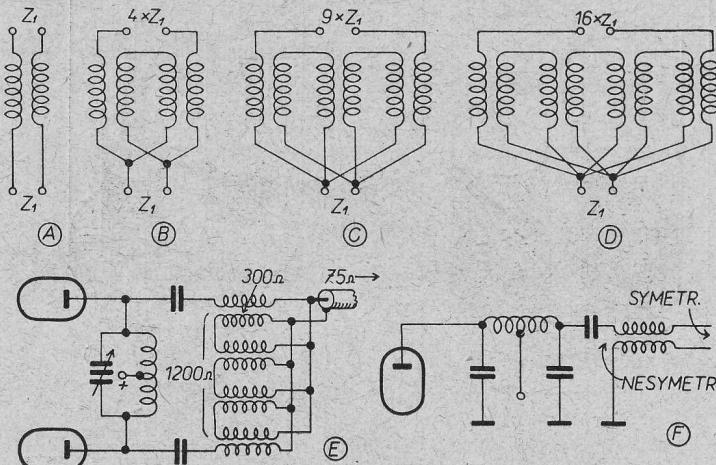


vátoru až do výkonu 150 W. Malé elevátory pro nepatrné výkony se běžně vyrábějí a prodávají k televizorům.

Řekli jsme si, že obě cívky můžeme různě kombinovat, jako to bylo naznačeno pro úseky dvoulinky na obrázcích 6-66A až E. Zajojíme-li cívky na obou koncích paralelně, vznikne transformace 1 : 1 a při tom mohou být na obou stranách jak symetrické, tak i nesymetrické přípojky. Obě cívky jsou skutečně paralelní, tj.



Obr. 6-68. Příklady možnosti použití elevátorů.

bylo by možno je nahradit jedinou cívkou navinutou dvoudrátem o charakteristické impedance poloviční. Jde-li tedy pouze o symetrizaci při transformačním poměru 1 : 1, stačí pouze jediná cívka navinutá příslušným dvoudrátem (obr. 6-68A).

Potřebujeme-li naopak transformační poměr větší než 1 : 4, můžeme kombinovat více cívek. Impedanční přizpůsobení cívek musí tomu ovšem odpovídat. Několik kombinací je na obr. 6-68A až D. Vícenásobná transformace může být například použita na přizpůsobení anodového symetrického obvodu na koaxiální kabel (obr. 6-68E).

## VII.

### MĚŘICÍ A KONTROLNÍ POMŮCKY

Jak je pro úspěchy v provozu důležitý způsob a kvalita modulace a jak si kvalitu kontrolovat, je stručně shrnuto v první části této kapitoly.

V KV amatér se však neobejdje ani bez některých měřicích pomůcek, speciálně přizpůsobených pro tato vysoká kmitočtová pásma. Bez nich bychom tápali a úspěchy by se staly jen produktem náhody.

## Modulace a její účinnost

### VII-1. MODULACE JE PROBLÉM ÚČINNOSTI VYSÍLAČE

Základy modulace nemohou být zařazeny v této příručce, stejně jako popisy modulátorů a různých způsobů modulace. Tyto znalosti je nutno čerpat ze základních publikací (*Amatérská radiotechnika*). Probereme si tedy jen některé důležité připomínky a doplňky.

Dobře promodulovaná nosná vlna je stejně důležitá jako dobrá anténa. Na amatérských VKV pásmech převládá fone-provoz (u KV je to naopak) a mělo by se předpokládat, že VKV amatéři věnují modulaci alespoň také pozornosti, kolik věnují KV amatéři kvalitě tónu, klikšum a klíčování vůbec. Praxe na pásmech nasvědčuje tomu, že správně modulovaný vysílač je stále ještě vzácností. Při výměně reportů jen zřídka věnujeme pozornost modulaci a spokojíme se většinou s údaji, jako: „málo modulováno, přemodulováno, dobrá, dutá, ostrá atd.“, prostě nejrůznější přirovnání, nemající nic společného s technikou.

Co je toho příčinou? Účelem a cílem amatérského vysílání přece není jen bezduchá zábava, spočívající v nekonečném přehrávání nových šlágrů (*ostatně, odporuje to i koncesním podmínkám*). Většina stanic pracuje fonicky a jde-li o spojení s horšími podmínkami, pak je lépe sáhnout po telegrafním klíči. Položme si otázku: je skutečně tak velký rozdíl mezi provozem  $A_1$  a  $A_3$  a v čem spočívá?

Při provozu  $A_1$  (telegrafii) je veškerá energie přenášená k přijímači nositelem informací. Mimoto ji lze přijímat na extrémně úzkopásmový přijímač a výkon vysílače v okamžiku zaklíčování může být ještě navíc, řekněme dvojnásobný než výkon přípustný pro trvalé zaklíčování.

Při provozu  $A_3$  (telefonii) je výstupní energie přenášená k vysílači rozložena na dvě části – energie nosné vlny a energie obou postranních modulačních pásem. Při stoprocentním promodulování jediným čistým tónem je výkon nosné vlny stejný jako výkon obou postranních pásem dohromady. Při modulaci mluveným slovem

může být střední stupeň promodulování pouze kolem hodnoty 25 % (nemá-li být ve špičkách promodulováno na 100 %). Poněvadž nositelem informací při provozu  $A_3$  jsou pouze ona postranní pásma a nosnou vlnu pro přenos informací nepotřebujeme, je využití výstupní energie jenom částečné.

Srovnáme-li tedy dvojnásobnou využitou energii při provozu  $A_1$  například se čtvrtinovou využitou energií (a to je hodně promodulováno) při provozu  $A_3$ , zjistíme rozdíl 9 dB. Přimyslíme-li si možnost zúžení pásmo v přijímači, je rozdíl ještě nápadnější. – Tedy rozdíl tu skutečně je a značně veliký.

Tím horší je situace, když si tento rozdíl sami ještě zhoršujeme. Nejjprimitivnější chybou, o které bychom zde ani neměli mluvit, je malý stupeň modulace. Nejčastějším zhoršením možností dobré modulace je nevhodný kmitočtový průběh modulačního řetězu, který omezuje užitečné promodulování. – A naopak, máme možnosti, jak rozdíl mezi dosahem  $A_1$  a  $A_3$  nejenom nezhoršovat, ale dokonce zlepšovat. Jak tedy postupovat?

Pro zlepšení účinnosti fonického provozu lze podniknout některá opatření, z nichž každé přinese zlepšení.

## VII-2. KONTROLA MODULACE

Prvním požadavkem je možnost měření nebo kontroly modulace. Nejjednodušším zařízením je indikátor přemodulování. Při anodové modulaci dochází k přemodulování, přestoupí-li maximální špičkové modulační napětí hodnotu anodového napětí. V takovém případě nastává ve špičkách změna polarity výsledného anodového napětí (obr. 7-01A). Pro zjištění negativních špiček napětí stačí připojit miliampermetr přes dostatečně odolnou diodu. Indikátor může být nastaven i na nižší hodnotu, poněvadž klesnutí anodového napětí na nulu je nutno považovat za krajní mez (obr. 7-01B). Zvláště jde-li o kombinovanou modulaci anoda – stínicí mřížka, je nutno nastavení indikátoru upravit.

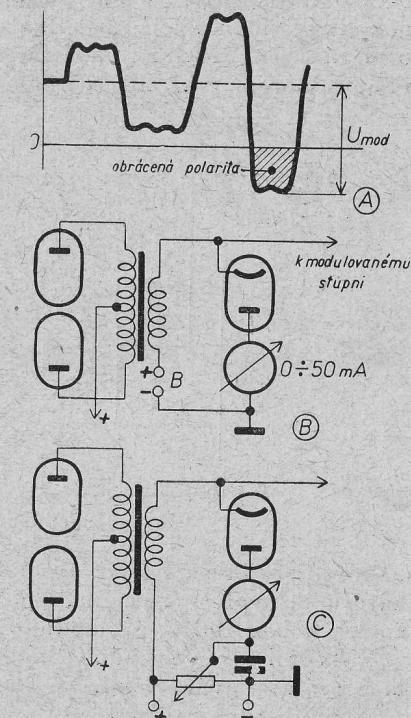
Dioda je namáhána inverzním napětím rovným dvojnásobku anodového napětí. Hodí se pro to nejlépe rtuťová nebo vakuová usměrňovací elektronka. Žhavení musí být provedeno samostatným transformátorem s dobrou izolací.

