

V příručkách o VKV technice se setkáváme s popisem některých zvláštních druhů obvodů, zejména tak zvaných motýlových obvodů. V čem spočívá jejich výhoda? V podstatě v tom, že současně se změnou kapacity obvodu mění se i indukčnost. Výsledkem je především abnormálně veliký rozsah ladění, a potom relativně malá změna poměru L/C v celém rozsahu. Obojí jsou nesporně kladny, avšak pro poměrně úzká amatérská pásmo nemají význam. Ladění takového obvodu majícího celkový rozsah 120 až 480 MHz pro otočení o 180° by znamenalo, že amatérské pásmo 145 MHz by bylo obsaženo v pootočení o úhel přibližně 4° .

IV.

AMATÉRSKÉ VYSÍLAČE PRO VKV

Stavba vysílačů pro VKV se musí opírat o znalosti zvláštností techniky pro tato pásmo. V této kapitole jsou probrána základní používaná zapojení. Hlavní obsah je věnován praktickým příkladům provedení vysílačů pro amatérská pásmá VKV. Jsou vybrány typické ukázky v širokém rozmezí nákladností. Jsou zde pro úplnost zahrnuta provedení s méně běžnými elektronkami.

Základní technika

IV - 1. NEPŘÁTELSTVÍ S TELEVIZÍ

Amatérské vysílače pro velmi krátké vlny v posledních několika letech velmi značně změnily svou koncepci. Způsobily to především vyšší nároky, dané snahou navazovat spojení za obzor. Tyto zvýšené požadavky samozřejmě platí stejně pro vysílače jako pro přijímače. Dnes jsou již modulované sólo-oscilátory vystřídány stabilními vícestupňovými vysílači a superreakční přijímače stabilními selektivními superhety.

Stavba vícestupňových vysílačů vyžaduje více práce a větší znalosti, které se vrátí ve formě lepších výsledků. Nebudeme podceňovat ani zkušenosti, ani úsilí, které bylo dříve spojeno se zhodnocením jednoduchých vysílačů, poněvadž se ani to neobešlo bez dobrých znalostí a bez náležité vytrvalosti. Mnozí čtenáři se jistě pamatují, kolik dalo mnohdy práce seřídit modulovaný oscilátor do vyhovujícího stavu.

I vícestupňové vysílače mají své nesnáze. Připomeňme si na předním místě to, před čím se musíme stále mít na pozoru – televizi. (Ostatně, kdybychom chtěli soudit spravedlivě, možná, že by to leckterý televizor prohrál.) V připojené tabulce jsou uvedeny základní kmitočty pro dvoumetrové pásmo, pro různé činitele celkového násobení. Jsou zde dále uvedeny dílčí násobiče a rozsahy kmitočtů, které se v násobičích vyskytují a mohou vyskytovat. Záleží ovšem na tom, v jakém pořadí dílčí násobení provádíme. Tak například při násobení šestkrát můžeme nejdříve zdvojovat a tím získáme kmitočty 48 až 48,66 MHz a pak již ztrojením se dostaneme na pásmo. Začneme-li ztrojováním, získáme 72 až 73 MHz, takže kmitočet 48 až 48,66 MHz nebude přímo zesílen. To ovšem platí jenom tehdy, jsou-li obvody dobře vyladěny, se správně volenou vazbou. Tomu tak vždy nebývá a můžeme se proto setkat i s průchodem těch harmonických kmitočtů, které mají být potlačeny.

A nejen to, může se nám snadno stát, že nejsou potlačeny ani ty harmonické kmitočty, pro které není v žádném stupni zavedeno násobení. Toto platí zejména pro průchod nižších harmonických

Pomocná tabulka pro násobiče kmitočtu

f_o	n	Kmitočty v násobičích (uveden jen dolní)	Kmitočty potlačené (uveden jen dolní)	Nejbližší harm. kmitočet u pásmu $144 - f_o$ $144 + f_o$
72,0 — 73,0	2 ×		96	96 192
48,0 — 48,67	3 ×		108	108 180
36,0 — 36,5	4 ×	2 × 2	57,6 86,4 115,2	115,2 172,8
28,8 — 29,2	5 ×		72 96 120	120 168
24,0 — 24,33	6 ×	2 × 3	48	48 96 120
20,6 — 20,96	7 ×	3 × 2	—	41,2 61,8 82,4 103 123,6
18,0 — 18,25	8 ×	2 × 2 × 2	36 72	54 108 126
16,0 — 16,22	9 ×	3 × 3	48	32 64 80 96 128
14,4 — 14,6	10 ×	5 × 2	72	28,8 43,2 57,6 86,4 115,2 129,6
13,1 — 13 — 28	11 ×			26,2 39,3 52,4 65,5 78,6 91,7 . . . atd.
		3 × 2 × 2	36 72	24 48 60 84 96 108 120 132
12,0 — 12,17	12 ×	2 × 2 × 3	24 48	36 60 72 84 96 108 120 132
		4 × 3	48	24 36 60 72 84 96 108 132
11,7 — 11,23	13 ×		22,1 4 33,2 44,3 55,4 66,4 77,5 . . . atd.	132,9 155,1
10,3 — 10,43	14 ×	7 × 2	72,1	20,6 30,9 41,2 51,5 61,8 . . . atd.
9,6 — 9,73	15 ×	5 × 3	48	19,2 28,8 38,4 57,6 67,2 . . . atd.
9,0 — 9,125	16 ×	2 × 2 × 2 × 2	18 36 72	27 45 54 63 81 90 . . . atd.
8,48 — 8,59	17 ×			16,96 25,4 33,9 42,4 50,9 . . . atd.
8,0 — 8,11	18 ×	3 × 2 × 3	24 48	16 32 40 56 64 72 80 88 . . . atd.
		2 × 3 × 3	16 48	24 32 40 56 64 72 80 88 . . . atd.
7,56 — 7,66	19 ×	*		15,1 22,7 30,2 37,8 45,4 . . . atd.
7,2 — 7,3	20 ×	5 × 2 × 2	36 72	14,4 21,6 28,8 43,2 50,4 57,6 . . . atd.
6,87 — 6,95	21 ×	7 × 3	48	13,8 20,6 27,4 34,3 41,3 54,8 61,7 . . . atd.
6,55 — 6,64	22 ×	11 × 2	72	13,1 19,7 26,7 65,5 39,4 . . . atd.
6,0 — 6,085	24 ×	3 × 2 × 2 × 2	18 36 72	12 24 30 42 48 54 60 . . . atd.
		2 × 2 × 2 × 3	12 24 48	18 30 36 42 54 60 . . . atd.

při vyšších násobičích. Při násobení pěti může pronikat dvojnásobek, trojnásobek i čtyřnásobek základního kmitočtu, který v dalším násobení může interferovat s některým jiným kmitočtem. V citované tabulce jsou v předposledním sloupci uvedeny příklady kmitočtů vzniklých odlišným násobením než je očekáváno, a v posledním sloupci jsou uvedeny kmitočty nejbližší výslednému výstupnímu kmitočtu.

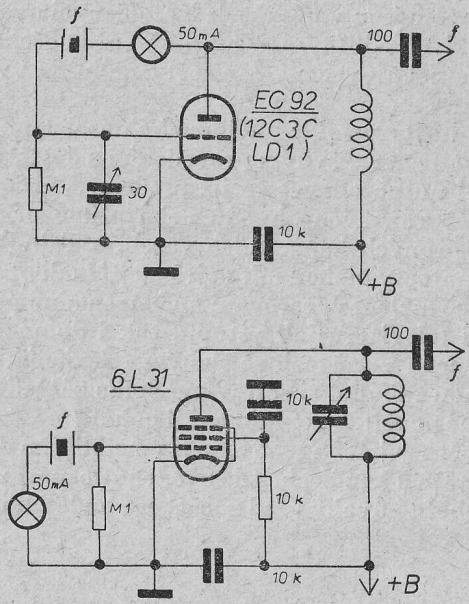
Všechny kmitočty vzniklé nežádoucím násobením a interferencí se dají dobře potlačit správným provedením a dostatečným počtem obvodů a není nutné obávat se již předem. Vyžaduje to použití více induktivně vázaných obvodů nebo přímo pásmových filtrů a co nejméně přímých kapacitních vazeb. — Tabulka ukazuje, že harmonické kmitočty mohou mít nejrůznější hodnotu. To znamená, že i při poměrně malém vyzařování mohou snadno padnout do rozsahu citlivosti televizoru jak vstupu, tak i do mezifrekvenčního kmitočtu, zejména v místech se slabým televizním signálem. Takovou užitečnou tabulkou si sestavíme podle základních kmitočtů, kterých chceme použít, a doplníme si ji bohatším výpočtem harmonických kmitočtů zejména tehdy, je-li v nejbližším okolí přijímána televize i na vyšších kanálech. Zde uvedené poznatky jsou informativní pro předběžné úvahy před začátkem budování zařízení.

IV - 2. PEVNÉ OSCILÁTOŘE

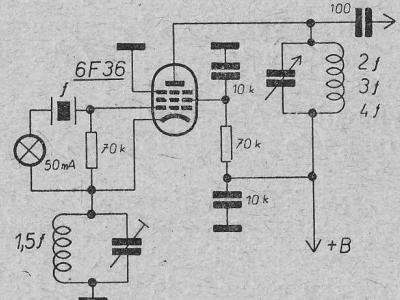
Vícestupňovým vysílačem rozumíme zařízení, jehož základní oscilátor pracuje s kmitočtem několika až mnohonásobně nižším, než je výstupní kmitočet vysílače. I když se násobením kmitočtu násobí také absolutní hodnota nestability Δf , přece jen je tento způsob nejspolehlivější. Stabilita, které můžeme v tomto případě dosáhnout, je vyhovující. Ale pozor! Mnoho úlev si dovolit nemůžeme zvláště tam, kde je stabilita nanejvýš potřebná pro dálková spojení.

Nejjednodušší cestou k dosažení potřebné stability je použití krystalem řízených oscilátorů. Příklady jednoduchých krystalových oscilátorů jsou na obr. 4-01. Triodový oscilátor s krystalem zapojeným mezi mřížku a anodu je vzorem jednoduchosti. Jeho výkon je však poměrně malý.

Druhý příklad, pentodový oscilátor s laděnou anodou, je schopen dát vyšší výkon bez nebezpečného namáhání krystalu při použití přiměřeného anodového napětí. Pro kontrolu vf proudu



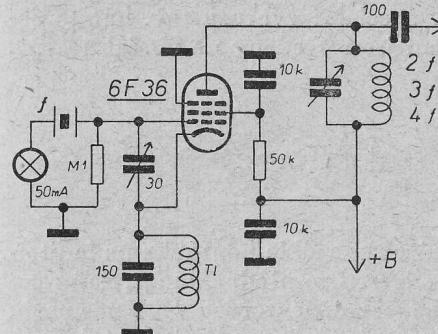
Obr. 4-01. Jednoduchý krystalový oscilátor.



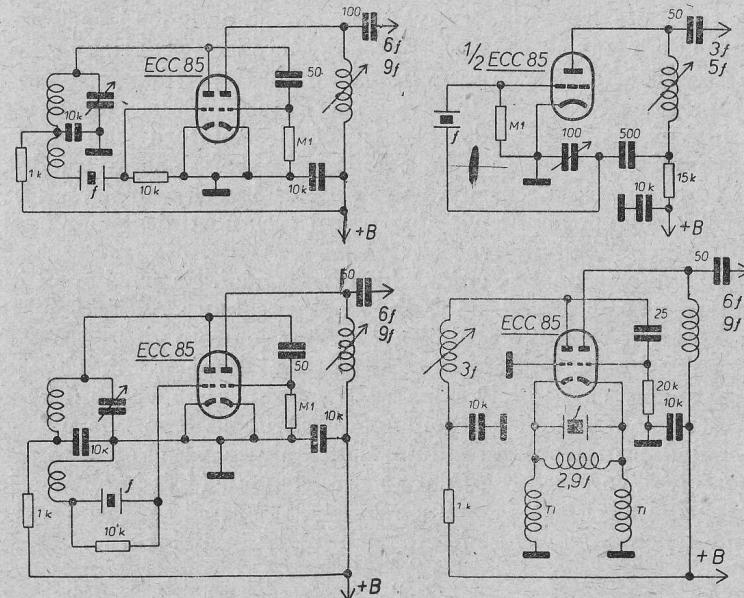
Obr. 4-02. TRI-TET.

v krystalu je výhodné používat malou padesátimiliampérovou žárovečku. Žárovečka jednak sama vzrůstajícím odporem chrání krystal, ale hlavně je dobrou pojistkou proti porušení krystalu následkem abnormálně zvýšeného proudu. Oba uvedené příklady zapojení dávají na výstupu jmenovitý základní kmitočet krystalu.

Pro základní oscilátor VKV vysílačů jsou výhodná uspořádání produkující již v oscilátoru některý násobek kmitočtu krystalu. Dobrým představitelem takových zapojení je tzv. TRI-TET (obrázek 4-02). Při použití elektronky s velkou strmostí lze dosáhnout použitelného napětí až do čtyřnásobku kmitočtu krystalu. Minimální namáhání krystalu vyžaduje



Obr. 4-03. Colpittsov oscilátor.



Obr. 4-04. Oscilátory pracující na harmonickém kmitočtu krystalu.

je naladění katodového okruhu na hodnotu 1,5krát kmitočet kry-
stalu.

Podobné vlastnosti má i druhý příklad – COLPITTSův oscilátor (obr. 4-03). Nejvhodnější zpětná vazba, tvořená kapacitním délkou mřížka-katoda-zem se nastaví trimrem mezi mřížkou a katodou.

Pro získání vyšších lichých násobků krystalového kmitočtu přímo v oscilátoru jsou určeny speciální výbrusy tzv. harmonických krystalů. Příklady zapojení jsou uvedeny na obrázku 4-04.

IV-3. LAPĚNÉ OSCILÁTOŘE

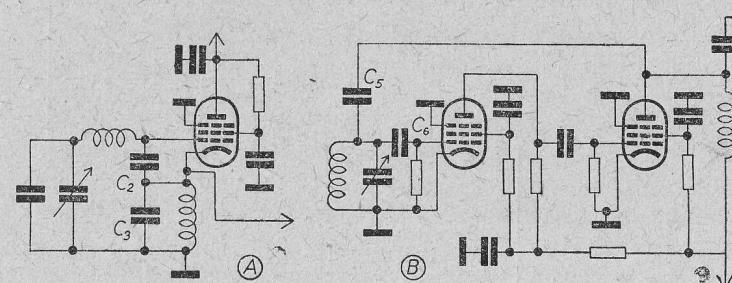
Se stoupajícími provozními nároky vznikla poptávka po laditelných oscilátořech pro VKV vysílače. Lze předpokládat, že praxe spojení na stejném kmitočtu zobecní i na některých VKV pásmech. Dobrý základní oscilátor s možností ladění a s náležitou stabilitou i pro vynásobení je již obtížnější úkol, ke kterému s výhodou využijeme zkušenosť z pásem KV.

Ke splnění přísných požadavků kladených na laděné oscilátory je nutno dodržet některé zásady řešení, které jsou prakticky v každém osvědčeném návrhu v určité formě použity. Jádrem řešení je vlastní rezonanční okruh. Jeho vysoké Q a stabilita všech parametrů jsou hlavními předpoklady. Ostatní části oscilátoru jsou vlastně pomocnými prvky, které jednak dodávají okruhu energii a jednak reprezentují potřebné vazby. Tyto pomocné prvky musí však být takové, nebo tak zapojené, aby svými vlastnostmi nezhoršovaly kvalitu rezonančního obvodu.

Elektronka je opět prvním zdrojem nesnází. Za prvé svou impedancí zatěžuje obvod, za druhé svou vysokou závislostí některých parametrů vnáší nestabilitu. Snažíme se proto vlastní obvody elektronky buď doplnit vysokými stálými kapacitami, aby její vlastní změny se podílely nepatrnou měrou, nebo vazební kapacity mezi elektronkou a rezonančním okruhem omezíme na nejmenší hodnotu. Obojí vyžaduje elektronku s vysokou strmostí. Samozřejmě, že všechny přídavné kapacity musí být kvalitní a jejich tepelná závislost vykompenzována, při čemž současně vyvážujeme tepelnou závislost i ostatních prvků oscilátorů.

IV-4. CLAPP-FRANKLIN-VACKÁŘ

Jedním z typických oscilátorů používaných pro stabilní budiče je CLAPPův (obr. 4-05A). Je to zapojení poměrně jednoduché, které zneškodňuje vliv elektronky velkými kapacitami vazebního děliče C_2 a C_3 . Opakem této koncepce je oscilátor FRANKLINův, který zvyšuje zisk elektronky zapojením dalšího stupně a pro vazební kapacity používá opět velmi nízkých hodnot (C_5 a C_6 na obr. 4-05B).

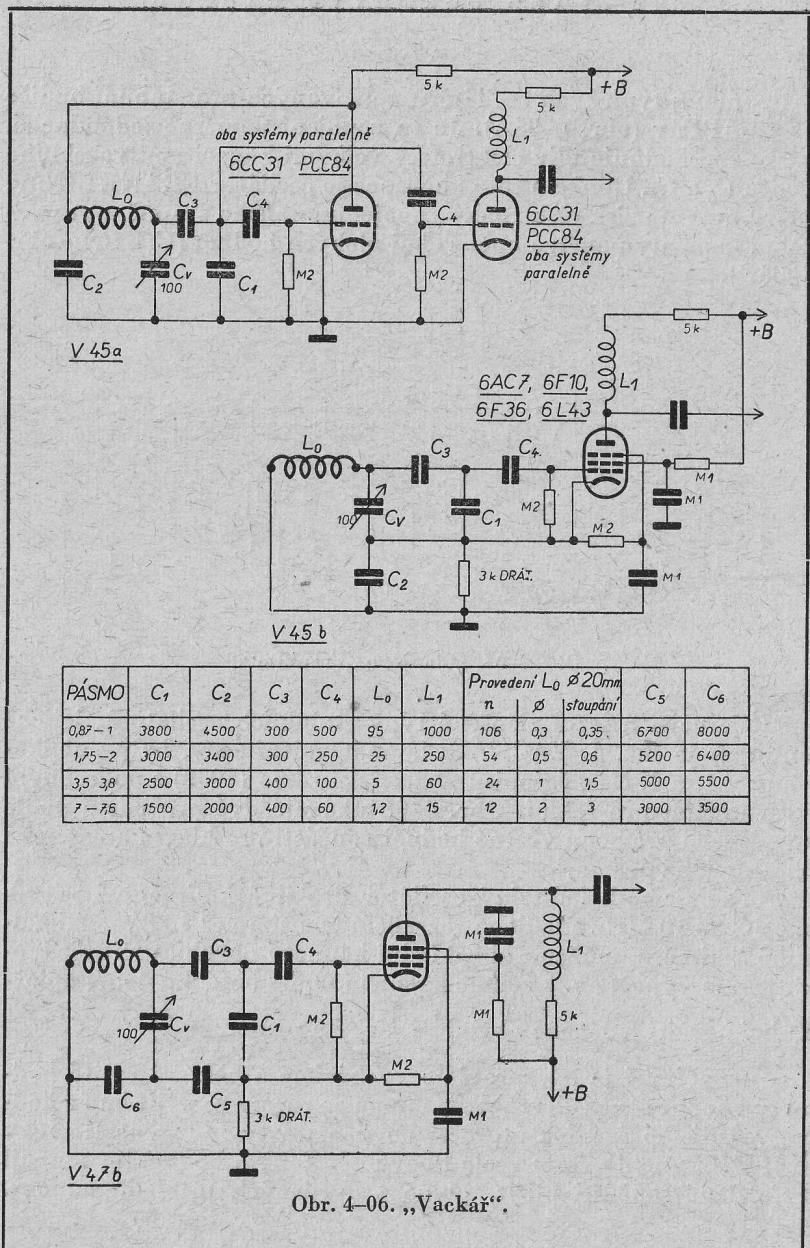


Obr. 4-05. „Clapp“ a „Franklin“

Modernější a ještě zlepšené typy stabilních oscilátorů, jejichž autorem je inž. J. VACKÁŘ, laureát státní ceny, byly publikovány v 1. a 4. čísle časopisu *Amatérské rádio* (1958) s podrobným vysvětlením pro řešení. Obr. 4-06 ukazuje dvě provedení podle uvedeného pramenu včetně hodnot součástí pro hlavní amatérská krátkovlnná pásmá.

