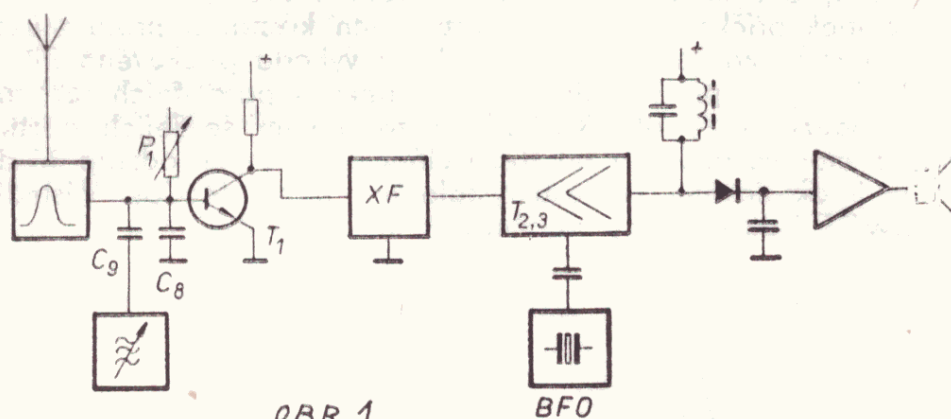


PŘIJÍMAČ PRO PÁSMO 3,5 MHz S PŘÍČKOVÝM KRYSTALOVÝM FILTREM

V článku popisovaný přijímač je snad nejjednodušší superhet použitelný pro poslech v amatérském pásmu. Používá jedno směšování a mezifrekvenci z krystalů z radiostanice RM 31.

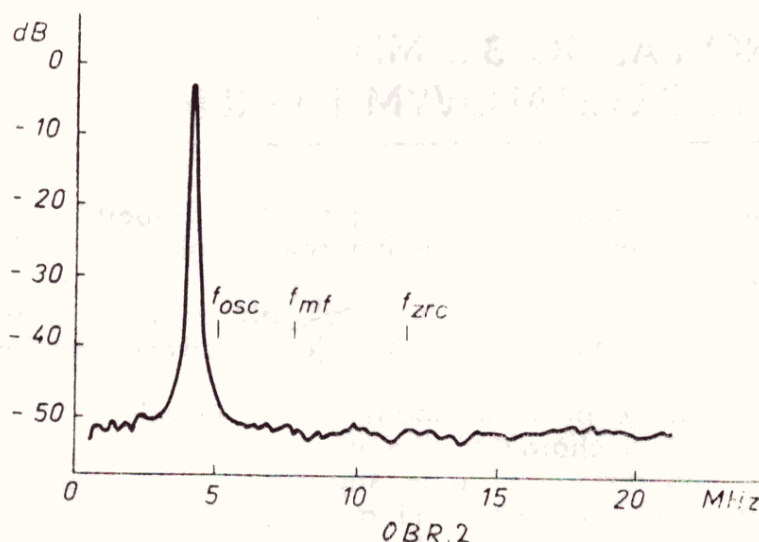
Skupinové schéma na obr. 1 je kresleno tak, aby byly zdůrazněny a přehledně uspořádány některé důležité detaily v zapojení. Celkové zapojení je potom na obr. 7.

Signál z antény postupuje přes tříobvodový pevně naladěný filtr do báze směšovače s tranzistorem T1 a charakteristika propustnosti filtru je na obr. 2. Vazba z posledního laděného obvodu filtru je kapacitní, přičemž dolní kapacita děliče je připojena přímo k bázi tranzistoru T1 a tak dobře blokuje pronikání nežádoucích signálů. Tímto způsobem bylo dosaženo potlačení kmitočtu mezifrekvence

