

**CELOSTÁTNÍ SEMINÁŘ KV TECHNIKY**  
**OLOMOUČ 1981**



**INFORMAČNÍ ZPRAVODAJ**

OKRESNÍ VÝBOR SVAZARMU,  
OKRESNÍ RADA RADIOAMATÉRSTVÍ,  
ORGANISAČNÍ VÝBOR,

vítají Vás co nejdříve u nás v Olomouci na

" CELOSTÁTNÍM SEMINÁŘI KRÁTKOVLNĚ TECHNICKY - OLMOUC 81 "

pořádaném při příležitosti

výročí 30 let vzniku branné organizace Svazarm

pod záštitou

rektora University Palackého v Olomouci

univ.prof. MUDr. Václava Š v e c e, CSc.

Milan D l a b a č OK 1 AWZ  
Ing. Jiří P e č e k OK 2 QX

## Měření a nastavování KV antén

V tomto příspěvku bychom si měli povědět něco o nastavování a měření KV antén, co vše je nutné pro správnou činnost anteny, jaké jsou dostupné měřicí přístroje a jak je správně použít. Probereme si jednotlivé typy antén a řekneme si jak na ně.

### 1. Vybavení radioamatéra měřicími přístroji

Samozřejmě, že jedním z nejpraktičtějších přístrojů by byl vf měřič impedancí. Nejvodnějším typem je některý z impedančních můstků firem Marconi nebo Wayne-Carr. Těchto přístrojů bohužel není mnoho a proto jsou pro většinu radioamatérů nedostupné. My však můžeme použít některý z můstků TESLA, např. BM 431, který též vyhoví. Nevýhodou těchto měřicích přístrojů je malý rozsah dekády pro reaktanci složku a nemožnost odposlechu. Při měření větších reaktancí si můžeme odpomoci paralelní kapacitou. Pokud není možné zapůjčit žádný z uvedených můstků, lze si vyrobit zjednodušenou verzi, uváděnou v různých publikacích pod jménem Antenaskop - viz obr. 1.

Tento můstek je vybaven Grid dip metrem (GDM) a lze s ním měřit vyzařovací odpory anten v rozsahu od 5 do 100  $\Omega$  .

Z obrázků 1 vidíme, že v jedné větvi mostu je zapojen potenciometr 100  $\Omega$  , který musí být bezinduktivní a s co nejmenší rozptylovou kapacitou. Z toho důvodu je sejmuto kryt

a je upevněn do krabice izolovaně. Další dvě větve mostu jsou tvořeny hmotovými odpory 0,5 W v řadi se sličovými kondenzátory 500 pF. Odpory a kondenzátory by měly být stejné. Výstupní vývody jsou vyvedeny z boku, živý přes průchodku.

#### Cejchování Antenaskopu:

-po dokončení přístroje lehce navážeme GDO na vstupní cívkou. Rozsah GDO nastavíme cca na 20 MHz. Na vstup Antenaskopu připojíme přesný hmotový odpor od 1 do 100  $\Omega$  a přístroj otáčením potenciometru vynulujeme. Polohu potenciometru označíme a měření opakujeme s různými hodnotami cejchovních odporů. Tím máme stupnici ocejchovanou a přístroj připravený k měření.

Dalším měřicím přístrojem je měřič ČSV (činitel stojatého vlnění). Tento přístroj se vyskytuje u většiny radioamatérů a nebude nám asi dělat obtíže. Další praktickou pomůckou je indikátor síly pole, stabilní signální generátor, GDO a přijímač s „S“ - metrem.

Takto vyzbojení bychom měli stačit na většinu problémů, které se nám mohou vyskytnout.

Je to vybavení ideální, když nám některý z uvedených přístrojů bude chybět, musíme si vystačit bez něj.

Nyní si probereme jednotlivé typy anten a řekneme si, co se u nich dá jednoduše měřit a nastavit.

## 2. Nastavování jednotlivých typů antén

### A) Drátové anteny (LW, Windom )

V zásadě se bude vždy jednat o impedanční přizpůsobení měřené antény. Lze říci, že u těchto antén prakticky nezáleží na délce antény a "chodivost či nechodivost" závisí jen na lokalitě, t.j. jaká je vodivost půdy, jaké je převýšení okolních předmětů, kolik elektrických vedení či vedení VN je v blízkosti a hlavně výška antény nad zemí.

Impedanční přizpůsobení lze řešit dvěma způsoby: vstupní impedance LW antény, která může mít značně rozdílnou hodnotu, je nutno vždy přizpůsobit impedančním přizpůsobovacím obvodem, který je možno v prvním případě umístit přímo na střechu - viz obr. 2.

Ve skřínce je možno pomocí relé přepínat přizpůsobovací obvody pro jednotlivá pásma. Problémem může být v tomto případě vysokofrekvenční zem.

Druhé řešení viz obr. 3.

V tomto případě je zemní vodič krátký a na skřínce přizpůsobovacího obvodu již není v napětí. Zemní vodiče volíme co nejsilnější, nejlepším řešením je Cu folie (čím širší, tím lepší). Dosáhne se tím podstatného snížení indukčnosti zemního vodiče. Vysokofrekvenční zem by měla být tvořena paprskovitou sítí vodičů. Pokud není místo, musí stačit trubka zatlučená do země. Musíme však počítat s určitými ztrátami a možnostmi popálení úst od mikrofonu na některém z amatérských pásem. Přizpůsobovací obvod je napájen koaxiálním napaječem, do kterého zapojíme měřič ČSV - obr. 4.

Jako přizpůsobovacího obvodu je možno použít  $\pi$ -článek, L-článek či paralelní rezonanční obvod s odbočkou. Laděním přizpůsobovacího obvodu se snažíme docílit nejnižšího ČSV. Pokud je k dispozici měřič impedancí, je snadnější změřit impedanci na vstupu přizpůsobovacího obvodu, a žádaných  $75 \Omega$  nastavit můstken. Pokud není možné impedanci antény změřit, velice těžko se strefujeme a v tomto případě vždy pomůže  $\pi$ -článek, který je obdobný, jako máme ve vysílači s tím, že je stranově převrácený.  $\pi$ -článek nastavíme tak, že oba otočné kondenzátory nastavíme na poloviční hodnotu, antenu i koaxiální kabel máme odpojen. Pomocí GDO a změnou indukčnosti nastavíme rezonanci na žádaném provozním kmitočtu. Pak připojíme koaxiální kabel a otáčením obou kondenzátorů nastavíme nejmenší ČSV. U L-článeků máme tyto možnosti - viz obr. 5:

Budeme si vždy pamatovat pravidlo - paralelní reaktanční prvek ( $L_1$  nebo  $C_2$ ) je připojen na té straně přizpůsobovacího obvodu, u které je reálná složka impedance větší, než reálná složka impedance na druhé straně obvodu. Přizpůsobujeme-li tedy koaxiální kabel ( $Z_1 = 75 \Omega$ ), pak pro antény s vyšší impedancí uijeme zapojení 2 nebo 4, přizpůsobujeme-li menší impedanci, použijeme přizpůsobení 1 a 3.

## B) Dipól

U antén typu „Dipól“ se zaměřujeme zase jen na nastavení správné rezonanční délky a tím i reálné vstupní impedance. Dipól se snažíme umístit co nejvýše, přičemž žádná dostupná fyzikální výška není dostatečně velká. Jak víme, reálná hodnota vstupní impedance pro res. dipól kolísá v závislosti na výšce nad zemí - obr. 6.

Vidíme, že teprve při výšce větší než  $\lambda$  se vstupní odpor již příliš nemění a kolísá již velice málo, kolem  $75\Omega$ . Nejjednodušší metodou nastavování je proměřit průběh CSV v závislosti na kmitočtu - obr. 7.

V případě antény č. 1 je dipól naladěn do ČW části pásma, v případě anteny č. 2 na ŠSB část pásma. Průběh č. 3 je pro upravenou širokopásmovou anténu ( $Z_0$  je nízká), dipól je tvořen vždy z několika vodičů paralelně. Čím silnější je ekvivalentní průřez antény, tím je anténa širokopásmovější.

Další metodou, kterou hlavně využíváme při měření směrových systémů je měření impedance přes koaxiální kabel, který má délku násobků  $\frac{1}{2}$  elektrických. V tomto případě se totiž chová jako impedanční transformátor 1 : 1. Obr. 8.

Těchto násobků by nemělo být mnoho, max. 3, tzn.  $\frac{3}{2} \lambda_{el}$ , abychom nezvětšovali chybu měření při změně kmitočtu. Tento měřicí kabel si vytvoříme pomocí GDO. Nejpěkněji vychází čtvrtvlnná rezonance. Chceme-li například kabel  $\frac{1}{2}$  pro 40m, (elektrická délka asi 20m), měříme tento úsek polovičním kmitočtem, t.j. na 80 m. Kabel ustříhneme s rezervou a nezapomeňme, že zkrčinitel pro polyetylenovou izolaci je 0,66. Pro náš případ tedy asi 14 m, na jednom konci zkratujeme a na druhém přes vazební závit navážeme GDO - obr. 9.

Obdržíme ostrý pokles, odečteme kmitočet a zkracováním nastavíme přesně délku pro požadovaný kmitočet.

Měříme-li nyní nastavovanou anténu přes tento úsek, co měříme dole, je i na svorkách antény. Anténu je nyní možno zkontrolovat GDO, který vykazuje přímo rezonanční kmitočet antény. V případě použití můstku induktivní charakter impedance indikuje, že je nutno anténu zkrátit, v případě kapacity prodloužit. Měření můstkem je i v tomto případě nejpresnější a nejrychlejší metoda.

### C) Vertikální antény a antény GP

U antény GP začínáme nastavování nejdříve nastřiháním rezonančních délek radiálů, přičemž postupujeme stejně, jako v případě dipólu. Zde dipól tvoří vždy dva a dva protilehlé radiály, zbylé jsou rozpojeny. Záříč velice pohodlně přizpůsobíme tak, že jeho délku uděláme kolem  $0,31 \div 0,32 \lambda$ . Tím reálná složka vstupní impedance vrostne právě na  $75 \Omega$  a zbylou induktivní složku vyrušíme seriově zapojeným kondenzátorem. Zde se velice pěkně pracuje Antenaskopem. Tento můstek měří jen reálnou složku měřené impedance, což nám v tomto případě nevadí, protože víme, že imagiární složka bude induktivní. Antenaskop připojíme co nejkratšími přívody mezi záříč a zemní systém a vybudíme pomocí GDO - obr. 10.

GDO by měl být elektronkový typ, abychom měli dostatek buzení. Měřidlo vykáže výchylku. Otáčením knoflíkem Antenaskopu najdeme pokles výchylky. Tato hodnota je přímo reálná složka vstupní impedance (vyzařovací odpor). Nyní změním kmitočet GDO a znovu vynulujeme. Proměříme celý průběh reálné složky přes pásmo a dostaneme průběh znázorněný na obr. 11.

