

V TOMTO SEŠITĚ

Z dějin vědy a techniky	1
RADIOSTANICE PMR 446	
Úvod	3
Co vysílá v okolí pásma PMR 446	4
Podobná pásma ve světě	5
Kdo vyrábí stanice PMR 446	7
Co můžeme od pásma PMR očekávat? ..	8
Funkce a vybavení radiostanic PMR	8
Zdroje pro napájení radiostanic	13
Technická koncepte stanic PMR	14
Konstrukce stanic PMR	22
Antény stanic PMR	26
Pomůcky pro servis stanic PMR	28
Kontrola rušení a provozu na pásmu PMR ...	29
Nejběžnější typy stanic PMR	30
Ceny značkových radiostanic PMR	31
Amaterské stanice použitelné v pásmu PMR ...	32

ANTÉNY KE STANICI INTEK MT-2020P

Úvod	33
Úprava stanice MT-2020P	33
Anténa unipól $\lambda/4$	34
Anténa GP	35
Anténa Yagi	37
Výměnná šroubovicová anténa	40
„Decibelové“ zhodnocení, Literatura	40

KONSTRUKČNÍ ELEKTRONIKA A RADIO

Vydavatel: AMARO spol. s r. o.

Redakce: Zborovská 27, 150 00 Praha 5, tel.: 2 57 31 73 11, tel./fax: 2 57 31 73 10.

Séfredaktor ing. Josef Kellner, sekretářka redakce Eva Kelárková, tel. 2 57 31 73 14.

Roční vychází 6 čísel. Cena výtisku 36 Kč.

Rozšiřuje PNS a. s., Transpress spol. s r. o., Mediaprint & Kapa a soukromí distributoři.

Předplatné v ČR zajišťuje Amaro spol. s r. o. - Michaela Jiráčková, Hana Merglová (Zborovská 27, 150 00 Praha 5, tel./fax: 2 57 31 73 13, 2 57 31 73 12. Distribuci pro předplatitele také provádí v zastoupení vydavatele společnost Media-servis s. r. o., Abocentrum, Moravské náměstí 12D, P. O. BOX 351, 659 51 Brno; tel: 5 4123 3232; fax: 5 4161 6160; abocentrum@mediaservis.cz; reklamační - tel.: 800 800 890.

Objednávky a předplatné v Slovenskej republike vybavuje MAGNET-PRESS Slovakia s. r. o., Šustekova 8, 851 04 Bratislava, tel.: 00421 2 / 6720 1931 - 33

email: predplatne@press.sk; www.press.sk Podávání novinových zásilek povoleno Českou poštou - ředitelstvím OZ Praha (č.j. nov 6005/96 ze dne 9. 1. 1996).

Inzerce v ČR přijímá redakce, Zborovská 27, 150 00 Praha 5, tel.: 2 57 31 73 11, tel./fax: 2 57 31 73 10.

Inzerce v SR vyřizuje MAGNET-PRESS Slovakia s. r. o., Šustekova 8, 851 04 Bratislava, tel.: 00421 2 / 6720 1931 - 33; www.press.sk

Za původnost a správnost příspěvků odpovídá autor (platí i pro inzerci). Nevýžadané rukopisy nevracíme.

<http://www.aradio.cz>; E-mail: pe@aradio.cz

ISSN 1211-3557, MK ČR E 7443

© AMARO spol. s r. o.

Z dějin vědy a techniky

Historie elektřiny a magnetizmu

Binární soustava, Booleova algebra a informatika

Většina současné populace žije a uvažuje automaticky v dekadické (desítkové) soustavě. Nebylo tomu tak vždy - konečně, není to tak dávno, kdy i u nás se počítalo na tucty, mandele či kopy, a podíváme-li se např. do Anglie, tam i jejich monetární systém neměl ještě v poválečné době s desítkovou soustavou mnoho společného, nemluvě o mírách a vahách. Konečně i u nás stále přetrvává, aniž bychom si to uvědomovali, odchylná soustava při počítání času - sekundy, minuty, hodiny, dny - i to je soustava, která má do klasické desítkové daleko.

Binární (dvojková) soustava je taková, která zná jen dva stavy. Jako elektrotechnici si dokážeme představit ideálního interpreta takové soustavy - vypínač nebo relé. Pokud bychom chtěli použít přírůbek z číslicových obvodů, pak logické hradlo, jehož výstup může nabývat dvou hodnot, je obdobným typickým představitelem. Ovšem počátky binární soustavy bychom museli hledat již ve staré Číně, asi 3 000 let př. Kr., odkud pocházejí hexagramy, které nakonec rozluštil Leibnitz, a jejich stopy bychom našli také ve starém Egyptě. V Evropě se zabýval dvojkovou soustavou jako první pravděpodobně astronom Thomas Hariot, který žil v letech 1560 až 1621. Jeho současník Francis Bacon (1561 až 1622) užíval dvou-písmenný kód s písmeny A a B, které skládal do pětímístných skupin ke svým tajným zápiskům. 24 čísel, které takto mohl vyjádřit, právě odpovídalo počtu písmen tehdejší anglické abecedy.

To, že mohou existovat i jiné soustavy, ukázal Juan Caramel Lobkowitz; biskup, který v jednom ze svých spisů v oddíle nazvaném Meditatio ukázal, že je možné vyjádřit všechna čísla v různých soustavách - a uvedl tam číselné soustavy, u kterých jako základ využil čísla 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12 a 60. Speciálně dvojkovým systémem se však vážně zabýval matematik Leibnitz (viz KE 6/02), který v roce 1679 vydal spis De progresio Diadica (v německém překladu nazvána Rechnung mit Null und Eins). Přitom vyjádření jakéhokoliv čísla ve dvojkové soustavě je jednoduché - např. číslo 75:

2^0	2^1	2^2	2^3	2^4	2^5	2^6
1	2	4	8	16	32	64
1	1	0	1	0	0	1

Výsledek se čte a zapisuje odzadu, takže zápis 1001011 je tedy vyjádřením čísla 75 ve dvojkové soustavě. Čte se ovšem nikoliv jako milion tisíc jedenáct, ale jako jedna nula jedna nula jedna nula jedna jedna.

V 19. století to byl Boole, téměř samouk, který intuitivně rozpracoval na základě dvojkové soustavy zcela nové pojetí algebry. Zákony, které formuloval, předběhly svou dobu - trvalo ještě mnoho let, než další geniální matematik, Claude Elwood Shannon si uvědomil, že relé a jeho dva stavy lze vyjádřit ve dvojkové soustavě a že lze jednoduše pomocí Booleovy algebry vyjádřit složité reléové sítě. Dnešní výpočetní technika by zřejmě neexistovala, nebýt zákonitostí, které formuloval Boole. Přesto trvalo např. na našich školách dlouho, než byla Booleova algebra „vzata na milost“ - až do 60. let minulého století se o ní prakticky nehovořilo a zmínky o ní nenajdete ani v obsáhlém přehledu „Matematika pro sdělovací techniku“ (kniha oblíbená u studentů, ale zatracovaná profesory, která vyšla v 50. letech).

George Boole

Tento matematik se narodil 2. listopadu 1815 v anglickém Lincolnu. Jeho otec John byl zajímavá existence: šil boty, ale na druhé straně se zajímal o všechno, co souviselo s matematikou a s optikou. Matka předtím, než se vdala, pracovala jako komorná; nebyla to tedy rodina oplývající penězi. Navíc, když si otevřeli po svatbě malý obchod, John se zajímal spíše o vědu než o vlastní obchod, a také po čase zkrachoval. George se narodil až po devíti letech manželství a byl při narození velmi neduživý, takže to vypadalo, že nepřežije. Proto také byl hned druhý den po narození pokřtěn. Jméno dostal po dědečkovi z otcovy strany, později dostal ještě tři sourozence.

Základy matematiky získal od otce, ale byla to základní matematika - do svých 17 let se s vyšší matematikou vůbec nesetkal. Navštěvoval obchodní školu z toho prostého důvodu, že na jiné školy nebyly peníze. Velice se zajímal o jazyky, takže již ve 12 letech uměl dobře latinsky a přeložil báseň od Horacia. Proto se začal více zajímat o církev, i když otec měl zájem, aby vyráběl optické přístroje. Učil se i řecky a studoval filozofické spisy. Jeho zájem o jazyky nakonec vyústil ve dobrou znalost francouzštiny, italštiny a němčiny, tak-

že mohl číst i takové práce, které nebyly do angličtiny přeložené a které měl možnost číst v jednom vědeckém ústavu v Lincolnu, kde pracoval jako knihovník.

V 16 letech mu nabídli místo pomocníka učitele na základní škole a mladý George je přijal, poněvadž jeho otec v té době zbankrotoval a bylo na něm, aby alespoň nějakým způsobem mohl podpořit rodinu. Nakrátko odešel v roce 1833 na nové místo do Liverpoolu. Když se ve svých 20 letech rozhodl, že si otevře vlastní školu, vrátil se zpět do Lincolnu a začal se hlouběji zajímat o matematiku. Když totiž vyučoval matematiku podle textů, které tehdy byly k dispozici, neměl u svých žáků velký úspěch. I v jiných oblastech uplatnil své široké znalosti. Při výuce jazyků se žáky hlavně hovořil, gramatiku pokládal jen za doplněk výuky - dnes bychom řekli moderní metoda. Historii učil na základě předchozích dobrých geografických znalostí žáků.

Začal studovat některé práce Laplacea a Lagrangea, v roce 1938 odešel do blízkého Waddingtonu, kde řídil dva roky tamější akademii, a za další dva roky založil akademii vlastní. To již publikoval v časopisech články s matematickým zaměřením a roku 1840 napsal svou první významnou práci o matematických operátorech, za kterou nakonec dostal zlatou medaili Královské společnosti. Od té doby se pak věnoval pouze matematice. V roce 1849 byl jmenován profesorem matematiky v Irském Corku, spolupracoval při výstavbě univerzity a v následujícím roce byl zvolen jejím děkanem. V té době se také seznámil se svou budoucí ženou, tehdy osmnáctiletou dcerou svého kolegy profesora, který jej požádal, aby jí dal některé základy fyziky. Po pěti letech přátelství ji požádal o ruku.

Jeden ze skotských filozofůrazil myšlenku, že matematika nemůže žádným způsobem přispět logice. Boole měl ale názor zcela opačný, a v díle nazvaném Matematická analýza logiky naopak prosazoval, že by logika měla být součástí matematiky. Roku 1854 napsal svou zásadní práci, ve které zcela nově pojal logiku a formuloval své zákony algebry. AND, OR a NOT jsou těmi třemi základními operacemi, kterými lze vyjádřit všechny matematické operace. Je to tzv. logický součin, logický součet a negace. O tři roky později byl zvolen za člena Královské společnosti.

Boole ale měl téměř po celý život dva vážné handicap. Jednak byl stížen plicní dědičnou chorobou, jednak měl problémy se zrakem, poněvadž od mládí vytrvale četl vše, co mu přišlo pod ruku, mnohdy při nevyhovujícím světle. V roce 1864 šel v zimě a v silném dešti do školy, prochládl a po krátké nemoci zemřel na zápal plic 8. prosince 1864 v Ballintemple, Irsko.

Dnes se základní operace Booleovy algebry znázorňují pravdivostními tabulkami (pozor, nelze uvažovat v po-

Tab. 1. Pravdivostní tabulky logických funkcí

Logický součin $F = a \text{ and } b$	Logický součet $F = a \text{ or } b$	Negace $F = \bar{a}$																																				
<table><tr><td>a</td><td>b</td><td>F</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	a	b	F	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	<table><tr><td>a</td><td>b</td><td>F</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	a	b	F	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	<table><tr><td>a</td><td>F</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	a	F	0	1	1	0
a	b	F																																				
0	0	0																																				
0	1	0																																				
1	0	0																																				
1	1	1																																				
a	b	F																																				
0	0	0																																				
0	1	1																																				
1	0	1																																				
1	1	1																																				
a	F																																					
0	1																																					
1	0																																					
Proud prochází jen tehdy, jsou-li oba spínače a i b sepnuté	Proud prochází, je-li sepnut spínač a nebo b nebo oba																																					

jmech klasického sčítání, násobení apod., na které jsme navyklí!). Pro vyjádření proměnných obvykle používáme pojem „logická nula“ (zápis číslicí 0 nebo u moderních logických obvodů písmenem L) a „logická jednička“ (zápis číslicí 1 nebo písmenem H). Negace se vyjadřuje písmenem s pruhem nad ním. Logický součin si nejsnáze představíme jako dva spínače (a, b) řazené v sérii, logický součet jako dva spínače (a, b) řazené paralelně a negaci jako relé s jedním spínacím a jedním vypínacím kontaktem (tab. 1).

Základní vztahy Booleovy algebry jsou pak doplněny pro jejich praktické využití základními zákony: komutativním, asociativním a distributivním a také pravidly dvojité negace, vyloučeného třetího, agresivity a neutralnosti, absorbce, absorbce negace a tzv. De Morganovými zákony převodu, kterými lze převést logický součin na součet a obvráceně.

V jeho době to byla prakticky jen teorie, které neměla velkou odezvu mezi vědci. Také jeho vyjádření této algebry nebylo každému pochopitelné. Do dnešní podoby ji přeformuloval až na konci 19. století E. Schröder. Prvním, kdo si uvědomil možnosti aplikace na elektrické obvody, byl Američan Ch. S. Pierce. Boole se tak stal nevědomky prvním představitelem nového odvětví, které dnes nazýváme informatika.

Claude Elwood Shannon

Shannon patřil do skupiny matematiků a fyziků, kteří povětšinou pracovali ve světoznámém vědeckém institutu MIT (Massachusetts Institute of Technology). Byli to Aiken, Bush, Neumann, Shannon, Svoboda, Wiener a další - samá zvučná jména. C. E. Shannon se narodil 30. dubna 1916 v Gaylordu, stát Michigan. Jeho otec byl soudcem a matka ředitelkou vyšší školy. Rodiče ho příliš neinspirovali k tomu, aby se věnoval vědě, o to se snažil především jeho dědeček, který byl farmářem a vynálezcem. Mimo strojů, které vynalezl k ulehčení práce na farmě, vynalezl např. pračku.

Shannon byl v mládí nadšeným radioamatérem, byl vzdáleně spřízněn

s Edisonem a získal titul bakaláře elektrotechniky na univerzitě v Michiganu.

V roce 1936 nastoupil coby asistent do MIT, kde pracoval na analogových kalkulátorech a řídicích systémech, osazených převážně reléovými prvky. Tehdy si uvědomil, že je to ideální případ k využití Booleovy algebry především pro návrh těchto reléových systémů, které se do té doby skládaly intuitivně, a toto téma mu Varnevar Bush spolu s Norbertem Wienerem navrhli, aby si je zvolil k napsání diplomové práce.

Tato práce s názvem „A symbolic Analysis of Relays and Switching Circuits“ měla po publikování v časopise IEE velký úspěch a Bellovy laboratoře ihned začaly s využitím této myšlenky při návrhu telefonních ústředí. Shannon v roce 1940 za svou práci získal nejen diplom magistra, ale i doktorát (PhD) matematiky! Další rok pracoval v Princetonu, kde byl také Einstein a Weyl, pak nastoupil do Bellových laboratoří, kde se opět dostal do společnosti vynikajících vědců, jakými byli Barden, Brattain, Nyquist, Pierce nebo Shockley. Během války spolu s vědci v MIT pracovali na přístrojích pro řízení protiletectvých baterií.

Shannon ale měl stále utkvělou myšlenku, že používané telefonní, telegrafní apod. telekomunikační kanály nejsou dostatečně využité, a hledal nějaké matematické vztahy, které by definovaly potřebnou šíři kmitočtového pásma, dobu přenosu, šum atd. Dařilo se mu je postupně objevovat a v roce 1948 zveřejnil základní dílo, které dalo vznik novému oboru - teorii informací (informatice), pod názvem „A Mathematical Theory of Information“. Byl prvním, kdo začal používat nový pojem pro jednotku informace - bit. V roce 1949 se oženil a zplodil tři děti.

Jeho myšlenky mimo již zmíněnou informatiku se uplatnily i v dalších odvětvích, jako byla lingvistika, kryptografie apod. V pozdějších letech se věnoval teorii vzorkování, je znám jeho Nyquist-Shannonův interpolační vzorec, který určuje nutný počet vzorků signálu, který je zapotřebí pro přenos signálu v požadované kvalitě. V 50. letech se podílel na sestavě počítačových programů pro šachovou hru.

V posledních letech života trpěl Alzheimerovou chorobou a žil v ošetřovatelském domě v Medfordu, kde zemřel 24. února 2001.

QX

Literatura

- [1] Guter, R. S.: Ot abaka do komputera. Moskva, Znanie 1975.
- [2] Beauclair, W.: Rechnen mit Maschienen. Wieweg + Sohn, Braunschweig 1968.
- [3] Shannon, C. E.; McCarthy, J.: Automata studies. Princeton University Press, Princeton 1956.
- [4] Šennon, K.: Raboty po teorii informacii i kibernetike. Izdatelstvo inostrannoj literatury, Moskva 1963.
- [5] Leibnitz, G. W.: O reforme vied. Vydavatelstvo SAV, Bratislava 1956.

RADIOSTANICE PMR 446

Vojtěch Voráček, OK1XVV

Mnozí z nás se jistě v některém obchodě setkali se zajímavým výrobkem - s malou radiostanicí (vysílačkou) v barevném plastovém provedení, zabalenou obvykle v blistru a nabízenou v regále podobně jako videokazety, CD nosiče a dalším spotřební materiál. Při takové prezentaci výrobku mnohé z nás napadne otázka - je tato radiostanice opravdu „k něčemu“ nebo je to hračka? Jak daleko se s ní dovolám? Na to se budu snažit odpovědět v následujícím textu.

Úvod

Ve většině zemí Evropy a i u nás vznikla před časem po vyhrazení příslušného kmitočtového úseku možnost používat přenosné radiostanice pracující s vf výkonem max. 0,5 W. Toto pásmo se nazývá PMR 446 (odvozeno od anglického PERSONAL MOBILE RADIO). U nás se vžil lidový název jen pásmo PMR bez dodatku o kmitočtu a já se budu této zvyklosti držet. I když vím, že to není přesné, názvem PMR jsou obecně nazývány přenosné radiostanice. Ale tam, kde to je vhodné, označení PMR 446 připomenu. Ilustrační fotografie značkových stanic PMR je na obr. 1.

Pro přesnost je potřeba nejprve uvést plné znění příslušné Generální licence ČTÚ, které v souladu s předpisy jiných zemí i u nás provoz radiostanic v tomto pásmu umožňuje.



Obr. 1. Značkové radiostanice pro pásmo PMR 446. Vlevo profesionální stanice INTEK DX-446, vpravo stanice INTEK MT-446

Generální licence č. GL-3/R/2000 (PMR 446)

Český telekomunikační úřad

Praha dne 6. září 2000

Č.j. 502377/2000-613

Český telekomunikační úřad (dále jen „Úřad“) jako příslušný orgán státní správy vydává podle § 95 bod 3. písm. d) zákona č. 151/2000 Sb., o telekomunikacích a o změně dalších zákonů (dále jen „zákon“), a podle § 46 odst. 1 písm. a) zákona

generální licenci č. GL - 3/R/2000

k provozování vysílacích rádiových zařízení pozemní pohyblivé služby, která jsou součástí zařízení PMR 446 (dále jen „stanice“).

Tato generální licence opravňuje fyzické nebo právnické osoby (dále jen „provozovatele“) provozovat výše uvedené stanice (pozn. 1) bez jakéhokoliv dalšího řízení u Úřadu za těchto podmínek:

1. Povolení platí na území České republiky (pozn. 2).
2. Stanice umožňují hlasovou komunikaci na krátkou vzdálenost a pracují v kmitočtovém pásmu 446,000-446,100 MHz s kanálovým odstupem 12,5 kHz, přičemž nejnižší možný kmitočet nosné je 446,00625 MHz. Anténa musí být integrální součástí zařízení a efektivní vyzářený výkon nesmí být vyšší než 500 mW.
3. Provoz těchto stanic podle této generální licence nemá zajištěnou ochranu proti rušení způsobenému vysílacími rádiovými stanicemi jiné radiokomunikační služby, provozovanými na základě individuálního povolení, nebo i též radiokomunikační služby provozovanými na základě této generální licence. Veškeré kmitočty, na kterých jsou stanice provozovány na základě této generální licence, jsou považovány za sdílené. Případné rušení jsou povinni provozovatelé stanic řešit vzájemnou dohodou. Odstranit rušení na své náklady, případně zastavit provoz, má za povinnost provozovatel, který uvedl do provozu stanici způsobující rušení jako poslední.
4. Generální licence se vztahuje pouze na takové stanice, u kterých Úřad rozhodl o schválení nebo uznání typu rádiového zařízení podle § 10 zákona.
5. Konstrukce stanice nesmí být elektricky ani mechanicky měněna.
6. Stanice podléhají výkonu státní inspekce telekomunikací podle § 96 zákona. Provozovatelé musí umožnit pověřeným zaměstnancům Úřadu přístup k těmto stanicím za účelem kontroly a poskytnout odpovídající součinnost (pozn. 3).

7. Pověření zaměstnanci Úřadu mohou v případě nedodržení předepsaných parametrů u jednotlivých stanic, nedodržení podmínek této generální licence nebo při rušení rádiového provozu vydat provozovateli podle § 88 odst. 5 zákona rozhodnutí k odstranění závad nebo v odůvodněných případech předběžné opatření k okamžitému odstavení zdroje rušení.

8. Úřad má právo omezit nebo zrušit tuto generální licenci v souladu s ust. § 49 zákona. V tomto případě budou stanoveny podmínky pro další provoz stávajících stanic.

9. Cizí státní příslušníci mohou během svého pobytu na území České republiky tyto stanice dovést a používat za podmínek daných touto generální licencí s tím, že jejich stanice jsou odchýlné od odst. 3 této generální licence schváleny rozhodnutím příslušného orgánu v některé členské zemi CEPT a jsou označeny značkou „CEPT PMR446“ nebo značkou „CE PMR446“. Tímto generálním povolením však nejsou dotčeny povinnosti vyplývající ze zákona č. 13/1993 Sb., o celní zákon, ve znění pozdějších předpisů.

10. Tato generální licence platí do 31. prosince 2009.

11. Tato generální licence nabývá účinnosti dnem vyhlášení v Telekomunikačním věstníku.

Ing. David Stádník, předseda ČTÚ

(pozn. 1) Tato generální licence vychází z rozhodnutí Evropského radiokomunikačního výboru (ERC) Evropské konference poštovních a telekomunikačních správ (CEPT) ze dne 23. 11. 1998 č. ERC/DEC/(98)26 o vyjmutí zařízení PMR 446 z režimu individuálního povolování [CEPT/ERC Decision from 23rd November 1998 on Exemption from Individual Licensing of PMR 446 equipments], Kraków 1998.

(pozn. 2) Státní příslušníci České republiky mohou během svého pobytu na území těch členských zemí Evropské konference poštovních a telekomunikačních správ (CEPT), které se zavázaly přistoupit k rozhodnutí Evropského radiokomunikačního výboru (ERC) ze dne 23. 11. 1998 č. ERC/DEC/(98)27 o volném pohybu a užívání zařízení PMR 446 v členských zemích CEPT, rozšiřující oblast aplikací ERC/DEC/(95)0 1 [CEPT/ERC Decision from 23rd November 1998 on free circulation and use of PMR 446 equipment in CEPT member countries enlarging the field of application of ERC/DEC/(95)0 1], Kraków 1998, dovést a používat tyto terminály bez povolení povolujícím orgánem příslušného státu. Blíže informace sdělí tento orgán.

(pozn. 3) Zákon č. 552/1991 Sb., o státní kontrole, ve znění pozdějších předpisů.

Perspektiva provozu v pásmu PMR

Toto je poměrně důležitá kapitola. Pásmo PMR446 lze považovat za velice perspektivní. A to hned z několika důvodů. Je sjednocené prakticky ve většině zemí Evropy, výrobci stanic s ním „počítají“ a stanice jsou dostupné. Nezmiňuji se ovšem o kvalitě - ne všechny výrobky z tohoto pohledu vyhoví.

A co je asi nejdůležitější - v mnoha zemích Evropy včetně naší republiky se postupně ruší kmitočtové úseky pásem, pro které bylo možno prodávat a používat přímo bez povolení, zpoplatnění a registrace naprogramované radiostanice. Taková generální licence umožňující provoz radiostanic u nás na lidově nazývaných „sdílených kmitočtech“ se v ČR jmenuje GL - 16/R/2000 a je prodloužena do roku 2010.

Protože ne každému je jasná současná situace, uvádím raději i tuto GL v plném znění včetně změny z r. 2002 (stav z května 2005):

Znění GL 16-R-2000
Praha dne 6. září 2000
Č.j. 502450/2000-613

Český telekomunikační úřad (dále jen „Úřad“) jako příslušný orgán státní správy vydává podle § 95 bod 3. písm. d) zákona č. 151/2000 Sb., o telekomunikacích a o změně dalších zákonů (dále jen „zákon“), a podle § 46 odst. 1 písm. a) zákona

generální licenci č. GL - 16/R/2000

k provozování přenosných vysílacích rádiových zařízení malého výkonu, provozovaných společně na určených kmitočtech v pásmech stanovených pro pozemní pohyblivou službu (dále jen „RSK“).

Tato generální licence opravňuje fyzické nebo právnické osoby (dále jen „provozovatele“) provozovat výše uvedené stanice bez jakéhokoli dalšího řízení u Úřadu za následujících podmínek:

1. Generální licence platí na území České republiky.

2. RSK pracují :

a) S výkonem do 1 W na kmitočtech [MHz] :
Pásmo 34 MHz: 34,050; 34,075; 34,150; 34,175.
Pásmo 45 MHz: 45,050; 45,075; 45,100; 45,125; 45,150; 45,175.

Pásmo 80 MHz: 77,025; 77,050; 77,075; 77,100; 77,125; 77,150; 77,175; 77,200.
Pásmo 170 MHz: 172,725; 173,050.
Pásmo 450 MHz: 449,770; 449,810.

b) S výkonem do 5 W na kmitočtech [MHz] :
Pásmo 170 MHz: 172,650; 172,950; 172,975.
Pásmo 450 MHz: 448,490; 448,570; 448,610.

RSK však nesmí být provozovány na kmitočtech z pásma 170 MHz v oblastech příjmu televizního vysílání na 6. televizním kanálu.

3. RSK mohou být provozovány pouze jako přenosné, nikoliv pevně zabudované v objektu nebo ve vozidle.

4. RSK nesmí být provozovány s přidavnými zesilovači nebo se závěsnými či pevnými anténami.

5. Provoz RSK podle této generální licence nemá zajištěnou ochranu proti rušení způsobenému vysílacími rádiovými stanicemi jiné radiokomunikační služby, provozovanými na základě individuálního povolení, nebo i téže radiokomuni-

kační služby provozovanými na základě této generální licence. Veškeré kmitočty, na kterých jsou RSK provozovány na základě této generální licence, jsou považovány za sdílené. Případné rušení jsou povinni provozovatelé RSK řešit vzájemnou dohodou. Odstranit rušení na své náklady, případně zastavit provoz, má za povinnost provozovatel, který uvedl do provozu RSK způsobující rušení jako poslední.

6. Generální licence se vztahuje pouze na ty RSK, u kterých Úřad rozhodl o schválení nebo uznání typu rádiového zařízení podle § 10 zákona.

7. Konstrukce RSK nesmí být elektricky ani mechanicky měněna.

8. RSK podléhají výkonu státní inspekce telekomunikací podle § 96 zákona.

Provozovatelé musí umožnit pověřeným zaměstnancům Úřadu přístup k RSK za účelem kontroly a poskytnout odpovídající součinnost podle zákona č. 552/1991 Sb., o státní kontrole, ve znění pozdějších předpisů.

9. Pověření zaměstnanci Úřadu mohou v případě nedodržení předepsaných parametrů u jednotlivých RSK, nedodržení podmínek této generální licence nebo při rušení rádiového provozu vydat provozovatelům podle § 88 odst. 5 zákona rozhodnutí k odstranění závad nebo v odůvodněných případech předběžné opatření k okamžitému odstavení zdroje rušení.

10. Úřad má právo omezit nebo zrušit tuto generální licenci v souladu s ust. § 49 zákona. V tomto případě budou stanoveny podmínky pro další provoz stávajících RSK.

11. Tato generální licence platí do 31. prosince 2005 s tím, že **provoz stanic RSK bude k tomuto datu definitivně ukončen** (prodlouženo do roku 2010).

12. Tato generální licence nabývá účinnosti dnem vyhlášení v Telekomunikačním věstníku.

Ing. David Stádník, předseda ČTÚ

Český telekomunikační úřad
se sídlem Sokolovská 219, Praha 9
Praha, 31. května 2002
Č.j. 5373/2002-15-613

Český telekomunikační úřad jako příslušný orgán státní správy podle § 95 bodu 3 písm. d) zákona č. 151/2000 Sb., o telekomunikacích a o změně dalších zákonů, vydává podle § 49 odst. 1 zákona č. 151/2000 Sb. rozhodnutí o změně č. 1 generální licence č. GL - 16/R/2000, k provozování přenosných vysílacích rádiových zařízení malého výkonu, provozovaných společně na určených kmitočtech v pásmech stanovených pro pozemní pohyblivou službu.

1. V čl. 6 generální licence č. GL-16/R/2000 se na konci věty doplňují slova: „a dále na ty stanice, které splňují požadavky dané nařízením vlády č. 426/2000 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na rádiová a na telekomunikační koncová zařízení“.

2. Ostatní ustanovení generální licence č. GL-16/R/2000 zůstávají beze změny.

3. Rozhodnutí o změně č. 1 nabývá účinnosti dnem zveřejnění v Telekomunikačním věstníku.

Ing. David Stádník v.r., předseda ČTÚ

Proto různé služby, které jsou na radiostanicích závislé a nemohou nebo nechťejí platit drahé poplatky za provoz radiostanice na individuálně přidělených kmitočtech, projekt sítě,

správní poplatky atd. se, podobně jako je tomu již v jiných zemích, přemístí na pásmo PMR446. Ovšem určitě nebudou např. bezpečnostní agentury používat radiostanice nejnižší třídy ze supermarketu. Způsobilo by to nejen degradaci postavení příslušníků agentury, ale i řadu problémů a nutnost velmi častého servisu.

Uživatelé profesionální a nároční vyžadují robustní odolné stanice, s dlouhou výdrží akumulátorů a snadným nabíjením, velkou hlasitostí, delší účinnou anténou, s jednoduchou obsluhou, bez možnosti změnit nastavené parametry stanice nekvalifikovanou obsluhou. A hlavně - tyto radiostanice musí mít selektivní volbu. A nestačí jen 38 tónů CTCSS, která je běžná u většiny stanic. Optimální je selektivní volba DCS, v případě rozsáhlejších sítí volba DTMF. Potřebě těchto stanic se přizpůsobili chytří a pohotiví výrobci, a tak se na trhu již setkáme s opravdu profesionálními stanicemi PMR. Příkladem jsou např. stanice INTEK MT-446 a DX-446, KENWOOD TK-3201, ale i malé ALINCO DJ-S446 a další typy. Kvalita těchto stanic je o několik tříd vyšší, než u běžných malých PMR radiostanic. Samozřejmě cena je také vyšší, ale zdaleka nedosahuje ceny stanic, které byly používány při provozu na sdílených kmitočtech v pásmu 448 MHz, přestože to jsou stanice prakticky totožné a liší se jen softwarovou výbavou. I kmitočtová pásma jsou si velice blízká. Ne všechny profesionální stanice pracující v pásmu okolo 446 MHz lze ale pro provoz na PMR pásmu použít, a to jak z legislativních, tak i technických důvodů. Nejsou na toto pásmo schváleny, nemají potřebný kanálový rozestup či krok, nemají možnost nastavení výkonu na 0,5 W, mají jiný kmitočtový zdvih atd.

Ke snížení ceny profesionálních radiostanic PMR pomohla nejen větší sériovost výroby, ale i konec nepsaného monopolu jedné značky a zdravá konkurence dalších výrobců na otevřeném trhu. Uživatelé tak dostanou v profesionální stanici PMR hodnotný komunikační prostředek bez nutnosti dalších poplatků a nepříjemných povinností, s dostatečným výkonem a dobrou ochranou jejich investice i v budoucnu.