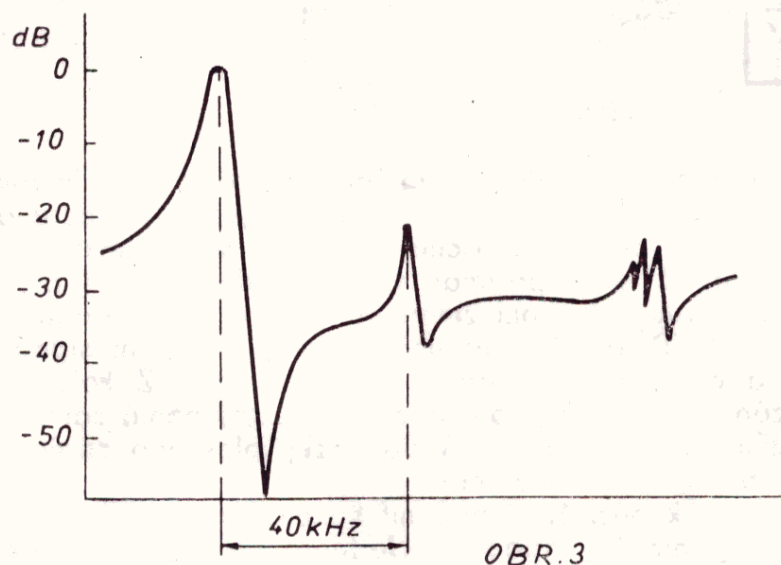


40 dB a zrcadlového signálu asi 50 dB. Do báze tranzistoru T1 je rovněž přiváděn signál z oscilátoru, který je laděn níže než mf. Při vyšším kmitočtu oscilátorového signálu by mohlo dojít ke strhávání oscilátoru, které se projevuje zkreslením modulace. To je také důvod, proč přijímač v této podobě nelze přeladit na vyšší pásma. Řízení zisku je ruční pomocí změny kolektorového proudu tranzistoru T1. Rozsah řízení je asi 60 dB, ale je žádoucí pracovat s malým signálem z antény, aby se nezhoršovala odolnost vůči rušení intermodulací. Z kolektoru tranzistoru je signál přímo vázán na vstup krystalového filtru, který nemá samostatné pouzdro a je vytvořen prostým vpájením krystalů do desky plošného spoje. Kryty jednotlivých krystalů musí být spojeny se zemí.

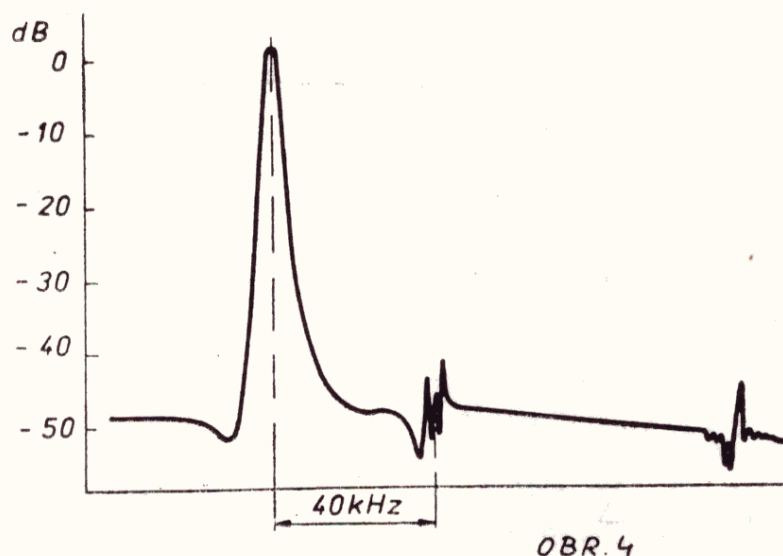
Signál z filtru postupuje k bázi 1. stupně mf s tranzistorem T2 s odporovou zátěží a vazba s dalším stupněm je kapacitní. Hodnota vazebního kondenzátoru silně ovlivňuje vlastnosti mezifrekvenčního zesilovače a je lépe volit ji co nejmenší, aby byla zachována dokonalá stabilita mf. V kolektoru tranzistoru je zapojen laděný obvod, jehož význam nespočívá v selektivitě, ale v bezztrátovém přizpůsobení výstupu z tranzistoru T3 k detekční diodě a hlavně v potlačení nízkofrekvenčních šumových složek vznikajících v mf. Detektor je běžný diodový, jaký se používá u komerčně vyráběných přijímačů. Záznejový oscilátor (BFO) je osazen stejným krystalem, jaké jsou použity ve filtru a sériovým kondenzátorem je zvýšen jeho oscilační kmitočet tak, aby byla správně obnovena potlačená nosná vlna u SSB. Signál z BFO se přivádí do báze tranzistoru T3 přes kondenzátor C38, kde se sčítá s přijímaným signálem a do detektoru přichází signál podobný signálu AM. Dříve než se budeme věnovat popisu zapojení, zmíním bych se o filtru, který určuje selektivitu celého přijímače. Pro vlastní konstrukce je velmi výhodný příčkový filtr a to z následujících důvodů. Je možno použít krystaly o stejném kmitočtu, takže