Vidíme, že anténa č. 1 je naladěna na  $\omega$  část pásma. Pro SSB je nutno zkrátit záříč - průběh č. 2. Po nastavení délky záříče zapojíme do serie s napáječem již jen otočný kondenzátor a otáčením dosáhneme nejnižšího ČSV. V tomto případě lze opravdu dosáhnout ČSV = 1.

Vertikální antény nastavujeme obdobně, odpadá měření rezonance radiální vodičů. Tyto antény stojí na zemi, radiální síť je zakopána do země. Snažíme se o co největší počet radiálů, aby ztrátový odpor byl co nejmenší. Pokud to jde, výšku antény volíme co největší směrem k optimální výšce  $0,62 \lambda$  (největší vyzařování při zemi). Při těchto výškách se antény



hůře přizpůsobují, mívají větší  $Q$ , jejich vstupní odpor bývá v závislosti na tloušťce řádově 100 až 1000  $\Omega$ . Zde opět použijeme k přizpůsobení L - článků,  $\pi$  - článků, nebo paralelně laděných obvodů s odbočkou a při nastavení postupujeme jako u antén LW.

#### D) Antény Quad

Tyto antény spadají do směrových antén, jsou umístěny otočně a mají jednosměrný vyzařovací diagram. Nastavení si rozdělíme na dvě části. Nejdříve hrubě nastavíme rozměry a změříme rezonance jednotlivých prvků. Anténu umístíme pokud možno v pracovní výšce, pokud je těžké se k anténě dostat, vztyčíme si anténu na pomocný stožár. Rozpojíme všechny čtverce až na jeden, např. zářič a odpojíme přizpůsobovací obvody. Navážeme GDO na zářič a změříme rezonanční kmitočty. Rezonance zářiče by měla být poblíž středu požadovaného pásma. Totéž měření provedeme se zbývajících čtverci. Rezonance reflektoru by měla být pod dolním kmitočtem požitého pásma - asi na 13,5 MHz, rezonance direktoru asi na 14,8 až 15 MHz atd. Tím máme anténu předladěnou a nyní přistoupíme na druhou část nastavení - ladění na maximální zisk, nebo na maximální směrovost. Tyto dva parametry jsou maximální při rozdílném nastavení reflektoru a musíme se sami rozhodnout, který z těchto parametrů budeme preferovat. Je možno použít dva způsoby nastavení.

První způsob: měřená anténa je použita jako vysílací - obr. 12.

Do měřené antény navážeme malý výkon, kabel navážeme přímo bez přizpůsobení a tento vstupní výkon kontrolujeme. Nyní odčítáme hodnoty síly pole a malými změnami délky reflektoru se snažíme dosáhnout maxima. Jako měřiče pole lze použít přijímač nebo traceiver s S metrem, nebo je možné měřit s vypnutou automatikou a měřit  $n_f$  napětí na sluchátkách, např. Avometem.

Druhý způsob: měřená anténa je použita jako přijímačí.

Znázornění je uvedeno na obr. č. 13.

Jako zdroj signálu je použitý stabilní signální generátor, který dodává malý výkon do provozní antény, např. dipólu. Nyní odečítáme sílu signálu na přijímači a zase se snažíme dosáhnout maxima přijímaného signálu.

Ti, kteří chtějí ladit na maximální směrovost mají měření ztíženo o otáčení antény, protože každou hodnotu je nutno měřit dvakrát a to vždy zepředu a zezadu antény a vypočítat vždy předozadní poměr. Laděním se pak snažíme dosáhnout největší hodnoty. Je to měření velice zdlouhavé a většinou nepřináší odpovídající výsledky. Nastavení na maximální směrovost vychází s delším reflektorem a proto je vhodné nastavit anténu na maximální zisk a pak reflektor o několik o několi procent délky prodloužit.

Nyní impedanční přizpůsobení.

U Quadu užijeme s výhodou Gama a Omega přizpůsobení - viz obr. č. 14.

Nyní tedy připojíme ke Quadu Gama přizpůsobení a na výstup Antenaskop. Vybudíme pomocí GDQ a najdeme pokles. Gama kondenzátorem se snažíme vždy dosáhnout nejostřejšího a nejmenšího minima. Pokud naměříme nižší hodnotu vstupního odporu, Gama úsek prodloužíme. Při větší hodnotě úsek zkrátíme. Pokud nemáme k dispozici Antenaskop nebo můstek, lze anténu nastavit pomocí měřiče ČSV, ale za cenu velké pracnosti. Postup je následovný: nastavíme hrubě délku Gama úseku, vybudíme anténu např. 20m pásmo na 14,0 MHz a otáčením Gama kondenzátoru nastavíme minimum, jehož hodnotu zakreslíme do grafu. Změníme kmitočet o 50 kHz a měření opakujeme. Znovu nastavíme Gama kondenzátor a zakreslíme do grafu. Změřením průběhu ČSV přes celé pásmo obdržíme křivku 1 - viz obr. 15.

Nyní prodloužíme Gama úsek a celé měření opakujeme. Obdržíme-li průběh 2, postupujeme správným směrem. Je tedy nutné Gama úsek prodlužovat. Minimum by kleslo po přímce a na označeném kmitočtu by  $CSV = 1$ . Pokud je kmitočet příliš nízký, je délka zářiče příliš dlouhá, v tomto případě je nutno zářič zkrátit. Vidíme, že nastavení je velmi komplikované a zdlouhavé. Nelitujme však sil, vyplatí se nám to.

U Omega přizpůsobení je situace jednodušší - viz obr. 16. Je to vlastně Gama přizpůsobení, ale délka Omega úseku je poloviční a neměnná, funkčně lze změnu transformace provádět změnou velikosti Omega kondenzátoru. Odpadá mechanické prodlužování či zkracování. Jinak co bylo řečeno o nastavení Gama, platí v plném rozsahu i zde.

## E) YAGI antény

Též při nastavování Yagi anten lze ladění rozdělit na dvě části:

kontrola zářiče

kontrola přizpůsobovacího článku

Na rozdíl od antén typu Quad odpadá ladění na maximální zisk či směrovost, protože Yagi antény jsou natolik dobře teoreticky zpracované, že vypočtené rozměry opravdu souhlasí s praxí. Po nastavení uváděných doporučených rozměrů již další ladění nepřináší přílišné zlepšení parametrů antény.

Postup nastavení je odlišný pro zářič, který je uprostřed přerušen - přizpůsobení Beta - a pro zářič uzemněný - přizpůsobení Gama nebo Omega.

## 1/ kontrola zářiče:

Zářič je uprostřed přerušen a upevněn izolovaně. Anténu umístíme do pracovní výšky, nebo na pomocný stožárek, minimálně 5 až 6 m vysoko. Napájecí vedení odpojíme, zářič propojíme jedním závitem a GDO změříme rezonanční kmitočet zářiče. Máme-li k dispozici měřič impedancí nebo Antenaskop je nastavení zjednodušené. Změříme si průběh impedance přes pásmo a kmitočet, kde je imaginární složka nulová označíme za rezonanční. Reálná složka by zde měla mít 15 až 40  $\Omega$  podle počtu elementů. Čím více elementů, tím nižší vyzářovací odpor.

Používáme-li Beta přizpůsobení, musí být rezonanční kmitočet níže, cca o 3% měřeného kmitočtu.

## 2/ kontrola přizpůsobovacího článku:

Nastavení Gamma a Omega článku jsme si posali u antén typu Quad, pro Yagi antény je nastavení obdobné. U přerušeného napájecího prvku použijeme přizpůsobení Beta. Jeho podrobný postup a nastavení je popsán v článku YAGI pro KV pásma v Radioamatérském zpravodaji č. 23, roč. 1981. Zde si jen připomeneme, že nastavení se zúží jen na posouvání zkratu na Beta vedení do vymizení imaginární složky - minimum ČSV. Pokud po nastavení na minimum ČSV naměříme příliš malý vyzářovací odpor - menší než 75  $\Omega$ , je nutno zářič zkrátit, při naměření většího vyzářovacího odporu než 75  $\Omega$  zářič prodloužit. Nemáme-li k dispozici impedanční můstek či Antenaskop, nastavujeme na minimum ČSV posouváním zkratu a pak zkusmo zkrátíme nebo prodloužíme zářič, abychom zjistili, kterým směrem postupovat.

Při nastavování YAGI antén jsem více věnoval pozornosti anténám s Beta přizpůsobením, protože to řešení je moderní a při-

náší lepší výsledky. Nastavení a kontrola antén se zářičem nepřerušeným je popsána podrobně v Radioamatérském zpravodaji č. 2 a 3, ročník 1981.

**Literatura:**

William I. Orr: Beam antenna Handbook

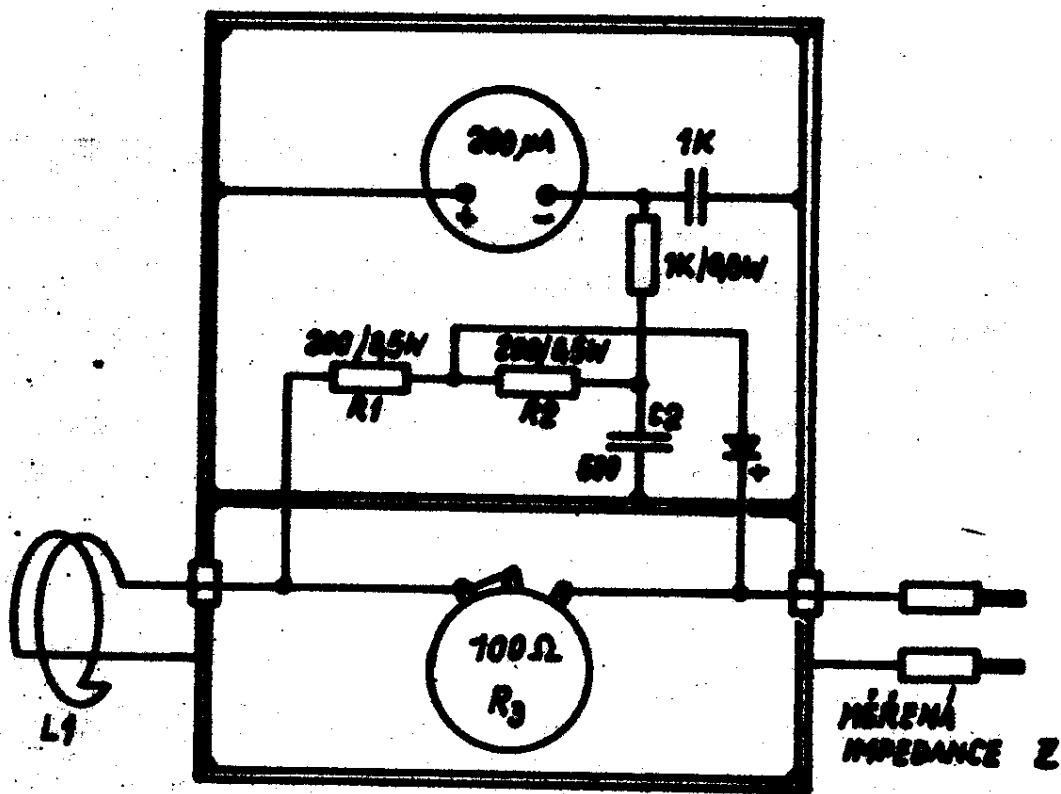
William I. Orr: Radio Handbook

ARRL Antena book

Vyobrazení citovaná v textu jsou uvedena na následujících stranách.