Potrebujeme-li laditelný oscilátor pro jiná kmitočtová pásmá mezi 2 až 10 MHz s ladicím rozsahem menším než 10 % maximálního kmitočtu, můžeme si základní hodnoty okruhu určit zjednodušeným výpočtem. Zvolíme zapojení podle obrázku 4-07, umožňující použití laděného obvodu s nízkým poměrem $\frac{L}{C}$.

V amatérské praxi zpravidla vycházíme z některé určité hodnoty vhodné součástky, kterou máme po ruce. Lze vyjít buď z hodnoty ladícího kondenzátoru nebo z hodnoty indukčnosti cívky (L). Výběr není ovšem zcela libovolný. Jakým hodnotám se mají tyto dané součásti blížit, plyne z uvedených příkladů na obr. 4-06.



Obr. 4-06. „Vackář“.

První možnost – máme vhodný kondenzátor. Vypočteme si nejdříve čtverec poměru maximálního a minimálního potřebného kmitočtu a označíme jej p :

$$p = \left(\frac{f_{\max}}{f_{\min}} \right)^2 = \frac{C_{o\ max}}{C_{o\ min}}. \quad [4-01]$$

Změříme kapacitní rozsah daného ladícího kondenzátoru (C_{\max} minus C_{\min}) v pF a označíme jako C_v . Z těchto hodnot si již můžeme stanovit minimální kapacitu $C_{o\ min}$ pro překrytí potřebného kmitočtového rozsahu od f_{\min} do f_{\max} .

$$C_{o\ min} = \frac{C_v}{p - 1} \quad [\text{pF}] \quad [4-02]$$

Maximální kapacita okruhu pak bude

$$C_{o\ max} = C_{o\ min} + C_v. \quad [4-03]$$

Nyní vypočteme potřebnou indukčnost:

$$L = \frac{25\ 300}{f_{\min}^2 \cdot C_{o\ max}}. \quad [\mu\text{H}, \text{MHz}, \text{pF}] \quad [4-04]$$

Hodnotou L se rozumí skutečná hodnota cívky, tak jak bude zamontována v krytu, který snižuje indukčnost o 10 až 20 %.

Druhá možnost – máme vhodnou cívku. Nejdříve hledáme $C_{o\ min}$ pro nejvyšší kmitočet požadovaného pásmá

$$C_{o\ min} = \frac{25\ 300}{f_{\max}^2 \cdot L}. \quad [\text{pF}, \text{MHz}, \mu\text{H}] \quad [4-05]$$

Pomocí poměru p vypočteme $C_{o\ max} = p \cdot C_{o\ min}$ a rozsah ladící kapacity

$$C_v = C_{o\ max} - C_{o\ min}.$$

Další postup je pro oba případy stejný. Zjistíme si hodnotu jákosti cívky (Q) a vypočítáme rezonanční odpor laděného obvodu.

$$R_{res} = 6,28 \cdot f_{\min} \cdot L \cdot Q. \quad [\Omega, \text{MHz}, \mu\text{H}] \quad [4-06]$$

Z pracovní strmosti elektronky ($S' \doteq 0,6 S_{\max}$) určíme potřebnou impedanci ve vazebních bodech elektronky a okruhu

$$Z'g = Z'a = \frac{1000}{S'} = R. \quad [\Omega, \text{mA/V}] \quad [4-07]$$

Poměr vazebních kapacit pak bude

$$n_c = \sqrt{\frac{R_{res}}{R}}. \quad [4-08]$$

Zvolíme-li si hodnotu C_3 (mezi 10 až 100 pF), bude

$$C_1 = n_c \cdot C_3, \quad [4-09]$$

$$C_2 = n_c \cdot C_{o \max}. \quad [4-10]$$

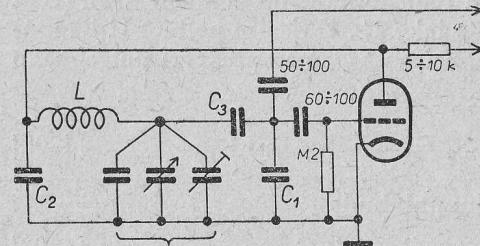
Kapacita C_o v praxi nikdy nebude soustředěna v jednom kondenzátoru. Sestává totiž z vlastní kapacity cívky, kapacit spojů, kapacity C_3 v sérii s C_1 střední kapacity trimru a teprve zbytek můžeme provést jako pevnou kapacitu. Potřebnou pevnou kapacitu si tedy musíme určit buď výpočtem, nebo experimentálně (když ji do jinak dokončeného okruhu nahradíme proměnnou kapacitou, kterou nastavíme podle rezonančního kmitočtu obvodu a pak samotnou změříme).

Pevnou přídavnou kapacitu rozdělíme do dvou keramických kondenzátorů (nebo do dvou skupin) s opačnými teplotními součiniteli pro umožnění tepelné kompenzace oscilátoru. Tepelné vlastnosti keramických kondenzátorů se označují barvou. (Označení kondenzátorů různého původu však není jednotné a je nutno si vyhledat údaje v tabulkách výrobců).

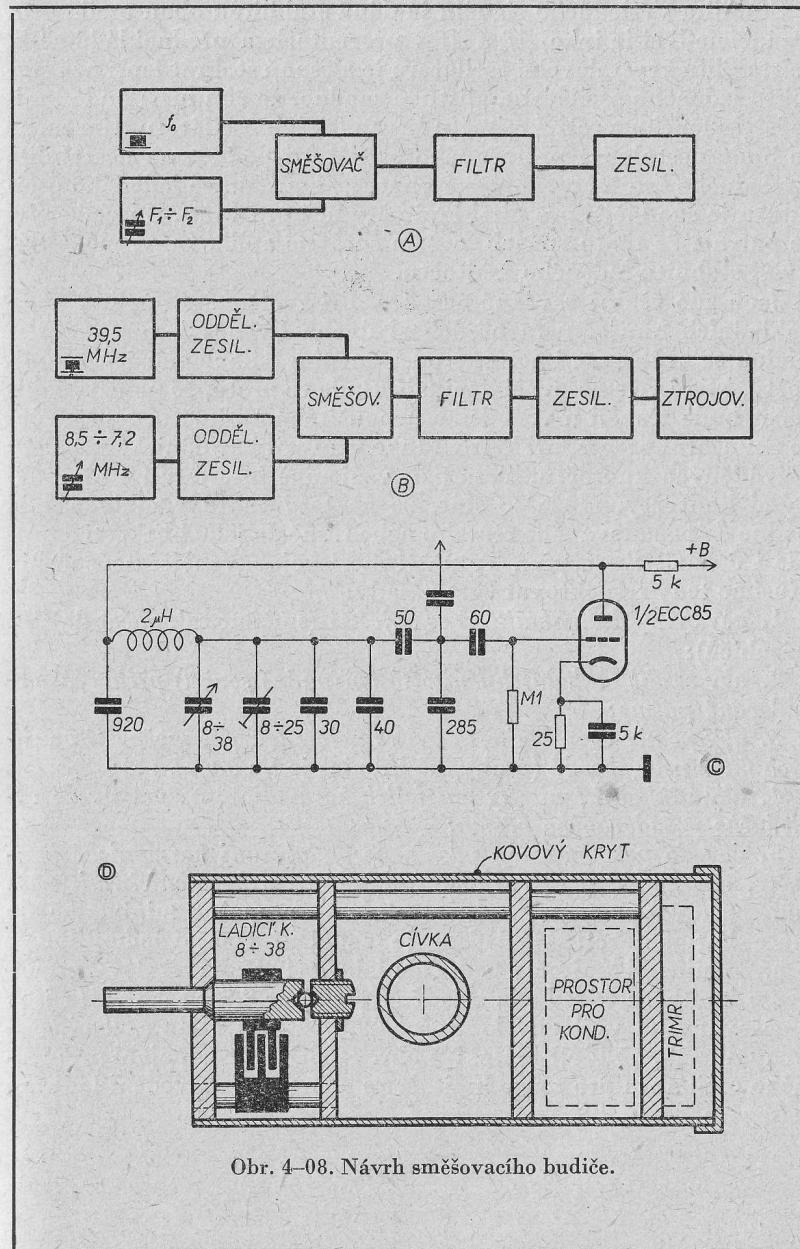
IV - 5. SMĚSOVACÍ BUDIČE

Dalším, i když dnes málo rozšířeným prostředkem zvýšení stability VKV signálů při zachování možnosti naladění libovolného kmitočtu, je využití možnosti principu směšování (obr. 4-08A).

Krystalem řízený oscilátor je zdrojem poměrně vysokého kmitočtu f_o . Druhý oscilátor je laditelný v rozsahu $f_1 \div f_2$. Napětí obou oscilátorů se přivádí na směšovač a na jeho výstupu budou kromě obou základních kmitočtů též interferenční kmitočty [$f_o - (f_1 \text{ až } f_2)$ a $f_o + (f_1 \text{ až } f_2)$]. Po náležitém odfiltrování nežádoucích kmitočtů můžeme jednoho z nich použít pro buzení vysílače. Poněvadž vyvolený kmitočet je složen z jednoho pevného a jednoho laděného, bude i výsledek laděný.



Obr. 4-07. „Vackář“ pro zjednodušený amatérský návrh.

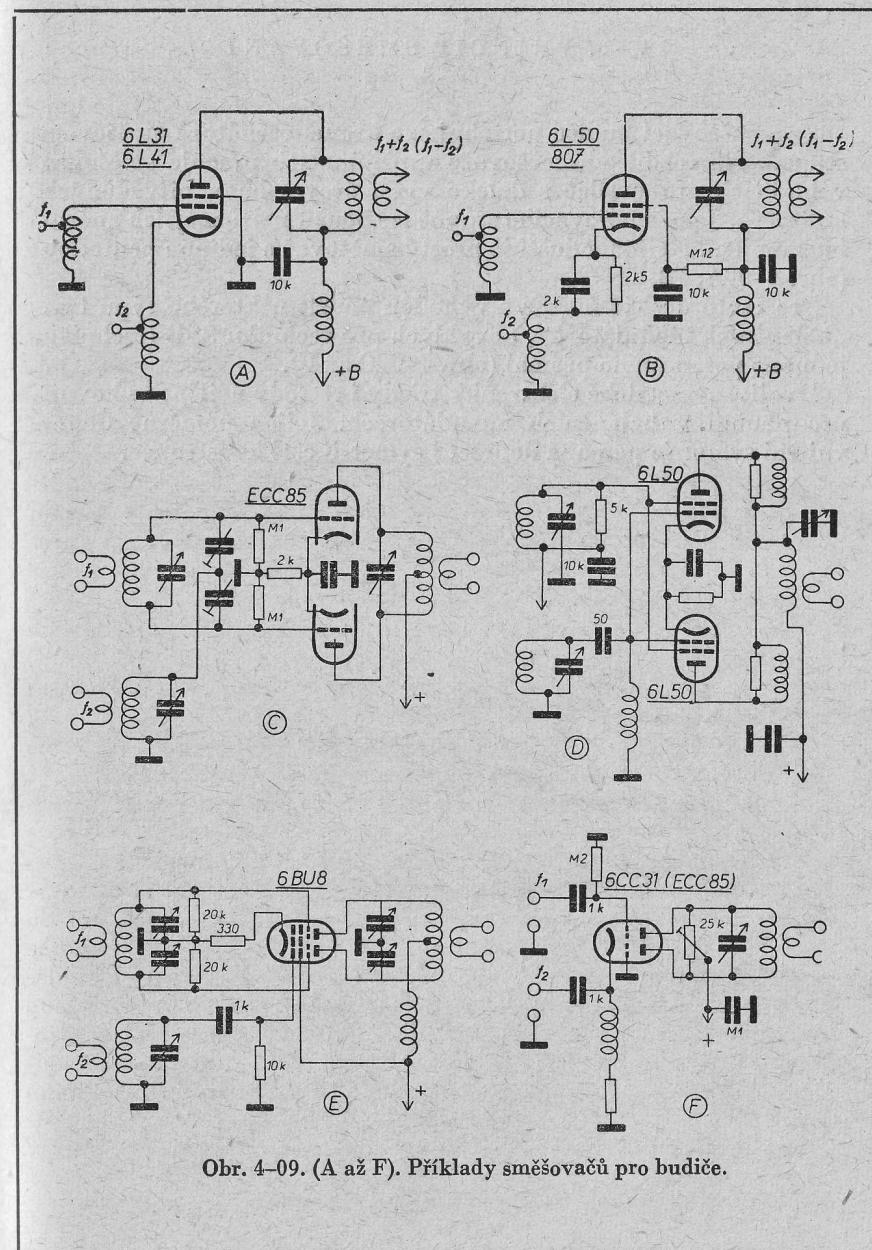


Obr. 4-08. Návrh směšovacího budiče.

Stabilita výsledného signálu je dána stabilitou obou oscilátorů. Označíme-li si je jako Δf_1 a Δf_2 v procentech a předpokládáme-li, že stabilita krystalového oscilátoru je alespoň stokrát lepší než stabilita laděného oscilátoru, zjistíme snadno, že čím nižší bude kmitočet laděného proti kmitočtu krystalového oscilátoru, tím méně se bude nestabilita proměnného oscilátoru podílet na nestabilitě výsledného kmitočtu. Z praxe víme, že konstrukce laděného oscilátoru je snadnější pro nižší kmitočty než pro vyšší. Z uvedeného je patrné, že tento způsob, ovšem správně aplikovaný, může dát vyšší stabilitu laděného kmitočtu.

Jsou zde však i závažné nesnáze. Při zvětšování poměru obou základních kmitočtů (a předchozí úvaha by nás k tomu vedla) budou se zvětšovat i potíže s odstraněním dálé nepoužitých kmitočtů, které ve směšovači vznikají. Bude to proto, že použitý kmitočet bude těsněji u vedlejšího nepoužitého kmitočtu. Směšování je nelineární proces, při kterém také vznikají harmonické násobky přiváděných kmitočtů. Tyto pak vzájemně interferují s přiváděnými kmitočty. Může se stát, že některý takto vzniklý záznam padne do požadovaného rozsahu nebo těsně do jeho blízkosti a projde i do dalších stupňů. To patří mezi nejobávanější neúspěchy. Musíme tedy respektovat tyto zásady:

1. aby byl výsledný kmitočet co největší (snížíme tak počet dalších násobičů);
2. aby rozdíl základních kmitočtů (případně součet) překrýval požadované pásmo;
3. aby poměr obou kmitočtů byl co největší, podle možnosti použitých filtrů nebo obvodů (praktická hranice je 1 : 5 až 1 : 8);
4. aby základní kmitočty ani jejich harmonické nespadalaly do výsledného požadovaného pásma;
5. aby do požadovaného pásma nespadalaly ani harmonické kmitočty, ani kombinační kmitočty základních s harmonickými, nebo harmonických mezi sebou (kontrolujeme propočet minimálně do páté harmonické). Příkladem je zapojení směšovacího budiče s následujícími kmitočty podle obrázku 4-08B. Krystalový oscilátor o kmitočtu 39,5 MHz a laděný oscilátor 8,5 až 9,2 MHz jsou směšovány na výsledný kmitočet 48,0 až 48,7 MHz a ztrojnásobeny na 144, až 146,1 MHz. Na obr. 4-08C, D je zapojení proměnného oscilátoru pro tento kmitočet s náčrtkem provedení ladicího agregátu.



Obr. 4-09. (A až F). Příklady směšovačů pro budiče.

Pro směšovací budiče potřebujeme kromě oscilátorů směšovací stupeň. Na rozdíl od směšovače v přijímačích pracuje směšovač v budičích pro vysílač s daleko vyšší úrovní obou přiváděných kmitočtů. Jako směšovacího stupně lze použít nejrůznějších způsobů zapojení. Nejjednodušší je prostý směšovač s jedinou pentodou (obr. 4-09A, B).

Pro tento účel je možno s výhodou použít některého typu tzv. „balančních modulátorů“, obvyklých pro techniku SSB (technika jednoho postranního pásma) (obr. 4-09C až F).

Dvojité symetrické elektronky triody i tetrody nejlépe vyhovují pro použití v balančních modulátorech. Jejich poměrně dobrá vnitřní symetrie pomáhá dodržet i symetrii celé konstrukce.

B

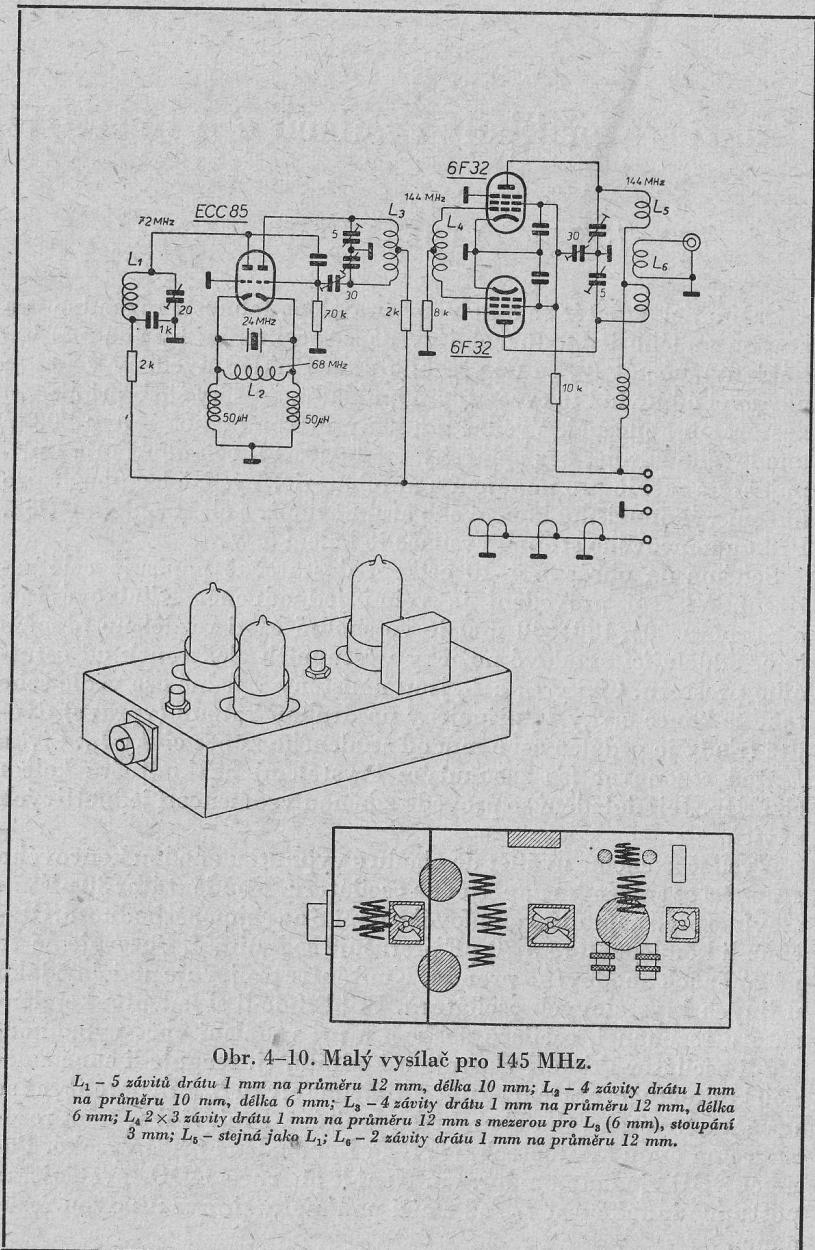
Praktické příklady vysílačů pro 144 MHz

IV - 7. MALÝ VYSÍLAČ PRO 145 MHz

Začínající amatér se s největší pravděpodobností rozhodne pro stavbu malého jednoduchého vysílače, na kterém by si s malými náklady „ohmatal“, co už všechno umí. Příklad uvedený v tomto odstavci odpovídá takovému předpokladu, aniž by šlo o primitivní zastaralou koncepci. Vysílač má malý příkon (asi 65 mA z 200 V anodového zdroje, bez spotřeby modulátoru), což umožňuje i připojení na měnič pro napájení z autobaterie. Vysílač lze použít pro buzení výkonnéjšího koncového stupně např. s elektronkou GU32. Příkon koncového stupně vysílače je kolem 5 W.

