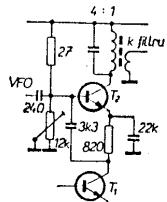


jsem dosáhl i lepší souměrnosti pro použitného pásmo filtru. Pro úplnost uvádím i zapojení s laděným obvodem (obr. 4). Napětí VFO je nejvhodnější 0,4 až 0,6 V (na bázi T_2). Odporovými dílci je nutno individuálně nastavit pracovní body T_1 a T_2 . Pracovní bod T_2 je nutno nastavit zvláště pečlivě.

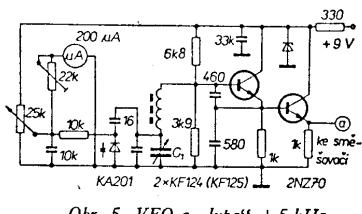


Obr. 4. Varianta směšovače s laděným obvodem v kolektoru

Na vstupu může být i jednoduchý laděný obvod, pokud přijímač slouží jako laděná mezcifrekvence ke konvertoru. Tomu, kdo bude stavět přijímač jen pro jedno pásmo, doporučuji zafudit na vstup dvojitý pásmový filtr a pro vyšší pásmá ještě jeden vstupní stupeň.

VFO

VFO je v běžném zapojení s přímou vazbou z emitoru na emitorový sledovač (obr. 5). Stabilita VFO je naprostě dosažující při stabilizaci napájecího napěti Zenerovou diodou. Velikost výstupního napětí pro směšovač nastavujeme stejně jako u BFO.



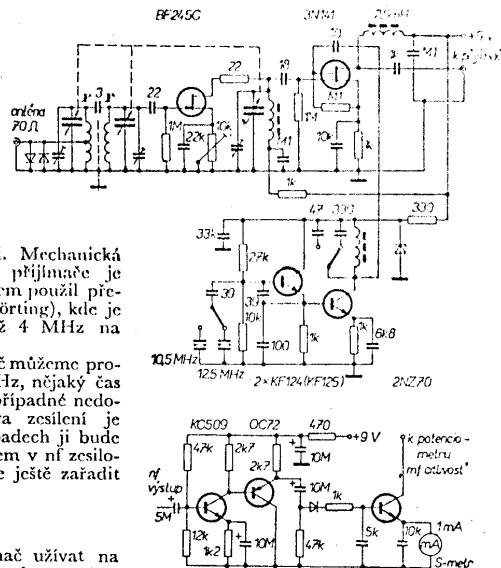
Obr. 5. VFO a „lupa“ $\pm 5 \text{ kHz}$

Takto popsaný přijímač doporučuji se staví jako samostatný celek se základním rozsahem 3 až 4 MHz, popř. 3,5 až 4 MHz. Při rozsahu 3 až 4 MHz můžeme v konvertoru použít jen dva krytiny, dostupné z RM31 A4000 a A2000 pro všechna pásmá.

Přijímač nemá řešení souběh VFO se vstupním obvodem; ten doladujeme samostatným kondenzátorem. Komplikuje se sice obsluha, ale ziskáváme možnost nastavit ideální souběh v libovolném místě pásmá a tím i maximální citlivost.

Dále bych chtěl upozornit, že jednotlivé díly celého přijímače musí být uzavřeny v plechových krytech a propojeny mezi sebou souosým kabelem. Nejlépe je celý přijímač rozdělit na tři části: nf - nf - BFO a PD do jednoho krytu, směšovač a VFO do druhého krytu a filtr samostatně do třetího krytu a zvlášť pečlivě stínit, aby signál nepronikal do nf části jinou cestou. Cím bude stínění dokonalejší, tím bude přijímač.

Obr. 6. Konvertor pro ostatní pásmá



Obr. 7. AVC a S-metr

vykazovat lepší vlastnosti. Mechanická stabilita VFO a celého přijímače je samozřejmostí. U VFO jsem použil převod z přijímače HRO (Körting), kde je rozprostřeno pásmo 3 až 4 MHz na 500 dílků.

Takto sestavený přijímač můžeme provozovat na pásmu 3,5 MHz, růžejaký čas sledovat jeho vlastnosti a případné nedostatky odstranit. Rezerva zesílení je velká a v některých případech ji bude nutno uměle snížit trimrem v ní zesilovače. Pro příjem CW lze ještě zařadit nízkofrekvenční filtr 850 Hz.

