolektora $C_K \leq 10pF$ a prechodu emitora $C_E \leq 30pF$. Autor doporučuje z tranzistorov vyrábaných v ZSSR nezapúzdrené typy ako KT607A, KT634A-2, KT637A-2, KT640A-2, KT643A-2, zapúzdrené KT911A až G KT918G,B, KT939. S horšími výsledkami na vyšších pásmach je možné použiť KT606A, KT913A a KT934A. Nie zlé výsledky - dynamický rozsah viac ako 90dB - dosiahneme i s tranzistormi KT355A, KT368A, KT399A a pod. pri prúde cez tranzistory asi 20mA a napätí U_{CE} asi 7 až 8V (hodnota odporu R_7 asi 200 až 240Ω). Pri použití tranzistorov s medzným kmitočtom 3 až 5GHz a viac je vhodné pre odstránenie kmitania zaradiť do bázy každého tranzistora odpor 30 až 220Ω.

Zmiešavač s FET

Zapojenie zmiešavača je na obrázku 3. Použité bolo v telegrafnom transceivri pre 7 a 14MHz [3]. Zo vstupných ladených obvodov postupuje signál na dvojitý vyvážený zmiešavač. Odpor kanálov tranzistorov sa spína nosnou obdĺžnikového tvaru, napätie ktorej je v protifáze privedené na hradlá VT3, VT6 a VT4, VT5 z kolektorov tranzistorov VT1, VT2 diferenciálneho zosilňovača - obmedzovača výkonu nosnej. Bázy týchto tranzistorov sú spojené s obvodom DD1 ktorý tvaruje signál VFO. Odpor R1 a R3 prispôsobujú vedenie k VFO.

Nastavenie zmiešavača

Pripojíme kolektorový obvod zmiešavača a skontrolujeme činnosť zosilňovača signálu VFO. Na kolektoroch tranzistorov VT1 a VT2 pri kontrole osciloskopom musí byť signál obdĺžnikového tvaru so striedou 1:1 s trvaním hrán maximálne 4ns. Trimrom R29 nastavíme predpätie na hradlách tranzistorov zmiešavača asi na +8V. Pripojíme generátor na vstup RX-u a kondenzátormi C2, C7 a C18 nastavíme výstupnú priepusť.

Silný šum RX-u môže spôsobovať nasýtenie tranzistorov zosilňovača signálu VFO. Zväčšením hodnoty R7 nastavíme nenасыtený režim. Naopak, ak pri hodnotách napájacích napätí nebude rozkmit napätia na kolektoroch VT1 a VT2 asi 20V, odpor R7 treba zmenšiť tak, aby nedošlo k náhlemu zvýšeniu šumu RX.

Odolnosť zmiešavača možno zväčšiť o 3 až 6dB ak zväčšíme rozkmit napätia nosnej 1,5 až 2-krát. Potom je potrebné použiť v zmiešavači výkonové vF tranzistory s veľkým U_{CE} , napr. KT911A až G a zväčšiť ich napájacie napätie na 36 až 40V. Potom je potrebné zmenšiť hodnotu odporu R7 asi dvakrát a pre zvýšenie budenia spojiť paralelne obidve hradlá v DD1. Režim činnosti tranzistorov zosilňovača nosnej je spínací bez saturácie a stratový výkon na každom tranzistore bude asi 1W a na odporoch R4 a R5 sa bude strácať viac ako po 5W (v popisovanom variante po 0,4 a 1,5W). Ak zväčšíme odpory a úmerne sa zmenší prúd i výkon stupňa, necháme pôvodný rozkmit napätia nosnej, možno očakávať zhoršenie dynamického rozsahu z dôvodu preťaženia hrán a poklesu tohto napätia.

Balančný modulátor

Zapojenie balančného modulátora je na obr.4. Vplyvom nosnej, ktorá má tvar obdĺžnikovných impulzov a je privedená na adresový vstup A0 multiplexera K561KP1 (DD1) sa vstupy filtra Z1 postupne pripájajú k zdroju nf signálu alebo k zemi. Modulátor sa vyvažuje nasledovne. Na signálny vstup multiplexera sa pripojí malé jednosmerné napätie cez trimer R5. Modulátor sa spína pripojením nízkej úrovne na vývod 6 (DD1). Filter Z1 prepúšťa dolné postranné pásmo a potláča tiež harmonické z obmedzeného nf signálu, ktoré prešli predchádzajúcimi stupňami. Pri daných napájacích napätiach modulátor neprodukuje nežiaduce produkty pri rozkmitení nf do $\pm 3V$.

Produktdetektor

Posledný stupeň MF je zatažený pasívnym spínacím zmiešavacím detektorom s tranzistorom FET. Odpor jeho kanála sa periodicky mení podľa obdĺžnikového napätia s kmitočtom MF, ktoré generuje DD1. NF signál z výstupu detektora sa filtruje obvodmi R23, R24 - C32, C33. Obvod ohraničuje signál od 200Hz do 3kHz. Zapojenie produktdetektora je na obr.5.

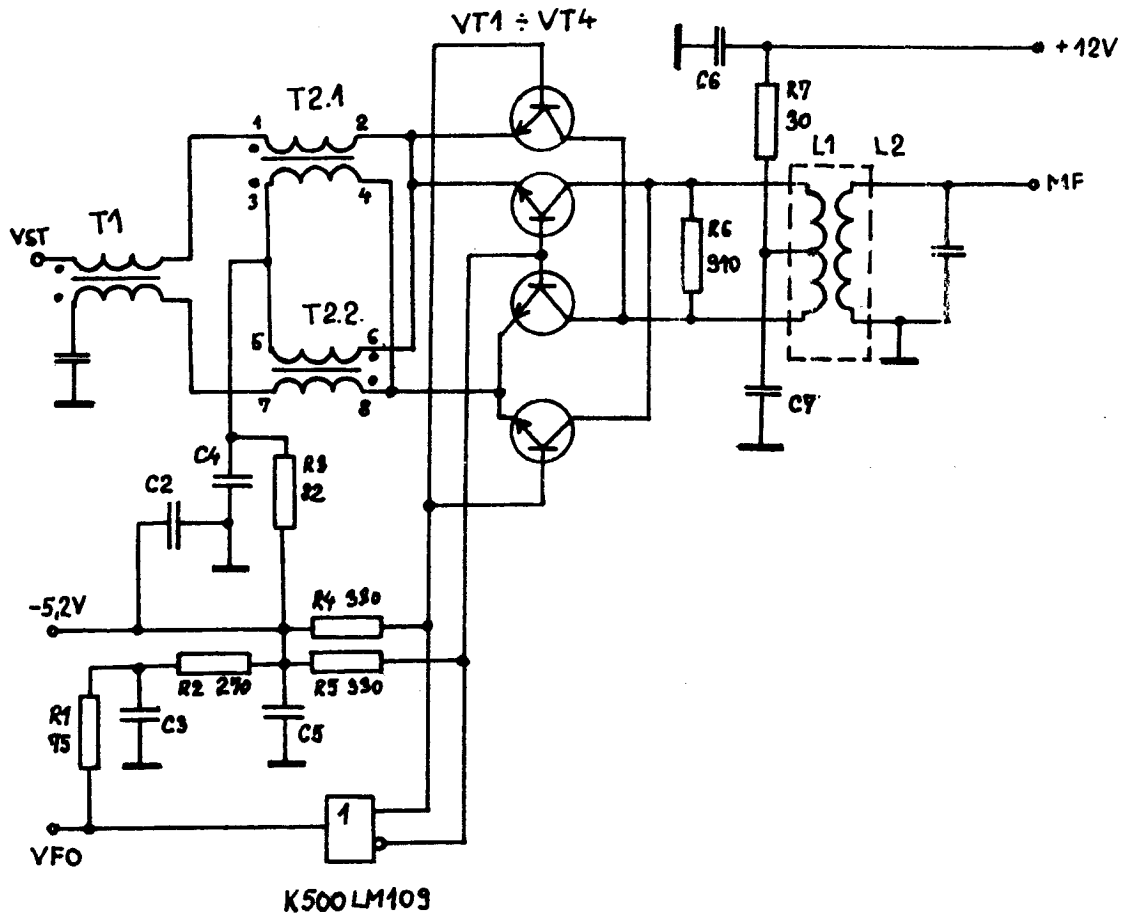
Diódový zmiešavač v spínacom režime

Zapojenie bolo použité v transceivri pre 14MHz [1], [4] a je na obr.6. Dôležité je dodržať symetriu amplitúdy signálu VFO v kladnej i zápornej úrovni. Odpory R56 až R59 ohraničujú maximálny prúd cez otvorený spínač a úbytok napätia na nich zväčšuje napätie v závernom smere pre zatvorené spínače. Určuje maximálnu amplitúdu zmiešavaného signálu. Konštrukčné usporiadanie transformátora T2 je popísané v [1].

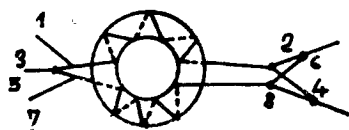
V spínacom režime pracuje i kruhový zmiešavač s diódami podľa [3], ktorý je zapojený vo vysielacej časti. Zapojenie je na obrázku 7.

Použitá literatúra:

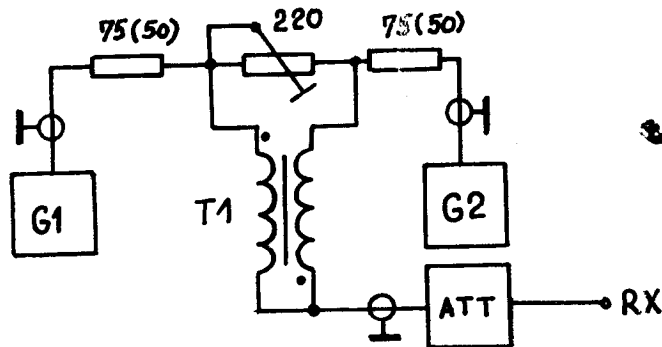
- [1] V.Drozdov, UA3AAO: Jednopásmový telegrafný KV transceiver.
Radio 1/1983, str.17+22
- [2] V Drozdov, UA3AAO: Všepásmový KV transceiver
Radio 8,9,11,12/1985, 2,4+7,9+12/1986
- [3] V.Drozdov, UA3AAO: Amatérské KV transceivre
Radio i svjaz 1988
- [4] V.Drozdov, UA3AAO: Vysokoefektívny zmiešavač
Radio 11/1982, str.21



- T1 - toroid K10x6x5 hmota M400NN
10x rovnomernejch stožených vodičov $\phi 0,2$ - stožič 2x na dĺžku 1cm
vlnový odpor 60 Ω
- T2 - toroid K10x6x5 (priemer vonkajší, vnútorný, výška), hmota M400NN
2x4x stoženými vodičmi $\phi 0,3$ - stožič 10x na dĺžku 1cm
vinúť podľa nákresu

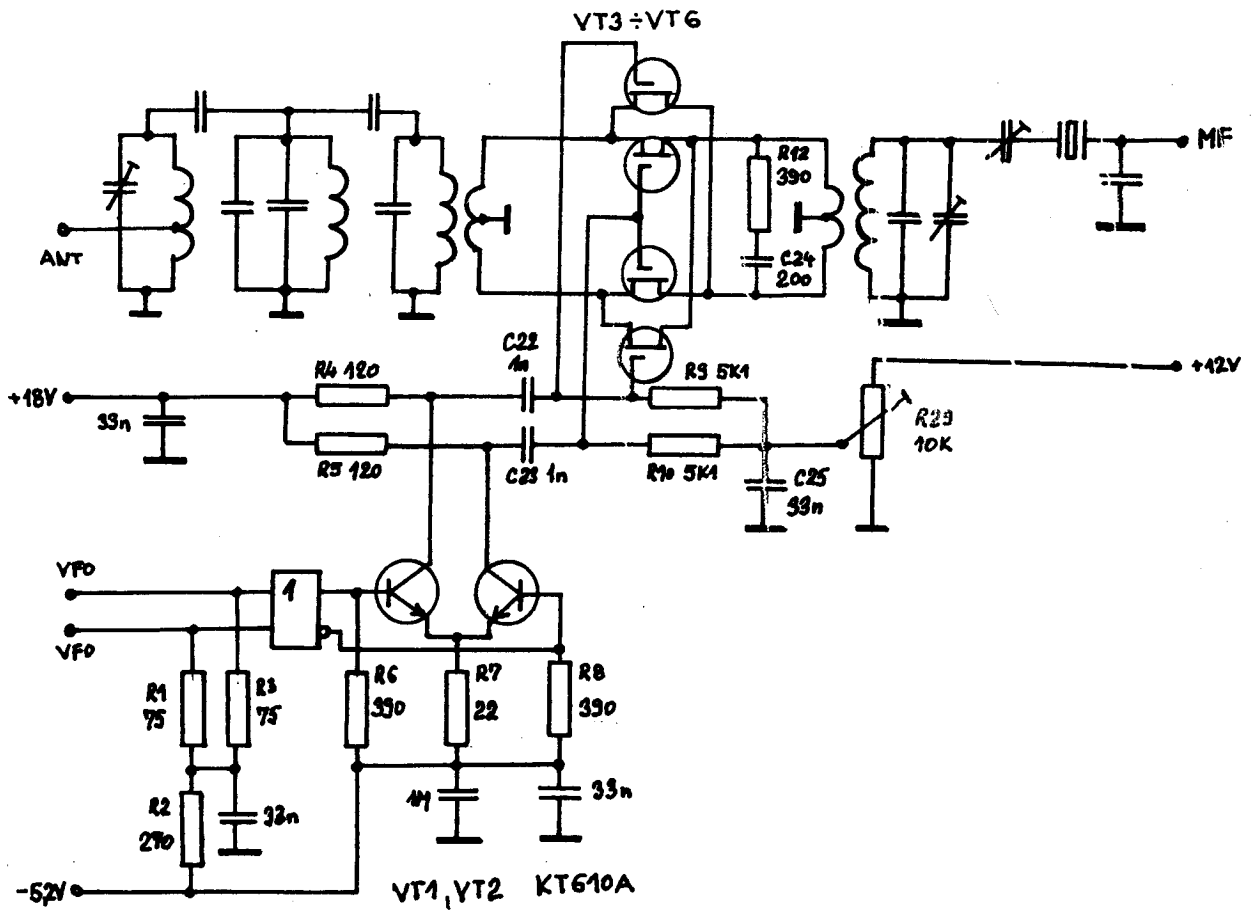


OBR. 1.

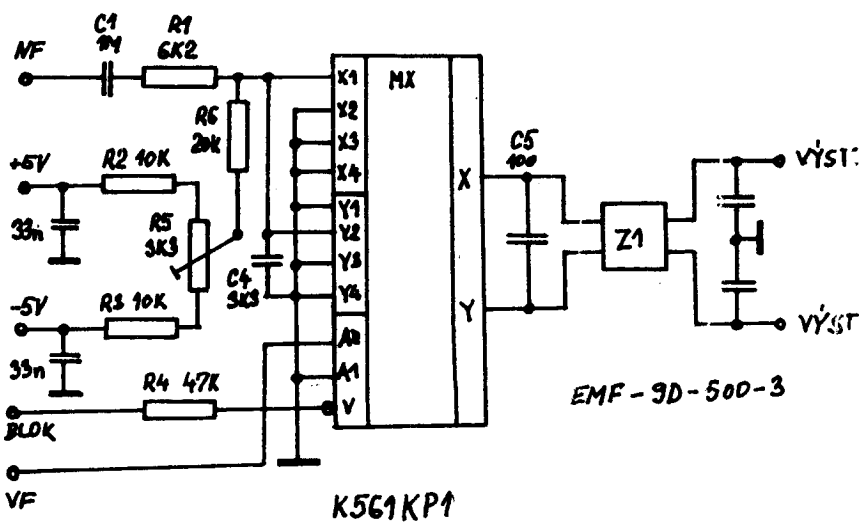


- T1 - toroid K10x6x5, hmota M400NN
2x8x slabo skrútených, vodič $\phi 0,15$

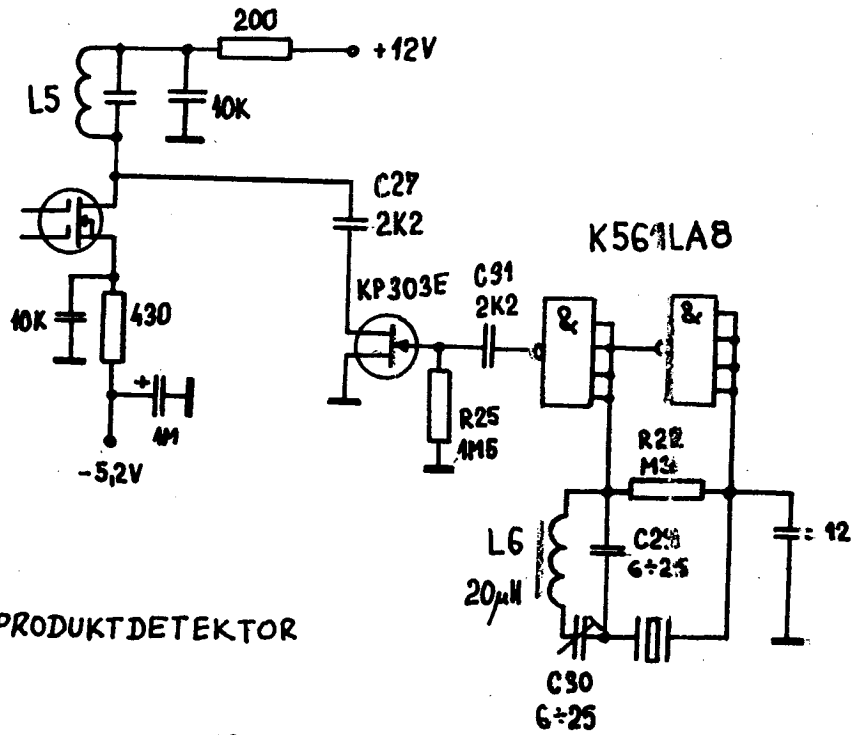
OBR. 2.



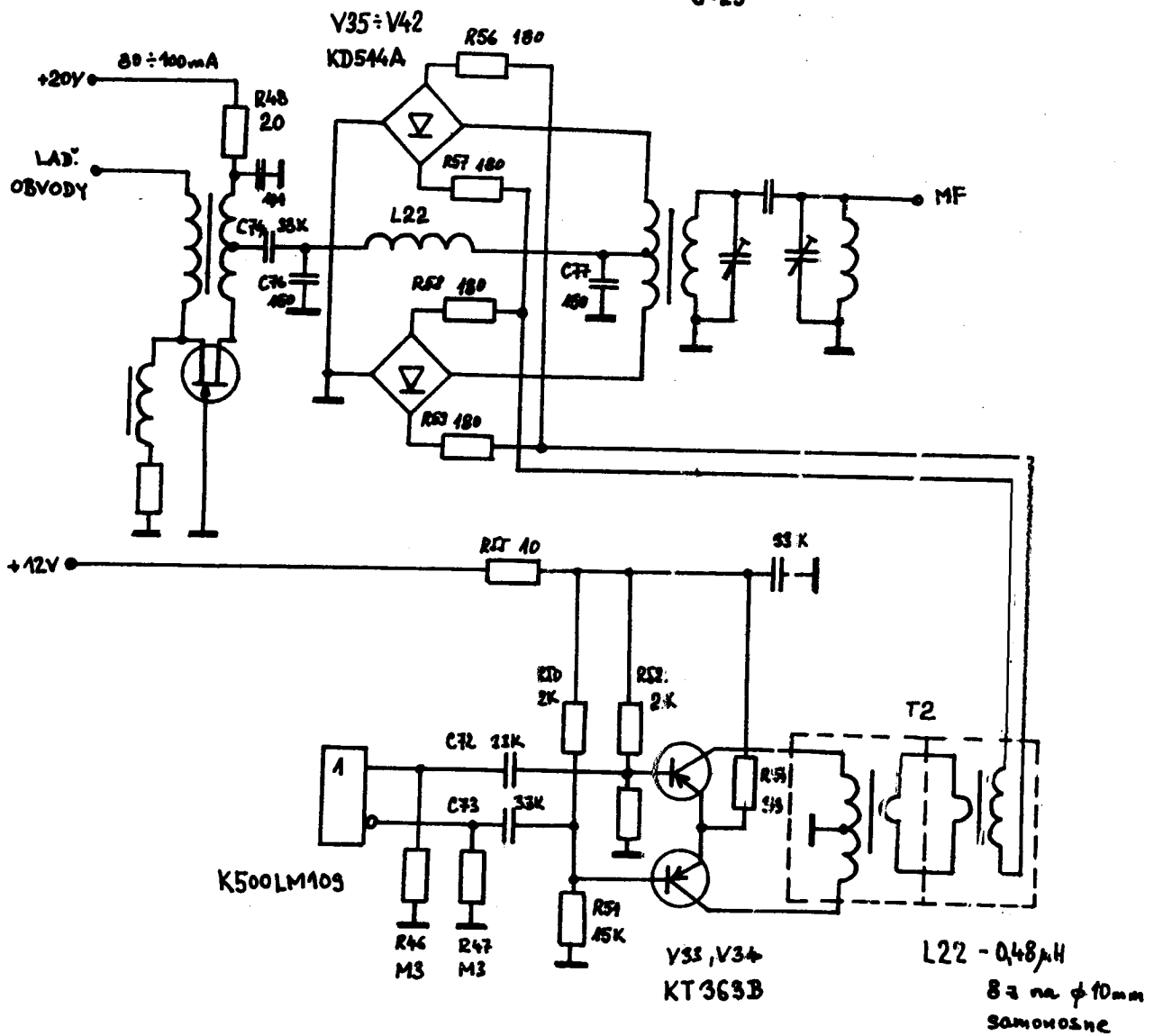
OBR. 3. ZMIEŠAVAČ S FET



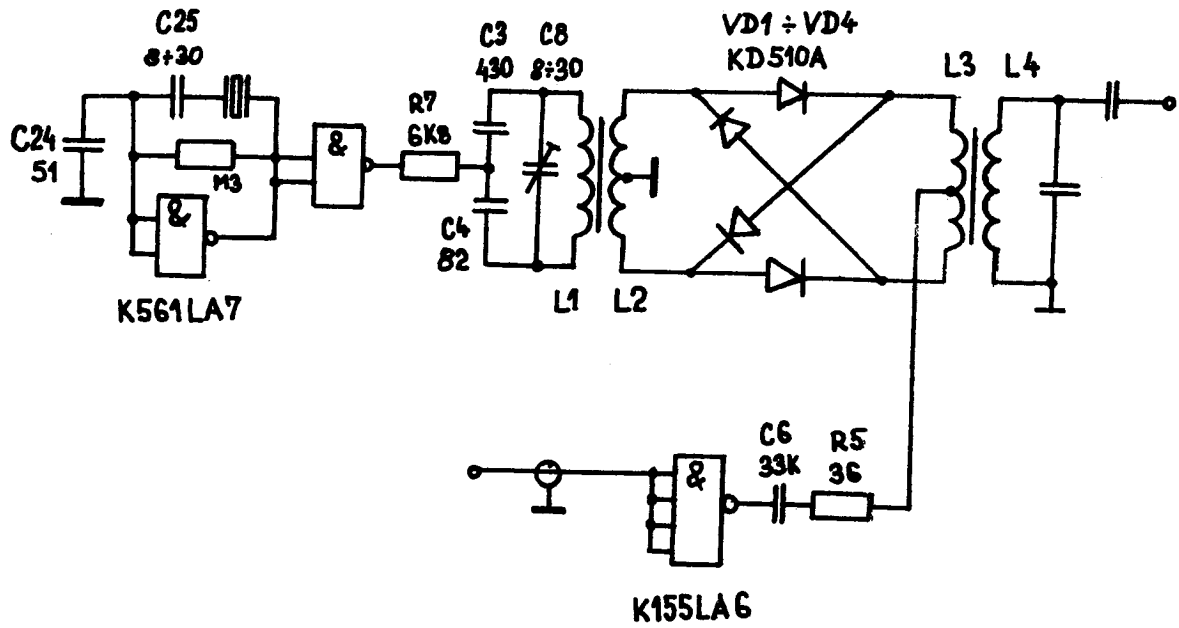
OBR. 4. BALANČNÝ MODULÁTOR



OBR.5. PRODUKTDETEKTOR



OBR.6. DVOJITÝ DIÓDOVÝ ZMIEŠAČ



OBR. 7. Krubový diódový zmiešavač

ĎALŠIE ÚVAHY NAD ODRUŠOVANÍM TVI A BCI

Ing. Anton MRAZ OK3LU

Nadpis nám dostatočne osvetľuje tému príspevku, takže hneď prejdeme k jadrú vecí. Špekulovať nad týmto problémom, ako to robia ROS a rádiokomunikácie vôbec, netreba a treba si pomôcť ako každý vie. Príspevok by mal byť praktickým pokračovaním článkov a AR (OK3LU a OK1ZN). Podľa neho by si mal každý pomôcť sám bez nákladnej meracej techniky asi v 80% prípadov.