Schéma na obrázku 4-10 celkem dostatečně popisuje celé zařízení. Vlastní provedení je velmi jednoduché. Hliníkové šasi o rozměru $90 \times 180 \times 40$ mm je ve spodní části rozděleno přepážkou, oddělující anodové nožičky výstupních elektronek od ostatního prostoru. Cívky L_1 a L_2 jsou umístěny v jedné ose vedle sebe tak, že konec cívky L_2 připojený na druhou katodu (vpravo) dvoutí triody je vzdálen asi 6 mm od studeného konce cívky L_1 . Cívka L_2 má rezonovat (se zasunutým krystalem) na kmitočtu kolem 68 MHz. Její doladění se provede změnou vzdáleností jednotlivých závitů.

Vysílač začneme uvádět do chodu s vypnutou anodou koncového stupně a se sníženým napětím na oscilátoru. Kondenzátor 30 pF nastavíme před zapnutím anodového napětí na nejmenší hodnotu. Otáčíme-li kondenzátorem 20 pF přerušíme se kmitání. Pozorujeme to na změnách anodového proudu. Kmitání se projevuje podobně jako u jiných krystalových oscilátorů. Přiblížíme-li si laděním kondenzátoru rezonanci, oscilace naskočí a při vzdálení opět vypadnou. Má-li oscilátor sklon k vlastnímu kmitání, tj. reaguje-li silně změnou kmitočtu na otáčení 20 pF, přiblížíme cívku L_2 k L_1 natolik, až se dosáhne krystalového charakteru kmitání. Projeví-li se nám rezonance na dvou kmitočtech, je cívka L_2 náladěna příliš vysoko. Pomocí GDO zjednáme nápravu. Není-li po ruce GDO, zvětšujeme postupně indukčnost L_2 , až zmizí podmínky pro vznik rezonancí.



Obr. 4-10. Malý vysílač pro 145 MHz.

L_1 - 5 závitů drátu 1 mm na průměru 12 mm, délka 10 mm; L_2 - 4 závity drátu 1 mm na průměru 10 mm, délka 6 mm; L_3 - 4 závity drátu 1 mm na průměru 12 mm, délka 6 mm; L_4 - 2 × 3 závity drátu 1 mm na průměru 12 mm s mezery pro L_9 (6 mm), stoupání 3 mm; L_5 - stejná jako L_1 ; L_6 - 2 závity drátu 1 mm na průměru 12 mm.

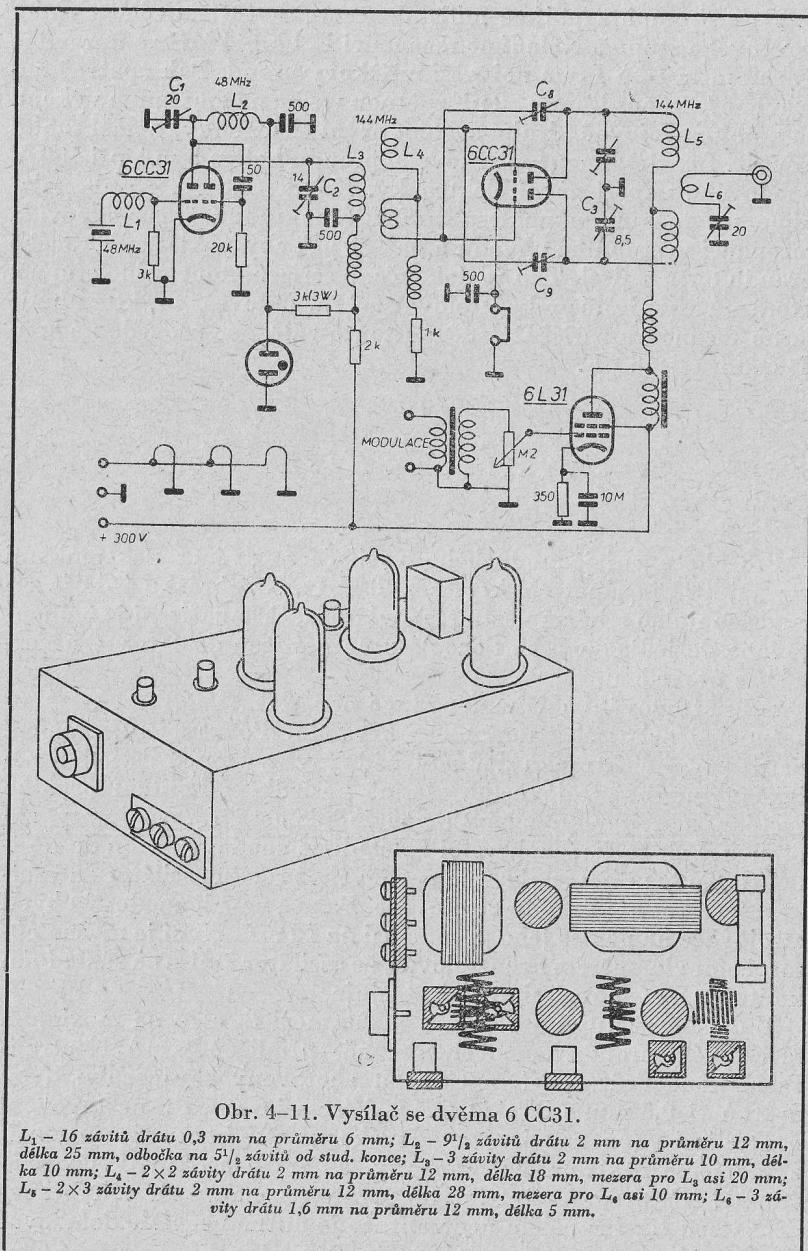
V další etapě zapojíme miliampérmetr do mřížkového okruhu koncového stupně. Naladíme rezonanci L_3 na 144 MHz a upravíme vazbu mezi L_3 a L_4 na nejvyšší mřížkový proud. Pak opatrně nastavíme kondenzátorem 30 pF zpětnou vazbu na maximum výkonu tak, aby zdvojovač (druhý systém první elektronky) neměl snahu kmitat. Lze dosáhnout mřížkového proudu kolem 3 mA při 150 V anodového napětí první elektronky. Kondenzátor 2×5 pF naladíme na maximum poklesu mřížkového proudu, což odpovídá rezonanci výstupního obvodu a pak 30 pF, aby pokles mřížkového proudu opět zmizel. Tím je dokončeno seřízení koncového stupně, které můžeme ještě překontrolovat asi 2W žárovečkou, která bude jasné do modra zářit. Doladění s touto zátěží se provede na kondenzátoru 2×5 pF.

IV - 8 VYSÍLAČ SE DVĚMA 6CC31

Pro zhotovení jednoduchého vysílače se dvěma elektronkami typu 6CC31 je zapotřebí krystalu 48 MHz. Na obrázku 4-11 je zahyceno úplné schéma včetně modulátoru. Celé zařízení je namontováno do jediného šasi. Schéma a nákres jsou dostatečně názorné pro provedení.

Při nastavování snížíme anodové napětí na 150 V, pak teprve zasuneme první elektronku bez krystalu. Po zapojení napájení nemá první elektronka dodávat žádný vf výkon. Zjistíme-li nějaké vybuzení ztrojovacího stupně následkem kmitání prvního systému elektronky, zmenšíme indukčnost L_1 , až kmity zaniknou. Pak zasuneme krystal a naladíme anodový okruh do rezonance. To se projeví poklesem anodového proudu oscilátoru a vznikem mřížkového proudu ztrojovače. Pak se naladí anodový obvod ztrojovače na pokles jeho proudu asi na 10 mA. Nyní je možno absorpčním vlnoměrem zkontovalovat, že oscilátor kmitá na základním kmitočtu a ztrojovač skutečně ztrojuje.

V dalším postupu nastavíme vazbu mezi L_3 a L_4 na maximum mřížkového proudu koncového stupně – přibližně 20 mA. Neutralizační kondenzátory C_8 a C_9 jsou zhotoveny zkroucením dvou drátků $\varnothing 0,5$ mm s PVC izolací v délce asi 6 cm. Při nastavování neutralizace (po zapojení anodového napětí koncového stupně) zkracujeme neutralizační kapacity, až zmizí oscilace koncového stupně. Důkazem je zřetelné reagování rezonance na pohyb kondenzátoru C_3 . Při ladění neutralizace je nutno neustále dolaďovat



Obr. 4-11. Vysílač se dvěma 6 CC31.

L_1 – 16 závitů drátu 0,3 mm na průměru 6 mm; L_2 – 9½ závitů drátu 2 mm na průměru 12 mm, délka 25 mm, odbočka na 5½ závitů od stud. konce; L_3 – 3 závitů drátu 2 mm na průměru 10 mm, délka 10 mm; L_4 – 2×2 závitů drátu 2 mm na průměru 12 mm, délka 18 mm, mezera pro L_5 asi 20 mm; L_5 – 2×3 závitů drátu 2 mm na průměru 12 mm, délka 28 mm, mezera pro L_6 asi 10 mm; L_6 – 3 závitů drátu 1,6 mm na průměru 12 mm, délka 5 mm.

i anodový okruh ztrojovače. Je-li dosaženo neutralizace, je i mřížkový proud koncového stupně poněkud menší (kolem 15 mA).

Uvedené zapojení vysílače je skutečně jednoduché i pro zařízení a v praxi dává (přes svůj malý příkon) překvapivé výsledky.

IV-9. JEDNODUCHÝ VÝKONNÝ VYSÍLAČ S T Y 3 2

Stabilitu vysílače můžeme měřit „dvojím loktem“. Skutečně záleží na způsobu provozu, pro který je vysílač určen. Pro zařízení, kterým budeme pracovat výlučně fonickým provozem, je mírnější měřítko než pro provoz telegrafický (A_1). Vysílač, který je v této statí popsán, patří do kategorie fone-vysílačů, která plně odpovídá obvyklým podmínkám. Je zde zařazen pro svou nenákladnost při velmi dobrých vlastnostech. Je výhodný pro kompaktní provedení v přenosném uspořádání. Obr. 4-12 opět názorně ukazuje jak schéma, tak i provedení.

Před vlastním popisem je nutno poznamenat několik zásad.

1. Oscilátorové cívky L_1 , L_2 a L_3 neprovádějme v žádném případě samonosné. Je důležité použít kostříčky (nejlépe keramické tyčky), vinutí navinout za tepla (je-li možno konce vinutí zachytit) a v každém případě dobrým prostředkem zpevnit (epoxyd).

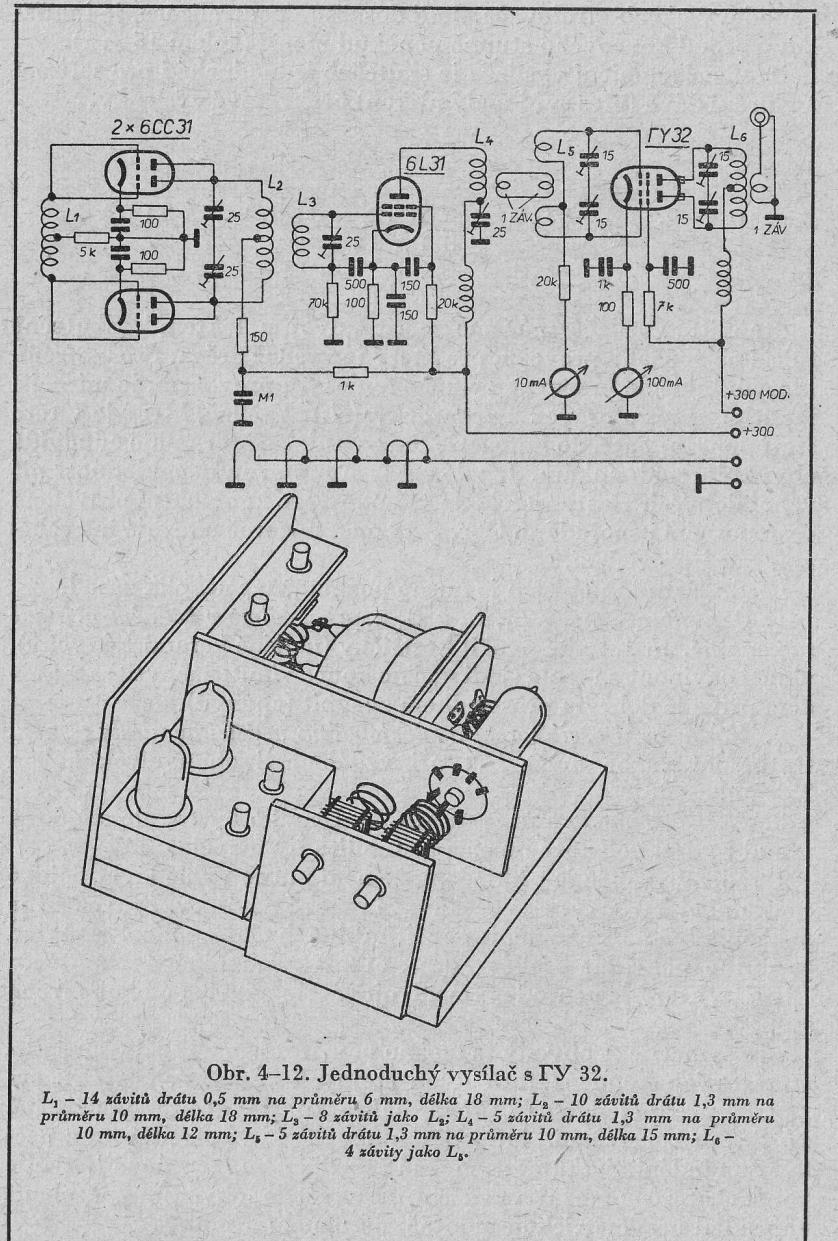
2. Vazbu mezi oscilátorem a zdvojovačem nedělejme nikdy těsnou. Optimální vazba může být při vzdálenosti obou cívek kolem 25 mm.

3. Nezkoušejme to s jedinou 6CC31. Chodilo by to, ale anodový proud by byl podstatně menší a stabilita by utrpěla.

Uvedený vysílač je příkladem, že není nutno vyhledávat nějaké speciální elektronky. Lze očekávat i mnohé námítky. Provedení je pochopitelně možno změnit použitím jiných elektronek. Za základ je nutno pokládat oscilátor ($2 \times 6CC31$), pracující na kmitočtu 72 MHz, který je pentodovým zdvojovačem oddělen od koncového stupně.

Pro symetrické obvody je možno použít místo nákladních split-statorových kondenzátorů dvou stejných vzdušných trimrů symetricky zapojených. Taková náhražka je ostatně použitelná i u jiných konstrukcí. Má jedinou nevýhodu ve složitějším a pečlivějším ladění. Setkáme se možná i s případem, kdy použití dvojic kondenzátorů umožní vyvážení nesymetrie obvodu, způsobené například nesymetrickou montáží na panelu atp.

IV - 10. MALÝ VYSÍLAČ V MODERNÍ KONCEPCI



Obr. 4-12. Jednoduchý vysílač s $\Gamma Y\ 32$.

L_1 - 14 závitů drátu 0,5 mm na průměru 6 mm, délka 18 mm; L_2 - 10 závitů drátu 1,3 mm na průměru 10 mm, délka 18 mm; L_3 - 8 závitů jako L_2 ; L_4 - 5 závitů drátu 1,3 mm na průměru 10 mm, délka 12 mm; L_5 - 5 závitů drátu 1,3 mm na průměru 10 mm, délka 15 mm; L_6 - 4 závitů jako L_5 .

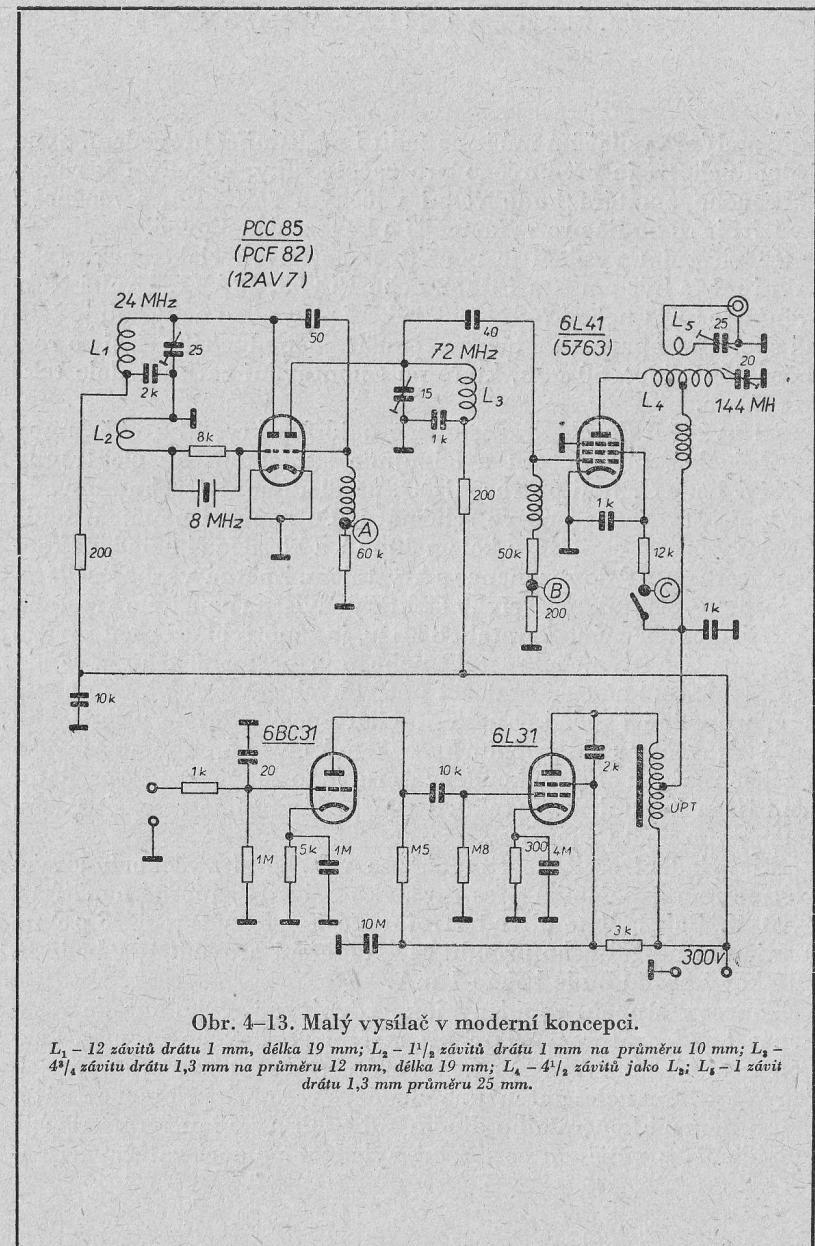
K malým vysílačům můžeme řadit i následující provedení. Svou jednoduchostí je předurčeno pro začátečníky, ačkoliv i v rukou zkušeného amatéra bude velmi vdečným zařízením s možností využití jako budič pro výkonnější a koncový zesilovač.

Ve vlastním vysílači je použito pouze dvou elektronek. Jako první může být použito PCF82 nebo PCC85, 12AV7. Druhá elektronka je 6L41 nebo 5763. Konstrukční provedení nevyžaduje žádná speciální opatření. Můžeme použít jednoduchého šasi o rozmeru $180 \times 200 \times 50$ mm, které po smontování zařízení dole také uzavřeme.