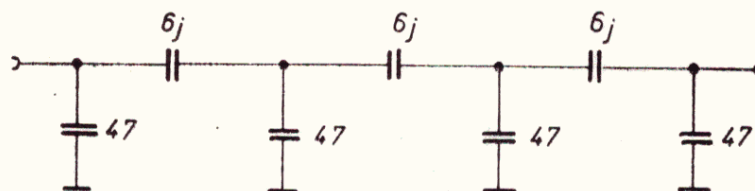
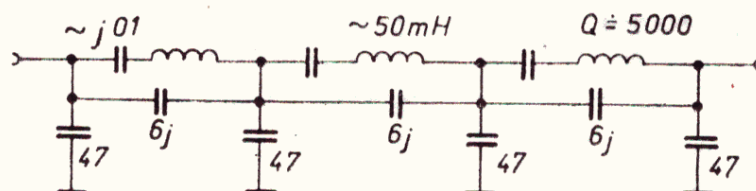
odpadá nutnost úpravy kmitočtu, např. jódováním. Proti filtru typu McCoy obsahuje jeden článek příčkového filtru pouze jeden krystal a proto můžeme dané množství krystalů řadit kaskádně. Tady je hlavní výhoda příčkového filtru. Krystaly ze stanice RM 31 nejsou příliš kvalitní a mají několik parazitních rezonancí, které jsou potlačeny pouze o 20 dB. Kaskádním zapojením se jejich odstup zvyšuje vždy o 15 dB na článek, takže již při třech článcích je jejich odstup 45 dB. Takový odstup bychom jinak dosáhli se šestikrystalovým filtrem McCoy. Výsledky měření videoskopem SWOF jsou uvedeny na obr. 3 a 4.



Na obr. 3 je útlumová charakteristika jednoho článku příčkového filtru. Je patrný nedostatečný útlum parazitní rezonance, nesymetrie křivky vlivem nekompenzované kapacity držáku a celkově nízký konečný útlum. Na obr. 4 je útlumová charakteristika tříčlankového filtru, která již má rušivé kmitočty potlačeny asi o 50 dB. Je zajímavé, že směrem k nižším kmitočtům vznikla rejekce a křivka je téměř symetrická, ačkoliv nejsou žádná opatření ke kompenzaci kapacity držáků. Počet článků lze zvýšit až na 6, čímž lze dosáhnout konečného útlumu asi 100 dB. Takový filtr je však pro malou šíři pásma vhodný pouze pro příjem CW. Jako optimum byl zvolen filtr tříčlankový, který při dostatečné selektivitě poskytuje velmi dobrou srozumitelnost při SSB. Kondenzátory v příčkách jsou stejné a to v hodnotách 47 až 68 pF. Určují stupeň vazby mezi jednotlivými obvody a jsou voleny tak, aby bylo dosaženo co největšího rozšíření propustného pásma. Vazba mezi



obvody je silně nadkritická, takže vznikají tři vrcholy se zvlněním asi 6 dB. Rezonanční kmitočty krystalů by se neměly lišit o více než 100 Hz, jinak dochází téměř ke stejnému jevu jako při rozladění obvodů LC. Pro informaci jsou uvedena ještě dvě náhradní schémata a to pro rezonanční kmitočty (obr. 5) a pro kmitočty odlišný od rezonančního (obr. 6).



Při popisu podrobného schéma (obr. 7) si upřesníme hodnoty součástí a jejich funkci. Nejprve k anténě. Je počítáno s použitím náhražkové antény o délce asi 10 m ve volném prostoru, která je se vstupním obvodem vázána přes kondenzátor 10 pF, tedy napěťovou kapacitní vazbou. Všechny cívky filtru jsou stejné a mají uzemněny vždy začátky vinutí, aby se vznikající induktivní vazba sčítala se zavedenou vazbou kapacitní.