Co všechno vysílá v okolí pásma PMR 446?

Pásmo kmitočtů v úseku 380 až 470 MHz je intenzivně využíváno pohyblivou službou pro veřejné a neveřejné pohyblivé rádiové sítě. Privátní či profesní pohyblivá síť provozovaná a využívaná pro vlastní potřebu jednotlivců i firem se obecně označuje PMR.

V případě sítě provozované pro potřeby cizích, provozovatelem sítě vymezených uživatelů (uzavřených skupin), je síť označována PAMR. Tento pojem zahrnuje i síť nazývanou „hromadné rádiové sítě“ (HRS). Pokud provozovatel sítě PAMR předem nevylučuje žádného zájemce o službu,

jedná se o veřejnou telekomunikační síť, která je nazývána „veřejná rádiová síť“.

V pásmu 450 až 470 MHz je rovněž provozována veřejná mobilní telekomunikační síť systému NMT. Rozhodnutím CEPT/ERC/DEC/(96)0110) jsou pásma 380 až 385/390 až 395 MHz v Evropě harmonizované určena pro bezpečnostní a záchranné účely, u nás hlavně systémy MATRA a TETRA.

Části pásma jsou využívány Ministerstvem obrany a Ministerstvem vnitra. Vyhrazené kanály pohyblivé služby jsou obsazeny pevnými spoji přesunutými do tohoto pásma v souvislosti s uvolňováním jiných pásem a jejich další přesun se při dodržení dalších podmínek nepředpokládá.

Úřad a provozovatelé vysílačích rádiových zařízení jsou povinni přijímat veškerá proveditelná opatření pro ochranu tísňového kmitočtu 406,05 MHz.

Úsek 433,05 až 434,79 MHz lze využívat pro průmyslové, vědecké a lékařské účely (ISM), tj. využití rádiových kmitočtů pro jiné účely, než je přenos informací, např. pro technologický ohřev, osvětlení, vaření, vědecké experimenty, atd. Škodlivé rušení, které vzniká provozem těchto aplikací, musí být omezeno na minimum. Ale to neznamená, že tam můžeme vysílat čímkoliv! Každé vysílací zařízení musí být schváleno a vyhovovat příslušným normám.

V úseku 430 až 440 MHz pracují u nás také radioamatéři - výstupy radioamatérských poměrně výkonných a hlavně „dobře umístěných“ převaděčů se nalézají na konci pásma, okolo 439 MHz, tedy blízko pásma PMR. A zcela v těsné blízkosti pásma PMR leží také kmitočty 448,490 až 449,810 MHz, vyhrazené dožívající GL 16/R/2000 pro výkonné přenosné radiostanice a využívané ještě dnes intenzivně pro komunikaci v různých společnostech a službách.

A nesmíme zapomenout na jeden z největších zdrojů rušení - v srpnu 2004 spuštěný systém CDMA - bezdrátový internet, nazývaný EUROTTEL DATA EXPRESS, pracující v širokém spektru v pásmu 450 MHz.

Takže v okolí pásma PMR446 toho vysílá více než dost. Všimněte si na obr. 2 zobrazení kmitočtového spektra v okolí pásma PMR446. PMR kanál č. 1 leží na levém kraji obrazovky, vpravo od něj je spektrum signálů CDMA, ještě více vpravo pak mnoho profesionálních služeb.

Kmitočty pásma PMR jsou v tab. 1.

Tab. 1. Kmitočty kanálů pásma PMR446

Kanál	Kmitočet [MHz]
1	446,00625
2	446,01875
3	446,03125
4	446,04375
5	446,05625
6	446,06875
7	446,08125
8	446,09375

Jaká jsou ve světě ještě podobná pásma?

Podíváme se třeba do USA.

Zde budu čerpat se svolením autora z vynikajících stránek:
<http://www.sweb.cz/usaband/>

MURS - Multi-Use Radio Service

MURS je pásmo ve VKV (VHF), které slouží primárně pro soukromou, či komerční komunikaci na krátké vzdálenosti s možností jak hlasového, tak i datového provozu a pro využití široké veřejnosti.

Pásmo MURS bylo uvolněno komisí FCC z dřívějšího komerčního využití a umožnila veřejnosti používat toto pásmo. Pro provoz v tomto pásmu není potřeba žádné licence ani povolení, nesmí ho využívat vlády cizích zemí na území USA, nebo mohou jen se speciálním povolením.

Stanice nemusí přenášet svůj volací znak, tj. že nejsou povinné volací znaky. Přístroje musí vyhovovat normám FCC, zakázány jsou opakovače, anténa smí být maximálně 16,3 m nad zemí nebo 6,1 m nad objektem, na který je vázána.

Vysílačky pro toto pásmo se smějí používat na území USA a dále v The District of Columbia, Puerto Rico, Navassa Island, United States Virgin Islands, prostory Pacific Insular, American Samoa, Baker Island, Northern Mariana Islands, Guam Island, Howland Island, Jarvis Island, Johnston Island (Islets East, Johnston, North and Sand), Kingman Reef, Midway Island (Islets Eastern and Sand), Palmyra Island (více než 50 ostrůvků), Wake Island. Nesmějí se používat v letadlech, na lodích USA jen s povolením kapitána nebo důstojníka, a to jen ve vodách USA, dále na území států, které toto pásmo využívají jinak či zakazují. Zvláštní režim platí poblíž ostrova Puerto Rico a poblíž observatoře Arecibo.

V tab. 2 jsou uvedeny kanály a frekvence používané v pásmu MURS.

Kanály 1 až 3 mají šířku pásma 11,25 kHz. Kanály 4 a 5 mají šířku 20 kHz. Smějí se používat tyto modulační: A1D, A2B, A2D, A3E, F2B, F1D, F2D, F3E a G3E.

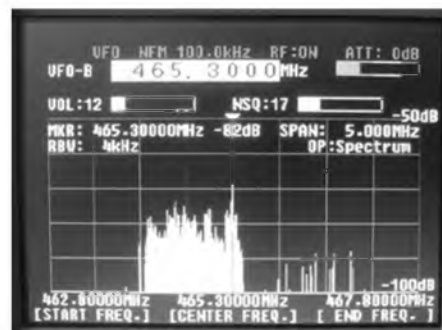
FRS - Family Radio Service

FRS je pásmo v UKV (UHF), které slouží pro komunikaci rodin, přátel, ale lze jej využít i pro potřeby firmy.

Pro provoz v tomto pásmu není potřeba žádné licence ani povolení, není vyžadována jakákoliv registrace a už

Tab. 2. Kmitočty kanálů pásma MURS

Kanál	Kmitočet [MHz]
1	151,820
2	151,880
3	151,940
4	154,570
5	154,600



Obr. 2. Kmitočtové spektrum v okolí pásma PMR 446 zobrazené na přijímači s analyzátořem (AOR SR2000)

vatelé mohou mít libovolný věk a národnost - čili nejbližší podoba evropského PMR446.

Pro provoz v tomto pásmu je zapotřebí stanice, která je pro tyto účely schválena podle směrnic FCC. Tyto přístroje mohou uživatelé používat na území padesáti států USA, Washingtonu, Karibského moře a americké části Tichého oceánu, také však v ostatních okolních státech, které tyto frekvence nemají vyhrazeny zákonem pro jiné uživatele.

FRS má dosah kolem jedné míle a platí pro něj podobná pravidla jako pro PMR, tj. maximální výkon 0,5 W, anténa musí být neodnímatelnou a pevnou součástí přístroje. Antény se nesmějí odstraňovat, upravovat, nahrazovat či jiným nepovoleným způsobem tak zvyšovat dosah. Nesmí se připojovat externí antény. Obecně stanice FRS jsou velice podobné stanicím PMR a občas dokonce se na našem trhu v rozporu se zákonem i vyskytují. V tab. 3 jsou uvedeny kanály a frekvence používané v pásmu FRS. Všimněte si skoku 5 MHz mezi kanály 15 a 16.

Kanál č. 1 je převážně používán jako svolávací, ale firmy, které mají jednokanálová zařízení, vysílající pouze na tomto kanále, jej občas svým provozem blokuji.

Pro následnou komunikaci se používají ostatní kanály 2 až 14. Žádný z kanálů není vyhrazen pro tísňová volání a nejlepší způsob, jak se dovolat pomoci, je výzvou na kanále č. 1.

Za zmínku taky stojí, že kanály 1 až 7 jsou sdíleny s jiným pásmem, které se nazývá GMRS.

Tab. 3. Kmitočty kanálů pásma FRS

Kanál	Kmitočet [MHz]	Kanál	Kmitočet [MHz]
1	462,5625	13	462,675
2	462,5875	14	462,700
3	462,6125	15	462,725
4	462,6375	16	467,550
5	462,6625	17	467,575
6	462,6875	18	467,600
7	462,7125	19	467,625
8	462,550	20	467,650
9	462,575	21	467,675
10	462,600	22	467,700
11	462,625	23	467,725
12	462,650		

GMRS - General Mobile Radio Service

GMRS je pásmo v UKV (UHF), které slouží stejně jako FRS pro komunikaci rodin, přátel, ale dnes již není určeno pro komerční účely. V dřívějších dobách toto pásmo bylo běžným občanským pásmem, ale úpravou legislativy se z něj stalo GMRS.

Služby, které využívají toto pásmo podle starých zákonů, jsou nuceny přejít na jiná pásma, ale i přesto se lze stále s nimi na pásmu setkat.

Další odlišností vůči pásmu FRS je možnost komunikace mobilní stanice se základnovou stanicí s vyzářeným výkonem až 5 W a možnost používat opakovače a převaděče (které se evidují), které zvětšují efektivitu pásma.

Provoz v tomto pásmu je však licencován (poplatek 75 USD) a uživatelé musí dodržovat určitá pravidla. Např. jedno z nich je, že jedna licence se koupí pro celou rodinu a jen její členové smí komunikovat spolu. Vlastník licence může navazovat spojení i s jinými vlastníky licence.

Pro provoz v tomto pásmu je nutná stanice, která je pro tyto účely schválena podle směrnic FCC. Stanice dostupné na trhu jsou buď pouze GMRS Radios, nebo tzv. FRS/GMRS Dual Service Radios, které obsahují obě pásma v UKV (UHF). Pokud jste si četli o FRS, tak už víte, že prvních 7 kanálů je sdíleno s GMRS, takže stanice čistě GMRS využívají půl pásma FRS a stanice FRS zhruba třetinu pásma GMRS.

Co se týče stanic GMRS, tak mohou mít odnímatelnou anténu. To bohužel odpadá u kombinovaných stanic, které musí vyhovovat FRS, kde je požadavek odlišný.

Kanál č. 1 je převážně používán jako svolávací v pásmu FRS.

Prvních 7 kanálů používá i pásmo FRS. V pásmu GMRS slouží tyto kanály pro mobilní stanice a stabilní s malým výkonem ke simplexní komunikaci.

Kanály 8 až 15 jsou vyhrazeny pro stanice stabilní, mobilní a mobilní retranslační.

Kanály 16 až 23 slouží pro mobilní stanice a stanice řídicí a pevné pro duplexní režim.

Kanály 12, 14, 20 a 22 se nesmějí používat v blízkosti kanadských hranic.

Kanály 13 a 21 jsou záchranné, informační a převaděče, opakovače na těchto kanálech používají subtón 141,3 Hz.

LPRS - Low Power Radio Service

Jedná se o velice specifické pásmo s krátkým dosahem, které má svoje striktní pravidla a určení podmínek k získání licence.

Používat jej mohou pouze osoby soukromé a to pouze osoby postižené k přivolání pomoci, osoby vyžadující asistenci, jazykový překlad a osoby slepé a němé. Dále osoby pracující s postiženými a pracovníci ústavů, dále

sledovací služby spolupracující se složkami státu. V tomto pásmu je také propojovací bod Automated Marine Telecommunications System (AMTS) pobřežních stanic.

Pro běžné použití LPRS nemusíte mít licenci, ale pro komunikaci s AMTS ji už mít musíte. Vládní činitelé jiných států nesmí tyto vysílačky provozovat ani k datovým, hlasovým či sledovacím účelům. Tyto přístroje mohou uživatelé používat na území padesáti států USA, Washingtonu, Karibského moře a americké části Tichého oceánu, také však v ostatních okolních státech, které tyto frekvence nemají vyhrazeny zákonem pro jiné uživatele.

Anténa vysílače smí být maximálně 30,5 m nad zemí, tato skutečnost nevztahuje na ruční stanice, kde je anténa součástí přístroje.

V tomto pásmu je 260 základních kanálů, tabulka je příliš rozsáhlá a tak zde není uvedena.

Kanály 19, 20, 50, a 151 až 160 jsou vyhrazeny pro sledovací akce bezpečnostních složek. Kanály připadající na frekvence 216,750 až 217,000 MHz jsou kanály již dříve zmiňovaného AMTS a vysílat na nich je dovoleno pouze s licenci.

Uživatelé tohoto pásma by měli rozvážně volit kanály, protože často nastává vzájemné rušení a musejí se hledat volné kanály.

Kmitočet 216,88 až 217,08 MHz může rušit radar SPASUR námořnictva spojených států nebo televizní vysílání na kanále 13.

218-219 MHz Radio Service

Toto pásmo, nyní oficiálně pojmenované 218-219 MHz Radio Service, je známé jako IVDS Interactive Video Data Service a poskytovalo video služby s interaktivní vazbou.

IVDS bylo přejmenováno 15. září 1998 a byla také změněna legislativa, i přesto však některá současná literatu-

ra uvádí staré značení. Pásmo je licencováno a je určeno pro komunikaci na krátké vzdálenosti pro soukromé i komerční využití pro přenos informací a dále pro specifické interaktivní využívání na omezeném prostoru. Je povoleno i mobilní využití a i jednosměrná komunikace, včetně datového a jiných systémů, avšak použitelnost je minimální.

Pravidla tohoto pásma jsou upravena pro maximální flexibilitu provozu služeb a tak provoz na těchto frekvencích je značný, proto pásmo není vhodné pro přenos plnohodnotného videa a provozování náročných datových aplikací.

Součástí každého systému je jeden administrativní bod vybavený systémem RTUs a jedním či více body s CTSS, které s administrativním bodem komunikují. RTUs je možno i propojovat do vyšších systémů.

V pásmu 218-219 MHz Radio Service jsou používány tyto kmitočty:

CH1 - 218,0 až 218,5 MHz,

CH2 - 218,5 až 219,0 MHz.

V zámoří se používá ještě mnoho dalších kmitočtových pásem blízkých PMR, např. v Austrálii 40 kanálů v rozmezí 476,425 až 477,400 MHz a různě ve světě pásma další.

Pásmo LPD 433 MHz

V Evropě pro hlasovou komunikaci dožívá pásmo LPD 433 MHz, na kterém je 69 kanálů s odstupem 25 kHz (tab. 4) a povolený výkon jen 10 mW. U nás je úsek tohoto pásma vyhrazen pro povolená zařízení malého výkonu (viz příslušná GL), nikoliv pro komunikaci.

Pásmo LPD je kmitočtově shodné a používá stejný kanálový rozestup 25 kHz jako u nás úsek radioamatérského pásma 70 cm, radioamatéři tedy mohou získat jednoduché, ale dostatečně výkonné vysílací zařízení i modifikací stanice LPD. Příklad stanice LPD je na obr. 3.

Zajímavostí je, že třeba PMR stanice INTEK mohou po vnitřní modifikaci

Tab. 4. Kmitočty kanálů pásma LPD

Kanál	Kmitočet [MHz]	Kanál	Kmitočet [MHz]	Kanál	Kmitočet [MHz]	Kanál	Kmitočet [MHz]
1	433,075	19	433,525	37	433,975	55	434,425
2	433,100	20	433,550	38	434,000	56	434,450
3	433,125	21	433,575	39	434,025	57	434,475
4	433,150	22	433,600	40	434,050	58	434,500
5	433,175	23	433,625	41	434,075	59	434,525
6	433,200	24	433,650	42	434,100	60	434,550
7	433,225	25	433,675	43	434,125	61	434,575
8	433,250	26	433,700	44	434,150	62	434,600
9	433,275	27	433,725	45	434,175	63	434,625
10	433,300	28	433,750	46	434,200	64	434,650
11	433,325	29	433,775	47	434,225	65	434,675
12	433,350	30	433,800	48	434,250	66	434,700
13	433,375	31	433,825	49	434,275	67	434,725
14	433,400	32	433,850	50	434,300	68	434,750
15	433,425	33	433,875	51	434,325	69	434,775
16	433,450	34	433,900	52	434,350		
17	433,475	35	433,925	53	434,375		
18	433,500	36	433,950	54	434,400		



Obr. 3.
Stanice Dragon
pro pásmo LPD

pracovat jak v pásmu PMR, tak v pásmu LPD, a některým typům lze zvětšit výkon - další tip pro radioamatéry.

Kde se vzaly a kdo vyrábí radiostanice PMR 446?

Se vznikem pásma PMR 446 (dále jen PMR) vyvstala potřeba příslušných radiostanic. Jelikož kmitočtově blízka a podobná pásma existovala ve světě již dříve, nebyl to pro výrobce teoreticky žádný problém. Stačilo by přepsat software v procesoru nebo EEPROM nějaké hotové stanice pro podobné pásmo, již dříve v zámoří existující, a to především pro pásmo FSR.

Ale to není jen tak. Jiná je situace při rádiovém provozu na americké pláži nebo stepi dlouhé 200 km a jiná je v husté městské zástavbě plně rušení a již zmiňovaných výkonných rádiových sítí CDMA na 450 MHz, trunkových sítí v pásmu 460 MHz, NMT, EDGE, GSM, Matra, Tretra, LPD, ISM, SRD, atd. a i kmitočtové vzdálených, tudíž zdánlivě „neškodných“ sítí Wi-Fi, Bluetooth apod.

Proto je potřeba kvalitní radiostanice pro pásmo PMR od základu vyvinout nově a nemodifikovat levné výrobky asijské produkce určené pro „americké“ pásmo FRS pouhým přepsáním programu, někdy dokonce i bez změny zapojení vstupního dílu.

To je asi největší kámen úrazu a působí to největší nedůvěru v pásmo PMR či zklamání uživatelů - na trhu se lze setkat s nejrůznějšími provedeními radiostanic PMR s velice nevyváženou kvalitou, které často právě vznikly jako klony radiostanic pro pásma jiná, méně náročná na kvalitu radiostanic.

Levné výrobky z Asie dostupné v marketech a prodávané „bez obsluhy“ nastavily jakýsi cenový standard ukazující na to, že radiostanice PMR je něco velmi levného, tudíž asi ne moc dobrého a spadajícího spíše do kategorie hraček pro děti.

Ale někteří solidnější výrobci na to šli jinak. Ne cestou zezdola, ale shora. Jako základ nepoužili levný výrobek konstruovaný hlavně pro děti a mládež v zámoří, ale buďto radioamatérskou, popř. profesionální stanici pro pásmo blízké PMR 446 modifikovali. Získali tak osvědčenou, i když, jak by se mohlo zdát, pro pásmo PMR až příliš kvalitní, větší a výkonnější radiostanice s velmi dobrými parametry.

Cestou první, tedy modifikace radioamatérské stanice, se vydal třeba známý japonský výrobce zařízení pro radioamatéry - ALINCO. Např. u typu DJ-S446 zachoval tento výrobce vynikající obvodové řešení radioamatérské ruční radiostanice ALINCO DJ-S40T pro rozsah původně 430 až 450 MHz, zachoval i užitečné a v pásmu PMR neobvyklé funkce a jen zúžil kmitočtový rozsah na předepsaných 8 kanálů a nastavil předepsanou úroveň FM zdvihu. Dokonce výkon snížil z původního 1 W na 0,5 W jen zmenšením napájecího napětí ze 6 V na 3,6 až 4,5 V, čímž se zvětšila rezerva výkonu koncového stupně. Tímto postupem přišla na svět jedna z nejdokonalejších a přitom miniaturních PMR radiostanic - ALINCO DJ-S446.

Druhou cestu naznačil třeba INTEK. Tento známý italský výrobce ve své řadě radiostanic modifikoval výkonné profesionální radiostanice pro pásmo 440 až 470 MHz přeprogramováním rozsahu na kanály PMR a přeprogramováním výkonu na povolený, tedy na 0,5 W. Tak vznikly radiostanice INTEK MT-446 a DX-446, které se vzhledem, citlivostí a funkcemi v ničem neliší od „pravých“ profesionálních radiostanic používaných různými službami atd.

Podmínkou u všech stanic PMR vzniklých tímto způsobem (a nejen tímto) je absolvovat řádné certifikační řízení pro provoz v pásmu PMR, uznávané na našem území.

Ovšem hlavní procento našeho trhu patří „běžným“ radiostanicím PMR nejrůznějšího původu. Nemá asi cenu se v této publikaci (a nejen v ní) vůbec za-



Obr. 4a. PMR stanice ALINCO DJ-S446 (vpravo) a radioamatérská stanice ALINCO DJ-S40 (vlevo)

bývat radiostanicemi PMR nejnižší třídy, bez servisního zázemí a tedy i bez dostupných podkladů, s příležitostným a krátkodobým výskytem na trhu. Takové stanice nejenže nebývají kvalitní, ale i dostupnost náhradních dílů a servisní dokumentace je nulová, skutečný výrobce a často ani dovozce není znám, stanice se vyskytuje pokaždé s jiným názvem, pokud má původní název již „pošramocenou“ pověst.

V tomto textu se tedy budu zabývat jen kvalitními „značkovými“ stanicemi, které se na náš trh dovážejí řádně a pravidelně, prodávají se v odborných obchodech se skutečnou komunikační technikou a je k nim dostupná potřebná servisní dokumentace. Mezi takové výrobky patří v současnosti především PMR stanice INTEK, ELIX, DNT, ALINCO a několik málo dalších výrobků, např. některé stanice TTI, Motorola apod. (obr. 4a, obr. 4b).



Obr. 4b. Porovnání velikostí PMR stanic (zleva) Motorola T5412, ELIX SL01P, INTEK MT-2020 a ALINCO DJ-S446

Co můžeme od pásma PMR očekávat?

Asi všichni se nejprve zeptají na dosah radiostanice. Ale tato veličina je věcí ne tak snadno definovanou. Dosah radiostanic není dán ani tak vlastní radiostanicí, jako spíše její polohou, geometrií a geografii okolí, účinností a polohou antény a rádiovou čistotou prostředí.

U profesionálních a CB stanic žádný výrobce v dokumentaci dosah neuvádí, nemělo by to smysl. Přesto se ale u stanic PMR stalo standardem, že na obalu radiostanic bývá dosah uveden, a to většinou 3 až 5 km. Dá se říci, že i toto je pravda. Ovšem stačí si s radiostanicí PMR (myslím tím teď s kvalitní stanicí PMR) vyjít třeba do města. Mezi domy v zástavbě se stěží dovoláte přes 1 km. Vyjdete-li však na kopec, budete dosahem mile překvapeni. Z Brdských hřebenů se dovoláte na vzdálenost kolem 50 km, z vrcholů Krkonoš do Prahy, a mezi vrcholky hor jistě padne nějaký rekord. Je u nás zdokumentována řada spojení na PMR na vzdálenost přes 200 km, rekord je přes 400 km. Pokud budete stanicí PMR využívat třeba ve větroni nebo padáku, může být dosažená maximální délka spojení zřejmě ještě větší.

Rozdíl v dosahu radiostanic PMR 446 a radiostanic pracujících na ostatních pásmech

Nejznámější pásmo CB (27 MHz) se kmitočtově dosti liší od pásma PMR. Délka vlny je 16,5x větší, jsou tedy při zachování dobré účinnosti na 27 MHz potřeba i úměrně delší antény, vlny se ale lépe „ohýbají“ a dokonce se odrážejí od vrstev ionosféry. Povolený výkon je 4 W, tedy 8x větší (a bývá často překračován). Na pásmu CB tedy musíme počítat s větším rušením od vzdálených stanic, naopak můžeme zase využít venkovní střešní či automobilové dlouhé a tedy i účinné antény a dosah s nimi bude teoreticky větší, než u pásma PMR. Pokud bude využitelné spojení přes odraznou vrstvu ionosféry, může být jeho délka tisíce km. Spíše je ale toto šíření na závadu a přináší řadu vzdálených rušivých signálů na pásmu CB. To je také největší omezovací faktor při spojení pomocí CB stanic.

Sám jsem delší dobu váhal, co vlastně má delší dosah. Nakonec asi takto - radiostanice CB mají tedy „užitečný“ dosah ve ztížených podmínkách zpravidla větší než stanice PMR, ale dosah je podmíněn větším výkonem (4 W) a účinnější a zpravidla delší anténou (na autě, domě). Na pásmu CB také často existuje rušení, které využití pásma omezuje. Přesto se pásmo CB stalo standardem pro pomocné spojení v profesionální nákladní dopravě (u nás kanál č. 10), u diskusních kroužků pracujících z domů, pro spojení samot a chat na horách, nouzové volání na 9. kanále atd.

Obě pásma, PMR a CB, tedy fungují paralelně a dobře, pokud se respektují jejich vlastnosti a specifik.

Pásmu PMR je dále blízké **radioamatérské pásmo 70 cm**, u nás 430 až 440 MHz. Na něm radioamatéři pracují nejen obdobným druhem modulace FM, jako na PMR a CB, ale především při dálkových závodních spojeních komunikačně účinnějším provozem SSB. Samozřejmě jsou větší výkony, na FM zpravidla do 40 W, účinné víceprvkové vertikální a směrové antény. Mnoho spojení se také realizuje přes převaděče, což jsou kombinované přijímače a vysíláče umístěné zpravidla na vyvýšených místech, které na jednom kmitočtu signál přijmou a na jiném kmitočtu ho souběžně vysílají. U nás je kmitočtový odskok vstupu a výstupu radioamatérských převaděčů 7,6 MHz. Dosažená délka rekordních radioamatérských spojení na pásmu 70 cm je samozřejmě větší než na PMR, ale kvalitní stanice pro PMR se od ručních stanic pro 70 cm obvodově příliš neliší, takže omezení pro PMR je jen ve výkonu a nemožnosti legálně použít venkovní antény.

Profesionální pásmo pro radiostanice pracující na pásmu 70 cm leží v kmitočtovém úseku, který se nachází v těsném sousedství pásma PMR 446, a to v podstatě z obou stran. Často jsou v ČR využívány v tomto pásmu tzv. „sdílené kmitočty“ podle GL 16/R/2000.

Nás z této generální licence začínají především kmitočty 449,770 a 449,810 MHz, na kterých je možné využívat ruční přenosné radiostanice s výkonem 1 W, a dále kmitočty 448,490, 448,570 a 448,610 MHz, na kterých tyto radiostanice mohou mít výkon až 5 W.

Uvedené kmitočty leží přibližně jen 2 MHz vedle pásma PMR, šíření signálů bude tedy velice podobné jako u stanic PMR a dosah bude podobný, samozřejmě při zahrnutí většího povoleného výkonu u těchto profesionálních stanic. Tyto stanice ale zase mívají nastavenou šumovou bránu na vyšší rozhodovací úrovni, aby profesionální uživatelé nebyli rušeni náhodnými slabými signály. Dále se zpravidla vždy u těchto profesionálních stanic využívají selektivní volby, nejčastěji CTCSS, DCS nebo i DTMF a další tónové volby.

Některé typy stanic PMR jsou velice podobné profesionálním stanicím pro pásmo 70 cm, jejich provedení a funkce jsou prakticky totožné, rozdíl je vlastně jen v legislativě, která pro pásmo PMR připouští menší výkony a vymezené kmitočty.

Takové stanice PMR lze využít i v profesionálním provozu, a pokud se využijí selektivní volby, umožňují tyto stanice stejný režim a provoz jako na profesionálních pásmech. Příkladem mohou být zmíněné PMR radiostanice INTEK MT-446 a DX-446.

Takové stanice musí být robustní, musí mít dostatečnou kapacitu zdrojů, nejjednodušší možné ovládání, dostatečnou hlasitost reprodukce, snadné a pokud možno rychlé nabíjení, zdroje rychle vyměnitelné, podmínkou je vybavení selektivními volbami. Dále je žádoucí účinná anténa, která vyzáří dostatečně účinně ve výkonu. Naopak nemusejí

mít příliš velkou citlivost přijímače, nebo, přesněji řečeno, musejí mít nastavenou šumovou bránu tak, aby se předešlo zbytečnému rušení. Těmto požadavkům nevyhovují příliš malé a zranitelné PMR stanice nejnižší cenové třídy.

Funkce a výbava radiostanic PMR

Samozřejmě málokterá radiostanice se obejde jen se základními funkcemi - přijímáním a vysíláním. Radiostanice PMR obzvlášť, ty jsou určeny nejen těm, kteří potřebují prosté účelové spojení, ale také polytechnicky zaměřeným zájemcům k technické zábavě (jako mně nebo i vám). Právě ti si radiostanici vybírají podle kvality, výbavy a počtu dalších přídavných funkcí, které rozšiřují možnosti radiostanic. V dalších odstavcích proberu jednotlivé části zapojení PMR radiostanic, požadavky na jejich vlastnosti a jejich nejčastější poruchy.

Obvody zapínání a ovládání hlasitosti

Zdánlivá maličkost, ale právě obvody zapínání jsou jednou z nejčastějších příčin poruch radiostanic. Málokterá stanice má totiž po vypnutí galvanicky oddělené vnitřní obvody od zdroje. Je to z několika důvodů - zapínání levných stanic je především z cenových důvodů řešeno elektronicky - tlačítkem, které dá povel trvale napájenému procesoru k „probuzení“. Ten zajistí sepnutí dalších obvodů stanice - přijímače, vysílací části, nf koncového stupně atd. Ovšem „experimentátoři“ a nepozorní uživatelé na to často zapomínají. Připojí ke zdánlivě vypnuté stanici nějaký zdroj o vyšším napětí nebo nabíječ, jehož napětí je naprázdno vysoké, v domněnku, že stanice je vypnutá a tak se nemůže nic stát. Opak je ale pravdou - dost obvodů, a to právě těch na napětí citlivých, je připojeno ke zdroji trvale. Třeba tranzistory či hybridní integrované obvody ve koncovém stupně se při vypnutí stanice neodpojují, jejich proudová spotřeba naprázdno je většinou prakticky nulová (pracují ve třídě C), ale při vysílání je spotřeba naopak relativně vysoká a elektronické vypínání by muselo být dimenzováno na zbytečně velký proud. Proto je výrobci připojují na hlavní napájecí větve trvale.

Dále bývá příčinou poruchy zdánlivá maličkost - odpojené či přerušené akumulátory při nabíjení. Pokud je nabíjecí obvod vyřešen tak, že poměrně velké napětí z nabíječe je sraženo předřadným odporem v nabíječi, pak je připojeno k akumulátoru a ten k vlastní radiostanici, může se při přerušení spoje akumulátoru nebo i při pouhé nepřítomnosti akumulátoru dostat do radiostanice napětí z nabíječe. Toto napětí je často zbytečně velké, často i přes 16 V a pak způsobí poruchu obvodů v radiostanici, nejčastěji právě obvodů spínání, a také proražení filtračních elektrolytických kondenzátorů. Je tedy potřeba



Obr. 5. Kvalitní potenciometry ALPS používané ve stanicích ALINCO

napětí nabíječe volit bezpečné, aby nepřekročilo maximální přípustné napájecí napětí radiostanice.

I když má stanice vypínání řešeno potenciometrem, vř koncový stupeň u větších a původně pro větší výkon konstruovaných stanic bude určitě připojen na napájení trvale. Spotřeba koncového stupně bývá při výkonu 0,5 W až 0,6 A a při výkonu 4 až 5 W, na které jsou některé stanice PMR modifikovatelné pro jiné účely původně navrženy, bude spotřeba až 1,6 A i více. A malé potenciometry s vypínáním jsou dimenzovány obvykle na proudy menší, viz např.: <http://www3.alps.co.jp>

Každá stanice má možnost ovládat hlasitost přijímaného signálu. To může být řešeno jak potenciometrem, tak stupňovitě elektronicky.