Při uvádění do chodu zasuneme nejdříve krystal a obě lampy vysílače bez modulátoru a odpojíme stínící mřížku elektronky 6L41 v bodě C. Je-li po ruce GDO, předladíme si všechny obvody na kmitočty naznačené ve schématu. Po zapnutí napájení bude anodový proud oscilátoru kolem 30 mA a klesne při naladění kondenzátoru 25 pF do rezonance s krystalem. Zpětná vazba oscilátoru je dána počtem závitů cívky L_2 , který závisí na použitém krystalu. Použijeme-li běžného krystalu 8 MHz, je zapotřebí asi osm závitů. Při použití aktivních krystalů nebo tzv. harmonického krystalu pro „24 MHz“ zmenší se počet potřebných závitů cívky L_2 až na dva, případně i méně. Funkci oscilátoru si ověříme přiblížením malé žárovky s absorpním kroužkem k cívce L_1 . Zhne-li žárovka v celém rozsahu otáčení kondenzátoru, je to znamením, že oscilátor není řízen krystalem. V takovém případě musíme změnit vazbu zmenšením počtu závitů L_2 .

Při vyladění oscilátoru naměříme v bodě A vysokoohmovým voltmeterem zapojeným přes tlumivku 2,5 mH záporné napětí asi -90 V. Pak ladíme obvod ztrojovače kondenzátorem 15 pF na maximum mřížkového proudu 6L41. Měření provádíme v bodě B. Mřížkový proud bude kolem 1 mA.

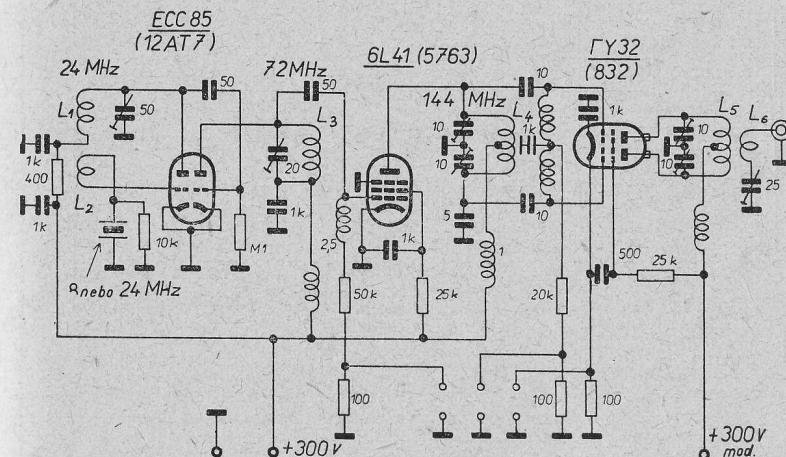
Koncový stupeň, zapojený jako zdvojovač, vyladíme do rezonance kondenzátorem 20 pF při měření anodového proudu. Vazbu mezi cívками L_4 a L_5 a kondenzátorem seřídíme výstup, zatížený žárovkou nebo anténou. Vyladění výstupu s připojenou anténu a pomocí kontrolního dipolu s diodou a miliampérmetrem je výhodnější a většinou se liší od vyladění pomocí zatěžovací žárovky.



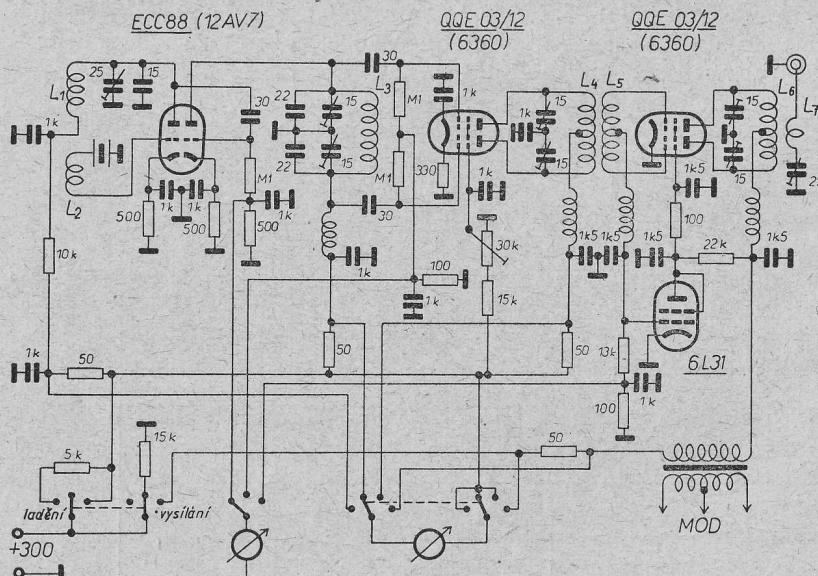
Rozšířením vysílače uvedeného v předchozí statí o elektronku GU32 (ΓY32) nebo 832 získáme zařízení se středním výkonem. Konstrukce tohoto vysílače je rovněž jednoduchá jako v předešlém případě. Základní uzavřené šasi je jen o málo větší (230 × 180 × 50 mm). Výstupní obvod elektronky GU32 je montován na konzole nad panelem vedle zapuštěné elektronky (obr. 4-14).

Nastavení oscilátoru a ztrojovače je shodné s popisem předešlého vysílače a provádí se s vyjmutou elektronkou GU32. Po zasunutí této elektronky vyladíme kondenzátorem maximum mřížkového proudu GU32. Při této manipulaci je výhodné odpojit stínici mřížky GU32. Nakonec, při úplném zapojení napájení, vyladíme anodový obvod a opět vazbou mezi L₅ a L₆ a kondenzátorem v anténním obvodu vyladíme výstupní výkon. Anodový proud koncové elektronky nemá překročit 70 mA.

Modulátor tohoto vysílače bude samozřejmě výkonnější než v předešlém případě. Může být proveden různě, podle vlastních možností a zkušeností, případně vůbec vyjmut ze zařízení, je-li po ruce samostatný modulátor.



Dvacetiwattový vysílač s moderními elektronkami ukazuje obr. 4-15. Základní oscilátor je odvozen ze stejné koncepce jako předešlé dva příklady s tím rozdílem, že druhý systém dvojitě elektronky pracuje jako zdvojovač, který budí kmitočtem 48 MHz další stupeň, pracující jako ztrojovač. Tento ztrojovač je osazen moderní dvojítou tetrodou QQE03/12, 6360. Stejné elektronky je použito i v koncovém stupni. Koncová elektronka pracuje s maximálním využitím a je proto nutno ji chránit před poškozením, které by způsobilo pokles nebo přerušení buzení. K tomu je určena závěrná elektronka 6L31, která tvoří s odporem 22 k Ω dělič pro napětí stínící mřížky koncové elektronky. Jakmile klesne mřížkový proud koncového stupně, klesne i předpětí elektronky 6L31, která začne odebírat proud a potlačí tak napětí na stínící mřížky koncové elektronky.



Obr. 4-15. Vysílač 20 W s elektronkou QQE03/12.

L_1 - 11 závitů a L_2 - 5 závitů obě z drátu 0,8 mm na průměru 12 mm, společná délka 28 mm; L_3 - 10 závitů drátu 1,6 mm na průměru 12 mm, délka 30 mm; L_4 - 4 závitů jako L_3 ; L_5 - 3 závitů drátu 1 mm na průměru 10 mm, délka 6 mm; L_6 - 2 \times 2 závitů drátu 1,6 mm na průměru 12 mm, délka s L_7 , 30 mm; L_7 - 2 závitů jako L_6 mezi půle L_6 .

Celé zařízení včetně zdroje se vejde na jednoduché šasi o roz- měrech 200 \times 400 \times 65 mm. Vystačíme s jedinou stínicí přepážkou mezi mřížkovým a anodovým obvodem koncové elektronky. Mnozí amatéři dají určité přednost montáži ve dvou samostatných šasi, která eventuálně pak spojí do společného krytu.

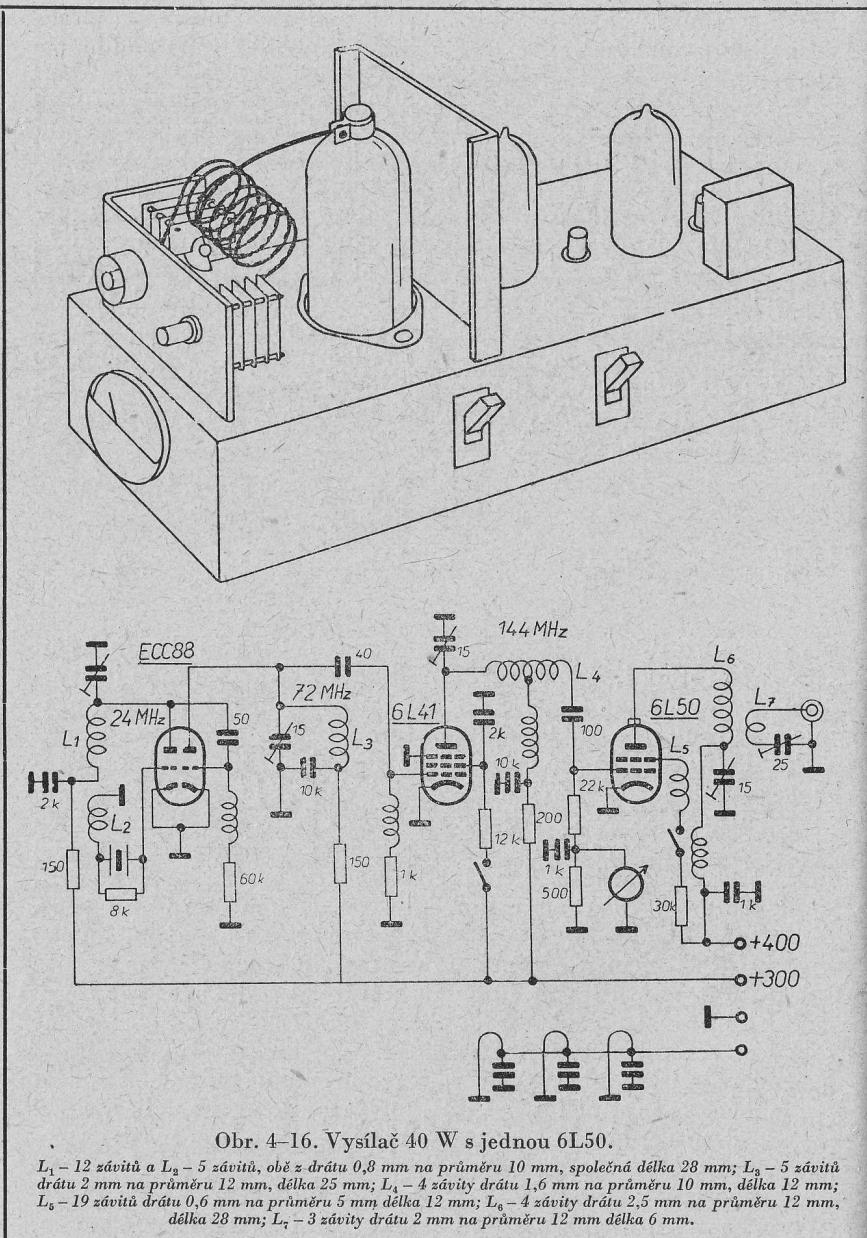
Při spouštění přístroje použijeme nejprve GDO pro předladění obvodů na příslušné kmitočty. Pak zapojíme napájení a přepínač otočíme do polohy „ladění“. Kondenzátory naladíme vždy na maximum mřížkového proudu následujícího stupně. Vazbu mezi L_4 a L_5 seřídíme na maximální vybuzení koncového stupně (také podle jeho mřížkového proudu). Mřížková cívka L_5 má vlastní rezonanci kolem 160 MHz. Výstupní obvod vyladíme již známým a obvyklým způsobem. Seřízený vysílač má mít přibližně tyto proudy: oscilátor-anoda 10 mA, ztrojovač-mřížka 0,5 mA, anoda 10 mA, ztrojovač-mřížky 1 mA, anoda 18 mA, koncový stupeň-mřížky maximálně 3,5 mA a anody 70 mA.

Výkonnější vysílače je možné konstruovat také s jednoduchými koncovými stupni, nejen se symetrickými. Příkladem toho je čtyřstupňový vysílač se třemi elektronkami. V koncovém stupni pracuje elektronka 6L50 (QE05/40, 6146).

První dva stupně jsou osvědčené z předchozího příkladu. Vazba ze zdvojovače (6L41) na koncový stupeň je však provedena na první pohled neobvyklým způsobem (obr. 4-16). Je zvolen pro získání co největšího vybuzení koncové elektronky. Vazba mezi oběma stupni je tvořena tzv. π -článkem tvořeným cívkou L_4 , kondenzátorem 15 pF a vstupní kapacitou koncové elektronky. Tento způsob umožňuje dobré impedanční přizpůsobení anodového obvodu 6L41 k mřížkovému obvodu 6L50. Cívka L_4 je vinuta z drátu o průměru 1,8 až 2 mm co nejtěsněji vedle sebe pro dosažení co nejtěsnější vazby mezi oběma konci cívky, tj. dostatečné vazby mezi oběma stupni.

Koncová elektronka je neutralizována malou indukčností, vloženou do série se stínicí mřížkou. Pro výstup je nutno volit sériový obvod. Toto zapojení koncového stupně s uvedenou mezistupňovou vazbou dává výborné výsledky a lze dosáhnout (podle proovení) při příkonu 40 watt výstupního výkonu kolem 20 watt.

Vysílač montujeme na jednoduché šasi 260 \times 100 \times 65 mm.



Obr. 4-16. Vysílač 40 W s jednou 6L50.

L₁ – 12 závitů a L₂ – 5 závitů, obě z drátu 0,8 mm na průměru 10 mm, společná délka 28 mm; L₃ – 5 závitů drátu 2 mm na průměru 12 mm, délka 25 mm; L₄ – 4 závity drátu 1,6 mm na průměru 10 mm, délka 12 mm; L₅ – 19 závitů drátu 0,6 mm na průměru 5 mm délka 12 mm; L₆ – 4 závity drátu 2,5 mm na průměru 12 mm, délka 28 mm; L₇ – 3 závity drátu 2 mm na průměru 12 mm délka 6 mm.

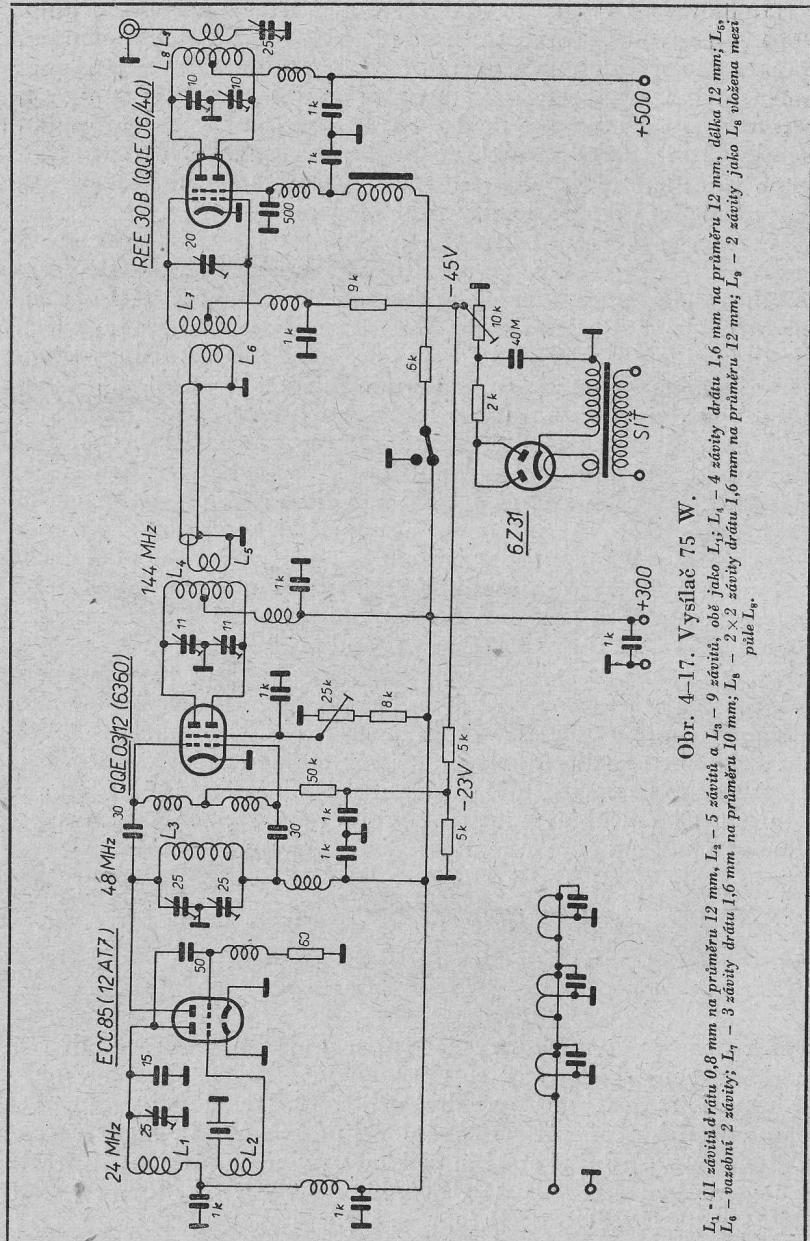
Většina součástí je ve spodní části a nad šasi umístíme pouze výstupní obvod koncového stupně. Koncovou elektronku oddělíme nahore od ostatních elektronek přepážkou.

Nastavení vysílače provádíme postupně. Nejdříve naladíme oscilátor (stínící mřížky druhé a třetí elektronky jsou odpojeny) kondenzátorem podle poklesu anodového proudu. Potom naladíme přibližně okruh L₃ (72 MHz) pomocí GDO. Dále si připojíme měřicí přístroj do mřížkového obvodu koncové elektronky, zasuneme koncovou elektronku a zapojíme stínící mřížku elektronky 6L41. Za tohoto stavu doladíme znova kond. na maximum mřížkového proudu koncového stupně. Při této operaci může být zapotřebí ještě stlačit nebo roztahnout závity cívky L₄ pro dosažení maximálního mřížkového proudu (alespoň 3 mA). Anodový proud celého budiče – obou elektronek bude kolem 95 mA.

Po připojení zátěže místo antény zapojíme stínící mřížku koncové elektronky a naladíme kondenzátory a vazbu mezi L₅ a L₆ na maximální výstupní výkon. Potom znova odpojíme stínící mřížku koncového stupně i 6L41 a vyjmeme elektronku oscilátoru. V tomto stavu zapojíme zpět napětí na koncovou elektronku a rychle protáčíme kondenzátorem C₆ při sledování anodového proudu a mřížkového proudu. Anodový proud bude vysoko přes normální hodnotu (200 mA i více), ale při otáčení kondenzátoru se nemá měnit. Při tom mřížkový proud má mít stálou nulovou hodnotu. *Tuto operaci provádíme rychle, napětí nenecháme zapojeno déle než dvě až tři vteřiny.* Objeví-li se při této zkoušce změny anodového proudu a tendence vzniku mřížkového proudu, je to důkazem vlastních oscilací, kterým zabráníme změnou cívky L₅. Zda zvětšit nebo zmenšit, to je nutno zjistit zkusmo, až se při opakování zkoušky neobjeví uvedené projevy oscilací. Pak opět zapojíme všechna napětí a znova doladíme obvody.

IV - 14. 75 WATTOVÝ VYSÍLAČ

K realizaci výkonného vysílače přistupujeme často se zatajeným dechem, souvisí to vždy se značnou investicí do koncové elektronky, jejíž „*odchod*“ by nebyl přijemný. Budeme-li postupovat rozumně a hlavně při seřizování nebudeme zbrklí, není se čeho obávat. V následující statí je příklad vysílače o příkonu 75 wattů s elektronkou REE30B (QQE06/40, AX9903, CV2666, P2-40B, QQV06-40, RS1009-5894) (obr. 4-17).



