

S b o r n í k p ř e d n á š e k

70 cm

SEMINÁŘ VKV TECHNIKY

1. Jiří Vaňourek OK1DCI:
VFO s FM modulací
2. Jiří Vaňourek OK1DCI:
Tranzistorový vysílač 433 MHz - 0,8 W
3. František Střihavka OK1AIB:
VXO pro vysílač v pásmu 433 MHz
4. František Střihavka OK1AIB:
Vysílač 433 MHz - 5 W
5. František Střihavka OK1AIB:
Koncový stupeň pro 433 MHz s QOV 06/40 (REE30B)
6. Jiří Vaňourek OK1DCI:
Tranzistorový konvertor pro pásmo 433 MHz
7. Ing. Vlad. Mašek OK1DAK:
Tranzistorový přijímač 27-29 MHz - úprava RXu Emil
8. Jiří Vaňourek OK1DCI:
Směšovač 27/3,5 MHz
9. Ing. Miroslav Kasal OK2AQK:
VKV měřič PSV o impedanci 50 Ohmů - reflektometr

V souvislosti s provozem přes aktivní převáděče pracující většinou FM provozem a vzhledem k nepopiratelným výhodám /1/ kmitočtové modulace pro fone provoz, dochází v poslední době k jejímu rozšíření i mezi OK amatéry.

Úprava všech stávajících VKV vysílačů pro FM provoz je poměrně jednoduchá, potíže se vyskytnou pouze s dodržením povolených podmínek, t.j. s maximálním povoleným zdvihem kmitočtové modulace viz článek /2/.

VFO tvoří oscilátor osazený tranzistorem KSY62B (T1). Cívka L_1 musí být kvalitní, vinutá silným drátem na keramice s dostatečným průměrem (asi 20-30 mm). Ladící kondensátor je z RF 11 (využita je menší kapacita). Převod je dostatečný a i při provozu na 70 cm je vyhovující. Na výstupu oscilátoru je emitorový sledovač /T2/ s KSY62B k dosažení lepšího oddělení výstupního zesilovače T3 od výstupu oscilátoru. Výstupní zesilovač je osazen tranzistorem /T3/ KFL73. Protože je třeba zesílit výstupní napětí ze sledovače a přitom dosáhnout co nejmenšího zpětného vlivu na oscilátor (tento vliv je proměnný se zatěžovací impedancí VFO) je použit tranzistor KFL73, KFL67 s $C_{bo} = 0,5$ pF. Výstupním napětím je pak možno snadno budít jak tranzistor tak elektronku. Doporučuji zapojit vstup vysílače dle schema na obr.2. Většího napěťového zesílení by bylo dosaženo použitím rezonančního obvodu na vstupu TX. Toto jsem po zkušenostech zrušil, protože přes tento obvod, byť dobře odstíněný, se dostávala řada nežádoucích produktů, které zhoršovaly tón při CW. V tomto případě je ale zatěžovací odpor T3 - tranzistoru KFL73 paralelně blokován kapacitou koaxiálního kabelu (max. asi 0,5 m koaxu 75 Ohmů). Stabilita kmitočtu vzhledem ke změnám U_b se ukázala vynikající a proto ve většině případů není nutné napětí stabilizovat, ale je důležité, aby zdroj měl malý vnitřní odpor (akumulátor). Vykompenzování vlivu změn teploty je provedeno kapacitou C_0 , složenou z několika keramických kondensátorů. Podařilo se dosáhnout stability lepší než 5×10^{-5} /°C na kmitočtu VFO. Jen pro informaci (závisí na provedení, konstrukci a použitých součástkách) je C_0 asi 33 pF a je celá složena z keramických kondensátorů Tesla šedivých s šedou tečkou (K47N), nebo částečně ze šedivých s fialovou tečkou (Rutilit). Kompenzaci je třeba provádět na čítači, nebo aspoň na stabilním zahřátém přijímači.

VFO musí běžet půl až jednu hodinu a další změny posuzujeme podle výstupní změny v intervalech asi půl hodiny. Podle znaménka a velikosti změny kmitočtu měníme výsledné T_{kc} sestavy kondensátorů. Trimmer (volíme co nejkvalitnější) je paralelně k laděnému obvodu a je na jemné dostavení dlouhodobých změn abs. kmitočtu VFO.

FM modulace je provedena varicapem KA 202 zapojeným na 3/4 závitu od studeného konce cívky. (L_1 má 13 záv.) Předpětí varikapu je stabilizováno zenerovou diodou a sníženo děličem asi na 4,5 V, aby bylo optimálně využito charakteristiky varikapu při modulaci napětím z modulačního zesilovače, které je superponováno na předpětí varikapu. Modulační zesilovač má korekce upraveny tak, aby byly splněny povolovací podmínky, t.j. aby nebyl překračován max. dovolený zdvih. K omezení maximální amplitudy modulačního napětí je použito antiparalelní zapojení křemíkových diod KA501 za nimiž je dolní propust pro omezení maximálního přenášeného kmitočtu a pro snížení zkreslení výstupního napětí (uvedené symetrické omezení působí při přetížení modulačního zesilovače zkreslením především třetí harmonickou). Modulátor je navržen pro dynamický mikrofon AMD 262 Tesla.

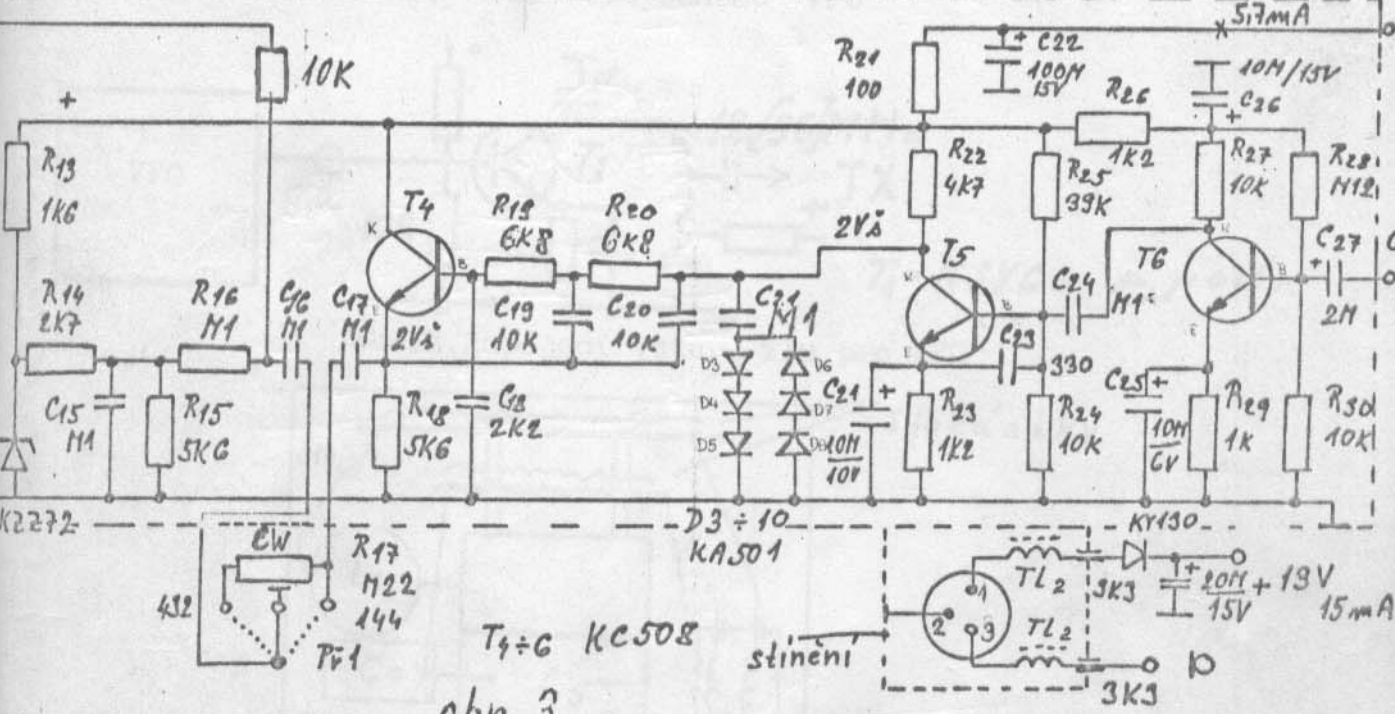
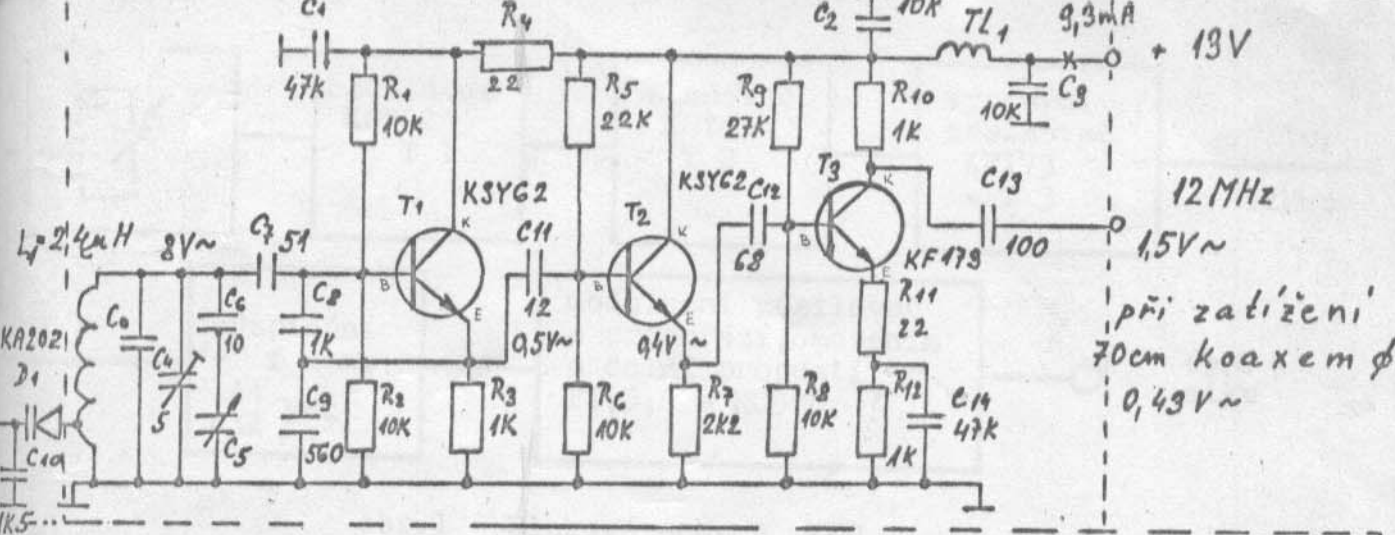
Celé VFO je třeba umístit do mechanicky naprosto stabilního krytu (odlitku). Dosáhne se tím větší stability a lepší odstínění. Stínění se ukázalo důležité zvláště při provozu na 70 cm pásmu s větším výkonem vysílače. Při provozu na 70 cm pásmu je pro dodržení výše zdvihu sníženo modulační napětí na 1/3 přepínačem Př 1. Pro omezení pronikání rušivého napětí do VFO je důležité dokonale odstínit a zablokovat vstup napájení i mikrofonu do uzavřeného krytu VFO (viz obr.3). Oba přívody jsou přivedeny do mikrofonního konektoru na kterém je plechová krabička s tlumivkami a průchodkovými kondensátory.

Oscilátor s oddělovacím stupněm a výstupním zesilovačem je na jedné desce s plošnými spoji (kondensátor a cívka musí být na kostře těsně vedle sebe). Modulační zesilovač je na druhé desce. Varikap D_1 je přiletován přímo na odbočku cívky L_1 a jeho katoda je přiletována přímo na vývod blokovací kapacity C_{10} (ker.kondens. s jednostranným šroubovým uchycením na kostru). Příklad rozmístění součástek v odlitku je na obr.4.