Pro výpočet závitů cívek byl použit velmi užitečný vzorec

$$n = K/f\sqrt{C}$$

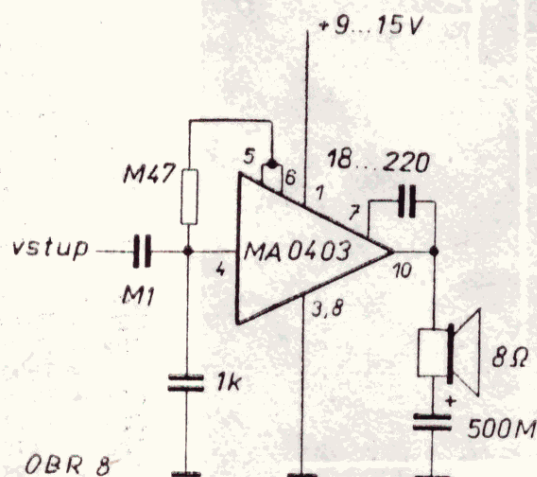
kde K je konstanta, která platí pro dané cívkové tělísko a průměr drátu, f je rezonanční kmitočet v MHz a C je ladící kapacita v pF. Pro cívková tělíska QA 26145 a drát CuL Ø 0,08 je K = 1400. Pro jádérko 3,8×5 06603N1 ve tvaru činky, které je použito v kolektoru tranzistoru T3 je K = 1200. Vzorec platí v rozsahu n od 8 do 200 závitů a přesto téměř vždy vyjde počet závitů tak přesně, že stačí obvod doladit jen jádrem. L4 není nutno doladovat vzhledem k zatlumení, pro jistotu však raději všechny obvody překontrolujeme generátorem vf.



Potenciometr P1 můžeme volit buď s lineárním nebo s logaritmickým průběhem. Ve druhém případě dostaneme strmější průběh regulace, kdy pro celý rozsah řízení stačí asi 30° otočení regulačním prvkem. Funkci řízení zisku kontrolujeme měřením napětí na kolektoru tranzistoru T1. Při plném zisku by mělo být $U_k = 2$ až 5 V, při snížení na minimum zaniká kolektorový proud a $U_k = U_{bat}$. Na kolektorech tranzistorů T2 a T3 by mělo být rovněž 2 až 5 V. Použitý způsob stabilizace umožňuje bez změny hodnot tranzistorů s $B = 30$ až 300, což bohatě pokrývá rozsah tolerancí uváděný pro tranzistory KF524, kterými je celá část vf osazena. Ty mají v rozsahu KV uveden šum asi 1,5 dB. Při eventuální náhradě je třeba volit tranzistory hlavně z hlediska šumových vlastností.

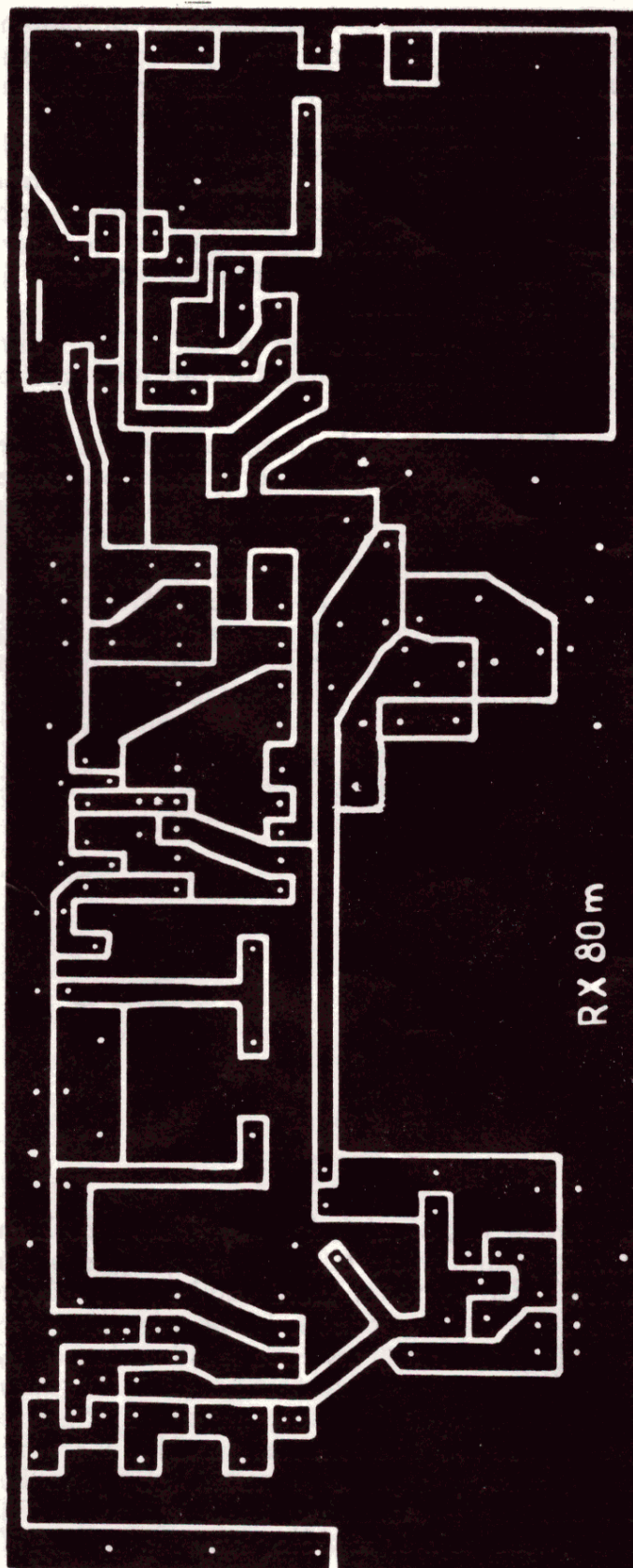
Detektor je osazen diodou z řady GA, která nemá předpětí a její diferenciální odpor je tedy řádu 10 k Ω , což stačí pro plné vybuzení nízkofrekvenčního zesilovače.