„Klasický“ způsob, tedy ovládání potenciometrem, považují za výhodnější. Výrobci ovšem upřednostňují ovládání elektronické, které je výrobně levnější. Zdánlivou výhodou tohoto ovládání je větší spolehlivost, levné potenciometry bývají často poruchové, obzvláště jsou-li spojeny s vypínačem, což je časté třeba u radiostanic CB. To se však týká jen levných provedení potenciometrů, solidní výrobci používají kvalitní výrobky (např. ALINCO používá potenciometry ALPS - obr. 5). Potenciometr se také lépe utěšňuje proti vnikajícím nečistotám, vodě a prachu. Stačí jednoduché těsnění hřídele O-kroužkem.

Je tedy možné říci, že kvalitnější a dražší radiostanice bude mít ovládání hlasitosti řešeno potenciometrem.

Výborné řešení je použito u PMR radiostanice ALINCO DJ-S446. Hlasitost se ovládá potenciometrem, který je doplněn tlačítkovým elektronickým spínačem. Není tedy nutné při každém zapnutí stanice otáčet potenciometrem od začátku a nastavovat potřebnou hlasitost. Navíc je použit kvalitní potenciometr, poruchovost je nulová.

Velice užitečnou a výrobci stanic PMR zanedbávanou funkcí je možnost nastavit určitou minimální hlasitost před vypnutím radiostanice, používá-li se otočný potenciometr s vypínačem. Často totiž obsluha může omylem nebo záměrně nastavit potenciometr hlasitosti těsně před bod vypnutí a protistanice se pak nemůže dovolat. Profesionální stanice vyšší třídy, nikoliv ale PMR446, mívají dokonce tuto minimální hlasitost nastavitelnou počítačem při programování. Tak

to má vyřešeno třeba stanice pro pásmo 144 až 174 MHz ALINCO DJ-1000.

Velice komfortní by bylo nezávislé nastavení hlasitosti přijímaného signálu a signálu výzvy či vyzvánění. To je však obtížné - vyzvánění u běžné stanice PMR se negeneruje přímo stanicí na základě přijatého povelu, ale je to vlastně modulace generovaná a vyslaná protistanicí (zvonění, melodie, tón). Pokud se však využije nějaká pokroková selektivní volba, může být radiostanice vybavena obvodem signalizujícím přijatý signál či souhlas kódů selektivní volby a vlastním generovaným vyzváněcím tónem s hlasitostí nezávislou na přijímaném signálu upozornit obsluhu na příchozí volání. Touto funkcí alarmu, ale bez možnosti měnit hlasitost zvonění, je vybaveno několik kvalitnějších radiostanic PMR (opět stanice ALINCO DJ-S446, dále Vertex Standard VX-146).

Přepínání kanálů

V pásmu PMR 446 je povoleno vysílat na osmi kanálech, je tedy potřeba tyto kanály nějakým způsobem volit.

U radiostanic PMR je nejběžnější elektronické přepínání kanálů tlačítky. Je pro výrobce nejjednodušší, vše obstará procesor spolupracující s kmitočtovou syntézou. Výrobce to stojí jen dvě tlačítka navíc, resp. rozšíření pryžové plošky tlačítek o přepínání kanálů.

Větší stanice PMR patřící do vyšší třídy mají přepínání kanálů vyřešeno otočným prepínačem - řehtačkou (obr. 6). Je to generátor impulsů, které pak ovládají ladění. Tyto generátory se také někdy nazývají enkodéry a jsou naprosto spolehlivé, pokud výrobce použije kvalitní výrobek (např. ALPS). V servisním středisku společnosti ELIX nebyly zaznamenány poruchy těchto enkodérů způsobené běžným provozem, pouze poruchy způsobené mechanickým hrubým poškozením - např. pádem stanice a ohnutím či zlomením hřídele enkodéru. K opotřebení častým přepí-



Obr. 6. Rotační enkodéry používané k přepínání kanálů



Obr. 7. Pryžová náhradní tlačítka pro značkové stanice

náním nikdy nedochází, i když někteří uživatelé radiostanic např. z bezpečnostních agentur si krátí pracovní dobu právě třeba protačením enkodéru na přidělené stanici.

Tim bych chtěl uvést mýtus o spolehlivějších tlačítkách na pravou míru - tlačítka jsou mnohem méně spolehlivá, opotřebují se vodivé plošky a nová pryž tlačítek je pro neznačkové typy na trhu nedostupná (obr. 7).

Šumová brána- SQUELCH

Tato funkce potlačení šumu bez přítomnosti příchozího signálu je pro FM radiostanice obecně nezbytná. Zabraňuje nepřijemnému vlastního šumu stanice a měla by být optimálně seřízena tak, aby se šumová brána otevřela tehdy, když je signál dostatečně čistý a zcela čitelný. Ovšem zcela jiné požadavky na nastavení šumové brány má lovec dálkových spojení, který chce přijímat i velmi slabé a sotva čitelné signály a jiné požadavky má jeřábík v kabině jeřábu 50 m nad zemí, kterého vzdálené signály vůbec nezajímají, byť je vzhledem ke své poloze přijímá výborně. Potřebuje se však domluvit jen s vazačem na zemi, na kterého v podstatě vidí.

Takže v ideálním případě by měla být šumová brána nastavitelná ve velkém rozmezí síly signálu, aby bylo možné eliminovat rušení a přizpůsobit tak skutečnou provozní citlivost stanice požadavkům a podmínkám. Ovšem výrobci stanic PMR si život značně zjednodušují. Mnoho stanic nemá rozhodovací úroveň šumové brány uživatelem „z venku“ vůbec nastavitelnou, jen trimrem uvnitř stanice, a někdy ani to ne.

Pouze některé stanice mají v menu položku, která umožňuje v několika krocích úroveň nastavit. Zpravidla ve čtyřech krocích, což je však pro lovce dálkových spojení nedostatečné. Ovšem jsou i výjimky - např. u stanic ALINCO DJ-S446 je možné nastavit šumovou bránu ve 20 krocích (!), u profesionálních PMR stanic INTEK MT-446 a DX-446 je úroveň nastavitelná pomocí programátoru a počítače s příslušným SW v 9 úrovních, u typu DX-446 je nastavení možné i z panelu stanice.

Monitor - otevřená šumová brána. Aby bylo možné v kritických podmínkách přijímat slabé signály beze změny nastavení šumové brány (má-li stanice PMR tuto možnost), případně abychom se mohli před začátkem relace přesvědčit o obsazení kanálu, pracujeme-li s některou selektivní volbou, má většina stanic tlačítko, kterým lze vyřadit funkci šumové brány. Současně se vyřadí také funkce dekodéru selektivní volby.

Toto tlačítko funguje buďto v monostabilním režimu, čili při držení je šumová brána vypnuta (otevřena, je slyšet šum), popř. po delším podržení se šumová brána otevře trvale až do dalšího stisku tlačítka.

Stanice INTEK MT-446 a DX-446 mají chování tohoto ovládacího prvku programovatelné v obou režimech, dokonce lze zvolit, zda se šumová brána

vyřadí i se selektivní volbou či ne. U některých stanic PMR je tlačítko monitoru společně s ovládáním osvětlení displeje.

Skenování

Skenování je „projíždění“ kanálů za sebou v určeném směru. Stanice prohledává aktivitu na kanálech PMR, pokud ji zachytí (úroveň signálu je větší než nastavení šumové brány) tak skenování zastaví a chová se dále podle specifických vlastností stanice.

Některé stanice na obsazeném kanále krátce počkají a pak ve skenování pokračují nezávisle na přítomnosti signálu. Jiné stanice zase počkají do vymizení signálu a pak teprve pokračují. Častější je první možnost, ovšem kvalitní stanice jako ALINCO DJ-S446 mají v menu volitelně obě možnosti.

Některé „chytrější“ stanice, jako např. ELIX SL-01P, zobrazí při skenování také velmi rychle kód selektivní volby CTCSS (vysvětlení viz dále), který protistanice používá. Případně lze na vybraném kanále skenovat i samostatné kódy selektivní volby CTCSS a tak je jednoznačně identifikovat, jako u ALINCO DJ-S446 a dalších. U této stanice lze kombinace kódů CTCSS a kanálů čili kmitočtů PMR uložit do paměti a pak skenovat jen vybrané paměti s kombinací, která nás zajímá.

Přepínání výkonů

Řada radiostanic PMR má možnost přepnout výkon, respektive zmenšit ho z maximálního na nižší. Tím se samozřejmě zmenší i odběr radiostanice při vysílání. Funkce umožňuje dosáhnout delší provozní doby stanice tehdy, je-li plný výkon zbytečný.

U některých levnějších stanic PMR není rozdíl mezi malým a velkým výkonem vhodně odstupňován. Rozdíl mezi největším a nejmenším výkonem by měl být tak desetinasobek. To se projevuje zmenšením dosahu asi na polovinu až třetinu, odběr z akumulátorů je při menším výkonu asi třetinový až čtvrtinový.

Některé stanice vycházející konstrukčně ze stanic LPD mají možnost zmenšit výkon až na 10 mW, což je už docela málo. Ale zase lze dělat pokusy, jak daleko je možné se s tímto minimálním výkonem dovolat za dobrých podmínek. Můj rekord na 10 mW je asi 110 km, ovšem za podmínek prakticky přímé viditelnosti (Zlaté návrší, Krkonoše - Praha 8, vrch Ládví).

Některé kvalitnější stanice mají možnost pro export a radioamatérské účely (radioamatéři si stanici mohou upravit) zvýšit výkon. Jsou to např. typy INTEK MT-4000, INTEK MT-4040, ALINCO DJ-S446, INTEK MT-446 a INTEK DX-446. U stanic MT-4000 a MT-4040 lze interní propojkou zvětšit výkon až na 2 W (zvětšením buzení koncového tranzistoru MOSFET). Lze dosáhnout výkonu až 5 W, ovšem při zvětšení napájecího napětí, což ale raději nezkoušejte. Koncový tranzistor u těchto Inteků je stejného typu, který se používá u profesionálních stanic s výkonem 4 až 5 W.

U stanice ALINCO DJ-S446 se výkon zvětší na 1 W náhradou pouzdra pro zdroje (3x AA, tužkové) za rozměrově shodný akumulátor s napětím 6 V (obr. 8). Stanice totiž vychází a je i obvodově shodná s radioamatérskou stanicí ALINCO DJ-S40, která má výkon 1 W standardně a koncový stupeň je tedy dostatečně dimenzován.

U stanic INTEK MT-446 a DX-446 se výkon přepíná při programování stanice a koncový stupeň při napájení 7,2 V může odevzdávat výkon 4 W.

Nemusím ale snad ani připomínat, že na pásmu PMR 446 takové modifikované stanice se zvětšeným výkonem nemají co dělat.

Další přidavné funkce radiostanic PMR

S úsporným provozem radiostanice souvisí také úsporný provoz přijímače - funkce **Battery Save**, označovaná **BS**. Tato funkce umožňuje dále uspořít energii zdrojů při příjmu.

Systém funguje takto: vstupní díl přijímače radiostanice je spolu s mf obvodem vypnut a zapíná se cyklicky jen na dobu asi 0,2 s se střídou asi 1 : 4 až 1 : 5 a periodou kolem 0,8 až 1 s. Pokud zapnutý přijímač zachytí aktivitu, zapne se i nf část přijímače a přijímač zůstane zapnutý po celou dobu relace a pak ještě po dobu asi 8 až 10 s po vymizení vf aktivity na kmitočtu nebo po posledním stisku tlačítka PTT. Tato funkce má výhodu v tom, že v režimu vyčkávání je spotřeba radiostanice asi 5x menší, než kdyby přijímač byl zapnutý trvale.

Průměrná spotřeba stanic PMR v tomto režimu bývá asi 12 až 25 mA, při aktivním přijímači je 50 až 100 mA.

Ovšem systém má také nevýhodu v tom, že občas „usekává“ začátky relací, „trefí-li“ se protistanice do nevhodného úseku cyklu těsně po vypnutí přijímače. Doba zpoždění reakce přijímače na přichozí signál může být logicky až 0,8 s a pokud používáme selektivní volbu CTCSS, pak je potřeba přičíst ještě vyhodnocovací dobu této selektivní volby - a zpoždění může být při důležité profesionální komunikaci až neúnosné.

Proto mají kvalitnější stanice systémem tohoto úsporného režimu vypínatelný (ALINCO DJ S-446, INTEK MT-446 a DX-446). Komfortní profesionální i amatérské stanice mají střidu a časování tohoto režimu dokonce programovatelné (ALINCO DJ-1000, KENWOOD F7E atd.)

Dual Watch - hlídání dvou kanálů

Tato funkce umožňuje hlídat aktivitu na dvou zvolených kanálech. Stanice přepíná cyklicky dva kanály a pokud se na některém z nich objeví signál, jehož úroveň je vyšší než nastavená rozhodovací úroveň šumové brány, přepínání se zastaví na tomto obsazeném kanálu. Vyspělejší stanice mohou hlásit aktivitu i akustickým signálem - vyzváněním. Funkce se hodí třeba pro dispečerskou kontrolu dvou sítí pracujících na různých kanálech, případně lze kontrolovat i jeden kmitočet a hlídat dva subtóny selektivní volby CTCSS.

Roger Beep - signál indikující konec relace. Tato užitečná a jednoduchá funkce usnadní provoz zvláště u účastníků z řad profesionálů, kteří nemají se simplexním provozem stanice zkušenosti a mají snahu si skákat do řeči. Po odklíčování, čili puštění tlačítka vysílání PTT (PTT = Push To Talk = stiskni, když chceš mluvit) stanice generuje ve vysílání krátký tón, který informuje protistanici o konci relace vysílající stanice. Tón bývá generován jako jednoduchý nebo dvojtónový trylek, případně jako jeden ze znaků DTMF. U některých stanic je signál slyšet i ve vysílající stanici. Je užitečné, aby byl roger beep vypínatelný, neboť funkce může při častých relacích obtěžovat.

Vyzváněcí tón - CALL. Tato funkce stisknutím zpravidla jednoho tlačítka spustí vysílání nosné vlny modulované melodii či trylkem. Tento tón je pak přijímací radiostanicí demodulován a slouží k přivolání nebo upozornění obsluhy.



Obr. 8.
Různé držáky
napájecích článků,
akumulátory a
nabíječka
pro stanici
ALINCO DJ-S446



Obr. 9. Detail ústrojí vibračního vyzvánění ve stanici ELIX SL-01P

Výrobci se předhánějí, kolik těchto vyzváněcích tónů bude jejich stanice mít. Bohužel častým zlovykem výrobců je, že tato funkce pracuje v režimu, ve kterém uživatel nemá možnost nikterak ovlivnit dobu vysílání vyzvánění. Ta totiž bývá nastavena zbytečně dosti dlouhá. U některých stanic se tato funkce aktivuje dvojnásobným stisknutím tlačítka vysílání. To vyžaduje trochu víc soustředění, abychom zbytečně nezvonili.

Velmi užitečná funkce je **vibrační vyzvánění**. Může se aktivovat vysláním zvláštního kódu protistanice, jako je tomu např. u stanice ELIX SL-01P (obr. 9). Mechanika vyzvánění je shodná s mobilními telefony - motorek a excentrické závaží na jeho hřídeli. Obsluha pak může mít stanici třeba v kapse a je na příchozí relaci upozorněna i v hlučném prostředí. Vibrační zvonění bývá samozřejmě vypínatelné, kompatibilita aktivace vibračního vyzvánění je omezena na jednotlivé typy radiostanic, jelikož se využívá zvláštní tón či kód.

LCR - rychlá volba posledního používaného kanálu. Tato funkce může mít význam při hledání aktivity na jiném než „domácím“ kanále. Stisknutím příslušného tlačítka se stanice rychle vrátí na kanál, na kterém bylo naposledy vysíláno. Funkce není příliš rozšířená, spíše se využívá při skenování - u lepších stanic se po ukončení skenování uživatelem stanice vrátí na výchozí kanál.

TOT- časovač omezení času vysílání. Toto je užitečná funkce, která umožňuje omezit čas vysílání na předem nastavenou hodnotu, zpravidla po 30 s do 4 nebo 5 minut. Používá se především u vozidlových profesionálních stanic, u kterých např. „zasednutí“ tlačítka mikrofonu třeba hasičem v autě znamená vyřazení pásma. I u PMR může být užitečná ze stejného důvodu.

Funkce bývá ještě doplněna zvukovým „předalarmem“ - zpravidla 10 s před uplynutím nastaveného omezeného času vysílání se ozve z reproduktoru stanice zvukový signál.

Dále funkce bývá doplněna „pokutovým“ časovačem - pokud obsluha přetáhne čas vysílání, není nová relace umožněna ihned, ale až po nastaveném čase, a protistanice má tak možnost se vyjádřit. Tyto funkce mají ovšem

jen komfortní stanice PMR, jako ALINCO DJ-S446 a INTEK MT-446 a DX-446.

BCLO - Busy Channel Lock Out.

Pokud je tato funkce zapnuta, stanice nemůže vysílat v případě, když je přítomen příchozí signál (čili když je otevřena šumová brána). Snaha o vysílání do obsazeného kanálu je indikována někdy akusticky - pípnutím.

Funkce slouží k omezení „skákání“ si do řeči“, které je v simplexním provozu, ve kterém pracují všechny stanice PMR, samozřejmě nemožné a význam má tedy hlavně v profesionálních sítích s nequalifikovanou obsluhou. Funkce zákazu vysílání může být aktivní tehdy, když je přítomna jen nosná vlna nebo lépe tehdy, když nosná vlna obsahuje i příslušný kód selektivní volby.

Tuto funkci mají opět jen vyspělé profesionální radiostanice PMR a její režimy jsou programovatelné.

S humorem si vzpomínám na to, jak mě tato funkce jednou vypekla. Chystali jsme se s přáteli na hory a vzali jsme si sebou několik stanic INTEK MT-446 pro komunikaci mezi auty, sjezdovkami apod. U stanice určené pro mě jsem si doma (pomocí PC) naprogramoval kanály nejen pro pásmo PMR, ale i pro radioamatérské převaděče na 70 cm, abych uskutečnil nějaké to spojení z vrcholků hor. Ovšem u převaděčových kanálů jsem zapomněl vypnout BCLO, což samozřejmě zamezilo vysílání do nahozeného převaděče.

VOX - spínání vysílání hlasem.

Tato funkce uvede stanici do režimu vysílání tehdy, jestliže úroveň okolního zvuku překročí nastavenou mez. Po vymizení tohoto zvuku se stanice se zpožděním opět přepne na příjem.

Funkce slouží pro usnadnění obsluhy radiostanice tehdy, když nemá uživatel volné ruce např. při práci nebo montážní činnosti. Funkce je zvláště dobře využitelná s náhlavními soupravami, které obsahují externí sluchátko a mikrofon na kabelu, umístěný v blízkosti úst obsluhy.

Další využití této funkce VOX je při monitorování prostoru, např. se spícím dítětem (Baby Monitor). Pokud se dítě probudí a začne vydávat hluk, stanice ho začne vysílat a hluk dítěte přenesený do protistanice upozorní dozor, který pak podnikne příslušné zátky.

Citlivost spínání VOXu je nastavitelná v několika stupních, z nichž ovšem ani ta nejcitlivější poloha nemusí být někdy dostatečně vyhovující pro přepínání režimů radiostanice slabšími zvuky. U některých stanic PMR je nastavitelné i zpoždění, po kterém se přepne zpět na příjem.

Velmi dobře má systém hlídání dětí propracována PMR stanice DNT YOUNG. Nejenže citlivost je velice dobrá a při největší citlivosti spíná i zvukem z vedlejší místnosti, ale dvojice stanic DNT YOUNG si mezi sebou cyklicky předávají informaci pomocí zvláštního kódu o tom, zda stanice jsou v dosahu. Pokud ne, tak po určitém čase může přijímací



Obr. 10. Piezokeramické nalepovací čidlo pro snímání otřesů

stanice u „obsluhy“ dítěte vyvolat alarm. Navíc lze u vysílací stanice DNT YOUNG vypnout zcela nf část a omezit tak nejen spotřebu, ale i případné rušivé zvuky u dítěte.

Rád bych upozornil na další využití této funkce VOX. Specializované odborné prodejny s radiostanicemi dodávají piezokeramické nalepovací čidlo, které lze připojit do konektoru stanice místo externího mikrofonu (obr. 10). Čidlo lze nalepit na chráněný objekt, třeba na dveře automobilu poblíž zámku. Hluky s příslušným akustickým spektrem při pokusu o vzloupání aktivují VOX radiostanice umístěné třeba ve vozidle a upozorní protistanici. Je výhodné, má-li protistanice akustickou indikaci příchozího signálu nebo možnost dálkového ovládání připojeného zařízení (viz dále).

Indikace příchozího signálu.

Tato funkce může nezávisle na obsahu modulace, tedy i na zvonění, upozornit obsluhu přijímací radiostanice na otevření šumové brány. Funkce bývá indikována i na displeji a tato indikace má paměť - pokud příchozí signál vymizí, na LCD zůstane blikat symbol, např. zvonku. Ten zmizí až při stisknutí PTT.

Tuto funkci nelze zaměnit s pouhým příjmem vyzvánění protistanice. Zde si vyzvánění generuje přímo přijímací stanice a je na obsahu modulace nezávislé. Funkcí je vybavena např. stanice ALINCO DJ-S446.

Další zajímavé funkce vyspělých radiostanic PMR

Ovládání připojeného spotřebiče. ALINCO DJ-S446 a další stanice ALINCO určené pro radioamatéry mají vestavěnou funkci, která aktivuje napětový výstup na středním kroužku jednoho z konektorů JACK tehdy, souhlasí-li kmitočet a kód CTCSS protistanice s nastaveným, čili tehdy, otevře-li se nf cesta přijímací stanice. Napětím asi 3,5 V, které se na konektoru objeví, lze spínat přímo např. výkonové tranzistory MOSFET s malým otevíracím napětím (řada L), případně přes spínací transistor relé atd.

Funkci lze využít např. jako dálkové ovládání s neobvykle velkým dosahem atd. Ovšem jelikož počet kanálů pásma PMR a i počet kódů selektivních voleb je omezen, nelze stoprocentně vyloučit náhodné sepnutí nežádoucím signálem. Napětí se ale objeví jen po dobu trvání signálu.



Obr. 11a. Přijímač PMR INTEK RP-436



Obr. 11b. Přepínač kanálů na spodní straně přijímače RP-436

Využití stanice PMR jako alarmu s aktivací přerušením vodiče. Některé stanice mají další bezpečnostní funkci, která aktivuje vysílání tehdy, přeruší-li se smyčka drátu zapojená do konektoru pro příslušenství. Stanice začne pískat z reproduktoru a (po vnitřní modifikaci) i vysílat signál a kód CTCSS uložený do příslušné paměti.

ANI - automatická identifikace protistanice. Profesionální stanice využívající selektivní volbu DTMF mohou mít aktivovanou funkci, při které se na displeji přijímací stanice objeví číslo té stanice, která volá. Lze využít i funkci volání celé skupiny, jednotlivce atd. Dále lze aktivovat i automatickou odpověď, která potvrdí, že stanice volání opravdu přijala. Tuto funkci má asi jediná stanice PMR na našem trhu - INTEK DX-446. Tato stanice PMR má také možnost vyslat číslíkovou SMS zprávu k protistanici a samozřejmě spousty dalších funkcí. Je jen na obsluhu, zda možnosti využije a hlavně „zvládne“.

Do zvláštní skupiny bych také zařadil **přijímač INTEK RP-436** (obr. 11a), který slouží jen k příjmu signálů na pásmu PMR (a LPD). Jeho využití se najde např. u konferencí s tlumočením, při činnosti průvodců, jako hlasový pager atd. Přijímač má dokonce vypínatelné akustické upozornění na přicházející signál. Kanály pásem PMR a LPD se volí miniaturním přepínačem („myším piánem“) pod bateriemi (obr. 11b), hlasitost a další funkce se ovládají posuvným přepínačem. Dosah tohoto přijímače, který nemá vlastně žádnou externí anténu (jen smyčku uvnitř na desce s plošnými spoji) je dostatečný - asi 200 až 300 m na volném prostranství. Přijemná je malá spotřeba tohoto přijímače (a tedy i dlouhá doba provozu na vložené baterie) a kvalitní přiložené sluchátko.

Našly by se ještě další funkce, kterými bývají stanice vybaveny.

Bývají to třeba stopky a různé časové indikátory, ty mohou být užitečné třeba při sportu apod. Třeba stanice DNT WTR-8 má vestavěný rozhlasový VKV přijímač.

Jinou funkcí je možnost drátového interkomu mezi připojenými sluchátky k radiostanici, brzy se jistě objeví PMR stanice s GPS, s elektronickým kompasem, s výškoměrem, měřičem atmosférického a krevního tlaku a pulsu, s datovou pamětí USB EEPROM atd.

Spíš než tyto funkce vestavěné ve snaze se odlišit však uživatel radiostanice ocení dokonalou citlivost, dobrou selektivitu při současném plném radiovém spektru nejrůznějších rušení, stabilitu a vůbec serióznost a prodejní zájemci stanice.

Pod touto „seriózností“ si představuji to, že radiostanice se chová a je uvedena na trh jako „opravdový“ a vyspělý technický výrobek, ne jako náhodná akce prodaná bez jakékoliv podpory ze strany prodejce a dovozce.

V této publikaci jsem se zaměřil právě na ty kvalitní a osvědčené typy, ke kterým je k dispozici servisní zájemci a dokumentace. Bez ní bychom ani nevěděli, co vlastně se v příslušné stanici skrývá, jaké má obvodové řešení a co od ní můžeme očekávat.

Ke mnoha stanicím různých názvů se mi dokumentaci sehnat nepodařilo, i když jsem se snažil dopracovat se k nějakému servisu těchto výrobků. Markety ovšem servis v podstatě nepotřebují - vadné stanice vymění a vrací dodavateli. Po záruce se těmito stanicemi zřejmě již nikdo zabývat nebude.

Selektivní volby

Protože na pásmu PMR je generální licenci počet kanálů omezen na 8, je v oblastech s větší hustotou rádiového provozu potřeba nějak kanály dále rozdělit, aby nenastávaly přeslechy mezi jednotlivými skupinami navzájem komunikujících účastníků.

K dalšímu rozdělení kanálů se využívají selektivní volby. Ty fungují na základě přenosu další informace, která, je-li vyhodnocena či porovnána na přijímací straně, dá pak povel k aktivaci nf cesty nebo k akustické či optické výzvě, popř. ke kombinaci těchto událostí.

Selektivní volba CTCSS. Pokud chcete komunikovat jen s vybranými

radiostanicemi, je velice vhodné pomocí selektivní volby omezit nežádoucí vstupy jiných účastníků do vaší sítě.

Nejčastěji používaná selektivní volba pracující se subtónem se nazývá CTCSS (Continuous Tone Code Squelch System) nebo někdy také TSQ (TONE SQUELCH) nebo PL-TONE.

V případě, že je tato funkce aktivována, generuje modulátor vysílající stanice při stisku PTT stálý subtón o nízkém kmitočtu, volitelný zpravidla ve 38 hodnotách od 67,0 do 250,3 Hz, tyto kmitočty také bývají označeny kódy 1 až 38 (viz tab. 5). Vysílající stanice tento subtón (s nižší úrovní, než je úroveň hlasové modulace, FM zdvih tónu bývá kolem 400 Hz) vysílá namixovaný do modulace, na přijímací straně je přítomnost subtónu elektronicky vyhodnocena a pokud nastavené kmitočty CTCSS na obou stanicích souhlasí, je dán procesorem stanice povel NF zesilovací cestě k zapnutí a reprodukci přijímané modulace.

Tím, že subtón má kmitočet pod přenášeným akustickým pásmem a nízký FM zdvih, není v reprodukci téměř pozorovatelný a je derivačními členy vyfiltrován v nf cestě přijímací stanice.

Tato selektivní volba je rychlá, jednoduchá na obsluhu a umožňuje vytvořit 8x 38 kombinací, tj. 304 uživatelských kanálů. Pro komunikaci je samozřejmě nutné, aby všechny radiostanice jedné skupiny pracovaly na stejném kanále a měly nastavený stejný kmitočet subtónu čili stejný kód selektivní volby.

Ve většině radiostanic je možno nastavit 38 normalizovaných kmitočtů - subtónů selektivní volby CTCSS. Většinou se současně nastavuje kmitočet subtónu pro enkodér (generátor) i dekodér. Některé radiostanice umožňují zvolit větší počet subtónů CTCSS, např. 39 (starší ALINCO SR-1). Pro generování a dekódování subtónů selektivní volby se používají speciální jednoúčelové integrované obvody, popř. subtóny generuje přímo mikroprocesor radiostanice.

Pokud budete využívat subtóny o vyšších kmitočtech, nelze vyloučit občasné otevírání brány CTCSS stanice náhodnými signály, obsaženými v šumovém spektru, obzvláště tehdy, otevřete-li víceúrovňovou šumovou bránu (umožňuje-li tuto regulaci radiostanice). Je to dáno tím, že vyšší kmitočty kódů CTCSS se již blíží hovorovému spektru, proznívají

Tab. 5. Kmitočty a pořadí kódů selektivní volby CTCSS

Kód	Kmitočet [Hz]	Kód	Kmitočet [Hz]	Kód	Kmitočet [Hz]	Kód	Kmitočet [Hz]
1	67,0	11	97,4	21	136,5	31	192,8
2	71,9	12	100,0	22	141,3	32	203,5
3	74,4	13	103,5	23	146,2	33	210,7
4	77,0	14	107,2	24	151,4	34	218,1
5	79,7	15	110,9	25	156,7	35	225,7
6	82,5	16	114,8	26	162,2	36	233,6
7	85,4	17	118,8	27	167,9	37	241,8
8	88,5	18	123,0	28	173,8	38	250,3
9	91,5	19	127,3	29	179,9		
10	94,8	20	131,8	30	186,2		

z jiných sítí a i v přijímané šumové složce jsou asi již více obsaženy, než kmitočty nejnižší.

Proto vznikly dokonalejší selektivní volby pracující poněkud složitějším způsobem. Ale selektivní volba CTCSS má výhodu v jednoduchosti obsluhy, ceně používaných součástek a je relativně rychlá - subtón je na přijímací straně identifikován rychle, zpravidla do 0,3 s, a komunikace se tak příliš nezdrží. Pokud obsluha s reakcí nepočítá a ihned po stisknutí PTT začne komunikovat, jsou začátky relací usekávány jen nepatrně (někdy bohužel začne obsluha komunikovat ještě před stisknutím PTT).

Nevýhodu má tato selektivní volba v občasné „prolézáni“ rušivých signálů a v omezeném počtu kódů. Dále může v profesionálních sítích vadit absence dalších funkcí.

DCS - Digital Code Squelch nebo také DPL. Tato selektivní volba pracuje rovněž se subtóny, ovšem pomocí kombinace subtónů je tvořen digitální kód a ten je vyhodnocen. Zpravidla se využívá 104 nebo více kódů. Tato selektivní volba je už bezpečnější proti otevírání cizím signálům než CTCSS, ovšem zase může být o něco pomalejší.

Ve stanicích PMR se s ní setkáme výjimečně a to jen u vyspělých typů, např. u profesionálních PMR stanic INTEK MT-446 a DX-446, které mají DCS i CTCSS (typ DX-446 má dokonce i DTMF).

Selektivní volba DTMF. Jako další jednoduchý způsob selektivní volby se jeví dvoutónová modulace (DTMF znamená dvoufrekvenční tónový přenos používaný pro tónovou volbu čísla).

Modulátor DTMF používá superpozici dvou sinusových průběhů o různých frekvencích, vždy jedné frekvence z dolního pásma (697 až 941 Hz) a jedné z horního pásma (1209 až 1633 Hz). Celkem je to 16 kombinací. Výhodou je, že se modulátor i demodulátor DTMF dodává ve formě jednoúčelového integrovaného obvodu.

Systém lze použít i k jednoduchému přenosu dat. Z minimální požadované doby vysílání tónů (0,040 s) a z minimální doby prodlevy mezi tóny (0,040 s) lze vypočítat maximální rychlost r přenosu dat tohoto systému:

$$r = 0,5 \cdot 1 / (0,040 + 0,040) = 6,25 \text{ [bit/s].}$$

Ovšem u stanic PMR je potřeba počítat s prodloužením doby vysílání kódu, a to alespoň prvního znaku DTMF, aby se stačil vyřadit nám již známý systém úsporného provozu přijímače (BS). Přesto lze systémem DTMF nejen ovládat nf cestu radiostanice, ale přenášet i čísla či jednoduché zprávy složené z 16 znaků a využít i další doplňky, známé již z CB stanic a telefonní techniky, třeba dálkové spínání nějakého spotřebiče atd.