Vysielačie zariadenie

Hoci máme vysielačie zariadenie úplne v poriadku (napr. od firmy KENWOOD) sú určité zásady, ktoré musíme dodržať.

- a. používať antény napájané koaxiálnym káblom
 - b. antény musia byť prispôsobené na napájač
 - c. používať DP filter v anténnom prívode
 - d. uzemnenie zariadenia po vŕ stránke musí byť účinné
 - e. používať sieťový filter
-
- a. Najlepšia anténa z hľadiska rušenia je smerovka (YAGI, QUAD). Podstatne horší je vertikál a najhoršie sú drôtové antény typu LW. Z hľadiska používanej frekvencie máme problémy so spodnými pásmami 1,8 až 7MHz, lebo zasahujú do oblasti videosignálu a aj s hornými pásmami 14 až 30MHz, lebo sú príliš blízko TV pásiem.
 - b. Anténa musí byť dobre prispôsobená na napájač a medzi anténou a napájačom musí byť symetrizátor. Len tak dosiahneme minimálne vyžarovanie napájača, čo je hlavný problém pri vertikálnej anténe.
 - c. Hoci profesionálne zariadenia majú na výstupe DP filtre na potlačenie harmonických, je dobré hlavne za PA zapojiť ďalší DP filter. Návodov už vyšlo veľa, takže s typom

filtra by nemali byť problémy. Musíme hlavne dbať na tieto zásady:

- kondenzátory vo filtri musia byť masívne keramické, dimenzované na príslušný výkon a musia mať krátke a silné privody
- cievky musia byť z dostatočne hrubého drôtu a musia byť medzi sebou tienené
- filter treba nastaviť na polyskope, lebo návodom sa nedá celkom veriť a nemožno potom zaručiť minimálny útlm na pásmach 14 až 30MHz
- filter musíme zapojiť do privodu k anténe tak, že je celý v kryte a kryt je spojený len s tienením káblov na oboch stranách (len cez koaxiálne konektory)

d. Uzemnenie vysielacieho zariadenia, hlavne v panelákoch, je vždy problematické a preto použijeme vždy uzemňovací vodič $\lambda/4$ podľa obr.15. Môžeme použiť paralelne viac uzemňovacích vodičov, každý na jedno pásmo. Konce uzemňovacích vodičov dáme čo najďalej od ostatných zariadení, lebo na ich koncoch je vysoké vF napätie.

e. Sieťový filter je veľmi dôležitá časť ochrany pred TVI, ale problém je, že cez sieťový filter tečie prúd až 10A. Najjednoduchší filter je sieťový privod namotaný na ferite zo staršieho VN transformátora (6 až 10 závitov) prípadne doplnený blokovacími kondenzátormi na výstupe filtra. Podobný problém máme pri TV prijímači. Z továrenských vyrábaných môžeme použiť WN85202, TC241 alebo len tlmivky WN68205 - 09.

Rušené zariadenie

Televízor, videomagnetofón a VKV prijímač.

Rušiť môžeme buď harmonickým kmitočtom (napr. 3.harmonická z 21MHz ruší 2.TV kanál) alebo silným základným signálom, čo je asi najčastejší prípad.

Základný princíp rušenia silným signálom je ten, že cez televízor preteká medzi anténnym a sieťovým prívodom vF prúd. Úbytky napätia medzi jednotlivými zemnými vodičmi sú tak veľké, že ovplyvňujú príjem obrazu či zvuku. Nakoniec, keď si predstavíme dĺžku koaxiálneho kábla v paneláku a dĺžku sieťového prívodu (oba fungujú ako anténa), pochopíme problémy chudáka televízora. Jediná šanca, ako odstrániť rušenie je prerušiť pre náš signál obvod medzi anténnym prívodom a televízorom. Ďalší problém, ktorý tu vystupuje je súfázový signál na oboch vodičoch dvojlinky, prípadne silný signál na opletení koaxiálneho kábla. Pomôcť si môžeme 3 spôsobmi:

- Na vstup televízora zapojíme oddeľovací transformátor. Musí mať minimálny útlm pre TV signál a minimálnu kapacitu medzi primárom a sekundárom. Optimálna verzia transformátora je na obr.9.
- Na vstup televízora zapojíme HP filter. Filter musí prepustiť TV signál a zadržať náš silný KV signál. Filter na obrázkoch 1 a 2 použijeme len pri prijíme v 4. a 5. TV pásme. Použijeme samozrejme symetrickú verziu. Pri prijíme na všetkých TV pásmach použijeme filtre na obr. 3,4,5,6,7,8. Najlepšie sú asi symetrické filtre na obr.6 a 8 zapojené medzi živé prívody a opletenia káblov.

V prípade rušenia z pásma 144MHz použijeme filter z obr.11. Filtre z obr. 6 a 8 som urobil na univerzálnu dosku kde sú plošky 4x4mm so vzdialenosťami stredov 5mm. Celý filter má rozmery 22x12mm a nepotrebuje nastavenie. Cievky $0,52\mu\text{H}$ (0,42) sú prispájkované na stojato a cievky $0,16\mu\text{H}$ (0,13) sú z opačnej strany dosky na ležato. Kondenzátory sú keramické a majú minimálne prívody. V tvrdošijnom prípade zapojíme ešte za filter (!) oddeľovací transformátor z obr.10. Dĺžka filtra tým narastie asi na 33mm.

Zvláštna verzia filtra, ktorý pracuje účinne, pozostáva len z jedného toroidného jadra (feritu z vychyľovacích cievok TV alebo z VN transformátora) na ktoré navinieme 3 až 4 závitov prívodného koaxiálneho kábla k televízoru. Toroid musí byť z hmoty H. Táto verzia filtra potláča KV signál ktorý sa šíri po

opletení koaxiálneho kábla a nezanáša žiadne prídavné tlmenie TV signálu.

Filter vyrobíme ako medzikus s krátkymi koaxiálnymi prívodmi a DIN TV konektormi. Montáž je potom rýchla a dá sa vyskúšať vplyv na TV signál.

- Sieťový filter. Najjednoduchší, ale účinný filter je rovnaký ako v predošlom prípade. Sieťový prívod navinieme na toroidné jadro (na ferit z vychyľovacích cievok, ferit z VN transformátora, na feritovú tyčku...). Navinieme maximálny počet závitov. Z vyrábaných sieťových filtrov môžeme použiť napr. WN85202, TC241, WK05003 atď. Jednoduchý trik je spojenie zeme (opletenia koaxiálneho kábla) TV zásuvky s ochranným vodičom sieťového rozvodu. Často to pomáha.

NF zosilňovač, Hi-Fi veža, magnetofón a gramofón.

Pri odrušovaní nf techniky použijeme tento postup.

Pokiaľ má zariadenie externé reproduktory, navinieme časť ich prívodu na feritový toroid či feritovú tyčku a do konektora zapojíme kondenzátor 1n až 4n7. Vo vnútri prístroja blokujeme zemný prívod na reproduktorovom konektore na chassis kapacitou 1 až 10n.

Pokiaľ má zariadenie externé vstupy použijeme úpravu z obr.13 a 14. Odrušovacie prvky umiestime priamo do konektora. V najnutnejších prípadoch ich umiestime do prístroja.

Aj u nf zosilňovačov môžeme použiť sieťový filter ako u TV prijímačov.

Tieto zásahy by mali pomôcť skoro vo všetkých prípadoch. Výhodné je, že pri nich musíme minimálne zasahovať do zosilňovačov. V ostatných prípadoch použijeme postup z [1].

Praktický postup pri odrušovaní

Odrúšenie, zvlášť u neprijemných susedov je vec veľmi háklivá. Nemali by sme ju dlho odkladať. Je výhodné mať rušiacie zariadenie pri sebe a základné odrušovacie kroky

môžeme urobiť na mieste bez používania vysielacieho zariadenia.

Na VKV použijeme ako príručný VKV generátor prenosné zariadenie na 145MHz FM a výkonom do 5W. Použijeme Beskyd, Mazák, PS83 či podobné s $\lambda/4$ anténou. Pokiaľ máme YEASU či KENWOOD, použijeme ten.

Na KV neexistujú takéto príručné zariadenia a preto si musíme také vyrobiť. Na obr.16 je jedna verzia takého generátora. Na napájanie používa priamo sieťové napätie bez oddeľovacieho transformátora takže montáž musí byť podľa normy do izolovanej skrinky. Na tyčovú anténu musíme použiť kvalitné oddeľovacie kondenzátory skúšané na 1000V striedavých.

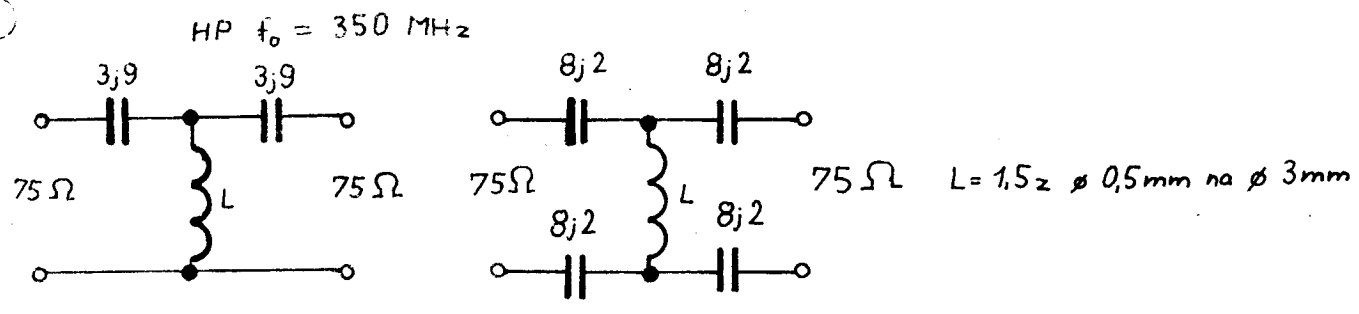
Generátor pracuje v pásme 80m aby sme mohli skúšať prenikanie signálu priamo do videocesty alebo interferencie s farbonosnými kmitočtami TV prijímača. Zapojenie nemá záludnosti, len musíme dbať na bezpečnosť. Generátor vytvorí dostatočne veľké elektromagnetické pole v okolí tyčovej antény. Základný postup je jednoduchý. Najprv použijeme HP filter do anténneho prívodu, potom sieťový filter a nakoniec podľa typu rušenia skúsime premiestnenie rušeného zariadenia, káble atď.

U nf zariadenia pracujeme podľa bodu nf zariadenia. Keď nedosiahneme plný úspech skúsime hľadať u seba - vylepšíme $\lambda/4$ zem, skúsime inú anténu atď.

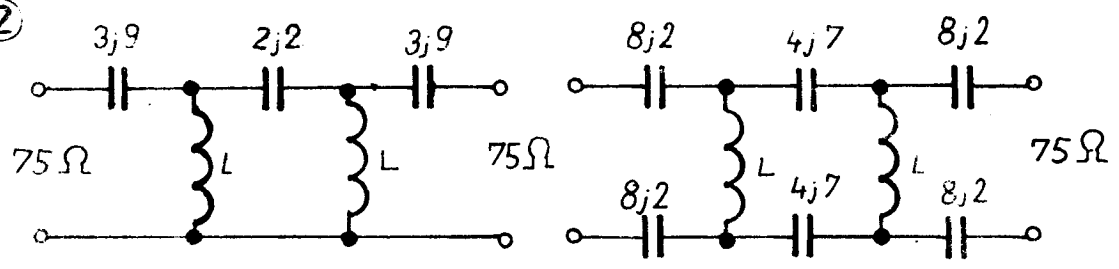
Možností odrušenia je veľa a my sa nesmieme nechať odradiť prvým neúspechom.

Nakoniec Vám želám veľa úspechov pri TVI, BCI problémoch, aby ste mohli v klude na všetkých pásmach zavolať DX alebo priateľa cez sledovaný seriál či cez futbalový zápas.

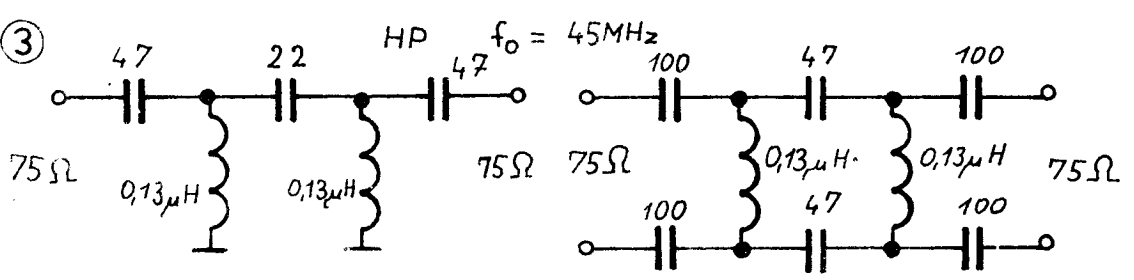
①



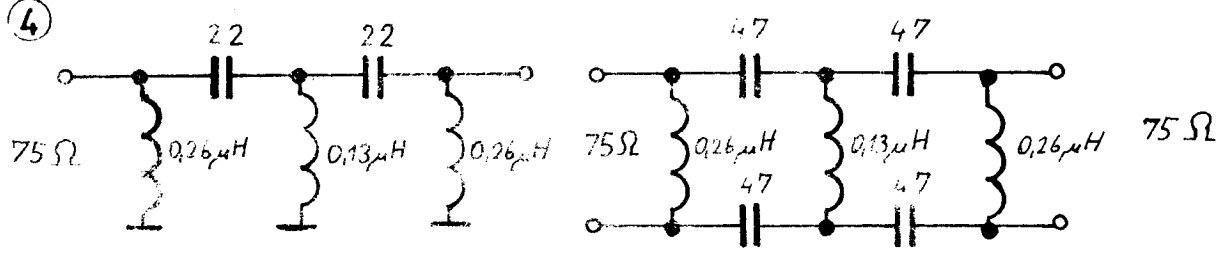
②



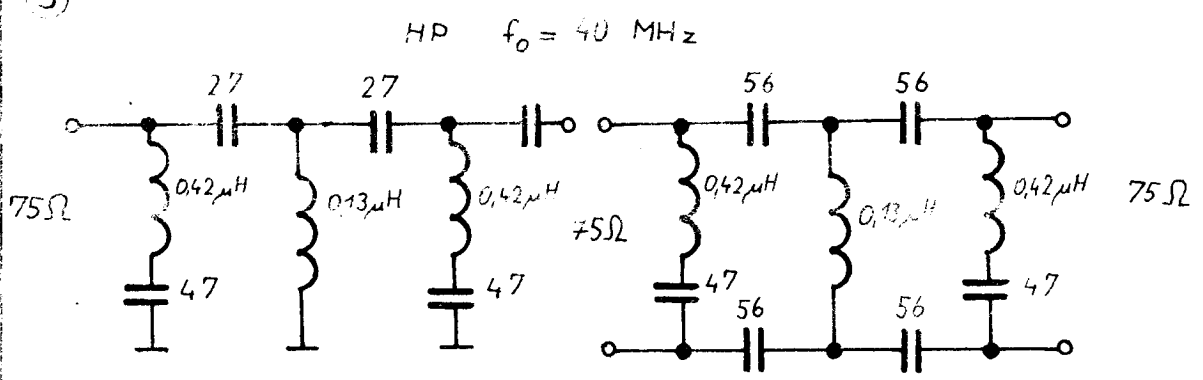
③



④

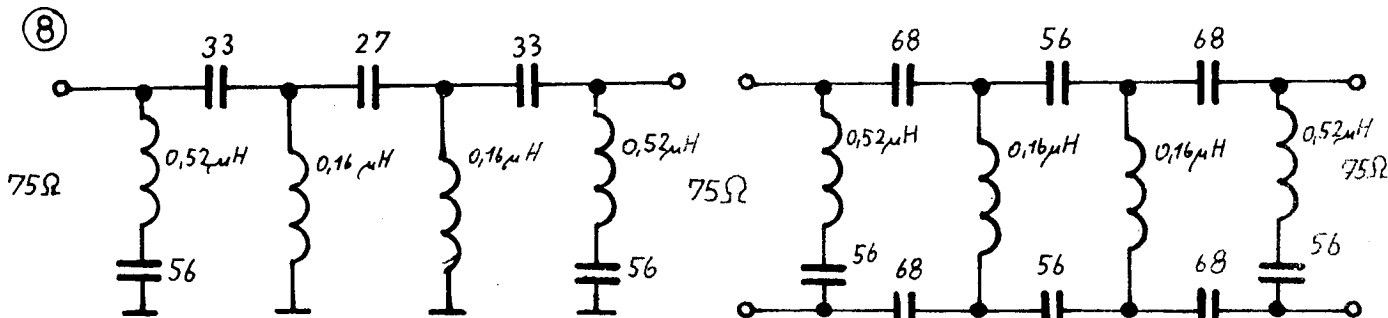
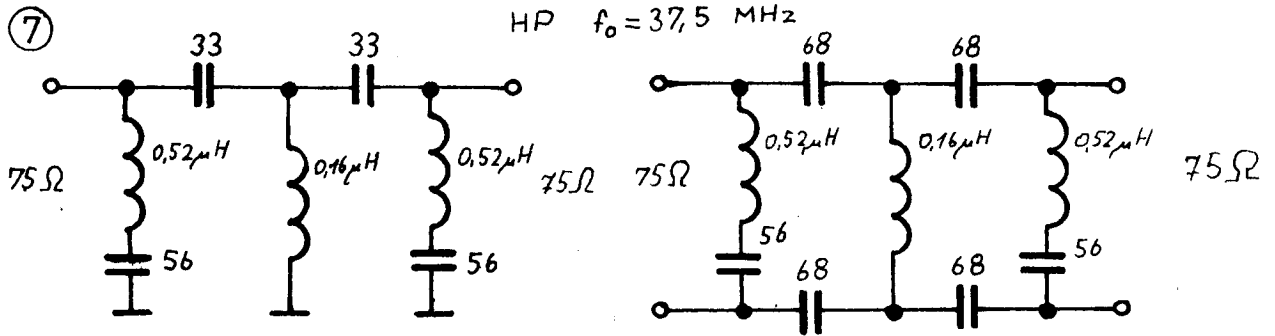
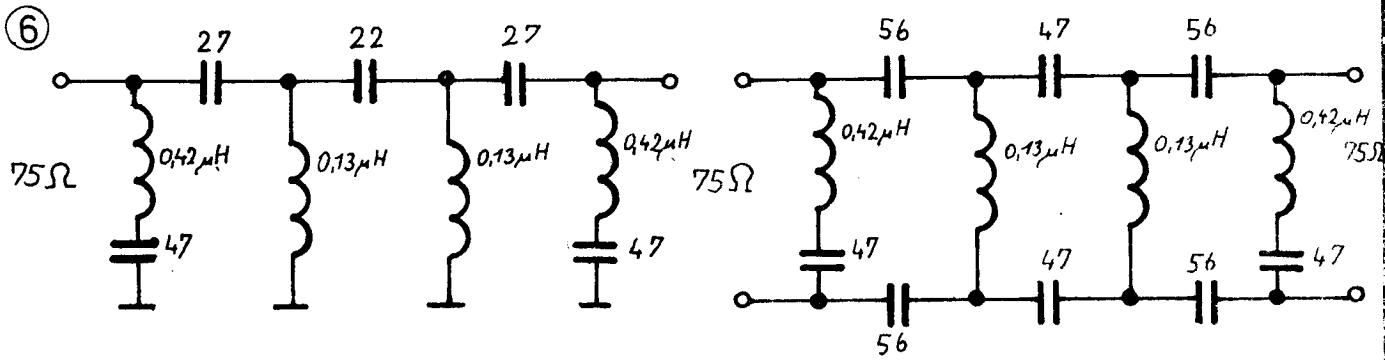


⑤



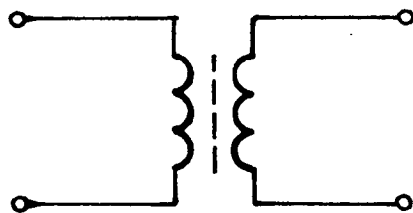
Ubiarka $0,13 \mu\text{H} - 5 \text{ z\`av } \varnothing 0,5 \text{ mm na } \varnothing 4,5 \text{ mm}$
 Material $0,42 \mu\text{H} - 12,5 \text{ z\`av } \varnothing 0,5 \text{ mm na } \varnothing 4,5 \text{ mm}$

Mestiko	Kreslil	Norm. ref.	Kruba hmot.	Zmeny	Datum	Vydanie
	Kontrolovať	TPV	Čista hmot.			
	Schválil	Datum 10/89	Trieba odpadu			
TESIA	Typ			listov:	list:	
	Ročovník			3 LU 89		



0,16 μH -- 6 záv \varnothing 0,5 mm na \varnothing 4,5 mm
 0,52 μH -- 17 záv \varnothing 0,5 mm na \varnothing 4,5 mm

⑨ Oddelovacie trafo



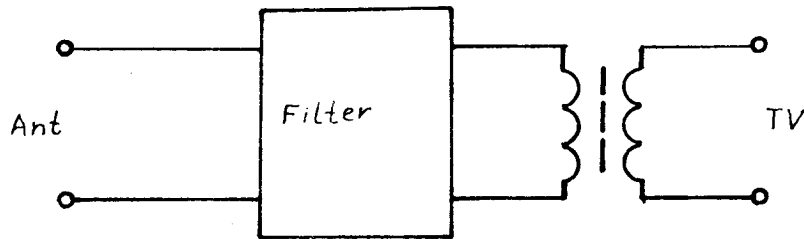
2 drôty \varnothing 0,2 mm stožené
 3 záv. na toroid \varnothing 6 mm N1, H22

Uprava
 Materiál

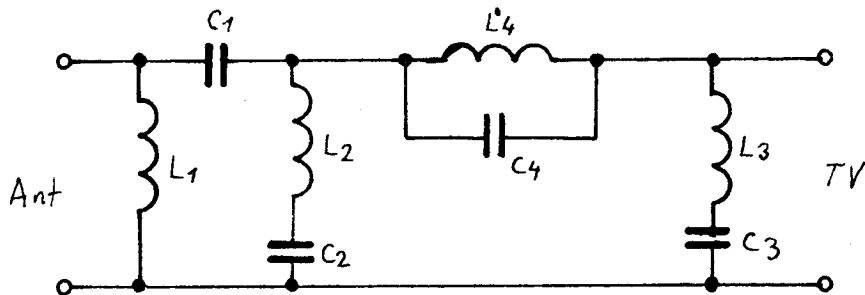
Meritko	Kreslil	Norm. ref.	Mrubá hmot.	Č. zmeny	Dátum	Vydanie
	Kontroloval	TPV	Čistá hmot.			
	Schválil	Dátum 10/89	Trieda odpadu			
TESLA	Typ			Listov:	List:	
	Nazov			3 LU 89		

10

Zapojenie filtra a oddel'ovacieho trafu



11



$C_1 - 39 \text{ pF}$

$C_{2,3} - 5,6 \text{ pF}$

$C_4 - 33 \text{ pF}$

$L_1 - 8 \text{ zäv } \varnothing 0,5 \text{ mm na } \varnothing 4,5 \text{ mm}$

$L_{2,3} - 11 \text{ zäv } \varnothing 0,5 \text{ mm na } \varnothing 3,5 \text{ mm}$