Současný trend vývoje zesilovačů nf do 5 W směřuje k integrovaným obvodům typu MBA810. Proto i popisovaný přijímač je jím osazen a to v zapojení doporučeném výrobcem. Kdo vlastní nevyužitý obvod MA0403, může jej uplatnit v extrémně zjednodušeném zapojení podle obr. 8. Při menších nárocích na vzhled výrobku lze posledně jmenovaný integrovaný obvod umístit na plošný spoj (obr. 9, rozmístění součástek obr. 10). Impedance reproduktoru by měla být v rozmezí 8 až 25 Ω . Oba oscilátory pracují v osvědčeném Clappově zapojení, které vyniká velmi malou citlivostí ke změnám napájecího napětí a proto není nutná stabilizace napájecího napětí a to ani v případě nestabilizovaného síťového zdroje.



Nyní několik slov k otázce zemnění a filtrace napájení jednotlivých stupňů. Zemnění je provedeno postupným spojováním jednotlivých bodů ve sledu podle postupu signálu. Zem oscilátorů je oddělená. Zbytky fólie, které vznikají při návrhu obrazce plošného spoje jsou spojeny se zemí vždy v jednom bodě, aby se netvořily zemní smyčky. Z téhož důvodu musela zem integrovaného zesilovače nf být izolována a připojena drátovou spojkou do společného zemnicího bodu k zápornému pólu kondenzátorů C27 a C28. Kondenzátor C28 blokuje napájení přijímače jako celku. Napájení tranzistoru T3 je blokováno kondenzátorem C17, který zároveň uzavírá obvod detektoru pro nízké kmitočty a proto je nutné, aby jeho kapacita byla dodržena (1 μ F). Zbývající část vf je blokována kondenzátorem C10. Napájení obou oscilátorů je blokováno zvlášť zejména proto, aby signál z BFO nepronikal do směšovače.

Při osazování desky postupujeme od zesilovače nf směrem ke vstupu a zapojené stupně zároveň oživujeme. Po zapojení T2, T3, BFO a filtru vyzkoušíme mezifrekvenci generátorem vf připojeným ke vstupu filtru přes odpor 2k2. Při proládování generátoru s výstupním napětím nastaveným na úroveň 10 μ V již musíme zachytit jednu stranu záznamu o rozsahu 300 Hz až 2 kHz. U směšovače kontrolu-