Literatura: /1/ Zpráva z konference I.obl. IARU -

/2/ RZ 2/71 - OK1VCW : VFO

RZ 9-10/71 - doplněk pro FM



obr. 3

$L_1 \dots 2,4 \mu\text{H}$ 14z na ϕ 26 mm drát. ϕ 1,6 mm

$TL_1 \dots 10z$ na ϕ 3mm

$TL_2 \dots 6z$ na feritu ϕ 5mm

odpory TR 151

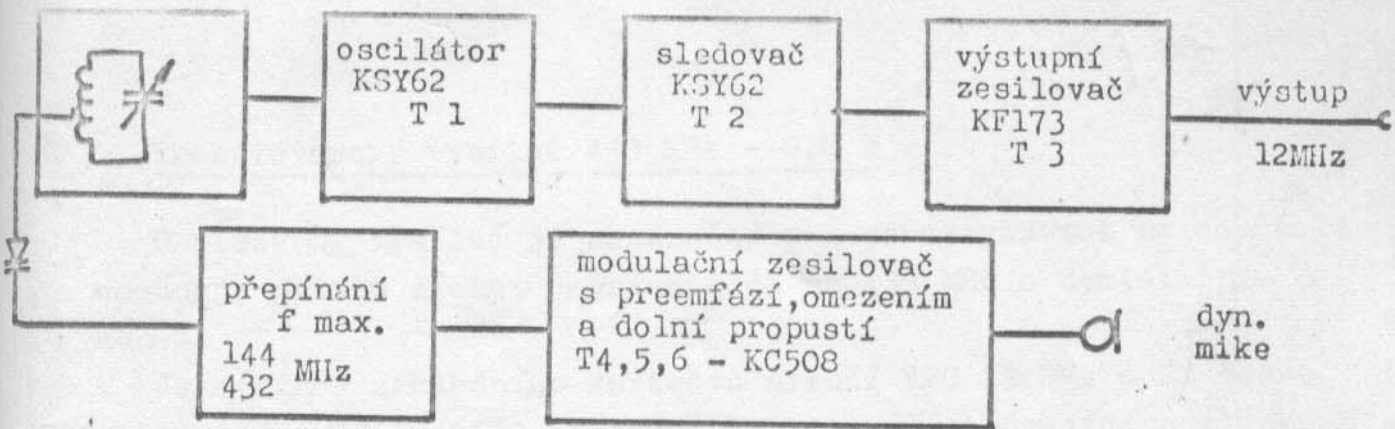
$C_0 \dots$ aši 33pF /tepelná kompenzace/

$C_{7,8,9,11} \dots$ slídové

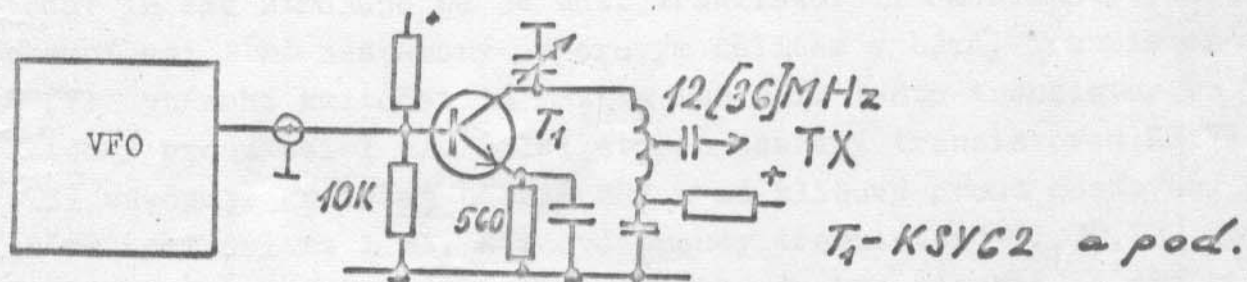
C ostatní, keramika/mimo elektrolitů/

$C_4 \dots$ kvalitní doladovací trimr

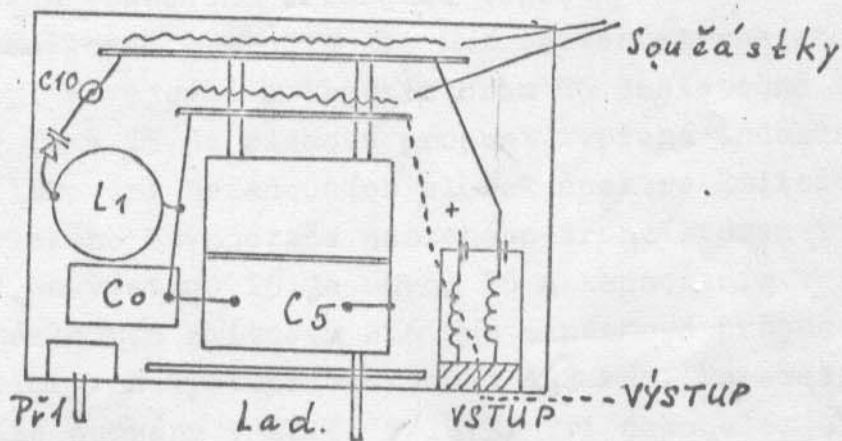
$C_5 \dots$ ladící z RF 11, menší sekce



obr.1 Blokové schéma VFO



obr.2 Zapojení vstupu TXu pro VFO

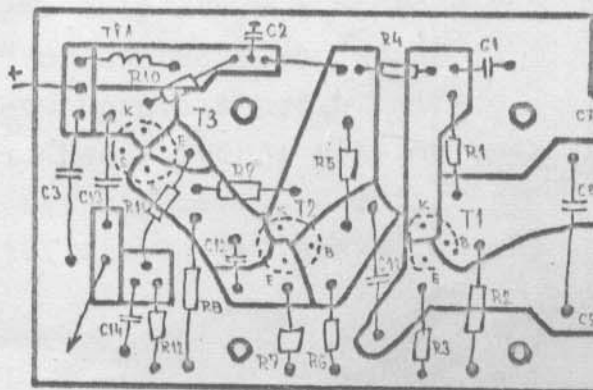
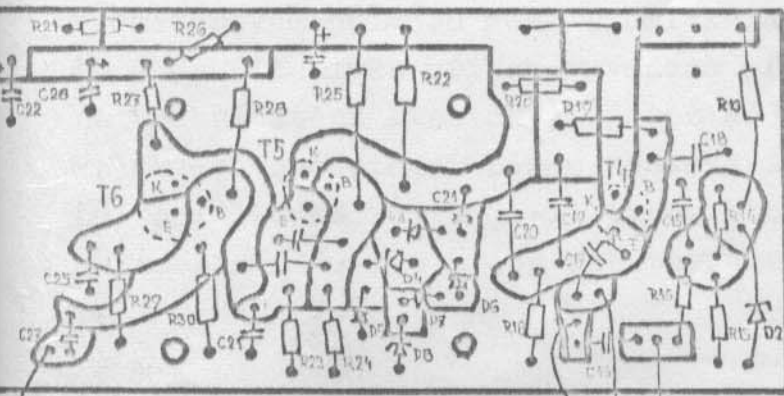


obr.4 Rozmístnění součástek v krytu VFO

Tištěné spoje, pohled ze strany součástek

FM modulátor

oscilátor



Tranzistorový vysílač 433 MHz - 0,8 W

Popisovaný vysílač je nanáročný jak na stavbu tak na součástky a umožňuje přitom získat dobrý signál na 433 MHz s dostatečným výkonem.

Jako zdroj základního kmitočtu slouží VFO 12 MHz s FM modulátorem podle RZ č. 8/1973 případně VXO dle předcházejícího článku. V prvním stupni osazeném tranzistorem (T1) KFL25 se vstupní kmitočet 12 MHz ztrojuje na 36 MHz. Tranzistor T1 má klidový proud bez buzení asi 2 mA nastavený odporovým děličem v bázi. Tranzistor (T2) KSY71 vynásobí kmitočet 36 MHz na 108 MHz. Tento tranzistor má též klidový proud asi 1 mA. Další stupeň osazený tranzistorem KSY71 (T3) zdvojuje kmitočet na 216 MHz a má klidový proud nastavený děličem opět asi na 1 mA. Klidové proudy tranzistorů T1, T2, T3 jsou nutné proto, aby byla zaručena správná funkce násobičů i při nižších teplotách (zkoušeno v rozsahu teplot -5°C až $+60^{\circ}\text{C}$). Dále následuje zesilovač kmitočtu 216 MHz osazený tranzistorem KSY71 (T4), aby byl zdvojovač s tranzistorem T5 dostatečně vybuzen. Mezi tranzistory T4 a T5 je pásmová propust tvpřená indukčnostmi L4 a L5 pro odfiltrování nežádoucích složek spektra kmitočtů na vstupu do parametrického zdvojovače osazeného tranzistorem T5 (2N3866 nebo KT9). Na výstupu T5 je obvod L6 s kapacitním trimrem rezonující na základním kmitočtu 216 MHz a pásmová propust L7 a L8, laděná C-trimry na výstupní kmitočet 432 MHz. Parametrické násobiče byly blíže popsány v RZ č. 9/1973. Při dokonalém chlazení lze s některými tranzistory typu 2N3866 dosáhnout výkonu až 0,8 W a s tranzistory KT9 jen asi 0,5 W. Nutno dát pozor na to, že každý kus tranzistoru může být velmi rozdílný. Vzhledem k tomu, že tranzistor T5 nemá v emitoru žádný odpor, lze jej větším budícím výkonem snadno přetížit. Je proto vhodné během zkoušek a nastavování použít zdroj s proudovým omezením (pojistkou) nebo lépe zařadit v emitorovém přívodu mezi tlumivku a zem malý odpor o hodnotě cca 10 Ohm, (tlumivku přitom vyvedeme přes průchodkový kondensátor na vrchní stěnu krabičky), jehož hodnotu upravíme podle velikosti kolektorového proudu během nastavování. Neodporuji větší proud než asi 100 mA (13 V je-li tranzistor bez chlazení). S dobrým chlazením může být proud podstatně větší (bylo ověřeno až 200 mA).

Mechanické provedení

Všechny součástky jsou umístěny na plošném spoji mimo stupně s tranzistorem T5. Tranzistor T5 je upevněn svými vývody přímo k obvodů L6, L7. Vývod báze je co nejkratším přívodem přiletován k zemi (vhodný je krátký pásek folie, aby indukčnost přívodu byla co nejmenší). Všechny cívky jsou vzduchové, kondensátory jsou keramické s co nejkratšími vývody. Před montáží je dobné všechny součástky proměřit, tím se zjednoduší uvádění do provozu. Na obrázku je znázorněno mechanické provedení v měřítku 1:1. Celá krabička je z cuprextitu.

Nastavení

K nastavení je nutné používat GDO nebo vlnoměr ukazující od 10 MHz do 900 MHz, aby bylo možno posuzovat správnost naladění jednotlivých obvodů. Ladění začínáme od prvního stupně osazeného tranzistorem T1 a cívkou L1. Zjistíme, zda na bázi tranzistoru T1 je dostatečné V_{ef} napětí (má být asi $0,35 V_{ef}$), respektive klidový proud tranzistoru T1 se musí zvýšit ze 2 mA na cca 3-4 mA. Potom pomocí GDO naladěného na 36 MHz ladíme obvod L1 C-trimrem na maximum. Dále zkontrolujeme zda je žádaný kmitočet, t.j. 36 MHz nejsilnější ze všech kmitočetů indikovaných zmíněným vlnoměrem. Tento způsob opakujeme u všech stupňů T1, T2, T3, T4 a doladíme vždy přitom stupně předešlé. Parametrický zdvojovač T5 ladíme obdobně, až na cívkou L6, kterou ladíme do rezonance na 216 MHz tak, že ladíme na minimum amplitudy kmitočtu 216 MHz na výstupu násobiče, nejlépe až za kusem koaxiálního kabelu zakončeném bezindukčním odporem nebo antenou. Tím se nastavení zpřesní o nežádoucí vliv vyzařování ostatních obvodů. Výstupní obvod L7 a L8 ladíme na max. výstupní napětí 433 MHz opět vlnoměrem na konci téhož kabelu. Výstupní výkon dolaďujeme potom všemi obvody na maximum. Při ladění je dobré kontrolovat odebíraný proud, aby se zamezilo zničení tranzistorů, zejména T5. V průběhu celého pásma 2 MHz se výstupní výkon mění o méně jak 1 dB.