Konvertor

Abychom mohli přijímač užívat na všech amatérských pásmech, musíme k němu zhotovit konvertor. Sám jsem pro usnadnění použil výrobek ÚRD Hradec Králové JANA 501, který při osazení tranzistoru FET (vstup BF245C a směšovač 3N141) dává velmi dobré výsledky. K velmi podstatnému zlepšení dojde, osadíme-li vstup tranzistorem BF245C. Po přeladění se změní šířka pásmá a tím stoupne zisk a zmenší se šum konvertoru. Výrazně se zlepší odolnost ke křížové modulaci. Schéma upraveného konvertoru je na obr. 6. Konvertor i s přijímačem lze vestavět do společné skřínky, ale komplikuje se tím možnost dalšího vylepšování celého přijímače. AVC jsem v přijímači úmyslně nepoužil. Kdo však má o AVC zájem, může je zapojit podle obr. 7. V tabulce

uvádím pro informaci kmitočty VFO a krystalů, používaných v mé případě.

Plošné spoje a mechanickou část je nutné řešit individuálně, podle dostupných součástek. V přijímači dobré využít tranzistory TESLA KF124 (125) v plastickém pouzdru, které jsou k dostání za přijatelnou cenu.

Aby přijímač získal dnes tak potřebnou odolnost proti křížové modulaci, je alespěšno na vstupu konvertoru FET nezbytnost. Při troše pečlivosti a trpělivosti získáte přijímač, který všechny vlastnosti předčí běžně užívané kombinace inkurantních přijímačů s konvertoři.

Dlouhodráťová anténa

Ing. J. Závodský, OK1ZN

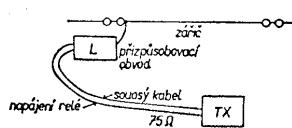
Tato anténa byla vynutia pro obtížné městské podmínky. Hodí se zejména tam, kde je třeba omízet vyzářování z napájecího na nejmenší možnou míru se zářelem k TV. Pro tento účel je možné ještě do přívodu k anténě zafudit přídavný filtr, který účinně potlačí všechny vyšší harmonické, spadající do pásmá televize a rozhlasu VKV. Další předností tohoto řešení je, že umožňuje umístění vlastní antény na nevhodnějším místě a napájet vedení (nevyzářující), je možno volit libovolně dlouhé. Anténa je ledena pouze pro vybrané pásmo (nastavením přepínače) a účinně potlačuje přístup ostatních signálů na vstup přijímače. Nevýhodou této antény (jako všech drátových antén) je nemožnost jednoduchým způsobem měnit vyzářovací diagram a nasměrovat vyzářování do žádaného směru.

Popis antény

Anténa se skládá z vlastního zářiče, přizpůsobovacího obvodu a napájecího kabelfa (obr. 1). Zářič je tvořen měděným drátem běžného průměru (2 až 5 mm) libovolné délky. Libovolná délka zářiče i napájecího kabelfa umožňuje nejvhodnější umístění antény do prostoru vzhledem k vyzářovacím vlastnostem.

Vyzářovací diagram a vstupní impedance zářiče, napájeného na konci, závisí na mnoha okolnostech. Závisí hlavně na délce zářiče, na jeho výšce

nad zemí, na elektrických parametrech uzemnění a na použití elektrostatického spojení. Všechny rozměry jsou vztaheny na použitou vlnovou



Obr. 1. Celkové schéma antény

délku. Nemohu zde rozebirat všechny vztahy vzhledem k omezenému rozsahu článku. Vážnější zajemce je najde v odborné literatuře. Účelem tohoto článku je ukázat, jak lze jednoduchými prostředky využít s maximální účinností výkonu energii z koncového stupně. V teoretické elektrotechnice platí zákon, že maximální přenos energie ze zdroje do spotřebiče bude tenkrát, bude-li vstupní impedance spotřebiče komplexně sdružená s vnitřní impedance zdroje. Pro anténu můžeme PA vysílače povolovat za zdroj výkonu o impedance 75 Ω. Proto použijeme jako napájecí souosý kabel o vlnové impedance 75 Ω, např. VFKP390 nebo VFKP291 (vnější Ø 10,3 mm), případně VFKP250 nebo VFKP251 (vnější Ø 6 mm). Na 30 MHz je útlum kabelu VFKP390 0,03 dB/m a útlum kabelu VFKP250 0,07 dB/m.