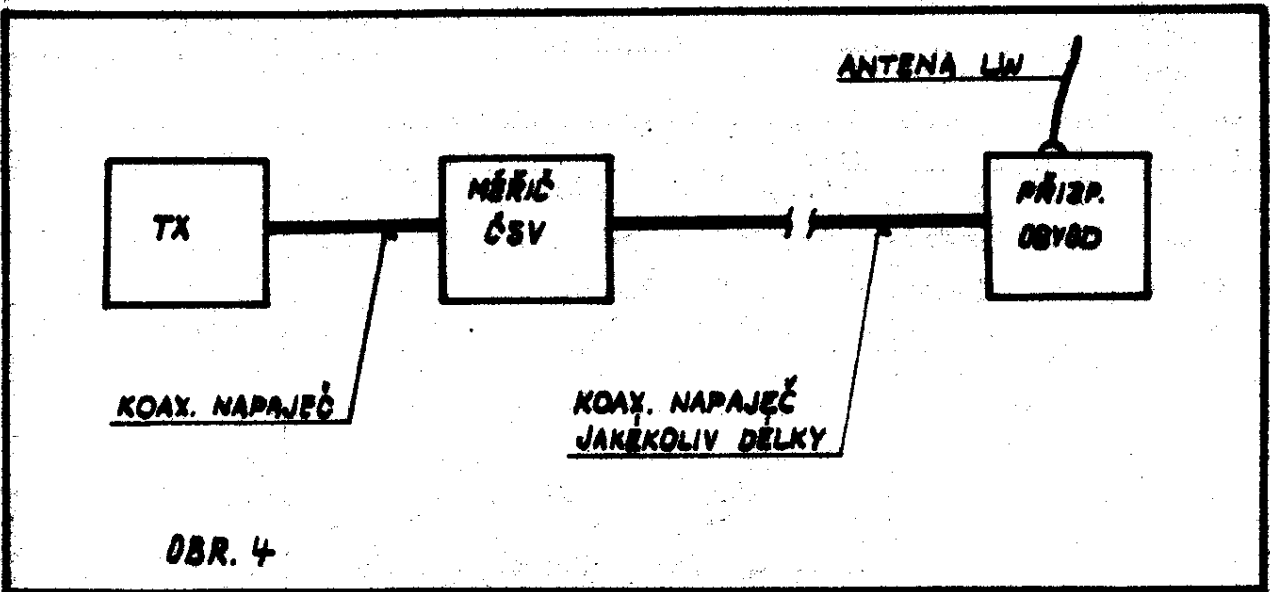
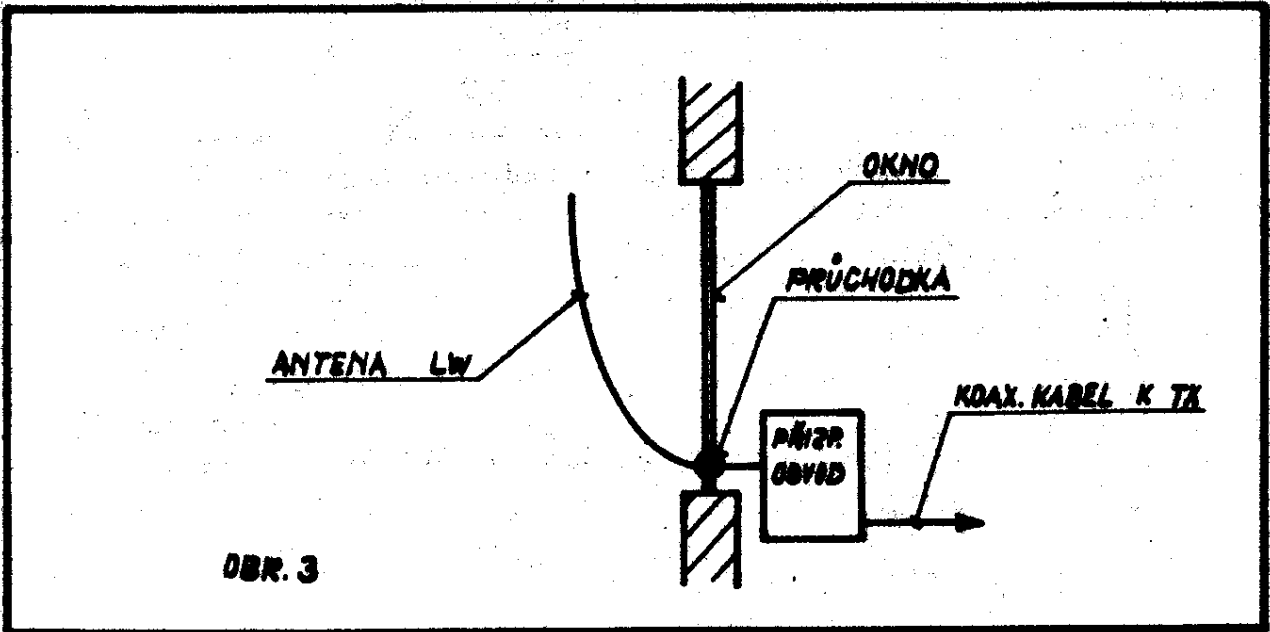
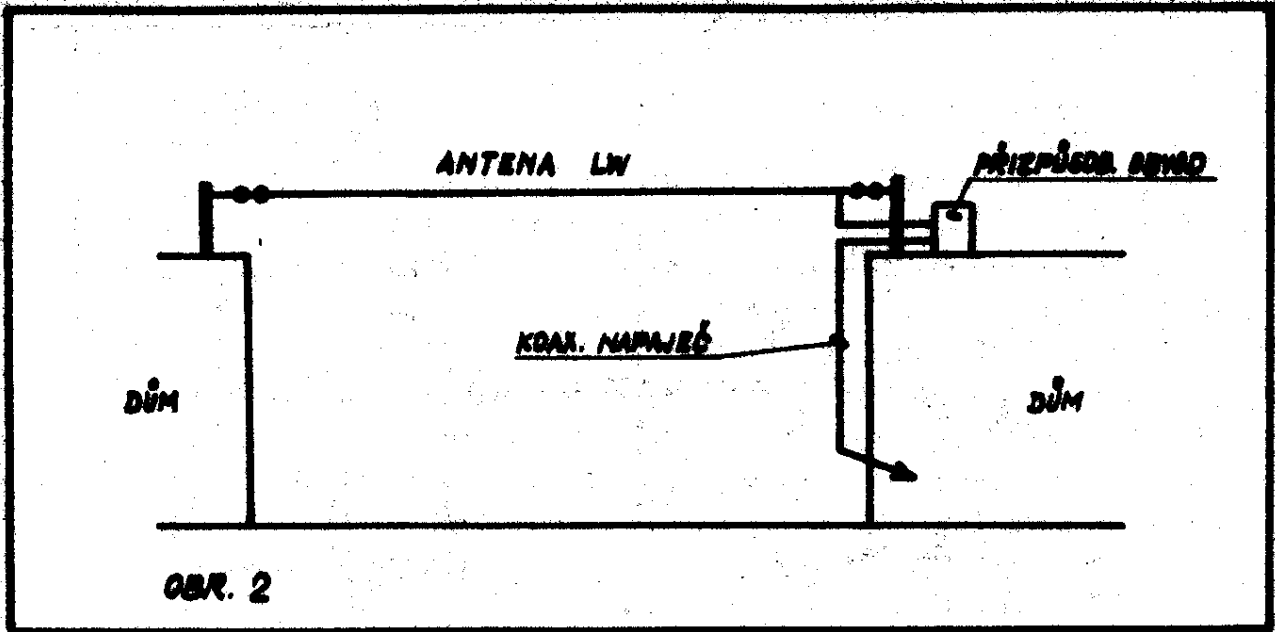
**Poznámka redakce**

Článek je otisknut v doslovném znění rukopisu předloženého autorem k publikaci.

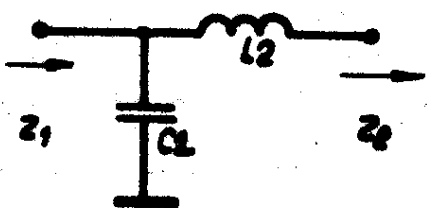
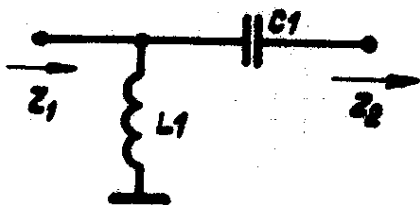


L1 = 2 ZÁVITY NA  $\phi$  CÍVKY 800  
 R1, R2 = HMOTOVÉ ODPORY STEJNÉ HODNOTY  
 R3 = HMOTOVÝ POTENCIOMETR, LIN., UPEVNĚN  
 ISOLOVANĚ