Popisované VXO - viz schéma - se skládá z krystalového oscilátoru s kmitočtem okolo 13,5 MHz podle použitého krystalu a tento kmitočet je měněn změnou kapacity sériového LC obvodu. Při použití více krystalů je potřeba volit jejich kmitočty tak, aby výsledný odstup v pásmu 433 MHz byl asi 200 - 250 kHz, což je právě změna způsobená rozladěním jednoho krystalu. Při použití čtyř krystalů lze potom obsáhnout rozsah 432 až 433 MHz, kde se převážně soustřeďuje provoz na tomto pásmu. Krystaly jsou přepínány otočným přepínačem a jako ladící kondensátor je použit vzduchový miniaturní. Je možné použít podobný typ zhruba o stejné kapacitě, výhodné jsou i kondensátory vyráběné AVONem Gottwaldov, které prodává prodejna ÚÚ v Praze. Napětí pro oscilátor je stabilizováno Zenerovou diodou na hodnotu 8 V. Oscilátor je proveden v běžném Clappově zapojení a vř signál je odebírán z emitoru. Další stupeň je oddělovací a zároveň je v něm provedena fázová modulace. Fázová modulace je pro přijímací stanici ekvivalentní modulaci frekvenční. FM lze ovšem u VXO získat obtížně vzhledem k proměnné velké ladící kapacitě a obtížně by se udržoval stejný kmitočtový zdvih při přeladování. Frekvenční modulace vytlačila i v pásmu 433 MHz modulaci amplitudovou a její výhody byly již mnohokrát zdůrazněny. K fázové modulaci dochází v zesilovači osazeném FETem KF520. V podstatě se mění fáze vř signálu v tomto zesilovači přiváděním nf napětí do hradla FETu KF520. Laděný obvod je nutno zhotovit s co nejmenší kapacitou. Zdvih nastavit poslechem přímo na 433 MHz, nutno si však uvědomit, že při fázové modulaci se nemění kmitočet, jak to lze sledovat u modulace frekvenční, jinak poslechový efekt je stejný. Dalším stupněm je zesilovač základního kmitočtu 13,5 MHz. Zapojení SE je běžné a získáme zde potřebnou úroveň vř signálu pro následující násobiče na 27 a 108 MHz. Tady je možno zvolit i jiné násobící kombinace podle kmitočtového plánu použitého zařízení. V popisovaném případě to jsou dva násobiče a zesilovač 108 MHz. Původně jsem používal zdvojovače 27-54-108 MHz. I když signál na 54 MHz měl malou úroveň docházelo někdy k rušení televize na 1. TV kanálu. Tento kmitočet jsem obešel použitím čtyřnásobiče přímo z 27 na 108 MHz. Všechny stupně jsou v zapojení SE. Modulační nf zesilovač je běžný s omezovačem a filtrem pro potlačení vyšších nf kmitočtů. Vstup nf zesilovače

Mechanické uspořádání

Celý budič je postaven z našich součástek na cuprexitové desce s plošným spojem. Rozložení součástek je v příloze. Použitá cívková tělíska a kryty jsou z rozhlasových přijímačů Tesla se čtvercovým průřezem. Desku plošného spoje prodává prodejna ÚRK pod ozn. H-39. Pro ladící kondensátor a přepínač jsou mezi součástkami vynechána volná místa, aby z obrysu cuprexitové desky vystupovaly pouze její osičky. Kondensátory C11, C15, C17, C19 a C23 nejsou v rozmístění součástek nakresleny, jsou uvnitř krytů jednotlivých cívek.

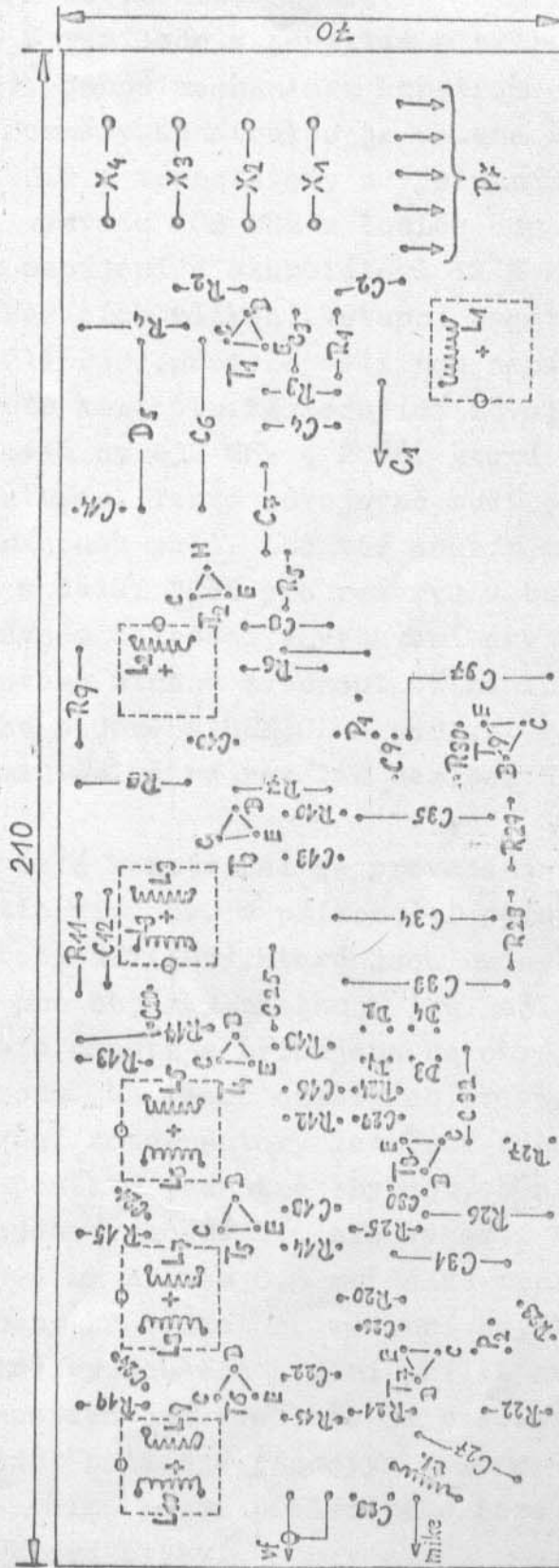
Uvedení do provozu

Nejdříve zapojíme krystalový oscilátor. Zkontrolujeme zda je v pořádku napětí stabilizované Zenerovou diodou. Ladící kondensátor nastavíme na poloviční kapacitu. Výstupní signál se snažíme vždy kontrolovat přímo v pásmu 433 MHz. Při vhodném navázání VXO na vstup konvertoru se nám to podaří. Při kontrole rozladění postupujeme vždy od poloviny kapacity ladícího kondensátoru na obě strany. Velikost rozladění nastavujeme změnou indukčnosti L1. Po každé změně zkusíme zda oscilátor spolehlivě nasazuje kmity při zapnutí. Někdy se stává, že oscilátor začne po opětovém zapnutí kmitat na jiném kmítotočtu. Nastavíme vhodný kompromis mezi indukčností L1 a ladící kapacitou. U dalších stupňů nastavíme optimální naladění pomocí vf voltmetru a vlnoměru. Až potom zapojíme k druhému stupni výstupní zesilovače a nastavíme modulaci. Velikost zdvihu lze měnit potenciometrem P1. Další násobiče oživujeme v pořadí jak následují za sebou. Vždy odpojíme následující stupeň a připojíme k vazebnímu vinutí středu vf voltmetru. Násobič naladíme na max. vf napětí a kontrolujeme výstup vlnoměrem. Při použití jiného tranzistoru nastavíme optimální pracovní bod změnou emitorového odporu. Nejlépe je, když tak učiníme pro začátek odporovým trimrem 1 kOhm a po nastavení jej nahradíme pevným odporem.

Popisované VXO je součástí vysílače osazeného na PA elektronkami 2 x PC88 a tento vysílač budí v případě úpotřeby další koncový stupeň s QQV06/40. Jedním z dalších způsobů využití tohoto budiče je jeho zapojení k parametrickému tranzistorovému násobiči kmítotočtu, který byl popsán v RZ 8-9/1973, str. 20 až 26.

Data indukčností:

L1 - 10 uH	L6 - 3z. \emptyset 0,2 na \emptyset 5 mm
L2 - 40 z. \emptyset 0,2 na \emptyset 5 mm	L7 - 6 z. \emptyset 0,35 na \emptyset 5 mm
L3 - 40 z. \emptyset 0,2 na \emptyset 5 mm	L8 - 2 z. \emptyset 0,35 na \emptyset 5 mm
L4 - 4 z. \emptyset 0,3 na \emptyset 5 mm	L9 - 7 z. \emptyset 0,30 na \emptyset 5 mm
L5 - 20 z. \emptyset 0,2 na \emptyset 5 mm	L10 - 2 z. \emptyset 0,2 na \emptyset 5 mm



Měřítko 1 : 1

Zapojení tištěného spoje - VXO pro vysílač 433 MHz

Jak ukazují výsledky řady stanic na 70 cm pásmu, lze dosahovat pěkných výsledků i s QRP zařízením. Popásovaný vysílač je jednou z osvědčených koncepcí 5 W vysílače s použitím elektronek PC88 a PA (viz obr. v příloze), jehož mechanická konstrukce byla poněkud upravena na vhodnější rozměry. Konstrukce je volena tak, že se předpokládá externí budící díl s tranzistorem s výstupním budícím kmitočtem 108 (54) MHz. Při výstupu 108 MHz z budiče odpadá elektronka E \emptyset , což je výhodné při napájení z akumulátorů 12 V a anod měniče (viz schema zapojení žhavicích vláken). Vstupní napětí z budiče (108 MHz) je zesíleno E1(6F32), protože většinou není k dispozici dostatečný výkon na tomto kmitočtu. Následující zdvojovač na 216 MHz s 6F32 (E2) budí zdvojovač na 432 MHz s PC86, která se ukázala jako nejvhodnější na tento stupeň. Tento zdvojovač budí přímo koncový stupeň s PC88 v zapojení push-pull. Lze též použít mezi zdvojovačem a PA stupněm zesilovač s další PC88 pro rezervu v buzení, ale není to nutné neboť při správném naladění a vybuzení prvních stupňů vysílače lze příkon koncového stupně zvednout až na 10 W pro buzení případného následujícího stupně s REE30B a pod., který lze vybudit v třídě AB spolehlivě minimálně na několik desítek W podle provedení a účinnosti vyzby.

Nejdůležitější na celé konstrukci je provedení zemnicích bodů mřížek PA (zapojení patič viz obr. v příloze). Doporučuje se použít keramických objímek výroby RFT(NDR), které jsou umístěny celé shora na chassis a do otvorů pro objímky zasahují jen jejich pera, která u mřížek jsou pod chassis ohnuta a připájena na okraji otvoru při co nejkratší délce přívodu. Na všech ostatních přívodech jsou použity průchodkové blokovací kondensátory letovací nebo šroubovací. Jako ladících prvků je použito jednotně obyčejných skleněných trimrů 4 pF, které sice nejsou výhodnější, ale vyhoví. Všechny tlumivky jsou navinuty na \emptyset 3-4 mm drátem 0,3 mm (délka drátu 1/4, 1,5 cm). Všechny obvody jsou laděny kromě katod, vazební smyčky L8, jejíž délka byla experimentálně vyzkoušena a není příliš kritická. Nejpracnějším úkolem při nastavování vysílače je nastavení správných vazeb jednotlivých obvodů, počínaje pásmovým filtrem na 108 MHz, abychom dosáhli co nejširšího pásma přeladěného beze změny výkonu a nutnosti dolaďovat některé prvky.

Napájení vysílače (bez E \emptyset): žhavení 12 V / 0,5 A
anody +180V, +150V stab, předp. - 75V
stab.

Klíčování vysílače lze provést několika způsoby, nakreslena je klíčování zdvojovače 216/432 MHz předpětím.

Vysílač lze též modulovat několika způsoby, neekonomičtější se ukazuje modulace sériovým tranzistorem pro amplitudovou modulaci, zapojeným v katodách elektronek PA. Zapojení modulátoru je na obrázku v příloze. Sériový tranzistor T3 (KF506 a pod.) je zapojen v sérii s katodami E4, E5 na PA a odporem R_K (120 Ohm). Na tranzistory v modulátoru nejsou kladeny zvláštní požadavky, pouze T3 musí mít zesilovací činitel alespoň několik desítek. Potenciometrem P1 lze nastavit úroveň nosné vlny při modulaci. Velikostí odporu R_L lze nastavit při P1 na pravém dorazu max. klidový proud E4, E5 odporem R_{10} , při provozu CW (přepínač PŘ1 v poloze CW) lze nastavit odporem R2 modulátor tak, aby všechny tranzistory byly v nasyceném stavu, Při použití dyn. mikrofonu postačuje dvoutranzistorový zesilovač, pro krystalový mikrofon je třeba použít min. 3 tranzistory. Regulace hloubky modulace je zahrnuta do mikrofonního zesilovače.

Přestože odběr celého modulátoru při normálních provozních stavech nepřevyšuje o mnoho několik mA, musí se nastavit (R_9) příčný proud Zenerovy diody na vyšší hodnotu dle "kolena" použité diody a vyšším napětím a tím nižším min. příčným proudem, ale je pak nutné změnit hodnoty některých součástí. Přitom lze vyjít z následujících přibližných vzorců, které umožní návrh modulátoru i pro jiné konce stupně (uvedeno jen několik zajímavějších vztahů).