Obr. 4-17. Vysílač 75 W.
 $L_1 = 11$ závitů drátu 0,8 mm na průměru 12 mm; $L_2 = 5$ závitů a $L_3 = 9$ závitů, obě jenko $L_4 = 4$ závitů drátu 1,6 mm na průměru 12 mm; $L_5 = L_6 =$ vzdobný 2 závitů; $L_7 = 3$ závitů drátu 1,6 mm na průměru 10 mm; $L_8 = 2 \times 2$ závitů drátu 1,6 mm na průměru 12 mm; $L_9 = 2$ závitů jako L_8 vzdobena mezi pile L_8 .

Oscilátorový stupeň je ekvivalentní několika předešlým příkladům. Druhá elektronka QQE 03/12 (6360) je zapojena jako ztrojovač s pevným předpětím, které je možno upravit na nejvhodnější hodnotu, potřebnou pro dostatečné buzení koncového stupně. Vstupní obvod ztrojovače je souměrný. Výstupní obvod ztrojovače je vázán souosým vedením se vstupním obvodem koncového stupně. Toto uspořádání umožňuje samostatnou montáž koncového stupně, případně do jiného krytu.

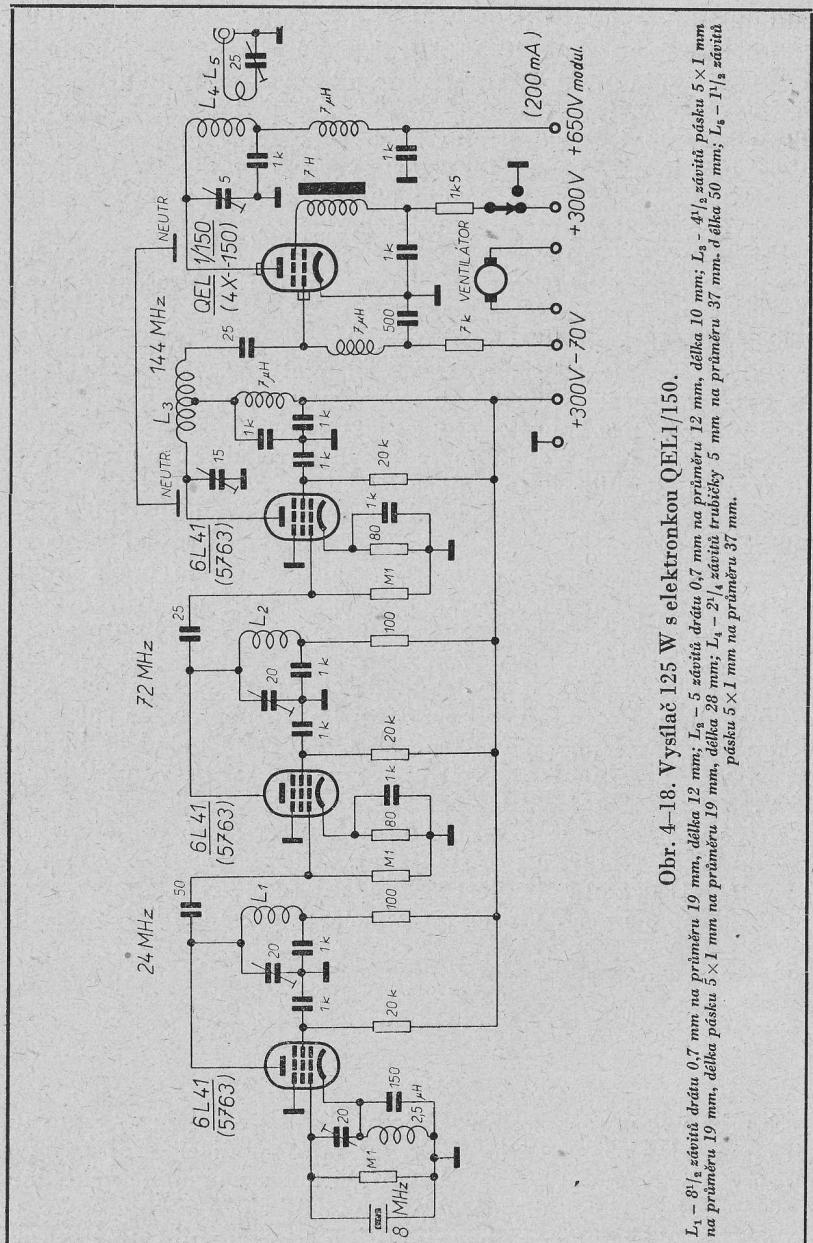
Vysílač se vejde na šasi o rozměru $180 \times 280 \times 50$ mm, ale lze doporučit i „vzdušnější“ provedení, zejména méně zkušeným amatérům. Většina součástí je montována dole. Koncová elektronka prochází otvorem v šasi a výstupní obvody má nahore, druhé dvě elektronky (oscilátor a ztrojovač) opatříme stínicím krytem. Na společném šasi s vysílačem je umístěn zdroj pro pevné mřížkové předpětí pro koncový stupeň a ztrojovač.

Vysílač uvádíme v chod podle pokynů uvedených v předešlých odstavcích. Přepínačem v poloze *ladění* vypneme koncové napětí na stínicích mřížkách. Za tohoto stavu provedeme sladění celého budicího zařízení, a to na maximální mřížkový proud koncové elektronky. Ladění provádíme postupně, počínaje oscilátorem, při čemž využíváme GDO pro předladění obvodů. Při ladění si musíme uvědomit, že mřížkový proud je závislý také na pevném mřížkovém předpětí, které může ze začátku, pokud nejsou všechny obvody alespoň přibližně naladěny, úplně potlačit vznik mřížkového proudu. Proto si pro první fázi ladění pomůžeme snížením předpětí pomocí potenciometru. Po ukončeném naladění bude nesmíme zapomenout nastavit opět správné mřížkové předpětí – 45 V.

Dříve než zapneme přepínač na polohu *vysílání*, připojíme na výstup zátěž (zárovku nebo anténu). Nezapínejme nikdy vysílač bez zatízení. Výkon je již dost veliký, aby se nakmitalo naprázdno napětí, schopné poškodit některé součásti, případně i elektronku.

IV - 15. 125 WATTOVÝ VYSÍLAČ

Stavba výkonných zesilovačů je především otázkou výkonných elektronek jak pro vlastní vysílač, tak i pro napájecí zdroj. Účinné zvyšování výkonu stává se od určité hranice neúměrně nákladné a pro amatéra těžko únosné. Představíme-li si, že zvýšení výkonu na dvojnásobek znamená pouze 3 dB, a srovnáme-li tyto tři deci-



Obr. 4-18. Vysílač 125 W s elektronkou QEL1/150.
 Obr. 4-18. 125 W transmitter with QEL1/150 tube.
 Dimensions: $L_1 = \frac{8}{12} \text{ mm}$, $L_2 = 19 \text{ mm}$, $L_3 = 10 \text{ mm}$, $L_4 = 19 \text{ mm}$, $L_a = 0.7 \text{ mm}$, $L_b = 12 \text{ mm}$, $L_c = 19 \text{ mm}$, $L_d = 37 \text{ mm}$, $L_e = 5 \text{ mm}$, $L_f = 37 \text{ mm}$, $L_g = 37 \text{ mm}$, $L_h = 37 \text{ mm}$, $L_i = 37 \text{ mm}$, $L_j = 37 \text{ mm}$, $L_k = 37 \text{ mm}$, $L_l = 37 \text{ mm}$, $L_m = 37 \text{ mm}$, $L_n = 37 \text{ mm}$, $L_o = 37 \text{ mm}$, $L_p = 37 \text{ mm}$, $L_q = 37 \text{ mm}$, $L_r = 37 \text{ mm}$, $L_s = 37 \text{ mm}$, $L_t = 37 \text{ mm}$, $L_u = 37 \text{ mm}$, $L_v = 37 \text{ mm}$, $L_w = 37 \text{ mm}$, $L_x = 37 \text{ mm}$, $L_y = 37 \text{ mm}$, $L_z = 37 \text{ mm}$.

bely s rozdílem cen elektronky pro 75 W a pro 150 W, kolik „dB“ je to v korunách? A co znamenají 3 dB v síle signálu?

Přesto však je nutno pro úplnost doplnit tuto kapitolu alespoň stručně o příklady výkonnějších vysílačů. Prvním je čtyřstupňový s příkonem 125 W s použitím elektronky QEL1/150, (4X150A), která je zatím u nás vzácností. Tato elektronka je vlastně určena pro koaxiální obvody a její použití pro cívkové obvody je spojeno s určitými obtížemi.

Na obrázku 4-18 je zapojení celého vysílače. Oscilátor v Piercově zapojení, ztrojovač a zdvojovovač, všechny s elektronkou 6L41. Vazba ze zdvojovovače na koncový stupeň je provedena π -článkem. Anodový obvod koncového stupně je laděn kondenzátorem upraveným z tvrdého měděného pásku, který se šroubem přibližuje k anodě elektronky. Koncový stupeň vyžaduje umělé chlazení ventilátorem. Pro tento způsob je vhodný vysoušeč vlasů (tzv. fén) s nezapojeným topným těleskem.

Pro nastavení je nutno dbát stejných zásad jako u jiných vysílačů. Navíc je zapotřebí zvýšená opatrnost vzhledem k vyšším napětím.

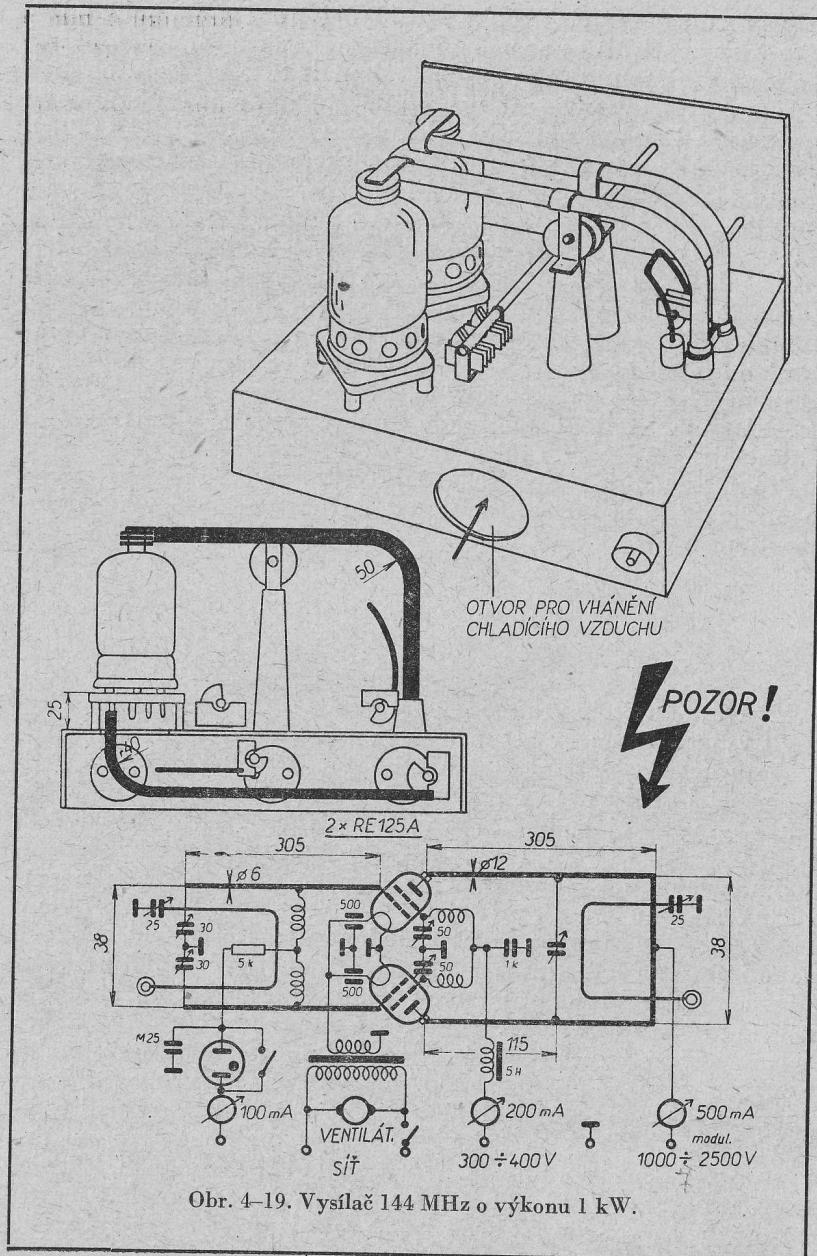
IV - 16. JEDEN KILOWATT PRO 144 MHz

V závěru kapitoly vraťme se opět k domácím elektronkám. Zhotovit výkonný koncový stupeň bude přece jen lákat některé nadšence a nebylo by spravedlivé neukázat jim alespoň cestu. Je-li k dispozici dobrý vysílač o příkonu koncového stupně 35–40 W, může být použit jako budič pro výkonný koncový stupeň se dvěma elektronkami RE125A, (4-125A, QB3/300, 6155).

Uvedenými elektronkami dosáhneme při anodovém napětí 1000 V příkonu 300 W, při 2000 V — 700 W a při 2500 V příkonu 1 kW. Pro fone provoz se však nedoporučuje překročit anodové napětí přes 2000 V. Upravíme-li náležitě anodové napětí a napětí stínících mřížek, lze s přijatelnou účinností pracovat i při redukování příkonu na 180 W.

Koncový zesilovač (obr. 4-19) vyžaduje umělé chlazení vzduchem, zejména při provozu s plným příkonem. Vzduch ventilátoru vháníme do spodní části těsně uzavřeného šasi. Otvory pod elektronkami proudí vzduch do hořejšího prostoru. Otvory v krytu pro výstup vzduchu jsou provedeny přímo nad elektronkami. Žhavicí transformátor, 5 V, 13 A, umístíme také uvnitř zesilovače.

Mřížkový a anodový obvod jsou provedeny ve tvaru tyčového



Obr. 4-19. Vysílač 144 MHz o výkonu 1 kW.

vedení podle obrázku. Mřížkový je z trubky o průměru 6 mm a anodový z trubek o průměru 12 mm. Při uvádění do provozu, než zapneme vysoké napětí, nejdříve zajistíme správné vybuzení. I tady postupujeme opatrně, nejdříve s nižším napětím, které postupně zvyšujeme, je-li vše v pořádku.

Pozor na vysoké napětí! Zajistěte si bezpečnost vhodným automatickým vypínačem při otevření přístroje i zdroje s náležitou signalizací. V každém případě se vždy, před každým manipulováním s přístrojem, přesvědčíme o spolehlivém vypnutí všech vysokých napětí a vybití všech kondenzátorů, i když je použito automatického vypínání. Je lépe tisíckrát spálit nějakou pojistku, než jednou utrpět vážné zranění. Nevrtejte se v takovém vysílači, když jste v místnosti sami.

C

Praktické příklady pro jiná amatérská písma

IV-17. VYSÍLAČE PRO 432 MHz - ÚVOD

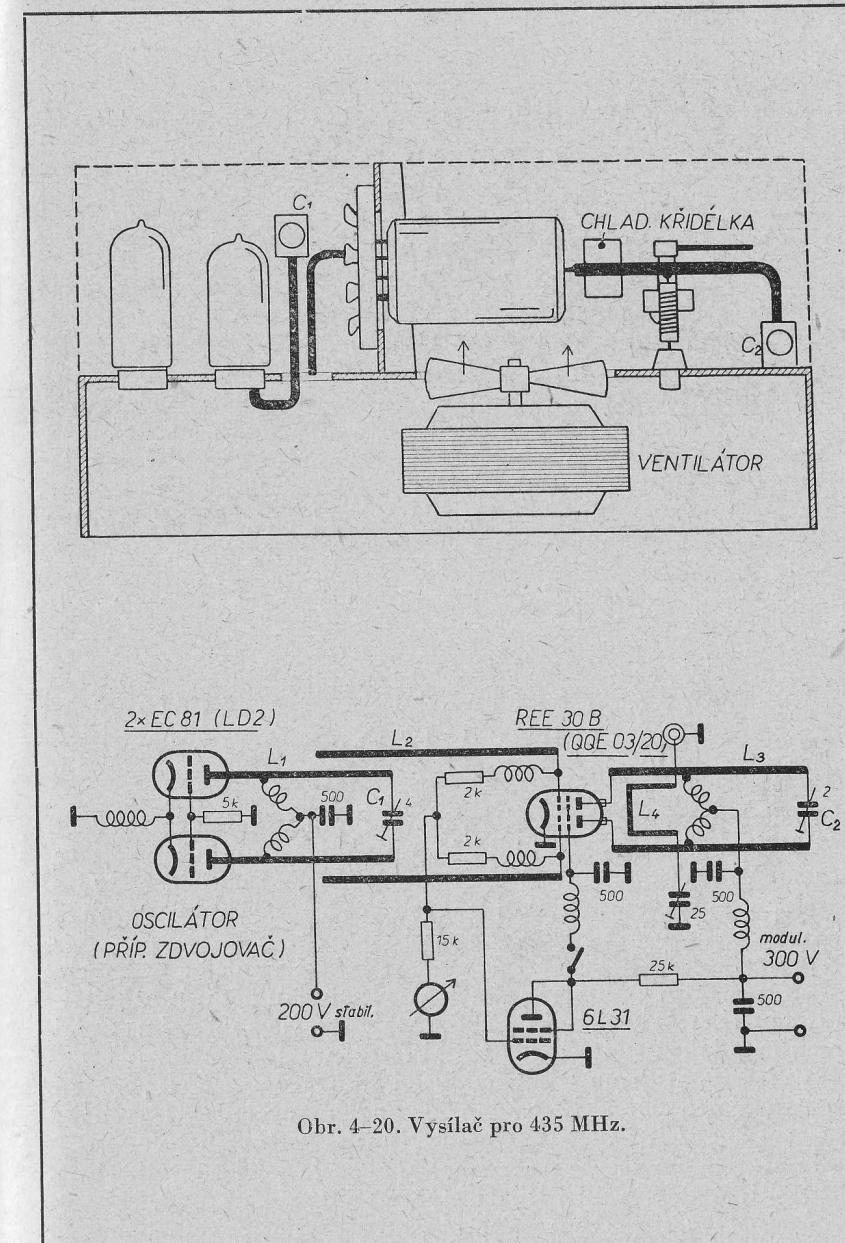
Tak jako je pásmo 145 MHz v dnešní době určeno pro vážnou práci, tak můžeme pásmu 430 až 440 MHz přisoudit pestřejší pole působnosti. Dostatečná šířka pásmu 430 MHz umožnuje toto „VKV hřiště“ rozdělit na několik pásem pro různé „hry“. A tak nebude jistě správné v tomto pásmu omezovat možnosti amatérů jen na použití výlučně krystalem řízených a jim na roveň postavených vysílačů. Vždyť pokusnictví s malými lehkými stanicemi i provádění spojovacích služeb pomocí dobrých tranceierů jsou velmi záslužnou činností. Ale všichni musíme zachovávat na tomto „VKV hřišti“ kázeň a pořádek.

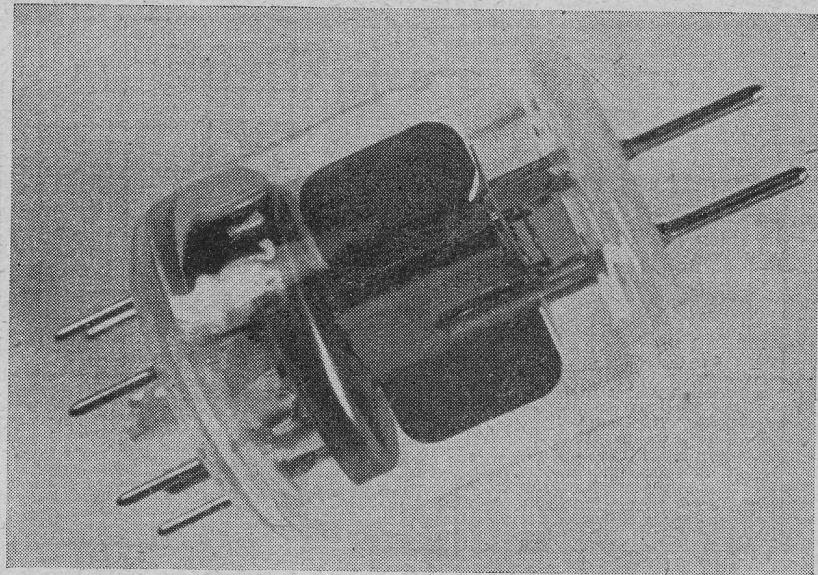
IV-18. PŘÍSTAVEK PRO 432 MHz

I vysílače budou mít různou koncepci. Navážeme nejprve na to, co již bylo probráno. Dobrý malý vysílač pro dvoumetrové pásmo může být použit jako budík pro pásmo sedmdesátcentimetrové. Stačí jednou ztrojit kmitočet a zesílit.