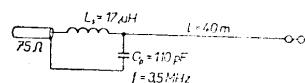
Vstupní komplexní impedance zářiče musíme transformovat na čistě reálnou impedance 75 Ω. Smithův diagram umožňuje jednoduché stanovení prvků přizpůsobovacího obvodu. Jak je známo, zářiče dlouhý sudý násobek $\lambda/4$ má vstupní impedance velkou (okolo paralelní rezonanční). Reálná impedance zářiče dosahuje 1 000 až 2 000 Ω. Jalová impedance dosahuje 500 až 1 000 Ω a v místě paralelní rezonance mění své znaménko. Skutečná velikost reálné i jalové složky impedance závisí značně na šířce zářiče. Pro svoji velkou vstupní impedance nejsou zářiče v okolí paralelní rezonanční tak citlivé na kvalitu protiváhy jako zářiče v okolí své sériové rezonanční (lýché násobky $\lambda/4$).

V praktických měřeních, která jsem uskutečnil, byla tato závislost potvrzena. Vypočítaná impedance dost dobře sou-

hlasí s impedancí naměřenou (poloha bodu na Smithově diagramu). Horší je situace u zářičů blízko sériové rezonanční. Impedance zářiče zde má nejmenší hodnotu asi 37 Ω a celková vstupní impedance této antény, měřená proti zemi, závisí silně i na kvalitě zemní soustavy, protiváhy, hromosvodné soustavy, případně i na délce napájecího souosého kabelu. V praxi to znamená, že vstupní impedance zářiče blízko jeho sériové rezonanční (tj. lýchý násobek $\lambda/4$) je nutno změřit přímo na místě. Podle změřené hodnoty lze pak navrhnut typ a součástky přizpůsobovacího článku. Zářiče blízko své paralelní rezonanční nemusí mít různou rezonanční. Délka zářiče blízko navrhnutého výpočtem a dohadem měřením. Pro zcela obecné délky zářiče je lépe navrhnut přizpůsobovací obvod až po předběžném proměření jeho vstupní impedance můstekem (např. BM431E). V tomto článku uvádám výpočet pro zářič délou 83 m a 40 m. Jinak jsem v praxi vyzkoušel i jiné – zcela libovolně – délky zářičů, které se po předběžném změření daly dobrě přizpůsobit k souosému kabelu 75 Ω a pracují stejně dobře jako antény blízko rezonanční.

Příklad výpočtu přizpůsobovacího obvodu

Vstupní impedance antény dlouhé 40 m na kmitočtu 3,5 MHz je zakreslena ve Smithově diagramu (bod A – obr. 2). Tato impedance se přizpůsobí na 75 Ω (čili „přemístit“ do středu Smithova diagramu) následujícím postupem. Nejdříve bod A posuneme do bodu B paralelní kapacitou. Bod B přeneseme symetricky kolem středu do bodu B'. Odečteme velikost „reaktance“ 0,18. Platí



Obr. 3. Vypočtený přizpůsobovací obvod

$$X_{CP} = \frac{1}{0,18}, 75 \Omega = \frac{1}{2\pi f C_p}$$

Z toho plyne $C_p = 110 \text{ pF}$.

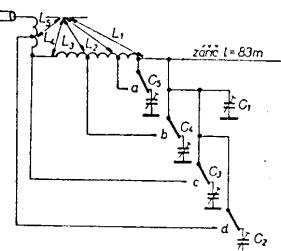
Bod B pomocí sériové indukčnosti „posuneme“ do středu diagramu. Opět odečteme z grafu reaktance 5,0; platí tedy

$$X_{LS} = 5,0 \cdot 75 \Omega = 2\pi f L_s,$$

čemuž odpovídá $L_s = 17 \mu\text{H}$.