Správné nastavení modulace se nejlépe provede pomocí osciloskopu (známé metody). Existují i pomocné přístroje, ukazující přímo stupeň promodulování. Je výhodné vybavit výstup modu-

látora spolehlivým měřicím přístrojem, jehož citlivost je možno nastavit. Takové zařízení pomůže udržet modulaci během vysílání na správné hodnotě.

Nastavení výstupního měřiče modulátoru provádíme čistým tónem nf generátoru. Stupeň promodulování sledujeme osciloskopem. Nastavíme-li si měřič tak, že 100 % promodulování tónem bude ukazovat také 100 % výchylky, budeme muset při modulování slovem počítat s tím, že již při výchylce kolem 20 : -30 % bude modulace dosahovat ve špičkách 100 % i více. (Pokud nepoužijeme špičkového měřiče.) Pro modulování hudbou je toto procento jiné a řídí se druhem hudby. Měříme-li však jenom špičky (špičkovým voltmetrem, neonkou, nebo magickým okem), dojde opět k nesprávnému nastavení. Zhotovení dobrého indikátoru modulace předpokládá použití speciálního měřicího přístroje s extrémně nízkou časovou konstantou a při tom s výborným tlumením systému. Nízká časová konstanta umožňuje reakci na krátké modulační špičky a dobré tlumení zabraňuje přístroji překmitnutí setrvačnosti přes skutečnou hodnotu měření špičky. Takové přístroje nejsou běžně k dostání.

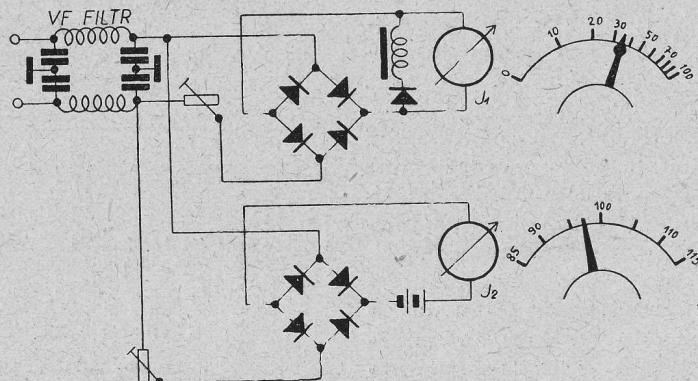
Užitečný přístroj pro kontrolu modulačního výstupu z dosažitelných součástek je na obr. 7-02. Skládá se ze dvou samostatných přístrojů  $I_1$  a  $I_2$ . Přístroj  $I_1$  ukazuje střední hodnotu napětí. Průběh jeho stupnice upravíme připojením paralelního kuproxového nebo selenového článku tak, že stupnice je pro nižší napětí roztažena a pro vyšší stlačena. Takové rozdělení se přibližuje poměrovému měření a je pro měření nízké frekvence výhodnější. Abystroj lépe reagoval na krátké špičky, můžeme vložit do série s kuproxovým bočníkem velkou indukčnost, mající minimální



Obr. 7-01. Indikace přemodulování a omezení inverzních proudů.

ohmický odpor. (Všechny hodnoty závisí na použitém přístroji a na napětí, které pro měření využijeme. Vhodné je samostatné vnitřní modulačního transformátoru, dávající napětí 5–10 V.)

Druhý přístroj ukazuje špičkové hodnoty. Vyhovuje tomu malý měřicí přístroj s lehkým systémem. Na usměrňovači je zapojen přes baterii (1 až 2 články) s opačnou polaritou (články vydrží několik měsíců i déle). Výchylka se objeví až když výstupní napětí usměrňovače přesahuje napětí baterií. Tento druhý přístroj nastavíme odporem tak, aby při 100 % modulaci ukazoval například



Obr. 7-02. Jednoduchý měřič úrovně.

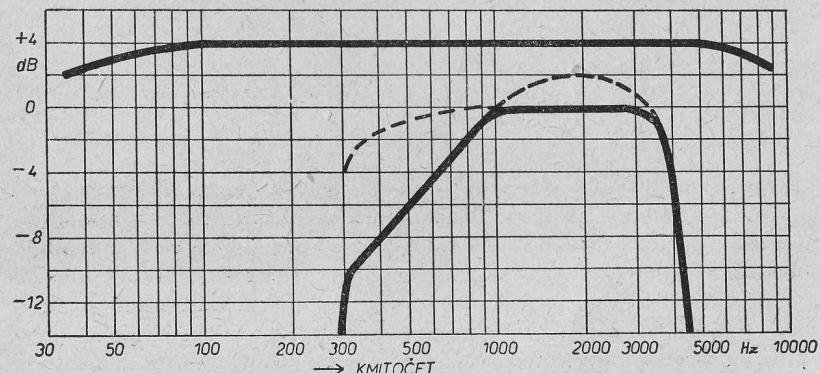
na střed stupnice. I když absolutní čtení tohoto špičkového indikátoru je nepřesné, je jinak spolehlivým ukazovatelem existence špiček kolem 100 % promodulování.

V dalším textu poznáme, kolik výhod má takový měřic modulace pro zvyšování účinnosti vysílání. I bez dalších doplňků například zjistíme veliký rozdíl mezi špičkovými hodnotami mluveného slova a střední hodnotou a jak se tento poměr může měnit jednak způsobem mluvy a jednak vzdáleností mikrofonu. I to má nemalý vliv na účinnost modulace.

### VII-3. JAKÝ VLIV MÁ KMITOČTOVÝ PRŮBĚH

Praktické zkušenosti z provozu při používání vhodné kontroly modulace (například popsaný dvojitý přístroj) nás přivedou do situace, že report protější stanice bude říkat „málo promodulo-

váno“ a přístroj bude říkat, že je dobře promodulováno. Co teď a kdo má pravdu? Patrně oba mají pravdu. Rozpor spočívá v tom, že modulace má mnoho vysokých špiček, které nás přinutily modulaci utlumit, a užitečná hlasitost, která je vlastním nositelem informací, je malá. Vyžaduje to především prověřit modulační řetěz, nenastává-li nějaké nakmitování, zkuste otočit polaritu modulačního vedení. Mluvené slovo má značnou nesymetrii kmitů, která může způsobit zhoršení vlivem špiček při nevhodné polaritě. Dále



Obr. 7-03. Úprava kmitočtového průběhu modulátoru.

je nutno prověřit jak mluvu samotnou, tak i vzdálenost od mikrofona.

Velký vliv na stupeň promodulování má kmitočtový průběh modulátoru a konec konců i hlasový charakter, tj. rozložení zvukového spektra mluveného slova operátora. Zdůraznění hlubokých tónů dodává sice reprodukci určité efektnosti, ale je překážkou zvýšení stupně modulace, neboť čím nižší je kmitočet, tím větší je rozkmit modulačního napětí. Při tom hluboké tóny vůbec pro dobrou srozumitelnost nepotřebujeme, ba naopak za ztížených podmínek ji zhoršují. Zlepšení modulačních poměrů tedy vyžaduje naopak nízké kmitočty potlačit. Z hlediska účinné modulace a srozumitelnosti je výhodné všechny kmitočty pod 300 Hz potlačit a kmitočty pod 1000 Hz tlumit směrem k nižším v poměru 6 dB na oktavu (obr. 7-03).

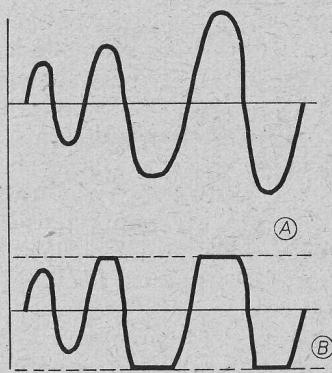
Poněvadž ani nejvyšší kmitočty zvláštní měrou nepřispívají ke srozumitelnosti a přijímač umožňující poslech vysokých kmitočtů úměrně se šírkou pásmo zvětšuje šum a tím se podíl na srozumitelnosti ještě více zhoršuje, nemá ani smysl vysoké kmitočty vysílat.

Široké spektrum modulace zhoršuje i účinnost modulovaného zesilovacího stupně.