V poloze "CW" přepínač PŘ1 jsou všechny tranzistory modulátoru nasyceny. V tomto případě je max. proud I_{km} katodami E4, E5:

$$I_{km} = \frac{U_z - (U_{cestT2} + U_{besT3})}{R_K} - \frac{U_{besT3}}{R_8} \quad / 1 /$$

Za předpokladu, že B_{T3} je mnohem větší než $R_7:R_K$ (ss zes. čin. T3), je potřebné napětí zdroje (Zener. diody D):

$$U_z = R_K \left(I_{km} + \frac{U_{besT3}}{R_8} \right) + U_{cestT2} + U_{besT2} \quad / 2 /$$

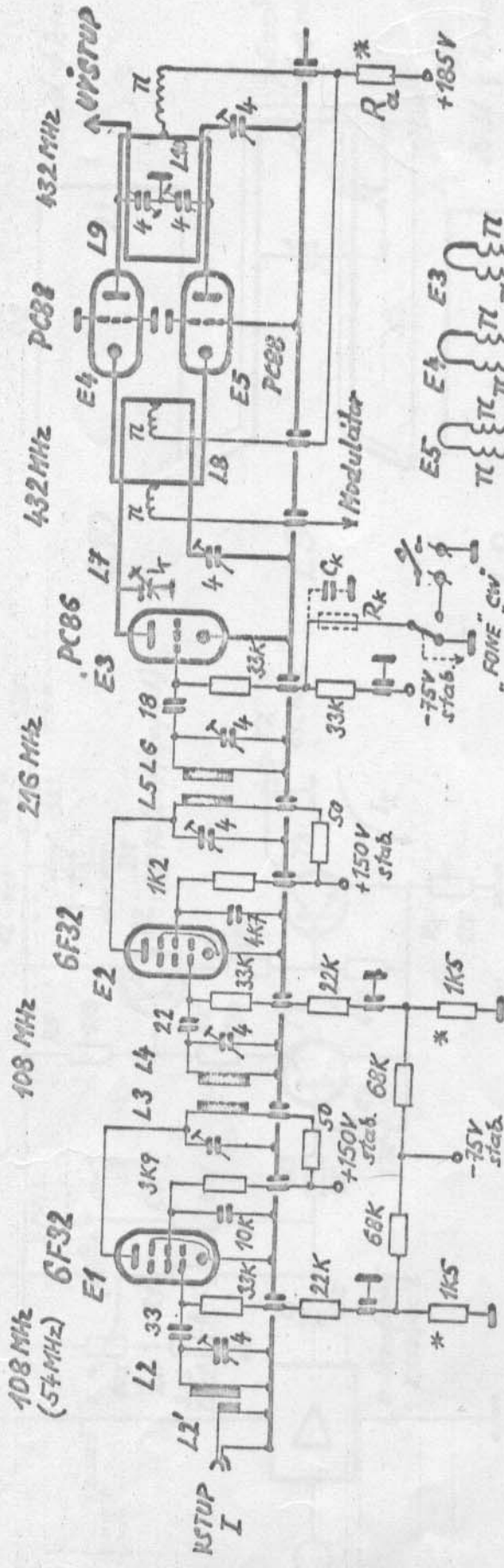
Hodnota odporu R_K určuje klid. pracovní proud elektronek koncového stupně vysílače, který z hlediska účinnosti koncového stupně by měl být co nejnižší. Protože ale velikost budícího výkonu není libovolná, je nejlepší nastavit vhodnou velikost R_K experimentálně (zapojením odporu 330 Ohm do katod E4, E5 bez modulátoru) při nastavování resp. oživování vysílače. Přitom zjistíme i max. proud I_{km} elektronek E4, E5, který přichází v úvahu a z / 1 / lze vypočítat potřebné napětí zdroje.

Bylo by možné uvést ještě další vztahy, ale jejich rozsah by překročil rámeček tohoto článku. Proto uvedeme jen některé důležité údaje: vstupní odpor vlastního modulátoru v bodě 1 (viz obrázek) je při daných hodnotách součástek určen jen velikostí odporu R_1 , protože střídavý vstupní odpor v bodě 1, rovný přibližně $R_k \times A_1$ je větší než 1 MOhm (A_1 je proudové zesílení zesilovače).

Napětí na běžci potenciometru P_1 při min. nosné (T_3 téměř uzavřen) je okolo 1 V (závislé na B použitých tranzistorů) a nastává se odporem R_{10} . Tranzistor T_3 musí mít U_{cem} (při dané hodnotě R_8) větší než je závěrné napětí U_{gz} elektronek PA pro anodový proud rovný nule.

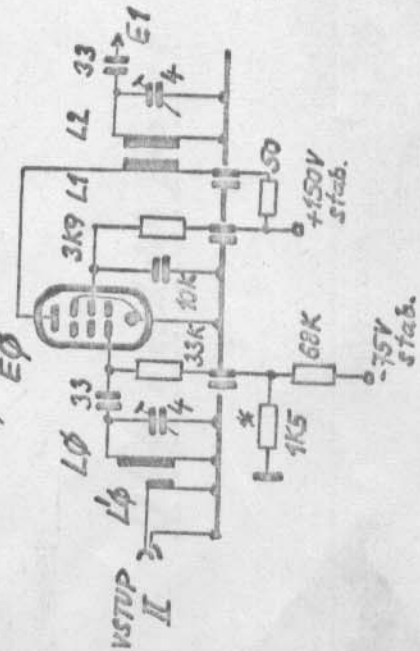
Celý modulátor včetně mikrofonního zesilovače a ovládacích prvků se vejde do prostoru pod i nad chassis dle obrazku v příloze.

Pokud použijeme pro buzení tohoto vysílače některého popsaného budiče s FM modulací můžeme navržený modulátor u tohoto vysílače ušetřit.



Možnost zapojení delšího stupně (sú):

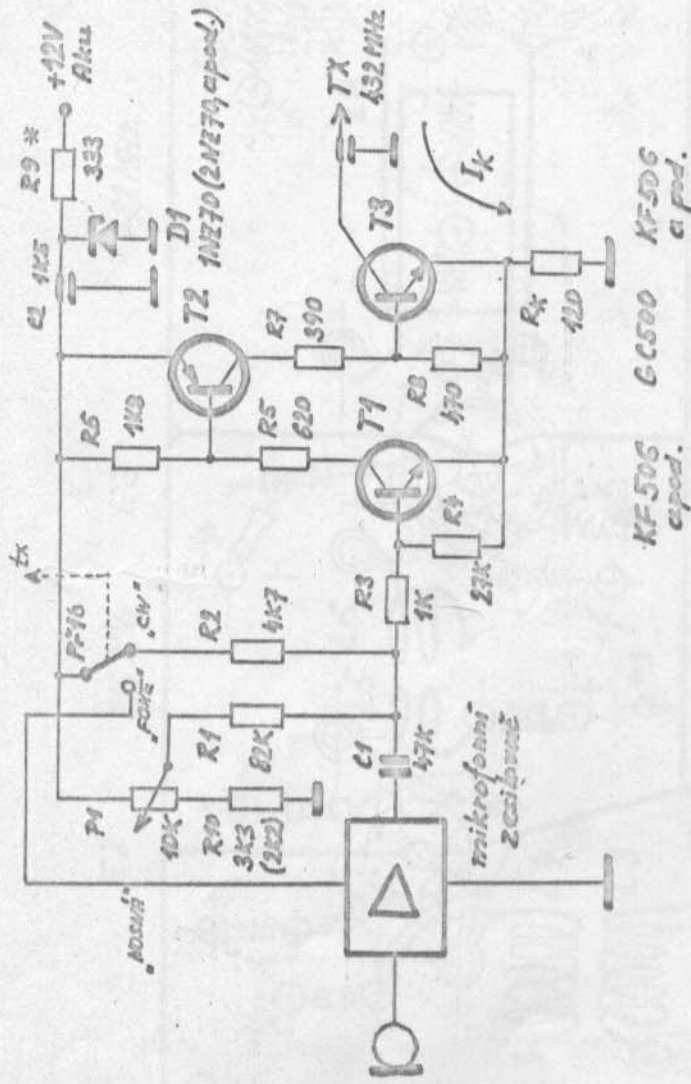
27 MHz
54 MHz (3S MHz)



* nastavil experim.

TX 432 MHz - 5 W

OKYAI B
(OKIKIR)



Modulátor TX u 432 MHz

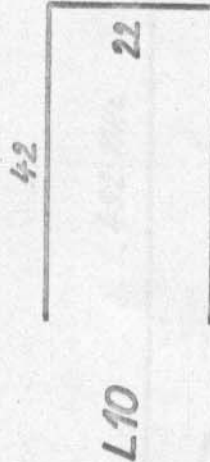
Údaje o cívkách pro tx:

L6: 2 záv. na $\phi 10\text{mm}$, $\phi 1\text{mm}$
L5 = L6

L4: 6 záv. na $\phi 10\text{mm}$, $\phi 1\text{mm}$
L3 = L4

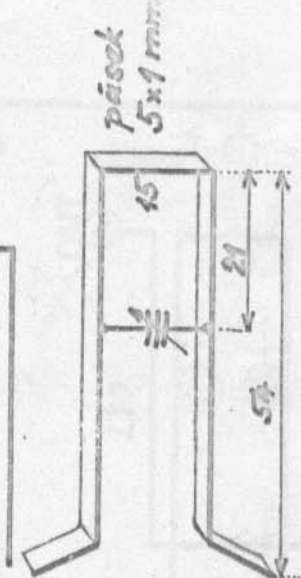
L2 = L4 L2': 2 záv. u stud. konce L2

T1: Usměrňovač $\lambda/4 - 45\text{cm}$ na $\phi 3-4\text{mm}$, drát $\phi 0,3\text{mm}$
pozn.: cívky smyčky (L7, L9) oběže chassis než katodové



L10

drát $\phi 2\text{mm}$



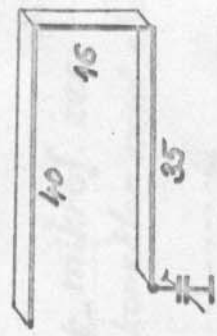
L9

pásek 5x1mm



L8

drát $\phi 2\text{mm}$

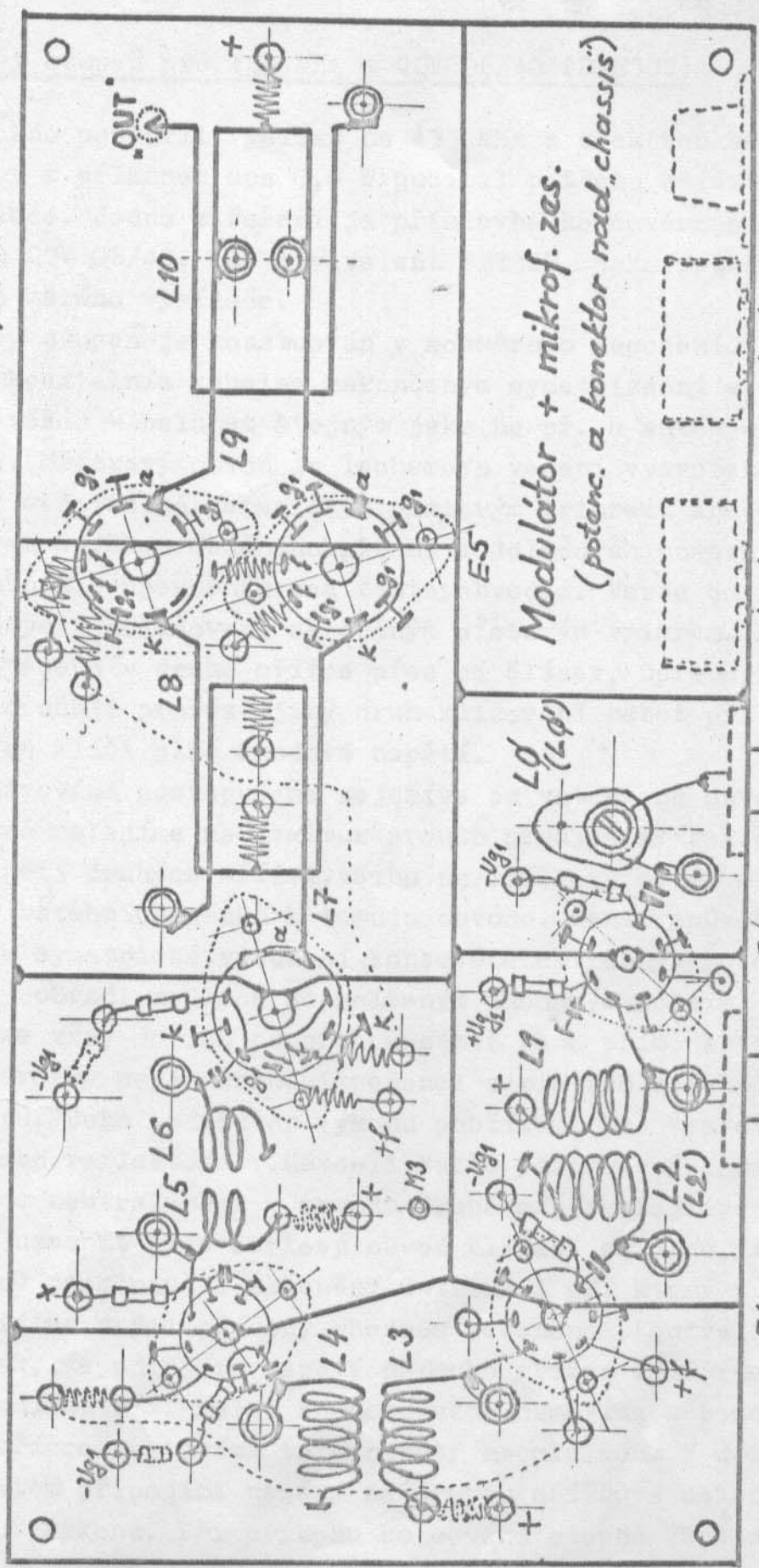


L7

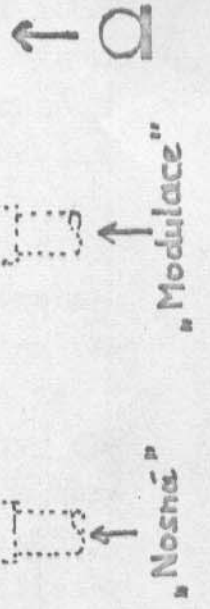
pásek 5x1mm

OK1A1B
(OK1K1R)