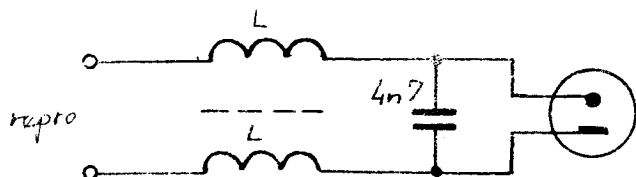
$L_4 - 3 \text{ zäv } \varnothing 0,5 \text{ mm na } \varnothing 3,5 \text{ mm}$

na $50 \text{ MHz} < f < 110 \text{ MHz}$ a $f > 170 \text{ MHz}$ útlm $< 1 \text{ dB}$

v pásme $144 - 146 \text{ MHz} > 50 \text{ dB}$

od $f < 50 \text{ MHz}$ smerom dolu útlm stúpa 6 dB/oktávu

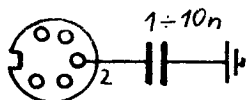
12



10n

vnútri prístroja

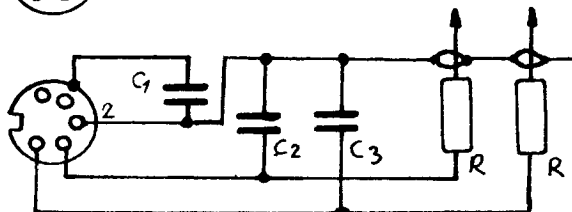
13



14

Uprava

Materiál



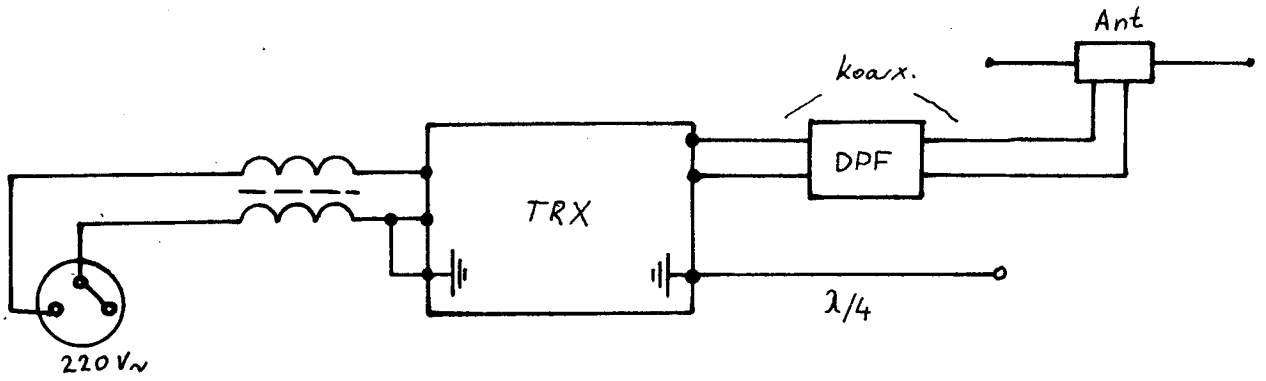
$R \ 1 \div 10 \text{ k}$

$C_1 \ 1 \div 10 \text{ nF}$

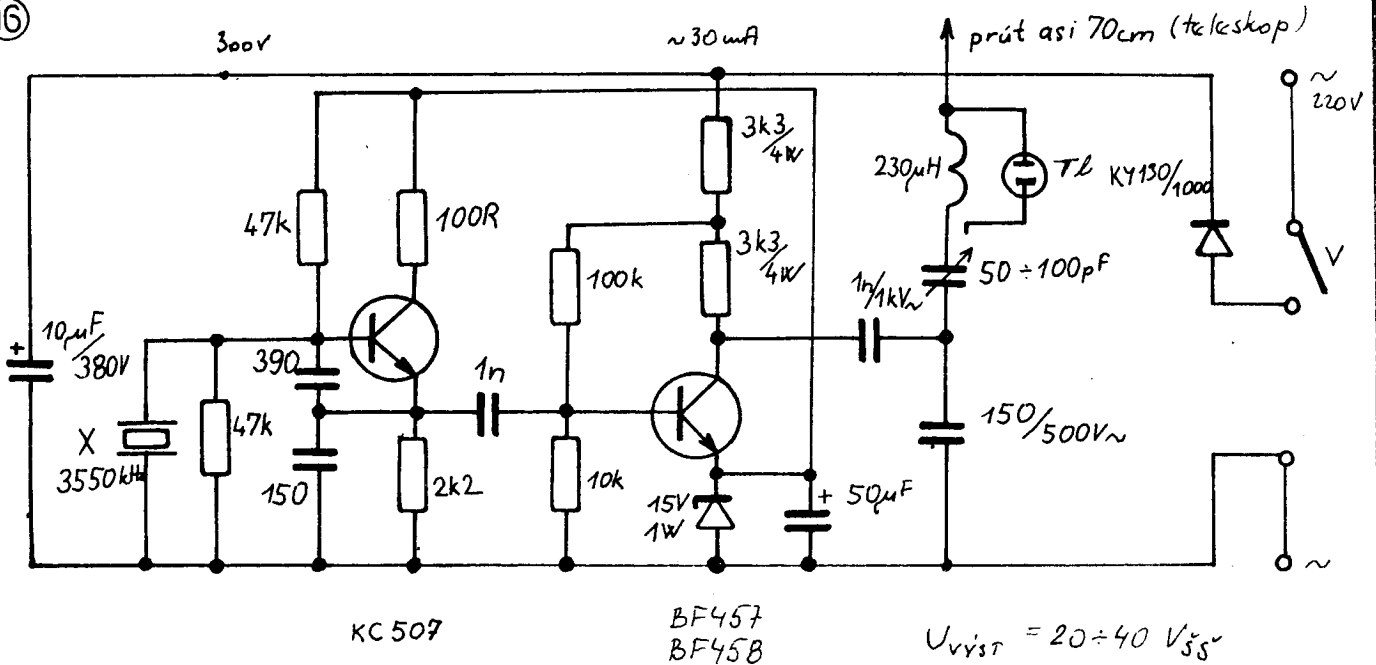
$C_{2,3} \ 100 \div 470 \text{ pF}$

Merilko	Kreslil	Norm. ref.	Mruba hmot.	C. zmeny	Datum	Vydanie
	Kontroloval	TPV	Čista hmot.			
	Schválil	Datum 10/89	Trieda odpadu			
TESLA Bratislava s.p.	Typ		Listov:	List:		
	Názov				3 LU 89	

15



16



X -- kryštál 3,5-4MHz
GENERÁTOR RUŠIACEHO SIGNÁLU.

Úprava

Materiál

Meritko	Kreslil	Norm. rel.	Hrubá hmot.	Č. zmeny	Dátum	Vydanie
	Kontroloval	TPV	Čistá hmot.			
	Schválil	Dátum 10/89	Trieda odpadu			
TESLA Bratislava B.p.	Typ			listov:	list:	
	Názov			3 LU 89		

Frekvenčná ústredňa pre krátkovlnný transvertor-konvertor
k transceiveru pre pásmo 144 až 146 MHz.

Ing. Vladimír Hliničan, OK3YDZ

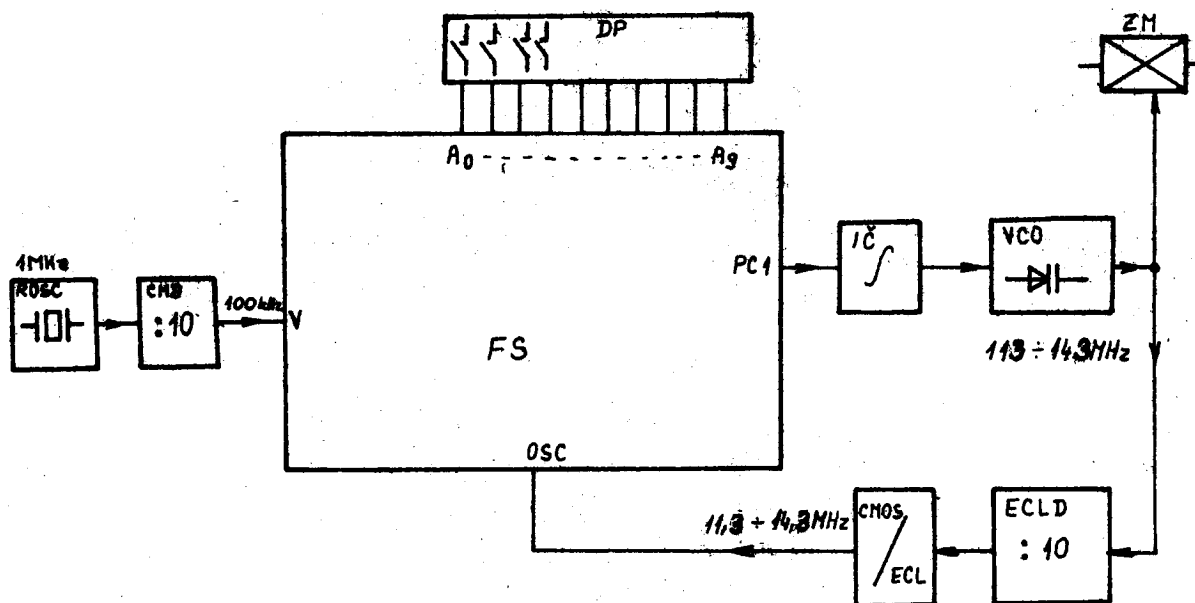
Frekvenčná ústredňa ovláda napäťovo riadený oscilátor, v ďalšom VCO, v rozsahu 113 až 143 MHz s krokom 2 MHz (prípadne 4MHz). VCO je použitý pre transvertor-konvertor k VKV transceiveru s frekvenčným rozsahom 144 až 146 MHz (prípadne 144 až 148 MHz).

Základné vlastnosti:

1. Umožňuje využiť 2-metrový transceiver ako zariadenie pre prácu na KV vo frekvenčnom rozsahu 1 až 33 MHz.
2. Rozsah pracovnej frekvencie volíme 16 (8) - polohovým prepínačom po 2 MHz (4 MHz) krokoch.
3. Stabilita frekvencie VCO je daná stabilitou referenčného kryštálového oscilátora.
4. Frekvenčný syntetizér MHB 4750 svojimi dobrými vlastnosťami minimálne ovplyvňuje šumové vlastnosti VCO.
5. Vzhľadom k použitiu CMOS a ECL obvodov je minimalizované rušenie logickými signálmi.
6. Malé rozmery, malá spotreba, minimum nastavovacích prvkov.

Popis činnosti frekvenčnej ústredne.

Činnosť frekvenčnej ústredne vyplýva z blokovej schémy obr. 1. Stabilná, referenčná frekvencia 100 kHz, odvodená od frekvencie kryštálového oscilátora ROSC, podelená CMOS deličkou desiatimi CMD je privedená na fázovo komparačný vstup V. Napäťovo riadený oscilátor VCO, riadený z analógového výstupu FC1 frekvenčného syntetizéru FS, cez integrujúci člen IC kmitá v rozsahu 113 až 143 MHz. Jeho výstup je privedený na zmiešavač ZM a rýchlu ECL deličku desiatimi ECLD. Podelený signál je upravený prevodníkom ECL/CMOS a privedený na vstup OSC, ktorý je spracovateľný frekv. syntetizérom FS. Podľa prednastavenia prepínača DP (rozsah 6 a 1/2 dekády), volíme skokovo deliaci pomer vnútornej, programovateľnej deličky tak, aby sme na výstupe VCO získali frekvenciu 113,(115),117,...,143 MHz s krokom 2 MHz (4 MHz).



obr.1 Bloková schéma frekvenčnej ústredne.

Požiadavky a praktická realizácia.

Ústredňa je realizovaná na doske dvojstranného plošného spoja rozmerov 80 x 82,5 mm obr.7,8. Rozmiestnenie súčiastok je na obr.9 . Vrchná strana je využitá ako tienenie (GND), pričom plošky okolo vývodov súčiastok sú odvrtné. Výška je okolo 45 mm. Je daná hlavne rozmerom prepínača pásiem, ktorý je vhodné umiestniť s celou ústredňou do spoločnej tieniacej krabičky. Na napájanie môžeme použiť jedno stabilizované napätie 10 V, ktoré zároveň využijeme aj pre napájanie stabilizátora +5V V5 (7805 v plastovom puzdre), prípadne ho môžeme napájať zo samostatného napätia (+12V).Schéma zapojenia je na obr.6.

Vstupná citlivosť ECL deličky je okolo 100mV pri vstupnej impedancii okolo 50 ohm pre náš frekvenčný rozsah (prevzaté z [3]). Tranzistor V1 ešte zvyšuje citlivosť deličky a tým minimalizuje zaťaženie výstupného signálu VCO.

Prevodník ECL/CMOS, tvorený tranzistormi V2 a V3 musí zabezpečiť výstupný signál s amplitúdou spodnej úrovne - LOW max. 0,3 UDD a hornej úrovne - HIGH min. 0,7 UDD. Úroveň nastavíme odpormi R12 a R14.

Riadiaci, analógový signál z výstupu PCI je filtrovaný jednoduchým RC členom R5,C7 (kondenzátor C7 použit

tantalový). Relatívne dlhá časová konštanta nie je na újmu funkcie. Zachytenie slučky po počiatočnom zapnutí a pri prepínaní frekvenčných rozsahov trvá rádovo 100-ky milisekúnd. V prípade, že je potrebné rýchlejšie zachytenie, zaradíme za číslicový - trojstavový výstup PC2 odpor R4 hodnoty 1/100 R5.

Dekadický prepínač pásiem pripojíme podľa tab.1. Adresy A0, A8, A9 sú na pevných potenciáloch. Adresou A7 invertujeme cez tranzistor V4 adresy A4, A5, A6, takže vystačíme s prepínačom 16-polôh 4-sekcie pri skokoch po 2 MHz, prípadne 8-polôh 4-sekcie pri skokoch po 4 MHz podľa rozsahu 2-metrového TCVR.

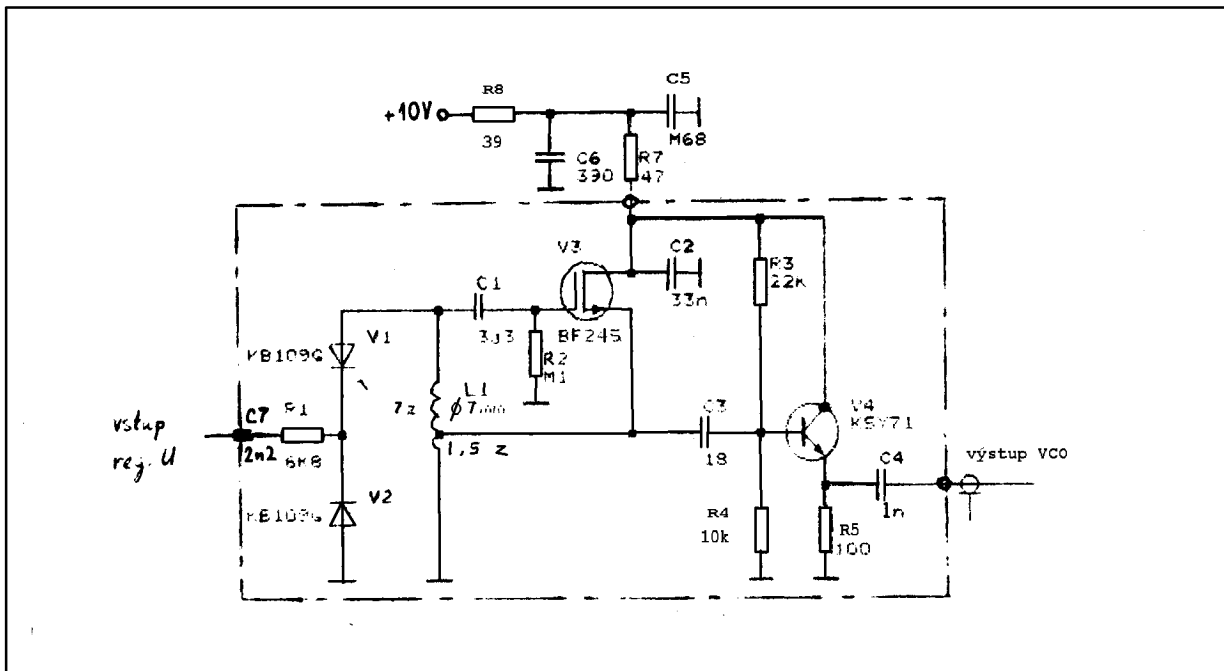
tab.1 Prepojenie prepínača pásiem

A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	del.pomer	144MHz-fVCO
1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	143	1 MHz
1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	141	3 MHz
1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	139	5 MHz
1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	137	7 MHz
1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	135	9 MHz
1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	133	11 MHz
1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	131	13 MHz
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	129	15 MHz
1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	127	17 MHz
1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	125	19 MHz
1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	123	21 MHz
1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	121	23 MHz
1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	119	25 MHz
1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	117	27 MHz
1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	115	29 MHz
1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	113	31 MHz

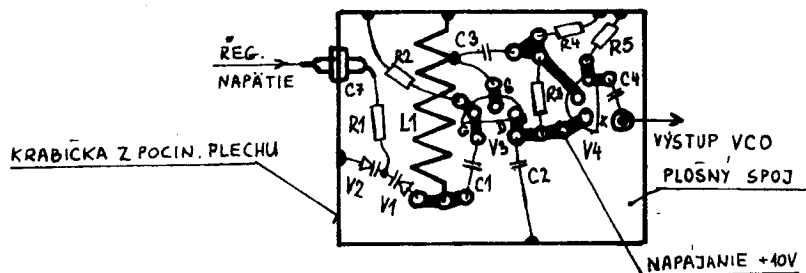
pričom 1 log. úroveň "H" (UDD)
 0 log. úroveň "L" (GND)

Ďalšie nastavovacie prvky jednotka neobsahuje.

VCO obr.2 je prevzaté z [2]. Je preladiteľné vo frekvenčnom rozsahu 100 až 140 MHz pri riadiacom napätí 2 až 9,5 V s konštantnou výstupnou amplitúdou okolo 1,8 dBm. Konštrukčne je umiestnené v tieniacej krabičke systémom "vzdušná montáž" podľa obr.3.



obr.2 Schéma zapojenia VCO



obr.3 Konštrukčné prevedenie VCO

Zoznam súčiastok VCO:

1. Polovodiče

V1, V2	KB109 G
V3	BF245, 6
V4	KSY71

2. Odporý

R1	6K8	MLT-025
R2	M1	
R3	22K	
R4	10K	
R5	100R	
R6	39R	
R7	47R	

3. Kondenzátory

C1	3j3	TK754, 724
C2	33n	
C3	18j	
C4	1n	
C5	M68	
C6	390j	
C7	2n2	priechodkový

4. Cievka

L1	7z. ϕ 0,8mm CuAg
	na ϕ 7mm l=15mm
	odbočka na 1,5z.

Uvedenie do prevádzky.

Uvedenie do prevádzky je vhodné robiť po jednotlivých funkčných častiach:

- referenčný oscilátor
- delička ECL + prevodník CMOS
- VCO
- celkové zaväzbenie

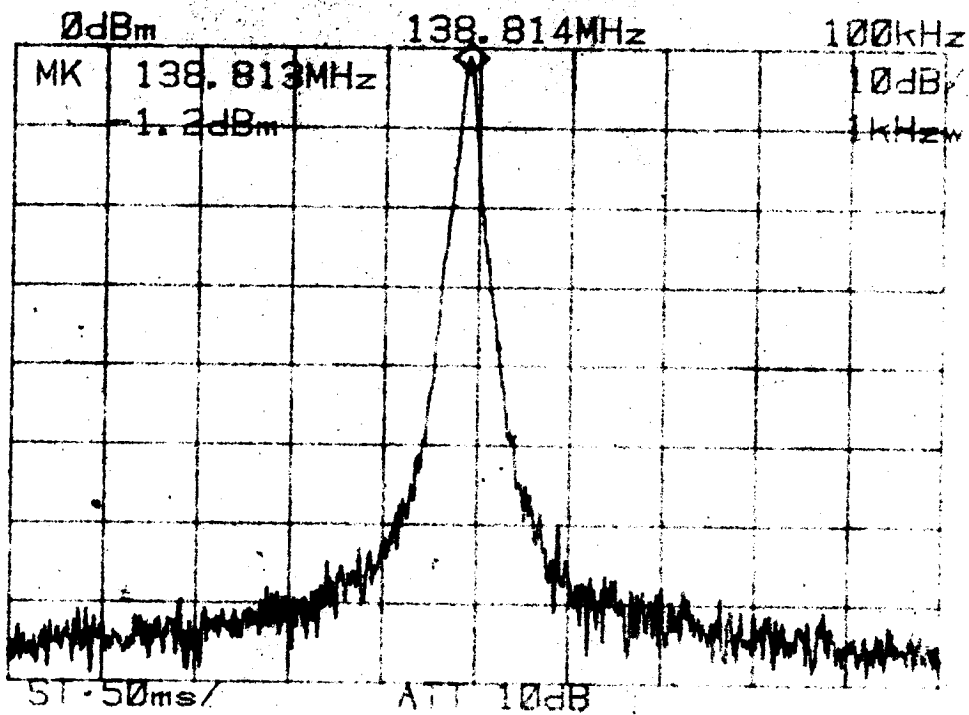
S oživením referenčného oscilátora tvoreného CMOS hradlom D1 nebudú problémy. V prípade, že použijeme iný typ 1MHz kryštálu, bude potrebné zmeniť kondenzátory C1, C2, aby frekvencia bola s presnosťou minimálne na 5 miest. (Od tejto frekvencie závisia začiatky jednotlivých pásiem).

Pri oživovaní VCO je vhodné mať oživenú ECL deličku desiatimi D4 spolu s prevodníkom ECL/CMOS V2, V3. Na vstup tranzistora V1 cez kondenzátor C8 pripojíme z generátora sinusový signál úrovne 10-ky mV a osciloskopom meriame výstupnú úroveň na kolektore V3, ktorá musí byť "LOW" max. 0,3 UDD a "HIGH" min. 0,7 UDD. Prípadné korekcie prevedieme zmenou odporov R12 a R14. Potom generátor odpojme a na vstup deličky cez kondenzátor okolo 5 až 10 pF naviažeme výstup VCO. Čítačom meriame frekvenciu na kolektore V3, ktorá musí byť v rozsahu 11,3 až 14,3 MHz pre regulačné napätie VCO 2,5 až 9,5 V. Tieto parametre dosiahneme vhodným nastavením - roztiahnutím (stiahnutím) cievky L1, prípadne posunutím odbočky.

Po dielčom oživení jednotlivých častí zaväzbíme celú frekvenčnú ústredňu. Opäť meriame čítačom podelenú frekvenciu, ktorá musí byť stabilná a po prepnutí prepínača PR1 sa musí skokovo meniť podľa tab.1. Zachytenie fázového závesu je indikované LED HL1 (zhasnutím LED).

Namerané výsledky a zhodnotenie.

Uvedená frekvenčná ústredňa je vývojovým pokračovaním frekv. ústredne s digitálnym frekv. syntetizérom MHB 0320. Veľmi sa zjednodušila schéma, pričom sa zlepšili dynamické vlastnosti. Najväčší prínos bol však dosiahnutý v odstránení zbytkov signálov referenčnej frekvencie rádovo 10-ky mV, ktoré frekvenčne modulovali VCO v zapojení s MHB 0320. Pri použití IO MHB 4750 je postačujúce ako integrujúci člen použiť jednoduchý RC - člen. Ako dokumentujú priložené výsledky merané spektrálnym analyzárom TR 4131 FY ADVANTEST, výstupný signál VCO neobsahuje zbytky signálov referenčnej frekvencie obr. 4. Šumové spektrum VCO merané 20 kHz od nosnej frekvencie je okolo -116 dBm/Hz obr. 5.



obr. 4 Signál VCO, úroveň vo vrchole -1,2dBm

obr. 5 Signál VCO 20kHz od vrcholu úrovne -77,0dBm
pri šírke pásma 1kHz

Zoznam súčiastok ferky, 0510030

1. Polovodiče

V1	KF590
V2,V3	K8Y71
V4	KC238
HL1	LQ1102 a pod.