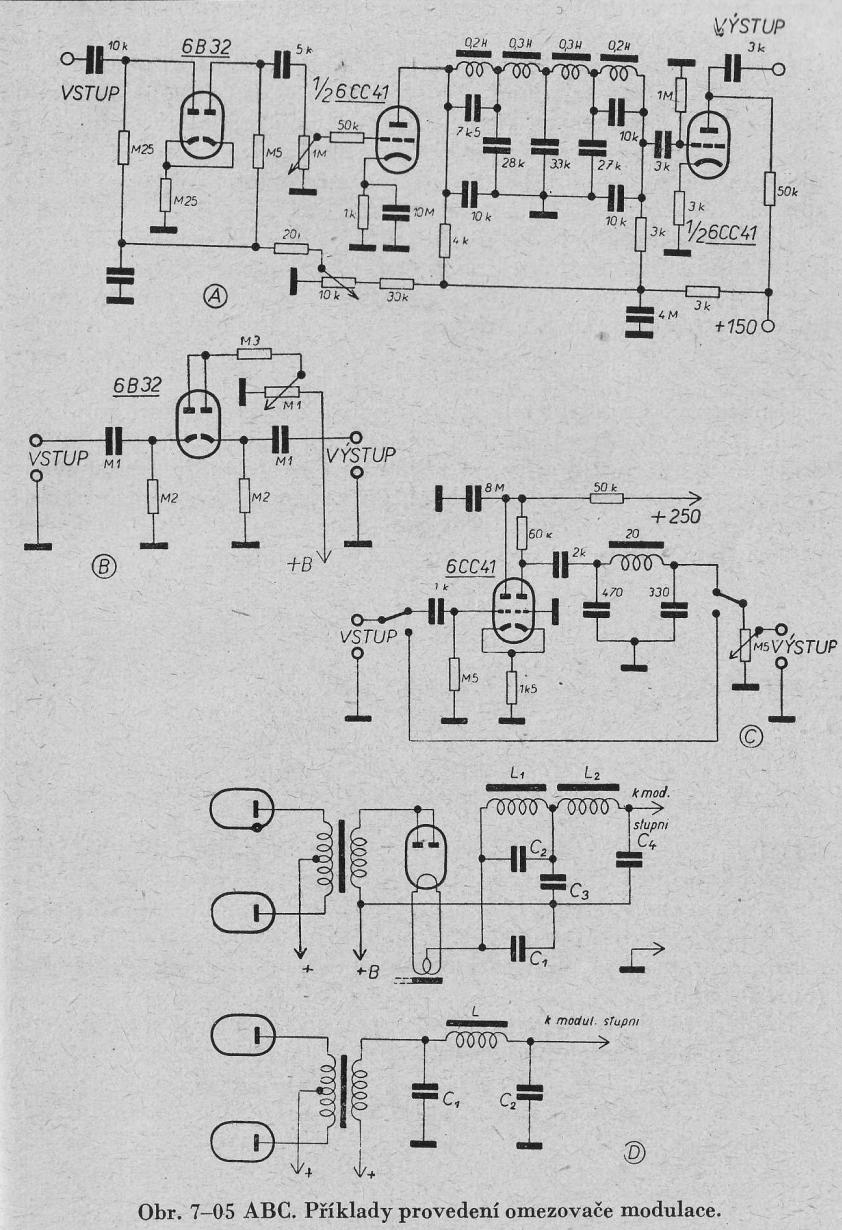
Omezujeme proto i kmitočtový průběh směrem k vyšším kmitočtům i u modulátoru, a to tak, že potlačíme všechny kmitočty nad 3,0 až 3,5 kHz, jak ukazuje uvedený obrázek. Nebude na škodu, bude-li výsledný průběh podle čárkovánoho průběhu. Když toto všechno vyčerpáme, nebude zdaleka všechno v pořádku. Teprve nyní je možné přistoupit k dalšímu zlepšení, které spočívá v umělém omezení špiček.

#### VII-4. OMEZOVAČ AMPLITUDY

Jsou dva způsoby omezení špiček. Jedním je tzv. kompresor, tj. přístroj, který stlačuje (komprimuje) dynamiku modulačního napětí. Pro amatérskou techniku je výhodnější druhý způsob – omezovač, poněvadž jeho parametry jsou pro amatéra konkrétnější a lépe nastavitelné. Omezovač modulace (v zahraničních pramezech CLIPPER-FILTER) spočívá v tom, že všechny špičky přesahující určitou úroveň prostě odřízneme (obr. 7-04). Takovým odříznutím zavedeme do modulace nepřijemné zkreslení, které podstatně zhorší jakost přenosu. Vzhledem k tomu, že kmitočtový průběh zesilovače jsme si již před tím upravili podle minulého odstavce a vzhledem k tomu, že rozložení spektra řeči je takové, že největší amplitudy mají kmitočet kolem 1,2 až 2,5 kHz, postihne odřezávání špiček právě tyto kmitočty. Je-li odřezávání symetrické, bude harmonické zkreslení zastoupeno nejvíce lichými harmonickými (třetí a pátou atp.). Na výstupu z omezovače se tedy objeví nežádoucí kmitočty hlavně počínaje 3,6 kHz a výše. To jsou kmitočty, které pro srozumitelnost již nepotřebujeme a které zbytečně rozšiřují šířku pásmá. Tedy odříznutím kmitočtů od 3,5 kHz výše jednak klesne harmonické zkreslení na přijatelnou míru (zůstanou ojedinělá zkreslení nižších tónů) a jednak se zbavíme zbytečné šířky pásmá základního zvukového spektra. Filtr,



Obr. 7-04. Odřezávání modulačních špiček.



Obr. 7-05 ABC. Příklady provedení omezovače modulace.

který jsme v předešlé statí použili na odřezání vysokých kmitočtů, zapojíme nyní až na omezovač.

Omezení amplitudy lze provádět dvojím způsobem: dvěma diodami nebo dvěma triodami. Na obrázku 7-05 je několik příkladů omezovačů s příslušným filtrem. Provedení A je klasický „Clipper-filter“ s dvojitou diodou a dobře dimenzovaným filtrem. Obrázek ukazuje, že je nutno nahradit útlum omezováním a filtrací přidáním zesilovačů.

Příklad C je použití dvojité triody 6CC41 nebo ECC82, 12AU7. Toto zapojení nepotřebuje žádné další zesilovací stupně. Nedosáhne-li úroveň modulačního signálu hranice pro omezování, pracuje elektronka jako lineární zesilovač s malým zkreslením. Výstupní filtr pro potlačení zkreslení je jednodušší, ale plně vyhovující.

Omezovače amplitudy je možno použít až na výstupu modulátoru. Je-li modulátor zapojený ve třídě B, stačí změnou transformačního poměru odbočky na sekundáru výstupního transformátoru nastavit takové přizpůsobení, při kterém stoprocentní modulace odpovídá saturačnímu výkonu zesilovače. Zkreslení omezíme filtrem, jehož hodnoty spočítáme podle vztahů:

$$R = \frac{e_a}{i_a} \quad [\text{k}\Omega, \text{V, mA}] \quad [7-01]$$

$$C_1 = C_2 = \frac{0,064}{R} \quad [\mu\text{F, k}\Omega] \quad [7-02]$$

$$L = \frac{R}{7,85}, \quad [\text{H, k}\Omega] \quad [7-03]$$

kde  $[e_a =$  anodové napětí modulovaného vf stupně a  $i_a =$  jeho anodový proud]. Omezovač tohoto provedení je vhodný pro definativně upravené vysílače, se kterými nechceme mnoho experimentovat. Omezovač na výstupu je možno upravit podobně jako diodový s tím, že musí být použito výkonných usměrňovacích elektronek (obr. 7-05D).

Několik předešlých odstavců ukazuje, co všechno je možno zlepšit na modulovačních poměrech.

## VII - 5. EKONOMIE POSTRANNÍCH PÁSEM

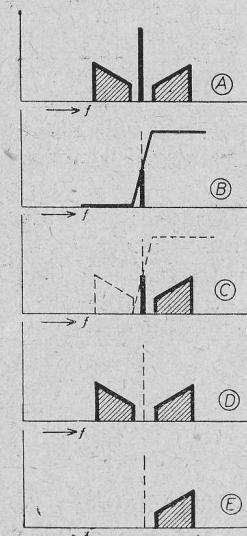
Všechno, co bylo až dosud uvedeno o účinné modulaci, zdaleka nevyčerpává všechny možnosti. Na začátku bylo řečeno, že vyzářená energie je rozdělena na nosnou vlnu a na dvě postranní pásmá. Bylo také řečeno, že pro přenos informací všechno plně nevyužíváme. Tím jsou naznačeny cesty k dalšímu zhospodárnění modulačních poměrů. Ale zde musí nastoupit vyšší technika.