Selektivní volbou DTMF je v současnosti vybavena jen jedna stanice PMR prodávaná na našem trhu, tou je INTEK DX-446. Kód DTMF se může vysílat automaticky po stisknutí PTT,

případně po stisknutí PTT a pak čísla paměti skupiny či účastníka, kterého chceme volat. Chování stanice INTEK DX-446 je široce programovatelné, včetně časů vysílání kódů, identifikace vlastní stanice atd.

Zdroje pro napájení radiostanic

Radiostanice PMR jsou vyráběny především jako malé, kapesní. Tomu tedy odpovídá i napájení bateriemi či akumulátory.

U běžných stanic se nejčastěji setkáme s napájením čtyřmi články velikosti AAA, tzv. mikrotužkami. Napětí je 6 V při použití suchých, nenabíječných článků, nebo 4,8 V při použití akumulátorů.

Některé hodnotnější stanice mají napájení vyřešeno články velikosti AA, tedy tužkovými. Většinou se v malých kapesních stanicích používají 3 kusy (Motorola T5412, ALINCO DJ-S446), větší stanice mají prostor na 4 články AA (INTEK MT-4000, INTEK PB-1000).

Největší kapacitu na jednotku objemu mají dnes z běžně dostupných akumulátorů typy LI-ION a LI-POL. Jeden článek LI-ION akumulátoru o kapacitě 720 mAh napájí moderní a malou PMR stanici ELIX SL-01P (obr. 12).

Stanice INTEK PB-1000 je řešena jako stolní a má napájení kombinované. Lze použít jak síťové napájení adaptérem, tak i napájení z vestavěných baterií či akumulátorů. Na stanici je i přepínač, kterým lze zapnout dobíjení vložených akumulátorů při provozu ze sítě (používáme-li suché články, dobíjení vypneme). Stejně tak lze u stanice ALINCO DJ-S446 zapnout nebo vypnout nabíjení z externího napájecího zdroje 12 V a zvolit rozhodovací napětí indikace vybitých zdrojů.

Obecně jsou radiostanice dosti náročnými spotřebiči a jsou závislé na kvalitě akumulátorů. Dnes se dodávají především Ni-MH akumulátory. Ty však mají velice rozdílnou kvalitu. Často nám do servisu ELIX přinesou radiostanice, u které se údajně akumulátory předčasně vybijí nějakou závadou. Ovšem závada je ve velkém vnitřním odporu akumulátorů. Obzvláště u typů AAA se můžeme setkat s vyloženě nekulturními typy, které mají již při odběru 700 mA takový pokles napětí, že radiostanice vyhodnotí napětí zdrojů jako nedostatečné.

Proto doporučuji používat akumulátory osvědčených výrobců, z nichž nejlepší bude určitě SANYO (obr. 13). Každý modelář mi jistě dá za pravdu, že články SANYO jsou nejčastěji používané a nejlepší. Sekundují jim výrobky PANASONIC, u kterých výrobce slibuje v budoucnu další zlepšení parametrů.

Výrobci dnes dodávají kvalitní akumulátory o kapacitách do 900 mAh u velikosti AAA a 2500 mAh u velikosti AA. Doba provozu radiostanice PMR, která je napájena články AA o kapacitě 2500 mAh, je velmi dlouhá. Přikladem je úsporná stanice ALINCO DJ-S446,



Obr. 12. Akumulátory LI-ION použité ve stanici ELIX SL-01P



Obr. 13. Akumulátory SANYO vhodné pro radiostanice

napájená třemi články AA, u které lze dosáhnout doby provozu až několik týdnů, samozřejmě podle režimu provozu. Doba provozu se standardně udává v cyklu 90 % času čekání se zavřenou šumovou bránou (STANDBY), 5 % vysílání (Tx) a 5 % příjmu (Rx).

Typické odběry a doba provozu radiostanic INTEK MT-2020 (s výkonem 0,5 W) a MT-4040 (modifikované na výkon 2 W) při napájení běžnými články AAA o kapacitě 600 a 800 mAh jsou v tab. 6 (převzato z firemní dokumentace).

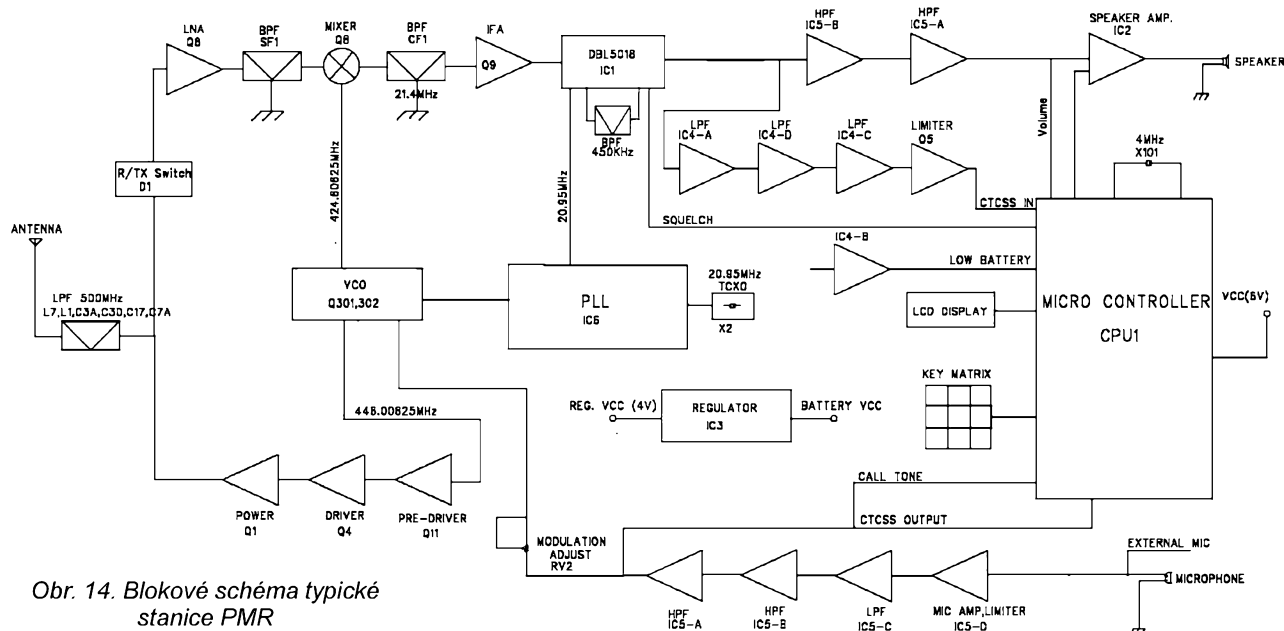
Doba provozu uvedená v tab. 6 se ještě prodlouží při napájení kvalitními články SANYO s větší kapacitou.

Jelikož provozní i konečné napětí suchých článků a akumulátorů se od sebe dosti liší, mají vyspělé radiostanice (např. ALINCO DJ-S446) možnost v menu zvolit indikaci vybitých zdrojů podle jejich typu. Pak je i při použití akumulátorů správně indikován jejich stav a obsluha není zbytečně matena.

Ne všechny radiostanice PMR však pracují s akumulátory při jejich mezním konečném napětí správně. V jednom typu radiostanice, která se svého času prodávala v marketech, se dokonce při zmenšení napětí „zakousnul“ pro-

Tab. 6. Doba provozu radiostanic INTEK MT-2020 a MT-4040

Model	MT-2020 Ni-MH-600 (4,8 V dc, 600 mAh) TX 0,5 W e. r. p.	MT-4040 Ni-MH-800 (4,8 V dc, 800 mAh) TX 2,0 W e. r. p.
Stand-by (90 %)	21,6 mA	21,6 mA
RX (5 %)	100 mA	100 mA
TX (5 %)	283 mA	780 mA
Doba provozu	15,54 h	12,60 h



cesor, stanice začala vyzvánět, nereagovala na povely z klávesnice a musely se z ní vyjmout zdroje. Když se takto vybité akumulátory znovu vložily do stanice, situace se opakovala.

Některé stanice mají vestavěnou funkci, která při vybití akumulátorů před vypnutím zmenší výkon vysílače a relaci je možné dokončit. Některé stanice zase při vybitých zdrojích vypnou vysílání úplně.

Abychom se seznámili s možnostmi dobře vybavené radiostanice, uvádím na straně 21 výňatek z uživatelského návodu stanice ALINCO DJ-S446.

Technická koncepcie stanic PMR

Blokové schéma typické stanice PMR je na obr. 14.

Profesionální stanice PMR jsou řešeny shodně jako jiné kvalitní stanice pro pásma 70 cm.

Vf koncové stupně vysílačů stanic PMR

Vf výkon levnějších radiostanic je samozřejmě hodně závislý na použitém napájecím napětí. Stanice, která má výkon 0,5 W při napájení 6 V, může mít při napájení 4,8 V výkon asi poloviční.

Stanice nemají vyřešenou stabilizaci výkonu při změnách napájecího napětí a zpravidla ani reflektometrickou ochranu při rozladění zátěže, tedy antény. Ta by neměla ani význam, stanice pracuje v různých polohách a anténa se při zatlumení rukou nebo tělem rozladuje. Také protíváha - kapacitní vazba těla radiostanice s okolím - je veličina velice proměnná.

Výrobci to řeší dimenzováním koncového stupně na ztrátové výkony větší, než je ztrátový výkon při jmenovitém výkonu do jmenovité zátěže. Poruchy koncových stupňů jsou výjimečné

a jsou způsobeny nikoliv přetížením ztrátovým výkonem, ale přepětím způsobeným uživatelem, který zvětší napájecí napětí radiostanice ve snaze docílit větší výkonu nebo při napájení z nevhodného zdroje. Všechny tranzistory jsou velice citlivé na přepětí ze zdroje.

V radiostanicích PMR se nepoužívají drahé hybridní moduly, známé ze starších radioamatérských a profesionálních stanic. Je to nejen z ekonomických důvodů (cena modulů je vysoká). Tyto moduly se s nástupem výkonových tranzistorů MOSFET schopných pracovat na kmitočtech 450 MHz (a nejen to, ale i na 900 a 1800 MHz) prakticky přestaly používat.

Některé kvalitnější radiostanice mají koncový stupeň řešení dokonaleji, s regulací výkonu. Příkladem je radiostanice INTEK MT-446, v níž je použit tranzistor MOSFET 2SK3476A, jehož výstupní výkon může být až 7 W na 470 MHz při napájení 7,2 V. Parametry tranzistorů TOSHIBA často používaných v radiostanicích jsou v tab. 7.

V poslední době se v moderních stanicích PMR (např. INTEK MT2020 a ELIX SL-01P) používají nové SiGe tranzistory HBT (Hetero-Junction Bipolar Transistor) - např. typ DRF1601. Pro tyto tranzistory není problém dodat předepsaný maximální výkon 0,5 W již při napájení z jednoho článku akumulátoru Li-ION. V nastavovacím předpisu v servisním manuálu pro PMR stanici ELIX SL-01P je uveden maximální vý-

kon až 0,9 W při nastavení regulace na maximum a při napájecím napětí 3,7 V.

Zapojení vřn koncových stupňů radiostanic PMR je poměrně komplikované a v ničem se neliší od zapojení jiných radiostanic. Je to dáno hlavně nutností splnit přísné požadavky na nežádoucí vyzařování harmonických a dalších rušivých kmitočtů. I nejmenší stanice musí těmto předpisům vyhovět stejně jako stanice velké a prostor v jejich pouzdře je omezený, nedostává se místo pro stínění. Navíc stanice musí vyhovět i při zkouškách vyzařování proudem (CASE RADIATION), nesmí být překročeno vyzařování VCO, oscilátoru procesoru a samozřejmě i dalších nežádoucích kmitočtů.

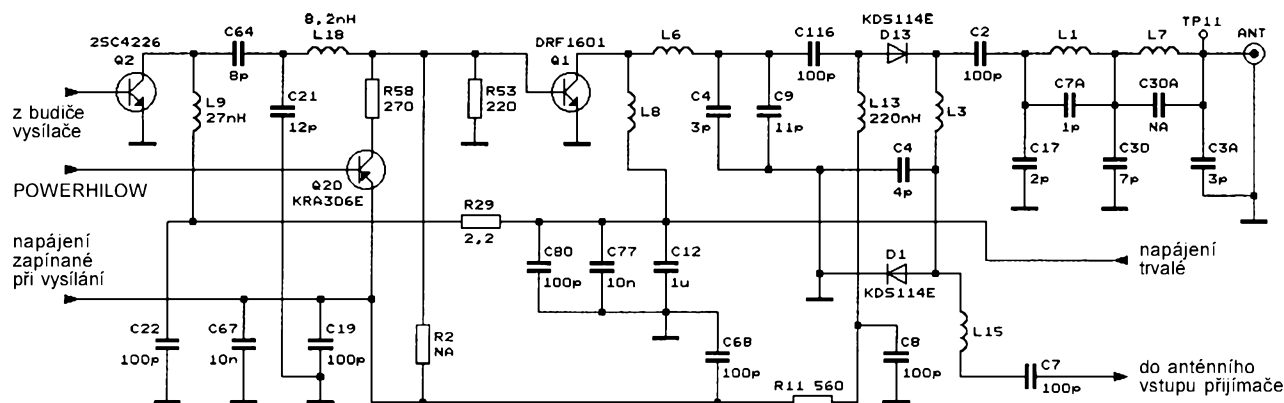
Příklad zapojení moderně řešeného
vř koncového stupně radiostanice ELIX
SL-01P je na obr. 15.

Vf koncový stupeň je osazen moderním tranzistorem SiGe HBT typu DRF1601 (Q1). Ten při napájení 3,7 V dodává v měřicím bodu TP11 výkon až 0,8 W na 446 MHz. I na 900 MHz ještě dodá 1 W při napájecím napětí 6 V. Tranzistor DRF1601 je buzen vf tranzistorem 2SC4226 (Q4) s typickou výkonovou šířkou pásma 4,5 GHz a se ziskem 9 dB na 1 GHz. Díky použitým součástkám má koncový stupeň na kmitočtu pásma PMR dobrou účinnost.

Přepínání výkonu je u této stanice řešeno zmenšením buzení koncového stupně zařazením rezistoru R58 tranzistorem Q20.

Tab. 7. Parametry vf tranzistorů TOSHIBA

Typ	Pouzdro	Kmitočet [MHz]	U_{cc} [V]	Vf výkon [W]
2SK3074	PW-MINI	520	9,6	0,63
2SK3075	PW-X	520	9,6	7
2SK3078A	PW-MINI	470	4,5	0,63
2SK3079A	PW-X	470	4,5	2,2
2SK3475	PW-MINI	520	7,2	0,63
2SK3476	PW-X	520	7,2	7
2SK3656	PW-MINI	470	3,6	0,63
2SK3756	PW-MINI	470	4,5	1,5



Obr. 15. Zapojení vř koncového stupně radiostanice ELIX SL-01P

Stanice ELIX SL-01P dovede mimo pásmo PMR 446 vysílat s plným výkonem i v pásmu LPD.

Povely k přepínání výkonu dává vestavěný mikroprocesor v závislosti na způsobu modifikace kmitočtového rozsahu radiostanice.

Někdy se požívá k buzení koncového tranzistoru i vř integrovaný obvod, např. μ PC2771T (NEC). Využívá ho např. firma ALINCO u stanice DJ-S446 (obr. 16). U starší PMR stanice DJ-SR1 byl tímto integrovaným obvodem buzen koncový tranzistor MOS-FET MRF9745 přímo, u novější PMR stanice DJ-S446 s větší rezervou výkonu je ještě zařazen mezistupeň s dalším tranzistorem MOS-FET 2SK3074. Dosáhne se tak lepšího vybudování při menších napájecích napětích.

Výkonné stanice PMR vycházející z profesionálních stanic mají vř koncové stupně dimenzovány mohutněji.

Např. INTEK MT-4000 používá tranzistor LDMOS-FET od firmy NEC typu NE5510279A, schopný dodat při napájení 4,8 V výkon 2 W na 1,8 GHz (viz <http://www.csd-nec.com/microwa/ve/english/pdf/PU10121EJ03V0DS.pdf>)!

V tomto případě nám nevědomky pomohly mobilní telefony GSM, pro které uvedené vynikající moderní součástky vznikly. Tranzistor NE5510279A je ve výkonovém pouzdře SMD a snadno se při správné montáži uchladí (obr. 17).

Jak je vidět z obr. 18, tomuto vynikajícímu tranzistoru stačí opravdu malé napájecí napětí pro dosažení dostatečného výkonu. Odběr může dosahovat

až 2,4 A při výkonu 33 dBm (2 W). Graf na obr. 18 platí pro kmitočet 1,8 GHz, na kmitočtu 446 MHz je účinnost a dosažitelný výkon ještě výrazně větší.

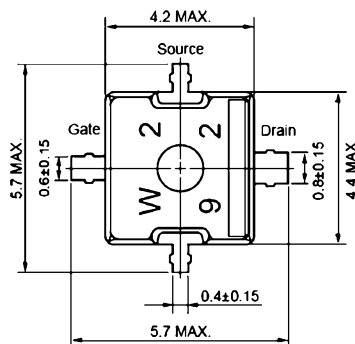
Ve stanici INTEK MT-4000 je tento tranzistor buzen dvěma stupni s tranzistory 2SC4901 a stanice je tedy schopna po modifikaci snadno odevzdat výkon 2 W při napájení 4,8 V. Koncový tranzistor pracuje hluboko pod svým mezním kmitočtem a při povoleném výkonu 0,5 W pak má koncový stupeň velkou účinnost a rezervu výkonu. Schéma vř dílu stanice MT-4000 je na obr. 19.

Výkonné profesionální stanice PMR INTEK MT-446 a DX-446 využívají tranzistory MOSFET TOSHIBA 2SK3476A, schopné dodat při napájení 7,2 V výkon až 7 W. K jejich buzení slouží tranzistory typu 2SK3475. Stanice má napájení právě 7,2 V a výkon programovatelný jen do 4 W, aby byla zaručena velká účinnost, dostatečná rezerva výkonu a stoprocentní spolehlivost při profesionálním nasazení. Ovšem pro pásmo PMR se dodává naprogramovaná na „opravdový“ výkon 0,5 W.

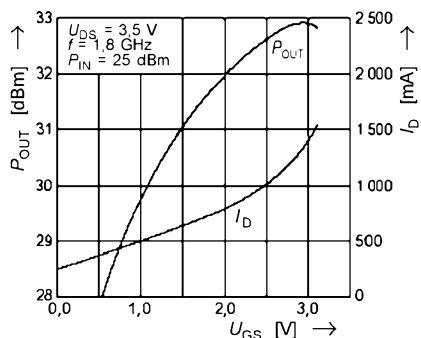
Obě stanice mají stabilizaci vř výkonu pracující podle blokového schématu na obr. 20. Napěťový komparátor IC1 porovnává úbytek napětí na bočníku R_b , kterým prochází napájecí proud koncových tranzistorů, s řídicím napětím APC (= Automatic Power Control) od procesoru. Výstupním napětím komparátoru je určováno předpětí (bias) koncových tranzistorů. Napětím APC je tak řízen proud koncových tranzistorů a tím i vř výkon. Obvod obsahuje také termis-

tor TH1, který snímá teplotu koncového tranzistoru a při překročení teploty 80 °C pomocí spínače s Q12 zmenší výkon.

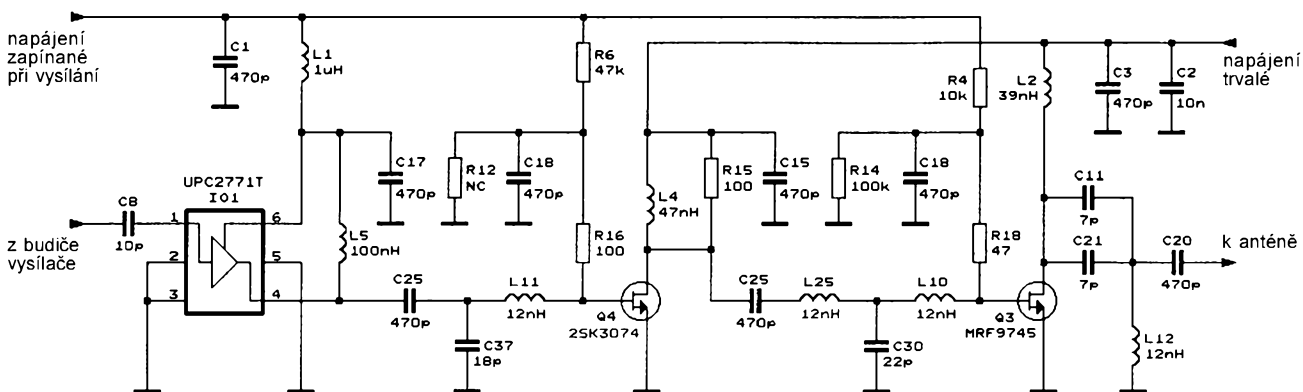
Na předchozích příkladech jsme si ukázali zapojení vř koncových stupňů



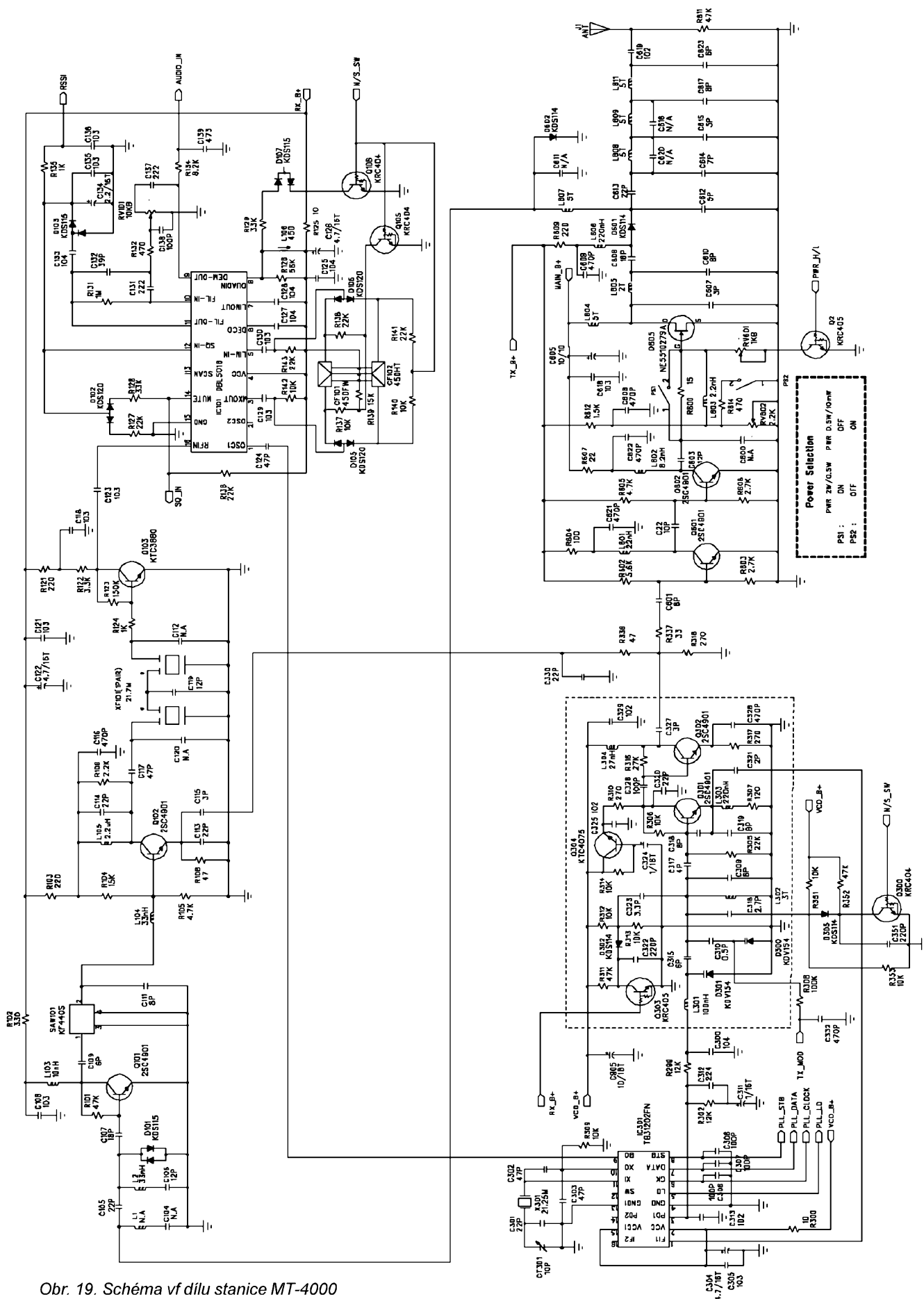
Obr. 17. Tranzistor NE5510279A ve výkonovém pouzdře SMD



Obr. 18. Závislost výstupního výkonu P_{OUT} a proudu I_D a napětí U_{GS} u tranzistoru NE5510279A



Obr. 16. Zapojení vř koncového stupně stanice ALINCO DJ-S446.



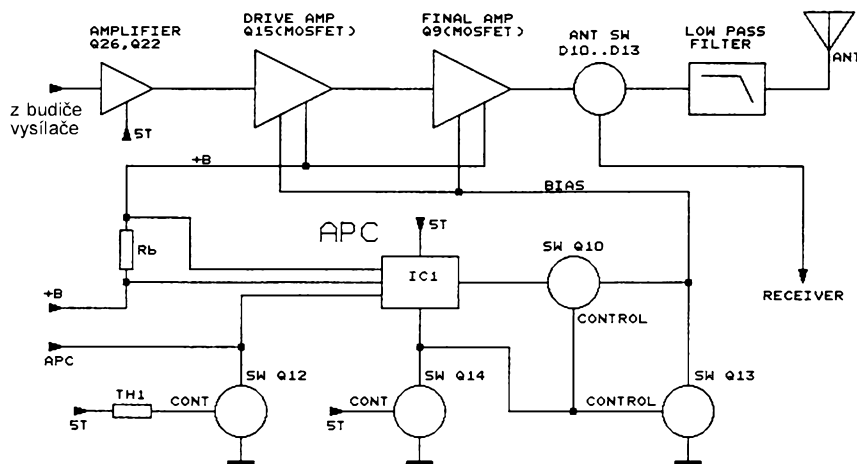
Obr. 19. Schéma vf dílu stanice MT-4000

moderních stanic PMR, ve kterých jsou využívány nejnovější polovodičové součástky. Ovšem ne vždy je tomu tak.

Levné výrobky používají běžné křemíkové tranzistory známé z anténní

techniky - anténních zesilovačů (obdobu známých BFR...). Často se využívá paralelního řazení dvou nebo častěji tří tranzistorů - výrobce je prostě na desku s plošnými spoji připájí nad sebe a

vývody propojí. Chlazení vrchních tranzistorů je pak nedostatečné a ani účinnost takových zapojení není při malých napětích velká, tranzistory jsou přeci jenom určeny pro napájecí napětí kolem



Obr. 20. Stabilizace vř výkonu ve stanici MT-446. +B je trvale přítomné napájecí napětí (přimo z baterie), 5T je napájecí napětí +5 V přítomné pouze během vysílání. IC1 je dvojitý operační zesilovač, SW jsou spínače s tranzistory, které ovládají režim vř koncového stupně

12 V a vř výkon také silně kolísá s napájecím napětím. Příklad takového zapojení je na obr. 21.

Vř vstupní díly stanic PMR

Vstupní díl přijímače spolu s mř zesilovačem považují za jednu z nejdůležitějších částí radiostanice PMR, a ne jsem určitě sám.

V současné době pracuje v okolí pásma PMR mnoho různých služeb, jak už víme z předcházejícího textu. Podmínkou je dobrá selektivita stanice a současně velká citlivost, nutná při používání krátkých a tedy i málo účinných antén, které navíc ne vždy pracují v dobrých podmínkách a jsou zatlumeny tělem operátora apod. Požadavky

na citlivost, odolnost, selektivitu, malé rozměry a malou proudovou spotřebu při malém napájecím napětí jsou vzájemně protichůdné.

Ne všem výrobcům se daří vyrobit dostatečně citlivý a odolný přijímač stanice PMR. To poznali např. ti, kteří se spuštěním systému CDMA zpozorovali značné zhoršení parametrů svých stanic PMR levnějších typů. Ukážeme si, jak se s řešením vstupních dílů vypořádali známí výrobci kvalitních stanic PMR.

U malé stanice ELIX SL-01P je signál z antény po průchodu pásmovou propustí LC (společnou pro vysílač i přijímač) nejprve zesílen aperiodickým předzesilovačem. Pak prochází moderní monolitickou pásmovou propustí SF1

typu HDF-440DS pracující s povrchovou akustickou vlnou (SAW) a přichází na první směšovač. Šířka pásma propustí SAW je nastavena na optimální průběh v pásmu PMR a i LPD. Výhodou je jednoduchost montáže hotové propustí jako jedné součástky a žádné nastavovací prvky (obr. 22).

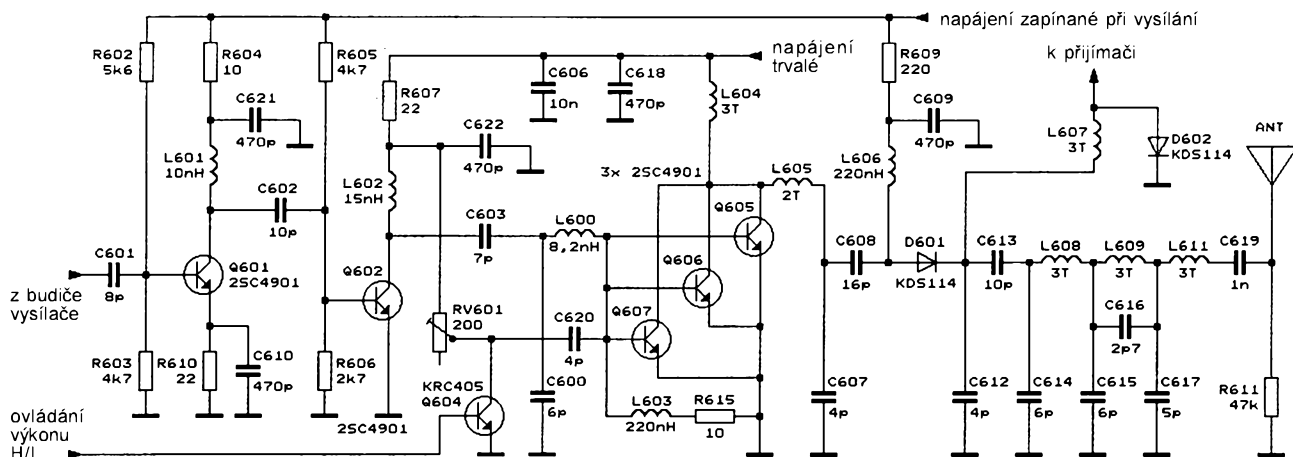
Tranzistor Q8 pracuje jako první směšovač. Produkt směšování má kmitočet 21,4 MHz a prochází krystalovým filtrem.

Ke druhému směšování na 450 kHz a k demodulaci FM signálu se využívá integrovaný obvod DBL501B. Tato koncepce směšování je podobná u všech menších stanic PMR.