2. Integrované obvody

D1	MHB 4011
D2	K561IE8 (4017)
D3	MHB4750 (HEF4750)
D4	K193IE3
V5	7805 (v plast. puzdre)

3. Odporý

* podľa textu

R2	3M	
R3	68K	MLT-025
(R4)	68	*
R5	6K8	
R6,R16	4K7	
R8	27K	
R9,R18	470R	
R10,R11	10K	
R12	422R	*
R13	560R	
R14	18K	*
R17	56K	
R19	M1	

4. Kondenzátory

C1,C2	2n2	C2332 (POLYESTER)
C3	10n	TK724,754
C4	100j	
C5	120j	
C6,C19	1n	
C8	8j2	
C9	33n	
C11,C12	6j8	
C14,C15	68n	
C7,C13	2M2	TE133,134
C16	6M8	
C17,C10	10M	TE132

5. Prepínač PR1

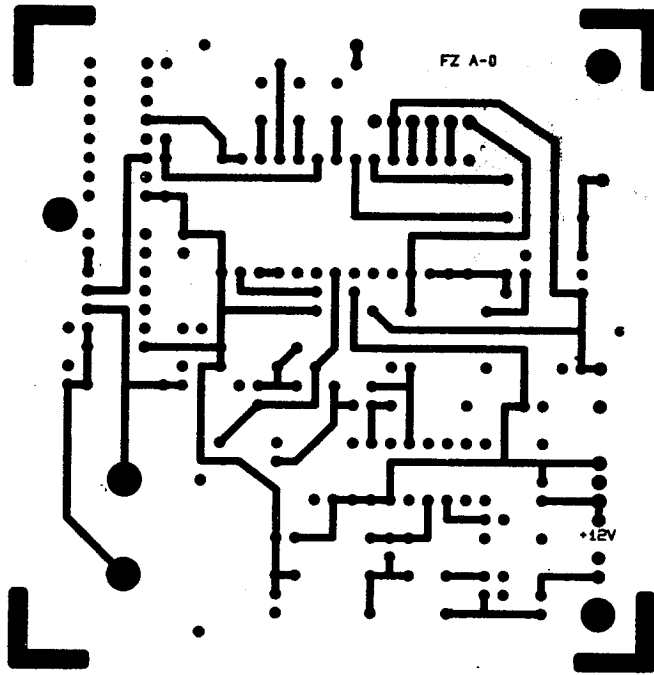
WK 534 21 (WK 533 52)
prípadne WK 53341 - len 12-polohovy

6. Cievka L1

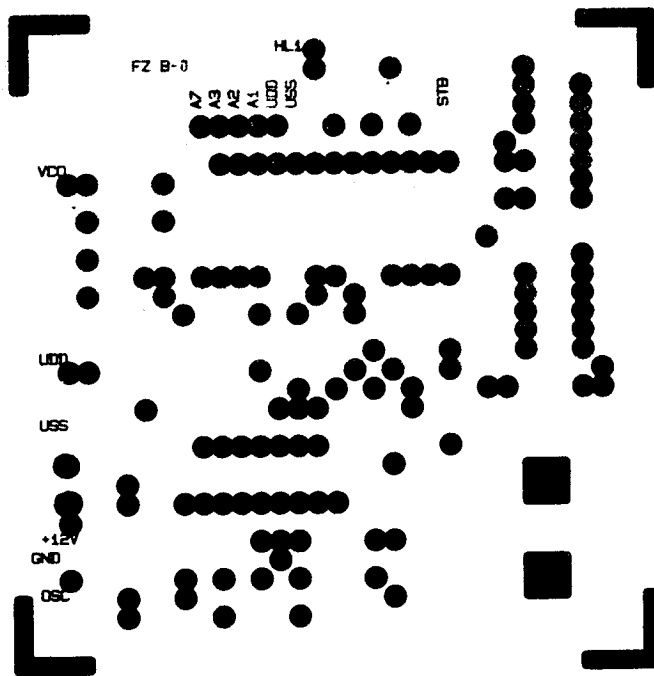
2z. na ϕ 4mm l=5mm

7. Kryštál X

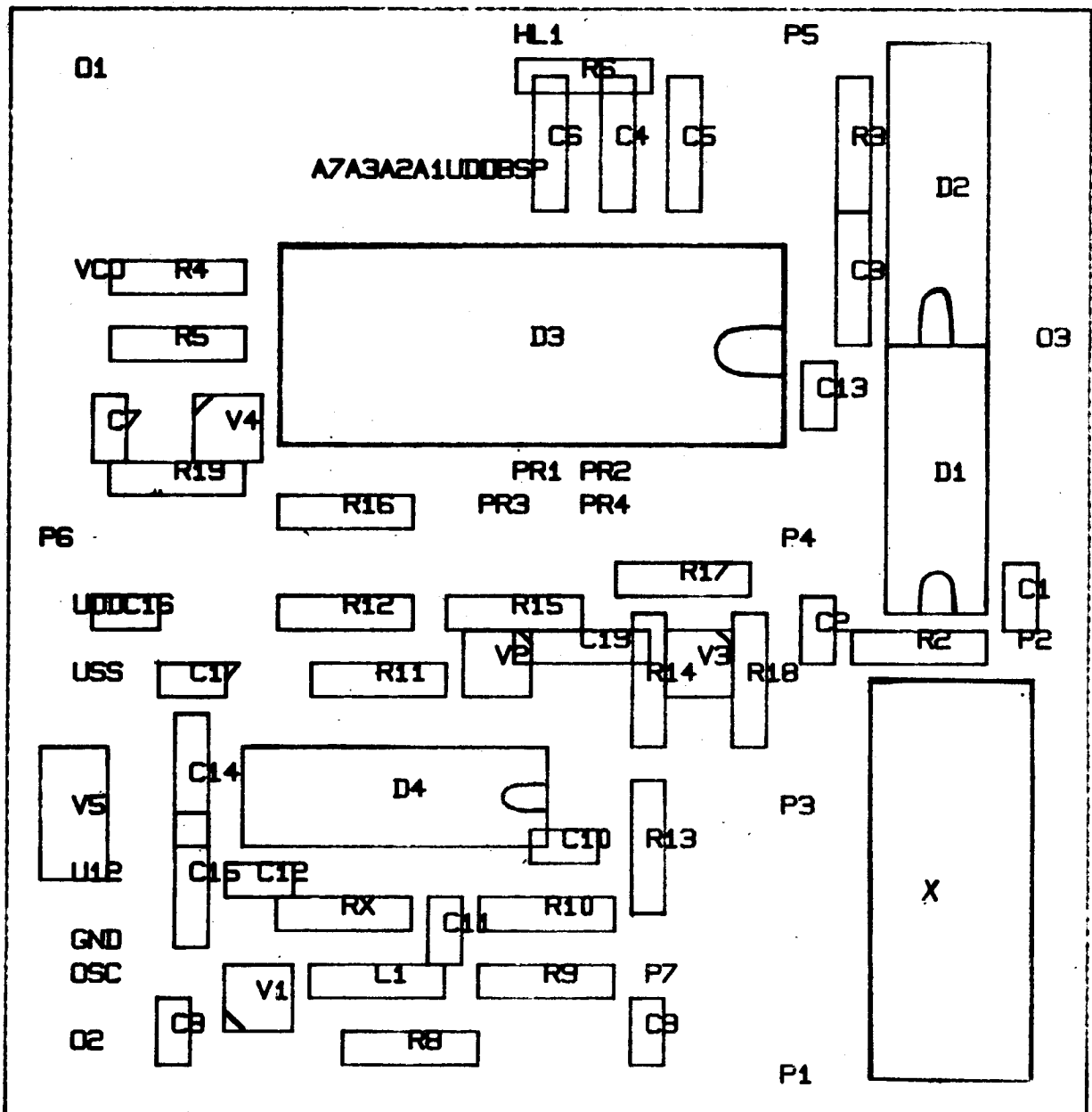
1MHz 051 030, (0510 040)



obr.7 Plošný spoj - strana spájkovania



obr.8 Strana súčiastok - odleptané (odvrtané) plošky



obr.9 Rozmiestnenie súčiastok

Literatúra:

- [1] PHILIPS Data handbook. Integrated circuit, Book 1004 1986
- [2] Krátkovlnný konvertor k transceiveru pro pásmo 144 až 146 MHz, Sdělovací technika 1/1986 str. 27.
- [3] Rychlé programovatelné dělice kmitočtu pro ráčové závěsy a čítače, ST 6/1983 str. 211 - 212.
- [4] Šigut Z., Julius V.: Kmitočtová ústředna pro transceiver FM v pásmu 145 MHz, RZ 4/1987 str. 8 - 22.

JEDNODUCHY TELEGRAFNY TRANSCEIVER PRE PASMO 144MHz

J. Borovička - OK1BI

Popisované zariadenie je ukázkou pomerne jednoduchej konštrukcie telegrafného transceiveru pre pásmo 144,0 - 144,15 MHz s možnosťou prepnutia i do sektoru SSB. V prijímači využíva princípu priameho zmiešavania, vo vysielacom priameho násobenia kmitočtu rozlaďovaného kryštálového oscilátora. Polovičný kmitočet výstupného kmitočtu (t.j. 72 MHz) sa privádza do zmiešavača prijímača.

Úkolom zadania bolo zostrojenie jednoduchého TRX-u pre mládež a začínajúcich amatérov z bežne, dostupných súčiastok (nie vždy ľahko splniteľné) a za rozumnú cenu. Popísané zariadenie je vhodné i pre kategóriu QRPP.

Prijímače s priamym zmiešavaním sú veľmi obľúbené u amatérov zaoberajúcich sa QRP prevádzkou na krátkych vlnách. Je si však treba uvedomiť, že signály na KV bývajú väčšinou ďaleko silnejšie než na VKV (i stupnica sily poľa - S - je rozdielna o 20dB) a často stačí na vstupe pasívny Schotkyho zmiešavač pripojený k dobrej anténe. Toto nie je možné v rozsahu VKV a pred zmiešavačom je nutné použiť nízkošumový VF zosilňovač a ziskovú anténu. Ďalšou slabou stránkou priameho zmiešavania je nízka selektivita. Tá sa síca dá zlepšiť účinnou NF dolnou priepustou, avšak prijímač obsahuje vždy na výstupe zmiešavača obe postranné pásma. Príjem signálov SSB je veľmi príjemný a prirodzený. V prijímači tiež nevznikajú žiadne nežiadúce zmiešavacie produkty a preto môže byť použitý ako kontrolný prijímač.

Nepredpokladáme používanie zariadenia ako protivníka "silných laktov" pri veľkých závodoch. Napriek tomu bola kvalita predovšetkým prijímača preverovaná počas Veľkonočného závodu 88 a januárového Prevádzkového aktívu 89. Použitá bola vertikálna anténa $5/8\lambda$ jedniná ktorú na 144MHz mám) prepínaná ku kontrolnému nízkošumovému prijímaču vybavenému S-metrom. Na popisovanom prijímači boli čitateľné všetky signály zachytené

kontrolným prijímačom od sily signálu S2 ibaže s horším odstupom šumu. Napriek tomu, že na pásne bolo veľa staníc so signálom S9+, dali sa i veľmi slabé signály prečítať. Počas januárových tropo podmienok boli kvalitne zachytené signály z DL, OE, Y2, HG, OK3 z TRX pracovného z OE3 a SP9 - všetko na vertikál $5/8\lambda$. Situácia sa iste zlepši pri použití antény s horizontálnou polarizáciou - stále platí slogan o najlepšom zosilňovači - aspoň štvorprvkovej OK1KRC. Vysielač má výstupný výkon 300mW na 75Ω a jeho dosah je daný použitou anténou a podmienkami.

Prijímač a vysielač sú umiestené na samostatných doskách z jednostranne plátovaného kuprextitu, umiestených v krabičke so zbytkov laminátu.

Prijímacia časť

Prijímač pozostáva z VF zosilňovača, zmiešavača, zosilňovača oscilátorového signálu, dolnej priepuste a NF zosilňovača.

VF zosilňovač musí potrebné zosilnenie zaistiť s nízkym šumom a musí byť stabilný. Jednostupňový zosilňovač je osadený nízkošumovým tranzistorom KF173 (môže byť použitý i KF525). Dosiahnuteľné zosilnenie 25dB a viac je umožnené zapojením vstupného ladeného obvodu v mostíkovom zapojení, ktoré výrazne prospieva zachovaniu stability. Na výstupe je zaradená pásmová priepusť indukzívne viazaná jedným závitom, ktorý je súčasťou indukčnosti sekundárneho obvodu. Výstup na zmiešavač je vyvedený z tohto väzobného vinutia. Všetky obvody VF zosilňovača sú umiestené v kryte. Zrkadlová selektivita zosilňovača je vyhovujúca. Napriek tomu, že hlavný východočeský vysielač Krásný je vzdialený od QTH cca 5km vzdušnou čiarou, je príjem absolútne čistý.

Zmiešavač je v málo známom zapojení. V zahraničnej literatúre je známy ako tzv. "harmonický zmiešavač" a jeho autorom je sovietsky amatér Poljakov. Na zmiešavanie využíva dve antiparalelne zapojené diódy pripojené priamo na vstup NF

zosilňovača. Na zmiešavanie sa využíva **zásadne** polovičný kmitočet oscilátora (v našom prípade 72MHz). V popisovanom prijímači je použité zdokonalené zapojenie. Ide o dve dvojice antiparalelne zapojených diód privedených na oba vstupy operačného zosilňovača 741. Na vstupe zmiešavača je symetrizačný transformátor navinutý na malom dvojotvorovom jadre z materiálu N01 (priemer 8mm, výška 6mm). Oscilátorový signál sa privádza na stred sekundárneho vinutia a jeho úroveň sa nastavuje odporovým trimrom. Operačný zosilňovač zaistí základné NF zosilnenie. Kondenzátor 47p z výstupu na vstup obmedzí vyššie kmitočty demodulovaného signálu v akustickej oblasti.

NF signál je privedený na vstup aktívnej dolnej priepušte osadenej tranzistorom KC148B (KC508, KC509). Hodnoty RC členov sú volené tak, aby došlo k miernemu nárastu napätia okolo 1200Hz a za týmto kmitočtom k jeho výraznému poklesu. Nízke kmitočty pod 500Hz sú potlačené voľbou väzobných členov v celom NF reťazci. S touto útlmovou charakteristikou sú dobre čitateľné i signály SSB. Zisk stupňa s dolnou priepustou je menší ako 1.

Za dolnou priepustou je zaradený potenciometer na reguláciu hlasitosti. Ako výkonový NF zosilňovač je použitý integrovaný obvod MBA810DAS. Cenove je prístupný a zapojenie je jednoduché. Pokiaľ by sa jednalo iba o počúvanie na slúchadlá, vyšlo by riešenie s tranzistormi jednoduchšie. Vzhľadom k snahe minimalizovať rozmery bol vypustený tzv. bootstrap kondenzátor 100M z bodu 4 do bodu 12. Vypustenie nemá podstatný vplyv na funkciu. Na miestach elektrolytických kondenzátorov boli použité typy z rady TE002 v plastických púzdrach a použité boli podstatne nižšie hodnoty oproti doporučenému zapojeniu (kde sú určené z hľadiska prenosu HiFi - pre prenos kmitočtov v rádioamatérskej oblasti sú zbytočne vysoké). Zosilňovač má výstup pre reproduktor 4Ω a pre slúchadlá. Zo slúchadiel bol vyskúšaný rad typov - vysokoohmové, nízkoohmové i slúchadlá k prístrojom pre nedoslýchavých.

Na doske, v blízkosti zosilňovača, je ešte umiestnený zosilňovač oscilátorového signálu 72MHz, na ktorého výstupe je trimer k nastaveniu výstupnej úrovne do zmiešavača.

Vysielač

Vysielač je umiestnená na druhej doske. Prvý tranzistor plní funkciu kryštálového riadeného oscilátora, rozladovaného ladiacim kondenzátorom. Voľba základného kmitočtu oscilátora vychádza z podmienky, že násobenie musí 'prechádzať' cez 72MHz kmitočty, ktorý je potrebný pre zmiešavanie v prijímači. Objednanie vhodného kryštálu je pre toto jednoduché zariadenie cenovo nevýhodné a preto bol použitý, medzi rádioamatérmi pomerne dostupný kryštál L2400. Jeho základný kmitočet je 14,407MHz a dá sa amatérsky ľahko upraviť. Nakoľko je možné telegraficky pracovať i v sektore SSB, je na doske miesto i pre druhý kryštál k prekrytiu tejto časti pásma. K rozladovaniu je možné použiť ľubovoľný ladiaci kondenzátor s kapacitou 150 až 200pF. Vzduchové kondenzátory sú však rozmerne. Plne vyhovujúci a vo vzorku použitý je ladiaci kondenzátor so styroflexovým dielektrikom používaný vo vreckových prijímačoch pre SV a DV (TESLA WN70407) s kapacitou 150+60pF. Obe sekcie je možné spojiť paralelne alebo využiť iba sekciu 150pF. Kondenzátor je vletovaný priamo do dosky.

Druhý tranzistor násobí základný kmitočet 5x na 72MHz. Z teórie násobičov je známe, že obsah vyšších harmonických závisí na uhle otvorenia aktívneho prvku. Optimálneho uhlu otvorenia dosiahneme správnu voľbou hodnôt v básovom deliči. Na výstupe tohto násobiča je zaradená pásmová priepusť, ktorá dostatočne potlačí nežiadúce kmitočty. Zo sekundárneho obvodu sa väzobným vinutím odoberá do zmiešavača prijímača signál 72MHz a z odbočky do ďalšieho násobiča.

Tretí tranzistor násobí 2x a na jeho výstupe je už potrebné napätie s kmitočtom 144MHz k ďalšiemu zosilneniu.

Zosilňovacie stupne pracujú s nulovým predpätím. Prvý zosilňovací tranzistor KSY71 je v zapojení so spoločnou bázou

a dodáva výkon potrebný k vybudeniu koncového stupňa s KF630D na výstupný výkon 300mW na 75Ω.

Napájanie

Napájací zdroj nie je súčasťou popisovaného zariadenia. Je možné použiť ľubovoľný zdroj, ktorý je schopný dodať 12V stabilizovaného napätia a prúd do 150mA. V prípade použitia stabilizovaného zdroja nie je nutná Zenerova dióda v oscilátore a môžeme ju vypustiť. Jej predradný odpor nahradíme prepajkou. Zenerovu diódu ponecháme iba v prípade napájania z batérií.

Kľudový odber (hlasitosť na minimum, kľúč rozpojený) je 40mA. Pri prijíme pri silnom signále a plnej hlasitosti vzrastie v špičkách na 120 - 140mA. Pri zakľúčovaní a prispôsobenej záťaži je 120mA. Pri použití slúchadiel pri prijíme a pri odpojenom reproduktore zostáva odber na úrovni kľudového prúdu i pri silných signáloch a plnej hlasitosti.

Konštrukcia

Dosky sú po obvode priletované do krabičky z laminátu o výške 40mm (záhradka). Ku zlepšeniu tuhosti krabičky a tým zvýšeniu mechanickej stability je medzi dosky vložená prepážka z obojstranne plátovaného kuprextitu vysoká 25mm.

Dosky sú uložené tak, že na tej istej strane je vstup antény prijímača a anténny výstup vysielača. Tým je zaistené, že privody k anténnemu prepínaču budú krátke. Ako prepínač je použitý malý typ a je umiestnený na užšej bočnici na ľavej strane. Na zadnej bočnici je umiestnený anténny konektor. Použitý bol konektor z WXN20 používaný na vnútorné prepojenie. Na zadnej strane je ďalej normalizovaný konektor pre pripojenie reproduktora. Na prednej strane je konektor pre slúchadlá a kľúč. Cez ľavú bočnicu prechádza os ladiaceho kondenzátora (ten je k bočnici priskrutkovaný dvoma skrutkami M2). Pri použití ladiaceho gombíka s väčším priemerom sa dá

ladiť i bez prevodov. Možnosť použitia prevodu a prípadne i stupnice je ponechaná na konštruktéra.

Na prepínanie kryštálov dobre poslúži prepínač IZOSTAT s jednou sekciou umiestený na prednej bočnici.

V strednej prepážke je otvor v mieste prepojenia násobiča 72MHz a vstupu oddeľovacieho zosilňovača oscilátorového signálu pre zmiešavač. Odporový delič cez ktorý sa pripája je na strane spojov.

Indukčnosti v koncovom zosilňovači sú vzduchové samonosné. Všetky ostatné indukčnosti sú vinuté na kostričkách z WXN (tzv. pardubické) bez tieniacich krytov. Tieniace kryty sú použité iba vo VF zosilňovači.

Vzdialenosti vývodov odpovedajú použitiu odporov TR151, TR212 okrem obvodov operačného zosilňovača, kde boli použité odpory TR191 (vzdialenosť vývodov 7mm). Netreba používať odpory "na stojato" - tento spôsob zhoršuje orientáciu pri opravách.

Kondenzátory sú bežné keramické, v ladených obvodoch z materiálu N47.

Uvedenie do chodu

K uvedeniu do chodu potrebujeme merač jednosmerného napätia a prúdu, merač VF napätia a čítač.

Najprv oživíme oscilátor s kryštálom spojeným s nulovým potenciálom. Kryštál odkrytujeme a opatrným trením polepov odrezanou gumou "dotiahneme" jeho kmitočet na 14418kHz (kryštál pre úsek SSB na kmitočet 14433kHz). Pri práci stále sledujeme kmitočet. Pripojíme sériovú indukčnosť a ladiaci kondenzátor - obe sekcie paralelne - a overíme, že oscilátor plynule mení kmitočet pri zmene kapacity. Pri maximálnej kapacite ladiaceho kondenzátora doladíme jadrom indukčnosti

kmitočet na 14400kHz (s kryštálom pre pásmo SSB na 14419kHz - upravíme kryštálom pretože indukčnosť musí zostať nastavená pre pásmo CW).

Merač VF napätí pripojíme na výstup prvého násobiča na vývod pre zmiešavač prijímača. Jadrom doladíme obvody pásmovej priepuste. Úroveň VF napätia by mala byť aspoň 80mV. Účinnosť násobiča je možné ovplyvňovať voľbou hodnôt bázevého deliča. Overíme, že na výstupe je skutočne kmitočet 72MHz.

Druhý násobič by už mal dávať dostatočné napätie pre budenie zosilňovačov. Jadrom doladíme na maximálne výstupné napätie - máme na emitore KSY71. Výstupný kmitočet už musí byť 144MHz.

Výstupný obvod prvého zosilňovača je bez jadra a približne rezonuje s parazitnými kapacitami - chová sa skôr ako VF tlmivka.

V koncovom stupni sú všetky indukčnosti vzduchové. Vinuté sú zo silnejšieho vodiča a sú samonosné. Vôbec nie sú použité doladovacie trimre ako býva zvykom. Je to nielen z dôvodu ich ťažkého získania ale dôvodom je i zachovanie malých rozmerov. Použité sú overené hodnoty pevných keramických kondenzátorov a doladovanie na maximálny výstupný výkon sa robí úpravou vzdialenosti vinutí použitých indukčností (rozťahovanie, stláčanie za pomoci izolovanej pinzety alebo pomôcky z kúska laminátu). Meráme VF napätie na odpore 75Ω pripojenom na výstupe za súčasného merania kolektorového prúdu tranzistora KF630D.