Spektrum normálně amplitudově modulované nosné vlny (s kmitočtovým průběhem 300–3500 Hz) je naznačeno na obr. 7-06A. Kdybychom za výstup vysílače zapojili hornopropustný filtr podle průběhu B, zmizelo by nám jedno postranní pásmo a nosná vlna by měla poloviční úroveň. Takto upravený signál byl by však stejně účinný na přijímací straně jako před úpravou. Jinými slovy – mohli bychom na úkor potlačení poloviny signálu zvýšit výkon zbytku na dvojnásobek. Tohoto způsobu modulace se používá u televizních obrazových vysílačů, kde je otázka šířky pásmá zvlášť závažná.

Uprava vysílání uvedeným způsobem nevyžaduje žádných úprav na přijímací straně. Odfiltrování jednoho pásmá a polovice nosné vlny ve vysílači pro VKV nelze snadno provádět na výstupu nebo kdekoli jinde na vysokých kmitočtech, ale je nutno použít modulace na velmi nízkých kmitočtech a po odfiltrování teprve zvyšovat kmitočet směšováním (*nikdy násobením*) jako u vysílačů pro provoz s jedním postranním pásem.

Použijeme-li pro modulaci tzv. *balančního modulátoru* (byla o něm řeč v kapitole 4. ve statí o směšovacích budičích), je možno při dobrém vyvážení získat na výstupu pouze obě postranní pásmá bez nosné vlny (obr. 7-06-D). Také v tomto případě můžeme zvýšit výkonové využití koncového stupně vysílače. Navíc je zde výhoda v tom, že výkon postranních pásem je závislý na modulaci. Úroveň středního výkonu je značně nižší než špičkový výkon, řekněme poloviční. Hodnota je opět závislá na druhu modulace, stupni omezení atd.

Vysílání s úplně potlačenou nosnou vl-

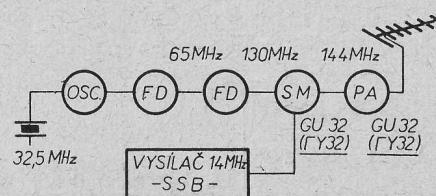


Obr. 7-06. „Ekonomie postranních pásem“.

nou vyžaduje na straně přijímače nosnou vlnu opět nahradit. Bez nosné vlny dojdou signály stejně dobře k přijímači, ale jsou nečitelné a teprve přidáním kmitočtu odpovídajícího nosné vlně je možno signály demodulovat.

Přechod mezi normálním modulačním režimem a provozem s postranními pásmeny je způsob potlačování nosné vlny podle modulace. K signálu bez nosné vlny přidáme jen tak, aby nosné vlny, kolik je potřeba pro demodulaci bez úprav přijímače. V mezerách mezi slovy nepřidáme žádnou, nebo jen stopu a při mluvení jen podle obalové křivky průběhu modulace. Takováto úprava modulačního režimu také přináší lepší využití vysílače. Lze ji pochopitelně kombinovat ještě potlačením jednoho postranního pásma. Za výhodu proti vysílání bez nosné vlny lze považovat jednoduchost přijímačů vzhledem k tomu, že získání dostatečně stabilního přijímače nutného pro příjem bez nosné vlny je přece jen obtížnější.

A konečně na obrázku 7-06E je tvar spektra vysílání **jediným postranním pásmem (SSB = Single-Side-Band)**. Cesta vysílání SSB na VKV pásmech vede přes krátkovlnné vysílače. Například 14,3 MHz s modulací SSB se směšuje s kmitočtem 130 MHz. Použijeme přijímače, vybavené možností příjmu SSB signálu a doplníme jej konvektorem s velmi stabilním oscilátorem (obr. 7-07).



Obr. 7-07. Blokové schéma VKV vysílače pro provoz s jedním postranním pásmem.

Na těchto stránkách nelze dále rozvíjet tuto techniku, je však nutné upozornit na její výhodnost pro VKV, zejména pro pásmo 144 MHz. Technice SSB bude jistě i nadále věnováno v odborném tisku a v odborných publikacích dost místa, aby zbylo i pro aplikaci VKV.

## VII-6. KLÍČOVÁNÍ

Telegrafnímu provozu na VKV pásmech jsme vlastně přivykli až v posledních letech, zejména v období maxima sluneční činnosti v roce 1958. Zdá se, že časté podmínky pro dálkové spoje přiměly i zapřísahlé odpůrce telegrafie k používání klíče. S klíčováním VKV

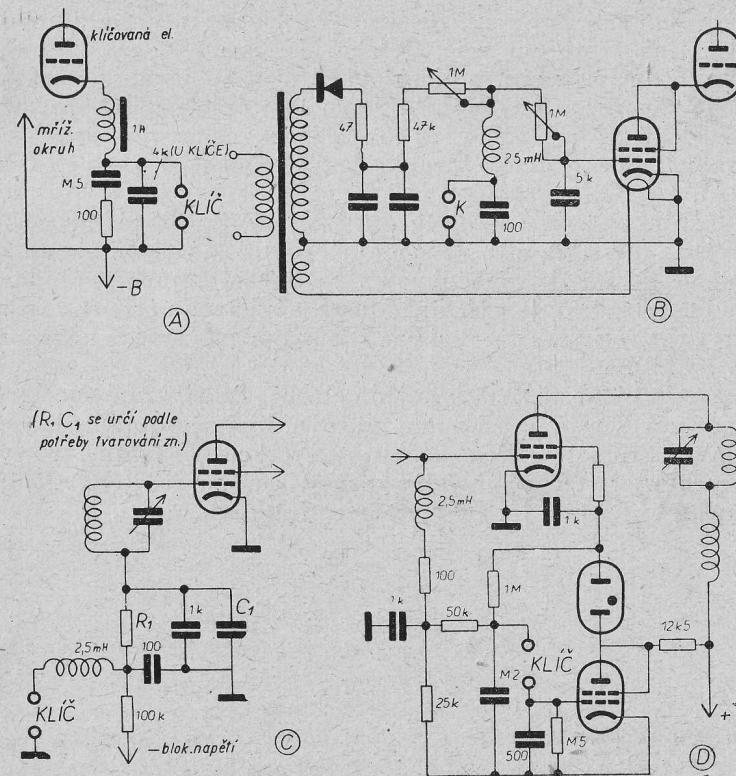
vysílačů to je asi tak jako s modulací. Leccos si dovolíme, co by na krátkých vlnách neobstálo. Zopakujeme si proto některé základní poznatky.

Klíčovaný vysílač je vlastně stoprocentně amplitudově modulovaný vysílač obdélníkovými pulsy. Má-li mít schopnost vysílat telegrafní značky, aniž by současně ohrozil sluchové bubínky operátora, musí mít dvě důležité vlastnosti:

1. *nesmí mít žádné parazitní oscilace ani v klíčované stupni ani v následujících;*

2. *musí mít klíčovací obvod uspořádaný tak, aby byl schopen vytvářet správně tvarované nástupní a sestupné hrany značek.*

Pro splnění těchto podmínek je důležitá volba, který stupeň



Obr. 7-08. Příklady klíčovacích obvodů.

vysílače máme klíčovat. Zásadně nelze klíčovat oscilátor, i když je krystalem řízený. Kuňkání, které by mohlo být přijatelné na základním kmitočtu, se po vynásobení stane nesnesitelné. Totéž platí pro klíčování prvního stupně za oscilátorem.

Klíčování stupně, za kterým následuje ještě několik násobičů, způsobuje, že správně tvarované (zaoblené) značky se vlivem omezovacího procesu v násobiči opět stanou příliš ostrými. Z toho plynne ponaučení, že nemáme nikdy klíčovat další než druhý stupeň od konce a nikdy těsnější než ob jeden od oscilátoru. Někdy pro takovou volbu nemáme dostatek možností a vyžaduje to přidat další oddělovací stupně. Rozhodně se to vrátí v podobě dobrého výsledku, a proto v takovém případě nelitujeme nějakou tu pentodu.

Klíčování má několik možností. Klíčování katody lze považovat za nejjednodušší. Zde se klíčuje značný proud a možnosti tvarování značek jsou proto omezené. Daleko více možností má klíčování mřížky. Princip spočívá v přerušování (nebo spojování do krátka) velkého záporného předpětí, které v klidu úplně zablokuje klíčovanou elektronku. Mřížkové klíčování je možno provést na základě vlastního zablokování elektronky bez přiváděného předpětí (obr. 7-08A).

Klíčování mřížek u vysílačů pro VKV není příliš oblíbené (bez vážnějších důvodů), a to většinou jen proto, že celkem neradi zasahujeme do mřížkových obvodů. Zesilovací stupně pentodové, případně tetrodové je výhodné klíčovat v obvodu stínící mřížky. Dobrých výsledků dosahujeme použitím závěrné elektronky (obr. 7-08B).