E2 216 MHz E3 216 MHz E4 432 MHz 432 MHz



Modulátor + mikrofon. zes.
(potenc. a konektor nad „chassis“)



TX 432 MHz

(příklad rozmístění součástí)

VSTUP I

108 MHz

E0

VSTUP II

54 MHz

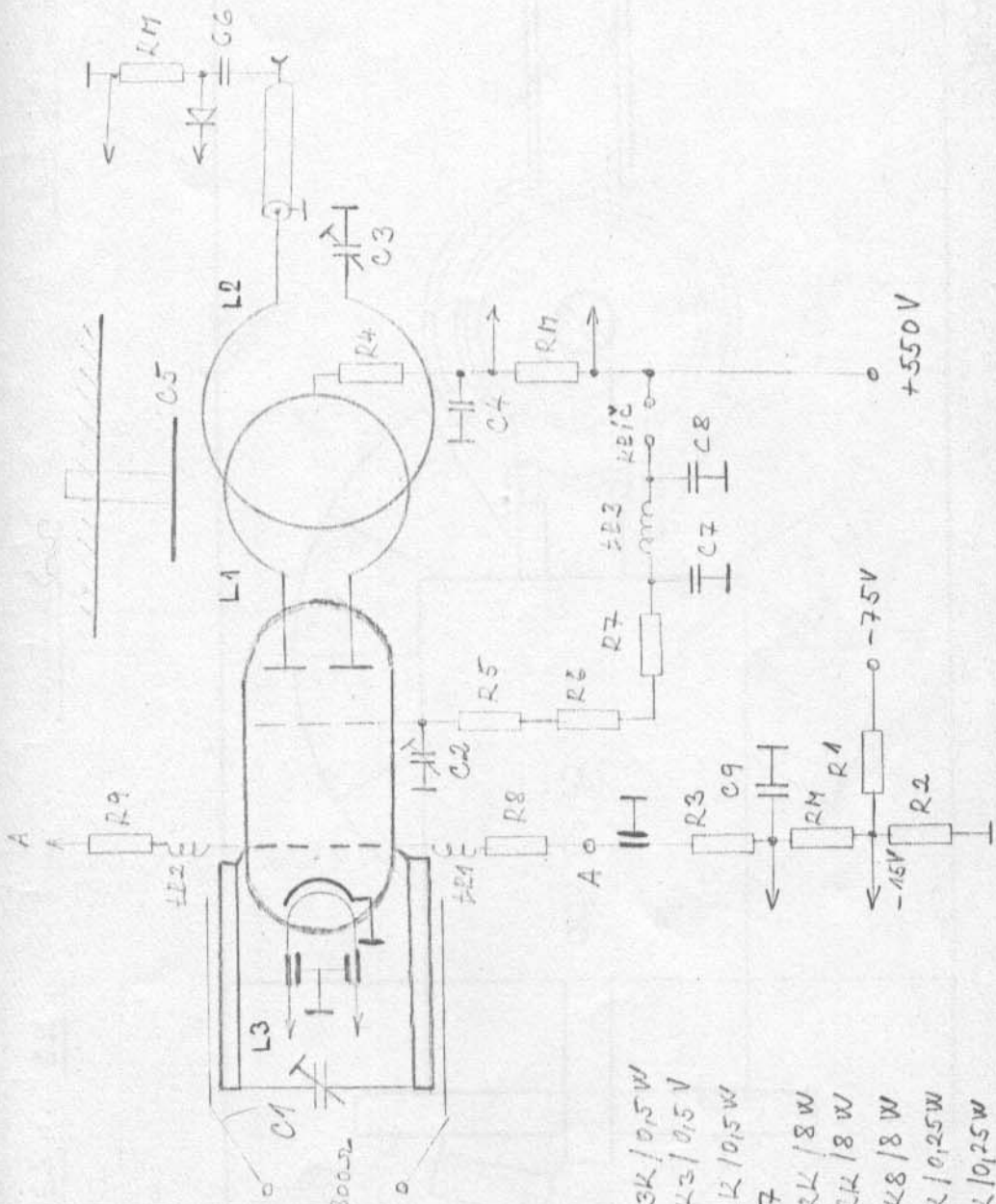
„Nosná“

„Modulace“

Každý kdo postavil vysílač na 433 MHz s elektronkami PC88 nebo podobný s příkonem cca 0,5 W pocítil potřebu zvýšit výkon svého vysílače. Jedno z řešení je přístavba koncového stupně s elektronkou QQV 06/40, náš ekvivalent BEE30B, jako pokračování stávajícího malého vysílače.

Koncový stupeň je konstruován v souměrném zapojení. Buzení se přivádí koaxiálním kabelem zakončeným symetrizační a transformační smyčkou - balunem stejným jako na př. u antén - na vazební pásky. Mřížkový obvod je lecherovo vedení vytvořené ze dvou trubek a doladěné keramickým pístovým trimrem. Anodový obvod je tvořen smyčkou měděného plechu a doladován mosazným terčem na šroubu M10 upevněným nad tímto obvodem. Vazba do antény je pomocí smyčky doladované skleděným pístovým trimrem. Klíčování je provedeno v druhé mřížce přes pí článek, upravující tvar značky. Doporučuji provést jiný druh klíčování neboť při tomto způsobu je na klíči plné anodové napětí.

Při oživování postupujeme nejdříve od vstupního obvodu, který správně naladíme na maximum proudu prvních mřížek při odpojeném napětí druhých mřížek. Vazbu na mřížkový obvod měníme přiklápáním vazebních pásek k tomuto obvodu. Tento způsob vazby nám zaručuje symetrické vybudování koncové elektronky. Potom naladíme anodový obvod, nejlépe se sníženým anodovým napětím. Jako zátěž používáme vždy dobrou odporovou zátěž nebo přímo antenu. Často používané žárovky mají různou impedanci a nic nám neřeknou o skutečném výkonu. Jako indikátor výkonu používáme buď vestavený vf indikátor nebo reflektometr. Máme-li takto připravený koncový stupeň nastavíme neutralizaci v obvodu druhé mřížky. Nejlépe by bylo tuto mřížku uzemnit přes seriový obvod blízký se dané frekvenci. V mém případě jsem použil skleněný C-trimr 4 pF, který pro tento obvod vytváří se svými přívody vhodnou rezonanci. Neutralizaci nastavujeme tak, že odpojíme napětí nadruhé mřížce a měříme vf napětí na výstupní zátěži. Malou hodnotu vždy naměříme a pomocí trimru v druhé mřížce nastavíme toto napětí na minimum. V mém případě cca 1 pF. Potom připojíme napětí na druhou mřížku a doladíme obvody na maximum výkonu. Při příkonu koncového stupně 70 W se výstupní výkon pohybuje kolem 30 W.



příz. působem
ba. l. unem

- C1 - 4,4 F / keramika
- C2 - 4,4 F / MK 70122
- C3 - 12 pF / MK 70106
- C4 - 500 pF / 1kV
- C5 - kř. terč φ 30
- C6 - 0,5 pF
- C7 - M1 / 600V
- C8 - M1 / 600V
- R1 - 33k / 0,5 W
- R2 - 3k3 / 0,5 V
- R3 - 18k / 0,5 W
- R4 - 47
- R5 - 12k / 8 W
- R6 - 12k / 8 W
- R7 - 6k8 / 8 W
- R8 - 1k / 0,25 W
- R9 - 1k / 0,25 W

±E1,2 - 15cm d. netu φ 0,3
me φ 3
+E3 - 5H / E jedd. 0

Koncový stupeň pro 433 MHz s QQV 06/40 (REE30B)

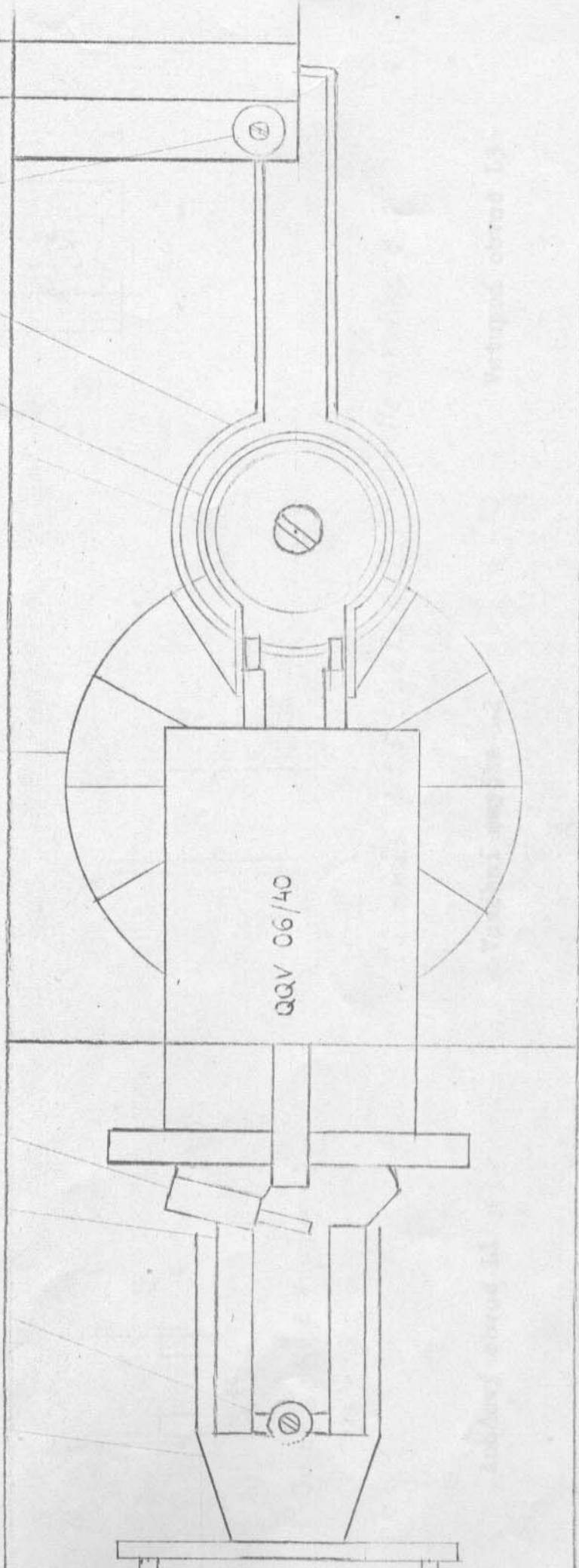
C5 L1 L2 C3

ventilátor

C2

C1 L3

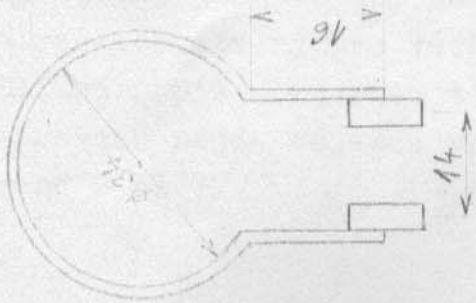
vazba



Měřítko 1 : 1

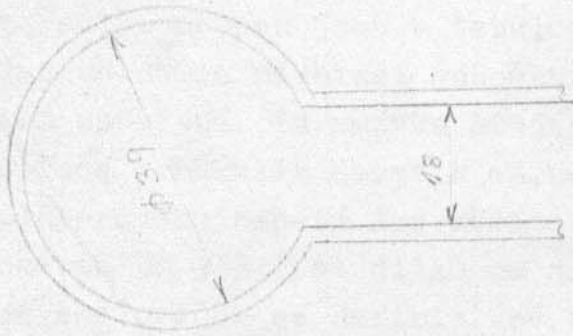
PA 433 MHz - pohled shora

Koncový stupeň pro 433 MHz s QOV 06/40 (REE30B)



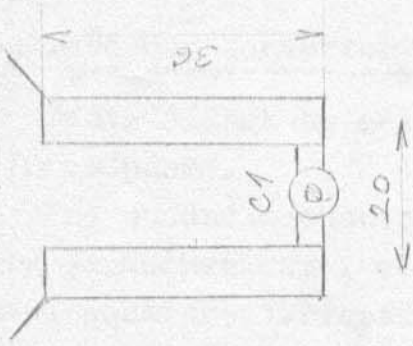
Cu plech $\neq 1$; $v = 18$

Anodový obvod L1



Cu drát $\phi 1,5$ (izolace) 2ks Ms trubka $\phi 6$

Vazební smyčka L2



Vstupní obvod L3

Koncový stupeň pro 433 MHz s QV 06/40 (REE30B)

Tento článek by měl poukázat na jednoduchý a účelný konvertor na 70 cm pásmo.