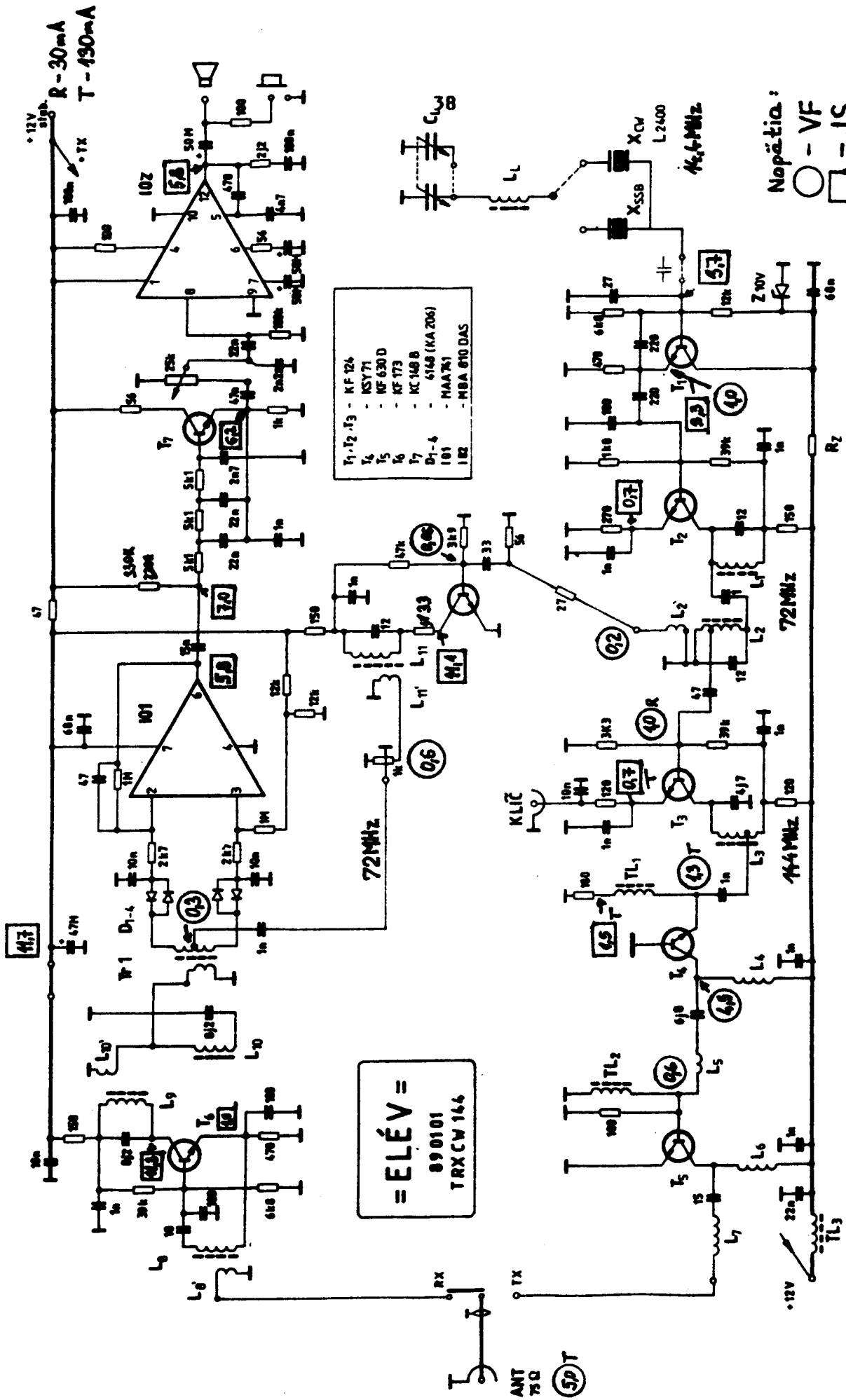
Zmenou indukčnosti v báze vzrastá budenie, ktoré sa prejaví vzrastom kolektorového prúdu asi na 100mA. Zmenou indukčností výstupného obvodu narastá hodnota VF napätia na výstupnom odpore. Optimálne nastavenie je také, keď zosilňovač dáva najvyšší výkon pri najmenšom kolektorovom prúde. Pri popisovanom vzorku bola dosiahnutá hodnota 4,75V/75Ω, t.j. 300mW výstupného výkonu.

V prijímači najprv zmeriame jednosmerné hodnoty. V bode 12 zosilňovača MBA810 a v bode 6 operačného zosilňovača 741 musíme namerať približne polovičné napájacie napätie. Na maximálnu úroveň doladíme výstupné napätie oddeľovacieho zosilňovača a pomocou odporového trimra nastavíme VF napätie na strednom vývode transformátora na hodnotu 250 - 300mV. Konečné dostavenie urobíme až pri príjme slabého signálu na najlepšiu citlivosť.

VF zosilňovač je navrhnutý so značným zosilnením a preto i s rizikom nestability. Po doladení obvodov do rezonancie vzrastie v reproduktore šum zosilňovača (vlastný šum zmiešavača a zosilňovačov je veľmi nepatrný). Vstupný obvod doladujeme s pripojenou anténou. Pokiaľ sa prejaví tendencia k nestabilite, potlačíme ju zaradením odporu 22 až 56Ω medzi kolektor a ladený obvod VF zosilňovača zo strany spojov po prerušení spoja.

Dalšie meranie závisí na vybavení, ktoré máme k dispozícii. Pôjde predovšetkým o zmeranie NF priebehu zosilňovačov a dolnej priepuste. Doporučené hodnoty súčiastok však plne vyhovujú.

Pri stavbe prajem všetkým veľa zdaru a spokojnosti s výsledkom.



• 12V
R - 30mA
T - 130mA

- T₁, T₂ - 13
- T₃ - KF 124
- T₄ - KSY 71
- T₅ - KF 630 D
- T₆ - KF 173
- T₇ - KC 148 B
- D₁-4 - 6148 (KA 206)
- 101 - MAA 751
- 102 - MBA 810 DAS

= ELÉV =
89 0101
TRXCW 144

Napétia:
○ - VF
□ - JS
OK1BI

ANT 75Ω
50Ω T

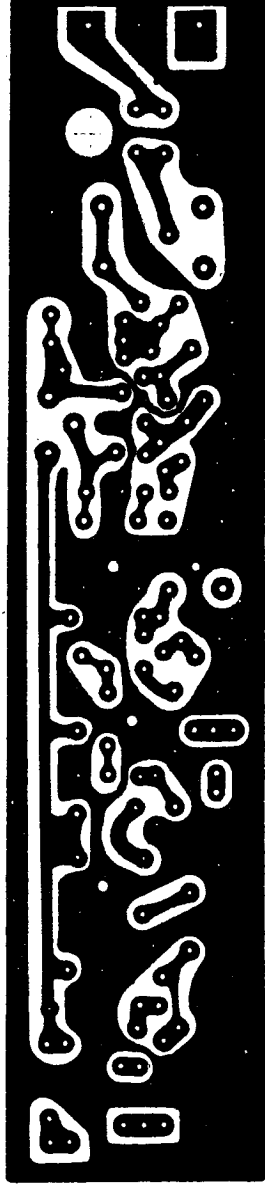
• 12V

= RX =



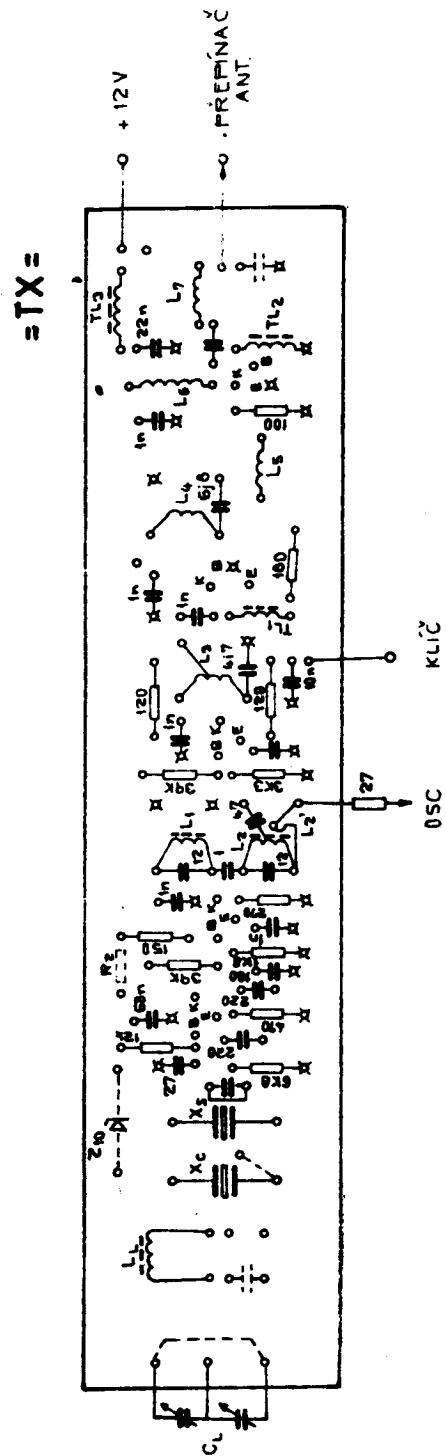
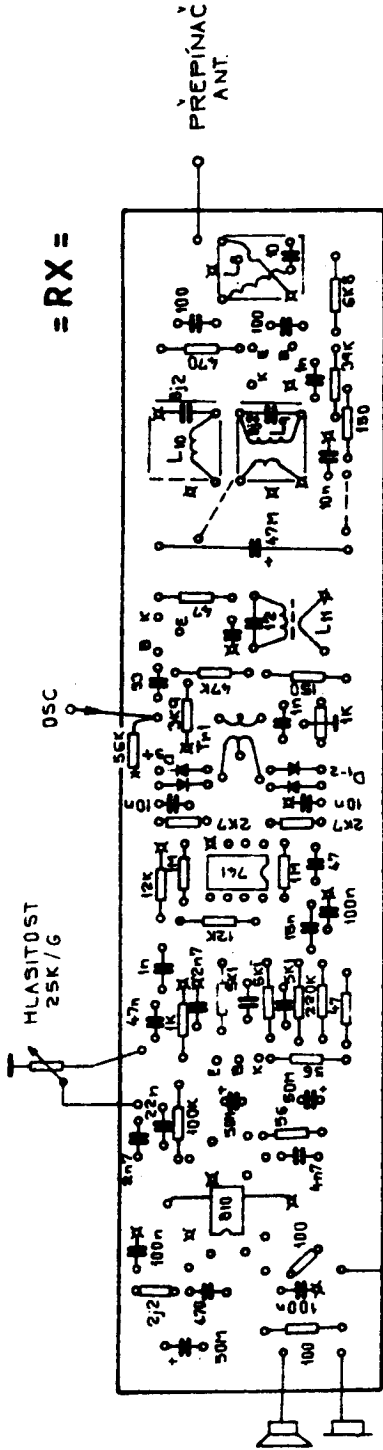
mat.: jednostranný kuprextit

= TX =



OK1 BI

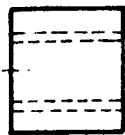
1:1



cívka	φ cívký [mm]	φ vodiče [mm]	počet závitů	délka vinutí	odbočka	jádro	kryt	poznámka
L1	6	0,6	8,25	10	-	N01	bez	
L2	6	0,6	8,75	10	2,25	N01	bez	L'2 1 závit na studeném konci
L3	6	0,8	5,25	10	0,75	N01	bez	
L4	6	0,8	4,25	8	-	-	bez	
L5	5	0,8	3	7	-	-	-	vzduchová
L6	5	0,6	12	14	-	-	-	vzduchová
L7	7	0,8	5	9	-	-	-	vzduchová
L8	6	0,8	4,5	8	-	N01	ano	L'8 1 závit na studeném konci
L9	6	0,8	3,75	8	-	N01	ano	
L10	6	0,8	4,75	8	-	N01	ano	L'10 1 závit na vnitř L9
L11	6	0,6	7,75	8	-	N01	bez	L'11 1 závit na studeném konci
L _L	5	0,18	50	11	-	ferocart	bez	vinuto těsně

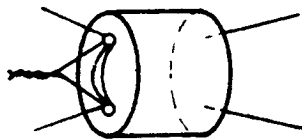
Tr 1

φ 8 mm



6 mm

N01

2 x 5 záv
0,15 CuL2 záv
0,15 CuL

41

TRX CW 144
OK1BI

L1 ÷ 4, L8 ÷ 11 - kostičky WXN jádra M4

L_L - kostička válcová jádro M4

TRANSVERTOR 432/144 MHz.

Rádioamatérovi, ktorý chce byť "QRV" tak na 2m ako aj na 70cm, sa ponúkajú dve možnosti: alebo pracuje na každom pásme s nezávislým transceiverom, alebo kombinuje transciever na 2m s transvertorom. Zvlášť pri individuálnej stavbe transcieverov sa ukazuje druhá možnosť ako podstatne ekonomickejšia. Transvertor popísaný v tomto článku prevádza vysielací signál z pásma 2m /144...146 MHz/ do rozsahu 432...434 MHz, prijímací signál sa prevádza v opačnom poradí. Rozsah 432...434 MHz je najdôležitejšou časťou tohto pásma, pretože tu sa pracuje tak telegraficky ako aj fonicky.

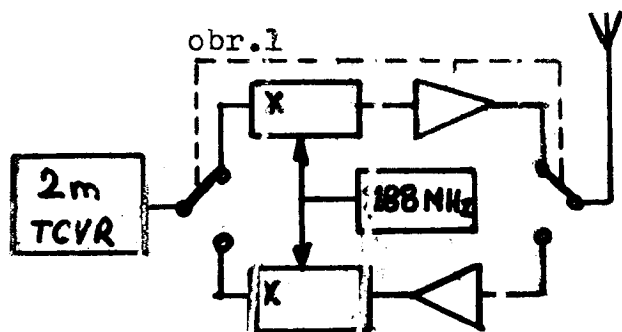
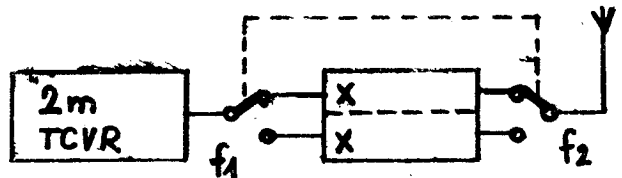
V porovnaní s pásmom 2m pôsobí pásmo 70cm ako krajina nikoho. Na pásme 70cm však často stretáme amatérov, ktorí získali už dostatok skúseností hlavne vlastnou konštrukciou zariadenia. Ich ochota pomôcť je väčšinou nadpriemerná, čo uľahčuje nastavovacie práce na transvertore vlastnej konštrukcie.

Dôležitú úlohu hrá pásmo 70cm tiež pre prevádzku cez rádioamatérske družice. Perspektívne sa uvažuje o inštalácii geostacionárnych družíc pre potreby rádioamatérov, tieto sa majú prevádzkovať tiež na pásme 70cm. Geostacionárne družice zásobujú signálom vždy tú istú oblasť Zeme. Ak by sa nachádzala družica napr. nad stredným Atlantikom, boli by v každom čase možné spojenia medzi Európou a Severnou Amerikou v pásme 70cm! Tieto vyhliadky do budúcnosti majú za následok, že sa stále viac amatérov zaujíma o pásmo 70cm.

T r a n s v e r t o r

Zásadný princíp transvertora je znázornený na obr.1. Medzi transceiverom a anténou sa prevádza frekvencia f_1 na frekvenciu f_2 a naopak. Najmenšiu spotrebu súčiastok možno samozrejme očakávať vtedy, keď vysielací konvertor slúži súčasne ako prijímací. Toto sa však v praxi nedá realizovať. Dajú sa však používať spoločné zmiešavacie frekvencie. Pre prevod signálov medzi pásmami 2m a 70cm je vhodná frekvencia 288 MHz. Na obr.2 je znázornený konvertor, ktorého obidve zmiešavače sú napájané frekvenciou 288 MHz. Pri vysielaní sa k výstupnej frekvencii transcievera pripočíta 288 MHz, do antény sa privádza ich súčet. Pri prijímaní sa od 432...434 MHz odpočíta 288 MHz, takže na vstupe máme 144...146 MHz.

Teoreticky funguje transvertor bez problémov, v praxi sa však stretáme s určitými ťažkosťami. V dôsledku neodstrániteľných nelinearit súčiastok vznikajú pri zmiešavaní nielen žiadané produkty, ale tiež množstvo nepotrebných vedľajších produktov.

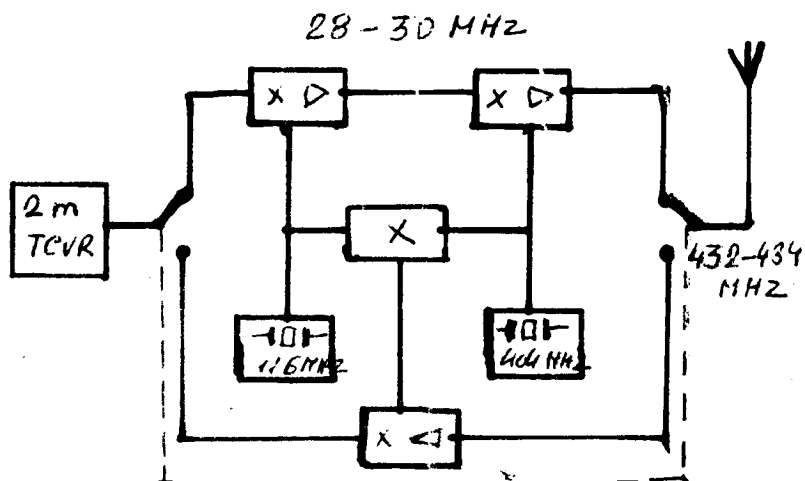


obr. 2

Napríklad vstupná frekvencia transvertora je 144 MHz, po zmiešaní s 288 MHz je výstupná frekvencia presne 432 MHz. Tretia harmonická 144 MHz je tiež 432 MHz. Príčinou nežiadúcich zmiešavacích produktov sa na jednej strane harmonické oscilátorového signálu, na druhej strane tretia harmonická vstupného signálu 2m. Keď sa zmenší diferencia medzi týmito signálmi, dôjde k zhusteniu vedľajších produktov zmiešavania. V praxi by to znamenalo, že v pásme 70cm by sme boli počuť na viac ako 10 frekvenciách. Okrem toho by mohli niektoré frekvencie padnúť mimo pásmo, takže použitie takéhoto transvertora je výslovne nevhodné. Preto musíme hľadať inú metódu frekvenčného prevodu.

Princíp transvertora, kde sa spomínané problémy nevyskytujú, je znázornený na obr. 3. Výstupný signál vysielateľa na 2m sa najprv zmieša do pásma 28..30 MHz, potom do pásma 70cm. Iba príjme samozrejme nie je táto oklika nutná, pretože pri eventualitych rušeníach by bol postihnutý len vlastný prijímač. Vyššie popísané problémy sa pri príjme s konvertorom a zmiešavaním so signálom 288 MHz neprejavujú, takže takýto konvertor je pre príjem vhodný.

Pre vysielanie sa signál z výstupu transceivra 2m zmieša s 116 MHz, takže rozdielový signál sa nachádza na 28-30 MHz. Tento signál sa potom zmiešava s 404 MHz, takže po získaní súčtového produktu sme v pásme 432-434 MHz. Rozdielom obidvoch oscilátorových signálov $404 - 116 = 288$ MHz, tento signál môžeme použiť pre zmiešavanie v prijímacom trakte.

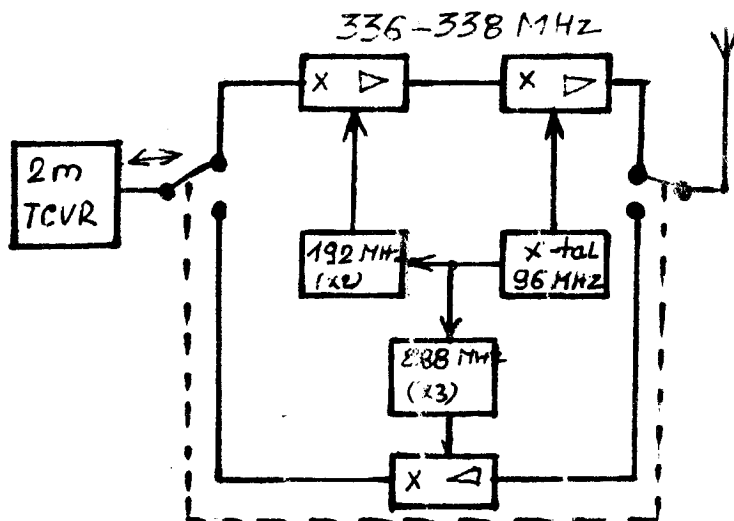


obr. č. 3

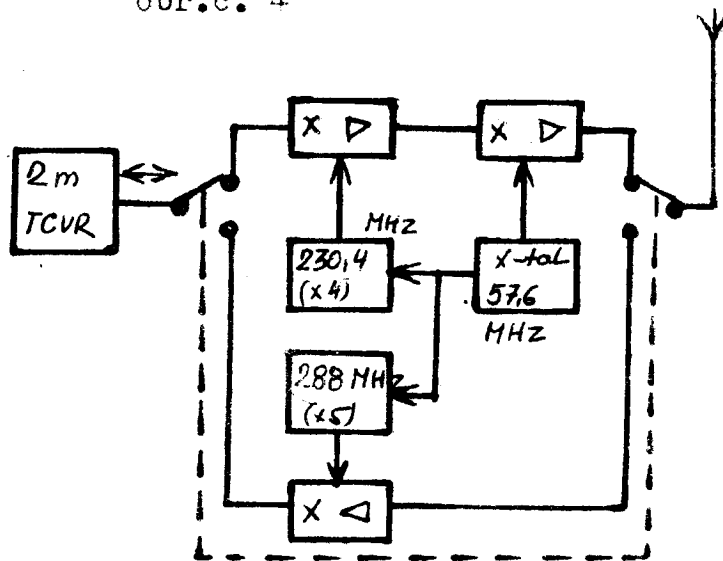
Hoci posledne popísaný princíp konverzie je podstatne lepší, ako prvý, ešte zďaleka nie je ideálny. Tak padne napr. 15. harmonická signálu 28..-30 MHz do oblasti 420...450 MHz, čo je v pásme 70cm. Ďalej je potlačenie zrkadlových kmitočtov pri tomto type konvertora len veľmi ťažko realizovateľné na uspokojivú úroveň. Zrkadlová frekvencia je pred prevodom z 28...30 MHz na 432..434 MHz v oblasti 374...376 MHz a to je len 56 MHz od výstupného signálu, preto je potrebný strmý filter. Porovnateľne malou výhodou je možnosť príjmu v pásme 10m.