Posouzení jakosti značek je jednoduché. Příliš strmé značky se ozvou samy v přijímači i mimo pracovní kmitočet (o televizorech nemluvě). Příliš zaobalené značky znějí měkce, nevýrazně, při vyšších rychlostech tečky splývají a značky jsou špatně čitelné. Jakost klíčování by se měla i u VKV amatérů stát otázkou cti.

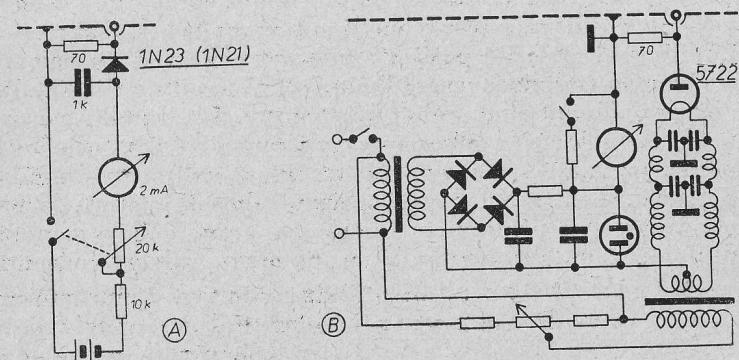
## B

### Měřicí pomůcky pro VKV

#### VII-7. ŠUMOVÝ GENERÁTOR

Úspěšné experimentování v oboru VKV se neobejdě bez základních pomůcek a měřidel, většinou speciálně přizpůsobených pro tyto kmitočty.

Šumový generátor je tak jednoduchý přístroj, že je těžko si představit něco jednoduššího. Nejsložitější je získání vhodné diody. Pro šumový generátor se mohou použít některé křemíkové diody (1N23, 1N21) a některé k tomu určené vakuové diody (1NA31-Tesla, 5722-Sylvania, LG16-inkurantní). Křemíkovou diodu napájíme z baterie a pro vakuovou musíme mít síťový zdroj.



Obr. 7-09. Zapojení šumových generátorů.

Pro oba druhy šumových generátorů je jedno společné. Šumovou diodu namontujeme těsně ke koaxiální koncovce stejně jako příslušný odpor. Druhý konec diody zablokujeme opět těsně proti zemi. Ostatní spoje jsou již stejnosměrného charakteru. Na obr. 7-09 jsou zapojení obou druhů šumových generátorů. Vakuová dioda potřebuje anodové napětí pro dosažení nasyceného proudu, který pak regulujeme změnou žhavicího napětí. Žhavicí napětí vo-

líme tak, aby diodu nebylo možno přežhat a celkovým šetřením si prodloužíme její poměrně krátkou životnost.

Šumové číslo je přímo úměrné diodovému proudu a pro určitý odpor  $R$  lze přímo nacejchovat stupnici miliampérmetru; je dáno vztahem

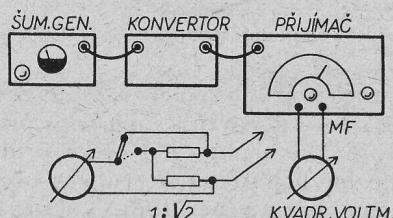
$$n = \frac{i \cdot R}{50} \quad [\text{kT}_o, \text{mA}, \Omega] \quad [7-04]$$

a pro šumové číslo v dB

$$F = 10 \log \frac{i \cdot R}{50} \quad [\text{dB}, \text{mA}, \Omega] \quad [7-05]$$

#### VII-8. MĚŘENÍ ŠUMOVÝM GENERÁTOREM

Pro použití šumového generátoru potřebujeme ještě jeden měřicí přístroj pro stanovení výstupního napětí měřeného přijímače. Nejpřesnějších výsledků dosáhneme měřením na výstupu z mezipřekvěnného zesilovače při vypnuté automatické regulaci zesílení – AVC. Je tedy důležité počítat s voltmetrem, který je schopný měřit vf napětí (mezifrekvenční kmitočet). Na voltmetr je kladena ještě jedna podmínka: má to být přístroj tzv. kvadratický, to znamená, že jeho údaje jsou odvozeny od výkonu, i když je ocejchován v napětí. Tomu nejlépe vyhovují elektronkové voltmetry s mřížkovou detekcí. A nemáme-li při měření šumového čísla jistotu o vlastnostech voltmetu, připravíme si malý odporový dělič s jednoduchým přepínačem, tak, aby bylo možno měnit citlivost voltmetu v poměru  $1 : \sqrt{2}$ . Děličem si při přiležitosti měření šumu můžeme ověřit, zda i výchylky voltmetu při přepnutí děliče odpovídají danému poměru, a to hlavně na různých místech stupnice. Lze očekávat, že běžný voltmetr s usměrňovačem nebo s diodami bude lépe vyhovovat na začátku stupnice a méně na horní polovině stupnice. Toto rozmanité chování se projeví jenom při měření šumu nebo jiného složitého kmitočtového spektra,



Obr. 7-10. Blokové zapojení měření šumového čísla VKV konvertoru.

zatím co na jednoduchý střídavý proud reaguje voltmetr přesně.

Při měření šumového čísla přijímače zapojíme šumový generátor místo antény a na výstup mezifrekvence (v nouzi i na nf výstup) zapojíme voltmetr (případně s děličem  $1 : \sqrt{2}$ ) (obr. 7-10). Při vypnutém šumovém generátoru nastavíme zisk přijímače tak, aby jeho základní šum ukázal určitou výchylku. Potom přepneme dělič

na menší citlivost ( $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ) a po zapojení šumového generátoru zesilu-

jeme jeho proud, až výchylka voltmetu vystoupí na stejnou hodnotu jako při samotném šumu přijímače, pokud nebyl dělič přeprnut. Dosáhli jsme toho, že šumový výkon přivedený z generátoru se rovná šumovému výkonu přijímače vztaženému na jeho vstup.

Na miliampérmetru šumového generátoru odečteme přímo šumové číslo nebo podle proudu v mA je vypočteme rovnicí [7-04] nebo [7-05].

#### VII-9. MĚŘENÍ VÝKONU VYSÍLAČE

Pro skutečné měření výkonu vysílače (amatérsky) celkem těžko dáme dohromady spolehlivou metodu, pokud nemáme, alespoň pro porovnání, spolehlivé měřidlo pro tak vysoké kmitočty. V následujících odstavečích je několik poznámek k měření výkonu s určitou přibližností. V amatérské praxi s tím však vystačíme, poněvadž většinou budeme měřit výkon při seřizování vysílače, kdy vlastně hledáme nastavení na nejlepší nebo nejvyšší hodnotu.

Jako první potřebujeme miliampérmetr nebo mikroampérmetr s diodovou sondou. Předřadné odpory do sondy sestavujeme z více odporek v sérii a všechno dobře odstíníme (obr. 7-11). Pro různé rozsahy si sestavíme odpory do stejně délky a vložíme do keramické nebo jiné izolační trubičky. Na jednom konci připojíme malý čípek se závitem a na druhém konci čípek s měřicím hrotom. Konce zalepíme do trubičky epoxydem. Hodnoty těchto výmenných předřadních odporek si připravíme podle měřených střídavých napětí. Při měření VKV musíme počítat s určitými odchylkami, které je možno určit jen porovnáním s voltmetrem, cejchovaným napětím příslušného kmitočtu.

V běžné amatérské praxi zatěžujeme vysílače připojením žárovky. Je to způsob naprostě nepřesný, umožňující nastavení jen předstupňů vysílače. Koncový stupeň a vazba s anténou se takto nedá správně nastavit. Víme, že výstup naladěný podle žárovky se

musí po připojení antény ve většině případů doladit. Otázka, co je v takovém případě nesprávně přizpůsobeno, žárovka nebo anténa, zůstává většinou nezodpověděna.

Pro správné nastavení vysílače potřebujeme umělou anténu s definovanou impedancí. Jednou z mála možností je sestavení umělé antény z vrstvových odporů. Za předpokladu měření výkonu do 10 W sestavíme umělou anténu; je z pěti paralelně zapojených dvouwattových odporů vrstvových o hodnotě 400  $\Omega$  a uspořádáme je souose do válcového pouzdra spojeného s koaxiální koncovkou. Do pouzdra upravíme ještě koncovku pro připojení sondy diodového voltmetru a vyvrtáme několik řad otvorů pro chlazení odporů (obr. 7-12).