OBR. 1

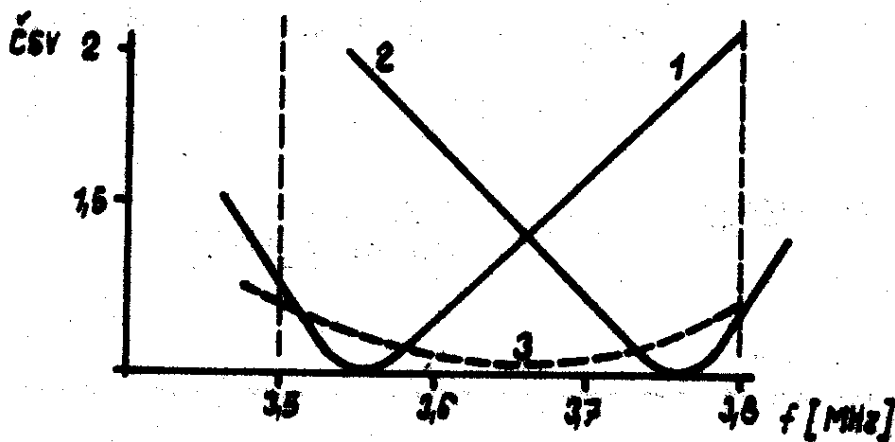
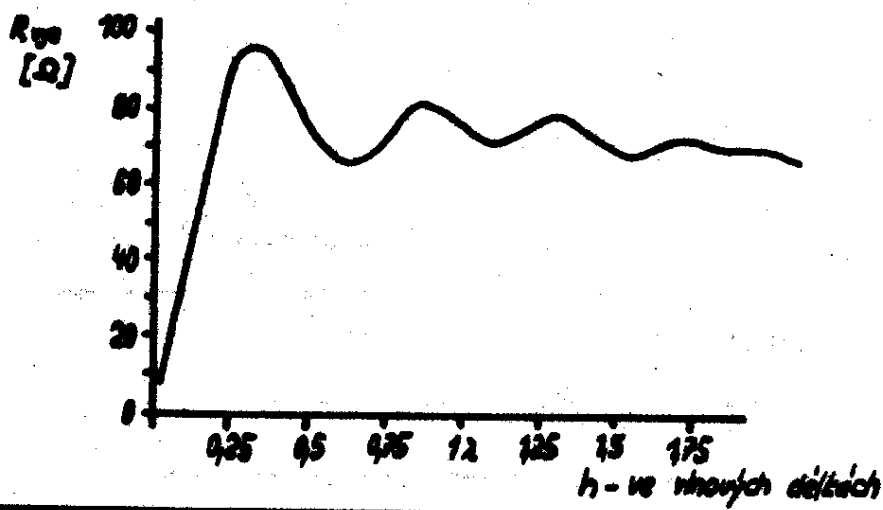
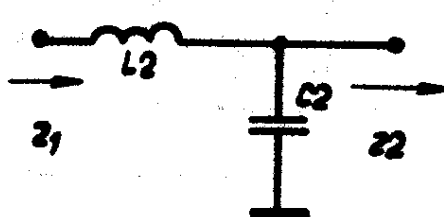
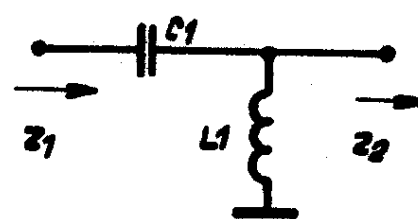


$$R_0 |Z_1| > R_0 |Z_2|$$

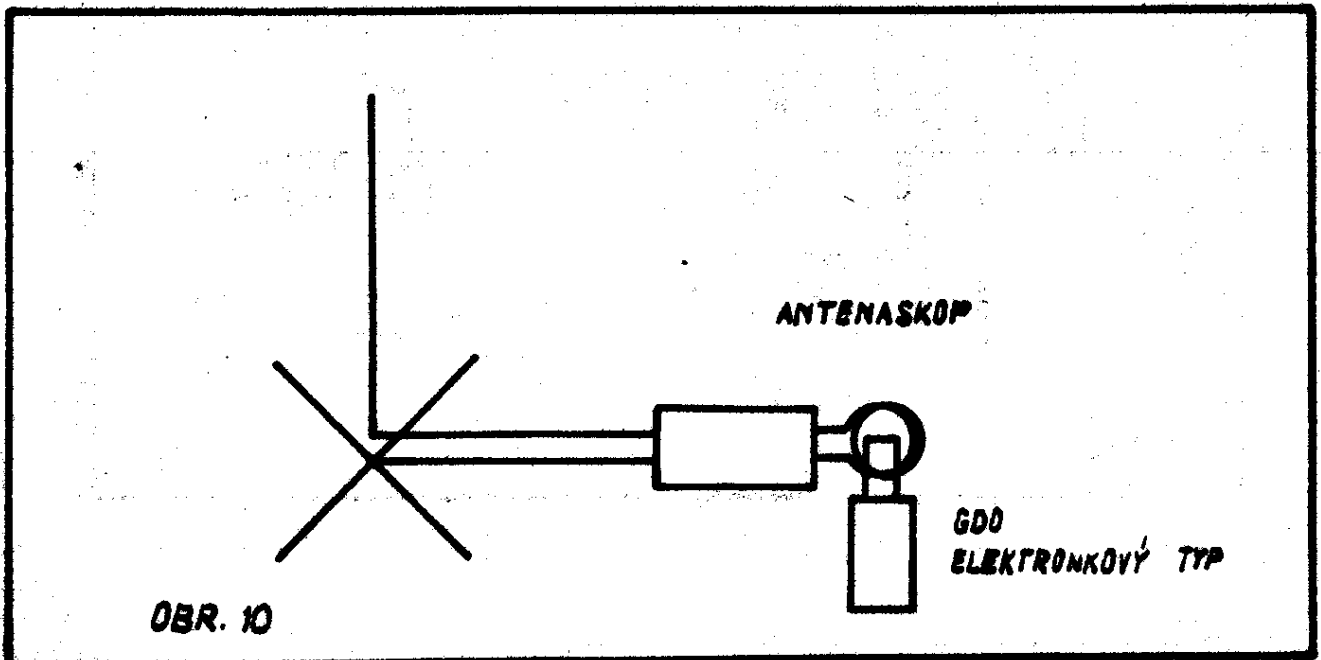
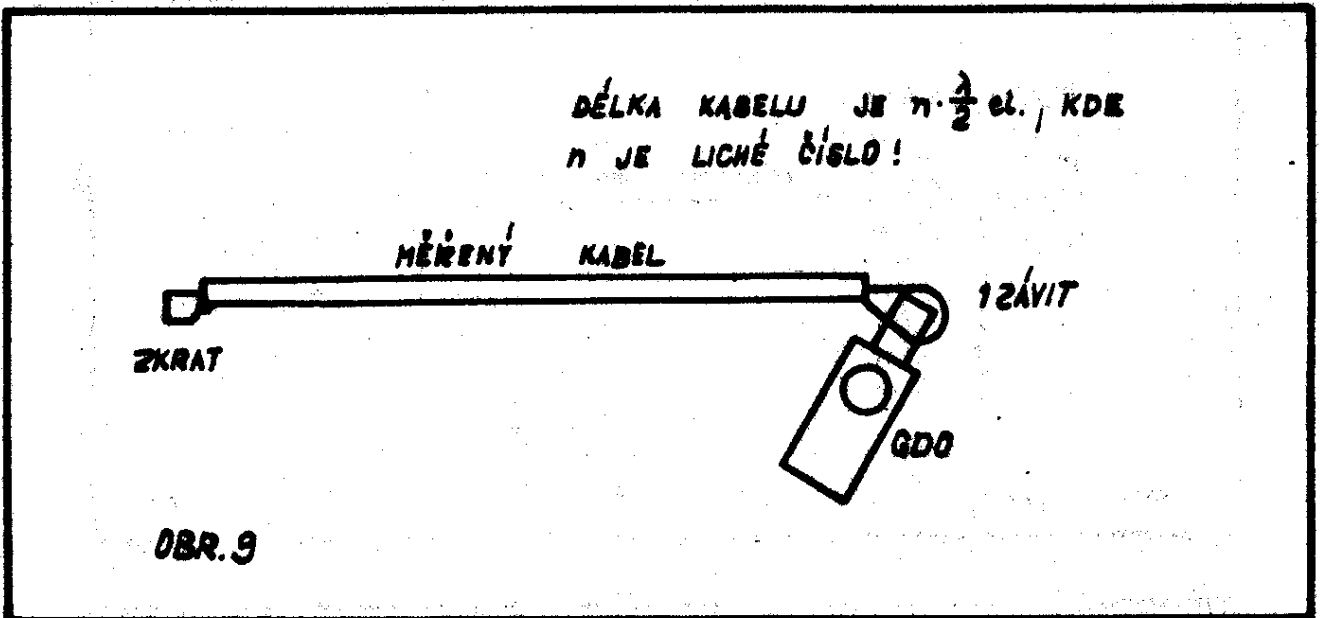
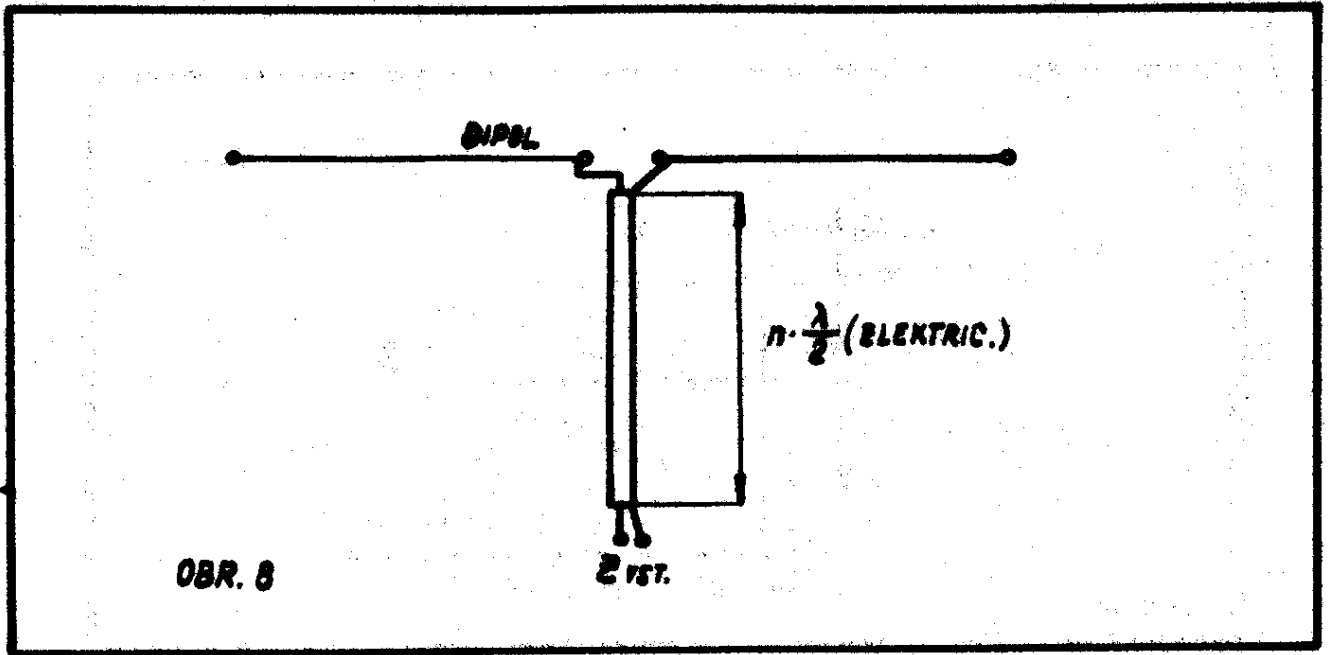