Na obrázku 4-20 je schéma a provedení takového vysílače s elektronkami EC81 a REE30B, zařízení je celkem jednoduché. Je namontováno na jednoduchém šasi. Vstupní obvod je ve spodní části a koncová elektronka je montována do přepážky nahoře. Do spodní části šasi, pod koncovou elektronkou namontujeme motorek s malou vrtulkou pro podporu cirkulace chladicího vzduchu.

Při nastavování si počínáme obdobně jako u vysílačů pro dvoumetrové pásmo. Mřížkový obvod koncové elektronky naladíme s vypnutými stínicími mřížkami a podle mřížkového proudu.





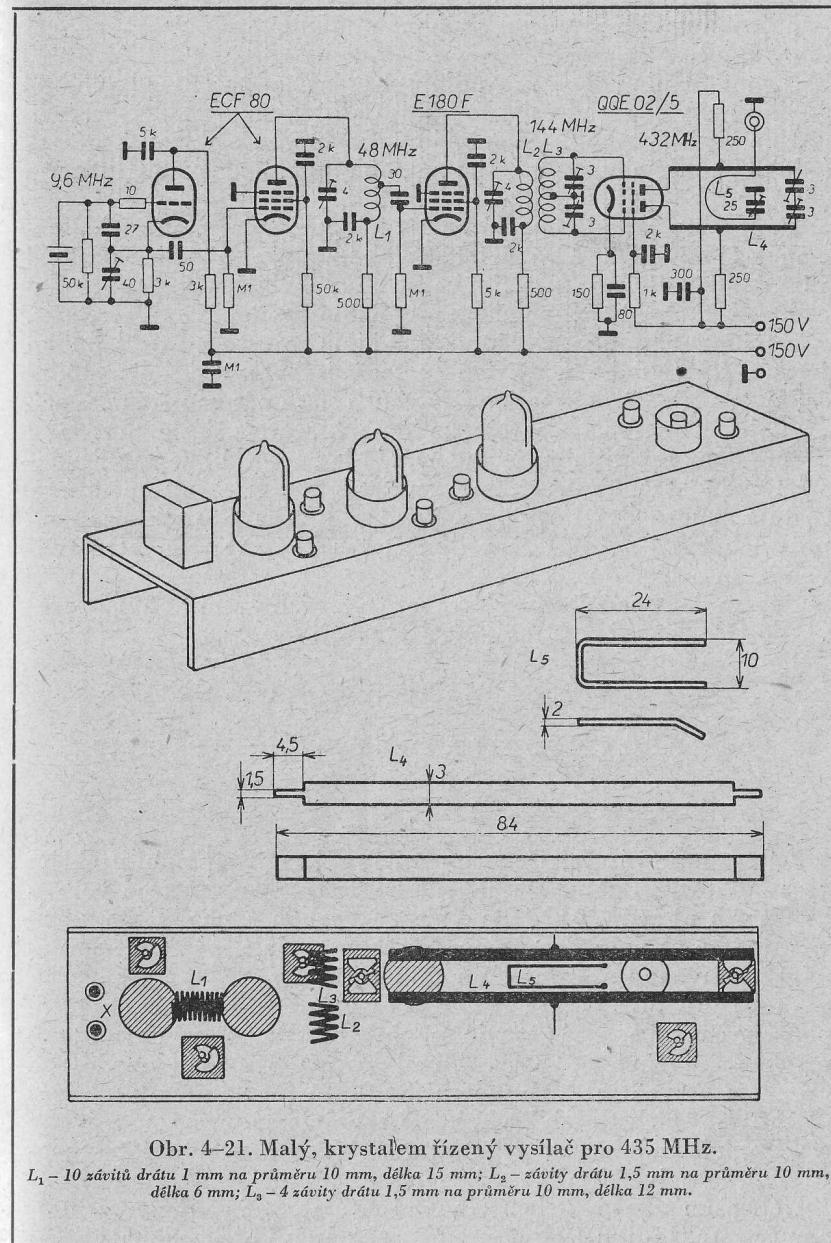
Obr. 4-20a. Dvojitá tetroda použitá ve vysílači obr. 4-20.

IV - 19. MALÝ KRYSTALEM ŘÍZENÝ VYSÍLAČ PRO 432 MHz

Vysílač pro pásmo 432 MHz, sestavený z výkonného vysílače 144 MHz a ztrojovače, se řadí již mezi výkonné vysílače pro tato pásmo. Většina amatérů se však přesvědčila, že na 432 MHz lze dosáhnout překvapivě dobrých výsledků se zařízením opravdu malým a že proto stojí za to si takové zhotovit.

Na obrázku 4-21 je malý krystalem řízený vysílač s příkonem kolem tří wattů. Oscilátor s násobičem kmitočtu pětkrát nebo třikrát podle krystalu dávají kmitočet 144 MHz. Na koncovém stupni pracujícím jako ztrojovač je dvojitá tetroda.

Vysílač montujeme na jednuduché šasi. Koncový stupeň má v anodovém obvodu tyčový obvod. Podobnou koncepcii vysílače můžeme zhotovit i použitím inkurantních elektronek typu LD2, kterými osadíme všechny stupně. Zapojení je také nakresleno na obr. 4-21. K takovému vysílači můžeme připojit výkonnější koncový zesilovač, například s elektronkou REE30B nebo podobnou.



Obr. 4-21. Malý, krystalem řízený vysílač pro 435 MHz.

L_1 - 10 závitů drátu 1 mm na průměru 10 mm, délka 15 mm; L_2 - závitý drát 1,5 mm na průměru 10 mm, délka 6 mm; L_3 - 4 závitý drát 1,5 mm na průměru 10 mm, délka 12 mm.

Zapojení a uspořádání jsou obdobné příkladu v minulém odstavci (obr. 4-20).

Nastavování vysílače provádíme postupně od oscilátoru a řídíme se již známými zásadami z minulých odstavců.

Jiná variace tohoto vysílače je použití dvou elektronek 6CC31 (6J6) na konecovém stupni při původním osazení prvních tří stupňů (ECF80 a E180F).

Pro pásmo 432 MHz se dá použít i celé řady inkurantních elektronek (LD1, LD2, LD5, RD12 Ta atd.). Zapojení jejich patic si však někdy vyžaduje speciální konstrukce obvodů, a proto se těchto elektronek s oblibou používá pro jednostupňové vysílače, tzv. *sólo-oscilátory*. V pásmu 430 až 440 MHz se tyto vysílače budou ještě nějakou dobu používat. Je možné zhotovit velmi stabilní oscilátory, ale jejich zlem je vždy veliká šířka pásma při modulaci. Šířka pásma nespočívá v tom, že by se vytvárela široká postranní pásma daná amplitudou modulací, ale je dáná tím, že amplitudovým modulováním zavádíme současně kmitočtovou modulaci, často s abnormálním zdvihem. Vysílání z takového vysílače není poslouchatelné normálním přijímačem s konvertorem, které mírají šířku pásma do 6 kHz.

Během doby se budeme zbavovat takových vysílačů a nahrazovat je třeba jen dvoustupňovými přístroji.

IV-20. SÓLO OSCILÁTOŘE V KOAXIÁLNÍM PROVEDENÍ

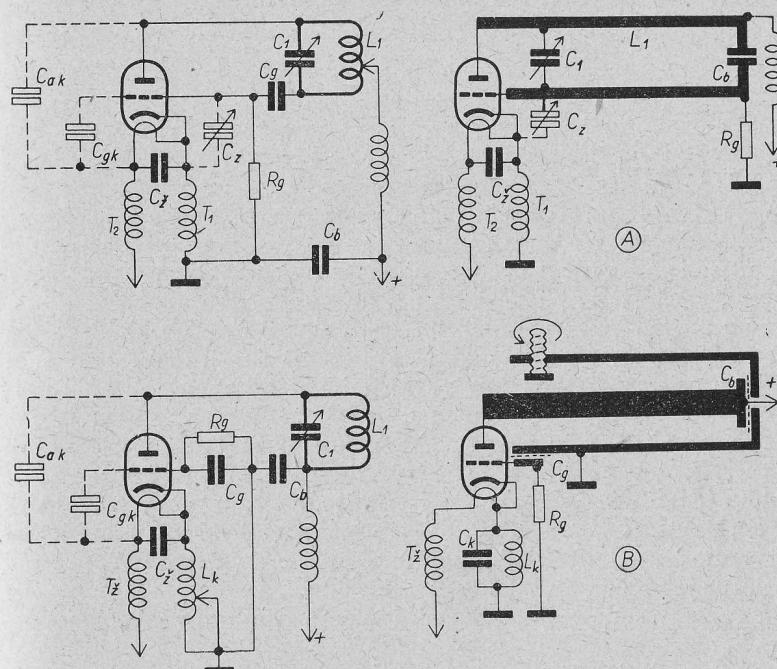
Jednostupňové vysílače (*sólo-oscilátory*) mají základní problém ve stabilitě kmitočtu. Dosáhnout lepší stability můžeme volbou kvalitních obvodů, vhodnou zpětnou vazbou a vhodnou vazbou výstupního obvodu na anténu. Všechno to dále souvisí se správným nastavením pracovního bodu elektronky.

Pro kmitočtové pásmo 430 MHz umožňují přijatelnou stabilitu pouze tyčové a souosé (koaxiální) obvody. Pro tyčové obvody použijeme trubek nebo pasů. Tlumivky pro napájení anodovým proudem provedeme z co nejtenčšího drátu (podle proudu). Totéž platí o ostatních tlumivkách, které zapojujeme přímo na vývody elektronky. Indukčnost v katodovém obvodu vyladíme (zkracováním) na největší mřížkový proud.

Nejlepším ukazovatelem činnosti oscilátoru je mřížkový milíampérmetr. Je-li mřížkový proud malý, jsou i oscilace malé a ne-

stabilní. Stačí i malé zatížení anténou a oscilace vysadí. Je-li mřížkový proud veliký, zmenšuje se výkon oscilátoru, objevuje se vysoké zkreslení a nestabilita kmitočtu, případně zahřívání mřížky elektronky. Pokud přihlížíme k výkonu oscilátoru, je správná hodnota mřížkového proudu 15 až 30 % z hodnoty anodového proudu při nezatíženém oscilátoru. Je-li oscilátor modulován, má být mřížkový proud jen kolem 10 % z hodnoty anodového proudu.

Malý mřížkový proud a malý výkon oscilátoru je obvykle způsoben nedostatečnou zpětnou vazbou pro daný ladící obvod. Nastavení zpětné vazby oscilátoru lze upravit buď změnou kapacity C_z (obr. 4-22A), nebo změnou indukčnosti L_k (obr. 4-22B). Nastavení kapacity C_z se provádí od jeho nejmenší hodnoty, za stálého pozorování mřížkového proudu a svitu žárovečky v absorpčním kroužku, přibližně k anodovému obvodu. Mřížkový proud i svit žárovky nejdříve stoupají až po určité hodnotě. Potom žárovka opět pohasíná a stoupá anodový proud. Těsně před začátkem pohasínání žárovky je správné nastavení kondenzátoru.



Obr. 4-22. Jednostupňové vysílače pro 435 MHz.

U některých strmých elektronek je kapacita C_z již nahrazena kapacitami systému a spojů. Je-li však mřížkový proud ještě malý, je nutno vyzkoušet menší hodnoty mřížkového odporu. Je-li i v tomto případě pracovní bod nesprávný, je nutno měnit anténní vazbu, případně se přesvědčit, nejsou-li toho příčinou stojaté vlny v anténních napájecích, které je nutno odstranit.

Pro konstrukci sólo-oscilátoru platí stejné podmínky jako pro konstrukci všech jiných oscilátorů. Všechny součásti obvodu musí být dostatečně pevné (tuhé) a ostatní součástky pevně přimontovaly s nejkratšími přívody. Napájecí body anodového obvodu jsou umístěny v místě nejmenšího vf napětí. Správnou polohu nalezneme dotykem kousku drátu na různých místech obvodu. Ve vhodném místě působí dotyk drátu nejmenší odchylku mřížkového proudu.

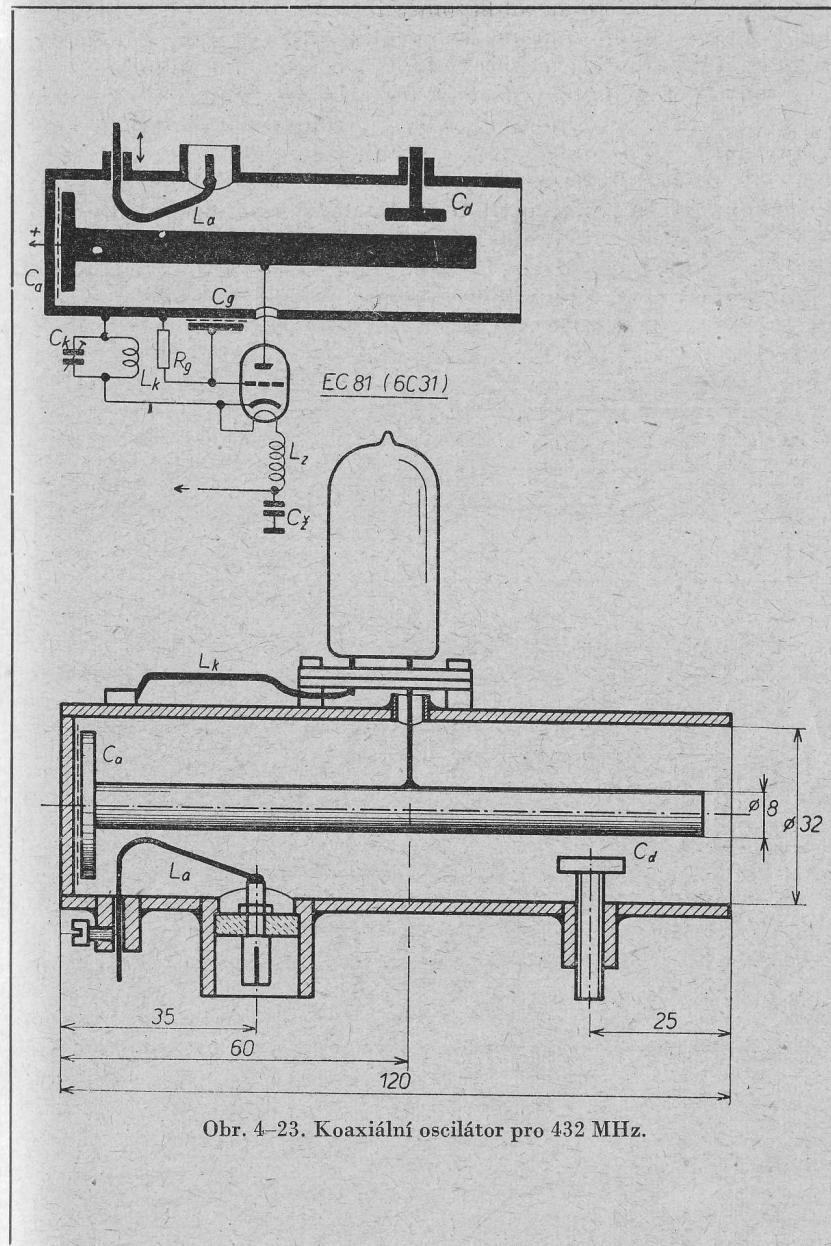
Příklad provedení oscilátoru s koaxiálním obvodem je na obr. 4-23. Je určen pro elektronku EC81.

IV - 21. SÓLO OSCILÁTOR S TYČOVÝMI OBVODY

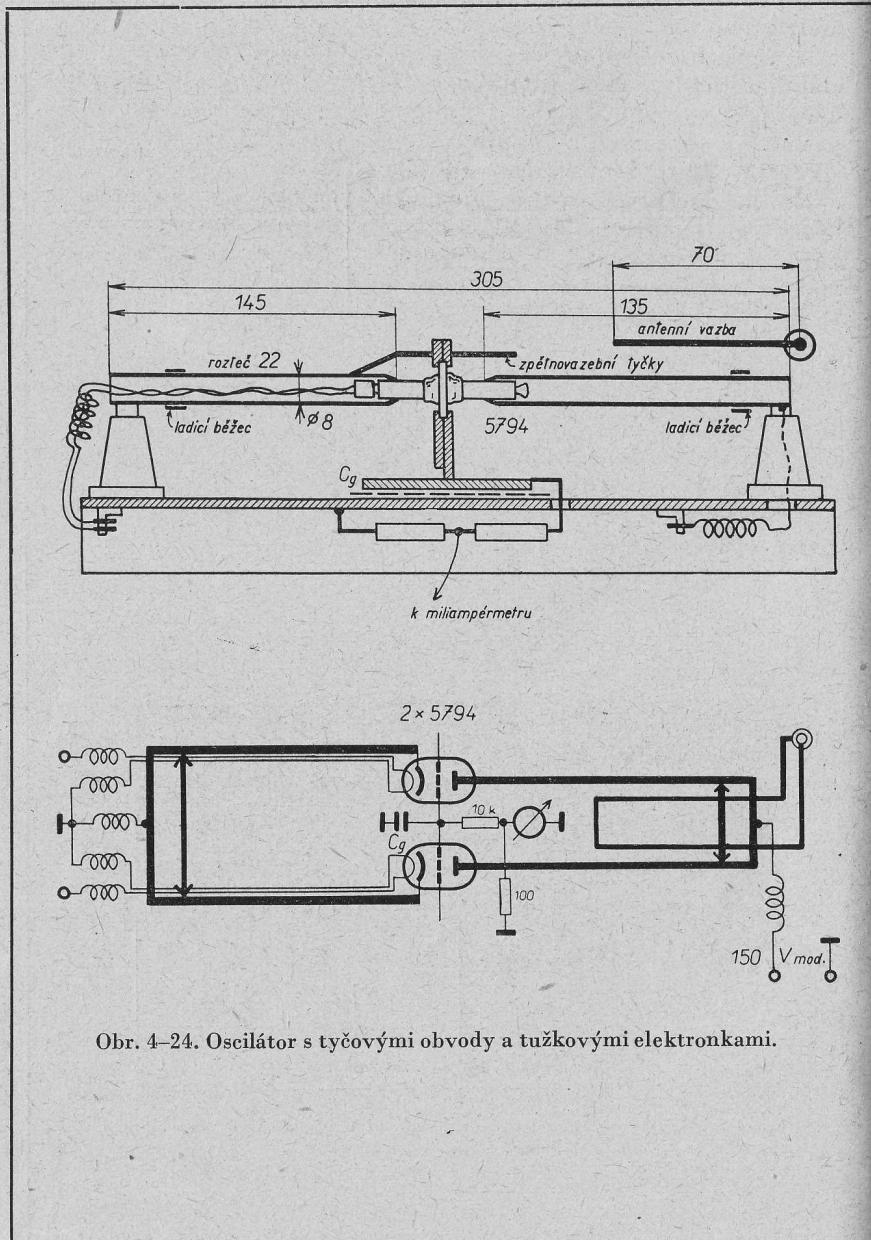
Velmi stabilní jsou souměrné oscilátory v tyčovém provedení. Na obrázku 4-24 je nakreslen oscilátor s tužkovými elektronkami typu 5794 s příkonem 10 W. Elektronky jsou zamontovány do přepážky, která je vysokofrekvenčně uzemněna. Je to provedeno podložením základny přepážky slídovým lístek. Na katodách i anodách jsou nasunuty tyčové obvody z tenkostěnných trubek. Zpětná vazba je provedena kapacitně pomocí kousků drátu o průměru 1,2 mm, které procházejí keramickými průchodekami v přepážce. Zpětná vazba se nastaví přihýbáním drátků k anodovým tyčím. Oscilátor je pevně naladěn spojovacími můstky u konce tyčových obvodů.