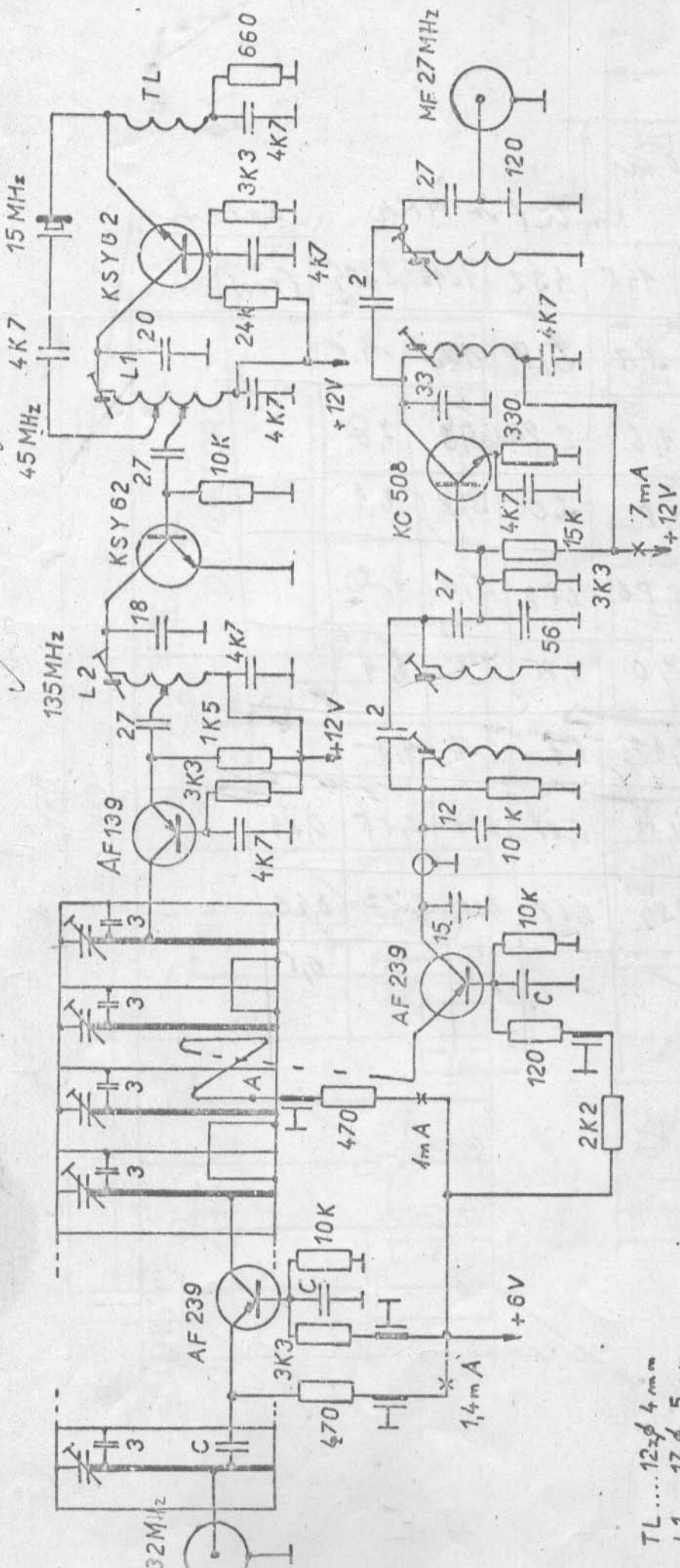
Pro snadné mechanické provedení jsem volil materiál cuprextit, který je mechanicky i elektricky vyhovující, zvláště po nastříbření. (není podmínkou). Přepážky mezi dutinami jsou z oboustranného cuprextitu.

V zapojení (viz schéma) není nic neobvyklého. Vstup a směšovač jsou osazeny AF239 v standardním zapojení. Kondensátory "C" (220 pF) jsou terčíkového provedení. Vzhledem k dosažení minimální indukčnosti přívodů jsem jeden z vývodů odletovala a takto upravené kondensátory jsou přiletovány k tyčím nebo přepážkám. Oscilátor mám na tištěném spoji s 15 MHz krystalem, od něhož uvádám jen schema vzhledem k různosti krystalů a MF kmitočtů. Krystal kmitá v serio-vém zapojení na 45 MHz. Vhodnost odboček připojení krystalu a vazby na další stupeň jsou v tabulce jen informativně (nastaví se pokud možno na co nejnižší odbočku). Další dva ztrojovače jsou v obvyklém zapojení. Za zmínku stojí: zapnutím oscilátoru se změní proud směšovače o několik desetín mA, nejvhodnější asi 0,1 mA. Velikost oscilátorového napětí lze měřit při nastavování u dutiny č. 4 např.: vlnoměrem BM 335 (pět dílků na stupnici). Vazba oscilátoru a vstupu se směšovačem se definitivně nastaví až při celkovém měření.

Nevhodné vazby mohou způsobit kmitání směšovače nebo podstatné zhoršení šumového čísla. Kolektor je pro vstup a oscilátorový kmitočet blokován kondensátorem s co nejkratšími vývody ve směšovací dutině pro odstranění náchylnosti ke kmitání. Dále se vede MF koaxiálním káblíkem do zesilovače. Paralelní odpor a kapacitní děliče u laděných obvodů jsou nutné vzhledem k dosažení požadované šíře pásma. Celý MF zesilovač je na tištěném spoji, který není uveden vzhledem k různosti součástek a různosti MF kmitočtů.

Součástky jsou voleny co nejdostupnější, aby konvertor byl snadno realizovatelný pro většinu radioamatérů.

Bližší popis s návrhem tištěného spoje a s návodem na uvedení do provozu najde zájemce v Radioamatérském zpravodaji č. 5/1974 na straně 2 až 7.

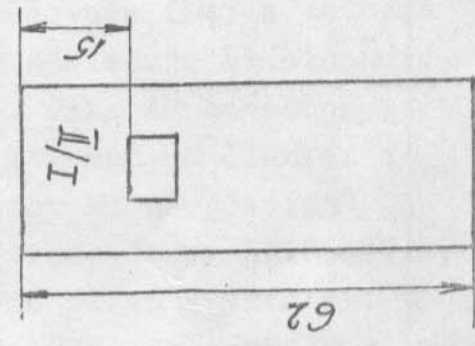
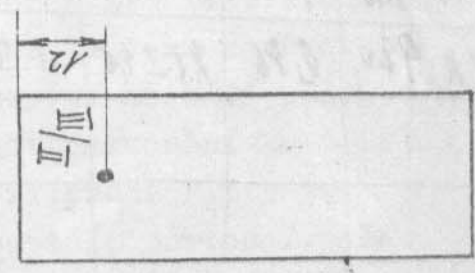
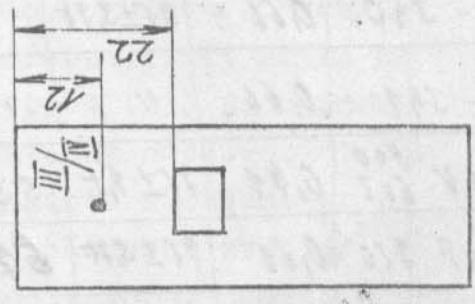
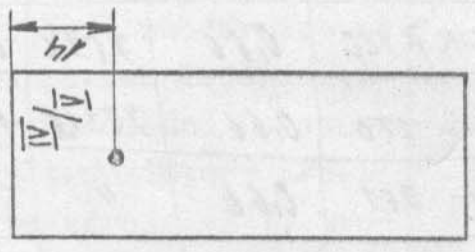
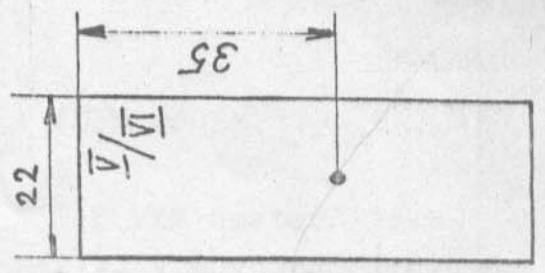
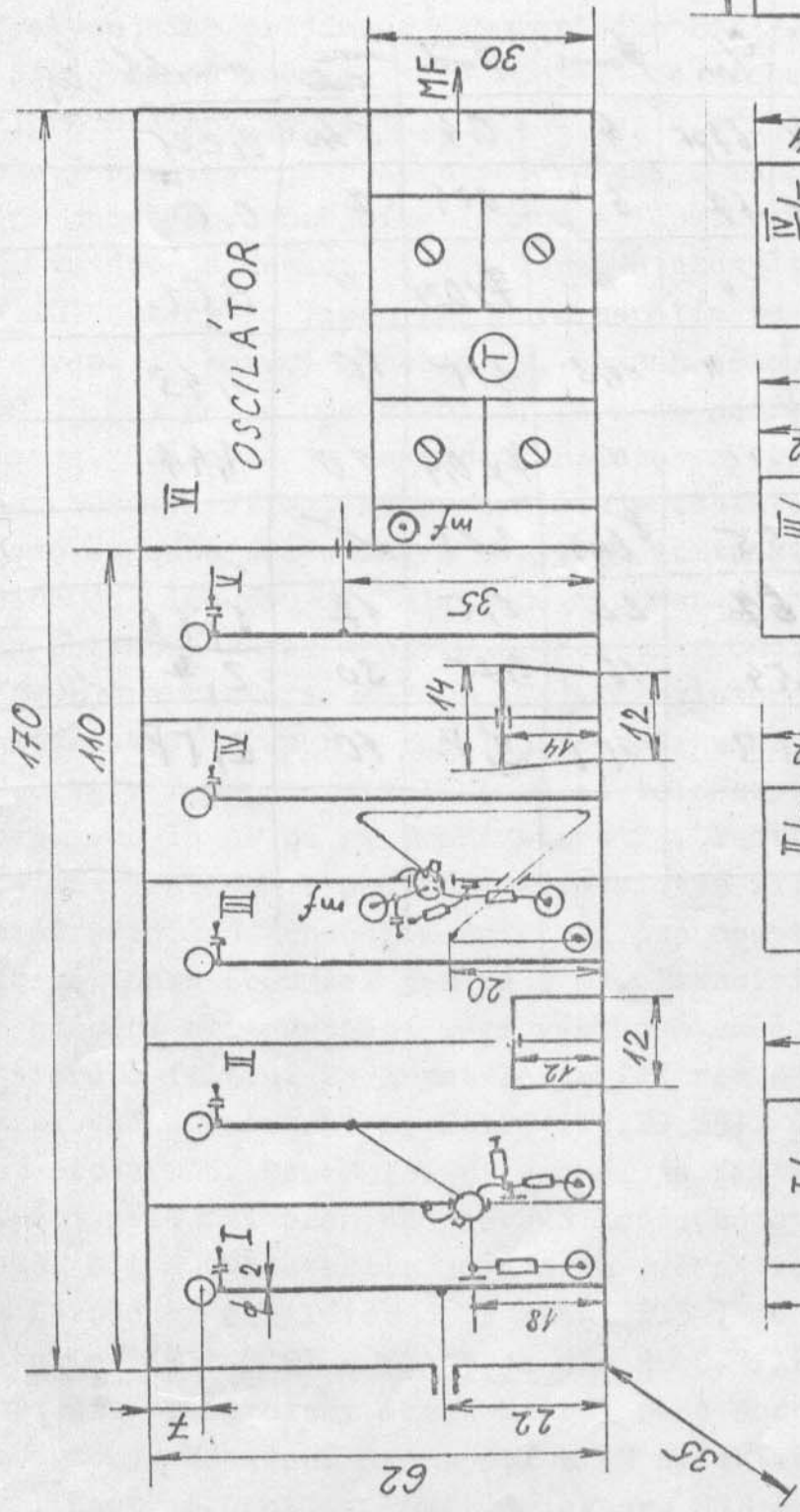


- TL... 12zφ 4mm
- L1... 17zφ 5mm
- Xtal... na 7z
- T... na 6z
- L2... 45zφ 5mm
- T... na 1z
- MF... 15zφ 5mm 4x

SPOTŘEBA
 12V... 13mA
 6V... 5mA

ŠÍŘKA MF PRO 3dB... 3MHz
 MĚŘENO MEZI BODEM, A A VÝSTUPEM

Tranzistorový konvertor pro pásmo 433 MHz



- úprava inkurantního přijímače Emil (U.k.w. Ee)

Ještě v dnešní době používá mnoho našich VKV amatérů jako mezifrekvenčního přijímače inkurantního Emila. V původním provedení již v mnoha směrech nevyhovuje, ale mechanicky je velmi stabilní, pro moderní použití je možné tento přijímač zmodernizovat.