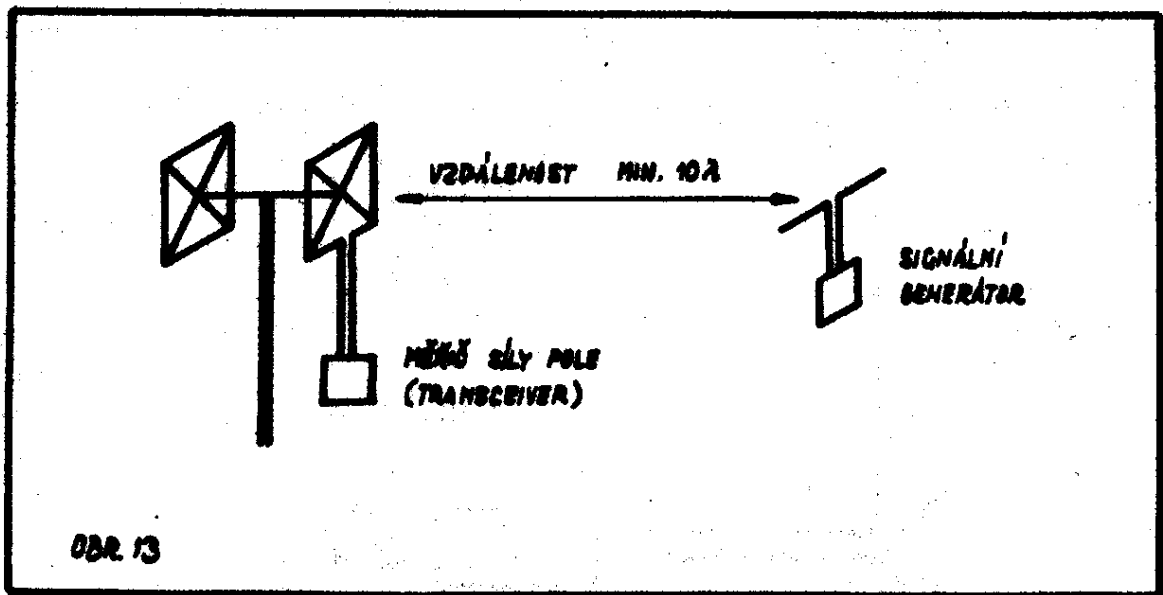
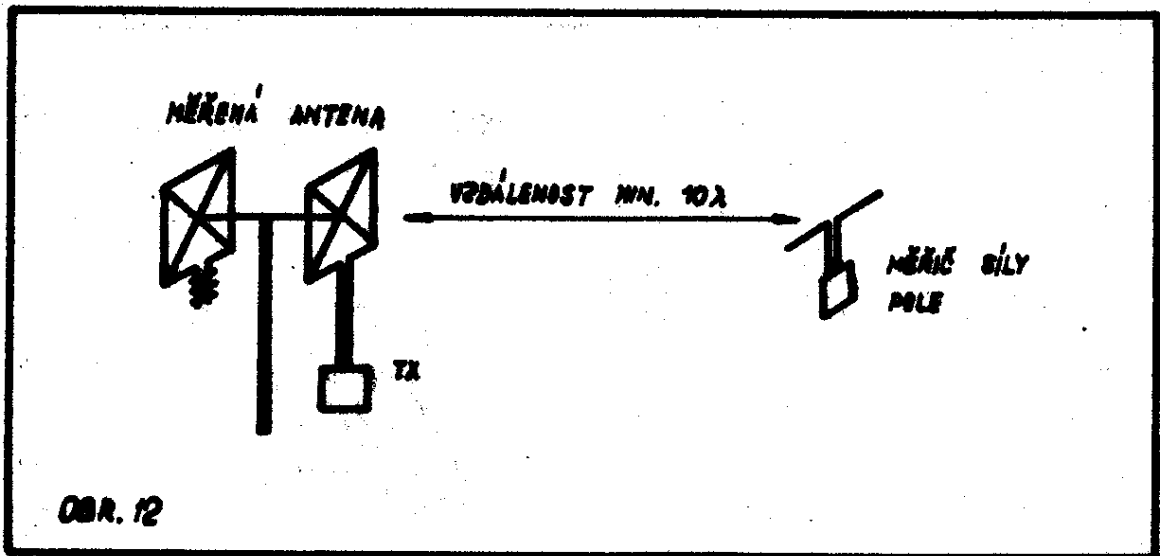
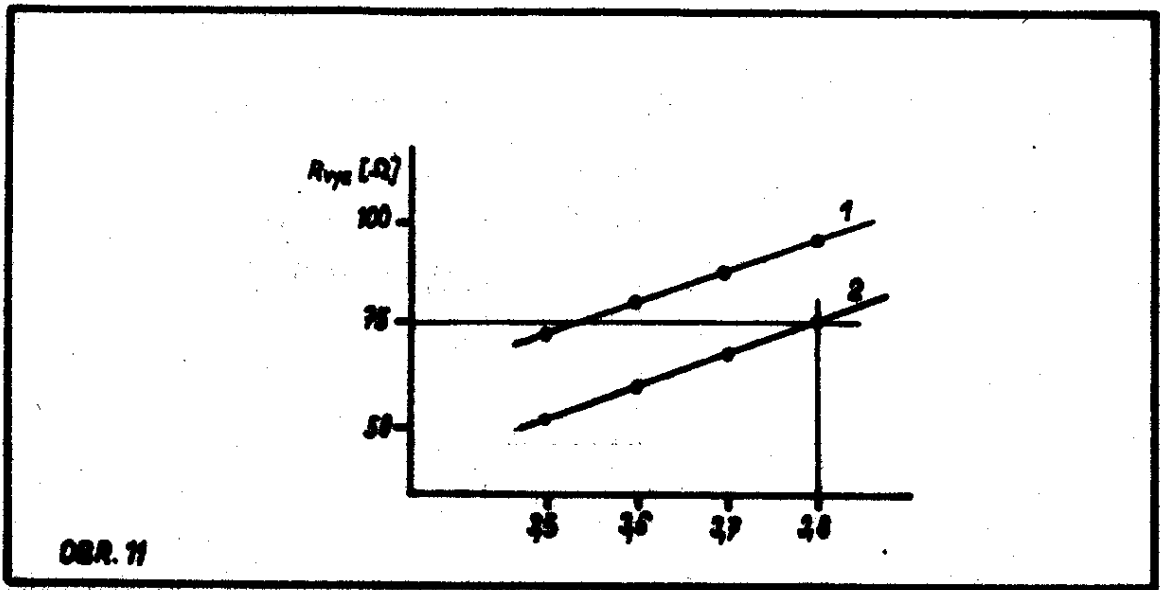
OBŘ. 5

$$R_0 |Z_1| < R_0 |Z_2|$$





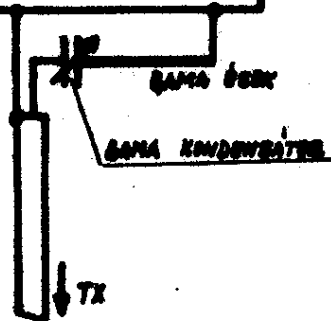




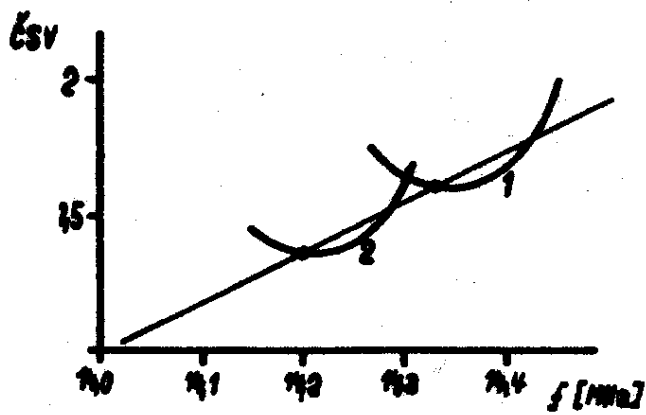
### GAMA PŘÍZPŮBENÍ

NAPÁJENÝ PRVEK

DĚLKA ÚSEKU: 80m ~ 14m  
75m ~ 0,3m  
70m ~ 0,7m



OBR. 14

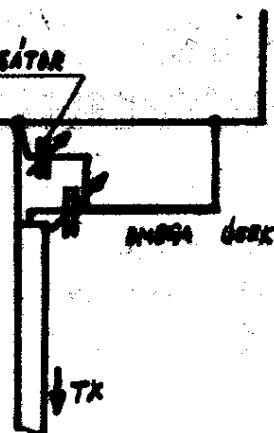


OBR. 15

### OMEGA PŘÍZPŮBENÍ

OMEGA KONDENZÁTOR

DĚLKA ÚSEKU: POLOVIČENÍ PROTI  
GAMA



OBR. 16

# **FÁZOVÝ OMEZOVAČ HOVOROVÉHO SIGNÁLU**

**Konstrukce : Ing. Pavel Kubala, OK 2 VIX**

**Olomouc, srpen 1980**

**OK 2 KYJ**

## Fázový omezovač hovorového signálu

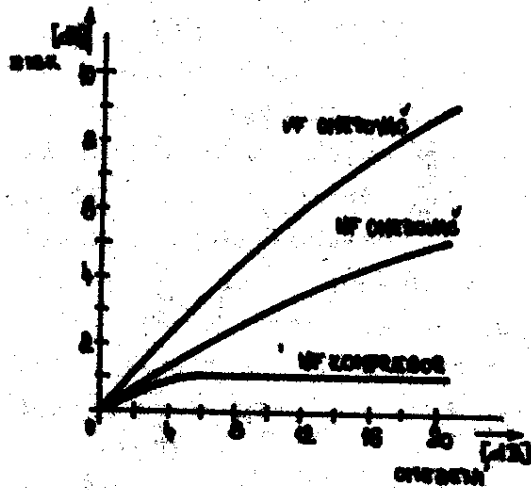
V časopise Radio č. 3/1980 [1] byl uveřejněn zajímavý článek s názvem "Fázové omezovače hovorových signálů". Autor zde popisuje základní způsoby omezení dynamického rozsahu hovorových signálů ať již v MF nebo VF sestě, čehož důsledkem je světelnost při poruchách, světlení dosahu a spolehlivosti radiového spojení. Na obr. 1 je uvedeno porovnání základních typů omezení či komprese. Autor se v článku zabývá dále principy dvou fázových omezovačů, a to paralelního a seriového. Druhý způsob se jevil jako velmi lákavý. Proto byl předmětem experimentálního ověření.

Nejdříve princip činnosti, který je velmi jednoduchý. Na obr. 3 je uvedeno blokové schéma omezovače, na obr. 4 potom zjednodušené průběhy signálu v jednotlivých bodech uvedeného schématu.