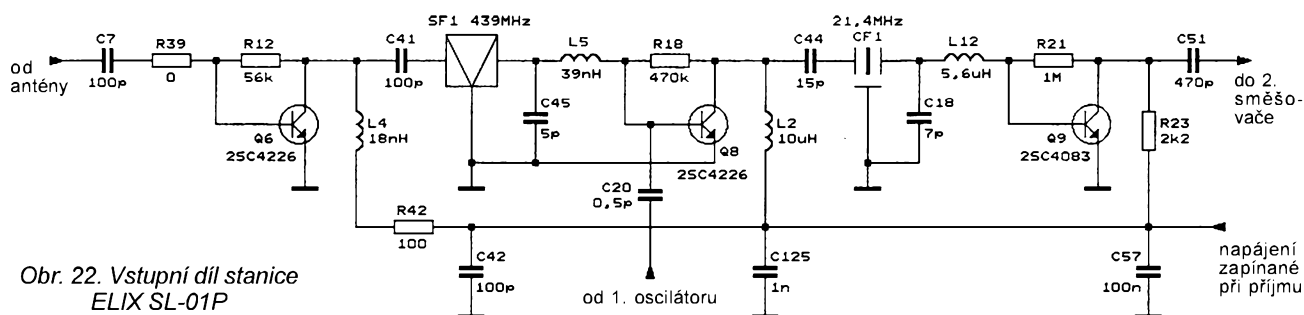
Není-li použita monolitická pásmová propust SAW, zapojení se poněkud zkomplikuje nutností použít pásmovou propust LC, jako je tomu např. u stanice DNT WT-77 (obr. 23). Rozměry stanice pak nelze výrazně zmenšit vzhledem k rozměrům cívek a jejich vzájemné vazbě.

Pokud se u stanice PMR vyžadují optimální parametry, je asi lepší zvolit řešení s úzkopásmovou propustí LC než řešení s propustí SAW se „stolovou“ charakteristikou, která zahrnuje pásmo PMR i LPD a tím i parazitní pásmo další, nežádoucí. Dosáhne se i menšího útlumu propustí a lepšího vrcholu naladění jen v pásmu PMR, ostatní sousední pásma jsou potlačena.

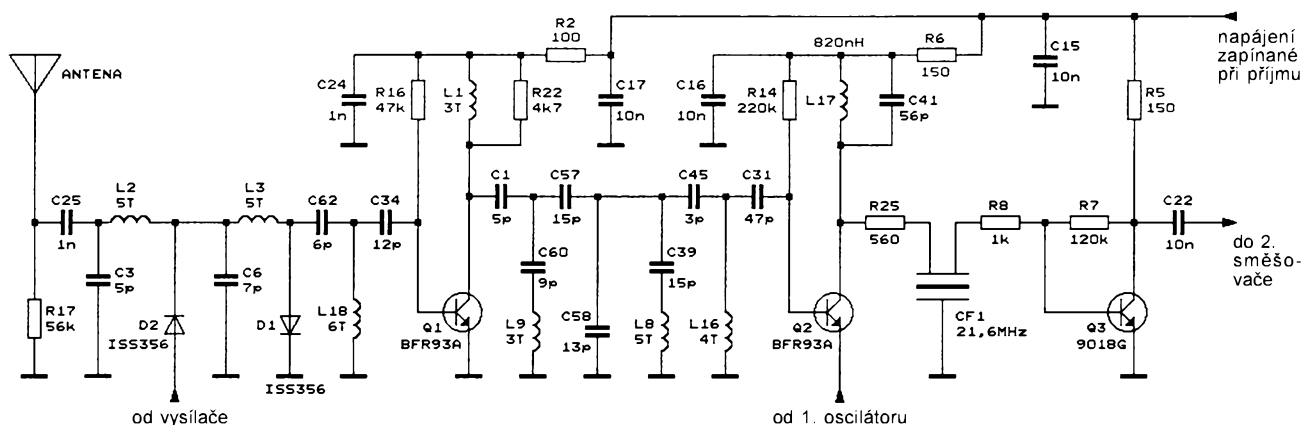
Takto koncipuje ALINCO vstupní díl stanice DJ-S446 (obr. 24). Vstup obsahuje celkem 3 propustí aktivně oddělené stupni s tranzistory a směšovač produkující mř kmitočet 21,7 MHz. Propustí jsou naladěny kapacitními trimry na pásmo 446 MHz. Stanice má vynikající citlivost a odolnost.



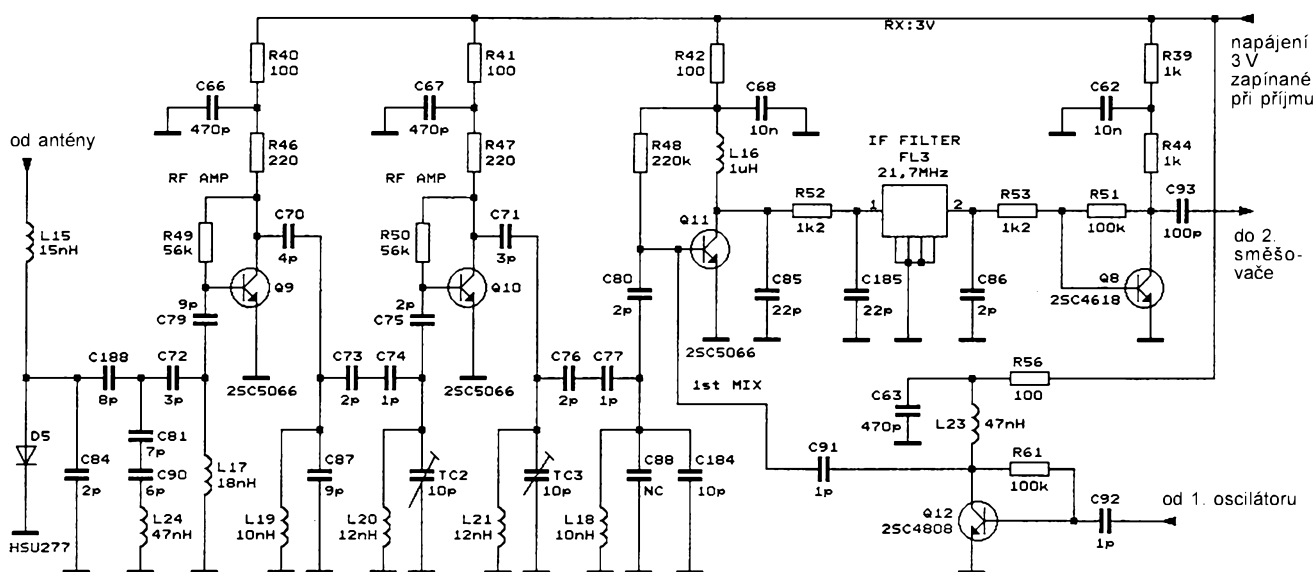
Obr. 21. Paralelní řazení koncových vř tranzistorů u starší stanice INTEK MT-2000. Údaj 3T apod. u cívek znamená počet závitů vinutí cívky (závit = turn)



Obr. 22. Vstupní díl stanice ELIX SL-01P



Obr. 23. Zapojení vstupního dílu stanice DNT WT-77

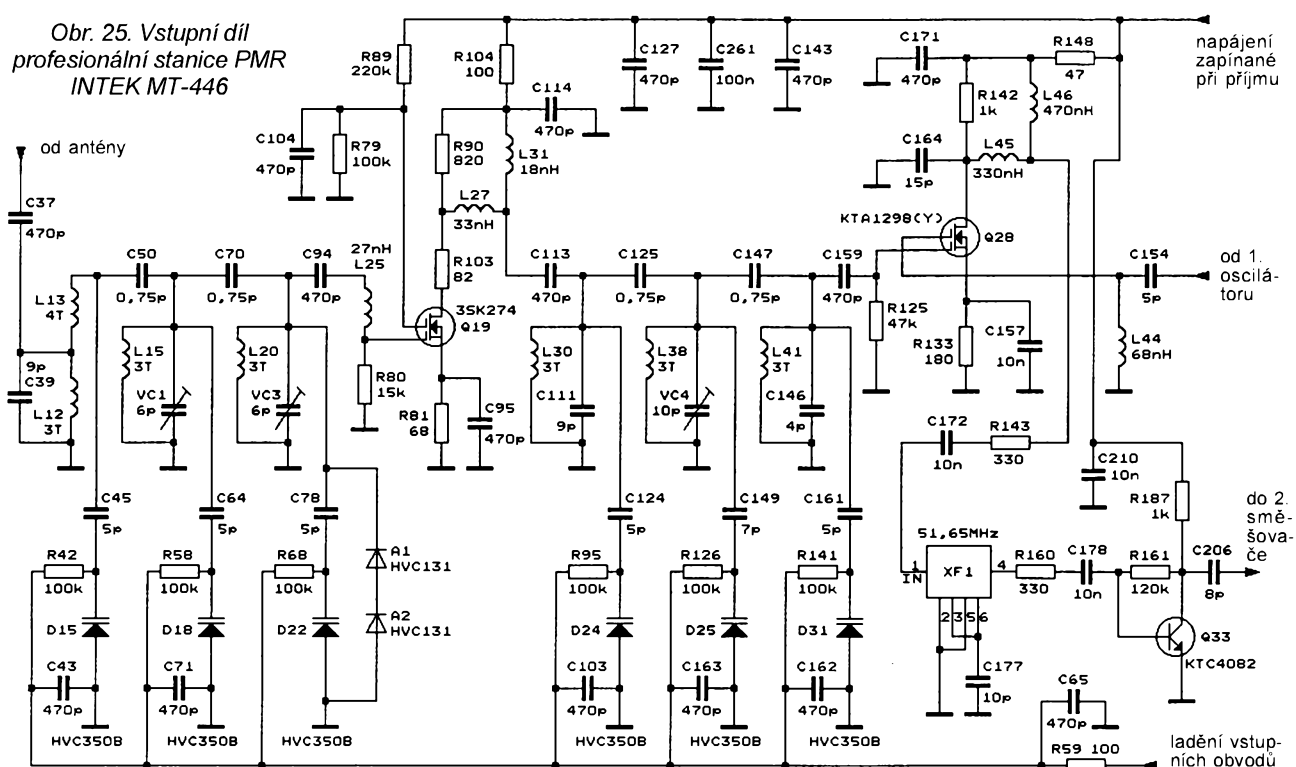


Obr. 24. Vstupní díl stanice ALINCO DJ-S446

Asi nejdokonalejší řešení vstupní části přijímače jsem našel u PMR stanic INTEK MT-446 (obr. 25) a DX-446.

Vstupní propusti LC jsou při změně kmitočtu laděny celkem šesti varikapky, přestože pásmo PMR je úzké. Stanice

však dovede pracovat rozsahu 420 až 470 MHz, takže ladění vstupů je pro dosažení největší citlivosti a odolnosti ne-



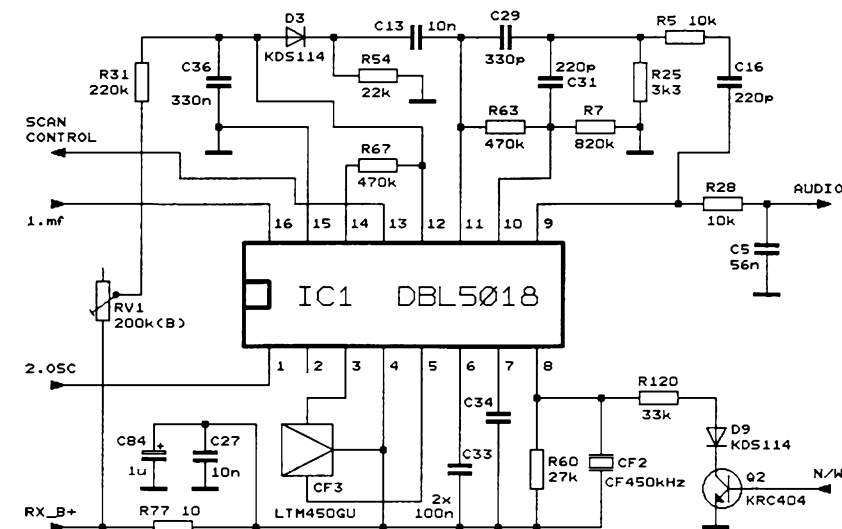
zbytné. Za první propusti s trojicí laděných obvodů následuje zesilovač s tranzistorem DUAL GATE MOS-FET, za ním je opět trojnásobný laděný obvod a směšovač s DUAL GATE MOS-FET. První mf kmitočet je vysoký - 51,65 MHz! Parametry uvedených profesionálních stanic PMR jsou samozřejmě vynikající a odolnosti obstojí i v nejtvrdsích podmínkách.

Přepínání vř cestu pro příjem a vysílání obstarávají u všech stanic PMR diody PIN ovládané napětím sloužícím k napájení obvodů vysílače a přijímače. Na kvalitě a robustnosti těchto diod dost záleží, občas se poškodí přetížením či průrazem po přepětí statickou elektřinou v anténním vstupu. Diody PIN se kupodivu poškozuji častěji než vstupní tranzistory, které by měly být na přepětí citlivější. Ale výrobci se většinou snaží ochránit vstupy i výstupy galvanickým propojením antény přes cívku se zemí.

Mf zesilovače

V mf zesilovačích stanic PMR se využívá většinou doporučené zapojení některého z integrovaných obvodů určených pro toto použití. Zapojení jsou upravena pro konkrétní stanici. Mf zesilovačům bývá ještě někdy předřazen předzesilovač na 1. mf kmitočtu, který zpravidla leží v okolí 21 MHz. U nejkvalitnějších typů stanic leží mf kmitočet výš, až v okolí 51 MHz. Druhé směšování zajišťuje mf integrovaný obvod, do něj se přivádí signál oscilátoru z kmitočtové ústředny.

U některých stanic, které jsou modifikovatelné i pro pásmo LPD a případně i pásma další, je nutné počítat s jiným předepsaným zdvihem FM. LPD pásmo spadající u nás do amatérského pásma 70 cm má kanálový rozstup 25 kHz a tomu odpovídající i větší zdvih FM. Proto se v demodulační části u kvalitnějších stanic mění účinnost demodu-



Obr. 26. Mf zesilovač s přepínáním účinnosti demodulátoru FM ve stanici MT-446

látoru (strmost křivky S) na 2. mf kmitočtu 450 nebo 455 kHz připojováním tlumicího paralelního rezistoru spínacím tranzistorem a diodou (obr. 26).

Některé kvalitnější stanice určené také pro příjem pásem s větší šířkou kanálu a větším zdvihem FM (LPD, amatérské pásmo 70 cm) mají dokonce na mf kmitočtu 450 kHz dva filtry, které se přepínají diodami. Příkladem je INTEK MT-4000 (obr. 27).

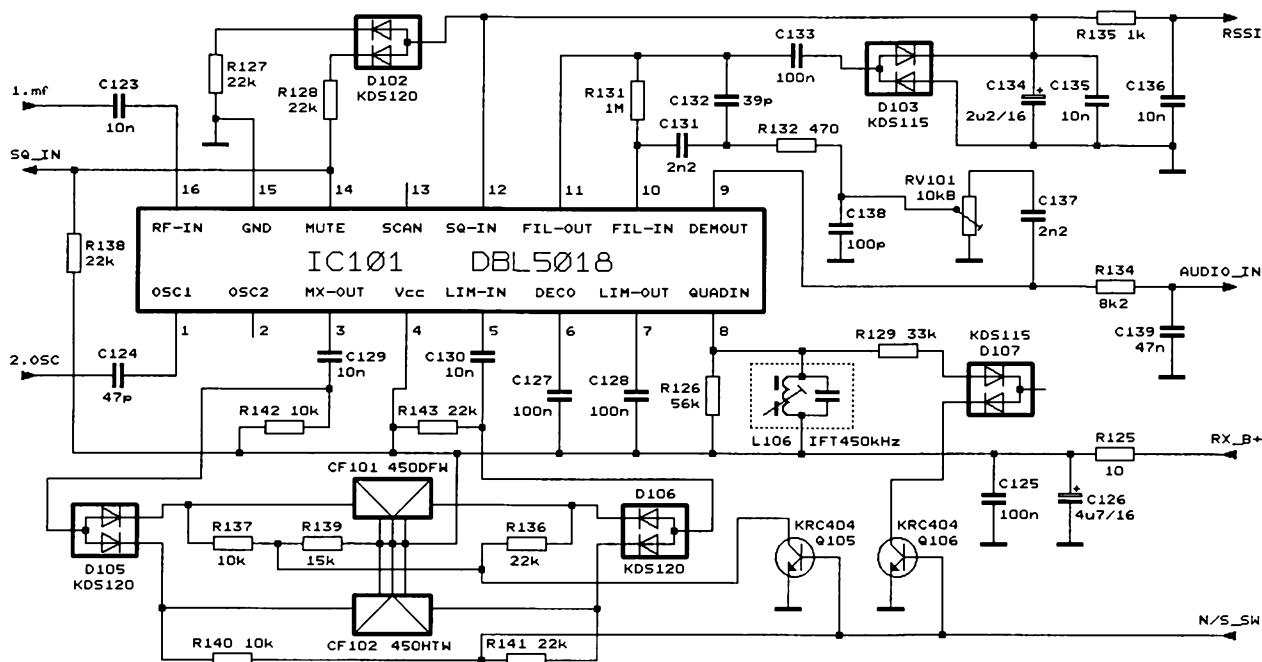
Tvorba kmitočtu ve stanicích PMR 446

Všechny stanice používají kmitočtovou syntézu s fázovým závěsem (PLL), při které je výsledný kmitočet odvozen od kmitočtu referenčního krystalu. Syntéza využívá jednoúčelové integrované obvody, které spolupracují s procesorem stanice. Vlastní kmitočet je generován napětím řízeným oscilátorem LC (VCO), který je zavěšen na referenční kmitočet syntézy. Při příjmu generuje

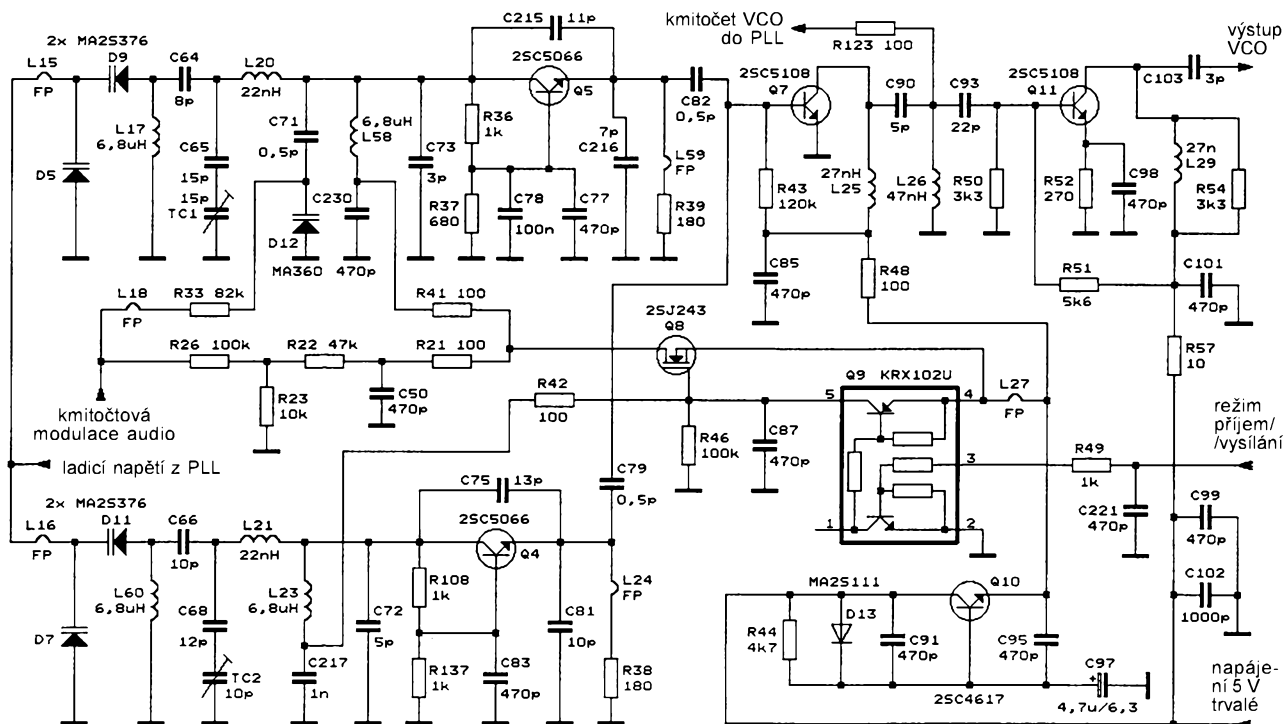
VCO signál pro směšovač přijímače (zpravidla 424,60625 MHz pro první kanál PMR) a při vysílání signál pro buzení vysílače (pro první kanál 446,00625 MHz). Přeladění VCO o kmitočet 1. mf (21,4 MHz) je dost velké a proto se při vysílání připojuje k laděnému obvodu VCO další kapacita.

Je možné říci, že VCO je velice choulostivou součástí smyčky PLL a ne u všech stanic s ním nejsou problémy. Musí se udržet v celém rozsahu teplot a dalších provozních podmínek v „zachytitelném“ režimu a nesmí vypadnout ze zavěšení v PLL. Musí také rychle nabíhat bez rozladění mimo kanál, tento přechodový jev se při certifikaci stanic sleduje. VCO nesmí být zdrojem fázového šumu a parazitní modulace.

Kvalitní stanice řeší protichůdné požadavky na stabilitu, rychlost zachycení a konstantní výstupní napětí použitím dvou samostatných VCO. Ve stanicích INTEK MT/DX-446, které mají vysoký 1. mf kmitočet, a tudíž přeladění



Obr. 27. Vř část stanice INTEK MT-4000 s přepínáním filtrů 2. mf s různou šířkou pásma



VCO by bylo příliš velké, jsou dva samostatné VCO připojeny před společný oddělovací obvod a jejich napájecí napětí je spínáno složitými obvody (obr. 28).

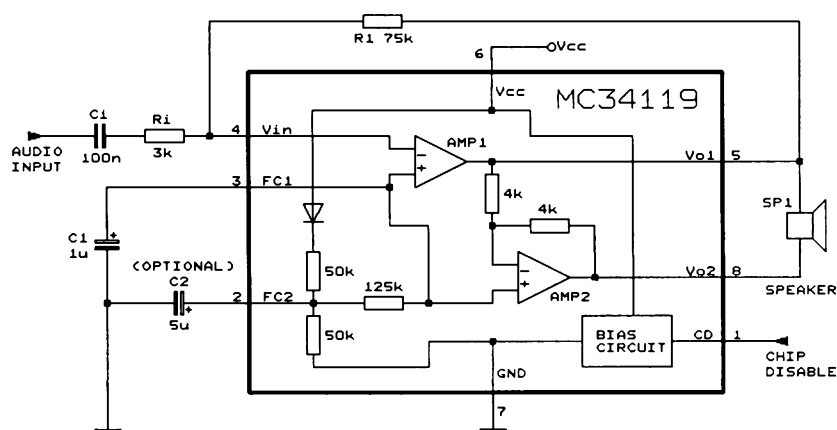
Stanice INTEK DX-446 a MT-446 jsou vyšší třídy, proto referenční oscilátor syntézy, od kterého se odvíjí kmitočty celé stanice, není tentokrát tvořen jen běžným krystalem, ale modulem teplotně kompenzovaného oscilátoru (TCXO) s kmitočtem 12,8 MHz. Z něj jde signál 12,8 MHz přes filtr LC do integrovaného obvodu kmitočtové syntézy a dále do násobiče 3x, jehož výstupní signál 38,4 MHz slouží k vytvoření 2. mf kmitočtu 450 kHz ($38,85 - 38,4 = 0,45$ MHz).

Nízkofrekvenční obvody

Napájecí obvody stanic PMR a jejich poruchy

Praxe ukazuje toto: používáme-li radiostanice v souladu s jejími provozními parametry, to znamená, že když především nepřekračujeme povolenou velikost napájecího napětí a nepřivádíme na vývody stanice napětí, které tam nepatří, není důvod, aby se stanice porouchala. Většina součástek je v normálním režimu zatížena minimálně,

Z mf zesilovače se již demodulovaný nf signál vede do nf koncového zesilovače a reproduktoru, popř. do externích sluchátek apod. Jako koncové zesilovače se využívají integrované obvody (např. typu LM386 apod.), schopné pracovat s malým napájecím napětím a s malou spotřebou.



pájení součástek SMD je spolehlivé, deska s plošnými spoji je malá a tuhá, součástky jsou lehké - stanice tedy přežije i hrubší mechanické zatížení.

Ovšem často nepřežije experimenty svých majitelů. A to odnášejí nejčastěji právě napájecí obvody a obvody spínání napětí uvnitř stanice. Stanice mají řadu vnitřních stabilizátorů, jejich maximální napájecí napětí je omezené, spínací obvody jsou realizovány sériovými tranzistory, před kterými jsou a na které navazují filtrační elektrolytické kondenzátory s relativně velkou kapacitou. Ty bývají tantalové SMD a mají provozní napětí jen 6,3 nebo nanejvýš 10 V. Samozřejmě nevydrží o mnoho vyšší napětí, prorazí se a zkratují. To způsobí poruchu sériového tranzistoru. Případně se při vyšším napájecím napětím zvětší ztráta na stabilizátoru, ten se prorazí a propustí dál plné napájecí napětí. To samozřejmě natropí hodně škody v dalších obvodech stanice a oprava pak není rentabilní.

Snažím se při spolupráci na vývoji stanice vždy apelovat na výrobce radiostanic, aby do hlavní napájecí větve zařadili transil, který by zabránil větším škodám při přepětí. To ovšem ale znamená zařadit také pojistku a případně odrušit rychlý transil tak, aby i v režimu spínání vyhověl náročným normám elektromagnetické kompatibility. To ale už neúměrně zvyšuje cenu radiostanice. Transil si ale může majitel stanice vestavět svépomocí. Všem to doporučuji a podstatně se tím prodlouží doba života stanice - na to vypracovali mnohem povolanější lidé rozsáhlé studie. Pokud se použije malý a přesto robustní transil SMD pro příslušné napětí, jistě se pro něj místo ve stanici najde.

Transil je šikovná a velmi užitečná polovodičová součástka, která potlačuje impulsní přepětí. Může ušetřit hodně starostí, peněz a zvětšit životnost a spolehlivost zařízení napájených napětím z různých zdrojů a z palubní sítě automobilu. Transil se využívá velmi často v průmyslové elektronice, např. v elektronice v tramvajích a ve vozzech metra jich jsou stovky.

Transily, které budeme používat my k ochraně našich radiostanic, mají tvar diody, buďto s drátovými vývody nebo SMD. Jejich charakteristika je prakticky shodná s charakteristikou Zenerovy diody (ZD), tzn., že do určitého napětí je transil nevodivý a po překročení tohoto napětí prudce stoupne příčný proud.

Transily se zapojují jednoduše paralelně k napájení radiostanice nebo ke zdroji, vždy se jim musí předřadit pojistka. Dají se koupit pro jmenovité napětí od asi 5 V do několik set V. Vyrábějí se jak jednosměrné (označené na konci znakem A, např. 1.5KE15A), čili charakteristikou shodné se ZD (ty budeme používat my a ochránějí i proti opačné polaritě), tak i obousměrné (jako dvě ZD antisériově, TRISIL) pro použití i v obvodech se střídavým proudem. Katalogové listy transilů (i jiných polovodičových součástek) lze najít na Internetu na stránce: www.datasheetcatalog.com

Transil má, na rozdíl od Zenerovy diody, definovanou impulsní zatížitelnost a po velkém překročení impulsního přepětíového náboje se má zkracovat a tak ochránit připojený spotřebič. Je také velmi rychlý, reakce je řádu ps. Zatížitelnost v impulsu se udává v A nebo W (kW) po dobu 10 μ s a 1 ms.

Transily použijte vždy při napájení radiostanic v autě, kde hrozí obzvláště velké přepětí. Při startování jsme naměřili v zásuvce pro zapalovač impuls napětí 60 V a více, což samozřejmě žádná stanice nevydrží, i když má vstup pro externí napájení 12 V. Dále transily vždy použijte u amatérsky konstruovaných a neznámkových továrních nespínaných i spínaných zdrojů bez ochrany. Neváhejte použít více transilů paralelně, je-li na ně v zařízení místo, tím se jen zvětší bezpečnost zařízení.

Koncové stupně, procesorové obvody a vnitřní stabilizátory a spínací obvody radiostanic atd. jsou velmi citlivé na přepětí. V ručních stanicích se dnes používají účinné a na přepětí bohužel dost citlivé transistory MOS-FET a SiGE schopné pracovat s velkou účinností na VKV pásmech, k jejich ochraně nepomůže vypnout stanici. Koncové stupně jsou připojeny na napájení přímo, bez vypínače. Cena transilu je proti ceně opravy zařízení zanedbatelná.

Některé výrobci montují nově transily již do dražších přístrojů přímo. Např. v novém KV transceiveru TS-480 je vestavěn robustní transil (obr. 30) a při školení autorizovaných prodejců u firmy KENWOOD nás na výhodu vestavěného transilu a přenosných zařízení také zvlášť upozornili.

Napájení přenosných radiostanic je vždy řešeno z baterií či akumulátorů, zde by tedy přepětí nemělo nastat.

Ovšem problém je, že akumulátory jsou často nabíjeny přes příslušný konektor přímo ve stanici. Nabíječe, nazývané adaptéry, jsou zdrojem nestabilizovaného usměrněného napětí, které je značně vyšší než provozní napětí stanice. V okamžiku, kdy se zapnutý a odlehčený nabíječ zasouvá do konektoru stanice, který má rozpojovací kontakt, je vyšší napětí krátkodobě přivedeno na akumulátor či na další obvody radiostanice. Pokud je akumulátor vložen, stanici teoreticky nic nehrozí - akumulátor špičku napětí potlačí. Pokud akumulá-

tor vložen není nebo má velký vnitřní odpor, zoxidované kontakty apod., může se v přechodovém režimu vyskytnout u některých typů stanic přepětí v napájecích obvodech a může nastat porucha.

Proto doporučuji nabíjet akumulátory mimo stanici nebo využívat stojanové nabíječe, která se připojují přímo na kontakty akumulátorů přes zadní víko stanice PMR a s vlastními obvody stanice nesouvisí, pokud ovšem nejsou akumulátory přerušené v nevhodném místě. Pak se plné napětí nabíječe naprázdno může do radiostanice dostat stejně, záleží na řešení vývodů a napájecích obvodů stanice.

Další pomocné obvody ve stanicích PMR

Tyto obvody se individuálně liší podle toho, jaké přídavné funkce nabízí daná radiostanice.

Příklad - proberme si nastavovací menu vyspělé PMR stanice ALINCO DJ-S446.

V nastavovacím menu této stanice může být nastavena řada parametrů a funkcí stanice - celkem je v menu 16 položek. Do nastavovacího menu se vstupuje podržením tlačítka F po dobu minimálně 3 s. Položky menu jsou přepínány podle pořadových čísel směrem dolů stisknutím tlačítka FUNC, směrem nahoru stisknutím tlačítka MONI. Jednotlivé parametry vybrané položky se nastavují stiskem tlačítek UP (šipka nahoru) a DOWN (šipka dolů).

Číslo menu:

01 - **CHG-Of** - zapíná a vypíná nabíjení z externího zdroje.

02 - **SqL-07** - nastavuje úroveň šumové brány 01-20. 01 - otevřeno, 20 - nejnížší citlivost.

03 - **bEP - on/of** - vypíná a zapíná potvrdovací tón tlačítek.

04 - **1750** - přepíná tón výzvy (stisk MO-NI+PTT) - 1750 Hz, 1000, 1450, 2100 Hz a Alt - zvonění. Pozor, při aktivaci výzvy se vypne subtón!

05 - **To-off - TOT** - timeout timer - nastavitelné omezení času vysílání na off (vypnuto, neomezeno) a 30 až 450 s po 30 s.

06 - **AP-off** - automatické vypnutí v nečinnosti po 30 až 120 min nebo vypnuto - off.

07 - **bS-on** - úsporný provoz přijímače. Při zapnutí této funkce (on) přijímač cyklicky sleduje (se střídou asi 0,2 s zapnuto/0,8 s vypnuto) v aktivitu na kanále a pokud není přítomen signál, zmenší se výrazně spotřeba přijímače stanice.

08 - **bEL-of** - Pokud zapneme tuto funkci (on), objeví se symbol zvonku a přichází signál je akusticky indikován. Funkce respektuje obvyklý následný provoz a zapne se jen po delší přestávce mezi relacemi. Navíc blikání zvonku na LCD slouží jako paměť volání v nepřítomnosti obsluhy. Funkce respektuje případné nastavení TSQ a nereaguje



Obr. 30. Transil ve špičkovém transceiveru KENWOOD TS-480

na signály, u kterých neodpovídá kmitočet subtónu.