Pokiaľ by sa signál pre prijímačový konvertor vyrábala osobitne môže mať vysielateľový konvertor ľubovoľne vyššiu medzifrekvenciu. Na obr. 4 je znázornený princíp transvertora s vysokou MF pre vysielanie. Kryštálový oscilátor kmitá na 96 MHz. Táto frekvencia sa násobí dvoma na 192 MHz. Signál z 2m pásma sa zmieša so 192 MHz a vzniká MF s 336..338 MHz. V druhom zmiešavači sa tento signál zmieša s 96 MHz a dostaneme výstupný signál v pásme 70cm. Pre prijímový konvertor sa signál oscilátora vynásobí tromi, dostaneme 288 MHz. Nebezpečie vznikajúce 3. harmonickou signálu z 2m-pásma je pri tomto druhu dvojnásobného zmiešavania podstatne nižšie ako pri priamom zmiešavaním s 288 MHz. Napriek tomu má aj tento konvertorový koncept svoj háčik;

Tretia harmonická signálu 192 MHz vytvára so signálom z pásma 2m rozdielovú frekvenciu 432..430 MHz. Voľbou inej frekvencie kryštálového oscilátora je možné obísť aj tento problém. Zvolíme si 57,6 MHz pretože potom je piata harmonická na 288 MHz. Na obr.5 je znázornené blokové zapojenie tohto konvertora. Až na iné frekvencie je to ten istý typ ako na obr.4. Štvrtá harmonická oscilátora /230,4 MHz/ dáva po zmiešaní so signálom z pásma 2m medzi-frekvenciu 374,4..376,4 MHz. Pričítaním frekvencie oscilátora vzniká signál v pásme 70cm. Kryštálové oscilátory na prvý pohľad nie sú na obr. 4 a 5 rozdielne. Oscilátory pracujúce na takýchto frekvenciách sú väčšinou osadené kryštálmi kmitajúcimi na harmonických kmitočtoch. Základná frekvencia takýchto kryštálov leží pod 20 MHz. Ak máme kryštál so základnou frekvenciou 19,2 MHz, potom je jeho 3. harmonická na 57,6 MHz a 5. harmonická na 96 MHz, takže ten istý kryštál je použiteľný v oboch konvertoroch znázornených na obr. 4 a 5.



obr.č. 4

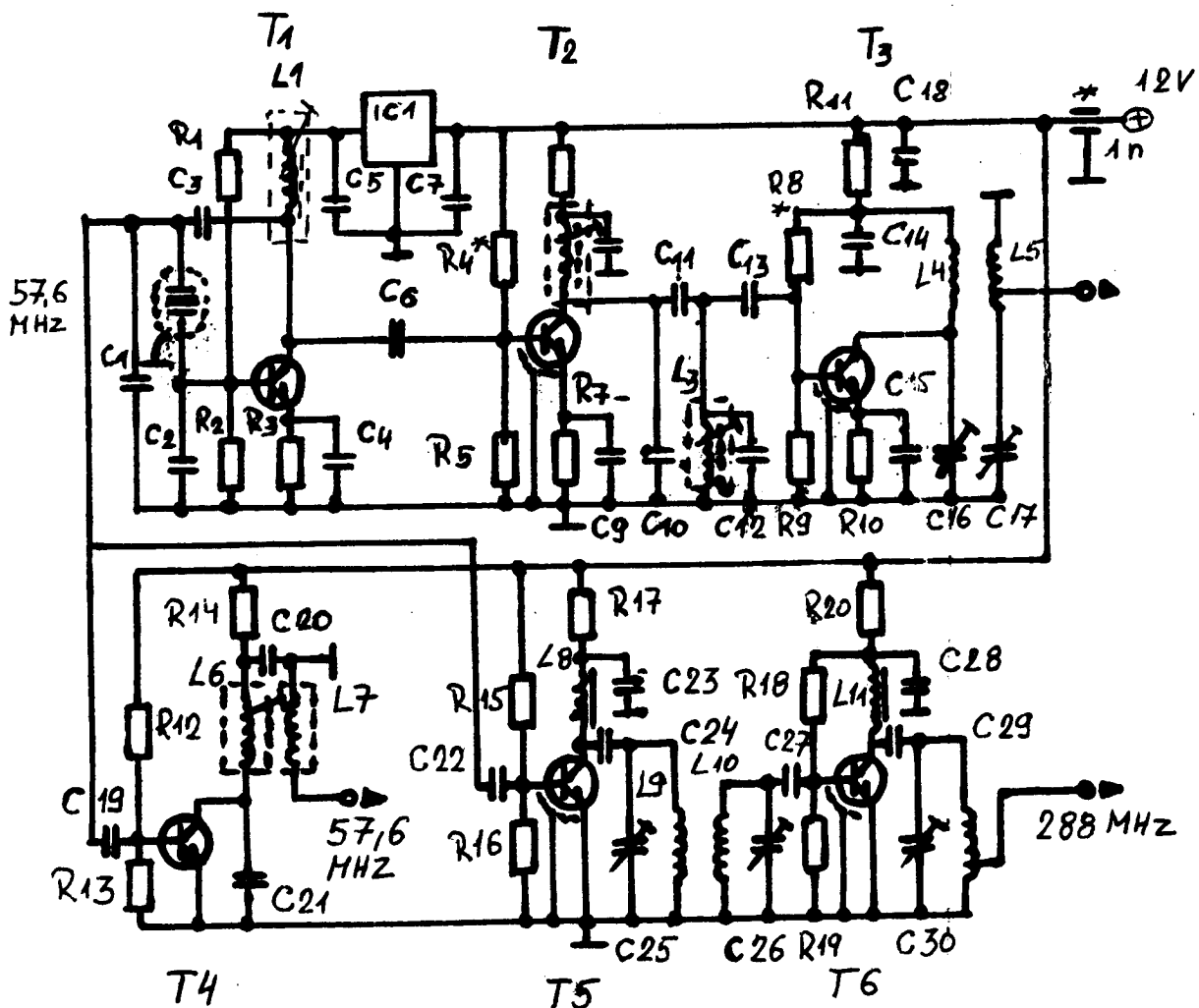


obr.5

Konvertor popísaný v tomto článku pracuje na princípe podľa obr.5. Taktiež tento konvertor produkuje vedľajšie signály, ktoré padnú do pásma 70cm a preto nemôžu byť odfiltrované. Pri optimálnom nastavení zmiešavačov je však odstup týchto signálov lepší ako 60dB, túto hodnotu pri výkone 20dBm (= 100mW) spoľahlivo dosiahneme. Aby bolo možné pracovať s vyšším výkonom, musí sa za konvertor zapojiť lineárny koncový stupeň. V koncovom stupni je potom možné ešte viac potlačiť nežiaduce signály ležiace mimo pásma. Premyslenou voľbou medzifrekvencie a starostlivým dimerovaním zapojenia dosiahneme spektrálnu čistotu transvertorového signálu, ktorá sa dá síce merať len spektrálnym analyzátorom, ale dosiahnuť aj bez neho. Nastavovacie práce sa dajú zvládnuť bežnou amatérskou meracou technikou.

K r y š t á l o v ý o s c i l á t o r

Na obr.č.6 je kryštálový oscilátor a príslušný násobič kmitočtu. Toto zapojenie poskytuje všetky signály potrebné pre zmiešavače prijímača i vysielača. Kryštál je zapojený medzi bázu tranzistora T1 a kapacitný delič C1 a C3. Kolektorový ladený obvod L1, C3, C1 je nastavený na 57,5 MHz, takže kryštál kmitá na 3. harmonickú. Aby sa zabránilo zmenám frekvencie vyvolaným napájacím napätím, je toto stabilizované obvodom IC1.



obr. 6

Signál oscilátora sa vedie k ďalším stupňom kapacitami C6, C19, a C22..

Prijímaný signál sa konvertuje do pásma 2m jednoduchým zmiešaním s frekvenciou 288 MHz. Tento signál sa vytvára transistorom T5, ktorý základnú frekvenciu násobí na pätnásobok. Pretože amplitúda piatej harmonickkej na kolektore T5 je pomerne malá, nasleduje za induktívne viazané ladené obvody L9 a L10 zosilovací stupeň s T6. Zosilnenie použitého transistora typu BFY90 je pri 288 MHz ešte natoľko vysoké, že na výstupe /odbočka na L12/ je k dispozícii 5-10mW. Časť tohto výkonu sa môže neskôr eventuálne využívať na napájanie frekvenčného násobiča, ktorý by dodával signál o frekvencii 1152 MHz. Týmto je už daný základný kameň pre transvertor na pásmo 23 cm.

Poloha odbočky na cievke L12 je daná stupňom zataženia výstupu 288 MHz. Ak je potrebné napájať viacej stupňov, posunieme odbočku smerom k studenému koncu cievky. Pokiaľ bude napájaný len prijímací konvertor, mala by odbočka ležať asi v strede cievky. Ladený obvod je tým síce pomerne zatažený, ale nebezpečie rozkmitania klesá. Pokiaľ by stupeň s T6 napriek tomu bol náchylný na rozkmitanie, zapojíme do séria s C24 alebo C29 odpor. Malo by postačovať do 100 Ohm, volíme podľa možnosti čím nižšiu hodnotu, aby zbytočne neklesal výstupný výkon. Pri našich testoch odpor nebol vôbec potrebný. Vo vysielacom trakte transvertora sa nachádzajú dva zmiešavače. Najskôr sa k signálu 144 MHz pričíta 230,4 MHz a potom 57,6 MHz. Súčet oboch frekvencií použitých na zmiešavanie je 288 MHz. Signál 230,4 MHz sa získava dvojnásobným zdvojením základného signálu 57,6 MHz. Prvé zdvojenie sa prevádza transistorom T2, druhé transistorom T3. V kolektore T2 je zapojený ladený obvod na 155,2 MHz s kritickou väzbou. Signál 230,4 MHz sa odoberá z kolektora T3 cez pásmový filter L4, C16, L5 a C17. Signál 57,6 MHz potrebný vo vysielacom trakte sa neodoberá

priamo z oscilátora, ale sa ešte zesiluje tranzistorom T4 a filtruje ladeným obvodom L6, C21. V tomto bode je k dispozícii signál s výkonom asi 10mW.

K o n v e r t o r p r e p r í j e m

Prijímačová časť transvertora má byť tak výkonná, ako je len v týchto podmienkach možné. Pritom nás zaujímajú hlavne tieto kritéria :

a - šum

b - vhodné zosilnenie, ktoré má byť asi 20dB.

Vyššie zosilnenie vedie k známym efektom, ako intermodulácia a zahltenie nasledujúceho prijímača na 2m.

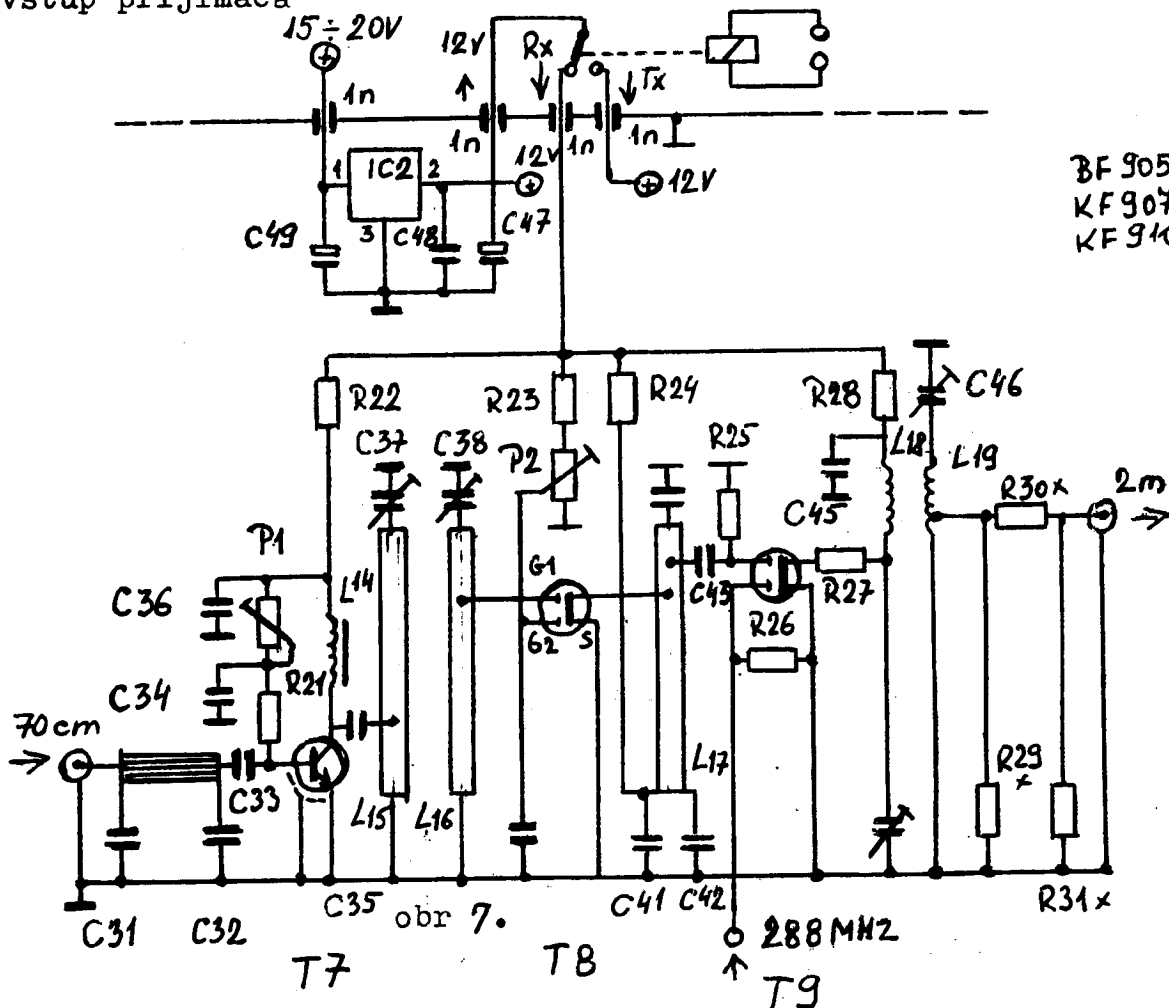
Na druhej strane má príliš nízke zosilnenie za následok nevhodné šumové správanie sa prijímača.

c - Vysoké potlačenie zrkadlových frekvencií.

Toto je dané výlučne selektivitou vstupných obvodov. Potlačenie by malo byť najmenej 60dB.

Nízky šum je najdôležitejšou vlastnosťou tranzistora BFT66, ktorý je použitý vo vstupnom obvode prijímačového konvertora /obr.7/. Filter pozostávajúci z C31, L13 a C32 zapojený do pi-článku prispôbuje impedanciu antény /50..75 Ohm/ vstupnej impedancii T7. Vo filtri sú použité vzduchové trimre, môžu sa však použiť aj fóliové. Prijímaný signál zosilnený v T7 sa vedie na "páskový" pásmový filter L15, C37, L16, C38 a odtiaľ na T8, kde sa ďalej zosilňuje. T9 pracuje ako zmiešavač. Pásmový filter L18, C44, L19, C46 potláča nežiadúce produkty zmiešavania na výstupe, takže by mal ostať len signál 144..146 MHz.

V dôsledku zosilnenia konvertora indikuje S-meter prijímača asi o 20dB vyššiu hodnotu vstupného signálu. Aby sa tomuto zamedzilo, môžeme na výstup konvertora zapojiť pi-článok pozostávajúci z odporov R29, 30, 31, ktorý súčasne optimálne zakončuje vstup prijímača



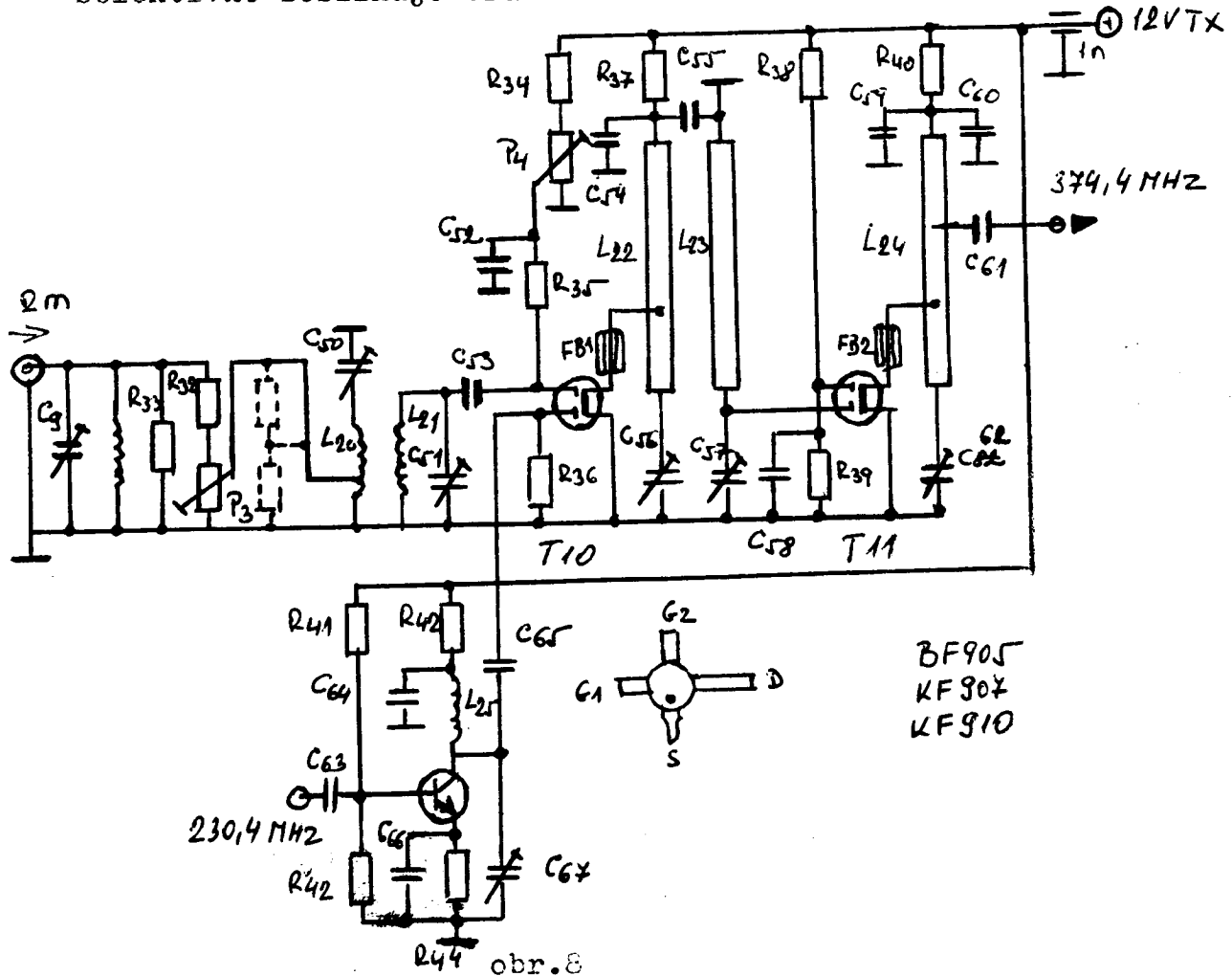
Prvý konvertor vysielajúca

Výstupný signál vysielajúca v pásme 2m sa najskôr prevedie do pásma 374,4...376,4 MHz. Na obr.8 je zapojenie tejto časti konvertora. Na transceivri 2m nie sú potrebné žiadne úpravy, pretože v konvertore je inštalovaná umelá záťaž /Dummy Load, R33/, ktorá premieňa prebytočný výkon na teplo. Pri tomto dimenzovaní nesmie vstupný výkon transvertora prekročiť 10W na 50 Ohm.

Na výstup TRX je pripojaná umelá záťaž, ktoré pozostáva z deviatich odporov. Tieto odpory sú od ostatného zapojenia oddelené stenou, aby signál z pásma 2m neovplyvňoval zbytočne ostatné stupne. Pokiaľ je pomer stojatých vln medzi transceiverom a transvertorom príliš vysoký, je možné k umelej záťaži pripojiť paralelný ladený obvod. Potrebné otvory na upevnenie už sú pripravené v doske. Pomocou cievky /závitky/ sa dosiahol PSV 1:1,1. Upevnenie cievky je pomerne kritické, pri jej upevnení priamo na konektore BNC bol PSV horší. Pripojenie paralelného kapacitného trimra neprinieslo zlepšenie.

Zapojením umelej záťaže sa využiteľný výkon dodávaný transceiverom zníži asi na 10%. Napr. pri vstupnom výkone 10W ostane na využitie asi 1W, čo je pre nasledujúci zmiešavač T10 ešte stále príliš veľa. Pomocou P3 preto nastavíme nižší výkon, nie je však možné ho regulovať až do nuly. V dôsledku rozptylu je rozsah P3 medzi 10...25dB. Pozhodujúca pritom je kvalita tienenia. Pásmový filter L20, C50, L21, C51 potláča nežiadúce signály, takže na hradle tranzistora T10 máme signál z pásma 2m. Signál z oscilátora 374,4 MHz sa zosilňuje tranzistorom T12 a privádza na druhé hradlo T10.

Pásmový filter L22, C56, L23, C57 filtruje produkty zmiešavania. Na výstupe je signál v pásme 374,4...376,4 MHz, tento signál sa selektívne zosilňuje tranzistorom T11.



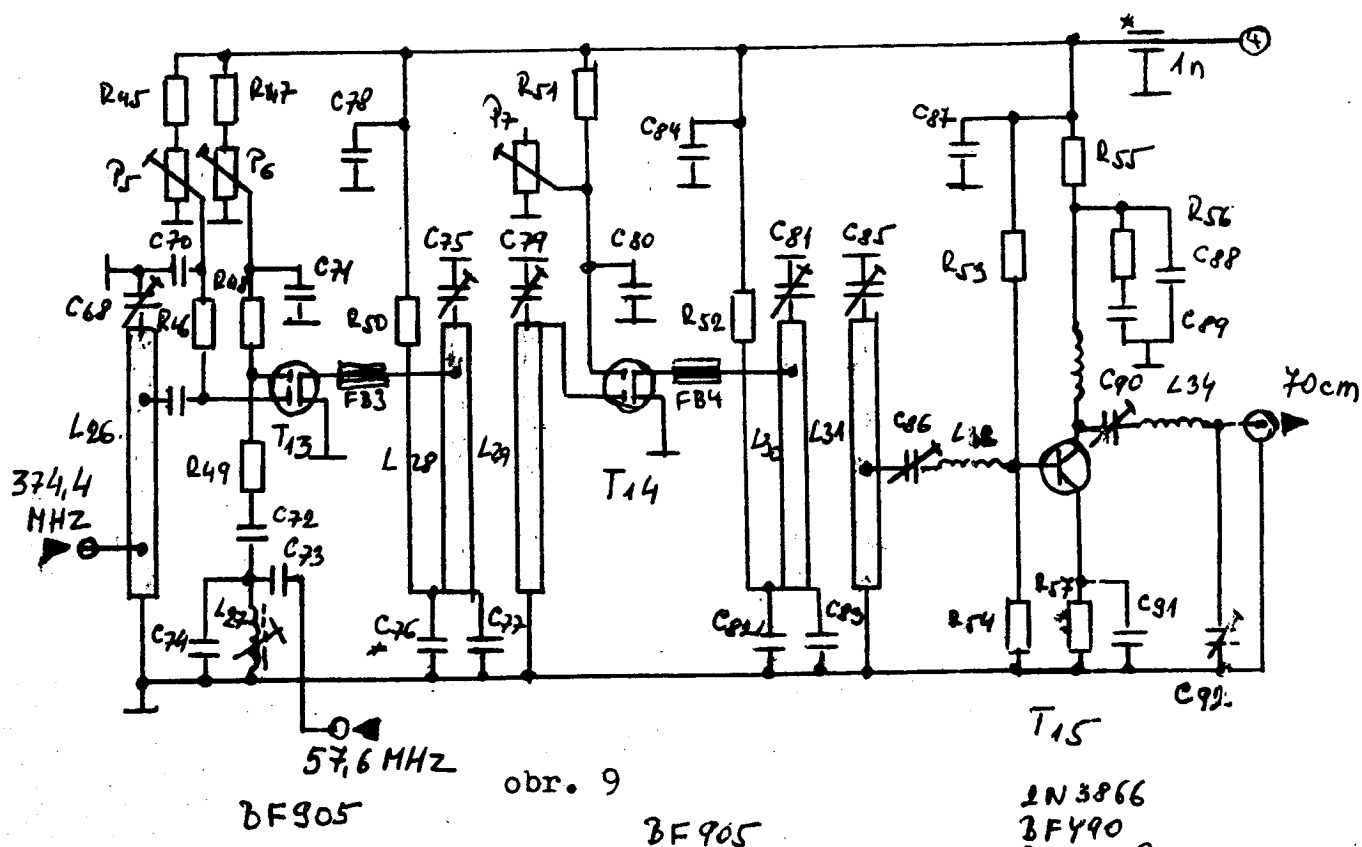
Druhý konvertor vysieláča

Ako posledný krok pre získanie signálu v pásme 70cm nasleduje zmiešanie signálu 374,4...376,4 MHz so signálom oscilátora 57,6 MHz. Súčet oboch frekvencií dáva 432...434 MHz. Takto získaný signál sa selektívne zosilňuje na výkon asi 50mW, čo postačuje na budenie nasledujúceho koncového stupňa.

Zapojenie druhého konvertora je na obr.9 L26 a C68 tvoria vstupný obvod s frekvenciou 374,4...376,4 MHz. Vstupná impedancia je asi 50 Ohm., takže na prepojenie druhého konvertora s prvým môžeme použiť bežný koaxiálny kábel. Veľmi krátké vzdialenosti medzi jednotlivými doskami však dovoľujú tiež použitie normálneho zapojovacieho drátu. Privedený výkon je v rozsahu asi 1mW, vyšší výkon by len zvýšil vplyv nežiadúcich produktov vo výstupnom signále. Na druhom hradle potrebuje zmiešavač T13 o niečo vyšší výkon. Toto hradlo je spojené s paralelným ladeným obvodom, ktorý rezonuje na 57,6 MHz. Privedený výkon je asi 10mW.

Pásmový filter L28, C75, L29, C79 je prvý selekčný prostriedok pre signál 70cm. Predtým než prejde tento signál ďalším filtrom L30, C81, L31, C85, sa zosilní tranzistorom T14. Po druhom pásmovom filtri nasleduje výstupný obvod s T15.