Tyčové obvody v souměrném zapojení elektronek poskytují celou řadu možností v konstrukci. Jiný příklad pro běžnou elektronku je na obr. 4-25. Anody jsou připojeny na tyčky o průměru 4 mm, na které se nasouvají dvě trubičky spojené na můstku. Po souváním můstku jemným závitem ladíme anodový obvod. Celý oscilátor je vložen do krytu s dvojím dnem. Do prostoru mezi dny jsou vloženy součásti napájecích obvodů. Anténní vazba je připojena kapacitně.

Zapojíme-li do mřížkového obvodu miliampérmetr do dvou mA, lze tohoto přístroje použít jako GDO pro decimetrová pásmá od



Obr. 4-23. Koaxiální oscilátor pro 432 MHz.

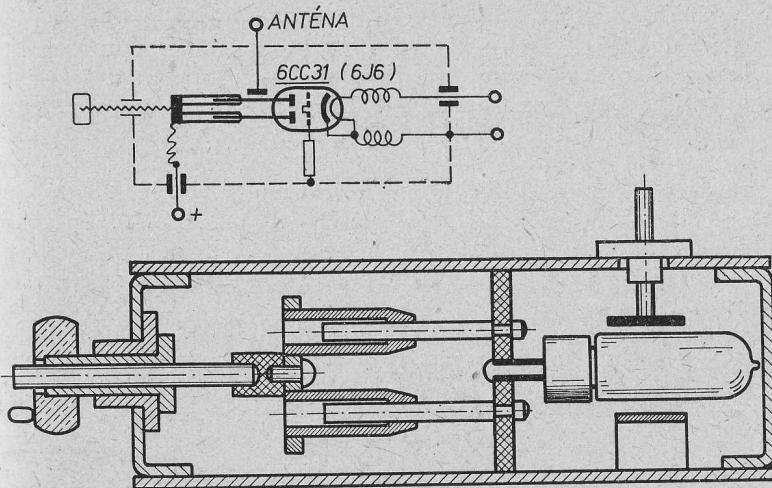


Obr. 4-24. Oscilátor s tyčovými obvody a tužkovými elektronkami.

55 do 75 cm. Oscilátor se výborně hodí pro pumpovací zdroj parametrického zesilovače (viz kapitola o přijímačích).

Nejlepších výsledků lze dosáhnout souosými obvody se speciálními elektronkami (majákové apod.). Těchto konstrukcí používáme s výhodou i pro vyšší pásmá a jejich aplikace pro 70 cm pásmá je pouze otázkou prodloužení obvodů. Příklady těchto konstrukcí jsou proto zařazeny do dalších odstavců.

Pro decimetrové vlny lze použít i jiných obvodů s vysokou jatkostí. Jsou to zejména motýlové obvody, válcové obvody a obvody s proměnlivou kapacitou a indukčností. Jejich další předností je velký kmitočtový rozsah a nemají proto, jak již bylo ve třetí kapitole řečeno, využití pro amatérská pásmá.



Obr. 4-25. Oscilátor pro 435 MHz s elektronkou 6CC31.

D

Vysílače pro vyšší pásmá

IV - 22. PÁSMO 1215 MHz A VÝŠE

Amatérské pásmo 1215 až 1300 MHz (23,1 až 24,7 cm) a ostatní vyšší pásmá jsou velkou příležitostí pro amatérské konstruktéry. Je zde mnoho nových problémů, ale o to méně je dostupného materiálu. Je třeba si vzpomenout i na několik obětavých průkopníků v čele se s. Inž. Alexandrem KOLESNIKOVEM, kteří nelekajíce se potíží dospěli k překvapivým výsledkům. Několik konstrukcí oscilátorů s elektronkami na hranici jejich možností (LD1 a RD12Ta) je jistě úspěchem. Hlavní poznatky jsou zachyceny v „Amatérské radiotechnice“ i v několika článcích časopisu „Amatérské rádio“.

Pro pásmo 1215 až 1300 MHz se přirozeně daleko lépe hodí speciální elektronky určené pro decimetrové pásmo. A skutečně, v okamžiku, kdy se první taková elektronka objevila v rukou amatéra, náhle jako by zázrakem ustal zájem o oscilátory z uvedených inkurantů.

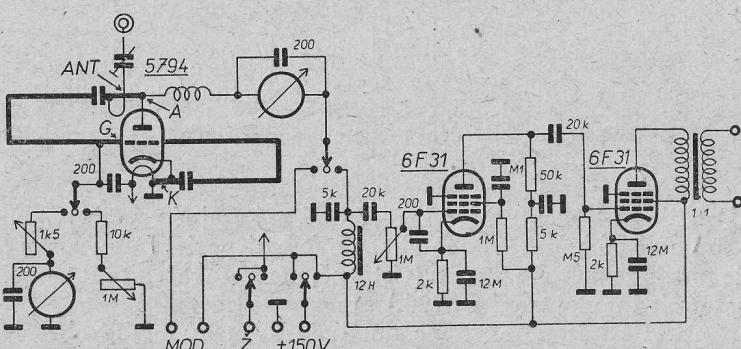
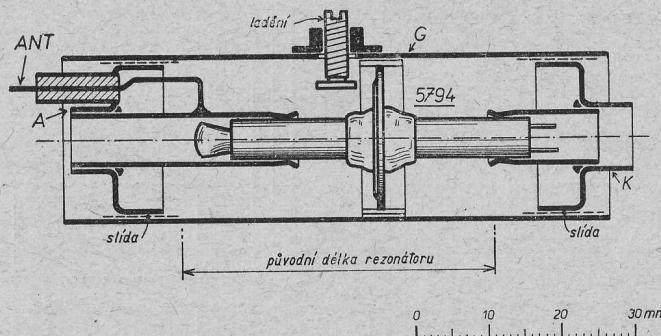
Vysílače, kterými v roce 1954 získaly československé stanice OKIKAX a OKIKRC světový rekord, měly speciální elektronky. Jeden vysílač měl planární triodu 5794 a druhý majákovou triodu LD12.

IV - 23. MALÝ VYSÍLAČ S E.L. 5794

Elektronka 5794 je v původním provedení již zamontována do koaxiálního rezonátoru jako kompletní oscilátor pracující na kmitočtu 1680 MHz. Toto provedení je však pro pásmo 1250 MHz příliš krátké. Pro použití elektronky musíme vnější pláště nahradit novým, delším. V takovém případě je možno použít po malé úpravě všech ostatních součástí. Oba písty budou asi o 16 mm posunuty k vnější straně. Píst pro katodovou stranu bude potřebovat vnitřní trubičku o několika milimetrech nad plamenem povytáhnout

a anodový píst potřebuje nahradit vnitřní trubičku novou, delší asi o 15 mm.

Do nového pláště použijeme i ladící šroubek, který tvoří s anodovým válečkem elektronky kondenzátor. Při montování elektronky nezapomeňte opět vložit slídrovou izolaci kolem pístu a dotykovou pružinku kolem mřížkového kotoučku. Malá mezera,

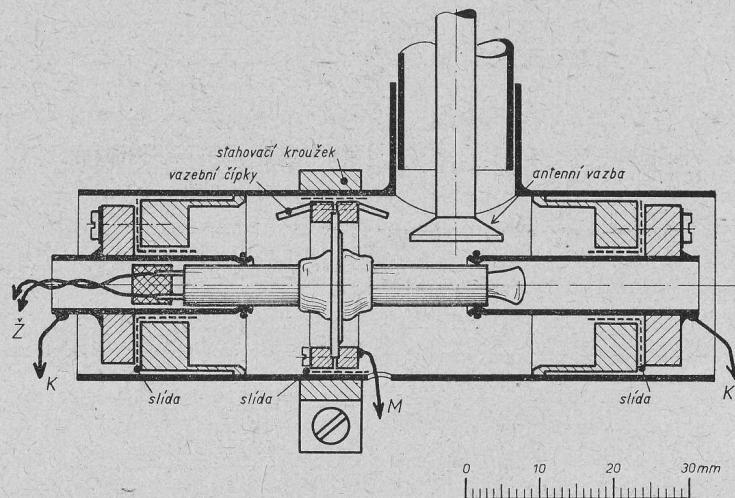


Obr. 4-26. Koaxiální vysílač s elektronkou 5794 pro kmitočet 1250 MHz.

která vzniká mezi mřížkovým kotoučkem a vnějším válcem, tvoří zpětnou vazbu mezi katodovým a anodovým obvodem. Při těsném spojení bez této mezery museli bychom zavádět zpětnou vazbu jiným způsobem (viz další příklad). Celé usporádání oscilátoru i schéma zapojení je na obr. 4-26.

Seřízení je naprosto jednoduché. Ladicí šroubek dotáhneme těsně až k anodě. Zapojíme zdroj a posouváním jednoho z pístů (nejlépe katodového) vyhledáme místo s nejvyšším mřížkovým

proudem. To znamená, že elektronka pracuje. Vlnoměrem změříme délku vlny a podle výsledku posuneme oba písty bud' ven nebo dovnitř, a to o stejnou hodnotu a znova doregulujeme na nejsilnější oscilace. To opakujeme tak dlouho, až se dostaneme na spodní okraj pásmá (1215 MHz). Potom si vyzkoušíme možnost ladění postranním šroubem.



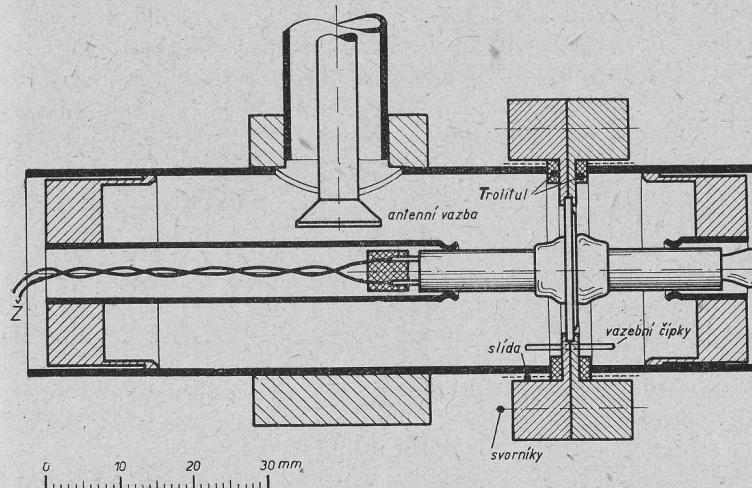
Obr. 4-27. Mechanické provedení oscilátoru s elektronkou 5794 pro kmitočet 1250 MHz.

Použijeme-li elektronky 5876, která má stejné rozměry, ale poněkud odlišné hodnoty, nebudeme mít k dispozici žádny rezonátor a je nutno se do toho pustit. (Ostatně, není překážek takovou cestu nastoupit i u elektronky 5794.)

Mřížkový kotouč sevřeme do dvou kroužků podle obr. 4-27. Těsně vedle kotoučku vložíme do izolačních dutinek a připravených drážek dva nebo tři izolované drátky přesahující na obou koncích asi o 5 mm. Tyto drátky tvoří zpětnou vazbu. Při montáži elektronky dbejme, aby se při stahování mezi zhotovené kroužky mřížkový kotouč nějakým způsobem mechanicky nenamáhal. Některé skleněné tělíska by potom mohlo prasknout. Skleněná tělíska, i když dělají dojem pevnosti, jsou poměrně křehká.

V této konstrukci musí být písty rozděleny izolací překlenutou velkou kapacitou. Vnitřní dotyková trubička musí přivádět anodě i katodě příslušná stejnosměrná napětí. Písty se pak mohou pomocí šroubu nastavit.

Další provedení je charakteristické rozdělením vnějšího pláště na dva díly s přírubami. Válečky jsou vloženy izolačně do přírub. Elektronka se sevře mezi příruby. Tato konstrukce umožňuje jednoduchou výměnu vnějších pláštů pro různé experimenty (obr. 4-28).



Obr. 4-28. Mechanické provedení oscilátoru s elektronkou 5794 pro kmitočet 2300 MHz.

IV - 24. APLIKACE PRO 2300 MHz

Pro pásmo 2300 MHz platí stejné zásady konstrukce jako pro 1250 MHz. Rozdíl je jenom v tom, že bude jiná délka vnějšího válce. Písty by se měly přiblížit k elektronce asi o 27 mm. Toto posunutí je však možné pouze na straně anody, kdežto katodový obvod je natolik zkrácen kapacitou elektronky, že délka obvodu pro 1215 MHz je již menší než potřebné posunutí. Proto na katodovou stranu použijeme obvod $\frac{3}{4} \lambda$, tj. prodloužíme asi o 37,5 mm oproti vzdálenosti pro 1215 MHz. Anodový obvod zůstane $\frac{\lambda}{4}$, a proto se zkrátí asi o 27 mm. Budeme-li potřebovat více místa v anodovém obvodu, například pro vložení vazební smyčky nebo vazební kapacity, bude nutné i pro anodový obvod volit délku $\frac{3}{4} \lambda$. Ale tady pozor! Jsou-li oba obvody konstruovány jako $\frac{3}{4} \lambda$,

může se snadno stát, že se objeví oscilace odpovídající prodlouženým délkám, jako když to jsou čtvrtvlnné obvody. To jsou ovšem vlny podstatně delší, a proto nežádoucí. Je proto nutno při seřizování oscilátorů se dvěma obvody $\frac{3}{4}\lambda$ trvale sledovat kmitočet vlnoměrem.

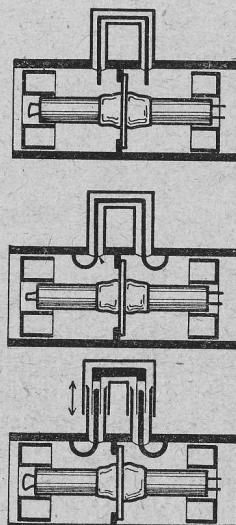
Jaké jsou podmínky pro použití obvodů o rezonanční délce $\frac{3}{4}\lambda$? Oscilace na nižším kmitočtu odpovídajícím $\frac{\lambda}{4}$ místo $\frac{3}{4}\lambda$ nastanou tehdy, když oba obvody (katodový i anodový) budou shodou okolností naladěny na stejný kmitočet. Tato podmínka může nastat ve dvou případech. První případ vzniká tehdy, když bez ohledu na naladění obvodů na kmitočet odpovídající $\frac{3}{4}\lambda$ jsou shodou okolností naladěny na kmity odpovídající obvodům $\frac{\lambda}{4}$, tj. pro podmítku $\frac{3}{4}\lambda$ jsou rozladěny. Takovouto situaci napravíme správným naladěním.

Druhý případ může nastat tehdy, jsou-li oba obvody shodné, je-li tedy jejich zkrácení stejné. Je to případ celkem zvláštní, poněvadž zatěžovací kapacity obou obvodů jsou zpravidla různé, není však vyloučen. Přidavné kapacity, zavedené konstrukcí rezonátorů, tomu mohou přispět. Tato zvláštní situace není záviděn hodná, poněvadž oba obvody reagují na změnu délky úplně shodně. Nastavení obvodu na kmity $\frac{3}{4}\lambda$ bude souhlasit s nastavením obvodu na $\frac{\lambda}{4}$.

Odstranění podmínek pro nežádoucí kmity podle předešlého odstavce dosáhneme buď změnou zatěžovací kapacity jednoho z obou obvodů, nebo změnou jeho charakteristické impedance. Obě cesty znamenají změnu součinu $C \cdot Z$, kterou se dostaneme na jinou křivku v diagramu na obrázku 3-39. I tak je však nutné, aby možnosti kmitání na žádaném a nežádaném kmitočtu nebyly těsně u sebe co do nastavení pístů nebo jiných ladicích elementů. Jinak bychom nežádoucí kmity těžko potlačili.

Z uvedených poznatků plyne ponaučení (*ryze amatérské — v profesionální praxi neplatí*) vyhýbat se použití obvodů $\frac{3}{4}\lambda$ na obou obvodech oscilátorů, pokud to není nutné. Je tedy výhodné alespoň jeden upravit ve formě $\frac{\lambda}{4}$.

Při použití obou různých druhů obvodů u oscilátorů $\frac{\lambda}{4}$ a $\frac{3}{4}\lambda$ vznikají ještě



Obr. 4-29. Zpětné vazby koaxiálních oscilátorů.

nesnáze se zpětnou vazbou. Provedeme-li zpětnou vazbu popsaným způsobem podle obr. 4-27 a 4-28, budou porušeny normální fázové poměry, poněvadž vazební sondy (kolíčky) zasahují do míst s odlišnými fázemi. Důsledek se projeví na ladění oscilátoru tím, že anodový pokles charakteristický pro správné na ladění se nebude krýt s maximem mřížkového proudu. Pro úpravu fázových poměrů zpětné vazby je nutné vložit mezi vazební kolíčky určitý úsek vedení, kterým se fáze mezi vazebními členy posune. Délka vedení závisí na skutečné fázové situaci v obou obvodech, na umístění vazebních prvků (mohou to být nejen čípky, ale i smyčky) a na délce korekčního vedení (obr. 4-29). Zpětnou vazbu provedenou vně obvodu pomocí popsaného přídavného vedení můžeme využít i pro ochranu před nežádoucími kmity, když vazební element obvodu $\frac{3}{4}\lambda$ umístíme do uzlu napětí (při kapacitní vazbě) nebo do uzlu proudu (při induktivní vazbě). Nastavení takové vazby, při kterém je nutno respektovat i fázové poměry, je však trochu pracné vzhledem k nutnosti přesouvání vazebních prvků, tj. také příslušných otvorů v rezonátořech.

IV - 25. VÝKONNÉ OSCILÁTOŘE PRO DECIMETROVÉ VLNY

Pro výkonnější oscilátory je nutno použít elektronek konstruovaných pro tyto účely. Jsou to majákové triody a jim podobné novější keramicko-kovové elektronky. Žádné z nich nejsou na běžném trhu k dostání. Některé závodní kroužky však mají jistě to štěstí a hlavně pochopení vedení závodů pro pomoc k získání tak vzácné součásti. To je dostatečný důvod pro zařazení několika příslušných odstavců do této příručky.

LD12 je jedna z dosažitelných elektronek, vhodných pro obě pásmá. Přesný ekvivalent je sovětská elektronka ГИ12Б. Rozměrově ekvivalentní jsou elektronky LD11 a ГИ11Б. Odlišují se hlavně tím, že mají uvnitř systému již vestavěny zpětnovazební čípky, takže při použití těchto typů odpadá zvláštní zavádění zpětné vazby v rezonátořech. LD11 a ГИ11Б se proto nemohou použít jako zesilovače nebo násobiče kmitočtů. Elektronka má na anodovém vývodu nasazené žebrované těleso pro zlepšení chlazení (obr. 4-30A). Potřeba zvláštního chlazení je závislá na wattovém zatížení elektronky. Je-li anodový příkon max. 20 watů, nevyžaduje nucené chlazení.

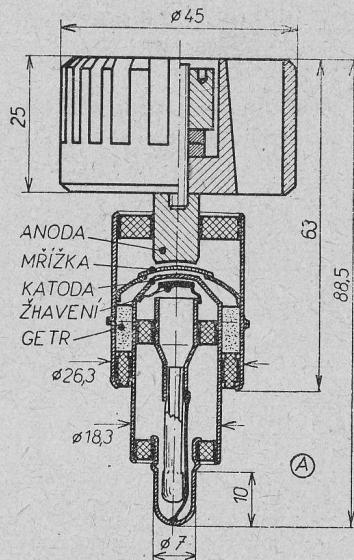
Větší zatížení vyžaduje nucené chlazení vzduchem, a to podle diagramu obr. 4-30 B. Diagram udává závislost potřebného chlazení v litrech za minutu na wattovém zatížení anody.