Zapojení přizpůsobovacího obvodu pro anténu 40 m a pásmo 3,5 MHz je na obr. 3. Podobným způsobem vypočítáme přizpůsobovací obvod pro jiné kmitočty, případně pro jiné délky antény. Je to přizpůsobení pouze pro jeden kmitočet, ale pro malou šířku amatérských pásem vyhovuje dobré i pro jejich krajní kmitočty. Celkové schéma přizpůsobovacího obvodu pro anténu dlouhou 83 m je nakresleno na obr. 4. Obvod je navržen pro pásmá 1,8; 3,5; 7; 14 a 21 MHz.

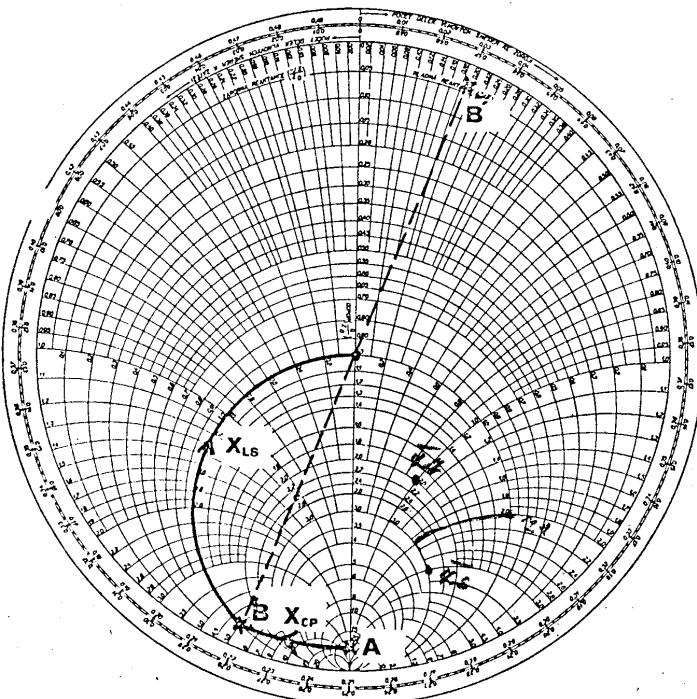
V tabulce 1 jsou uvedeny hodnoty prvků L , C a zároveň činnost vý relé, které je přepíná.



Obr. 4. Celkové schéma přizpůsobovacího obvodu pro zářič délky 83 m

Tab. 1.

Pásmo	Relé sepnuta	Obvod LC je tvořen
1,8 MHz	0	$L_1 - C_1 + C_4 + C_8 + C_6$
3,5 MHz	a	$L_1 - C_1 + C_3 + C_8 + C_4$
7 MHz	a + b	$L_1 - C_1 + C_8 + C_3$
14 MHz	a + b + c	$L_1 - C_1 + C_3$
21 MHz	a + b + c + d	$L_1 - C_1$
<i>L₄ = 2,2 až 2,5 μH C₁ = 400 pF (možno použít 100 pF otocný + 300 pF pevný)</i>		
<i>L₄ = 5 μH C₄ = 90 pF (otocný)</i>		
<i>L₃ = 10 μH C₂, C₅, C₈ = 30 pF (otocně vzduchové trimry)</i>		
<i>L₂ = 19 μH vzdálenost mezi deskami u kondenzátorů musí být minimálně 1 mm</i>		
<i>L₁ = 37 μH</i>		



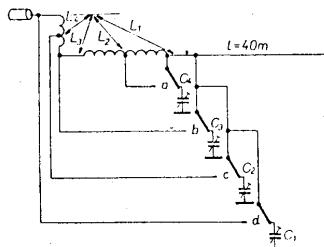
Obr. 2. Výpočet přizpůsobovacího obvodu

Schéma přizpůsobovacího obvodu pro anténu dlouhou 40 m je na obr. 5. Obvod je opět navržen pro pásmo 1,8; 3,5; 7; 14; 21 MHz. V tabulce 2 jsou uvedeny příslušné hodnoty prvků L , C pro tento případ.

Tab. 2.