Nový přijímač je osazen polovodiči a má rozsah ladění 2,1 MHz, čímž je dosaženo jemnějšího ladění a lepšího odečítání na stupnici. Na vstupu je kaskádový zesilovač osazený tranzistorem KF521 (T1 a T2), který je řízen záporným napětím ze zdroje -3 V, tvořeným dvěma tužkovými monočládky. Rozsah této regulace je větší jak 60 dB což postačuje natolik, že není potřebné řídit první nf zesilovač. Směšovač je osazen tranzistorem 40604 (T3) nebo podobným dvoubázovým FETem, který zajišťuje dostatečný směšovací zisk. Směšovač s jednoduchým FETem nebyl na tomto místě zkoušen, principiálně jej lze použít, ale bude mít menší směšovací zesílení a bude potřebná větší amplituda napětí z oscilátoru. Oscilátor je osazen tranzistorem KSY62B (T4). Tranzistor KF173 (T5) slouží jako oddělovací stupeň a zesiluje napětí z oscilátoru na úroveň asi 0,8 V_{ef}. Z odporu v kolektoru se toto napětí přivádí přes kapacitu cca 15 pF na g2 tranzistoru T3. Mezifrekvenční kmitočet je 1,4 MHz vzhledem k použitým krystalovým filtrům. Filtr je v dobrém přijímači dnes již nutností pro neustále rostoucí počet stanic na pásmu (bohužel jen na 2 m). Tranzistor KF125 (T6) tvoří impedanční přizpůsobení mezi výstupem směšovače (L4) a vstupem krystalového filtru. Za krystalovým filtrem následuje třístupňový nf zesilovač s tranzistorem KF125 (T7, T8, T9). Jako AM detektor slouží dioda OA5. Demodulovaný signál je filtrován RC článkem a nf napětí přichází přes oddělovací kondensátor M1 na přepínač provozů. SSB a CW detektor je osazen dvěma tranzistorem KF125 (T13, T14). Záznamový oscilátor s KF 125 (T15) je řízen krystalem. FM detektor (T11, T12) s KF125 je dle RZ č. 3/1973- doporučujeme však použít integrovaný obvod MAA661 nebo podobný typ, určený pro FM detektory. Výstupní nf napětí z AM detektoru se upraví na stejnou velikost jako nf napětí z detektoru SSB a CW změnou odporu 10 kOhmů ve filtračním RC článku za diodou OA5. NF zesilovač je dle RZ č. 3/1972. S-metr je můstkový ss voltmetr se zdvojeným napětím na vstupu pro zvýšení citlivosti. Použitím FETu (KF520) je dosaženo minimálního zatížení nf obvodu L9.

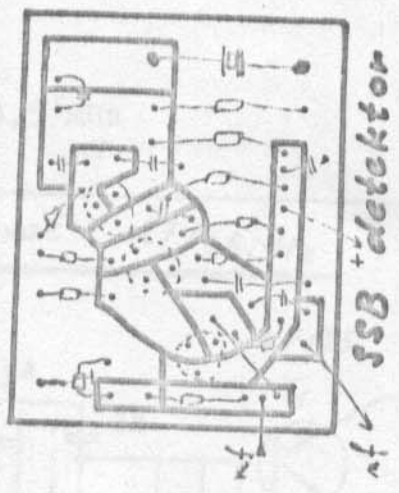
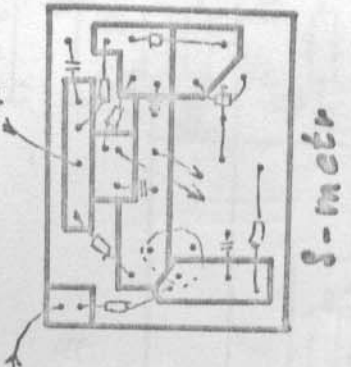
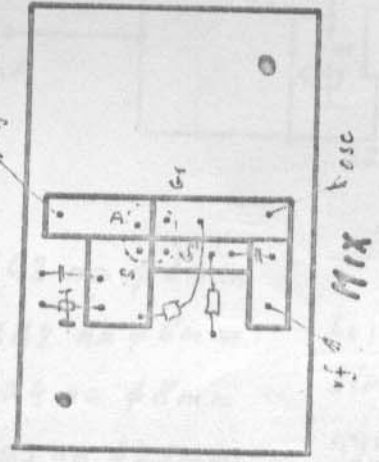
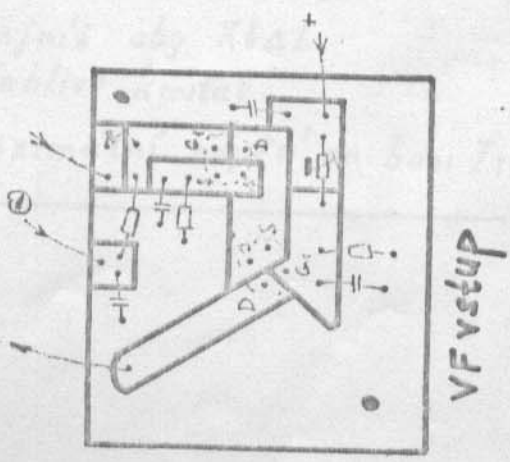
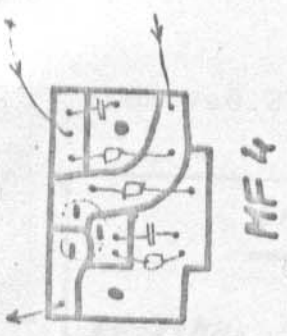
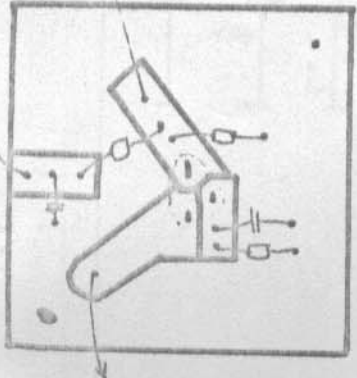
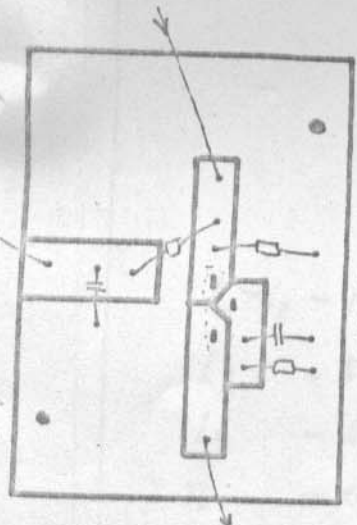
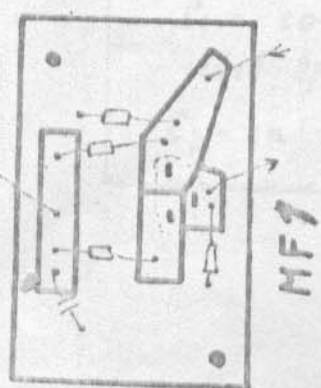
Mechanické úpravy

Z rotorů ladících kondensátorů jsou lupenkovou pilkou odříznuty všechny rotorové plechy z obou stran až na poslední. Rozsah ladící kapacity je potom 4-17 pF. Dolaďovací kondensátor oscilátoru upravíme takto: ponecháme dva statorové plechy a jeden rotorový, kterému zmenšíme poloměr asi na 8 mm (měřeno od osy otáčení). Objímky elektronek vymontujeme a na místo nich dáme destičky s plošnými spoji příslušného obvodu. Krystalový filtr je umístěn ve větší části boxu po první mf elektrone. V prostoru původní nf části jsou umístěny konvertory pro 2 m a 70 cm.

Nastavení

Po kontrole správné činnosti AM detektoru a nf zesilovače naladíme mf zesilovač se zařazeným krystalovým filtrem. Signální generátor nebo jiný zdroj stabilního signálu okolo 1,4 MHz připojíme na L2 přes kapacitu asi 100 pF. Všechny obvody ladíme na maximální výstup nf signálu nebo lépe na maximální výchylku S-metru. Výstupní signál ze signálního generátoru udržujeme na co nejnižší úrovni, potřebné pro dobrou výchylku S-metru. FM detektor lze nastavit poslechem na pásmu dobré FM stanice. Souběh vstupních obvodů a oscilátor naladíme jako u elektronkového přijímače. Indukčností ladíme na maximum na spodním konci pásma, paralelním C-trimrem na horním konci pásma. Postup opakujeme tak dlouho, až potřebné doladění obou prvků je zanedbatelné. Běžec potenciometru v emitoru směšovače (T3) nastavíme přibližně asi do poloviny dráhy. Potřebnou vstupní citlivost přijímače nastavíme změnou pracovního bodu vstupní kaskody (odpor 68 k) tak, aby šumové číslo tohoto přijímače ještě neovlivnilo šumové číslo konvertoru k němu připojenému. T.j. na co nejmenší, ale ještě postačující zesílení. Změřené šumové číslo upraveného Emila je asi $8 kT_0$, optimální zisk konvertoru je cca 15 dB. Po té nastavujeme optimální hodnotu emitorového odporu směšovače současným posuzováním odolnosti proti křížové modulaci a současně citlivosti a snažíme se dosáhnout co největší odolnosti proti silným signálům, aniž by se ještě podstatně zhoršila citlivost, respektive šumové číslo.

Po ověření přijímače poslechem na pásmu zakápneme všechny ladící prvky a nakreslíme stupnici.



MF zesilovač dle RZ
odpory - TR 151
kondenzátory - keramické

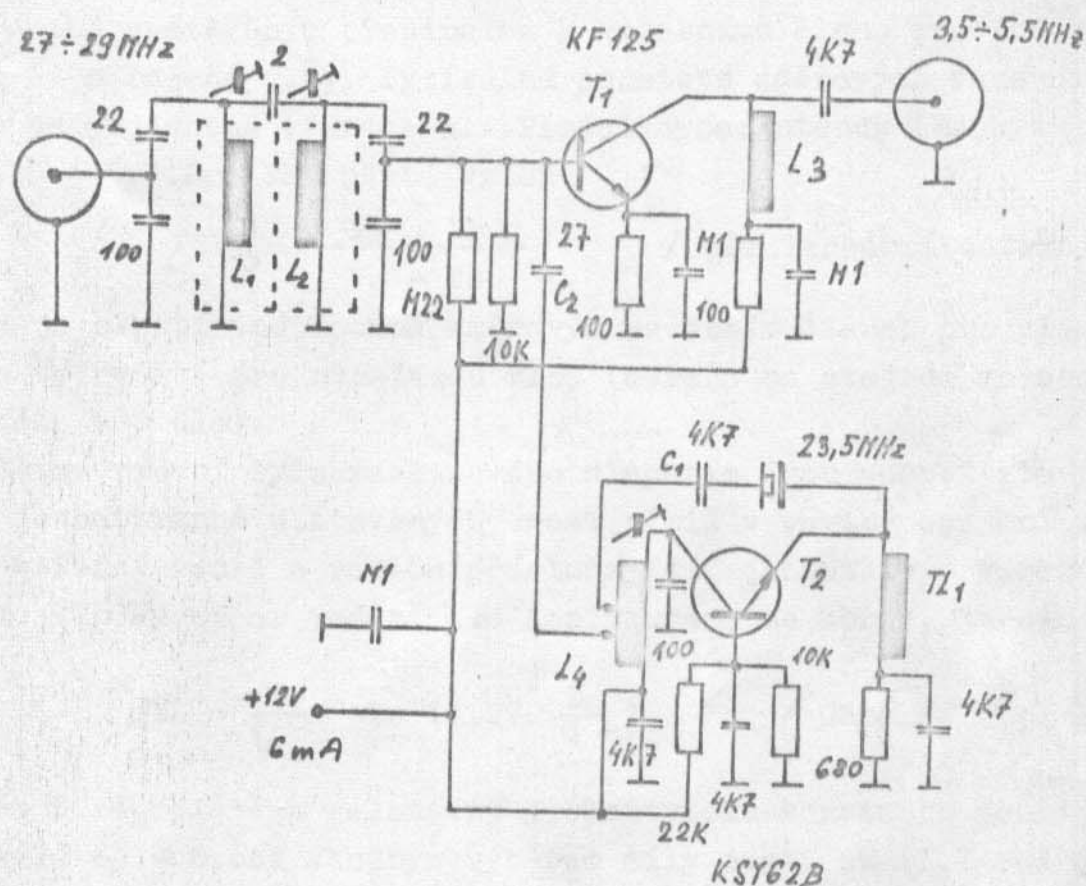
Pohled na součástky!

Pohled na součástky!

Oscilátor umístěn na původním místě. Může být na tiskovém spoji mechanicky dobře upraveno.

FH detektor: uředně zapojení je dostačující, ale značného vylepšení se dosáhne použitím IO MAA661 (TBA 120).