09 - Stb-on - ROGER BEEP - akustická indikace konce relace. Po puštění PTT se ozve v modulaci krátký tón, informující protistanici o konci relace.

10 - BcL-of - funkce, která při zapnutí znemožní vysílání na již obsazeném kmitočtu, popř. se stejným kmitočtem TSQ, je-li použit.

11 - StYP-t - přepíná typy skenování time/busy. Při nastavení „t“ přijímač při nalezení aktivity počká asi 5 s a pak pokračuje ve skenování. Při nastavení „b“ přijímač při nalezení aktivity počká po celou dobu relace a pak pokračuje ve skenování.

12 - m** - Pomocí tohoto menu lze v režimu M označit paměť, která bude při skenování přeskakována. Nejprve je nutno vstoupit do M režimu, pak teprve vstoupit do nastavovacího menu.

13 - Nastavení typu akumulátoru. BAT-1 je pro akumulátory 3,6 V typu EBP-52N, EBP-54N a pouzdro EDH-31 pro 3 samostatné články AA, BAT-2 (výchozí) je nastavení pouze pro akumulátor 6 V typu EBP-53N. Při tomto nastavení bude indikátor při použití tří článků indikovat předčasně vybité zdroje! Touto funkcí se totiž přepíná úroveň indikátoru vybití baterii.

14 - SCr.oF - tato funkce aktivuje alarm proti zlodějům (security). Do mikrofoniho konektoru lze zapojit smyčku z vodiče mezi vývody zem a střední vývod, její rozpojení aktivuje alarm buď ihned (on) nebo se zpožděním (dl). Při zapnuté funkci se zobrazí na LCD znak „*“. Stanice při aktivaci alarmu přijímá na kmitočtu uloženém v paměti SC.

15 - MrS-oF - zapnutí a vypnutí nf signálu o vysokém kmitočtu, který vychází z reproduktoru a může odhánět některé komary. V případě zapnutí tohoto režimu se vypne úsporný provoz.

16 - EPo-of - ovládání externího zařízení. Pokud zapneme tuto užitečnou funkci, na středním vývodu mikrofoniho konektoru (na kterém je normálně vždy napětí asi 3 V pro napájení souprav VOX) se objeví napětí 3 V jen tehdy, když je přijímán signál (tj. když souhlasí kmitočet přijímaného signálu a případně kód TSQ a když je signál silnější než nastavená úroveň šumové brány, tj. když je otevřena nf cesta přijímače). Maximální zatížitelnost je 5 mA.

Jak je vidět, stanice mohou mít i neobvyklé a užitečné další funkce. Vrcholem v možnostech funkcí je mimo zmíněné stanice ALINCO DJ-S446 asi stanice INTEK DX-446, která má programovatelné parametry a funkce srovnatelné s nejvýspějšími profesionálními i amatérskými stanicemi.

Naopak některé stanice jsou funkcí velmi jednoduché a mimo příjmu a vysílání toho mnoho nenabízejí. Záleží na tom, co uživatel od stanice očekává.

Jednoduchá stanice rozhodně nemusí být špatná, někteří uživatelé vyžadují právě minimum funkcí, obzvláště

tehdy, má-li stanici obsluhovat některý zaměstnanec specializovaný na jiné (nebo žádné) práce. Pak je ale užitečné, má-li stanice možnost nastavit parametry v tzv. dealerském menu (např. pomocí počítače PC) a přizpůsobit se tak dokonale požadavkům uživatele. Taková je např. stanice INTEK MT-446.

Většina masově prodávaných stanic nižší třídy ovšem zapadá do průměru a funkcemi se příliš neliší.

Jako příklad uvedu návod k obsluze radiostanice DNT SPACE, která za cenu několika stokorun představuje to nejjednodušší na trhu, přesto má např. systém VOX.

Provoz stanice DNT SPACE

Zapněte stanici stisknutím tlačítka i (POWER) po dobu 0,5 s. Nejprve se krátce zobrazí všechny symboly na LCD, ozve se zvukové znamení, dále se na displeji zobrazí číslo kanálu (indikuje ho symbol radiostanice), indikátor stavu zdrojů a nastavené hlasitosti atd.

Stisknutím téhož tlačítka i se stanice také **vypne**.

Vysílání - stiskněte tlačítko PTT (vlevo po straně). Rozsvítí se indikace vysílání (červená LED). Mluvte normálním hlasem ze vzdálenosti asi 5 cm do mikrofону radiostanice (dírká pod LCD). Před vysláním zkontrolujte stisknutím tlačítka M (využitím funkce monitoring), zda někdo nemluví na vybraném kanálu. Nevysilejte, pokud na kanále někdo mluví. Nezapomeňte po skončení relace pustit tlačítko PTT! Tato radiostanice pracuje v simplexním režimu - může buďto přijímat nebo vysílat, nikoliv obojí současně! Nelze si proto skákat do řeči! Všechny stanice ve skupině musí být nastaveny na shodný kanál!

Stisknutím tlačítka C lze zapnout akustickou výzvu (vyzvánění) pro upozornění protistanice.

Vysílání se systémem VOX - automatické spínání vysílače hlasem. Stanice DNT SPACE 100 má volitelnou funkci řízení spínání vysílače přichozím zvukem. Lze ji využít jak s hovorovou soupravou, tak i se samotnou stanicí. Citlivost spínání je nastavitelná. V tomto režimu lze stanici využít i pro hlídání dětí atd.

Zapnutí VOX. Stiskněte tlačítko MENU (symbol knihy) tolikrát (4x), až se objeví blikající nápis VOX na LCD. Potom tlačítka UP nebo DOWN nastavte citlivost spínání vysílání hlasem, indikuje ji segmentový indikátor, případně VOX zcela vypnete tlačítkem DOWN (údaj bez segmentů). Vše potvrzuje zvukový tón. Potvrďte stiskem PTT nebo 2x MENU, popř. počkejte asi 5 s.

Příjem. Hlasitost příjmu lze nastavit tlačítky UP nebo DOWN (indikace na segmentovém indikátoru). Přichozí signál je indikován symbolem na LCD (BUSY).

Výběr kanálu. Kanál se nastaví tlačítkem MENU, zobrazí se blikající číslo kanálu. Vyberte požadovaný kanál 1 až 8 tlačítky UP nebo DOWN a potvrďte stisknutím tlačítka ENTER. Pokud vložený údaj nepotvrdíte, uloží se sám asi za 10 s.

Automatické vyhledávání aktivity na kanálech - skenování. Tato funkce umožňuje hledat aktivitu na všech osmi kanálech pásma PMR. Stiskněte tlačítko MENU tolikrát (2x), až začne na LCD blikat nápis „SCAN“. Stiskněte tlačítka UP nebo DOWN, tím nainiciujete skenování. Po vyhledání obsazeného kanálu se skenování zastaví na 5 s, na tomto kanále lze ihned vysílat, skenování se tím vypne. Pokud nestisknete PTT nebo ENTER, skenování za 5 s pokračuje. Pokud stisknete po vybrání kanálu tlačítko C (CALL), pak lze vyslat akustickou výzvu, i tím se vypne skenování. Skenování lze vypnout stiskem tlačítka MENU. Stanice se vrátí na posledně používaný kanál.

Akustická výzva - CALL. Akustickou výzvu (vyzvánění) lze vyslat stisknutím tlačítka C, je slyšet tón i v protistanici.

Funkce DW (DUAL WATCH) - hlídání dvou kanálů. Nastavte jeden sledovaný kanál. Stiskněte tlačítko MENU (knihy) třikrát, až se objeví na LCD značka DW. Tlačítka UP nebo DOWN vyberte druhý požadovaný kanál. Stisknutím tlačítka ENTER, PTT nebo C ukončíte režim DW. Pokud je režim DW zapnutý, pak stanice automaticky skenuje oba kanály a v případě přichozího signálu na jednom z kanálů se přepne na příjem na tomto kanále. Vysláním se funkce DW vypne, případně také stisknutím ENTER a C.

Uzamknutí a odemknutí tlačítek stanice. Stiskněte a držte tlačítko ENTER, dokud se objeví symbol klíče. V činnosti zůstávají tlačítka PTT, C, M a ENTER. Pokud stisknete krátce tlačítko ENTER, pak se na 4 s rozsvítí LCD.

Šumová brána zamezuje příjmu šumu, rušení a i slabých signálů. Při příjmu velmi slabých signálů je možné ji vyřadit stisknutím tlačítka M - monitor.

Funkce čítače sekund. Tato přídavná funkce umožňuje odpočítávat čas po 1 s do 99 s. Stiskněte tlačítko MENU pětkrát, až se objeví režim čítače (00). Šipkou UP se počítání sekund spouští, šipkou DOWN se zastavuje a tlačítkem ENTER se nuluje (na 00). Funkce se zruší tlačítkem MENU. Při příjmu se funkce odpočítávání nemění.

Externí hovorová souprava (volitelné zvláštní příslušenství) se připojí do konektoru na straně stanice.

Konstrukce stanic PMR

Při tomto pohledu na stanice PMR je opět třeba rozlišovat třídy stanic. Nejjednodušší stanice jsou si konstrukčně podobné jako vejce vejci. Nezřídka se zcela stejná nebo jen nepatrně „kosmeticky“ upravená stanice prodává pod různými názvy a za dosti se lišící cenu.

Stanice této nižší třídy jsou vždy tvořeny dvěma plastovými výlisky, které jsou sešroubované vruty do plastu. V zadním krytu je prostor pro baterie krytý samostatným víčkem. Uvnitř je deska s plošnými spoji, dnes zpravidla čtyřvrstvá, na které jsou umístěny

součástky. U některých ne příliš populárních stanic jsou desky s plošnými spoji dvě, vzájemně propojené. Servis těchto stanic vyžaduje přípravky, dostupné jen ve výrobním závodě a tudíž jejich servis jinde se ani nepředpokládá. Není se totiž možné dostat za chodu stanice k některým seřizovacím prvkům a měřícím bodům. Navíc k těmto stanicím ani neexistuje žádná dostupná dokumentace.

Ve většině stanic je deska s plošnými spoji jen jedna a jsou na ní umístěny nejen součástky, ale i displej a kontakty pro akumulátory a anténu. V díl vysílače a někdy i přijímače je zpravidla umístěn ve stínícím krytu. Takové spolehlivé řešení je použito u stanic INTEK MT-2020 a MT-4040 (obr. 31).

Tyto dvě stanice se provedením příliš neliší, za zmínku stojí kvalitní rázuvzdorný plast použitý na výrobu pouzdra. Všechny součástky včetně LCD jsou umístěny na jedné desce s plošnými spoji, šroubovicová ocelová anténa je připájena - to se jeví po zkušenostech s předcházející verzí asi jako optimální a přitom nejjednodušší. Anténa výkonnější verze MT-4040 je delší a účinnější. Koncový stupeň této verze je osazen výkonným tranzistorem NE5510279A a je schopen dodat výkon až 2 W při napájení 4,8 V. A to nejen na 446 MHz, ale i na 1,8 GHz! Buzen je tranzistorem BFG67W. Ve verzi MT-2020 s výkonem 0,5 W je použit moderní tranzistor HBT SiGe DRF1601 v pouzdru SMD SOT-223.

Dále lze stanici modifikovat i na pásmo LPD. Tyto úpravy nejsou sice u nás běžným uživatelům stanic PMR povoleny, ale radioamatéři mohou své vysílací zařízení získat úpravou zařízení

jiného. Zde se jim tedy otevírá možnost levně si opatřit stanici s výkonem 2 W pro direktní spojení v pásmu 433,075 až 434,775 MHz se standardním kanálovým krokem 25 kHz. Modifikační propojky u stanice MT-4040 jsou na obr. 31 označeny kroužkem. Levou propojkou JUMP 2 se nastavuje výkon vysílače. Při zkratované JUMP 2 lze volit výkon Hi/Low, při otevřené JUMP 2 je trvale nastaven výkon Low. Pravou propojkou JUMP 1 se nastavují kmitočtová pásma. Při zkratované JUMP 1 lze volit pásma PMR/LPD, při otevřené JUMP 1 je trvale nastaveno pásmo PMR.

Podobný kvalitní plast jako u stanic MT-2020 a MT-4040 je použit i u stanic Motorola T5412 (obr. 4). Tyto stanice jsou také robustní, napájené třemi články AA, takže je předpoklad dlouhé doby provozu. Mají sice jen základní funkce, ale to někomu nemusí vadit. Cena je na značkový výrobek velmi zajímavá. Škoda, že tyto stanice pro připojení externích hovorových souprav používají nestandardní konektory a příslušenství není cenově tak výhodné, jako u stanic INTEK.

Zajímavé je řešení stanice ALINCO DJ S-446. U této stanice se průmyslovým uspořádáním podařilo dosáhnout velice malých rozměrů, přestože je napájena třemi akumulátory velikosti AA. Pod akumulátory je dokonce ještě umístěn rozměrný plech, který umožňuje kapacitní vazbou s rukou obsluhy vytvořit dokonalejší protiváhu k anténě. Anténa je sklopná, zavěšená na precizním zlaceném otočném kloubu s odpruženým středovým kontaktem (obr. 32). Jako potenciometr s tlačítkovým spínačem je použit kvalitní výrobek japonské firmy ALPS.

Nejmenší moderní stanice používají napájení akumulátory LI-ION. Spolu s vř koncovými tranzistory SiGe, které umožňují již při napájení jedním článkem dosáhnout výkon až 0,8 W, jsou použity ve stanici ELIX SL-01P.

Stanice má opět dvoudílné pouzdro, akumulátor LI-ION o kapacitě 720 mAh je přístupný po otevření pouzdra a jeho výměna je snadná, i když se předpokládá až po velmi dlouhé době provozu. Akumulátor je připojen pérovními kontakty. Ačkoliv je tato stanice opravdu miniaturní, je vybavena i vibračním vyzváněním s miniaturním motorkem s excentrickým závažím na hřídeli (obr. 33).

Tato miniaturní stanice úspěšně soustřeďuje délkou navázaných spojení s mnohem většími výrobky.



Naopak na druhém konci rozměrového žebříčku radiostanic je umístěna stanice INTEK PB-1000. Je to stolní stanice větších rozměrů. Na jejím panelu je vyvedeno několik dalších tlačítek, takže např. VOX lze zapnout ihned stisknutím jednoho z nich, dále jsou přímo přístupné paměti pro kombinace kmitočtu a kódu CTCSS. Stanice je určena pro bateriové i síťové napájení.

Stanice není ani uvnitř nikterak miniaturní, reproduktor pracuje ve větším prostoru a reprodukce je i hlasitější. Stanice je vhodná i jako bezdrátový interkom a mnoho radioamatérů si ji představuje pro direktní kanály na 70 cm.

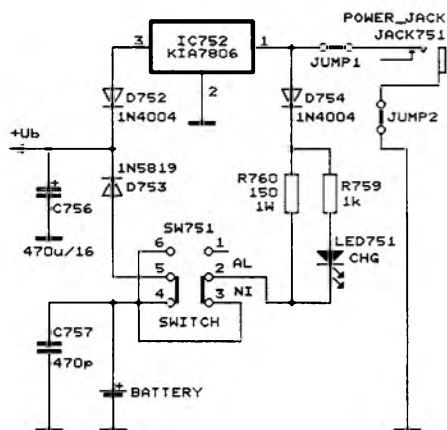
Stanici lze snadno vnitřními jumpery modifikovat na další kanály (v pásmu 70 cm jich je dokonce 100) s rastrem 25 kHz od 433,075 MHz. Vzhledem k většímu vnitřnímu prostoru lze také snadno vestavět konektor BNC, TNC nebo SMA pro vnější anténu. Elektronika stanice je konstruována přehledně na větší desce s plošnými spoji.



Obr. 31. Vnitřní provedení stanice INTEK MT-4040



Obr. 33. Vnitřní provedení stanice ELIX SL-01P



Obr. 34. Napájecí obvody stanice PB-1000

Za zmínku stojí ruční přepínání režimu při použití suchých baterií nebo akumulátorů, případně při napájení jen ze sítě. Schéma napájecích obvodů stanice je na obr. 34.

Samostatnou kapitolu tvoří svým provedením profesionální stanice PMR INTEK MT-446 a DX-446.

Začneme popisem konstrukce funkcemi jednoduššího a robustnějšího typu MT-446 (obr. 35).

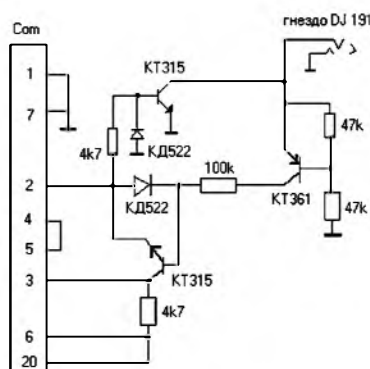
Pouzdro s akumulátory 7,2 V/1,3 Ah tvoří samostatnou jednotku, která se zasouvá do saní na zadní straně stanice. Vlastní nosná kostra je tvořena přesným odlitkem z hliníkové slitiny, ve kterém jsou vytvořeny komůrky stínící jednotlivé obvody stanice. Na tuto robustní a pevnou základnu je mnoha šrouby přišroubována a vysokofrekvenčně řádně uzemněna deska s plošnými spoji, která nese i přepínač kanálů, potenciometr hlasitosti a konektory pro externí hovorovou soupravu. Pérovým kontaktem je připojena i anténa, pevně spojená s krytem tak, jak to vymezují předpisy pro PMR stanice. Celou kovovou základnu s deskou s plošnými spoji lze snadno z pouzdra vyjmout (po

povolení dvou šroubů) a provádět případný servis. Tato stanice je provedením shodná s nejkvalitnějšími profesionálními stanicemi.

Dealerské programování stanice MT-446 pomocí programátoru umožňuje dodavateli nastavit potřebné funkce stanice přímo před dodáním zákazníkovi a ten nesmí mít možnost pak nastavení ovlivnit - je to v souladu s předpisy.

Programátor je jednoduchý převodník úrovně ze sériového portu (RS-232) na úroveň TTL. Lze ho realizovat i amatérsky. Příklad zapojení takového převodníku je na obr. 36. jako tranzistory lze použít libovolné typy, zapojení pochází z www.hamradio.ru a je určeno pro stanice ALINCO, které mají vstup i výstup dat na jednom kontaktu konektoru. Na internetu lze nalézt řadu podobných zapojení, např. s MAX232 apod.

Stanice MT-446 dovede pracovat v pásmu 420 až 470 MHz, krok ladění je 6,25 (5,0) kHz. Programuje se výkon (na PMR musí být 0,5 W), šířka pásma pro kanálový odstup 25 nebo 12,5 kHz, nastavení šumové brány 0 až 9, kmitočty vysílání a příjmu nezávisle na všech dvanácti kanálech, kmitočty CTCSS selektivní volby nezávisle pro příjem a vysílání, kódy DCS selektivní volby opět nezávisle pro příjem a vysílání.



Obr. 36. Jednoduchý interface pro programování stanic

ni, dále lze omezit čas vysílání a definovat pauzu po překročení tohoto času pro umožnění vstupu další stanice, zakázat vysílání na obsazeném kanále, povolit skenování všech nebo některých kanálů, nastavit chování při skenování, zvolit funkci uživatelského programovatelného tlačítka pod PTT, povolit nebo zakázat vysílání na jednotlivých kanálech, definovat funkce kontrolního tónu a LED diody atd. Stanice toho umí přes minimum ovládacích prvků opravdu hodně.

Složitější stanice INTEK DX-446 je svým provedením poněkud plošší, což je dáno především menšími zdroji - jejich kapacita je 1 100 mAh. Tělo stanice tvoří dutinu, do které se akumulátorový blok zespoďu zasouvá.

Tato stanice umožňuje svými funkcemi i tvorbu složitějších sítí a skupin uživatelů. Je vybavena přehledným displejem LCD s modrým podsvícením.

Stanice má některé další užitečné funkce, jako VOX, S-metr, DTMF pokročilou selektivní volbu, možnost ovládání mnoha funkcí i z panelu, odskoky atd. Stanici lze klonovat - přepsat obsah z jedné do druhé i bezdrátově, samozřejmě i počítačem. Zajímavá je možnost všechny funkce naprogramovat i z panelu - ovšem tato funkce musí být dealerem nejprve povolena.

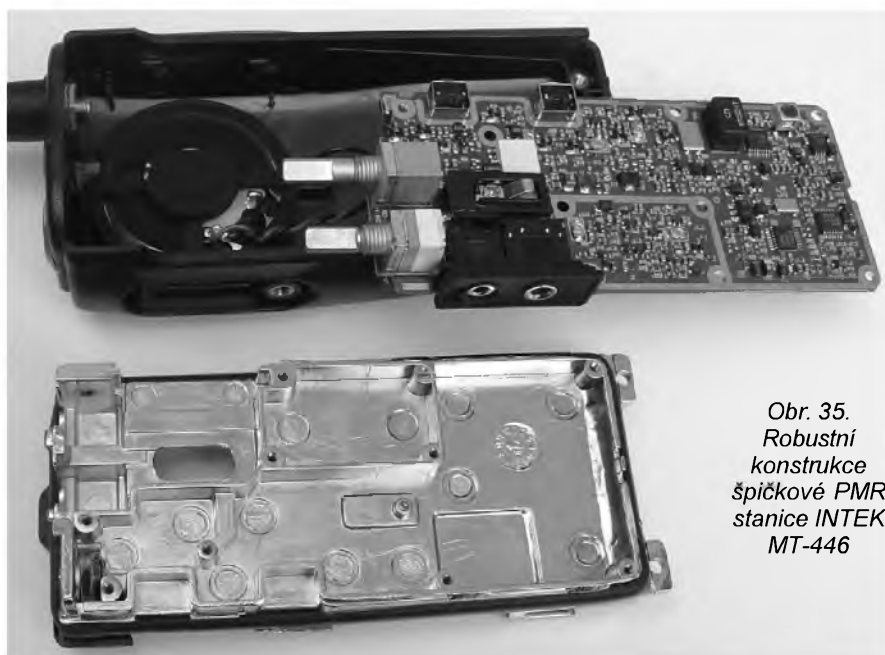
Pokud se vstoupí do tohoto režimu, lze programovat kódy selektivní volby, indikační tóny, přiřazení funkcí uživatelskému tlačítku, nastavit vysílací a přijímací kmitočty padesáti kanálů, nastavit selektivní volby CTCSS a DCS nezávisle pro příjem a vysílání, lze také omezit čas vysílání a definovat pauzu po překročení tohoto času pro umožnění vstupu další stanice, zakázat vysílání na obsazeném kanále, povolit skenování všech nebo některých kanálů, nastavit chování při skenování, šířku pásma pro kanálový odstup 25 nebo 12,5 kHz, povolit nebo zakázat vysílání na jednotlivých kanálech, definovat funkce kontrolního tónu a LED diody, lze kombinovat ovládání nf cesty pomocí DTMF a CTCSS či DCS, nastavit výkon do 4 W atd.

Mezi příslušenstvím stanice patří samozřejmě i různé zdroje, akumulátory, nabíječe, transportní pouzdra apod. Předpokládám, že funkce těchto doplňků je čtenářům jasná.

Akumulátory je vhodné používat kvalitní, ale to platí pro všechny přístroje napájené z baterií. Nabíječe dodávané ke stanicím PMR jsou často velmi jednoduché, obvykle jen měkké zdroje napětí a sériový srážecí odpor.

Vývody nabíječů se zasunují buď přímo do konektoru stanice, popř. existují nabíjecí stojánky jako doplněk.

Ke kvalitnějším stanicím lze dokoupit i rychlonabíječe, které využívají procesor nebo některý z integrovaných obvodů určených pro toto použití. Výrobce ale při použití těchto nabíječů specifikuje použití originálních akumulátorů, které rychlonabíjení určitě snesou, a patřičně to také ošetří mechanickou konstrukcí kontaktů akumulátorů a rychlonabíječe. Příkladem je INTEK MT-4000.



Obr. 35. Robustní konstrukce špičkové PMR stanice INTEK MT-446



Obr. 37. Příslušenství pro stanici ALINCO DJ-S446

U velmi kvalitních stanic, jako jsou MT-446 a DX-446, je stojanový rychlonabíječ v ceně soupravy samozřejmostí a vzniká tak ekonomicky velice výhodný komplet - v ceně celé soupravy je i kvalitní šestičlankový akumulátor schopný rychlonabíjení.

Ke stanici ALINCO DJ-S446 existuje jak pouzdro na akumulátory (3x AA), tak i originální akumulátory s různou kapacitou a napětím 4,8 nebo 6 V a samozřejmě příslušné nabíječe - nabíjecí redukční stojánky i procesorové rychlonabíječe. Opět i zde je použito rychlonabíječe ošetřeno tvarovou odlišností pouzdra na suché baterie a rychlonabíjecích akumulátorů.

Firma ALINCO prostřednictvím svého výhradního zastoupení v ČR (viz www.alinco.com a www.elix.cz) dodává na náš trh obrovský sortiment kvalitního příslušenství, zdaleka největší ze všech světových značek.

Ukázka sortimentu příslušenství pro stanici DJ-S446 je na obr. 37.

Za zmínku ještě stojí použití akumulátorů Li-ION u populární PMR stanice ELIX SL-01P. Součástí elektroniky této stanice je i nabíjecí obvod tohoto akumulátoru.

Velké pozornosti zájemců o PMR se těší externí hovorové soupravy. Existuje celá řada typů, od nejjednodušších (v ceně několika desítek korun), které jsou přikládány k neznačkovým stanicím někdy i zdarma, až po velice kvalitní soupravy. Pro tyto soupravy se vžil označení převzaté ze sad hands-free pro mobilní telefony.

Souprava „BOND“ je malé sluchátko do ucha a klopový nebo šňůrový mikrofon. Tyto soupravy se hodí pro všeobecné použití do nenáročného prostředí. Poněkud vadí hluk okolí, mikrofon je více vzdálen od úst uživatele.

Souprava typu „MADONNA“ je sluchátko do ucha s držákem mikrofonu před ústa. U této soupravy je mikrofon mnohem blíže ústům uživatele, nevadí tedy tolik hluk okolí a lze snadno využít i funkce automatického spínání vysílání radiostanice hlasem (VOX).

V soupravě pro skryté nošení je sluchátko, resp. akustický měnič, umístěn nenápadně v oděvu uživatele a zvuk

z něj se přivádí průhledným zvukovodem (plastovou spirálovou trubicí) do ucha. Mikrofon je umístěn v oděvu poblíž úst uživatele.

Přílbové soupravy jsou určeny pro vestavbu do přílby motoristy, letce na padáku či rogalu apod. Jsou rozděleny do dvou skupin.

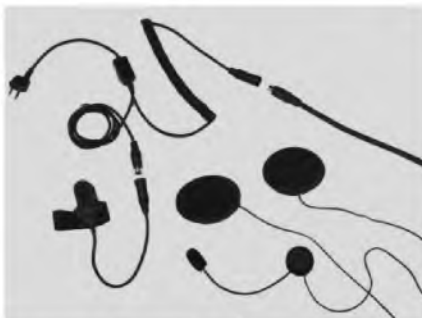
První z nich, určená do integrálních uzavřených přílbe, má mikrofon ve tvaru plochého měniče, který se umístí na tlumici výplň přílby před ústa.

Souprava ze druhé skupiny je určena do přílbe typu JET (CROSS, s otevřenou spodní částí) a mikrofon je nesen stavitelným držákem uchyceným v přílbe. Sluchátka jsou u těchto souprav vždy dvě, opět velmi plochá, umísťují se tam, kde budou uši uživatele. K uchycení se využívají „suché zipy“ a souprava lze tak při údržbě snadno vyjmout.

Tyto soupravy jsou doplněny spínačem vysílání (PTT), který se umístí na řídítka či jinam tak, aby ho bylo možné snadno ovládat. Málokdy (nebo spíše nikdy) lze využít funkce VOX za jízdy nebo letu vzhledem k okolnímu hluku. VOX reaguje i hvizdy a na rázové vlny vzduchu. Důležitá je vodotěsnost spínače.

Kvalitní příslušenství dodávají značkoví výrobci, především INTEK nabízí celou řadu doplňků pro stanice PMR (obr. 38) a u nás je lze běžně zakoupit ve specializované prodejně radiostanic a příslušenství (www.elix.cz).

Je možná i domácí výroba či úprava příslušenství, ovšem je otázkou, zda se



Obr. 38. Příklad příslušenství pro stanice INTEK - motocyklová hovorová souprava do přílby typu JET s držákem mikrofonu a s vodotěsným spínačem PTT

taková činnost vyplatí a bude-li souprava spolehlivá - především konektory.

Co výrobce, to jiné zapojení, málokteré sady jsou záměnné. Např. PMR stanice MOTOROLA, z nichž nejpoužívanější je zřejmě typ MT5412, používají pro příslušenství nestandardní konektory a originální příslušenství a hotové originální hovorové soupravy nejsou cenově zajímavé - asi taktika výrobce.

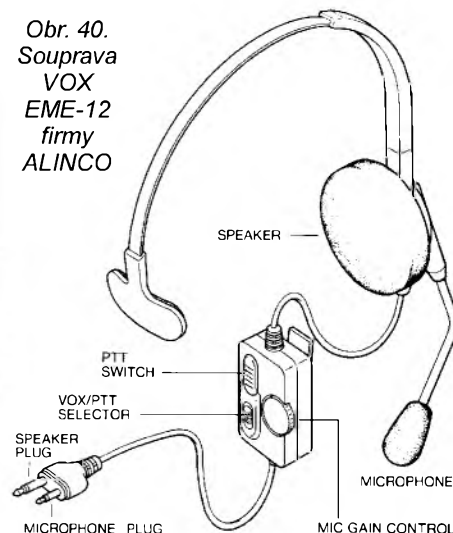
U hovorových souprav vznikají závažné především utržením tenkých vodičů. Oprava bývá obtížná nebo u zalepených či „zavařených“ výrobků nerealizovatelná.

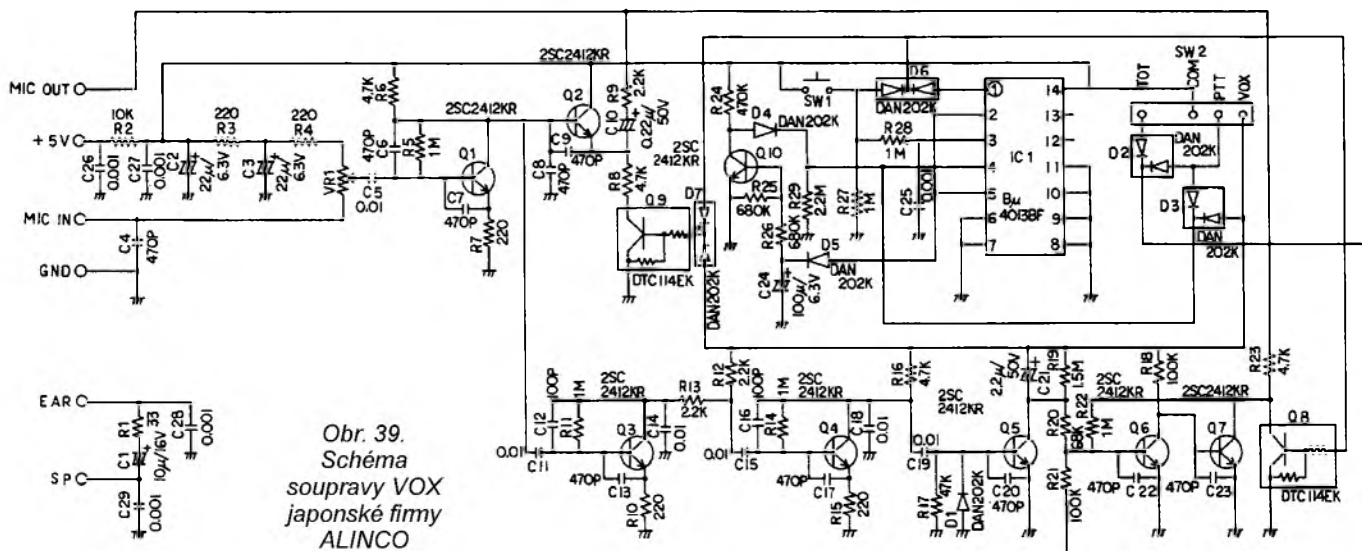
Ale najdou se i velice kvalitní soupravy - např. ALINCO dodává k celé řadě svých ručních radiostanic hovorové soupravy, které mají elektroniku spínání vestavěnou přímo v ovládací miniaturní skříňce. Potenciometrem lze pohodlně nastavit citlivost spínání, přepínat ovládání hlasem, spínání ruční či kombinaci obojího. Schéma zapojení této soupravy je na obr. 39 (na str. 26) a může být podnětem pro amatérskou stavbu.