Pásmo	Relé sepnuto	LC obvod je tvořen
1,8 MHz	$a+b+c+d$	—
3,5 MHz	0	$L_1 - C_1 + C_2 + C_3 + C_4$
7 MHz	a	$L_1 - C_1 + C_2 + C_3$
14 MHz	$a+b$	$L_1 - C_1 + C_3$
21 MHz	$a+b+c$	$L_1 - C_1$
$L_1 = 17 \mu H$ $C_4 = 100 pF$ otočný		
$L_1 = 7,5 \mu H$ $C_1, C_2, C_3 = 30 pF$ otočný vzduchové trimry		
$L_2 = 3,4 \mu H$		
$L_4 = 2 \mu H$		

U antény dlouhé 40 m bylo lepší navrhnut přizpůsobovací článek pro pásmo 1,8 MHz až po změnění na místě. Myslím si, že v krajním případě se souosý kabel může připojit přímo k zářiči (obr. 5).



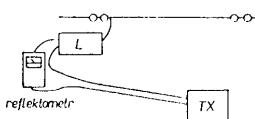
Obr. 5. Celkové schéma přizpůsobovacího obvodu pro záříč délky 40 m

Několik konstrukčních připomínek

Cívku v přizpůsobovacím anténním obvodu je vhodné rozdělit na dvě, jak je to zvykem i v PA. Cívku pro 28 a 14 MHz uděláme samonosnou a cívku pro nižší pásmá navineme na nosnou kostru z keramiky nebo pertinaxu o průměru asi 30 až 50 mm. Doladovací trimry a kondenzátory jsou vzduchové a vzdálenost mezi jejich deskami jsou minimálně 1 mm. Napěťové poměry jsou zde poněkud přiznivější než v PA. Na cívách je vhodné ponechat několik odboček okolo vypočítaných míst. Obě cívky mají být umístěny navzájem kolmo. Pro přepínání jsou vhodná všechna vý relé, která mají krátké kontakty a malou kapacitu vůči zemi. Napájecí napětí pro ovládání relé se vede přes přepínač vícežilovým kabelem souběžně se souosým kabelem. Všechny součástky musíme umístit do vodotěsné krabice s konektorem pro napáječ 75 Ω a s izolátorem pro připojení antény. Krabice se umístí na střeši nebo na půdě, co nejbližě místu, kde vchází zářič do budovy.

Ladění antény

Ladění pomocí reflektometru 75 Ω (obr. 6)

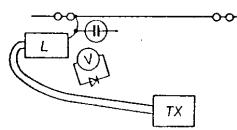


Obr. 6. Ladění antény pomocí reflektometru

Reflektometr zařadíme mezi souosý kabel 75 Ω a přizpůsobovací obvod. Začneme ladit od nejvyššího pásmá. Zapojíme příslušná relé. V našem případě vyladíme TX na středním kmitočtu pásmá 21 MHz. Na tomto kmitočtu bude optimální přizpůsobení. Je vhodné změnit výkon vysílače, aby na reflektometru byla dobré čitelná výchylka.

Ladíme nejprve C_1 na minimální odražený výkon. Je možné i posouvat odbočku na cívce. Potom vysílač přepneme na 14 MHz a přepneme i přizpůsobovací člen. Vyladíme vysílač a kondenzátorem C_2 opět ladíme na minimální odražený výkon. Stejným způsobem ladíme i další pásmá. Musíme dodlatovat vždy jeden tím kondenzátorem, kterým jsme předtím ještě nelaďili (abychom si nerozladili již dříve nalaďená pásmá).

Ladění s vý indikátorem nebo doutnavkou (obr. 7)



Obr. 7. Ladění antény pomocí vý indikátorem nebo doutnavky

Jako vý indikátor dobré poslouží Avomet na ss rozsahu, překlenutý vý diodou. Vý indikátor umístíme do blízkosti zářiče. Je možno zavést doutnavku na zářič v místě, kde je připojen k přizpůsobovacímu obvodu. Vysílač předem předladíme do umělé zátěže 75 Ω. Potom jej připojíme k anténě a ladíme přizpůsobovací obvod na maximální výklyku vý indikátoru, nebo na maximální svít doutnavky. Opět je možno i změnou odbočky na cívce najít nalaďení, při kterém anténa nejvíce vyzářuje. Tento způsob není sice tak přesný, jako práce s reflektometrem, ale plně postačuje. V obou případech je především nutné mít správně navržený článek II ve vysílači. Mohlo by se totiž stát, že se podaří vyladit anténu na minimální odraz, ale článek II ve vysílači nebude schopen (s malým Q) přizpůsobit výstupní impedance koncových elektronick na 75 Ω. Pozná se to podle hlubokého poklesu anodového proudu PA při vyladění článku II do rezonance. Optimální pokles anodového proudu při vyladění článku II může být 5 až 10 % oproti proudu při rozladění článku II.