Pracujeme-li se symetrickými dvoudráťovými napáječi, je nutno tomu přizpůsobit i zátěž. V takovém případě je výhodné kombinovat odopy do série do dvou stejných skupin a střed spojit na kovové pouzdro. Vývody pro sondu upravíme z obou větví a při měření kontrolujeme obě poloviny. Je to zabezpečení proti chybě v měření, způsobené neznámou nesymetrií.

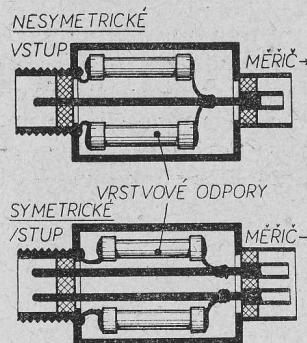
Výkon vysílače vypočteme jednoduchým vzorečkem:

$$N = \frac{U^2}{R} \quad [\text{W}, \text{V}, \Omega]$$

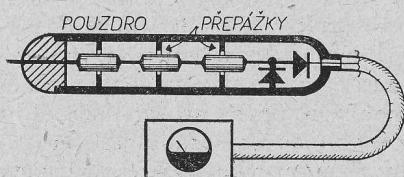
a pro symetrický výstup změříme obě napětí, vypočteme a sečteme.

#### VII-10. MĚŘÍČ REZONANCÍ PRO VYŠŠÍ PÁSMA

*Grid-dip-metr* (Grid-dip-oscilátor – nebo zkráceně GDO) je zdánlivějším amatérským pojmenováním pro tzv. *sací měříč rezonance*. Tyto přístroje byly mnohokrát popsány v příručkách i časopisech. Většinou však jejich rozsah byl omezen tak, že nezahrnoval



Obr. 7-11. Zatěžovací odpory pro VKV.



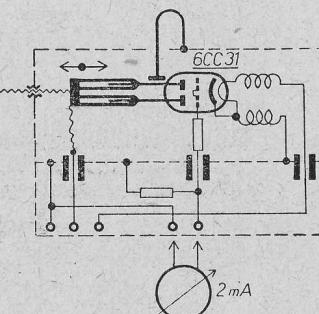
Obr. 7-12. Sonda pro měření vyšších napětí VKV.

spolehlivě pásmo 435 MHz. Skutečně pro toto pásmo je nutno volit poněkud odlišnou konstrukci.

Celkem osvědčená konstrukce, i když pro zhotovení trochu náročná, je odvozena od malého oscilátoru pro 70 cm, uvedeného ve čtvrté kapitole na obrázku 4-25.

Aplikace na GDO spočívá jen ve změně zapojení podle obrázku 7-13. Mřížkový miliampermetr zamontujeme do napájecího zdroje. GDO v tomto provedení má rozsah 390–545 MHz a hodí se také výborně jako pumpovací oscilátor pro parametrický zesilovač, jestliže jej vybavíme ménitelným anodovým napětím.

Běžná GDO pro pásmo 145 MHz a nižší jsou popsána v „Amatérské radiotechnice“ a v „Příručce radiotechnické praxe“.

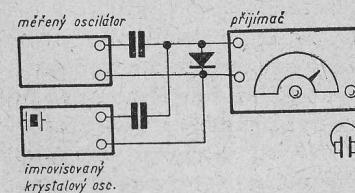


Obr. 7-13. GDO pro 435 MHz.

#### VII-11. VL NOMĚRY PRO DECIMETROVÉ VLNY

Měření vlnové délky má v amatérské technice VKV dvojí úlohu. Délku vlny měříme informativně při stavbě vysílačů a konvertorů. Přitom jde prakticky jen o to, zdali měřený díl nebo stupeň kmitá skutečně na určitém kmitočtu a zdali nemá mimoto jiné nežádoucí oscilace. Při takovém měření plně vystačíme s ocejchovaným GDO.

Možnosti přesného měření jsou dány kmitočtovým pásmem, ve kterém se provádí. Pro měření v pásmu 145 MHz, kde pracujeme



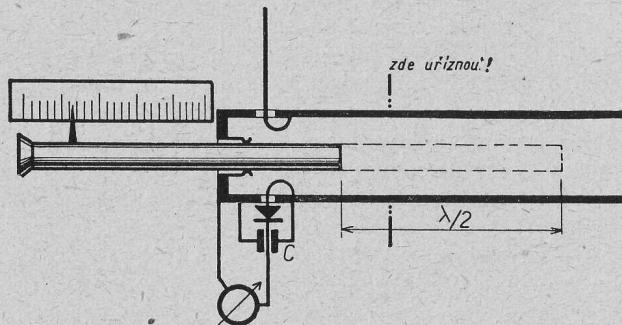
Obr. 7-14. Měření kmitočtu pomocí přijímače a pomocného krystalového oscilátoru.

převážně s krystalem řízenými oscilátory, se opíráme právě o kmitočty těchto krystalů. Měření jsou prováděna nepřímo pomocí krátkovlnného přijímače s cejchovanou stupnicí. Měříme zde základní kmitočty a jejich násobky, pokud jsou v rozsahu použitého přijímače.

Při stavbě proměnných osci-

látorů (VFO) si pomáháme také přijímačem. Tam, kde jeho rozsah nestačí, je nutno improvizovat pomocí krystalového oscilátoru zázněj v rozsahu přijímače. Přitom můžeme kombinovat i harmonické kmitočty některého z oscilátorů (obr. 7-14).

Ze zcela jiné je situace při stavbě zařízení pro pásmo 435 MHz



Obr. 7-15. Koaxiální vlnoměr pro decimetrové vlny.

a výše. Zde se rozhodně vyplatí dobrý absorpční vlnoměr. Pro amatérskou praxi má však význam jen takový, jehož ocejchování nemusíme nikde pracně shánět. Nejjednodušším provedením jsou Lecherovy dráty, které však jsou poněkud neskladné.

Obdobou Lecherových drátů je koaxiální vlnoměr. Do trubky zasouváme střední vodič, opatřený na vnější straně ukazatelem se stupnicí (obr. 7-15).

Pro měření potřebujeme vlastně takovou délku trubky, aby se objevila dvě maxima. Vzdálenost těchto maxim je přesně  $\lambda/2$ . Musíme přitom dbát, aby vnější poloha vnitřního vodiče pro maximální výchylku miliampermétru byla vzdálena od otevřeného konce trubky nejméně 1 až 2 průměry vnější trubky. Jinak rozptylové kapacity zkreslují výsledek.

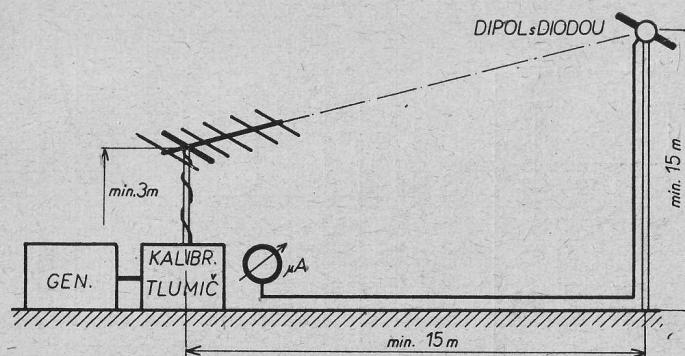
Máme-li po ruce proměnný oscilátor, můžeme si měřením přímo ocejchovat jednotlivé body na stupni v celém požadovaném rozsahu a potom lze celý vlnoměr zkrátit na délku potřebnou pro polohy vnitřních maxim, zvětšenou opět o dva průměry vnější trubky. Ocejchované body vnitřního maxima (nyní jediného) zůstanou zachovány a vlnoměr získá praktické příruční rozměry. Samozřejmě si pečlivě přeneseme i stupnici s potřebnými body blíže k čelu vnější trubky a zkrátíme vnější konec posuvné tyčky. Způsob posunu je závislý na mechanických možnostech.

Pro každé pásmo (435, 1250, 2300 atd.) si zhotovíme mechaniku část zvlášt a použijeme společného mikroampérmetru, namontovaného do samostatného pouzdra.

#### VII-12. MĚŘENÍ SMĚROVOSTI ANTÉN

Měření antén je závažná kapitola, vhodná pro samostatnou publikaci. Na tomto místě si zopakujeme jen některé poznatky z hlediska amatérské techniky VKV.

Měření směrových diagramů antén je v principu jednoduché, ale náročné na prostor. Mají-li být výsledky dostatečně věrohodné, musí se provádět měření ve volném prostoru. V amatérských mož-



Obr. 7-16. Uspořádání pro měření směrovosti antény.

nostech jsme zase omezeni (amatéři jsou k politování) a musíme se proto spokojit s výsledky více méně informativního charakteru.