Ako už bolo spomenuté, je výstupný výkon transvertora asi 50mW. Bolo by síce možné dostať z neho výkon vyšší, ale to by šlo za cenu zhoršenia linearity a účinnosti potlačenia nežiadúcich signálov. Pokiaľ sa nastavovanie previedlo podľa nastavovacieho predpisu, pracuje výstupný stupeň bez problémov. Bez zmeny zapojenia sa tu dajú používať rôzne typy tranzistorov. Testované boli nasledujúce typy: BFY90, 2N3866, BFW16A, BFR96.



K o n š t r u k c i a a n a s t a v e n i e

Zariadenia UHF reagujú veľmi citlivo na vonkajšie vplyvy. Nastavenie ladeného obvodu sa môže zmeniť už tým, že "nan ukážeme len prstom". Taktiež kovové predmety v blízkosti obvodov ovplyvňujú pri týchto frekvenciách ich rezonanciu. Vo všeobecnosti platí, že rezonančné obvody sa ovplyvňujú o to viac, čím sú bližšie k sebe priestorovo a frekvenčne. To, aký silný je vplyv na susedný obvod, závisí od výkonu. Ak vynecháme koncový stupeň, môžeme vychádzať z toho, že v rôznych častiach transvertora máme výkony až do 10mW. Bez dostatočného odtienenia musíme počítať so vzájomným ovplyvňovaním obvodov a s tým spojenými problémami. Úspech stavby vo veľkej miere závisí od konštrukcie mechaniky a odtienenia vyžarujúcich častí transvertora. Pri stavbe je potrebné bezpodmienečne dodržať nasledujúce pokyny ! Najprv čítaj potom letuj.

S t a v b a

Všetky súčiastky s výnimkou relátka na prepínanie R-T a nestabilizovanej časti napájania sa nachádzajú na jednej doske. Táto je rozdelená na štyri jednotlivé časti podľa zapojení na obr.6 až 9. Zvláštnym rozdelením základnej dosky /obr 10/ je daná možnosť dvojakej konštrukcie transvertora.

Dosku môžeme nechať tak ako je navrhnutá alebo ju rozpíliť pozdĺž čiarkovaných čiar na štyri časti. Rozpílenie dosky má okrem niekoľkých nevýhod jednoznačnú výhodu v podstatne ľahšom odtienení jednotlivých blokov medzi sebou.

Ak ponecháme dosku tak, ako je znázornená na obr.10, musíme upevniť tienenie pozdĺž čiarkovaných čiar z oboch strán dosky. Nezávisle od toho, pre ktorý systém sme sa rozhodli, má byť tienenie na strane súčiastok vysoké 3cm, na strane spojov len 1 cm. Ako materiál na tienenie postačuje plech hrúbky 0,3 mm z mede alebo mosadze. Obidva materiály sa v tejto hrúbke jednoducho opracovávajú.

Na vonkajšej hrany dosky sa naletujú pásy plechu. Tieto je potrebné konštruovať tak, aby bolo možné na ne upevniť horný a dolný kryt. Poradie upevňovania tieniacich plechov je nekritické. Podstatné je, že pred naletovaním pásov majú tieto vopred vyvrtané otvory pre priechodkové kondenzátory. Na obr.10 je naznačené, kde majú tieto otvory byť. Cez tieto kondenzátory sa jednotlivé bloky napájajú. Signálové spoje sa nachádzajú na hornej strane dosky. Pre tieto používame izolované teflónové prechodky. Okrem hlavných tienení sú potrebné ešte prídavné na niekoľkých miestach. To platí hlavne pre umelú záťaž. Odtiaľto musíme bezpodmienečne potlačiť všetko vyžarovanie do ostatných blokov transvertora. Poloha prídavných tienení je viditeľná z obr.10. Ďalšie tienenie je potrebné na spodnej strane dosky medzi cievkami L26 a L28. Tienenie pozdĺž cievky L28 zlepšuje dosť podstatne potlačenie signálov.

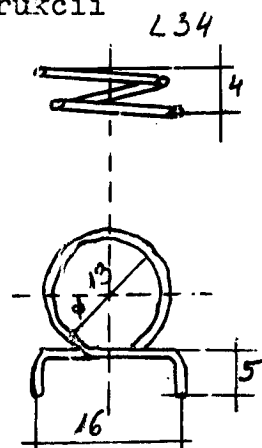
O s a d e n i e d o s k y.

Popri normálnom postupe osadzovania platia pre súčiastky, ktoré sú v schéme označené hviezdíčkou, zvláštne pravidlá. Tieto označené odpory sú: R4,8,29,30,31, Ra,RB, R4 a R8 sú potrebné - ak vôbec - pri nastavovaní. R29..R31 sa osadzujú až po nastavení. Kondenzátory C42,54,59,76 a C82 zlepšujú oddelenie Lecherových vedení. Tieto kondenzátory sa musia naletovať priamo na vedenie zo strany spojov, preto chýbajú na osadzovacom pláne. Prípoje kondenzátorov čím kratšie ! Z obr.7,8,9 vyplýva, že tieto kondenzátory sú zapojené paralelne k C41,55,60,77,83.

Pre všetky súčiastky spojené so zemou platí: zásadne spojiť so zemou na oboch stranách dosky ! Tiež páskové vedenia na strane spojov sú súčiastky ! To znamená, že strana vedenia spojená so zemou sa musí spojiť so zemou aj na druhej strane dosky. Tak je tu L15,16,23,29,31. Tieto vedenia majú na konci dva otvory, cez ktoré sa drátom vodivo spoja s druhou stranou dosky.

Zoznam súčiastok obsahuje dostatok informácií o konštrukcii cievok. Cievka L34 vo výstupnom obvode musí byť konštruovaná zvlášť starostlivo, pretože má rozhodujúci vplyv na výstupný výkon transvertora.

Z kusa postriebreného drátu γ CuAG, $l=6,8$ cm, $\varnothing 1,2$ / vytvoríme kruh o priemere 13 mm. Takto vzniknutá slučka sa rozťahne na dĺžku 4mm. Znázornená je na obr.11.

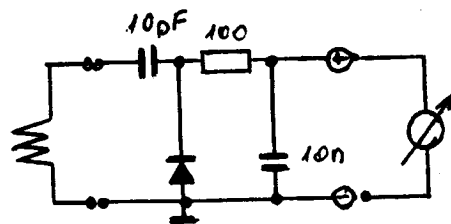


obr. 11

N a s t a v e n i e

Na celé nastavenie potrebujeme univerzálny merací prístroj a diodovú sondu. Tá je potrebná na indikáciu vf-napätia. Sonda je znázornená na obr. 12. Na vstup sa podľa použitia pripojuje snímacia cievka. Spolu s univerzálnym meracím prístrojom, ktorého vnútorný odpor by mal byť vyšší ako 30 k Ω /V, je možné nastaviť všetky kapacitné a odporové trimre na optimálny stav. Na nastavenie nie sú potrebné ďalšie pomôcky. V prípade potreby je možné nastavenie skontrolovať pomocou grip-dipperu.

Aby sme mali pre nastavovanie definovaný počiatkový stav, nastavíme P1 na maximálny odpor, všetky ostatné odporové trimre na minimum. Všetky kapacitné trimre dáme do strednej polohy. Aby sme odstránili rušiaci vplyv kryštálového oscilátora na ostatné bloky transvertora, musí byť spodné víko krabice počas celého nastavovania pripevnené.



obr.12

K r y š t á l o v ý o s c i l á t o r

Stabilizátor na prijímačovej doske alebo externé napätie 12..13,8 V napája dosku oscilátora. Toto napätie je k disociácii na výstupe IC1, skontrolujeme na C5, či je tam potrebných 8V. Pre nastavenie oscilátora zapojíme merací prístroj ako ampérmetr v rozsahu 50..100mA do prívodu napätia. Jadro cievky L1, ktoré je na začiatku úplne zaskrutkované, pomaly uvoľňujeme. Pritom prúd kontinuuálne narastá a naraz prudko klesne. To je bod, v ktorom prestane oscilátor kmitať. Najvhodnejšie nastavenie oscilátora je dosiahnuté vtedy, keď prúd dosiahne maximum. Pre kontrolu správneho nastavenia odpojíme napájacie napätie. Prúd klesne na nulu, pri pripojení napätia musí okamžite začať kmitať. To poznáme podľa toho, že hneď po zapnutí prúd dosiahne predtým nastavenú hodnotu. Pri laboratórných skúškach bola hodnota prúdu asi 50 mA.

Z o s i l o v a č 57,6 MHz

Nastavenie sa prevádza s L6 a L7. Sonda sa bez snímačej cievky pripojí na odbočku L7. Nastavenie je ukončené pri maximálnej výchylke meriaceho prístroja. Meriame v rozsahu 50 uA. Frekvenciu skontrolujeme orientačne televíznym prijímačom nastavený na kanál 3 /VHF/. Normálne zašumený biely obraz stmavne pri priblížení snímačej cievky k L6/L7. Signál zo snímačej cievky vedieme do anténneho prívodu.

Z d v o j o v a č na 230,4 MHz.

Cievky L2 a L3 sa nastavujú na 115,2 MHz. Aby sme zistili, kedy sú tieto ladené obvody v rezonancii, meriame kolektorový prúd tranzistora T2. Tento nameriame priamo, ale pomocou napätia na odpore R6, kde prúd 10mA zodpovedá úbytku napätia 1V. Prúd je najnižší, keď je L2 v rezonancii a stúpa pri optimálnom nastavení L3.

Pokiaľ popísaný postup nevedie k uspokojivému výsledku, netečie cez T2 prúd. V tomto prípade musíme zapojiť prídavný odpor R4. Tento má za následok pri zapojenom oscilátore kolektorový prúd asi 0,5mA. Jeho hodnota je závislá od napätia medzi bázou a emitorom a je medzi 180k a 270k. Pre nastavenie L3 platí zhruba to isté: meriame napätie na R11. Ak nie je prúd cez T3 dosť vysoký, zapojíme R8 1/68k..82k/.

Ak sú nastavené L2 a L3, dotiahneme do rezonancie L4 a L5 pomocou kapacitných trimrov C16/C17. K tomu potrebujeme merací prístroj so sondou, ktorú spojíme s odbočkou na L5. Pred nastavovaním musíme priblížiť cievky L4 a L5 čím bližšie k sebe. Nesmú sa ale dotýkať. Merací rozsah nastavíme na 50uA. C16 nastavíme na maximálny prúd. S C17 dostavíme na maximum. Tieto nastavenia opakujeme, pokiaľ nie je dosiahnuté úplné maximum. Na záver oddialíme L4 a L5 natoľko od seba, aby dosiahnuté maximum začalo práve klesať. V tomto prípade sú tieto ladené obvody práve kriticky spojené väzbou. Nastavenie pomocou L2, L3, C16, C17 zopakujeme. Popríklad môžeme nastavenie skontrolovať znovu televíznym prijímačom o niečo vyššie než nad 12 kanálom.

Z d v o j o v a č na 288 MHz

Nastavovanie prevádzame presne ako pri zdvojovači na 230,4 MHz. Sondu spojíme s odbočkou na L12. Všetko prebieha rovnako. Cievky L9 a L10 priblížiť k sebe. C25 a C26 nastaviť na maximum výchylku. Nakoniec nastaviť výstupný obvod na maximum pomocou C30. Pásmový filter L9/L10 má tiež kritickú väzbu. Nastavenie prevedieme ako u zdvojovača na 230,4 MHz.

P r i j í m a c í k o n v e r t o r .

Výstup prijímacieho konvertora spojíme so vstupom prijímača na 2m. Aby sme nekomplikovali nastavenie, nezapojíme ešte výstupný útlmový článok. Namiesto R30 zapojíme drátovú spojku. Po ukončení nastavovania môžeme v závislosti od zosilnenia tranzvertora a vstupnej citlivosti prijímača na 2m zapojiť útlmový článok. Tento je tvorený odpormi R29..R31, môže sa podľa dimenzovania pohybovať na -5dB alebo -10dB.

Nastavenie prijímacieho konvertora je relatívne jednoduché: pásmové filtre L18 a L19 sa nastavujú pomocou C4+ a C16 na maximálny šum prijímača/2m/.

Všimnite si väzbu oboch cievok! Odstup L18 a L19 je lený vzdialenosťou medzi oboma strednými upevňovacími otvormi.

Pracovný bod T7 /BFT66! / sa nastaví pomocou P1 tak, že na uzle R22, C36, L14 je napätie 6V. Teraz nastavíme C31 a C32 na minimálnu kapacitu a pripojíme testovací signál na vstup konvertora. K tomu môžeme použiť signál silnej lokálnej stanice z pásma 70cm alebo tretiu harmonickú vysielача na 2m /s umelou záťažou/. Vhodná frekvencia je 432,3 MHz. To je tretia harmonická z 144,1 MHz. Prijímací konvertor musíme v tomto prípade nastavovať na 144,3 MHz alebo v jeho blízkosti. To samozrejme závisí od presnosti kryštála na 57,6 MHz. Vo väčšine prípadov bude testovací signál počutelný aj pri dovtedy nedostatočnom nastavení. S-meter prijímacieho konvertora môže teraz slúžiť ako merací prístroj. Na C37, C38 a C40 nastavíme maximálnu výchylku S-metra. Pretože doteraz sú všetky odporové trimre na "zemi" bude aj zosilnenie T8 veľmi malé. Preto teraz nastavíme P2 na maximálnu výchylku S-metra.

Ako ďalší bude nastavený vstupný pi-článok. K tomuto potrebujeme slabý ale stabilný signál z antény. Pi-článok, ktorý slúži nielen ako vstupná dolná priepusť ale aj ako impedančný prispôsobovací člen, nastavíme na maximálny pomer signál-šum. Pritom striedavo nastavujeme C32 a C31 tak, aby sme dosiahli optimálny výsledok. Pozor! maximálny pomer signál-šum nevzniká pri prijímaní maximálneho signálu alebo maximálneho šumu. Správne je nastavený filter vtedy, keď dosiahneme pri prijímaní slabého signálu dobrý pomer, je to teda nastavovanie podľa "ucha".

Prvý v y s i e l a c í k o n v e r t o r

Dosky vysielачového konvertora sa napájajú napätím z vedenia TX. Pre nastavovanie potrebujeme signál vysielача na 2m s výstupným výkonom 1 a 10W v nemođulovanej prevádzke /FM/. Vzhľadom na umelú záťaž by sme sa mali obmedziť na výkony pod 5W.

Predtým než zapneme vysielач, nastavíme zosilnovač 230,4 MHz.

Sondu pripojíme na uzol hradlo 1 na T10 a C65. Pomocou C67 nastavíme maximálnu výchylku. Eventuálne môžeme ovplyvniť výchylku stlačením alebo natiahnutím L25. Pretože toto nastavenie ovplyvňuje obvody násobiča, musíme dostaviť tiež C16 a C17. Nastavovanie opakujeme dovtedy, pokiaľ nenájdeme optimum. Pre kontrolu meriame napätie na R43. Pri optimálnom nastavení je na odpore minimálne napätie.

Teraz môžeme zapnúť vysielач na 2m. Sondu so snímacou cievkou /obr 12./ pripojíme na L20. Pomocou P3 nastavíme strednú výchylku meriacieho prístroja. Potom držíme snímaciu cievku medzi L20 a L21. S C50 a C51 nastavujeme na viditeľné maximum. Eventuálne musíme pritom zmeniť nastavenie P3.

Odstránime snímaciu cievku a pripojíme sondu na odbočku L22 /drain

T10, za FB1! / Pri nasledujúcom nastavovaní samozrejme necháme zapnutý vysielач na 2m. Na C56 nastavíme maximum výchylky. Potom musíme dostaviť C50, C51 a C67 /sonda na tom istom mieste./ Sondu teraz premiestnime na výstup prvého vysielачového konvertora, na C61. Tu tiež budeme nastavovať pomocou C56, C57 a C62 maximum.

Nakoniec hľadáme maximum nastavením P4. Pritom by mala byť optimálna poloha v strede dráhy.

Po tomto hrubom nastavení prvého konvertora nasleduje nastavenie druhého konvertora.

D r u h ý v y s i e l a c í k o n v e r t o r

Pre prvé nastavenie tohto konvertora nepotrebujeme riadiaci signál. Najprv totiž nastavíme vstupný obvod 57,6 Mhz. Sondu pripojíme medzi R49 a C72 a na L27 nastavíme maximálnu výchylku. Pritom rušíme obvody oscilátora, takže je nutné dostaviť L6 a L7. Túto nastavovaciu procedúru by sme mali niekoľkokrát opakovať.

Teraz spojíme sondu s odbočkou na L28. !/Drain T13, za FB3!/. Pri zapnutom vysielачi nastavíme C68 na maximum. Z dôvodu vzájomného ovplyvňovania je potrebné dostaviť tiež C62 v prvom vysielacom

konvertore. Eventuálne môžeme dosiahnuť zlepšenie dostavením L27, L6 a L7. Tiež nastavíme P5 a C75 v tejto pozícii na maximum.

V ďalšom kroku pripojíme sondu na odbočku L30 /Drain T14, za FB4!/. C75 a C79 striedavo nastavíme na maximum výchylky. Na P6 a C81 dostavíme úplné maximum. Prúd drainu T14 nastavíme pomocou P7. Tento by sa mal pohybovať okolo 10mA /asi 1V na R52/.

Pre nastavovanie koncového stupňa použijeme odpor 56 Ohm ako umelú záťaž stupňa. Na výstupe pripojíme sondu. Teraz dostavíme ostatné obvody 432 MHz. Najprv nastavíme striedavo C81 a C85 na maximum. C85 potom odladíme. C86 ostane v strednej pozícii. Nastavíme C90 a C92 na maximum.

Tým hrubé nastavenie transvertora ukončené. So sondou pripojenou na umelú záťaž na výstupe transvertora môžeme teraz nastavenie optimalizovať. Výsledkom bude o niečo viac výstupného výkonu a čistejší signál. Pre dostavovanie trimrov a cievok platí; vždy na maximum výchylky!

Postupujeme nasledovne: striedavo medzi C62 a C68, L6 a L7 a postupne na L27, striedavo P5 a P6, to isté platí pre páry C75, C79 a C81, C85. Tiež C86 sa dá teraz optimálne nastaviť./ale na max. 50% jeho kapacity!/. Toto nastavovanie ovplyvňuje C85, takže tento musí byť tiež dostavený. Nakoniec dostavujeme C90 a C92.

Linearita súvisí bezprostredne s vybudením, teda s nastavením P3. Pri maximálnom používanom výkone 10W musí byť P3 nastavený tak, aby každé zníženie vstupného výkonu malo za následok zníženie výstupného výkonu transvertora. Ak by to nebolo možné, musia byť zmenené Ra a Rb.

T15 dodáva výstupný výkon asi 50mW. To zodpovedá napätiu asi 1,3V na 56 Ohm odpore /merané sondou a meracím prístrojom./

Pri týchto nastaveniach je kludový prúd cez T15 asi 10..12mA, čo zodpovedá úbytku napätia na odpore R55 asi 0,5V. Niečo viac alebo menej samozrejme nie je na závalu, pokiaľ platí, že kludový prúd nie je menší ako 10% kolektorového prúdu pri plnom vybudení.

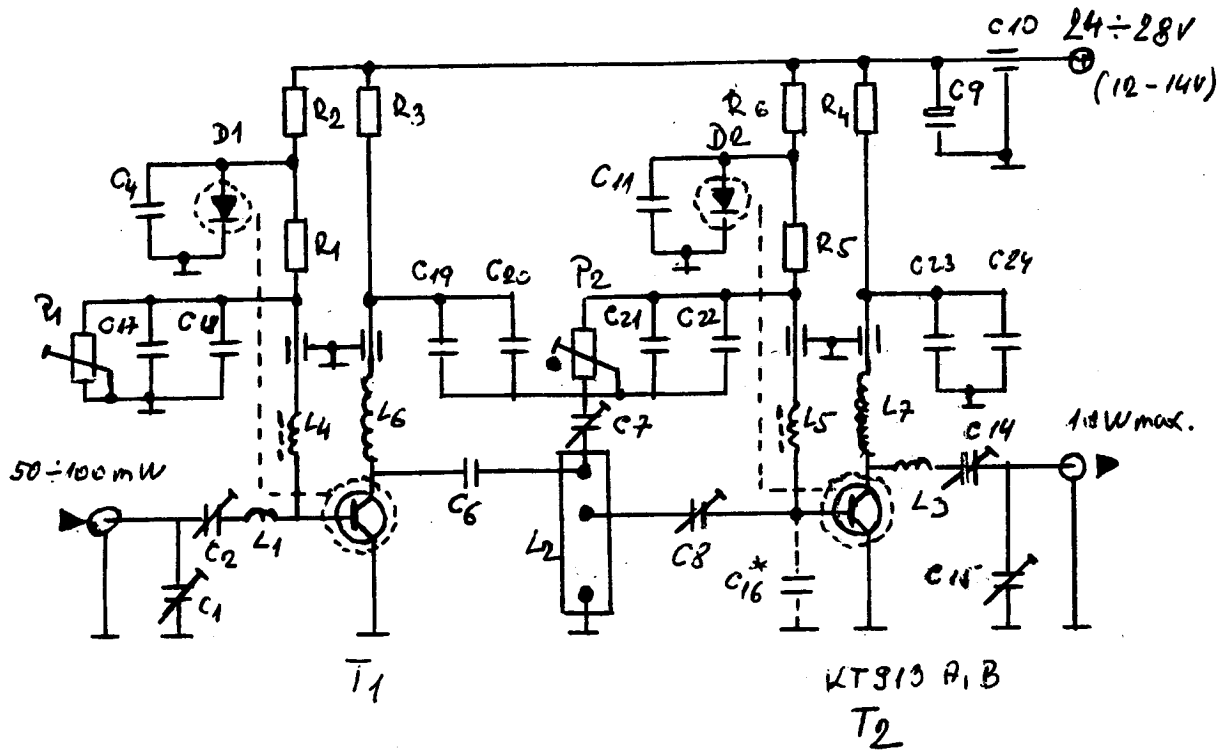
Z o s i l ň o v a č n a 7 0 c m .

Logickým rozšírením transvertora na 70cm je zosilňovač na 70cm. Tento zosilňovač zvyšuje výkon popísaného transvertora na dobrých 10W. S týmto výkonom sa dajú prekonať vzdialenosti niekoľko sto km. Pretože zosilňovač pracuje lineárne /trieda AB/, môže prenášať tak signály SSB ako aj FM. Zosilňovač je teplotne stabilný a necitlivý na kmitanie. Pokiaľ funguje transvertor bezchybne, nemal by byť problém uviesť do-chodu aj tento zosilňovač.

D v e v e r z i e

Môžeme voliť medzi dvoma verziami: 28V alebo 12V napájacieho napätia. Verzia s 28V napájacieho napätia pracuje s BLW90 /T1/ v budiči a s BLW91 /T2/ v koncovom stupni. Pri výstupnom výkone 10W je prúdová spotreba asi 850 mA. Výhoda verzie s 28V je vo vyššom zosilnení. Pri budiacom výkone 50mW môžeme dosiahnuť na výstupe 10W. Tým dané zosilnenie 23dB. V praxi však treba z dôvodu odchýlok exemplárov rátať s rôznymi hodnotami. Niekoľko dB plus minus nie sú zvláštnosťou.

Pre mobil amatérov je určená verzia 12V. Je vhodná na napájanie z akumulátorovej batérie 12..14V. Hoci 12V-tranzistory majú o niečo menšie zosilnenie, bolo to v laboratórnej verzii zanedbateľné. Zosilnenie 12V-tranzistora bolo stále ešte 22dB. Pritom je ale potrebné zobrať do úvahy tolerancie dané výrobcom. V najhoršom prípade je však výstupný výkon pri budiacom výkone 50mW najmenej 5W. V tomto prípade však môžeme zvýšiť budiaci výkon, vtedy ešte stále môžeme dostať z 12V verzie 10W.



obr.13

Na obr. 13 je znázornené zapojenie lineárneho zosilňovača. Vstupný signál sa vedie prispôsobovacím článkom C1, C2 a L1 na bázu tranzistora T1. Cez tlmivku L4 sa privádza predpätie pre T1. Tlmivka slúži na to, aby sa nedostalo vf-napätie na nastavovacie prvky. Tieto sa starajú o to, aby kludový prúd tranzistora T1 bol pri 28V-verzii 20 mA, pri 12V- verzii asi 35mA. Na dióde D1 zapojenej v priepustnom smere je napätie asi 0,7V, Cez R1 sa toto napätie privádza k dvom súčiastkám; jednak na bázu T1, jednak na potenciometer P1. Pretože napätie medzi bázou a emitorom T1 je o niečo menšie ako napätie na D1, tečie do bázy T1 prúd. Pokiaľ hodnotu potenciometra zväčšíme natočením, tečie cez P1 menej prúdu a o to viac tečie do bázy T1. Takto môžeme ovplyvňovať prúd bázy T1.