Několik poznámek k výzvárovacím diagramům

Anténa určitého geometrického tvaru má celo definovaný a impedančním přizpůsobením neměnný výzvárovací diagram. Např. 83 m dlouhá anténa se na 1,8 MHz chová jako dipól $\lambda/2$ napájený na konci. Výzvárovací charakte-

ristika v horizontální rovině je s maximálním výzvárováním kolmo k drámu ($\varphi = 90^\circ$ a 270°) a s minimálním výzvárováním ve směru drámu. To je ovšem za předpokladu, že anténa je vysoko nad zemí. Protože se vždy všechny rozměry uvažují na vlnových délkách, je jen zřídka anténa pro 1,8 MHz „vysoko“ nad zemí. Potom se diagram antény mění a může dítouče nastat výzvárování ve směru osy drámu $\varphi = 0^\circ$, 180° . V podstatě ale lze uvažovat anténu za všechnovou.

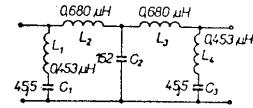
Na 3,5 MHz je výzvárovací diagram jako čtyřlistek s maximálními směry záření ve směrech $\varphi = 54^\circ$, 126° , 234° a 306° se ziskem 0,4 dB proti dipolu $\lambda/2$.

Na 7 MHz se počet lalok zvýší a maximální výzvárování je v úhlech 36° a 75° prvního kvadrantu. V ostatních kvadrantech je záření symetrické s prvním kvadrantem vzhledem k anténě. Zisk prvního laloku (36°) je 2,1 dB.

Na 14 MHz se hlavní lalok přimknou stále více k anténě a je v úhlu 25° se ziskem 2,6 dB. Další podružné laloky jsou v úhlech 50° , 68° a 82° prvního kvadrantu a souměrně i v ostatních kvadrantech.

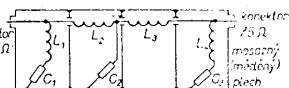
Na výších pásmech se hlavní lalok stále více přimykají k osi antény a počet podružných laloků se zvětší.

Jak bylo v úvodu naznačeno, je možné pro potlačení harmonických a dalších nežádoucích kmitočtů vložit do přívodu k anténě filtr v těsné blízkosti vysílače. Uvádíme zde filtr, který používám již mnoho let k plné společnosti. Je to dolní propust, která propouští s nepatrným útlumem 0,2 dB kmitočty 1,8, 3,5, 7, 14 a 21 MHz. Na kmitočtu 1. kanálu I. TV pásmá má filtr útlum 40 dB a výše pak 50 dB. Schéma filtru je na obr. 8.



Obr. 8. Celkové schéma filtru

Cívky filtru jsou zhotoveny z drátu o \varnothing 1 až 2 mm jako samonosné a umístěny jednotlivě v oddělených prostoroch plechové krabičky. Průměr cívky je 15 až 20 mm. Cívky mají být vzdáleny od plechových stěn minimálně o svůj průměr. Použité kondenzátory jsou keramické ze stability - mohou být i slídové. Konstrukční uspořádání je na obr. 9.



Obr. 9. Konstrukční uspořádání filtru

Závěr

Tímto příspěvkem jsem chtěl umožnit stavbu antény mnoha amatérům, kteří bydlí v obytných městských podmínkách, kde se často anténa musí umístit na druhou stranu domu, než kam máří okno bytu. Další snahou článku bylo naznačit, jak účinně bojovat s TVI a umožnit tak provoz na pásmu i v době televizního vysílání. Přejí všem, kdo se do stavby této nebo podobné antény dostane, mnoho zdraví a alespoň tolik společnosti, jakou jsem s ní získal za mnoho let provozu na amatérských pásmech.