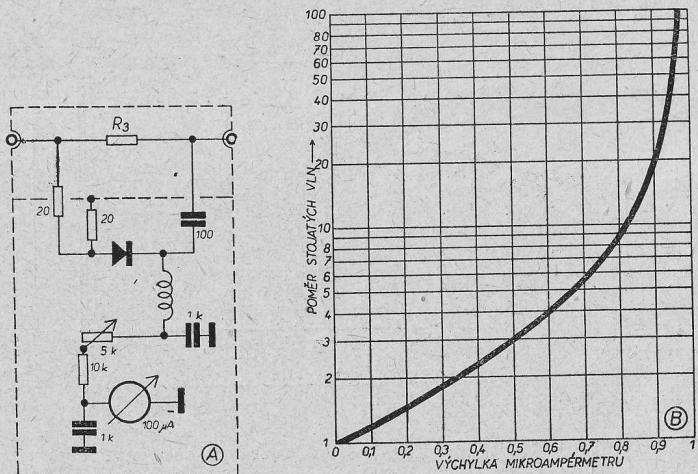
Pro měření antény potřebujeme zdroj vf energie (může to být používaný vysílač), dále měrnou anténu s vhodným měřičem pole. Pro pohodlné měření je výhodný kalibrovaný tlumič. Měřenou anténu a měrný dipól umístíme podle zájemých podle obrázku 7-16 v místě, které nemá ve svém okolí překážky deformující pole.

Je-li použito kalibrovaného tlumiče, postupujeme tak, že zachováváme stálý výkon zdroje (generátoru nebo vysílače) a tlumičem nastavíme vždy stejnou výchylku na měřiči pole. Útlum odečtený

na tlumiči přenášíme do grafu. Není-li použito kalibrovaného tlumiče, měníme výkon vysílače improvizovaným tlumičem a měříme antenní proud – tato metoda již nezaručuje valnou přesnost.

### VII-13. MĚŘENÍ POMĚRU STOJATÝCH VLN A IMPEDANCE ANTÉNY

Přizpůsobení antény k napáječi a vysílači se projeví na poměru stojatých vln na napájecím vedení. O jejich existenci a velikosti se přesvědčíme můstkovým měřičem poměru stojatých vln podle obr. 7-17-A. Pro VKV pásmo musí být přístroj pečlivě proveden, poněvadž poměrně malé délky a změny impedancí značně zkreslují



Obr. 7-17. Jednoduchý měřič poměru stojatých vln a diagram pro stanovení poměru stojatých vln z výchylky přístroje měřiče.

výsledky měření. Vodič spojující oba koaxiální konektory přes odpor  $R_3$  tvoří společně s válcovým pláštěm pokračování souosého vedení. Pro vnitřní montáž část trubky odřízneme a po namontování otvor opět uzavřeme. Hodnota odporu  $R_3$  se rovná hodnotě impedance používaného koaxiálního vedení.

Pro nastavení v můstku před měřením potřebujeme jeden volný konektor, do kterého připojíme odpor stejně hodnoty jako  $R_3$ .

(70  $\Omega$ ) nebo příslušnou umělou anténu. Nastavení provedeme takto: konektor s náhradním odporem zapojíme na vstup můstku a generátor (vysílač s redukovaným výkonem) o výkonu 2 až 4 wattů připojíme na výstup můstku, tedy obráceně, než jsou konektory označeny. Odporom  $R_4$  nastavíme výchylku mikroampérmetru na 100 %. Potom přepojíme generátor a náhradní odpor do správné polohy, tj. generátor na vstup a náhradní odpor na výstup. Při nezměněném výkonu vysílače při správných hodnotách náhradních odporů a při dostatečně malých rozptylových kapacitách má přístroj ukazovat téměř neznatelnou a zanedbatelnou výchylku.

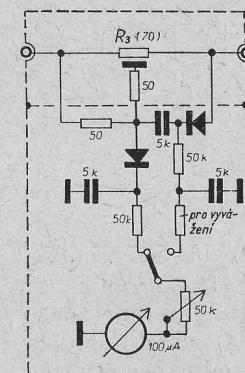
Není-li tomu tak, je nutno odpory i provedení překontrolovat. Tím je přístroj připraven pro měření.

Místo náhradního odporu zapojíme kabel s anténou a výchylku na mikroampérmetru, převedena podle diagramu na obr. 7-17-B, udává poměr stojatých vln. Nezapomeňme se vždy před měřením přesvědčit o správném nastavení odporu  $R_4$  obráceným zapojením náhradního odporu a plnou výchylkou přístroje.

Obdobou přístroje je zapojení podle obr. 7-18. Zde je usnadněno počáteční nastavení přístroje na plnou výchylku přepínačem v poloze *nastavení*. Jinak je postup stejný.

Měření uvedenými můstky má tu nevýhodu, že je do napájecího vedení vložen ekvivalentní odpor, který zabírá zjištění skutečné situace na vedení včetně vlivu přizpůsobení na výstup vysílače. Pro zjištění těchto poměrů je výhodnější můstek s induktivní a kapacitní vazbou na vedení. Část nepřerušeného koaxiálního vedení opatříme rovnoběžným vodičem, ze kterého snímáme pomocí dvou diod napětí úměrné poměru stojatých vln (obr. 7-19). Přepínačem volíme polohu pro *nastavení* a *měření*. Postup je shodný jako u předešlých příkladů.

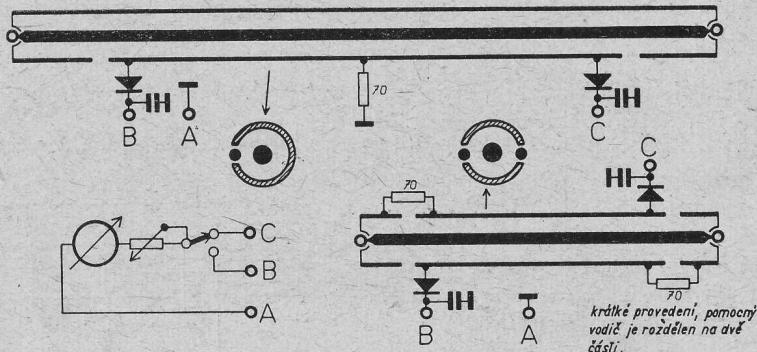
Tohoto můstku můžeme použít pro měření za skutečného provozu vysílače. Uvedený přístroj pracuje spolehlivě až do kmotoku 200 MHz. Pro překontrolu funkce používáme konektoru s náhradním odporem nebo umělé antény. Obě zátěže nemají dávat prakticky žádnou výchylku při přepnutí na polohu *měření*. Můstku v tomto provedení je možno použít jako indikátoru anténního proudu. Doplňme-li si přístroj přepínačem s předřadnými odpory,



Obr. 7-18. Měřič poměru stojatých vln.

je možné si jednotlivé polohy ocejchovat. Anténní proud měříme ovšem v poloze hlavního přepínače, označené *nastavení*.

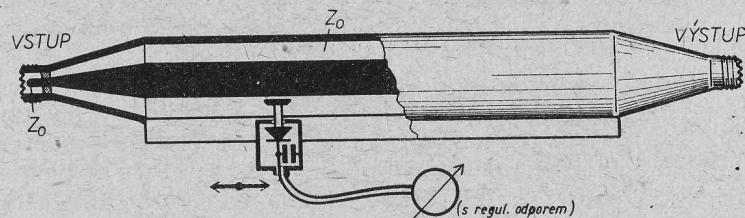
Pro vyšší kmitočty nad 400 MHz je pro kontrolu stojatých vln výhodnější měrné vedení. Sestává ze souosého vedení o délce  $\frac{3}{4} \lambda$  až  $\lambda$  měřené vlny s impedancí shodnou s impedancí používaných



Obr. 7-19. Měřič poměru stojatých vln bez průběžného odporu.

kabelů. Mechanické provedení musí být dostatečně tuhé, zejména vnitřního vodiče, aby byla dostatečně dodržena vzdálenost kapacitní posuvné sondy. Proto je vedení rozšířeno za předpokladu, že přechod z malého průměru na větší bude mít dodrženou impedanci.

V plásti vedení je vytvořena štěrbina, ve které se posouvá sonda. V sondě je dioda a kondenzátor a je spojena kablkem s miliampérmetrem nebo mikroampérmetrem s proměnným odporem (obr. 7-20).