OBR. 9

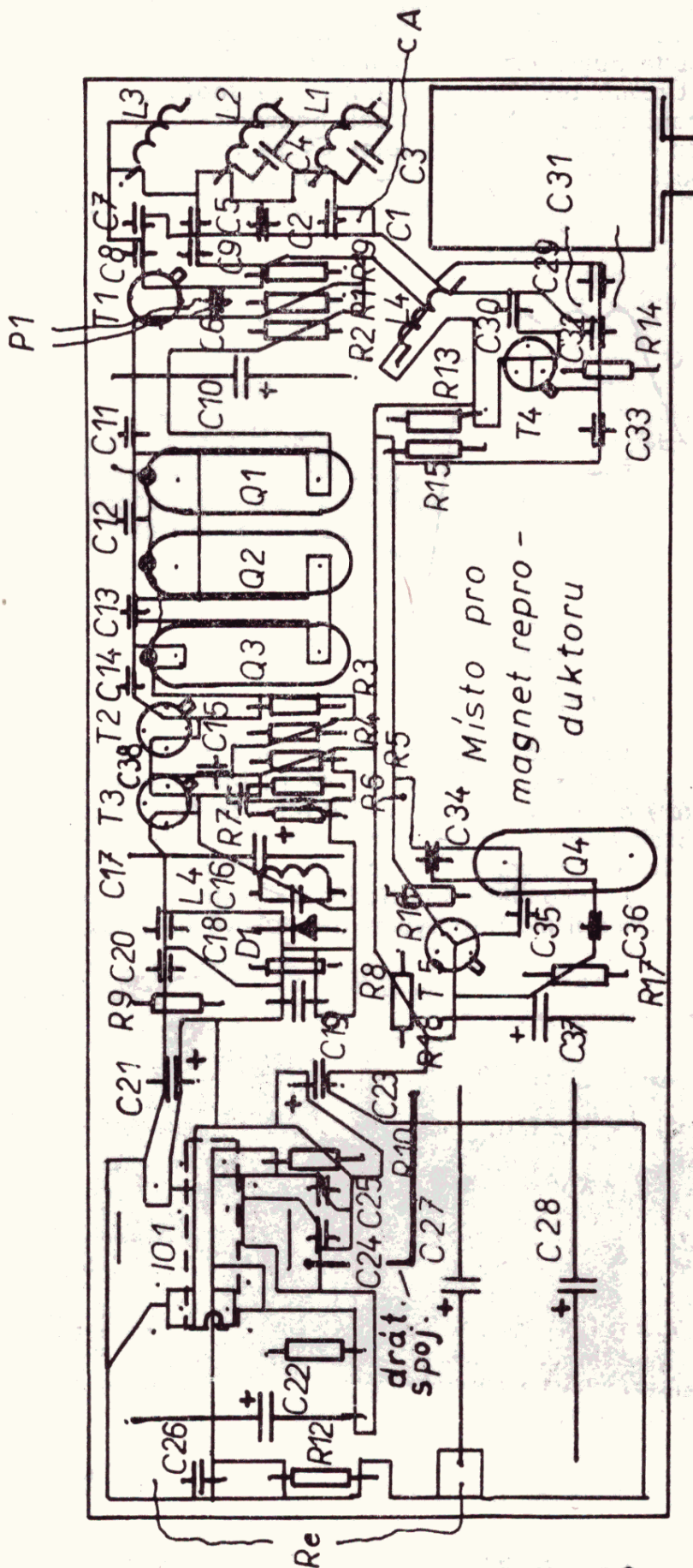
Rozpiska polovodičových a konstrukčních součástek:

- P1 – potenciometr s vypínačem
TP161 M1/G
- Re – reproduktor $R_z = 8-25 \Omega$
- Q1-4 – krystal B000 7850 kHz
- L1-3 – 26 závitů CuL $\varnothing 0,08$ mm
na tělisku QA 26145
jádro M4×10 N 05
- L4 – 11 závitů CuL $\varnothing 0,08$ mm
feritový sloupek 3,8×5
06 603 N 1
- L5 – 42 závitů CuL $\varnothing 0,08$ mm
na tělisku QA 26145
jádro M4×10 N 05
- D1 – dioda GA201
- T1-3 – tranzistor KF524
- T4 – tranzistor KSY62B
- T5 – tranzistor KS500
- IO1 – integrovaný obvod MBA810

Rozpiska kondenzátorů:

- C1, 2 – TK754 10 pF
- C3, 4 – TK754 220 pF
- C5 – TK754 10 pF
- C6 – TK783 M1
- C7 – TK754 220 pF
- C8 – TK754 2n2
- C9 – TK754 27 pF
- C10 – TE984 100 M
- C11 – TK754 47 pF
- C12 – TK754 47 pF
- C13 – TK754 47 pF
- C14 – TK754 47 pF
- C15 – TK754 8j2
- C16 – TK754 180
- C17 – TE988 1 M
- C18 – TK754 1 nF
- C19 – TK783 M1
- C20 – TK754 1 nF
- C21 – TE004 50 M
- C22 – TE004 50 M
- C23 – TE002 200 M
- C24 – TK754 3k3
- C25 – TK774 370 pF
- C26 – TK783 M1
- C27 – TE984 G5
- C28 – TE984 G5
- C29 – TC281 56 pF
- C30 – TC281 680 pF
- C31 – 12 pF
- C32 – TC281 680 pF
- C33 – TK783 M1
- C34 – TK754 18 pF
- C35 – TC281 1 nF
- C36 – TC281 470 pF
- C37 – TE984 5 M
- C38 – TK754 2j2

Kromě elektrolytických a kond.
C29, 30, 32, 35, 36 (polystyrenové)
a C31 (duál NDR 10+12 pF) jsou
všechny keramické.



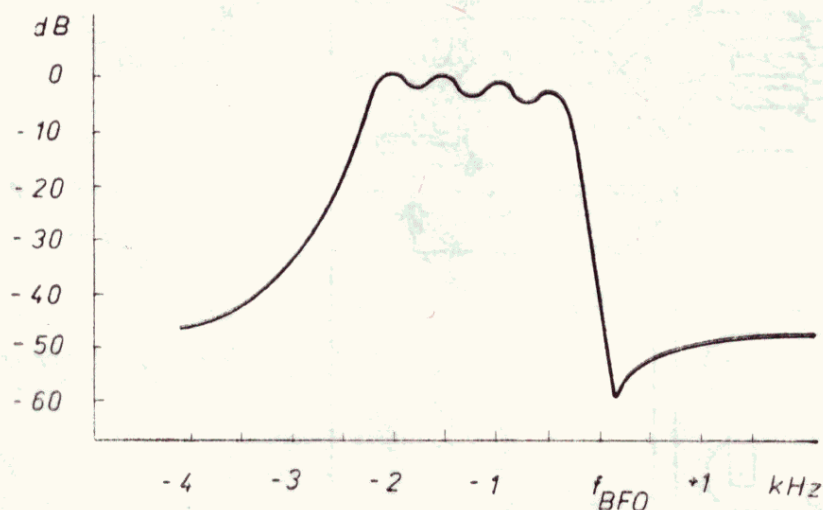
Rozpiska odporů:

R1	—	M22
R2	—	3k3
R3	—	M22
R4	—	3k3
R5	—	100
R6	—	M22
R7	—	3k3
R8	—	47 k
R9	—	M1
R10	—	47
R11	—	100
R12	—	4j7
R13	—	M22
R14	—	3k3
R15	—	100
R16	—	M22
R17	—	3k3
R18	—	100
R19	—	22 k

Všechny odpory ve vrstevném provedení TR112a.