S chlazením však nesmíme plýtvat. Zde neplatí cílem více, tím lépe. Speciální elektronky jsou většinou konstruovány pro určitý tepelný režim, pro který platí i udávané parametry. Pro elektronku

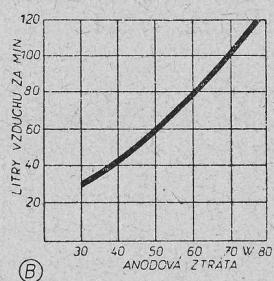
ГИ11Б a ГИ12Б nemá teplota mřížkového tělesa (střední silný kovový válec) klesnout pod 60° C. Při nižší teplotě není dostatečně aktivní pohlcovač plynů (getr), který je, jak známo, u keramických elektronek velmi důležitý. Nejvyšší teploty pro uvedené elektronky jsou tyto: radiátor anody (chladič žebrového tělesa) + 200° C, válec mřížky + 120° C a válec katody + $+100^{\circ}$ C.

Zhotovení oscilátoru s elektronkami typu ГИ12Б je prací pro zručného mechanika. Na obr. 4-31 jsou příklady provedení rezonátorů. Rezonátory prvního příkladu jsou laděny posuvnými zkratovacími písty. Základním ponaučením pro konstruktéra musí být: Elektronka musí být vložena tak, aby jednotlivé části nebyly vystaveny přičným i podélným tlakům jak vlivem zkřížení os, tak vlivem teplotní dilatace. V místech dotyku je však nutno náležitým tlakem zabezpečit malý přechodový odpor jak pro v proud, tak pro odvádění tepla.

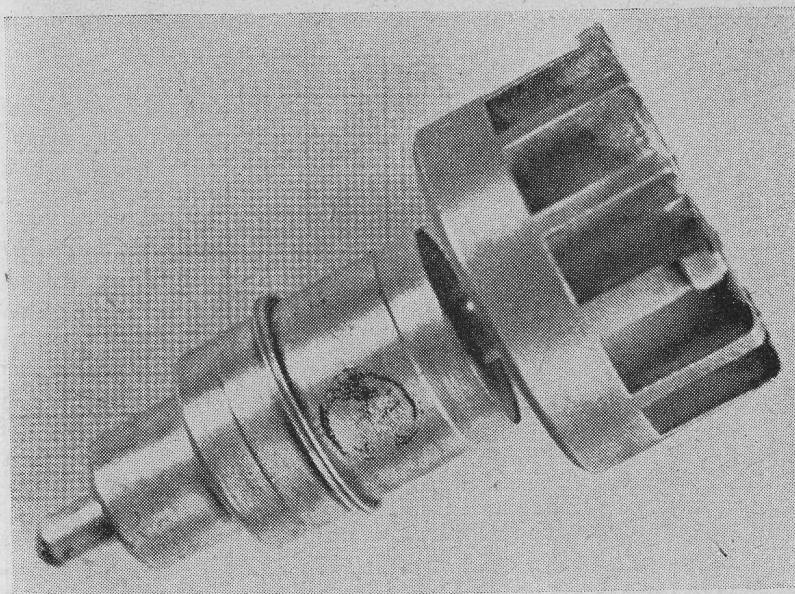
Druhý příklad (obr. 4-31B) má katedový obvod laděný pístem a anodový přídavnou kapacitou dvěma nebo více šrouby. Anodový chladicí radiátor je vysunut vně obvodu pomocí tepelně dobře vodivého sloupku. Délku anodového válce laděného pomocí bočních šroub je nutno určit přesněji, poněvadž použitý způsob ladění neposkytuje tak široké



Obr. 4-30A. Elektronka pro koaxiální obvody ГИ12Б (LD12). – Rozměry.



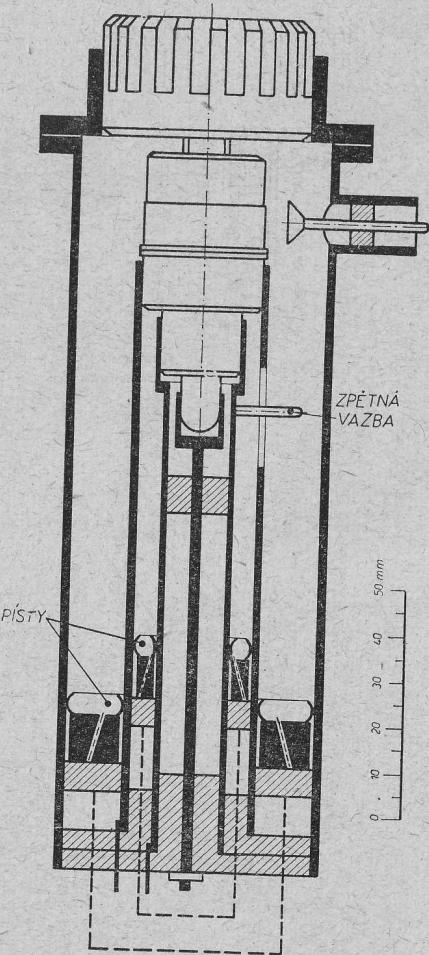
Obr. 4-30B. Diagram potřebného chlazení a zatížení elektronky ГИ12Б (LD12).



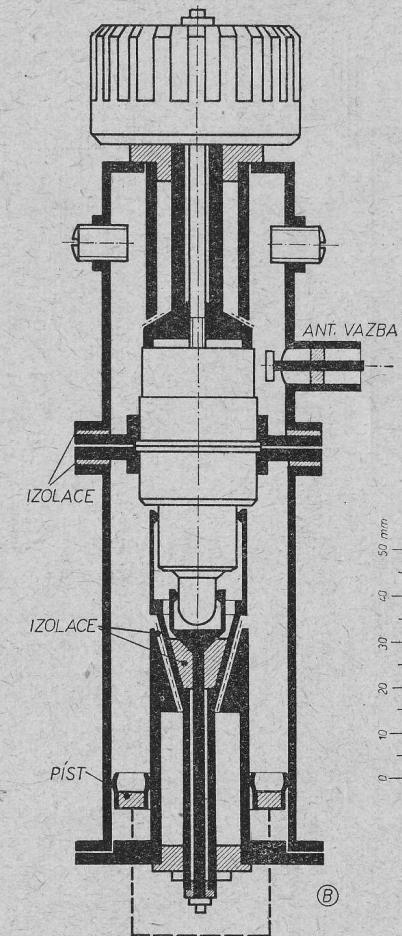
Obr. 4-30C. Keramická vysílací majáková trioda ГИ11Б.

možnosti jako ladění pístem. Výpočet je poměrně složitý, má-li být výsledek směrodatný. Provádět nastavení délky anodového válce zkusmo vyžaduje vyrobit si jeden válec na zkoušku bez vmontování výstupní vazby a prověřit, při jaké vlnové délce může pracovat. Z výsledku stanovíme správnou délku opravou o čtvrtinu naměřeného rozdílu délky vlny. Při pokusném měření si rovněž ověříme rozsah možností ladění pomocí šroubu, který je také směrodatný pro správnou volbu délky válce. Jsou-li ostatní rozměry dodrženy podle obrázku 4-31, bude délka anodového válce při použití elektronky ГИ12Б pro 1250 MHz 100 mm a pro 2300 MHz kolem 52 mm. Antennní vazba je provedena proměnnou kapacitou.

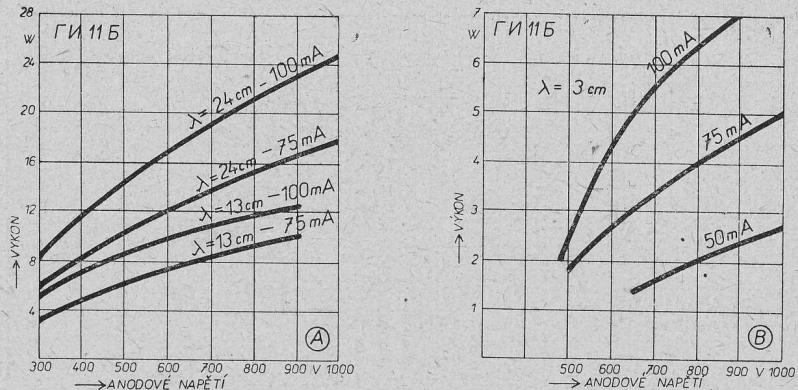
Při uvádění do chodu obou typů oscilátorů zapojíme do katodového obvodu do série s pevným odporem 100Ω ještě potenciometr 500Ω . Anodové napětí zapínáme až po náležitému nažhavení elektronky, tj. nejdříve za dvě minuty po zapnutí žhavení. Na anténní vývod připojíme autožárovku nebo anténu. Počítáme-li s vyšším zatížením elektronky, budeme mít také připraveno dmychadlo, které zapínáme a vypínáme současně se žhavením. Pro nastavení



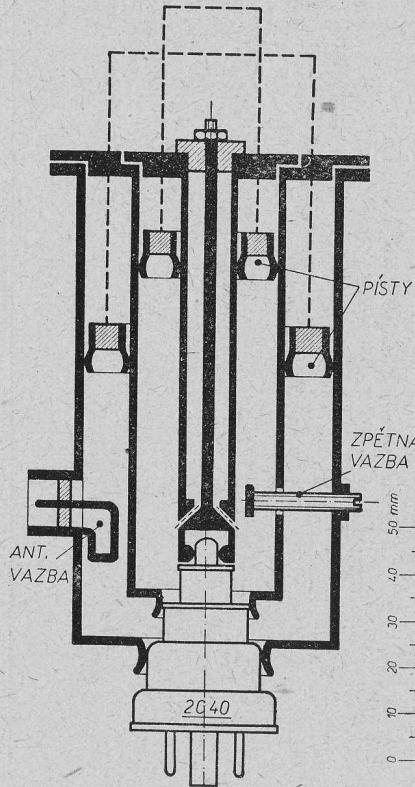
Obr. 4-31A. Provedení oscilátoru s elektronkou GY12B s pístovým laděním (pro 1250 MHz).



Obr. 4-31B. Provedení oscilátoru s elektronkou GY12B s kapacitním laděním v anódovém obvodu (pro 1250 MHz).



Obr. 4-32. Diagram výkonu elektronky ГИ11Б



Obr. 4-33. Provedení oscilátoru s majákovou triodou.

používáme raději nižšího napětí. Anodový proud při nasazení oscilací zpravidla značně stoupá a teprve při naladění anodového obvodu do rezonance poněkud klesne. (Kdyby nebyla připojena zátěž na výstup — žárovka nebo anténa — byl by pokles anodového proudu markantnější.) Při ladění sledujeme rovněž mřížkový proud. Pro dosažení správných provozních hodnot je někdy nutno změnit zpětnou vazbu, pokud není součástí vlastní elektronky. Diagramy na obr. 4-32 ukazují možnosti správných provozních hodnot pro různé zatížení elektronky ГИ11Б pro vlny 24 a 13 cm.

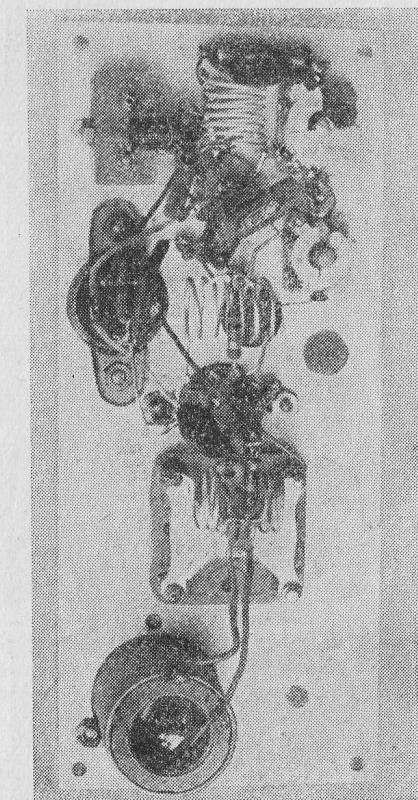
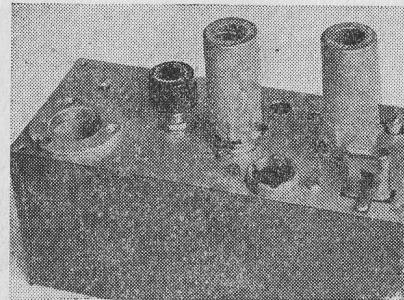
Pro úplnost je na obrázku 4-33 nakreslen příklad prove-

dení oscilátoru s elektronkou 2C40 (EC56, EC57). Zásady pro konstrukci a uvádění do chodu odpovídají předchozím příkladům.

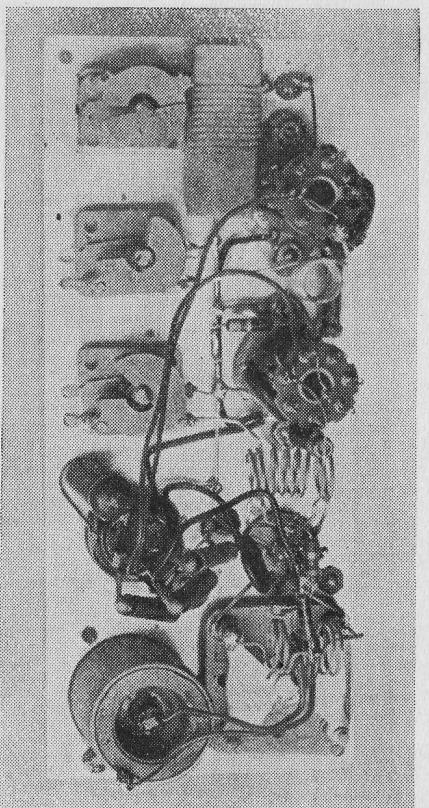
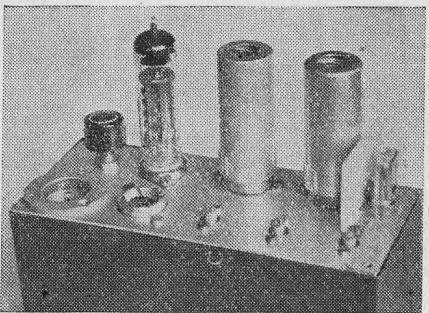
I V - 26. VÍCESTUPŇOVÉ VYSÍLAČE PRO DECIMETROVÉ VLNY

Stabilita sólo-oscilátoru je vždy ožehavým problémem. Použijeme-li stabilních zdrojů a vynasazíme-li se kompenzovat změny kmitočtu způsobené změnami teploty v oscilátoru, podaří se stabilitu udržet tak, že na přijímači v protější stanici nebude vážných překážek k udržení spojení. Horší je nestabilita způsobená modulací, neboť amplitudová modulace sólo-oscilátorů způsobuje vždy určitou kmitočtovou modulaci. — Pokud chceme pracovat s kmitočtovou modulací, stačí přivádět zcela malé modulační napětí na mřížku (nebo na katodu či anodu) a oscilátor bude slušně kmitočtově modulován. Při plně amplitudově modulovaném oscilátoru pak dostupuje zdvih nežádoucí kmitočtové modulace hodnoty několika MHz (při kmitočtech 1250 a 2300 MHz), někdy i více.

Zbývá jediná cesta. Použít, stejně jako si zvykáme na nižších pásmech, vícestupňových vysílačů. Velkým zlepšením je



Obr. 4-34. Příklad provedení vysílače se dvěma 6CC31, obdoba příkladu 4-11.



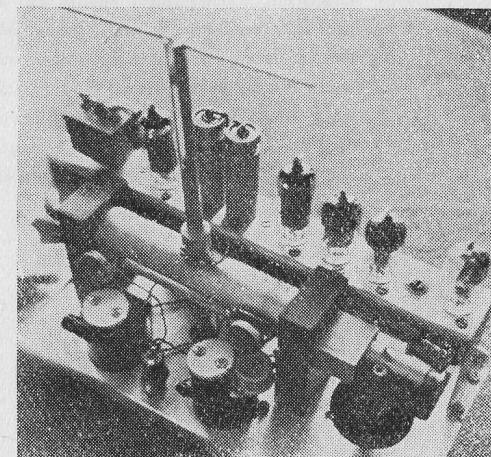
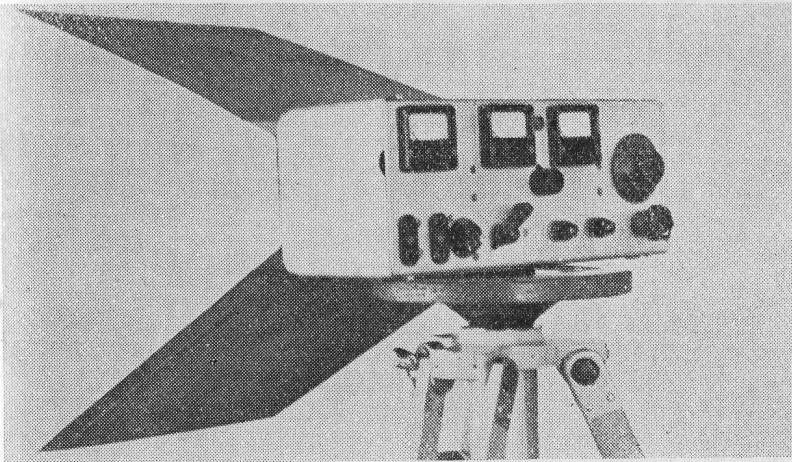
Obr. 4-35. Příklad provedení vysílače s el. QQE 03/12 pro 144 MHz

použití dvou stupňů oscilátoru s polovičním kmitočtem a zdvojovače se speciální elektronkou. Pochopitelně máme i možnost připojit před zdvojovač ještě více násobících stupňů a pracovat pak například s krystalem. Tato možnost je vždy otevřená.

Elektronka může v koaxiálním obvodu pracovat jako zesilovač i jako zdvojovač. Provedení zesilovače i zdvojovače je analogické s provedením oscilátorů. Místo zpětné vazby upravíme vhodnou vstupní vazbu, zpravidla do katodového obvodu, poněvadž nevhodnější zapojení decimetrových zesilovačů je s uzemněnou mřížkou. Pro zesilovače a násobiče kmitočtu nelze proto použít elektronky se zabudovanou zpětnou vazbou uvnitř systému typu LD11 a ГИ11Б.

Volba mezi koncovým stupněm s přímým zesílením a koncovým stupněm jako násobičem kmitočtu je velmi snadná. Máme-li k dispozici předstupeň dávající kmitočet 1250 MHz (případně 2300 MHz), je výhodné přímé zesílení, poněvadž dává plnou hodnotu výstupního výkonu. Musíme-li však kmitočet násobit v koncovém stupni, musíme počítat s redukovaným výkonem.

Stavba vysílačů pro decimetrová pásmá má mnoho možností a variant, jak do-



Obr. 4-36. Příklad praktického provedení vysílače pro pásmo 1250 MHz s elektronkou 5794 a anténou s úhlovým reflektorem.

kazují uvedené příklady, které jsou jen skromnou ukázkou. Celé zařízení, což se bude týkat i přijímačů na tato pásmá, je otázkou mechanické zručnosti. Je hodně důležité, aby všechny vnitřní povrchy rezonátoru byly čisté hladké a dobře vodivé, tj. pokud možno postříbřené. Tuhost rezonátorů pomáhá dosažení dobré stability.

Je rozumným zvykem montovat zařízení pro tato pásmá přímo k anténě a všechno spoje na nějaký pevný stativ. I když lze realizovat dobré vedení, které by bylo schopno dopravit energii k anténě několik metrů vzdálené, bráníme se tomu z jiného důvodu. Antennní směrové úhly jsou při těchto kmitočtech a při použití větších antén řadově kolem deseti stupňů. To vyžaduje již citlivé směrování s dostatečně pevnou nastavitelnou polohou. To je pohodlně dosažitelné na nízkém stativu.