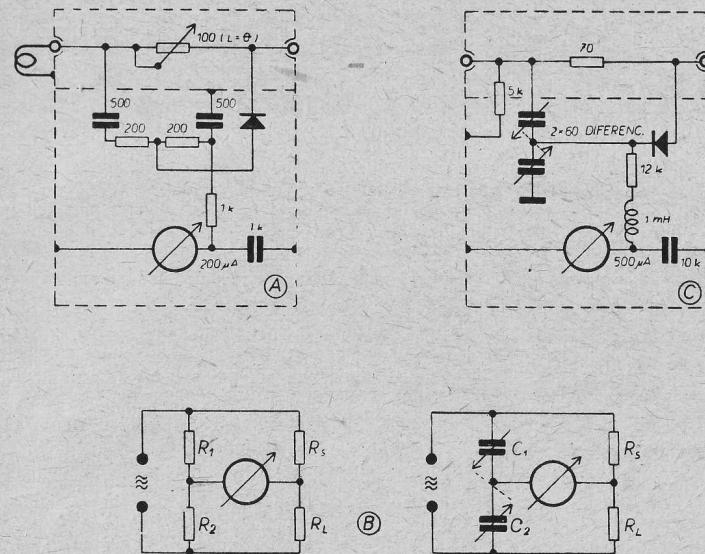
Obr. 7-20. Měrné vedení.

Měření je jednoduché. Měrné vedení zapojíme k vysílači a k anténě. Pohybujeme sondou po celé délce štěrbiny a vyhledáme místa s maximální a minimální výchylkou miliampérmetru. Odpořem u přístroje nastavíme v místě maxima 100 % výchylky přístroje a přesuneme sondu do minima a odečteme výchylku. Poměr stojatých vln bude dán vztahem:

$$PSV = \frac{\text{maximální výchylka}}{\text{minimální výchylka}}.$$

Měrné vedení můžeme použít na všechny vyšší kmitočty. Zhodovení je trochu náročné, ale vyplatí se hlavně pro vážnější práci na vyšších pásmech.

Pro zjišťování neznámé impedance antény je určen antenní



Obr. 7-21. Antenaskop – měřič impedance – antény.

můstek, nazývaný také ANTENASKOP. Vzhledem k tomu, že je velmi často uváděn v různých publikacích, je důležité o něm vědět alespoň to, že se v amatérském zhovitelném provedení nehodí pro VKV. To je proto, že proměnný odpor tvořící jádro antenaskópu nelze nahradit běžným vrstvovým proměnným odporem pro jeho velkou kapacitu a indukčnost. Jedinou možností by bylo uspořádat přístroj podobně jako můstek pro měření stojatých vln a odpor

při měření prostě měnit. Pro tento případ je uvedeno principiální zapojení antenaskopu (obr. 7-21A).

Měření samo je prosté. Připojíme anténu a zdroj induktivně a měníme hodnotu  $R_3$  tak dlouho, až výchylka přístroje klesne na minimum. Pak hodnota  $R_3$  odpovídá impedanci antény.

Lepší možnost zapojení můstku ukazuje obrázek 7-21B. Zde je použito pevného odporu ve vedení a můstek je vyvažován pomocí dvojitého diferenciálního kondenzátoru. Porovnání principů obou můstků je na obrázku 7-21C. I provedení druhého můstku s kapacitním vyvažováním je pro amatérské zhotovení pro VKV značně obtížné.

## Prameny

Aleksejev S. M.:

Radioljubitskaja UKV apparatura – Moskva 1958.

Andrejevskij M. N.:

Konstrukcii generatorov decimetrovych i metrovych voln – Moskva 1956.

Anisimov V.:

Dalnij prijem televizija – Moskva 1956.

Běketov V. I.:

Antenny sverchvysokich častot – Moskva 1957.

Bělorussov N. I.-Grodnev I. I.: Radiočastotnyje kabeli – Moskva 1952.

Borodič S. V.-Kalinin A. I.: Spravočnik po elektrosvjazi VII. – Moskva 1956.

Broide A. M.:

Elektrovakuumnyje pribory – Moskva 1956.

Braun R.-Kolbe H.:

Die Ultrakurzwellentechnik – Lipsko 1952.

Budlong A. L.:

The A. R. R. L. Antenna Book – West Hartford 1956.

Budlong A. L.:

The Mobile Manual – West Hartford 1955.

Budlong A. L.:

The Radio Amateurs Handbook – West Hartford 1958.

Budlong A. L.:

Single Sideband – West Hartford 1958.

Caha V.-Procházka M.:

Antény – Praha 1956.

Čerepnin N. V.:

Elektronnyje lampy dlja širokopолосных usiliitelej – Moskva 1958.

Český M.:

Televizní přijímací antény – Praha 1959.

Doluchanov M. P.:

Šíření rádiových vln (Překlad) – Praha 1955.

Dobrovskij I. A.:

Antenny – Moskva 1951.

Fischer H. J.:

Amateurfunk – Berlín 1956.

Grudinskaja G. P.:

Rasprostranenie ultrakorotkich radiovoln – Moskva 1957.

Havlíček M.:

Příručka radiotechnické praxe – Praha 1959.

Charinskij A. L.:

Osnovy konstruirovaniya elementov radioapparatury – Moskva 1959.

Izjumov N. M.:

Kurs radiotehniki – Moskva 1958.

Kiver M. S.:

UHF Antennas, Converters and Tuners – Indianapolis 1953.

Konašinskij D. A.-Turlygin C. Ja.:

Vyjednění v techniku ultravysokich častot – Moskva 1951.

- Kulikovskij A. A.:* Spravočník radioljubitelja – Moskva 1958.  
*Linde D. P.:* Antenno-fidernye ustrojstva – Moskva 1953.  
*Linde D. P.:* Osnovy rasceta lampovych generatorov SVČ – Moskva 1959.
- Lomanovič V. A.:* Ljubitelskie radiostancii na diapazonu 144–146 i 420–425 Mgc – Moskva 1958.
- Megla G.:* Dezimeterwellentechnik – Lipsko 1952.  
*Megla G.:* Nachrichtenübertragung mittels sehr hoher Frequenzen – Lipsko 1954.
- Orr W. I.:* Beam Antenna Handbook – Wilton 1955.  
*Orr W. I.:* Mobile Handbook – New York 1956.  
*Orr W. I.:* Radio Handbook (14) – Summerland 1956.  
*Orr W. I.:* VHF Handbook – Wilton 1956.
- Plonskij A. F.:* Ljubitelskaja radiosvjaz na metrovych volnach – Moskva 1953.
- Pogorelko P. A.:* Novyj vid dalnej svjazi na metrovych volnach – Moskva 1959.
- Rothammel K.:* Antennenbuch – Berlin 1959.
- Sedláček J.:* Amatérská radiotechnika I. – Praha 1954.
- Sweitzer H.:* Dezimeterwellen-Praxis – Berlin 1956.
- Siforov V. I.:* Radioprijemniki svěrchnysokich častot – Moskva 1957.
- Siforov V. I.:* Voprosy dalnej svjazi na ultrakorotkich volnach – Moskva 1957.
- Smirenin B. A.:* Radiotechnická příručka (Překlad) – Praha 1955.
- Springstein K. A.:* Einführung in die Kurzwellen- und Ultrakurzwellen-Empfänger-Praxis – Lipsko 1953.
- Šamšur V. I.:* Spravočnaj knižka radioljubitelja – Moskva 1951.
- Šanin A. I.:* Radiopriemnyje ustrojstva – Moskva 1958.
- Štejn N. I.:* Elementy rasčeta radioperedatčikov ultrakorotkich voln – Moskva 1958.
- Štejnšlejger V. B.:* Izmerenija na svěrchnysokich častotach – Moskva 1952.
- Šumskij N. N.-Gasparjan E. M.:* Dalnaja radiosvjaz na metrovych volnach – Moskva 1959.
- Tutorskij O. G.:* Radioljubitelskaja svjaz na UKV – Moskva 1958.
- Valitov R. A.:* Radioizmerenija na svěrchnysokich častotach – Moskva 1958.
- Volin M. L.:* Usiliteli promežutočnoj častoty – Moskva 1956.
- Vrba K.-Renda M.:* Technika směrových spojení – Praha 1959.
- Weber A.:* Velmi krátké vlny – Praha 1957.

- Žerebcov I. P.:* Technika metrovych voln – Moskva 1955.  
*Naděněnko S. I.:* Antenny – Moskva 1959.  
*Nělepec V. S.:* Antenny metrovych voln – Moskva 1957.

## ČASOPISY

Amatérské rádio  
 CQ  
 DL – QTC  
 Funktechnik  
 Krátké vlny

OEM  
 QST  
 Radio (SSSR)  
 Sdělovací technika  
 Short Wave