ALINCO dodává 3 druhy souprav. EME-15 je typu BOND, EME-12 a EME-13 jsou typu MADONNA. Přítom EME-12 (obr. 40) má sluchátko velké, které se přikládá na boltec, a EME-13 má nezáměnné „osobní“ sluchátko do zvukovodu ucha a je tedy určené i pro hlučná prostředí. Velkým přínosem jsou tyto kvalitní sady pro montážní pracovníky, kteří potřebují mít při práci volné ruce - využijí funkce VOX.

Zajímavým doplňkem radiostanice je externí piezoelektrické čidlo, které lze využít při hlídání objektů, třeba automobilů. Čidlo (obvykle dvojité) se připojí do mikrofonního vstupu stanice, u které se aktivuje funkce VOX - spínání hlasem, zde spíše spínání nf signálem. Piezoelektrické čidlo se nalepí na hlídané místo, třeba poblíž zámku automobilu. Pokud má stanice nastavitelné podržení vysílání při odeznění nf signálu, nastaví se maximální doba. Na vysílací stanici se nastaví příslušný kanál a kód selektivní volby, nejčastěji CTCSS. Na přijímací stanici se nastaví stejný kanál a kód, dále je nutné, aby přijímací stanice měla funkci vyzvánění - aby se po příchodu správného signálu aktivoval

Obr. 40. Souprava VOX EME-12 firmy ALINCO





Obr. 39.
Schéma
soupravy VOX
japonské firmy
ALINCO

alarm. Při mechanických otřesech čidla se aktivuje vysílání, přijímací stanice na něj reaguje. Některé stanice, třeba DRAGON LPD-101, mají přímo funkci hlídání s piezočidly podporovanou dalšími funkcemi stanice a ta při aktivaci čidla nevysílá jen nosnou vlnu (podložkou šelesty z čidla) ale přímo akustický signál - vyzvánění. Dokonce na displeji počítá aktivace poplachu a má ještě další funkce, umožňující „dorozumět“ se s narušitelem.

Pokud nevadí větší citlivost na okolní hluky o nízkém kmitočtu, lze čidlo nahradit i kondenzátorovým mikrofonem, vestavěným třeba do palubní desky automobilu. Stanice PMR lze skrytě umístit pod palubní desku a vyřešit trvalé napájení či dobíjení akumulátorů stanice z autobaterie (zálohované napájení). Umístíme-li stanici PMR vhodně tak, aby nebylo příliš ovlivňováno vyzařování její antény, získáme levný autoalarm (pager) s relativně velkým dosahem. Tento systém jsem vyzkoušel a praktický dosah (při použití přijímače s externí anténou na střeše) byl v dobrém terénu kolem 3 km, i když stanice PMR s krátkou anténou byla umístěna pod palubní deskou s kovovou kostrou.

Antény stanic PMR

Jak víme, stanice PMR smějí být vybaveny jen integrovanou nevyjímatelnou a neodpojitelnou anténou. Používání externích antén by zcela znemožnilo původní poslání pásma PMR - komunikovat na krátké vzdálenosti. Pokud by všichni časem začali používat externí antény, došlo by zcela k zahlcení pásma a nepomohly by žádné selektivní volby atd. Kanálů na PMR je jen 8. Pro toho, kdo chce komunikovat z domova na vzdálenosti výrazně větší, než pásmo PMR umožňuje, doporučuji zkusit pásmo CB - 27 MHz. Na něm je povolen výkon 4 W, kanálů na CB máme 80 a v prodeji jsou kvalitní základnové a vozidlové stanice s velkou citlivostí. Taková CB stanice vybavená externí anténou na střeše pak samozřejmě udělá

mnohem větší službu tomu, kdo se chce spolehlivě dovolat na desítky kilometrů. Ovšem i pásmo CB má nevýhody. Především je to při určitých atmosférických podmínkách rušení vzdálenými stanicemi. Jejich signály přicházejí ze vzdáleností stovek i tisíců km a ruší místní spojení. O to je ale někdy CB provoz zajímavější - nejsou výjimkou ani zaoceánská spojení. Další nevýhodou CB pásma je potřeba delších antén - délka vlny je 11 m a účinná anténa bude delší, než u stanic PMR s délkou vlny 70 cm.

Ale mnoho z nás provozuje spojení jak na CB pásmu, tak na PMR a jistě výhody a nevýhody obou pásem znají. Zpět k anténám pro PMR.

Ty jsou zpravidla tvořeny vinutou cívkou - šroubovicí z ocelového drátu (struny), která je umístěna v plastovém krytu. Konec šroubovice je připojen na výstupní bod v konecovém stupni stanice. Je zajímavé, že všichni výrobci značkových stanic dodržují impedanci v tomto bodě 50 Ω. Alespoň to uvádějí v dokumentaci - poblíž vývodu pro anténu jsou dva body nebo konektor, na kterých se měří parametry stanice při nastavování a servisu. Je to samozřejmě i logické - všechny radiotestery počítají s impedancí 50 Ω a přizpůsobení jiné impedance by bylo problematické a těžko reprodukovatelné.

Takže i antény by v patě měly mít impedanci blízkou 50 Ω. Praxe ukazuje, že některé antény se výrobcům stanic povedlo navrhnout dobře, jsou účinné i při překvapivě malých rozměrech. Příkladem je malá stanice ELIX SL01P, která má anténu provedenou jako plochou šroubovicí a její účinnost je výborná. Rozbor činnosti antény stanice IN-TEK od našeho předního odborníka na antény, Jindry Macouna, OK1VR, je v další části tohoto čísla a jak Jindru již dlouho znám, věnoval se i anténám PMR důkladně.

Některé antény stanic PMR jsou provedeny poněkud jinak, než antény, které celé tvoří šroubovice (obr. 41).

Jsou podobné „pendrekům“ - anténám s konektorem BNC nebo TNC,



Obr. 41. Šroubovicová anténa stanice ELIX SL-01P

ovšem tentokrát v souladu s předpisem bez konektoru, jen s objímkou uchytcenou k pouzdru stanice.

V patě těchto antén je cívka a ta pak pokračuje zářičem tvořeným pružným ocelovým lankem v plastovém krytu. Takové antény jsou zřejmě méně zranitelné a při větší délce účinné. Používají je např. stanice PMR vyšší třídy IN-TEK MT-446, DX-446, MT-4000, MT-4040 a další. Takové antény přímo lákají k vestavbě konektoru a použití nějaké externí účinnější antény.

Např. firma KATHREIN dodává profesionální „pendrekovou“ anténu s konektorem BNC pro pásmo 440 až 450 MHz (obr. 42). Tato anténa byla vyzkoušena i na stanici PMR a dosah takto upravené stanice je výrazně větší než s původní anténou.

Jako alternativní externí antény by bylo možné bez problémů použít antény určené pro amatérské pásmo 70 cm, které u nás využívá kmitočty 430 až 440 MHz. Toto amatérské pásmo končí v zámoří až na 448 MHz. Výrobci antén pro radioamatéry často vyrábějí antény schopné pracovat v celém rozsahu 430 až 448 MHz. Je samozřejmě, že záleží na typu antény - čím je anténa „ziskovější“ v pásmu a má více prvků či sekcí, tím je její skutečné pracovní pásmo užší. Optimem pro pásmo PMR se jeví dvou až čtyřprvkové kolíneární verti-



Obr. 42. Flexibilní anténa KATHREIN tvořená lankem

kální antény. Antény pouze pro pásmo 70 cm se v nabídkách výrobců antén vyskytují zřídka a jejich cena vzhledem k malé sériovosti výroby není zajímavá. Většinou se proto antény dodávají jako dvoupásmové - pro pásmo 2 m (145 MHz) a 70 cm. Světově nejznámější výrobce kvalitních antén pro tyto účely je zřejmě japonská firma DIAMOND (www.diamond-ant.jp). Tato firma má na našem trhu zastoupení (www.elix.cz) a antény DIAMOND lze u nás paradoxně koupit za podstatně nižší ceny, než v zemi původu - Japonsku. Doporučené ceny v JPY bývají uvedeny na obalu antény.

Byly zkoušeny a měřeny známé typy těchto antén řady DIAMOND X-50 až X-510. Potvrdila se dobrá použitelnost i pro pásmo PMR, antény lze dokonce změnou rozměrů vnitřních prvků přesně na pásmo PMR naladit, ale i bez úpravy je činitel stojatého vlnění těchto antén na pásmu PMR ještě dobrý.

Jsou to bílé laminátové mechanicky velmi pevné hole s kvalitním vnitřním systémem, složené z jednoho, dvou či tří dílů. Antény jsou určeny nejen pro pásmo 70 cm, ale i pro pásmo 2 m (145 MHz), což zvětšuje jejich užitnou hodnotu.

Nejmenší dovážená anténa má označení X-50, její zisk na pásmu 70 cm je 7,2 dB a délka 1,7 m. Je vhodná tehdy, jsou-li nároky na malé rozměry nejdůležitějším požadavkem. Podobná této anténě je asijská anténa, kterou ELIX dováží pod názvem PANACOMM. Její provedení a parametry jsou podobné anténě X-50. Cena je samozřejmě nižší než u japonského originálu, zákazník má výběr ze dvou verzí podle svých finančních možností.

Delší a v ČR velmi často používaná anténa má označení DIAMOND X-200, její zisk na 70 cm je 8 dB a délka 2,5 m.

Asi vůbec nepoužívanější anténa v ČR (tím myslím na amatérských pásmech, nikoliv na PMR) má označení X-300, zisk je na 70 cm 9 dB, délka 3,1 m. Tato anténa je spolu s typem X-200 zřejmě nejlepším kompromisem mezi

délkou, ziskem, širokopásmovostí a samozřejmě i cenou.

Nejdelší dovážené antény DIAMOND mají označení X-510 a X-7000 a na pásmo PMR jsou asi již zbytečným přepychem. Všechny antény DIAMOND mají na konci označení ještě písmeno, které udává typ konektoru N, M=PL).

Firma DIAMOND vyrábí také velmi kvalitní směrové antény YAGI pro 70 cm. I ty vyhoví pro pásmo PMR a zaručí dobré vyzařování signálu v případech, kde všesměrové vyzařování je zbytečné a neekonomické. Nejlepe poměrem cena/zisk vychází anténa A430S10, což je desetiprvková YAGI, kterou lze i složit a použít v provozu portable. Anténa je samozřejmě vybavena symetrizačním členem a je stavěna na impedanci 50 Ω.

Za úvahu stojí také využít také některou z širokopásmových antén. U uživateli pásma PMR, kteří poslouchají slabé signály s využitím externích antén, předpokládám hlubší zájem i o poslech jiných pásem. Je tedy rozumné nainstalovat třeba na střechu některou ze širokopásmových antén. Vyrábí se jich řada typů, z nichž nejznámější jsou asi antény typu DISCONE. Je to skupina různých dlouhých zářičů a protiváh, uspořádaných kruhově kolem svislé osy. Tyto antény se vyrábějí zpravidla naladěné tak, aby poměr stojatých vln byl nejlepší v amatérských pásmech VKV a na těchto pásmech lze tedy tyto antény používat i k vysílání. Jak už víme, pásmo PMR leží těsně vedle amatérského pásma 70 cm (430 až 440 MHz) případně dokonce přímo v zámořském amatérském pásmu 70 cm, které končí až na 448 MHz. Nic nebrání využít tyto antény pro pásmo PMR.

Ale pozor - zářiče antén tohoto typu nejsou galvanicky uzemněné, slouží také jako sběrače atmosférické elektřiny (také svým tvarem prototypy starých bleskosvodů připomínají). A vstupy a i výstupní tranzistory ručních stanic PMR bývají na přepětí přeci jen citlivější než radioamatérské základnové stanice.

Je tedy nezbytné doplnit antény DISCONE kvalitní ochranou proti účinkům atmosférické elektřiny. Nestačí jen známa bleskojistka tvořená muzikusem s konektory a jiskřištěm. Je potřeba střední vodič koaxiálního kabelu spojit se zemí (stíněním kabelu) tlumivkou nebo rezistorem s větší indukčností (drátovým nebo vrstevným se šroubovicovou drážkou) o odporu asi 1 až 10 kΩ. Odpor se postará o vybití statického náboje. Pokud se spokojíme s úzkopásmovou anténou, lze uzemnit střední vodič propojovacího kabelu pahýlem koaxiálního kabelu či jiným rezonančním obvodem, který mimo pracovní kmitočet zkratují signály na zem. Působí také částečně jako selektivní člen.

Další nevýhodou antény typu DISCONE bývá často nedokonalé, málo robustní provedení. Prvky komerčních antén bývají vytvořeny z hliníkových trubek či drátů malého průřezu. Jelikož zářiče jsou umístěny vodorovně, lákají ptáky k odpočinku, a ti často prvek ulomí nebo

ohnou. Ovšem tyto antény lze sehnat i v provedení téměř nebo úplně profesionálním, u kterých jsou prvky vyrobeny z nerezových tyčí dostatečného průřezu a anténa má celkově velké kvalitní a pevné provedení.

Známi výrobci kvalitních i u nás dostupných antén jsou AOR a opět DIAMOND. Tyto společnosti (obě japonské) vyrábějí řadu kvalitních širokopásmových antén, z nichž typy DISCONE jsou označeny u AOR DA-3000 a u DIAMOND D-130J. Obě antény jsou si velice podobné, zaručený kmitočtový rozsah je 25 až 1300 MHz.

Další širokopásmová anténa vyráběná také firmou AOR, kterou známe především jako výrobce vynikajících komunikačních přijímačů, má označení SA-7000. Skládá se tentokrát z vodorovného nosníku, na kterém jsou umístěny dva svislé zářiče, každý určený pro jiný rozsah kmitočtů. Součástí antény je i kmitočtová výhybka a kabel. Anténa se vyznačuje značným kmitočtovým rozsahem - 30 kHz až 2 GHz.

Diamond vyrábí i širokopásmovou aktivní anténu D-505 s předzesilovačem. Tato anténa určená pro skenery (komunikační přijímače) se může montovat jak na automobil, tak třeba i na balkón či střechu apod. Anténa je uchycena pomocí standardní anténní paty s konektorem PL. Součástí antény je předzesilovač s malým šumem, odolný proti přebuzení silnými signály a vybavený plynulou regulací zisku až do +20 dB. Předzesilovač je napájen napětím kolem 12 V. Kmitočtový rozsah této antény je 500 kHz až 1500 MHz, anténa je samozřejmě vzhledem k předzesilovači vhodná jen pro příjem.

Měření činitele stojatých vln (PSV, SWR) na anténách stanic PMR

Domnívám se, že měření tohoto parametru na ruční stanici je velmi obtížné a nejednoznačné. Nelze odpojit anténu od stanice, tudíž nelze zařadit měřidlo do cesty signálu, není pro to k dispozici prostor a ani zemní vodič k anténě. Měření je silně závislé na protiváze a ztrácí smysl. Měřit samotnou anténu na nějakém přípravku není také účelné a přesné, vše je závislé na konfiguraci přípravku a okolí.

Měřit antény lze ale v případě, že se jedná o anténu umístěnou mimo radiostanici a propojenou koaxiálním kabelem o vlnové impedanci shodné s impedancí radiostanice i antény (což ale u PMR 446 není přípustné, jak víme). Pak lze využít některý z prodáváných měřičů stojatého vlnění, který je určen pro pásmo ležící blízko pásma PMR, např. pro amatérské pásmo 70 cm.

Ovšem měřič musí být dostatečně citlivý, aby v výkon vytvořil potřebnou výchylku měřidla. Pokud ovšem použijete profesionálně vytvořenou anténu osvědčené značky, lze se na nastavení antény spolehnout.

Měřicí přístroje a pomůcky pro servis radiostanic v pásmu PMR 446

Stanice PMR jsou vždy konstruovány s integrovanou, pevně připojenou anténou. Proto jsou měření citlivosti, výkonu atd. komplikovanější, než měření stanic opatřených konektorem.

Málokterý uživatel (pravděpodobně asi žádný) stanice PMR má k dispozici bezdrazovou měřicí komoru s cejchovanou anténou, která by umožnila absolutně měřit výkon a citlivost stanice s anténou jako celku. Nedělají to v sériové výrobě ani výrobci - měřicí přístroje pro měření výkonu, citlivosti apod. se připojují vždy v bodě na desce s plošnými spoji, který je pro tyto účely určen a ve schématu také příslušně označen. V tomto bodě je buďto miniaturní konektor, či jen pájecí či kontaktní plošky. Výrobci jsou vybaveni přípravky s odpruženými kontakty. My ovšem musíme improvizovat. Především při měření je nutné odpojit původní anténu a místo ní připojit tenký koaxiální kabel. Ten se pak připojí k radiotesteru.

Radiotestery jsou kombinované přístroje, které měří vše, co je nutné. Je to samozřejmě vř výkon, vř vstupní citlivost pro definovaný odstup šumu S/N nebo SINAD, kmitočtový průběh a zkreslení signálu při příjmu, zdvih FM modulace a jeho kmitočtový průběh, zkreslení, parazitní zdvihy bez modulace, úroveň otevření šumové brány a její hysterezi (rozdíl mezi vř napětím nutným pro otevření šumové brány a její zavření), kmitočet a úroveň signálů CTCSS, funkce dalších selektivních voleb jako DTMF atd. Dále tyto přístroje měří samozřejmě i kmitočet a dokonce i symetrii filtrů MF zesilovače. Doplněním radiotesterů je i analyzátor spektra. Výsledky lze zdokumentovat na připojené tiskárně, měření lze při opakovaných měřeních i automatizovat. Mezi nejznámější radiotestery patří např.

ROHDE-SCHWARZ CMS-50 (viz obr. 43), který používá většina dobrých odborných servisů.

Tyto přístroje jsou ovšem finančně poměrně náročné, cena plně vybaveného přístroje dosahuje 1 mil. Kč. Bez těchto přístrojů je seriózní profesionální servis radiostanic nemožný. Ale i v domácích podmínkách lze improvizovat základní měření a seřízení stanice PMR svépomocí s pomocí jednodušších přístrojů a metod.

První, co je nutné u stanice zkontrolovat, je vysílací kmitočet. U stanic PMR je kmitočet řízen zpravidla běžným krystalem bez další teplotní stabilizace, u levných radiostanic bývá odchylka kmitočtu dosti velká a je výrazně závislá na teplotě a někdy i na napětí zdrojů stanice. V sérii s krystalem je kapacitní trimr, kterým lze kmitočet seřadit. Trimr i krystal časem stárnou, nastavení kmitočtu je po delší době nutné. Často lze narazit na stanici, u které je kmitočet kanálu PMR posunutý až o 3 až 5 kHz a občas i více. To zpravidla lze ještě upravit, ale větší odchylka svědčí o tom, že něco není v pořádku - zpravidla krystal. To je problém u neznámkových stanic, u kterých není vybudováno servisní zázemí a krystal nelze sehnat. Pokud kmitočet radiostanice kolísá a je zřetelně mimo PMR pásmo, nedrží smyčka PLL a závada se bude hledat těžko. Největší problémy způsobují VCO, případně bývají vadné i integrované obvody ve smyčce PLL.

Ovšem jsou i stanice, které jsou velice teplotně stabilní - obsahují modul TCXO - teplotně kompenzovaný oscilátor. Příkladem jsou stanice INTEK MT-446 a DX-446. U nich je chyba kmitočtu minimální a není třeba nic seřizovat.

Kmitočet lze měřit čítačem, který je schopen pracovat na 450 MHz. Použije se kapacitní vazba s anténou stanice a vstupem čítače. Lze použít i amatérské konstrukce, ovšem je potřeba přesnost čítače kontrolovat - nezapomeňte, že v řadě amatérských konstrukcí je použit podobný a stejně jakostní krystal jako ve stanici PMR a je nakonec tedy



Obr. 44. Osmimístný čítač F15 do 1,5 GHz

otázkou, co je vlastně přesnější. Z továrních výrobků je vhodný např. cenově výhodný citlivý čítač F15 do 1,5 GHz s osmimístným displejem a napájený i vestavěnými akumulátory (obr. 44), kterým lze jakoukoliv radiostanici dostatečně přesně seřadit.

Pokud je kmitočet v pořádku a neliší se od jmenovitého o více než stovky Hz (servisní středisko ELIX nastavuje u servisovaných stanic PMR odchylku od jmenovitého kmitočtu na max. 100 až 200 Hz při pokojové teplotě), je potřeba kontrolovat výkon vysílače. To v případě pevně připojené antény není jednoduché - lze však využít poměrového měření s dobrou stanicí. Postavíme si pro to aperiodický měřič síly pole - v podstatě „krystalku“ - stačí ručkové deprézské měřidlo asi 100 μ A, k němu paralelně připojit nějakou, nejlépe germaniovou nebo Schottkyho vf diodu, a na vývody měřidla připojit dva vodiče dlouhé asi 50 cm jako anténu a protiváhu (obr. 45).

V otevřeném prostoru můžeme takovým jednoduchým měřičem porovnat skutečně vyzářené výkony radiostanic, ovšem je potřeba počítat se směrovostí soustavy a s nehomogenním polem, obzvláště v uzavřeném prostoru, ve kterém vznikají odrazy.

Pokud stanice nedává takový výkon jako stanice referenční, přesto nepatrným výkonem vysílá a nejsou v ní provedeny cizí zásahy, je pravděpodobně vadný koncový vf tranzistor (výkon jde jen z budiče), pokud ovšem není třeba utrhána či přerušena anténa apod.

Tranzistor nikdy „neodejde“ samovolně, spíš je to znakem snahy o zvýšení výkonu či přepětí, ať již v napájení



Obr. 43. Radiotester R/S CMS-50 - nezbytná pomůcka pro řádný servis radiostanic



Obr. 45. Jednoduchý měřič síly pole

či v anténním přívodu - nejčastěji po připojení venkovní antény nechráněné proti atmosférickému přepětí. Také je potřeba kontrolovat spínací diody PIN v koncovém stupni, i ty bývají často vadné, také po přepětí. Tyto součástky, ať již koncové moderní vf tranzistory či diody PIN se ovšem v maloobchodě v kusovém množství neseženou, a když ano, cena je vysoká. Nezbude, než se obrátit na odborný servis radiostanic.

Citlivost stanice PMR lze opět ověřit porovnávací metodou - měřením dosahu. Jako zdroj stabilního signálu lze použít přesný vf generátor s modulací FM, ten má ovšem málokdo. Raději jako vf generátor použijte nějakou kvalitní radiostanici a umístěte ji do stíněného prostředí, třeba do hrnce s pokličkou nebo do alobalu. Jako referenční pro rychlá porovnávací měření se osvědčila stanice ALINCO DJ-S446. Je dostatečně stabilní, velmi citlivá, má nastavitelnou šumovou bránu, přesný S-metr a je možné u ní sklopit anténu.

Zdvih FM stanic PMR je poměrně malý a odpovídá kanálové rozteči 12,5 kHz. Nesnažte se ho zvětšovat, i když ve stanici je na to trimr. Porušíte tím předpisy, stejně tak jako dalšími úpravami. Je pravda, že některé stanice nemají dostatečně účinný demodulátor FM v přijímači a modulace je zašuměná i při silném signálu, to se ovšem týká nekvalitních výrobků. Zvětšením zdvihu na vysílací straně se problém nevyřeší.

Svépomocí lze nastavit požadovanou úroveň otevření šumové brány, pokud tato funkce není přístupná v menu stanice a lze ji nastavit z panelu. Některé stanice mají šumovou bránu nastavenou „tvrdě“, tzn., že ji otevrou jen silnější signály. To vyhovuje profesionálním uživatelům, které nezajímají vzdálené těžko čitelné signály. Ovšem zase někdo právě vyžaduje příjem i těchto signálů, občasné otevírání šumové brány náhodnými signály mu nevadí, naopak. Pokud nechceme využívat v tomto při-

padě tlačítka monitoru, kterým je většina stanic vybavena, lze požadovanou úroveň šumové brány nastavit uvnitř stanice trimrem. To je asi jediná úprava, kterou lze z hlediska předpisů tolerovat.

Kontrola rušení a provozu na pásmu 446 MHz a používané přístroje

Jelikož pásmo PMR 466 se nachází ve velice vytižené části kmitočtového spektra, požadavky na stanice z hlediska selektivity a odolnosti jsou poměrně vysoké. Často nevíme, zda se rušivý signál nachází v pásmu PMR nebo mimo něj.

Pro rychlou kontrolu rušení či obsazení pásma lze použít několik různých přístrojů. Nejlépe se osvědčuje zcela nový přístroj, který se počátkem roku 2005 dostal i na náš trh (www.elix.cz, www.aorja.com). Je to komunikační přijímač kombinovaný s grafickým spektrálním analyzátozem SR2000 od firmy AOR (obr. 46).

Pracuje v rozsahu 25 až 3 000 MHz s modulacemi NFM, WFM i AM a pomocí tohoto přístroje lze snadno odhalit rušení a i užitečné signály nejen na pásmu PMR, ale i mimo ně v pásmech dalších až do 3 GHz. Velmi dobře je na barevném displeji tohoto přístroje vidět (a i v připojeném reproduktoru i slyšet) rozprostřené spektrum signálů systému CDMA 450 MHz. Celý zvolený rozsah „záběru“ displeje, který může být široký až 10 MHz, „projede“ přístroj za 0,2 s. Odolnost proti silným signálům je u tohoto přístroje výborná, IP3 bod je +1 dBm, citlivost je vynikající, je možné ji zmenšit vestavěným regulovatelným útlumovým článkem a změnou zisku mf zesilovače přístroje.

Cena přístroje je velmi přijatelná, kolem 69 000,- Kč, a je podstatně nižší, než cena spektrálních analyzátorů běžně používaných k měřením v laboratořích (ta je až dvacetinásobná).

Tímto přístrojem jsme objevili řadu pravidelných i nepravidelných signálů, které leží těsně vedle pásma PMR a jsou od něj vzdálené jen několik kHz. Např. v Praze 8 poblíže prodejního střediska ELIX byl zachycen velmi silný datový signál na kmitočtu těsně nad 446 MHz. Zajímavé je rozložení kmitočtů v pásmu 450 MHz. Na tomto pásmu byly v ČR využívány a přidělovány kmitočty v rastru 20 kHz, ovšem posu-



Obr. 46. Velmi užitečný přístroj AOR SR2000 - přijímač s analyzátozem

nuté o 10 kHz, např. 448,490 MHz, 448,510 MHz atd. To poněkud komplikuje nastavení kmitočtového kroku kontrolního přístroje. Lze využít bank pro hraniční kmitočty skenování, v nich nastavit odpovídající horní a dolní kmitočet spolu s patřičným krokem buďto 12,5 či 6,25 kHz, popř. 20 či 10 kHz spolu s příslušným posuvem výchozí hodnoty rastru (pokud to použitý přístroj umožňuje, přístroje AOR ano) a banky pak zařadit do řetězce.

Ke kontrole provozu a rušení na pásmech lze použít i klasické komunikační či kontrolní přijímače (občas nazývané skenery, toto slovo má dnes ovšem příliš široký význam a tak ho raději zde nebudu používat). Těch se vyrábí na světě jen několik typů, které jsou plně využitelné i u nás.

Často využívám také zajímavý špičkový přijímač AR-5000A (+3) - viz obr. 47. Jeho výhodou je množství volitelných „pravých“ MF filtrů (nikoliv DSP) se šířkou pásma 500 Hz až 220 kHz (včetně velmi užitečné šířky pásma 30 kHz), které jsou přiřaditelné všem druhům modulací. Nezávisle lze tak kombinovat a nastavovat parametry a pracovat s nimi na pásmu. K přijímači lze připojit i jednotku grafického spektrálního analyzátoru AOR SDU-5600.

Jiné přijímače možnosti a vlastnosti nemají propracované v takové míře, samozřejmě kromě v současnosti zřejmě nejdokonalejšího komunikačního přijímače AOR AR-ONE (obr. 48). Ten má rozsah 10 kHz až přes 3 300 MHz, šířky pásma volitelné od 500 Hz do 300 kHz (opět přepínané filtry) a naprosto špičkové parametry. Přijímač při mých testech s velmi účinnými anténami opravdu nepřijímá nic jiného, než co má, a to i v nejtěžších podmínkách rušení a při přetížení silnými signály v sousedství signálu přijímaného. I tento přijímač využívám pro náročný kontrolní příjem



Obr. 47. Přijímač AOR AR-5000

Obr. 48. Přijímač AOR AR-ONE



nejen v pásmu PMR, ovšem jeho cena je „poněkud“ vyšší než cena i té nejlepší stanice PMR.

Nejběžnější typy radiostanic, jejich dostupnost a ceny

Nebudu se zde zabývat stanicemi PMR vyloženě nejnižší třídy, neboť jejich výskyt na trhu je náhodný, zpravidla jednorázový, a při největší snaze se mi nepodařilo opatřit si servisní manuály či alespoň schémata od takových výrobců. Dovážejí je dovozci, kteří s radiostanicemi nemají vůbec nic společného a vybírají typy podle dosažitelného ekonomického účinku. Dokonce jsem se na trhu setkal se stanicemi, které vůbec nebyly určeny pro pásmo PMR 446, ale FRS, a u nás není jejich provoz samozřejmě povolen. Prodejce ovšem ani netušil co prodává, pro něj byl zajímavým „parametrem“ pouze rozdíl mezi jeho nákupní a prodejní cenou. Ale solidní prodej i těchto relativně levných výrobků vyžaduje určitou odbornost prodávajícího, aby poradil zákazníkovi při výběru, měl zkušenosti s možnostmi radiostanic a nesliboval nemožné.

Proto jediným možným řešením pro ty, kteří to se stanicemi PMR myslí i do budoucna vážně a nechtějí jen hračku s krátkodobým významem, je zvolit kvalitní značkový typ stanice se zaručenými parametry, servisem a dostupnými náhradními díly a dokumentací. To splňují dále popsané radiostanice, které lze nakoupit u odborných prodejců (viz např. inzerce v PE).

Je logické, že nej kvalitnější výrobky vznikly modifikací profesionálních nebo i radioamatérských radiostanic pro pásmo PMR 446.

Jedním z takových výrobků a zároveň jednou z nejlépe vybavených radiostanic PMR je ALINCO DJ-S446 (obr. 4a na str. 7). Vznikla přeprogramováním radioamatérské stanice ALINCO DJ-S40, která má výkon 1 W a kmitočtový rozsah 430 až 440 MHz, v americké verzi 430 až 448 MHz. Jak je vidět, výrobce ve své části nemusel nic upravovat. Jiný je jen řidič SW procesoru stanice a samozřejmě popis tlačítek. Dále je modifikována zadní část stanice, anténa je v souladu s předpisem neodnímatelná, ale je sklápěcí. Stanice je určena pro napájení třemi články AA, čili využívá nejdostupnějších článků s velkou kapacitou a dobrým poměrem cena/kapacita. Lze použít jak akumulátory, tak i suché baterie a stanice má v menu i přepínání indikace vybití - konečného napětí článků podle jejich typu. Vyrábějí se také akumulátorové bloky určené pro tuto stanici - je jich celá řada s různou kapacitou. Zajímavostí je akumulátorový blok s napětím 6 V, který je určen původně pro radioamatérskou verzi ALINCO DJ-S40. S tímto akumulátorem dá stanice DJ-S-446 VF výkon 1 W, stej-

ně jako S40. Všechny tyto originální akumulátorové bloky ALINCO mají vývody, které umožňují rychlé nabíjení v nabíjecím stojanu. Dále se k této stanici dodává celá řada dalších doplňků - náhlavní soupravy, asi 6 typů externích mikrofonů s reproduktory, soupravy VOX, pouzdra atd.