Tranzistorový přijímač 27 + 29 MHz
- úprava přijímáče Emil

Směšovač 27/3,5 MHz

- L_1, L_2 - 15z $\phi 0,2$ na $\phi 5$ mm
 L_3 - 50z $\phi 0,2$ na $\phi 6$ mm
 L_4 - 8z $\phi 0,4$ na $\phi 8$ mm
 TL_1 - 10z $\phi 0,3$ na $\phi 2,5$ mm

Pásmovou propust
 L_1, L_2 nastavit na
 šířku 2MHz vzájem-
 ným laděním L_1 a L_2 .

Odbočky na L_4 nastavit takto:
 C_1 - co nejniž aby Xtal
 ještě spolehlivě kmital.
 C_2 - na maximální napětí na bázi T_1 .

Měřič poměru stojatých vln (PSV) sestává z měrného vedení s dvěma směrovými vazebními členy, které jsou opatřeny seriovými detektory separovaného signálu. Ručkové měřidlo (DU 10, DU 20 atd.) se přepíná vestavěným přepínačem k vazebnímu členu pro indikaci přímé či odražené vlny. Fyzikální podstata směrových vazebních členů je objasněna v knize A.A.Pistolkorse: Antenny (Moskva 1947, str.440-445.). Pro PSV platí vztah

$$PSV = \frac{V_p + V_o}{V_p - V_o} \quad / \text{ při lineární detekci} /$$

kde V_p je napětí indikované směrovým vazebním členem pro přímpu vlnu a V_o napětí pro odraženou vlnu (měřeno na stejném rozsahu ručkového měřidla).

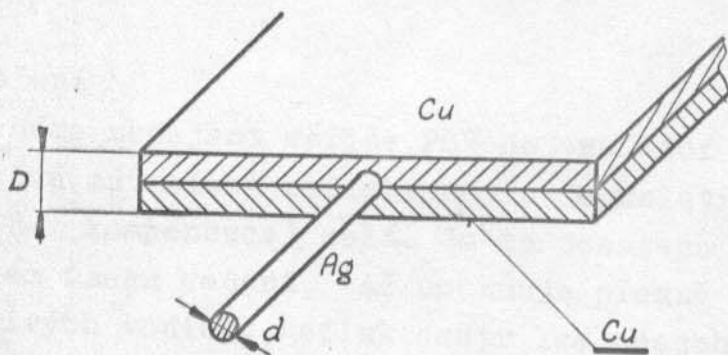
Měrné vedení bylo realizováno slepením dvou cuprextitových desek jednostranně plátovaných, mezi nimiž v rovině spojení prochází střední vodič a vodiče příslušející jednotlivým vazebním členům. Vlnový odpor vedení dle konfigurace na obr.1, je dán vztahem

$$Z_L = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \ln \left(1,27 \frac{D}{d} \right) \quad / \text{ Ohmy} /$$

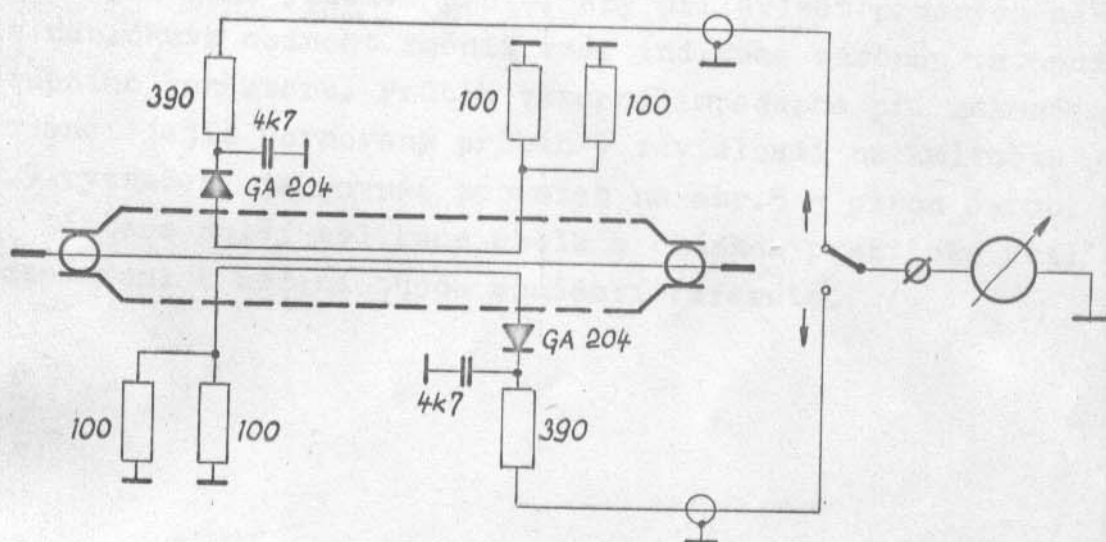
Měřením byla zjištěna relativní dielektrická konstanta použitého materiálu $\epsilon_r = 6,66$. Vhodným výběrem síly destiček (1,7 mm) a průměru středního vpdiče ($\varnothing 0,5$ mm) bylo dosaženo vlnového odporu

$$Z_L = \frac{60}{\sqrt{6,66}} \ln \left(1,27 \frac{1,7}{0,5} \right) = 50,3 \text{ Ohmu}$$

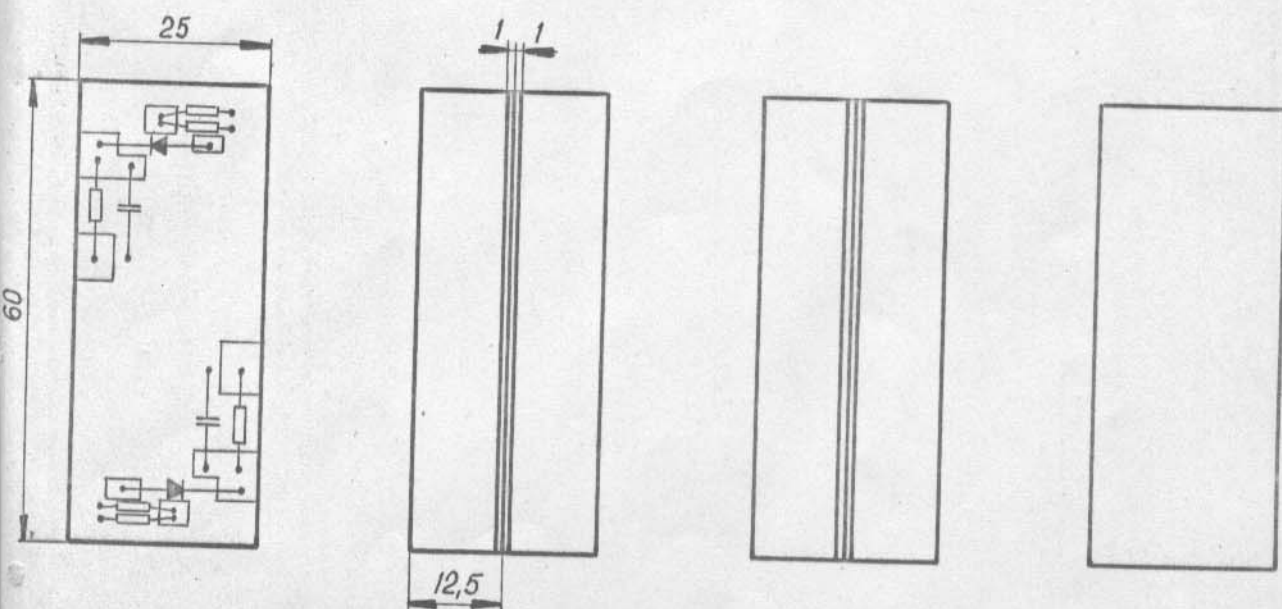
Celkové schéma reflektometru je na obraze 2. Teoreticky i experimentálně byla stanovena vzdálenost mezi středním vodičem a směrovými členy 1 mm (mezi středy vodičů). Optimální délka směrových vazebních členů je 46 mm. Zakočovací odpory musí být bezindukční a proto byly realizovány paralelním spojením dvou odporů TR 151 o hodnotě 100 Ohmů. Protože předpokladem správné funkce reflektometru je dokonalá symetrie je třeba věnovat velkou péči výběru odporů a diod tak, aby parametry obou indikačních částí byly stejné. Na měděném povrchu jedné z destiček jsou vytvořeny pájecí body pro zapojení součástek. Drážky pro vodiče jsou vygravírovány s velkou přesností dle obr.3 (důraz je kladen na symetrii).



Obr.1 Konfigurace měrného vedení



Obr.2 Celkové schéma reflektometru

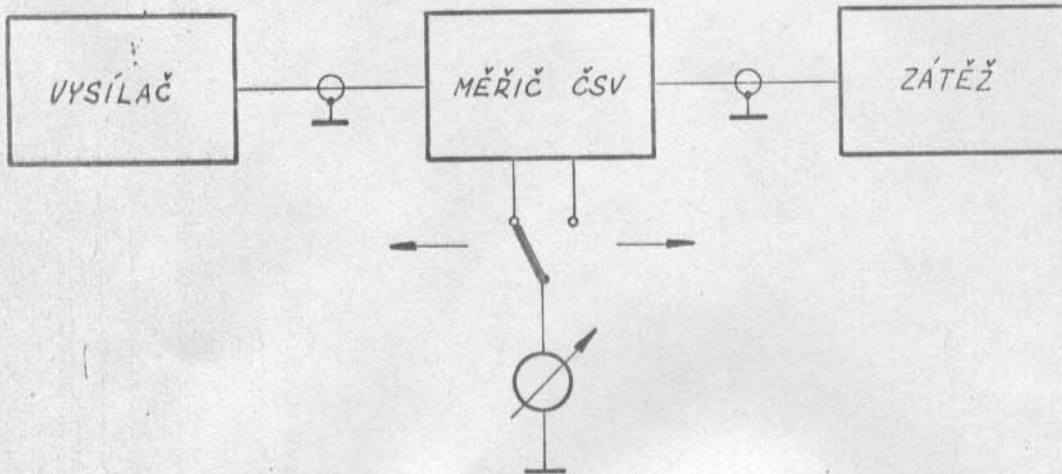


Obr.3 Výkresy destiček v měřítku 1:1

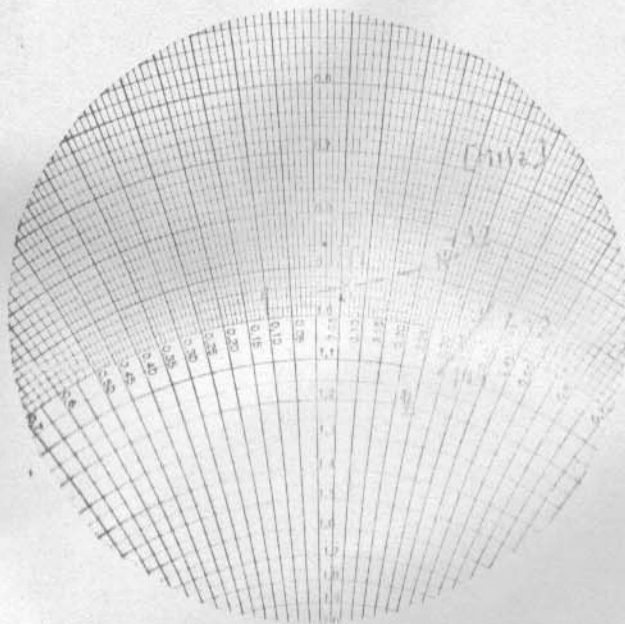
Měření

Schéma zapojení měřiče PSV do vysílací soustavy je na obr. 4. Kmitočtová závislost reflektometru je relativně k jiným tohoto druhu (bez kompensace) malá. Je to dosaženo poměrně těsnou vazbou v krátkém úseku vedení, což umožňuje přesně definovaná poloha jednotlivých vodičů. Reflektometr lze oceňovat na určitém kmitočtu (na př. měřičem výkonu NRD BN 2412 Rohde & Schwarz) a pak jej používat jako nesetřvačného měřiče výkonu (v obou směrech). Experimentálně bylo zjištěno, že nesymetrie předloženého vzorku je 2,5 %, což je nad očekávání. Použité označení indikovaného směru šipkami je použito proto, aby při zvlášť přesných měřeních byla nabídnuta možnost změnit směr indikace záměnou vstupního a výstupního konektoru. Průběh vstupní impedance při zakončení impedancí jejíž normovaný průběh v závislosti na kmitočtu je na obr.5 vyznačen, je rovněž zobrazen na obr.5 - plnou čarou.

Některé další aplikace spolu s ukázkou praktické realizace a poznámkami k měření budou součástí referátu.



Obr.4 Blokové schéma zapojení měřiče PSV do vysílací soustavy



Obr.5 - 1/ Závislost impedance zátěže na kmitočtu
 - čárkovaně
 2/ Závislost vstupní impedance měřiče PSV
 při zakončení impedancí ad 1/ - plná čára
 Normováno k 50 Ohmům.

Pozn.ok2kte: Uvedený příspěvek jsme zařadili i přesto, že neodpovídá naší normě ČSN a impedanci běžných napájecích kabelů 75 Ohmů, neboť úprava je velmi snadná.