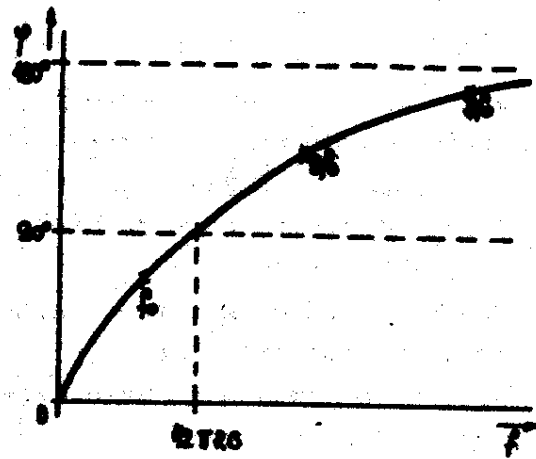
Signál z mikrofonu /předpokládán sinusový průběh o kmitočtu  $f_0$ / je nejdříve zesílen mikrofonním zesilovačem, na jehož zesílení v podstatě závisí stupeň omezení. Tento signál je omezen prvním diodovým omezovačem. Dále je zpracován fázovacím stupněm, kde dojde k fáz. posunu mezi jednotlivými harmonickými složkami - viz obr. 2 - , důsledkem čehož je zaoblení hran obdélníkového signálu a objevení se tvaru uvedeného na obr. 4c. Dalším diodovým omezovačem jsou potom vaniklé "výběžky" odstraněny a tvar signálu již připomíná původní sinusový průběh na vstupu prvního omezovače. Dolnofrekvenční propustí s mezním kmitočtem kolem 2,5 kHz jsou potom odstraněny sbytky harmonických složek nad této kmitočtem.

Pro pásmo hovorových signálů 300 Hz + 3 kHz doporučuje autor volit char. kmitočet zás. členu /0,5WRC/ z oblasti 500 + 600 Hz; v tom případě je výstupní napětí omezovače v rozsahu kmitočtů 300 Hz + 1 kHz blízké sinusovému.

Celkové schéma realizovaného omezovače je na obr. 5. Jako mikrofonního zesilovače je použito zapojení s MAA 145 [2], který slouží současně jako omezovač. Trimrem  $R_1$  je možno nastavit zesílení celého stupně. Jako mikrofonu bylo použito telefonního sluchátka 50Ω. Ve funkci prvního diodového omezovače jsou použity prvky  $R_3, D_1, D_2$ . Stupeň s  $T_1$  plní funkci fázovacího členu, fáz. posun dán  $\varphi = 2 \arctg 2\omega f \cdot R_{13} C_6$ . Funkci druhého diodového omezovače plní  $R_{14}, D_3, D_4$ . Emitorový sledovač s  $T_2$  slouží jako přispůsobovací stupeň pro nízkimpedanční dolnofrekvenční propust  $C_{10}, L_1, C_{11}$ . Dělič  $R_{17}, R_{18}$  slouží k nastavení potřebné



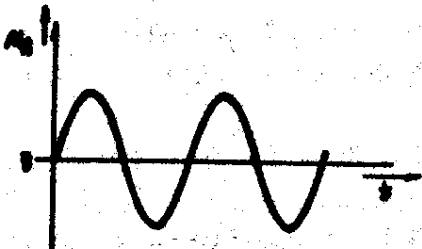
obr. 1



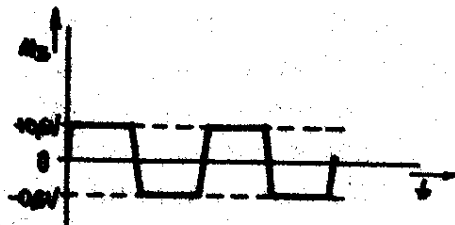
obr. 2



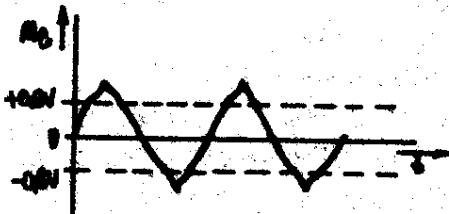
obr. 3



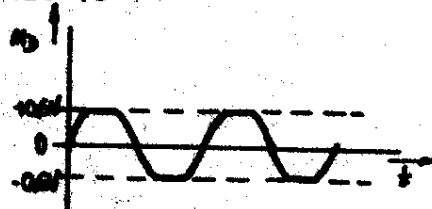
obr. 4a



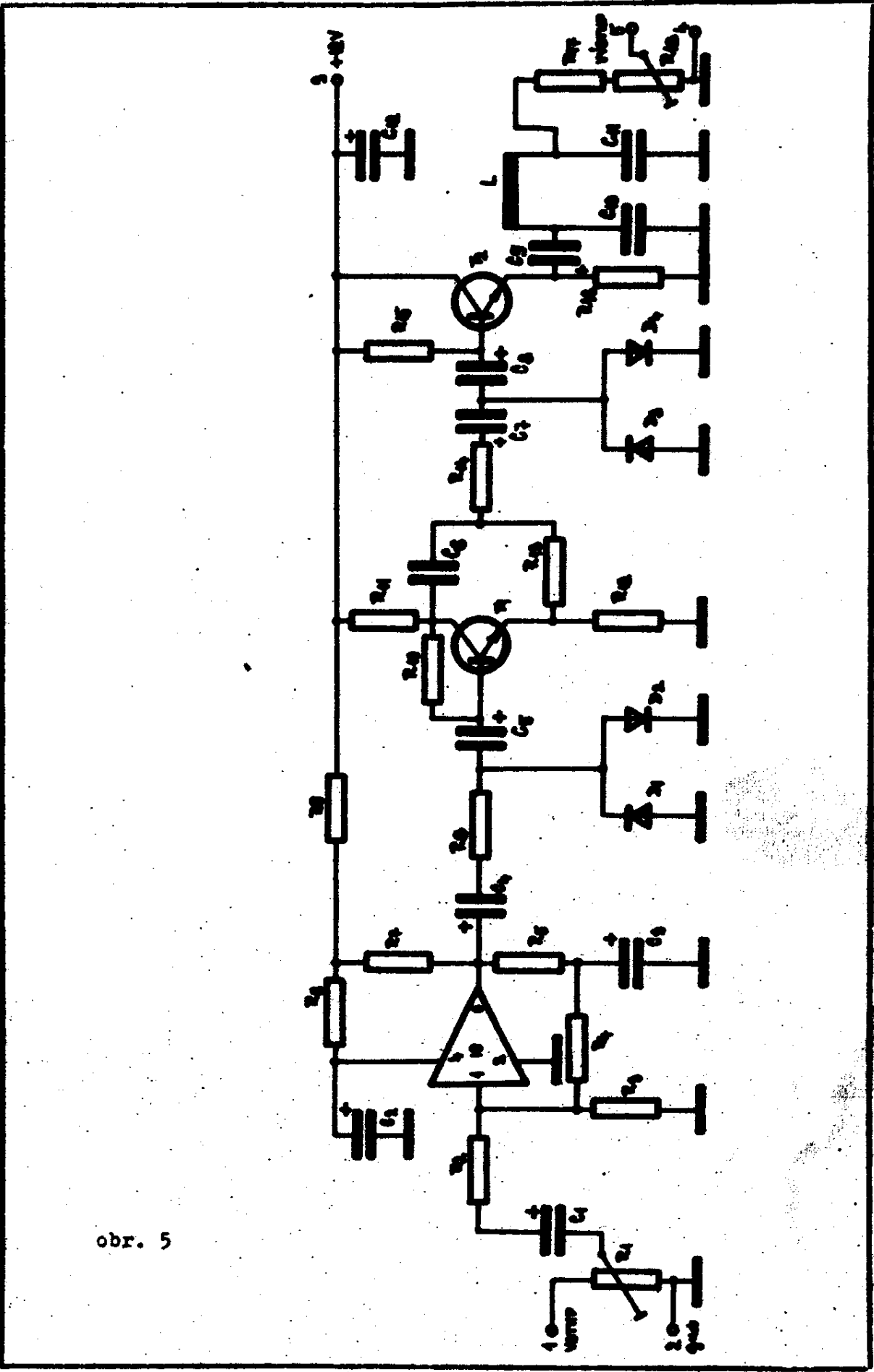
obr. 4b



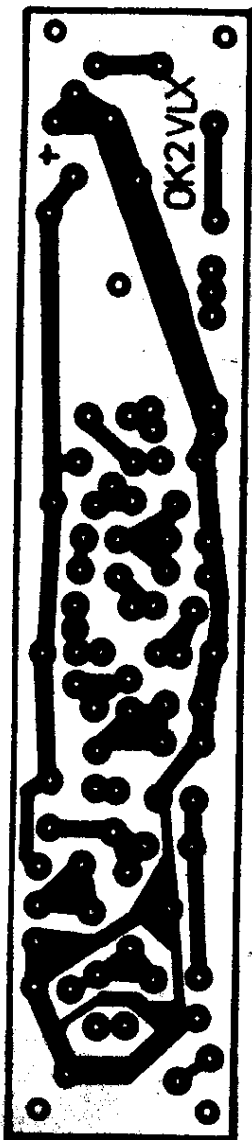
obr. 4c



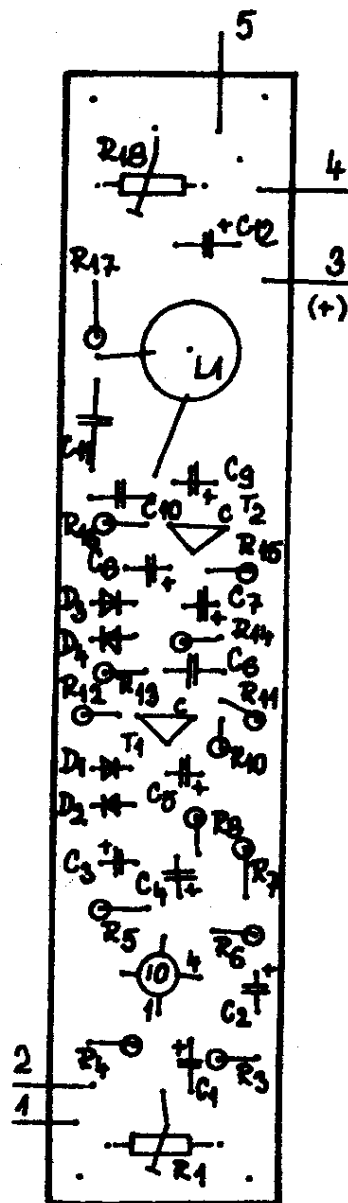
obr. 4d



obr. 5



obr. 6a



obr. 6b

úrovně výstupního signálu. Odporů  $R_2$  a  $R_9$  byly při realizaci vypuštěny.

Uvedený fázový omezovač byl realizován v několika exemplářích. Dosažené výsledky hovoří o zisku 1 + 2 S na přijímací straně, což je prakticky v souladu se srovnáním na obr. 1.

Na obr. 6a,b jsou plošné spoje a osazovací plán uvedeného omezovače. Napájecí napětí je v rozmezí 9 ÷ 12 V; je prakticky dáno použitým int. obvodem.