Problémom pri zapojeniach zosilňovačov tohto typu je teplotná stabilita. Často sa to rieši zapojením neblokovaného emitorového odporu, ktorý však má za následok pokles zosilnenia. Teplotnú stabilitu tohto zapojenia dosahujeme termickým spojením diody D1 a tranzistora T1. Toto spojenie dosiahneme tak, že diódu konštrukčne umiestnime priamo na tranzistor a dobrý prechod tepla zaistíme použitím dostatočného množstva teplovodivej pasty v mieste styku diódy a tranzistora. Pokiaľ sa T1 zahreje, začne brať viac prúdu. Rovnakou mierou sa však zahreje aj D1 a napätie na nej klesne. V dôsledku toho klesne aj bázový prúd tranzistora T1, takže takýmto jednoduchým spôsobom stabilizujeme pracovný bod T1. Hoci L4 blokuje vf-napätie proti vnikaniu do zdroja bázového prúdu, nie je toto blokovanie dostačujúce. Z tohto dôvodu sú použité ešte C3 a paralelne k nemu C17 a C18 ako dodatočné filtre. Všetky tieto filtračné opatrenia sú nutné, aby sme zosilňovač uchránili pred "divokými" osciláciami. V tomto zapojení bol na tento aspekt

kladený zvláštný dôraz. Preto majú C3, C5, C12 a C13 dodatočné paralelné kondenzátory. Tým sa dosiahne v každom potrebnom bode nízka impedancia proti zemi. Okrem toho je zablokovaný prívod napájacieho napätia pomocou C9 a C10. Hoci tieto opatrenia vyžadujú o niečo viac súčiastok a tým aj nákladov, získame tým stabilný zosilňovač, ktorý sa dá ľahko nastaviť a oživiť.

Kolektorový jednosmerný prúd tečie cez L6. Pre L6 sme zvolili inú hodnotu ako pre L4, aby nedochádzalo k rozkmitaniu. Dodatočné blokovanie je realizované pomocou C5, R3, C19 a C20. R3 slúži súčasne ako merací odpor pre kolektorový prúd cez T1. Tak zodpovedá napr. kludový prúd 20mA napätiu 200mV na R3. Takto môžeme jednoduchým spôsobom kontrolovať prúd kolektora T1.

VF-napätie zosilnené na T1 sa vedie cez C6 na ladený obvod 432 MHz. Ladený obvod pozostáva z indukčnosti L2 a kapacitného trimra C7. Na nižšej odbočke L2 sa signál privádza cez C8 na druhý tranzistor T2. Pomocou tohto obvodu vyriešime naraz dva problémy: optimálne prispôsobenie medzi T1 a T2 a selektívny filter na 70cm. Pre druhý zosilňovací stupeň s T2 platí úplne to isté, čo pre T1, takže si ušetríme ďalší detailný popis. Pomocou P2 nastavíme kludový prúd T2. Na R4 môžeme merať kolektorový prúd T2. Kludový prúd T2 je vo verzii 28V asi 60mA, vo verzii 12V asi 100mA. Pomocou prispôbovacieho obvodu L3, C14 a C15 prispôbíme kolektorovú impedanciu na potrebnú výstupnú impedanciu 50..75 Ohm.

S t a v b a

Pri použití dosky z obr.15 by stavba nemala byť pre skúseného amatéra problémom. Všetky súčiastky sa prilepujú na odleptanú stranu dosky. Cievky sú umiestnené tak, že nie sú potrebné tieniace plechy. Dosku zamontujeme do krabice, napr. hliníkovej, ktorá slúži súčasne ako chladič pre T1 a T2. Samozrejme môžeme použiť ľubovoľnú krabicu, ale je potrebné zabezpečiť vždy dostatočné chladenie tranzistorov. Pokiaľ zabudujeme tento zosilňovač do spoločnej krabice s transvertorom, je potrebné ich od seba oddeliť tieniacim plechom.

Ako už bolo spomenuté, súčiastky sa pripevňujú na odleptanú stranu dosky! Zemniace spoje vedieme na druhú stranu dosky cez predvrtané diery. Tieto spoje letujeme na oboch stranách dosky. Tým dosiahneme dostatočnú veľkú plochu zeme. Zvlášť dobre zemníme koniec L2 a zemniace spoje vstupu a výstupu.

L1 a L3 by sme mali navinut z postriebného medeného drátu.

Konštrukcia cievok je viditeľná na obr. 14. L2 vyrobíme z kúska medeného alebo mosadzového plechu hrúbky 0,5mm. Jeden koniec L2

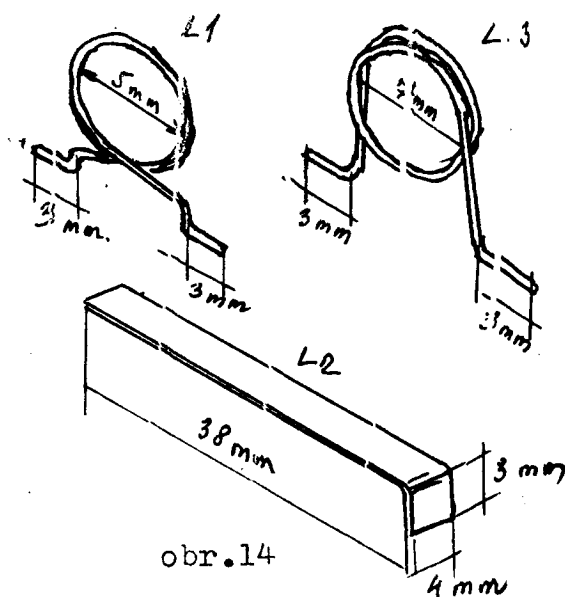
naletujeme na C7. Na tom istom mieste upevníme jeden koniec C6.

Potom upevníme druhý koniec L2 na zem. Dva prípoje C8 upevníme na L2, ako je udané na osadzovacom pláne.

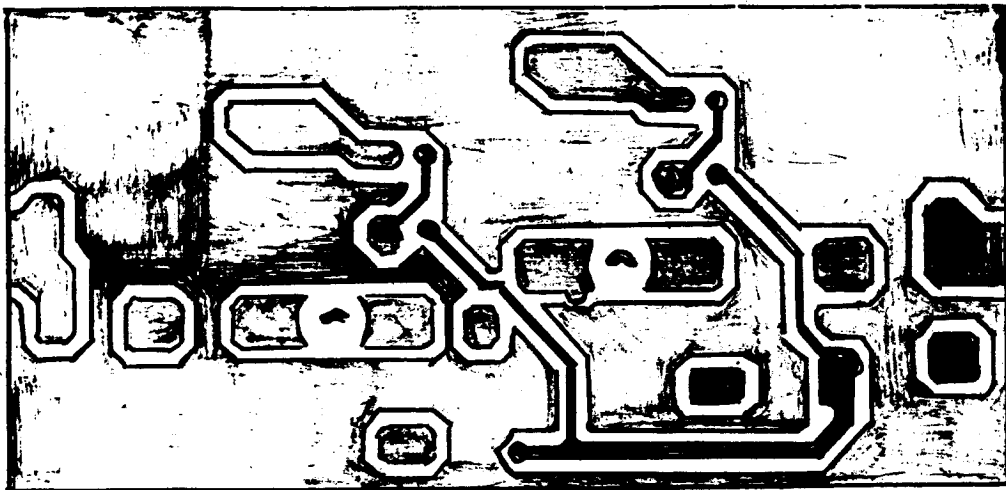
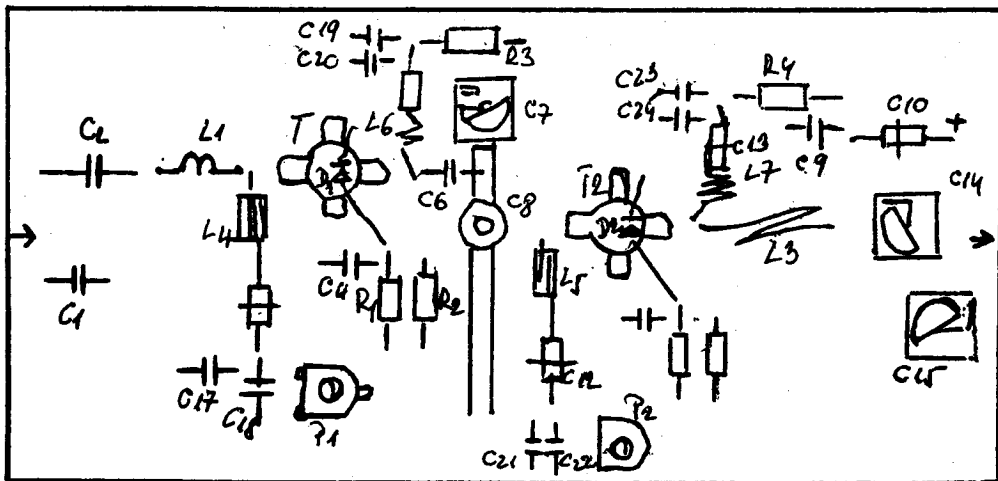
Príechodové kondenzátory C3, C5, C10, C12, C13 sa upevňujú dosť nezvyklým spôsobom priamo na dosku. Prívodné dráty ostatných blokovacích kondenzátorov musia byť tak krátké

ako je to len možné, aby sme obmedzili vplyv ich indukčnosti. Nakoniec pripevníme tranzistory. Musíme dávať pozor, aby kolektor správne sedel. Na puzdre je označený ako C alebo výstupkom.

Eventuálne môže mať jeho prívod iný tvar ako ostatné prívoody.



obr.14



obr.15

Pri letovaní dávame pozor, aby cín bol správne tekutý. Pájkovačka s príkonom 30..50W je pre tieto práce postačujúca, pretože tranzistory sa nesmú prehriať. Z tohto dôvodu by sme mali nechať tranzistor po pripájkovaní každého prívodu najskôr nechať vychladnúť. Tieto tranzistory nie sú práve najlacnejšie. Prírubby tranzistorov musia dobre sedieť na chladiacej ploche alebo na ploche krabice. Pretože pomocou týchto plôch sa odvádza teplo tranzistora, je vhodné tieto plochy potrieť teplovodivou pastou. Letované spoje na druhej strane dosky /zemniacia plocha/ nesmú vytrčať, aby mal tranzistor dostatočne dobrý odvod tepla.

Pokiaľ sú všetky spoje prispájkované, môžeme zosilňovač umiestniť do krabice alebo do chladiča. Toto prevedieme opatrným utahovaním skrutiek tranzistorov na chladiacej ploche. Pri označovaní dier pre tranzistory na krabici alebo chladiči musíme preto pracovať presne, aby sme pri upevňovaní nevystavovali tranzistora alebo dosku zbytočným mechanickým napätiam.

Zosilňovač môžeme zapnúť až vtedy, keď je zaručené dostatočné chladenie upevnením na krabicu alebo chladič. Nakoniec namontujeme vstupný a výstupný konektor. Zemniace spoje týchto konektorov spojíme na dvoch miestach s doskou. Pretože tieto spoje majú byť oboch stranách dosky, mali by sme ich upevniť ešte pred konečným namontovaním dosky do krabice. Napájacie napätie môžeme priviesť otvorom v bočnej stene. Dobrým riešením v tomto prípade je priechodkový kondenzátor so závitom. Ostatné sa dajú totiž len dosť ťažko prispájkovať na hliník. Zem napájacieho

napätia jednoducho spojíme so zemou na vstupnom alebo výstupnom konektore.

N a s t a v e n i e

Ako sme už spomenuli, tranzistory pre UHF sú dosť drahé. Preto musíme pri nastavovaní a uvádzaní do prevádzky postupovať s tomu zodpovedajúcou opatrnosťou. Aby sme sa vyhli eventuálnemu zničeniu, privedieme napájacie napätie na začiatku cez ochranný odpor. Použijeme žiarovku /6..12V-0,5..1A/. Nastaviteľný zdroj napätia s premennou vrúdivou poistkou by bol ideálny. Okrem toho sa musíme postarať o to, aby T2 odovzdal vf-výkon na umelú záťaž. Pokiaľ máme tieto prípravy hotové, môžeme začať s nastavovaním.

- P1, P2 nastaviť na ľavý doraz, teda na minimálne prepätie bázy
- pripojiť napájacie napätie / 28 alebo 12..14V/
- nastaviť kludový prúd tranzistorov:
Na P1 prúd cez T1 na 20mA pri 28V, alebo na 35mA pri 12V
Na P2 prúd cez T2 na 60mA pri 28V, alebo na 100mA pri 12V
- skratovať ochranný odpor v napájacom vedení /žiarovku/ alebo prúdovú ochranu vytočiť na vyššiu hodnotu.
- až teraz pripojiť transvertor s výstupným výkonom 50mW
- C1 a C2 nastaviť na maximálny prúd cez T1 /merať na I3/. Tento prúd však nesmie byť vyšší ako 200 mA pri 28V alebo 400 mA pri 12V. Vo väčšine prípadov však tento prúd ostane pod týmito hodnotami.
- C7 a C8 nastaviť na maximálny prúd cez T2 /merať na I4/. Tento prúd môže byť najviac 1A pri 28V alebo 2A pri 12V. Tento prúd však môže tiecť len KRÁTKO, pretože výstupný obvod ešte nie je nastavený a preto nemôže T2 odovzdať svoj výkon.
- pomocou C14 a C15 nastaviť výstupný obvod na maximálny výkon. Na meranie výkonu môžeme použiť reflektometer zapojený medzi zosilňovač a umelú záťaž. Nakoniec nastavíme znovu všetky trimre C1...C15 v tomto poradí na maximálny výstupný výkon. Musíme však bezpodmienečne dávať pozor, aby prúd cez T2 pri tejto procedúre neprekročil povolenú hodnotu.

N i e k o l k o t i p o v

- Na prepínanie antény je potrebné dobré koaxiálne relé. Ak by sme použili nejaké normálne relé, dali by sa očakávať straty až do 1dB!
- počas príjmu je vhodné odpájať napájacie napätie zosilňovača.
 - Pre verziu 28V sa na to použije jeden kontakt relé príjem-vysielač
 - Pokiaľ sa nám pri nastavovaní nepodarí dosiahnuť dostatočne vysoký kludový prúd cez T2, použijeme ešte jednu diódu do série s D2, samozrejme tiež termicky viazanú na T2.
 - nakoniec ešte jedno varovanie. Tranzistory použité v tomto zariadení obsahujú jedovatý Berylium-oxid. Pokiaľ je tranzistor v poriadku, sme mimo nebezpečia. Pri poškodenom puzdre tranzistora sa ho však nesmieme chytať bez zodpovedajúcej ochrany ani sa mu približovať, pretože výpary tejto látky sú jedovaté! V tomto prípade chytíme tranzistor do rukavíc, pracujeme s maskou na tvári, a odnesieme ho na najbližšiu skládku jedovatých odpadov.

R o z p i s s ú č i a s t o k - TRANSVERTOR 70 CM

Odpory : TR212,151,191
okrem R 33

R1, R15 = 68 k
R2, R5, R13 = 15k
R3 = 470 Ohm
R4" = 180...270 k
R6, R7, R10, R11, R14, R17
R20, R24, R28, R29 R31
R40, R43, R44, R49, R50 = 100 Ohm
R8" = 68...82 k
R9, R16, R19 = 4k7
R12 = 150 k
R18, R21, R39 = 47 k
R22 = 2k7
R23, R25, R34, R35, R36,
R38, R45...R48, R51 = 100 k
R26, Ra" = 56 Ohm
R30" = 82 Ohm
R32, R54, Rb" = 1 k
R33a...R33f = 470/1W
R41 = 27 k
R42 = 2k2
R53 = 8k2
R55, R57 = 47 Ohm
R56 = 10 Ohm
P1, P4...P7 = 100 k trimmer
P2 = 50 k trimmer
P3 = 100 Ohm trimmer

Kondenzátory :TK754,774

C1, C42", C54", C59", C76", C82" = 47pF
C2 = 22 pF
C3, C21, C74 = 12 pF
C4, C5, C8, C9, C20, C27, C48 = 10n
C6 = 82 pF
C7 = 100 n TK782
C10, C12 = 4p7
C11, C13 = 1 pF
C14, C15, C18, C23, C24, C28, C29
C33...C36, C39, C41, C43, C45,
C52, C53, C55, C58, C60, C61,
C63...C66, C69...C71, C77, C78
C80, C83, C84, C87, C88, C91 = 1n
C16, C25, C26, C30, C37, C38, C40, C75,
C79, C81, C85 = 1,5...6 pF trimmer
C17, C56, C57, C62, C67, C68,
C86 = 2...10 pF trimmer
C22 = 68 pF
C27 = 2p7
C31, C32 = 2...10/13 p
C44, C46, C50, C51, C90, C92 = 2...22pF trimmer
C47, C49 = 10 uF/25V Tantál
C73 = 2p2
C89 = 47 n TK782

1. CuL \varnothing 0,3
L1 = 9 z
L2, L3 = 5 z
L6+L7 = 9+2 z
L27 = 6 z
2. CuAg \varnothing 1mm na jádre \varnothing 6 samonosná
L4 = 3 z
L5 = 3 z odbočka pri 3/4 od stud.
konca
L9+L10 = 2+2 z
L12 = 2 z s odbočkou
L20 = 4 z na 1/2 z
L21 = 4 z
L25 = 2 z
3. CuAg \varnothing 1 mm na jádre 5 samonosná
L32 = 1 z
4. CuAg \varnothing 1 mm na jádre 8 mm samonos.
dĺžka 8mm
L 18 = 4 z
L 19 = 4 z odbočkou na 3/4 z od
studeneho konca
5. L8, L11, L14 = 1 uH
6. L13 = medená páska
L=30, B= 4 hrúbka 0,7
7. CuL \varnothing 0,4mm na jádre 3,5 mm dĺžka
8mm
L33 = 7 z.
8. 6,8 cm CuAg \varnothing 1,2 mm
L34 = cca 1 z vid obr.11

P o l o v o d i č e :

T1, T4, T12 = BF494
T2, T3, T5, T6 = BFY 90
T7 = BFT 66
T8...T11, T13, T14 = BF905, KF907, KF910
T15 = 2N3866 alebo BFY 90, HFW16A
IC1 = 78L08
IC2 = 8212

ostatné:

FB1...FB4 = ferrit perla 5mm
X-tal = 57,6 alebo 96 MHz

Rozpis súčiastok - Z e s i l ň o v a č 70cm

Odpory: TR 212, TR 151

	28V	12V
R1, R5	56 Ohm	56 Ohm
R2, R6	1k5	680 Ohm
R3	10 Ohm	10 Ohm
R4	2j2	1 Ohm

Kondenzátory :

C1, C8 = 2...22 pF trimmer
C2, C7, C14, C15 = 1,5...11 pF trimmer
C3, C5, C10, C12, C13 = 470 pF priechodkový
C4, C11 = 4n7 TK782
C6 = 270 pF TK 754
C9 = 10 u/35V -Tantál
C16 = 22pF
C17, C19, C21, C23 = 1n
C18, C20, C22, C24 = 10n

Cievky :

L1 = 1 z. Cu Ø1 strieborný na Ø5 mm
L2 = medený alebo mosadzný pás 0,5 hrubý obr.14
L3 = 1,5 z. Cu Ø1mm na Ø 7 mm
L4, L5 = 2,5 z. Cu Ø0,2 mm na ferritovej perle
L6, L7 = 6 z. Cu Ø0,5 mm na Ø 4mm

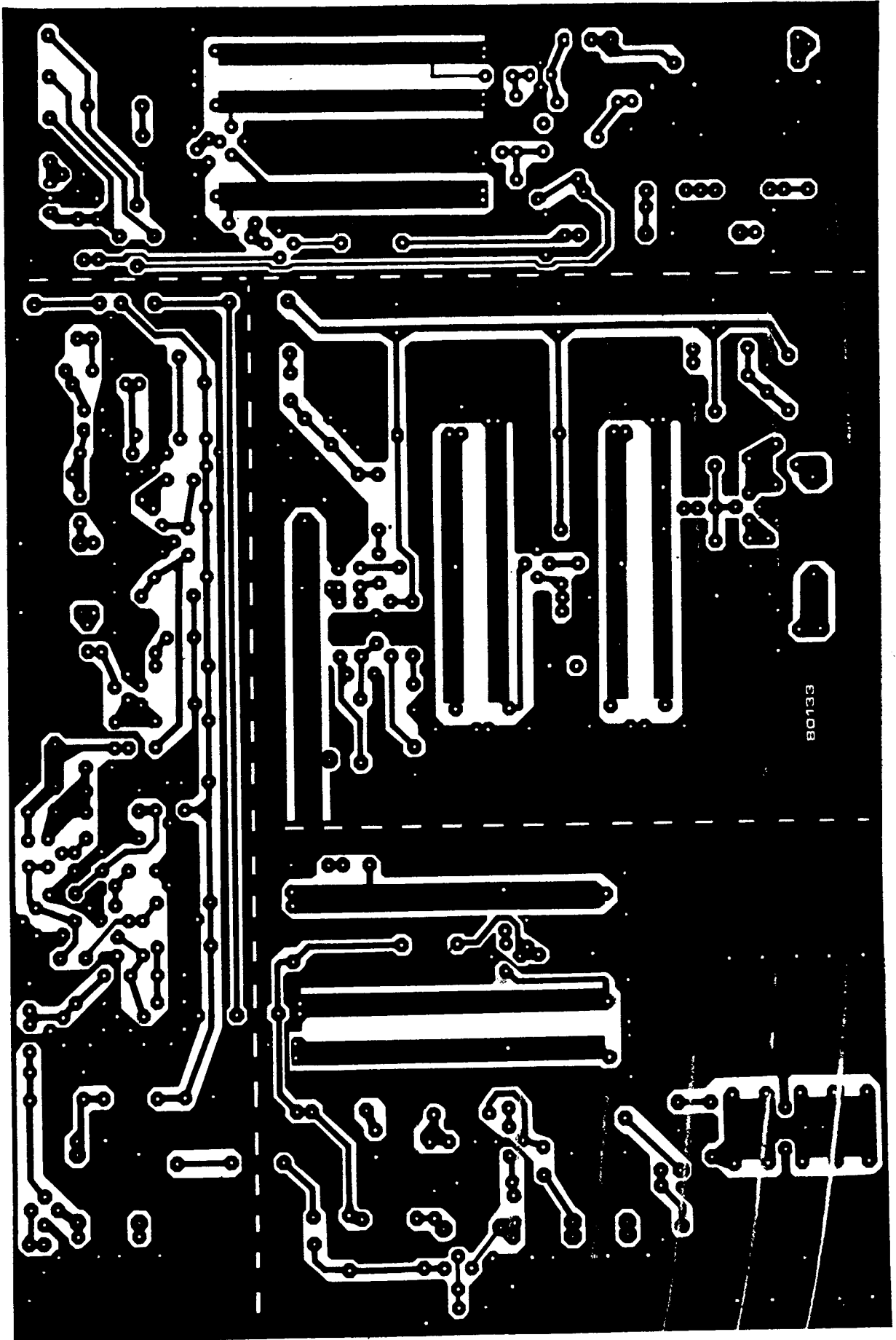
Tranzistory:

	28V	12V
T1 =	BLW 90 BLX 92A	BLW 80 BLX 67 2N5944
T2 =	BLW 91 BLX 93 A	BLW 81 BLX 68 2N5946

Volne podľa PEØPJW /Elektor 6,7/1981

Translation /C/ Dr.ing. Peter Husár, OK3CLM

Nakreslil a odpísal - OK3TCL



80133