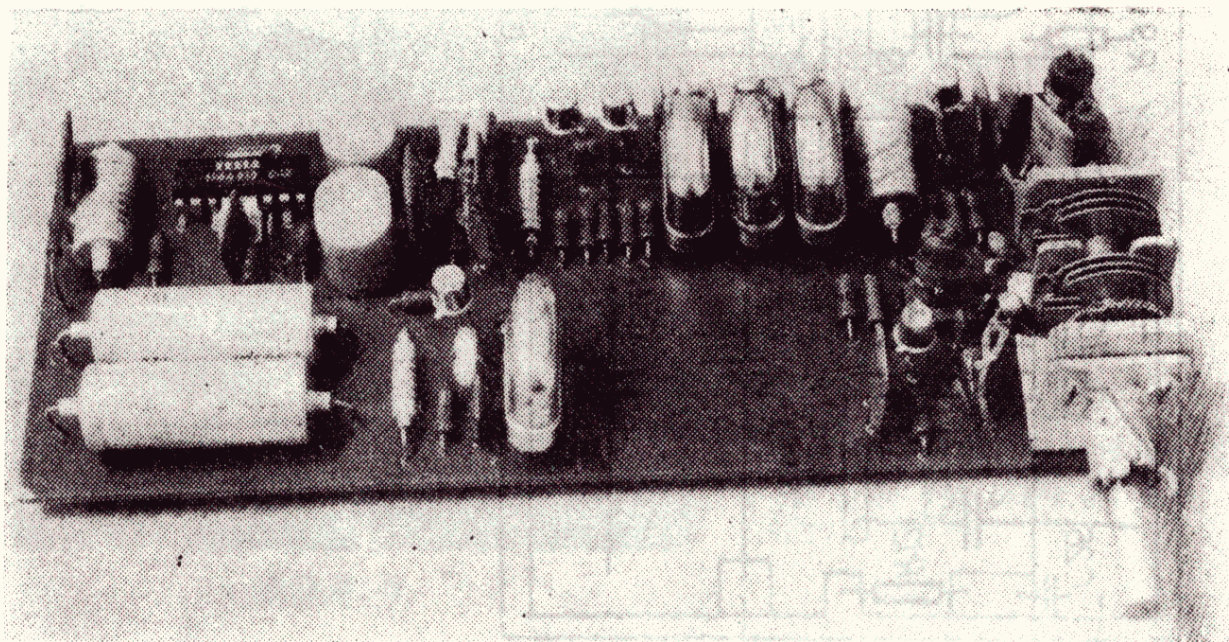
OBR.10

jeme pouze rozsah U_k při řízení citlivosti. Jako poslední uvádíme do chodu hlavní oscilátor. Rozsah ladění je dán kondenzátorem C29. Vzhledem k tomu, že kmitočet m_f je dán použitými krystaly, bude nutno rozsah ladění individuálně nastavit pomocí přesného generátoru v_f . Úrovně oscilátorových napětí se snažíme nastavit co nejmenší, blízko bodu nasazení oscilací. Vysoký obsah harmonických z výstupu oscilátoru nemůže zařízení prospět. Vazební kondenzátor C9 se rovněž bude lišit pro různé kmitočty m_f . Je žádoucí volit injekci do směšovače co nejmenší, ovšem ne na úkor citlivosti. Na obr. 2 je rovněž naznačeno, kde by měl ležet osciláto-



OB.R.11

rový kmitočet, aby nedocházelo k vyzařování do antény. Dolní hranice kmitočtu oscilátoru je asi 4 MHz a tomu odpovídá kmitočet m_f 7,5 MHz. Můžeme tedy použít krystaly 7,5 až 9 MHz. Krystaly o kmitočtu vyšším než 9 MHz ze stanice RM 31 již nelze použít pro neúnosný obsah parazitních rezonancí. Na obr. 11 je frekvenční průběh filtru se čtyřmi krystaly, s kondenzátory v příčkách 47 pF. Při měření však nebyly kryty krystalů uzemněny. Jako filtru soustředěné selektivity lze použít též výprodejní filtr 2MLF 10–11. Máme-li možnost vybrat dva takové filtry tak, aby



Snímek s bližším pohledem na celý přijímač (bez reproduktoru, baterií a potenciometru řízení citlivosti) vyjmutý ze skříňky.

se jejich pásma překrývala asi o 2,5 kHz, získáme kvalitní filtr SSB, jehož konečný útlum při dokonalém stínění by měl být 140 dB. I s jedním zmíněným filtrem je však příjem možný. Filtr je na obou koncích zakončen kondenzátorem 10 pF, v případě kaskádního zapojení je mezi filtry kondenzátor 22 pF. Uvedené filtry můžeme rovněž připojit přímo ke kolektoru tranzistoru T1 a bázi tranzistoru T2. BFO musí být osazen obvodem LC a doladován varikapem. Přijímač je možné napájet z baterie s napětím 9 až 15 V nebo ze síťového zdroje se stejným výstupním napětím. Diody v můstku zdroje by měly být přemostěny kondenzátory M1. Na závěr něco k výsledkům dosaženým s popsaným přijímačem. S již zmíněnou desetimetrovou anténou na střeše lze ve večerních hodinách zachytit kromě signálů místních stanic i stanice z bližších a vzdálenějších evropských zemí a při lepších podmínkách šíření bude dosah přijímače samozřejmě ještě větší. Příjem zrcadlových signálů byl zjištěn pouze ojediněle. U zapojení jsou splněny i podmínky pro odolnost vůči rušení intermodulací a křížovou modulací. Směšovač s tranzistorem T1 je totiž jediným aktivním prvkem před obvodem soustředěné selektivity. Úplně na závěr bych chtěl poděkovat svým spoluzaměstnancům OK1DBN, OK1FOX a OK1XN, kteří se se mnou rozdělili o své zkušenosti a popřát mnoho posluchačských úspěchů všem, kteří se rozhodnou ke stavbě v tomto článku popsaného přijímače.

C. T.