Použitá literatura :

- [1] Poljakov V.: Fázové omezovače hovorových signálů, Radio č. 3/1980, s. 22 + 25
- [2] OK 1 DAP : Nový umlčovač pro FM, RZ č. 3/1977, s. 10 ÷ 13



Seznam použitých součástek:

R<sub>1</sub> ... trimr 1k5, TP 040  
R<sub>2</sub> ... 8k2, TR 112a  
R<sub>3</sub> ... 18k, TR 112a  
R<sub>4</sub> ... 18k, TR 112a  
R<sub>5</sub> ... 33k, TR 112a  
R<sub>6</sub> ... 8k2, TR 112a  
R<sub>7</sub> ... 560, TR 112a  
R<sub>8</sub> ... 82k, TR 112a  
R<sub>9</sub> ... 560, TR 112a  
R<sub>10</sub>... M1, TR 112a /nastavení prac. bodu T<sub>1</sub>/  
R<sub>11</sub>... 1k2, TR 112a  
R<sub>12</sub>... 1k2, TR 112a  
R<sub>13</sub>... 8k2, TR 112a  
R<sub>14</sub>... 27k, TR 112a  
R<sub>15</sub>... M1, TR 112a /nastavení prac. bodu T<sub>2</sub>/  
R<sub>16</sub>... 1k2, TR 112a  
R<sub>17</sub>... 10k, TR 112a /nastavení výstupní úrovně/  
R<sub>18</sub>... trimr 1k5, TP 040

C<sub>1</sub> ... 2M, TE 984  
C<sub>2</sub> ... 5M, TE 984  
C<sub>3</sub> ... 2M, TE 984  
C<sub>4</sub> ... 2M, TE 984  
C<sub>5</sub> ... 2M, TE 984  
C<sub>6</sub> ... 33k, keramika  
C<sub>7</sub> ... 2M, TE 984  
C<sub>8</sub> ... 2M, TE 984  
C<sub>9</sub> ... 10M, TE 984  
C<sub>10</sub>... M1, keramika /není ideální/  
C<sub>11</sub>... M1, keramika /není ideální/  
C<sub>12</sub>... 10M, TE 984

L<sub>1</sub> ... 50 mH, navinuto na feritovém hrníčku

IO ... MAA 145  
T<sub>1</sub> ... KC 147 /148/  
T<sub>2</sub> ... KC 147 /148/  
D<sub>1,2</sub>.. KA 501  
D<sub>3,4</sub>.. KA 501

## M o d e r n í   V F O

Při stavbě každého komunikačního zařízení je většinou největším problémem kontrola kmitočtové ústředny. Nároky na stabilitu kmitočtu jsou mnohem větší než u běžných rozhlasových nebo televizních přijímačů. V moderních komunikačních zařízeních se používají různé modifikace kmitočtových syntetizérů. Pro amatéra to však není vhodné řešení jak z hlediska složitosti a ceny, tak i z důvodu provozu /ladění po skocích/. Jak tedy vyřešit problém plynulé změny kmitočtu na více pásmech při dobré stabilitě? je několik možností:

### 1. Premixer

Kmitočet proměnného oscilátoru /VFO/ se směšuje s druhým oscilátorem, který je řízen krystalem. Krystaly se potom přepínají pro jednotlivá pásma.

Nevýhody: a/ nutnost použití kvalitních filtrů přepínaných pro jednotlivá pásma pro odstranění nežádoucích produktů směšování,  
b/ potřeba sady krystalů, většinou těžko dostupných frekvencí.

### 2. Fázový závěs

Je to v podstatě otět premixer, na jehož výstupu je fázově zavěšen napětím řízený oscilátor /VCO/. Tím je odstraněna nevýhoda a/ , nevýhoda b/ zůstává. Je to však řešení

velmi dobré, i když složitější.

### 3. Přepínané VFO

Pomocí přepínače se přímo přepínají LC obvody oscilátoru pro potřebné frekvence.

**Výhoda:** není potřeba žádných krystalů, zapojení je jednoduché a tedy i levné.

**Nevýhoda:** obtížnost mechanické konstrukce, horší stabilita, hlavně na vyšších kmitočtech.

I přes tyto nevýhody používají spojení někteří výrobci komerčních zařízení /ATLAS, SWAN, atd./.

V dalším popisu se budu zabývat konstrukcí přepínaného VFO, které vyhoví pro běžný provoz na všech KV pásmech a po doplnění jednoduchou digitální stabilizací /DAFC/ splňuje i nejvyšší nároky na stabilitu.

U přepínaného VFO činí největší potíže volba vhodného přepínače. Musí to být robustní typ, nejlépe otočný, s malými přechodovými odpory a jednoznačnou aretací poloh. LC obvody musí být k přepínači připojeny co nejkratšími převody. Má-li přepínač současně ovládat další obvody /např. vstupní filtry/, klade to nemalé nároky na mechanickou koncepci zařízení. Proto jsem se rozhodl použít místo přepína-

če spínací diody. Toto řešení má několik výhod:

- a/ diody mohou být umístěny bezprostředně v blízkosti LC obvodu - odpadají tedy dlouhé spoje,
- b/ odpadne nevýhoda mechnického spínání /kvalita přepínače/,
- c/ přepínání je ovládáno pouze stejnosměrným proudem a použijeme-li k ladění VFO varikapu, dostaneme mechanicky kompaktní krabičku, kterou můžeme umístit na nejvhodnějším místě zařízení /např. z hlediska teploty/ a nejsme vázáni polohou žádných přepínacích ani ladících osiček.

Od této zvolené koncepce jsem byl mnohými amatéry zra-  
zován. Přepínání oscilátoru diodami prý vůbec nejde a ladění  
vari-kapem je nestabilní. Při dodržení dále uvedených zásad  
se však problém podařilo velmi dobře vyřešit.

Většina konstruktérů neuspěla proto, že se snažili spí-  
nat cívky pro jednotlivá pásma ke společnému ladícímu kon-  
denzátoru podle obr. 1. Náhradní spojení takového obvodu je  
na obr. 2.

Sériový odpor diody  $R_s$  se dostane mezi kondenzátor  
a cívku. I když hodnota  $R_s$  je u moderních spínacích diod  
velmi nízká, přesto způsobí prudké snížení  $Q$  obvodu podle  
vzorce

$$\frac{\omega L}{R} = Q$$

Takový oscilátor potom nekmitá buď vůbec a nebo velmi nestabi-  
lně. Jediná možnost byla, přepínat celé obvody LC ke spo-  
lečnému tranzistoru. To by však vyžadovalo použití vícená-

sobného ladícího kondenzátoru a to byl hlavní důvod, proč jsem se rozhodl použít varikapy. Impedance v místě spínání nesmí být ani příliš vysoká, ani nízká. Je rovněž třeba, aby rozkmit vř napětí nepřekročil stejnosměrné "otevřací" nebo "uzavřací" napětí na diodě. Jako nejvýhodnější se ukázalo spojení SEILER - oscilátoru v modifikaci se společnou bází. Jako spínací diody vyhoví prakticky libovolný křemíkový typ, např. KA206. Po přepnutí dojde k malému frekvenčnímu driftu vlivem ohřátí diody, to však trvá jen několik sekund. Na zapojení oscilátoru není nic pozoruhodného. Stabilita tranzistoru je zajištěna stejnosměrnou zpětnou vazbou na emitorovém odporu, další vazba je tvořena odporem 5k6 z kolektoru do báze. Kondenzátory v děliči jsou syroflexové, v laděných obvodech jsou keramické ze hmoty NO47. Cívky jsou na kostrách  $\varnothing$  5 mm. Pozornost je třeba věnovat materiálu dolaďovacích jader. Zvláště varuji před hmotami NO1, NO2 a NO5. Mají silně kladný teplotní koeficient. Nejvhodnější hmotou je H6 nebo N2, v nouzi je možno použít i H10 za cenu zhoršení jakosti Q na nejvyšších kmitočtech. Možná bude nejlepší starý dobrý ferocart /nezkoušel jsem/. Počty závitů a hodnoty kondenzátorů pro jednotlivá pásma jsou v tabulce /pro MF = 9 MHz/.

Druhý tranzistor slouží jako oddělovací stupeň. Je zajímavé, že jsem dosáhl s bipolárním tranzistorem lepších výsledků jako s FET BF 245. Třetí stupeň je běžný vř zesilovač. Pro buzení směšovače s diodami je dobré požit ještě další výkonný stupeň, ale ten umístít mimo krabičku VFO /teplota!/. Jako ladící prvky jsou použity varikapy typu KA 213 A. Stejně dobře a možná dokonce lépe by měly "chodit" KB 109. Pro dobrou teplotní stabilitu je nutno použít co nejvyšší rozsah ladícího napětí - v mém případě 4 až 27 V. Rozsah přeladění se potom upraví použitím malého kondenzátoru v seri s varikapem. Tento

kondenzátor značně sníží vliv "nepravostí" varikapu na stabilitu. Kdyby se varikap připojil přímo k laděnému obvodu, bylo by přeladění /rozsah pásma/ příliš velké, a kdyby se toto snížilo zmenšením rozsahu ladícího napětí, např. pouze 5 až 7V, teplotní závislost varikapu by se projevila daleko více. Pro stabilizaci ladícího napětí v žádném případě nevyhoví jenom Zenerova dioda. Je potřeba použít teplotně kompenzovaný stabilizátor, např. MAA550 nebo MAA723. U mobilních zařízení je nutno zhotovit měnič z 12V na asi 70V, které se potom přivádí na 30V stabilizátor, u síťových samozřejmě stačí vhodné vinutí na trafu.

Na obr. 4 jsou nakresleny obvody ladění včetně měniče a stabilizátoru. Za zmínku stojí použití 2 ladících potenciometrů. Je to další výhoda varikapů - zapojení se potom chová jako externí VFO ! Další otázkou je použití vhodného typu ladících potenciometrů. Běžné hmotové potenciometry nevyhověly ani se sebelepším převodem. Uhlíková dráha není prostě schopna na své délce rozlišit 10 000 bodů /např. na rozsahu 28 - 29 MHz ladit s přesností 100 Hz !/. Je nutno použít přesných víceobrátkových drátových potenciometrů známých např. z analogových počítačů. Mají různé názvy jako Aripot, Helipot, Telpot atd.

Dioda a odpor M1 na vstupu ladícího napětí VFO tvoří teplotně závislý člen, který do značné míry kompenzuje teplotní závislost varikapů. V případě potřeby je možno zařadit několik diod do série, příp. použít vhodný termistor. Odpor navíc zatěžuje běžec ladícího potenciometru a tím vlastně "kvadratinuje" jeho průběh. Tím se vyrovná nelineární závislost kapacity varikapu na napětí a průběh ladění je v celém pásmu rovnoměrný.

Celou jednotku VFO doporučuji umístit do frézovaného hliníkového odlitku pro získání velké teplotní setrvačnosti. Dříve jsem používal krabičku z kuprexitu s dvojitými stěnami vyplněnými molitanem. Měla zabránit pronikání tepla dovnitř. Dosáhl jsem však pravého opaku - teplo se hromadilo uvnitř a brzy teplota mnohonásobně převýšila teplotu v samotném zařízení.

Teplotní stabilita na kmitočtu 13 MHz je lepší než 150 Hz/hod /měřeno 15 min. po zapnutí/.

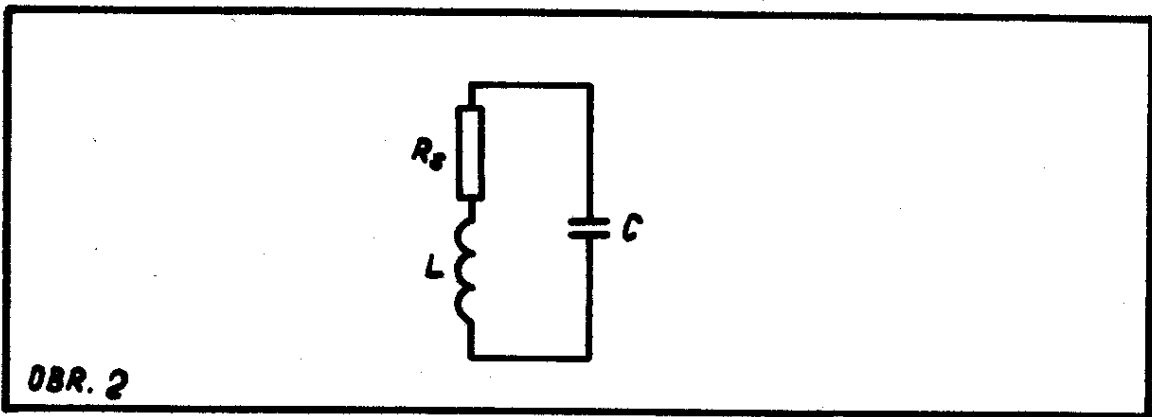
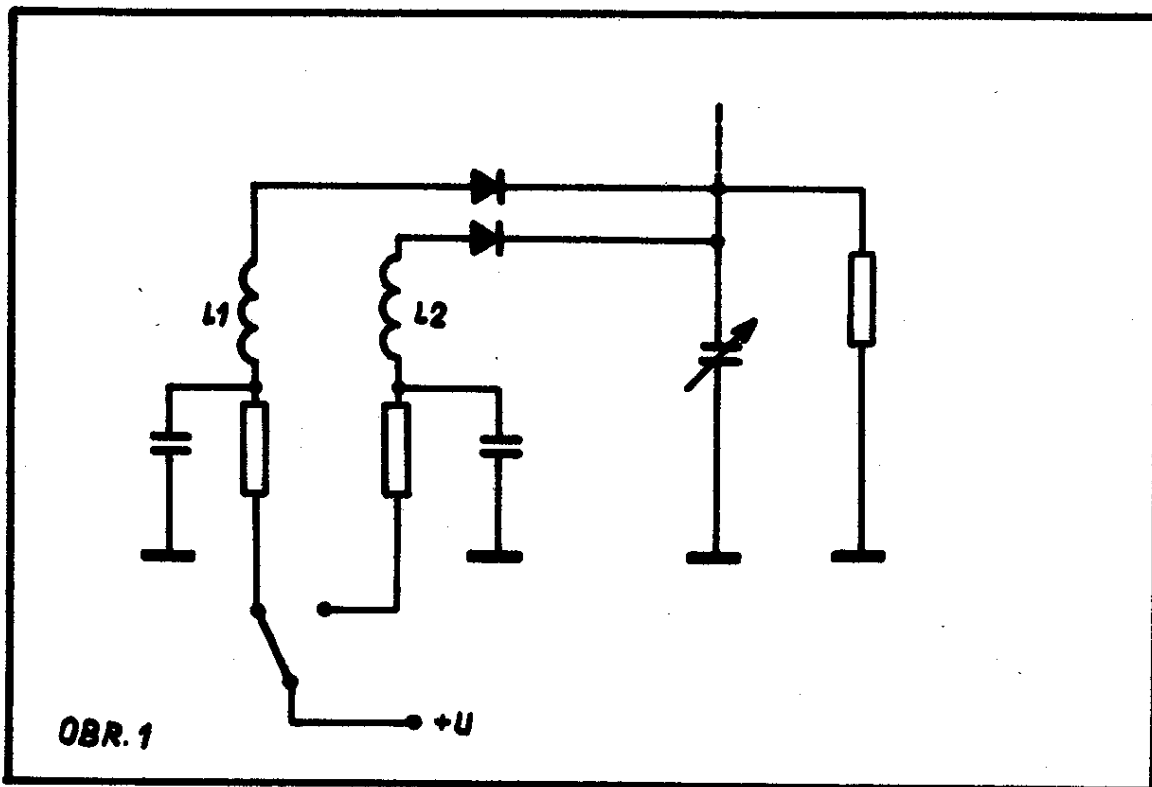
Stabilitu je možno dále zlepšit použitím primitivní digitální stabilizace /DAFC/. K tomu účelu je možné použít prakticky libovolné digitální stupnice. Toto zapojení jsem dosud neviděl nikde publikováno. Využívám známého faktu, že poslední čítač /stovek, nebo lépe desítek Hz/ vždy přeskakuje  $\pm 1$  digit. Na výstupu  $Q_A$  tohoto čítače /rozumí se výstup v BCD kódu/ se objeví log.1 v případě lichého čísla nebo log.0 v případě čísla sudého. Číslo 0 /dekadická/ se chová jako sudé číslo. Přivedeme-li tyto impulzy na integrační člen, dostaneme stejnosměrné napětí, které se buď zvyšuje - když frekvence inklinuje k lichému číslu, nebo snižuje - když frekvence inklinuje k číslu sudému. Toto stejnosměrné napětí se potom přes vhodný obvod přivádí na ladící varikapky, které působí opačnou změnu kmitočtu. Časovou konstantu integračního členu volíme tak velkou, aby se neprojevovalo "chvění" kmitočtu v rytmu frekvence čítání, ale nesmíme to zbytečně přehnat, aby doladování nebylo pomalé. V případě použití čítačů stovek Hz dostaneme frekvenční rastr po 200 Hz. Stabilitní polohy budou mezi čísly 1 - 2, 3 - 4, 5 - 6 atd. Nestabilitní polohy mezi čísly 0 - 1, 2 - 3, 4 - 5 atd.

Rastr 200 Hz se možná bude někomu zdát příliš hrubý. V běžném provozu na pásmech však naprosto vyhoví, protože max. chyba naladění je vlastně jenom 100 Hz. To je v tom nejhorším případě, když protistanice "padne" zrovna mezi 2 sko-

ky - potom k ní nemůžeme blíže než 100 Hz z jedné i z druhé strany. To v praxi nikdo nepozná, protože při volání výzvy se na mne většinou protistanice ladí s mnohonásobně větší chybou. Konečně většina profesionálních zařízení používajících syntetizér má skoky po 100 Hz a naprosto vyhovuje. Kdyby to přeci jenom někomu nestačilo, může předřadit další čítač pro desítky Hz. Potom bude rastr po 20 Hz. V obou případech bude stabilita VFO /nebo spíše už VCO/ rovna stabilitě krystalu použitého v digitální stupnici. Úprava zapojení je na obr. 5.

Na závěr bych chtěl vyslovit poděkování Jirkovi OKIAJU za informace o stavbě a zkušenostech z provozu druhého vzorku tohoto VFO.



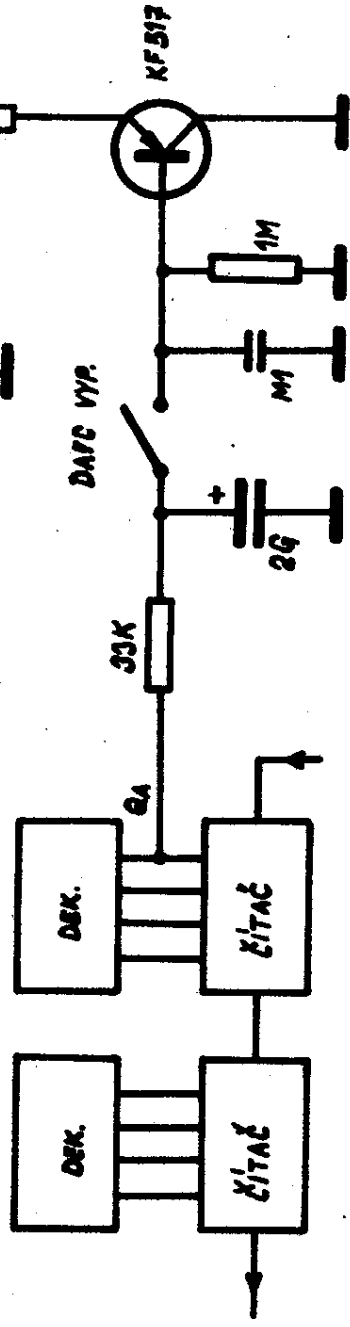
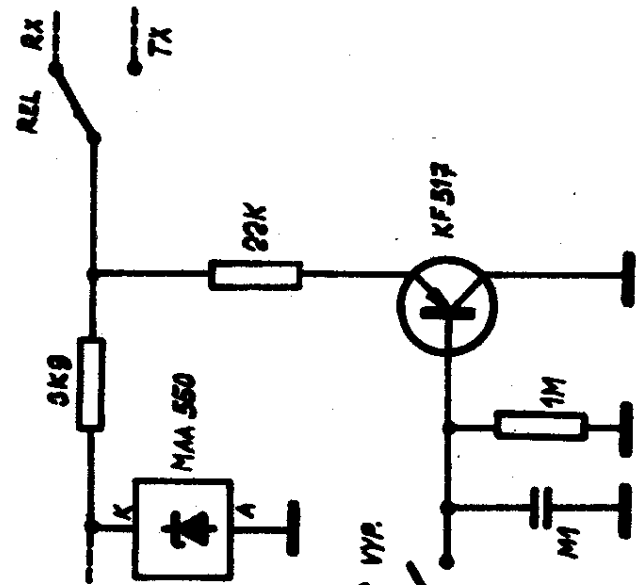
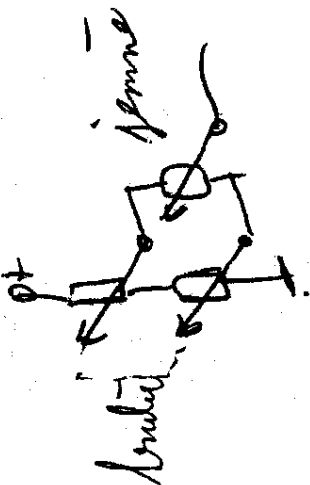


ПІСМО [m]	FRQ VFO [MHz]	C1 [pF]	C2 [pF]	L адв.
150	10,750 ÷ 10,950	22	13	30
80	12,500 ÷ 12,600	20	21	27
40	16,000 ÷ 16,100	17	42	18
20	5,000 ÷ 5,350	44	50	45
15	12,000 ÷ 12,450	20	20	27
10	13,000 ÷ 20,000	17	24	18

TAB 1







OBR. 5