Stanice má nastavovací menu, ve kterém lze nastavit mnoho parametrů podle potřeb uživatele. Za nejužitečnější považuji jemně nastavitelnou šumovou bránu ve dvaceti krocích a vypínatelný úsporný systém BS. Ze zajímavých funkcí připomínám ochranu (proudovou smyčkou) proti krádeži a odpuzovač komárů - nf oscilátor o vysokém kmitočtu. Stanice má 100 pamětí na kombinace kmitočtu a kódu CTCSS, kmitočty, kódy CTCSS a paměti lze skenovat a i selektivně vyřadit ze skenování. Citlivost, odolnost, modulace, stabilita a provedení stanice je vynikající. Stanice má několik významných výhod oproti jiným typům i ve výbavě - např. ji lze napájet i nabíjet přímo napětím 12 V bez dalších přípravků; nabíjení z externího zdroje lze v menu povolit nebo zakázat.

Další známou a zavedenou značkou stanic PMR jsou výrobky dodávané italskou firmou INTEK. V současnosti se dodává několik typů vývojové řady.

Nejrozšířenější jsou typy INTEK MT-2020 (obr. 4b na str. 7) a MT-4040 (vypadá stejně jako MT-2020, ale má delší anténu). Cena v ČR je od 1290,- Kč za samotnou stanici MT-2020 do 1990,- Kč za MT-4040 s akumulátorem a zdroji. V Německu totéž stojí 98,- Euro.

Stanice jsou napájeny čtyřmi články typu AAA, lze použít jak samostatné 4 články, tak originální akumulátorový blok, dodávaný výrobcem. Ten má výhodu v tom, že je opatřen kontaktními ploškami, které navazují na kontakty na zadním krytu akumulátorového prostoru a stanici s originálním blokem lze vložit do stojanového nabíječe INTEK. Samostatné akumulátory se nabíjejí pomocí konektoru společného pro externí mikrofon.

Obě stanice MT-2020 a MT-4040 jsou si velmi podobné, mají stejný procesor a SW, vybavení obvyklými funkcemi. Liší se v tom, že MT-2020 má běžnou anténu s uvnitř vinutou šroubovicí a typ MT-4040 má delší a účinnější „pendrekovou“ anténu. Ale největší rozdíl je v konstrukci vř koncového stupně. Typ MT-4040 je osazen výkonovým tranzistorem, který při napájení 4,8 V dodá vř výkon 2 W. Tuto možnost zvětšeného výkonu lze povolit propojkou uvnitř stanice, taková modifikace není ovšem určena pro provoz v ČR. Dále lze propojkou uvnitř obou stanic rozšířit kmitočtové pásmo i na kanály pásma LPD 433 MHz, čili i úseku amatérského pásma 70 cm. Přepínat lze výkony 10 mW, 500 mW a 2 W podle nastavení propojek uvnitř stanice. Využívat plného výkonu 2 W nedoporučuji při napájení suchými bateriemi napětím 6 V. Pak již může být chlazení koncového tranzistoru vzhledem k miniaturním rozměrům



Obr. 49. Stanice INTEK PB-1000

stanice při dlouhodobém provozu nedostatečné.

Pokud by někdo uvažoval o modifikaci stanice, je vhodné zvolit výkonový typ INTEK MT-4000. Ten je větší, patří spíše mezi poloprofesionální stanice, napájení je čtyřmi články AA a koncový tranzistor je na větší desce s plošnými spoji lépe chlazen. Funkce jsou obdobné, anténa jako u typu MT-4040. S touto stanicí padají stále nové rekordy v délce navázaného spojení na pásmu PMR.

INTEK dodává také stolní stanici pod názvem PB-1000 (obr. 49). Její vybavení je obdobné typu MT-4000, výkon ale nelze zvětšit a stanici lze napájet i ze sítě.

Ke stanicím INTEK lze dokoupit velký sortiment příslušenství. Mimo již zmíněných akumulátorů a nabíječů jsou to náhlavní a klopové soupravy včetně příbových, pouzdra různého provedení atd. Ke všem radiostanicím INTEK funguje perfektně vybavený servis s velkým sortimentem náhradních dílů a k dispozici jsou servisní manuály.

Do profesionální sféry patří velmi kvalitní velké radiostanice INTEK MT-440 a DX-446 (obr. 1 na str. 3). Výčet všech funkcí obzvláště u typu DX-446 by přesáhl rámec této publikace, podrobnosti lze najít v katalogu na www.elix.cz nebo na www.intek.com.it. Ovšem cena hlavně mimo ČR je dosti vysoká (jako u všech stanic PMR).

Tyto stanice se zcela liší od komerčních levných neznámkových stanic o několik tříd nejenom dokonalejším obvodovým řešením, ale i robustností, spolehlivostí, citlivostí, hlasitostí atd.

Další zajímavé stanice dodává i do našich odborných prodejen německá firma DNT. Sortiment je dosti obsáhlý, některé osvědčené typy přebírá firma od nám již známé firmy INTEK a prodává je pod svými názvy. Jsou to třeba DNT, K-PO atd.

Nejlevnějším typem je DNT SPACE 100 (obr. 50). Nemá CTCSS, vyhoví tedy v oblastech s malým provozem na pásmu PMR. Velmi dobré parametry má

Obr. 50.
Stanice DNT
SPACE 100



malý příjemný typ DNT COMIC. Napájení je 3x AAA, nechybí VOX, 10 vyzváněcích tónů a mnoho dalších funkcí. Stanice je velmi spolehlivá a plast pouzdra je kvalitní a robustní. Jako zvláštní příslušenství se dodává sada akumulátorů, nabíječe a ochranná pouzdra.

Především pro monitorování prostorů a hlídání dětí může sloužit sada dvou stanic DNT YOUNG 446 (obr. 51). Stanice má mnoho funkcí vč. funkce RE-SET, pokud uživatel v menu „zabloudí“. Zajímavá je funkce hlídání dosahu. Vysílací stanice periodicky vysílá zvláštní neslyšitelný kód a pokud ho protistanice přijme, vše je v pořádku. Pokud ovšem signál není přijat, po určitém časovém intervalu přijímací stanice začne vydávat signál alarmu a upozorní tak na ztrátu dosahu. Tato funkce se hodí, používáme-li stanici k hlídání dětí atd. Za zmínku ještě stojí extrémně citlivý VOX



Obr. 51. Stanice DNT YOUNG 446



Obr. 52. Populární stanice ELIX
SL-01P se dodává pod mnoha názvy,
např. INTEK, DNT atd.

u této stanice, který umožní monitorovat objekt i z větší vzdálenosti.

Stanice se dodávají v páru a s kompletním příslušenstvím (nabíječe a akumulátory).

Další stanice DNT má označení WTR8 a v pouzdře této stanice PMR je integrován VKV přijímač s dobrou citlivostí, výbavou předvolbami a skenováním atd. Stanice má poměrně mnoho funkcí a je to celkově dobře vyřešený výrobek. Např. přijímač se při příchodu signálu PMR sám umlčí. I k této stanici je na našem trhu dostupné příslušenství.

K nejzajímavějším výrobkům patří miniaturní radiostanice ELIX SL-01P (obr. 52) dodávaná českou firmou ELIX, která působí v této oblasti již od roku 1991. Tato firma dodává výrazně největší sortiment radiostanic všech typů v ČR a má autorizované zastoupení a servis mnoha známých výrobců - ALINCO, INTEK, DNT, KENWOOD, AOR atd.

ELIX SL-01P je tak vlastně jediná tuzemská stanice PMR 446 (vyráběná pochopitelně stejně jako bez výjimky všechny stanice PMR v Asii). Stanice má miniaturní rozměry dosažené především použitím akumulátoru Li-ION. Do stanice se vešlo i vibrační vyzvánění, výbava funkcemi je dobrá, citlivost vynikající. Stanice se dodává v kompletu s akumulátorem a nabíječem a i v párech v atraktivním obalu. S touto stanicí bylo také navázáno několik rekordních spojení na velmi dlouhé vzdálenosti, přestože je to stanice velice miniaturní. I tuto stanici ELIX SL-01P lze modifikovat na pásmo LPD, čili u nás na úsek amatérského pásma 70 cm vyhrazený i direktním spojením. I tato úspěšná stanice se prodává v Evropě pod různými názvy, např. DNT MiniPocket.

Dalším typem stanice prodávané pod známým názvem MOTOROLA je typ T5412 (obr. 4b na str. 7). Pár těchto

stancí je za 69,- Euro nebo v ČR ELIX za 1799,- Kč/pár). Je to jednoduchá velmi robustní stanice, napájená třemi články AA, které ji zaručí dlouhou dobu provozu. Kryt je výměnný podobně jako u telefonů a v ceně se dodávají 2 barvy. Tato stanice je vybavena poněkud nestandardním konektorem pro připojení příslušenství. Její cenově méně zajímavá verze T-5422 má v příslušenství nezáměnný akumulátor, jehož náhrada po skončení životnosti je problematická. Výhodnější je tedy zakoupit typ MOTOROLA T-5412, který nejen že je výrazně levnější, ale navíc odpadá starost s akumulátory.

Ceny značkových radiostanic PMR

Ceny značkových stanic PMR jsou v České republice díky přímému dovozu od výrobců nebo díky výrobě pod vlastním názvem výrazně nižší než v zahraničí. Netýká se to spotřebních nezačatkových a výprodejních jednorázově nabízených typů, ty naopak zase koupíme v cizině zpravidla levněji, např. FRS stanice stojí v USA kolem 15 USD a kvalita ovšem většinou odpovídá ceně.

Ceny profesionálních stanic:

MOTOROLA GP340 (bez displeje, bez klávesnice, 16 kanálů).....13 655,- Kč

MOTOROLA GP380 (s displejem, klávesnice, 5 tón, 255 kan.).....17 225,- Kč

Ceny stanic pro pásmo PMR446:

INTEK MT-2020 (LCD, VOX, CTCSS atd.).....1 290,- Kč

INTEK MT-4040 (LCD, VOX, CTCSS, poloprofesionální).....1 590,- Kč

INTEK MT-4000 (LCD, VOX, CTCSS poloprofesionální).....2 590,- Kč

ALINCO DJ-S446 (s displejem, CTCSS, 100 pamětí).....3 390,- Kč

INTEK MT-446 (profil, bez displeje, bez klávesnice, 14 kanálů, vč. aku. a nabíječe)..... v ČR 5 490,- Kč, v EU 198,- Euro

INTEK DX-446 (profil, s displejem, CTCSS, DCS, DTMF, 50 kanálů, vč. aku. a nabíječe)..... v ČR 5 990,- Kč, v EU 222,- Euro

ALINCO DJ-S446 (s displejem, CTCSS, 100 kanálů).....3 390,- Kč

ELIX SL-01P (s displejem, CTCSS, 8x 38 kanálů, vibrační vyzvánění, vč. aku. Li-ION a nabíječe).....1 390,- Kč

DNT COMIC (s displejem, CTCSS, 8x 38 kanálů).....990,- Kč

DNT MIKO (s displejem, CTCSS, 8x 38 kanálů).....890,- Kč

DNT SPACE (s displejem, bez CTCSS, VOX).....690,- Kč

DNT YOUNG (sada 2 stanic s příslušenstvím).....2 790,- Kč

DNT WTR-8 (s radiopřijímačem, říditelný SQL).....990,- Kč

Motorola T5412 (dvojice stanic).....1 790,- Kč

Neznačkové stanice (bez označení výrobce, jen obchodní název) stojí v ČR 600 až 1400 Kč, v EU 29 až 99 Euro.

Aktuální ceny stanic lze nalézt na stránkách dovozce stanic PMR: www.elix.cz.

Amatérské stanice umožňující naladit kanály PMR

Radioamatérské stanice pro pásmo 70 cm pracují v ČR na kmitočtech 430 až 440 MHz, většinou je rozsah ladění 430 až 439,995 MHz. Ale u většiny stanic lze více či méně jednoduchým zásahem jejich kmitočtový rozsah rozšířit, modifikovat. Postupy lze nalézt na internetu, nejpopulárnější jsou asi stránky www.mods.dk, na kterých lze najít postupy snad pro všechny značkové výrobky a i řadu dalších. Nemusím snad ani připomínat, že vysílání jinými stanicemi než stanicemi PMR446 není na pásmu PMR povoleno. A amatérské stanice stanicemi PMR446 nejsou, mají nejen zpravidla větší výkon, ale také větší kmitočtový zdvih a jiné další parametry.

Ale rozšíření kmitočtového rozsahu není vše, pro poslech v pásmu PMR je potřeba, aby stanice měla kmitočtový krok 6,25 kHz, aby bylo možno naladit kanály PMR přesně. A tuto možnost mají jen některé radioamatérské stanice. Pokusím se zde vyjmenovat všechny současně dostupné moderní typy ručních radiostanic, které disponují kanálovým krokem i 6,25 kHz a lze je tedy naladit přesně i na kanály pásma PMR:

ALINCO DJ-C7E - dvoupásmová miniaturní stanice má mimo pásma 2 m a 70 cm i příjem CCIR, pásmo AIR atd. Je velice plochá díky promyšlené konstrukci a napájení akumulátorem Li-ION (viz www.alinco.com).

KENWOOD F7E - jedna z nejdokonalějších ručních stanic vůbec (obr. 53),



Obr. 53. KENWOOD F7E

tato dvoupásmová stanice umožňuje příjem všech druhů modulace včetně SSB, rozsah přijímače je od 300 kHz až po 1 200 MHz bez mezer, a má velice mnoho dalších funkcí.

Je to zřejmě nejpopulárnější ruční stanice na světě vůbec, která se firmě KENWOOD velice povedla. Navíc je za velmi dobrou cenu dostupná i u nás díky přímému zastoupení firmy KENWOOD v ČR (www.kenwoodradio.cz nebo www.elix.cz).

Je to i v dnešním přehledu nabídky nad poptávkou celosvětově velice žádaný a často nedostatkový výrobek.

KENWOOD TH-D7E je větší a dražší dvoupásmová stanice vyšší třídy s vestavěným TNC.

Robustní **KENWOOD G71E** je zase jedna z nejlevnějších dvoupásmových stanic s krokem 6,25 kHz (obr. 54).

KENWOOD TH-K4E je jednopásmová stanice s velmi dobrými parametry, s velkou odolností a dostatkem funkcí.

ICOM- IC T90 je vynikající třípásmová stanice, která po rozšíření vysílá již od asi 48 až do 512 MHz jen s malými mezerami, samozřejmě i na pásmu PMR. Jako jediná třípásmová stanice na světě má i krok 6,25 kHz.

Tím jsem asi sortiment stanic s krokem 6,25 kHz vyčerpal. Jak je vidět, stanic s krokem 6,25 kHz není v sortimentu světových výrobců mnoho.

Např. YAESU zapomnělo na krok 6,25 kHz u všech ručních stanic, krok 6,25 kHz bohužel chybí i u relativně nového typu YAESU FT-60. Má ho jen u kombinovaných KV+VKV stolních stanic řady FT-897 a FT-857 a u typu FT-817, což je něco mezi ruční a kabelkovou stanicí.

Naopak Kenwood s tímto krokem počítá, Alinco u nových typů také. Icom ho má jen u stanice T90 (E90). Ale pokud používáme komunikační při-



Obr. 54. KENWOOD G71E

jímače, krok 6,25 kHz nechybí u žádného kvalitního typu AOR, ALINCO, a ani u nových přijímačů YUPITERU.

Před uzávěrkou

Těsně před uzávěrkou tohoto čísla vydal ČTÚ potěšující zprávu - provoz radiostanic na společných kmitočtech v pásmu 448 a 172 MHz se prodlužuje zatím minimálně do roku 2010. Kmitočty jsou uvedeny v novém Všeobecném oprávnění R/16/2005 - viz tab. 8.

Kontakt na autora

Na veškeré dotazy odpoví autor V. Voráček, OK1XVV, elektronickou poštou na adrese : v.voracek@quick.cz

Tab. 8. Kmitočty podle Všeobecného oprávnění R/16/2005

Ozn.	Provozní kmitočty	Max. výkon	Max. šíř. pásma zabraného vysíláním	Druh provozu
a	27,905; 27,915 MHz	1 W e. r. p.	8,5 kHz	pouze přenos dat
b	27,975; 27,985; 27,995 MHz	100 mW e. r. p.	8,5 kHz	pouze přenos dat
c	34,050 34,075; 34,150 34,175 MHz	1 W e. r. p.	16 kHz	-
d	45,050; 45,075; 45,100; 45,125; 45,150; 45,175 MHz	1 W e. r. p.	16 kHz	(do 31. 12. 2006)
e	57,225; 57,250; 57,275; 57,300 MHz	10 mW e. r. p.	16 kHz	pouze přenos dat
f	77,025; 77,050; 77,075; 77,100; 77,725; 78,000; 81,725; 81,750 MHz	1 W e. r. p.	16 kHz	-
g	87,430; 87,470 MHz	500 mW e. r. p.	14 kHz	pouze přenos dat
h	149,125; 149,250; 155,725; 156,150 MHz	500 mW e. r. p.	16 kHz	pouze přenos dat
i	172,650; 172,950; 172,975 MHz	5 W e. r. p.	10 kHz; 16 kHz	-
j	172,725; 173,050 MHz	1 W e. r. p.	10 kHz; 16 kHz	-
k	305,825; 305,875 MHz	500 mW e. r. p.	16 kHz	pouze přenos dat (do 31. 12. 2006)
l	448,070; 448,170 MHz	500 mW e. r. p.	14 kHz	pouze přenos dat
m	448,490; 448,570; 448,610 MHz	5 W e. r. p.	14 kHz	-
n	449,770; 449,810 MHz	1 W e. r. p.	14 kHz	-

Antény k ruční radiostanici INTEK MT-2020P

Jindra Macoun, OK1VR

Jak již bylo řečeno v předchozím článku, směji se stanice PMR provozovat pouze s vestavěnou anténou. Stanice PMR firmy INTEK typu MT-2020P však lze modifikovat i pro provoz na 69 kanálech pásma LPD (433,075 až 434,775 MHz), které leží v radioamatérském pásmu 70 cm. Proto mohou koncesionáři tuto modifikovanou stanici MT-2020P opatřit anténním konektorem a v pásmu LPD ji provozovat s účinnějšími vnějšími anténami. V tomto článku je popsána montáž anténního konektoru do uvedené stanice a několik vnějších antén se ziskem až 15 dB oproti původní vestavěné anténě.

Úvod

Radiostanice PMR INTEK MT-2020 (obr. 1), stejně jako všechny ostatní stanice PMR, mají (ve shodě s generálním povolením ČTÚ 3/R/2000) pevně vestavěné integrované antény.

Integrovanými anténami jsou zpravidla šroubovice („pružiny“) z ocelového drátu, chráněné plastovým krytem, který vyčnívá z pouzdra stanice. Odborně se tyto antény nazývají šroubovicovými anténami s kolmým vyzařováním [1]. Principiálně jsou to zkrácené čtvrtvlnné zářiče (unipóly). Zkracováním se zmenšuje jejich vyzařovací (užitečný) odpor a více se uplatňují odpory ztrátové, takže jejich účinnost klesá.

U ručních radiostanic pro pásmo CB (27 MHz, $\lambda = 11,1$ m) se délka zkrácených antén pohybuje jen kolem několika setin vlnové délky (0,01 až 0,03 λ) a jejich účinnost klesá na několik málo procent. U stanic PMR je délka zkrácené antény relativně desetkrát větší, tj. přibližně 0,1 λ , proto mají podstatně větší účinnost než podobné antény pro pásmo CB.

Dosah každé stanice lze příznivě ovlivnit výhodnějším stanovištěm a účinnější anténou. K běžným stanicím PMR nelze vnější anténu připojit. Stanici MT-2020P však lze modifikovat pro práci v pásmu LPD, které leží v amatérském pásmu 430 až 440 MHz a výše zmíněné generální povolení se na ně nevztahuje. Proto nic nebrání tomu, aby koncesionáři upravili tuto stanici pro provoz v pásmu LPD doplněním anténního konektoru a používali u ní vnějších antén.

I když se experimentuje s různými úpravami, kdy se k vestavěným vnitřním anténám v původním uspořádání induktivně či kapacitně navazují nejružnější antény vnější, je nejlepším řešením úplná náhrada integrované vnitřní antény samostatnou anténou vnější. U většiny radiostanic PMR je to však bez drastického mechanického zásahu do ochranného pouzdra obtížné.

Stanice INTEK MT-2020P jsou však z tohoto hlediska výjimečné. Jejich vnitřní anténu lze poměrně snadno demontovat a bez riskantních mechanických zásahů lze do krytu stanice vestavět anténní konektor BNC pro připojení vnější antény. Praktické poznatky s vnějšími anténami jsou velmi povzbudivé vzhledem k velmi dobrým parametrům radiostanic INTEK, které se zřetelně projeví teprve při užití vnější antény.

Pro úplnost dodejme, že bez zásahu do původního uspořádání lze ke stanici PMR připojit vnější anténu také tak, že celou stanici použijeme jako aktivní prvek. Je to sice poněkud krkolomné řešení, ale kdo nechce přijít o záruku nevratným mechanickým zásahem do stanice, může experimentovat i s touto úpravou a stanicí PMR „integrovat“ např. do vhodné Yagiho antény.

I pro takové uspořádání radiostanice MT-2020P vyhovuje. Lze ji totiž obsluhovat externí hovorovou soupravou, připojenou do konektorů na horní straně pouzdra, a ovládací nf kabel vést podél ráhna antény za reflektor, bez nepří-

znivého vlivu na vyzařovací vlastnosti antény.

Věnujme se však úpravě modifikované stanice MT-2020P (doplnění anténního konektoru) a vnějšími anténami.

Nejprve se seznámíme s původním uspořádáním stanice MT-2020 a pak popíšeme montáž anténního konektoru.

Dále podrobněji popíšeme několik ověřených antén tak, aby se v této problematice mohli orientovat i noví zájemci o provoz s ručními radiostanicemi.

K upravené stanici byly navrženy, proměřeny a prakticky vyzkoušeny tyto výměnné vnější antény:

- **Unipól 1/4** - nezkrácená čtvrtvlnná anténa. Jedná se o pružný „bičik“ o délce 14 až 16 cm, který umožňuje běžný provoz s poněkud větším dosahem než s anténou původní (obr. 4).

- **Anténa GP** (Ground Plane). Je připojena bezprostředně k anténnímu konektoru (obr. 6) a je účinnou samostatnou anténou. Její jednoduchá tříprvková protiváha eliminuje vliv „ztrátové ruky“ operátora, která při použití unipólu vnáší do obvodu antény ztrátový odpor a tím zmenšuje účinnost unipólu.

- **Anténa Yagi**. Komunikaci na delší vzdálenosti zabezpečí jen antény směrové. Je navržena sedmiprvková Yagiho anténa s optimalizovaným ziskem 11 dBd, která výrazně zvětšuje dosah radiostanice (obr. 10).

- **Výměnná šroubovicová anténa 65 mm**. Je to poněkud upravená původní šroubovicová anténa a byla zhotovena pro vzájemné porovnávání antén a jiné experimentování (obr. 19).

Úprava stanice MT-2020P

Původní uspořádání

Dvoudílné plastové pouzdro stanice MT-2020 je spojeno čtyřmi samořeznými vruty (2,7 x 8 mm) přístupnými ze



Obr. 1. Radiostanice INTEK MT-2020P v původní úpravě a po vestavění anténního konektoru



Obr. 2. Pohled na základní desku s původní anténou vysunutou z ochranného krytu

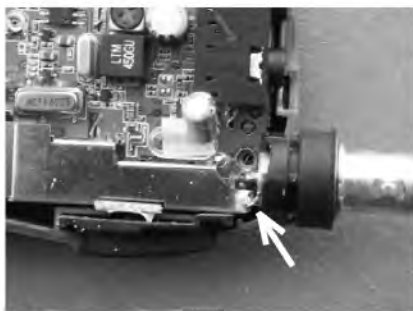
zadní strany. První je u paty antény, zbývající jsou v prostoru pod napájecími články. Jeden je „zaplombován“ záruční nálepkou ELIX. Křížovým šroubovákem vruty opatrně vyšroubojeme. Zadní strana krytu se tím uvolní. Opatrně ji sejme a dáme stranou. Zároveň se uvolní pryžové tlačítko PTT a pryžová krytka nabíjecího a mikrofonního konektoru na horní straně pouzdra. Všimneme si, jak jsou tam tyto součástky nasunuty - usnadníme si tím opět sestavení pouzdra. Z lůžka ve spodní části pouzdra uvolníme a vysuneme ochrannou trubku šroubovicové antény. Pak můžeme prohlížet a obdivovat celé vnitřní uspořádání (obr. 2).

Původní anténa - poniklovaná ocelová šroubovice - je připojena na výstup miniaturního anténního článku Π na základní desce a zasunuta do tlustostěnné plastové trubky. Ta je na svém spodním konci opatřena drážkovou přírubou s výstupky (zámký), kterou těsně obepíná její „negativ“ v obou polovinách plastového pouzdra. Toto uspořádání zabezpečuje spolehlivé mechanické upevnění plastové trubky s anténou k tělesu radiostanice, takže při manipulaci se stanicí není pájený spoj antény na základní desce namáhán.

Montáž konektoru BNC

Tvar a rozměry plastového krytu původní šroubovicové antény umožňují montáž anténního konektoru BNC bez porušení původní konstrukce stanice.

Použije se panelová zásuvka BNC, jejíž upevňovací část je opatřena závitěm M8 x 0,5 mm. Ten se zašroubuje do zkrácené původní plastové trubky, jejíž vnitřní $\varnothing$ 7,5 mm je třeba zvětšit na $\varnothing$ 7,9 mm, tj. tak, aby byl o jen tro-



Obr. 3. Pohled na upevnění a připojení konektoru BNC

chu menší než závit použitého konektoru BNC.

Podle délky závitové části použitého konektoru je třeba zvolit správnou délku zkrácené trubky. Závitová část konektoru totiž musí v místě uzemnění ke „kostře“ základní desky vyčnívat z okraje zkrácené plastové trubky asi o 1 mm, aby ji pak bylo možné připájet přímo na tuto „kostru“ (viz obr. 3). Jinde však z plastové trubky vyčnívat nesmí, protože by to bránilo opětovnému sesazení obou polovin plastového pouzdra. Proto je nutné vyčnívající část konektoru odpilovat a zarovnat podél původně zaoblené spodní hrany plastové trubky.

Některé typy panelových zásuvek BNC takto upravit (tzn. zkrátit) nelze, protože by se uvolnila jejich dielektrická vložka a konektor by se prakticky rozpadl. Délku zkrácené plastové trubky je třeba takovému konektoru přizpůsobit. Jeho závitová část proto nesmí z plastové trubky vůbec vyčnívat a konektor se musí uzemnit krátkým, předem připájeným vodičem.

Tyto konektory jsou většinou opatřeny závitěm M10 x 1 mm. Pro stejný způsob upevnění je nutné tento závit zcela opilovat nebo osoustružit až na $\varnothing$ 8 mm tak, aby konektor bylo možné upevnit do zkrácené plastové trubky. Její vnitřní průměr totiž nelze zvětšovat nad 8 mm, protože by se v místě zámkové drážky nepříjemně zeslabila, popř. rozpadla.

Pak ještě upravíme (nastavíme drátem) střední vývod konektoru tak, abychom jej mohli připojit k anténnímu kontaktu na základní desce.

Poté již jen sešroubojeme obě části pouzdra a stanice je připravena pro připojení vnější antény.

Závěrem snad ještě tip na zkrácení houževnaté plastové trubky. Místo řezu (v našem případě asi 4 mm nad horní hranou zámkové drážky) ovíneme z jedné strany několika závity lepicí pásky. Na pootevřeném svéráku pak trubku potáčíme a podél lepicí pásky zároveň odřezáváme hrubší lupenkovou pilkou její zkrácenou část. Vznikne rovný řez, který již není třeba dále opravovat.

Anténa unipól $\lambda/4$

Použití jednoduchého nezkráceného unipólu usnadňuje vysoký kmitočet pásem PMR a LPD, resp. velmi krátká vlnová délka oproti vlnové délce na ostatních amatérských nebo uvolněných pásmech (CB, 145 MHz), na kterých je plná čtvrtvlnná délka antény zpravidla několikanásobkem výšky ruční radiostanice.

Mnozí si jistě pamatují, že donedávna patřil k běžné provozní praxi opakovaný rituál vysouvání a zasouvání dlouhé teleskopické čtvrtvlnné antény do malé radiostanice. Nežádoucí disproporce mezi dlouhými anténami a malými radiostanicemi byly podnětem k vývoji antén zkrácených, převážně šroubovi-

cových, kterými jsou dnes vybaveny všechny ruční radiostanice pro pásma CB a VHF. Jejich malá účinnost je kompenzována velmi dobrými vř parametry moderních ručních stanic.

Z provozních, resp. obslužných hledisek se u ručních stanic považují za vyhovující antény, jejichž délky se přibližují výšce stanice. Stanice INTEK 2020P s vestavěným anténním konektorem BNC je vysoká 12 cm, což je na pásmu PMR jen o něco méně než plná čtvrtvlnná délka antény. Uplatníme-li pro maximální přijatelnou délku antény výše zmíněné kritérium, můžeme stanici INTEK 2020P provozovat s běžnou nezkrácenou čtvrtvlnnou anténou. Teoreticky by měla být dlouhá necelých 17 cm. Této délce by se přibližoval tenký holý vodič, vetknutý bezprostředně do konektoru BNC.

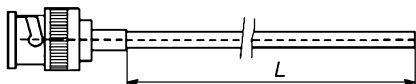
Stejně dobré vř vlastnosti však bude mít i vodič pokrytý dielektrickou izolací, např. vnitřní vodič některých koaxiálních kabelů. Ukazuje se, že vyhoví po stránce elektrické, mechanické, provozní i vzhledové. Z obslužných hledisek je stanice, vybavená tímto „pružným proutkem“ přijatelnější, než původní uspořádání s anténou tuhou.

Zkrácení anténního zářiče dielektrickou izolací a jeho přirozenou koncovou kapacitou přibližuje jeho délku rozměru naší stanice. Čím větší je rozdíl průměrů vlastního vodiče a dielektrika, tím větší je zkrácení. Délka takové antény tedy obecně závisí na průměru vodiče a průměru izolace, jakož i na druhu dielektrika. Konečná rezonanční délka kolísá v pásmu PMR a LPD kolem 160 mm.

Konstrukce antény

Jako čtvrtvlnný unipól tedy použijeme vnitřní vodič z koaxiálního kabelu RG58 nebo RG59 (podle dřívějšího značení VLEDY 50-2,95 nebo VLEDY 75-3,7) s plnou dielektrickou polyetylenovou (PE) izolací, který zakončíme krimpovacím konektorem (vidlicí) BNC 50 nebo 75 Ω . Oba konektory se liší jen vnitřním průměrem krimpovací příruby podle průměru dielektrické izolace ($\varnothing$ 3 nebo 4 mm). Použitelné jsou samozřejmě i běžné kabelové konektory BNC.

Zhotovení antény je jednoduché. Oddělíme asi 18 cm dlouhý kus koaxiálního kabelu a vytáhneme nebo vytlačíme dielektrickou izolaci s vnitřním vodičem. Na jedné straně jej v délce 3 mm zbavíme dielektrické izolace. Odizolovaný konec zapájíme do středního kolíku konektoru a zasuneme do tělesa konektoru. Proutek antény s kontaktním kolíkem musíme v konektoru dobře upevnit, aby nebyl vytlačován zdířkou anténního konektoru ve stanici PMR. Neopatrnou vrstvou cinu zvětšíme průměr kontaktního kolíku tak, aby šel ztuhla zatlačit do otvoru v dielektrické vložce konektoru. Mimoto je možné navléknout na proutek antény smršťovací bužírku,



Obr. 4. Unipól $\lambda/4$ zakončený vidlicí BNC

kteřá ji po opatrném zahřátí stáhne ke krimpovací přírubě. Nakonec anténu zkrátíme na potřebnou délku L (obr. 4). Délkou L se rozumí vzdálenost od konce krimpovací příruby.

V tab. 1 jsou uvedeny rezonanční čtvrtvlnné délky L_{PMR} (pro pásmo PMR) a L_{LPD} (pro pásmo LPD) antén zhotovených z „duší“ koaxiálních kabelů RG58 a RG59 (podle obr. 4), jak byly naměřeny na velké plošné protiváze $1,5 \times 1,5$ m.

Je vidět, že rozdíly rezonančních délek jsou malé. Celý kmitočtový rozsah od pásma LPD k pásmu PMR činí jen 3 %. Nepatrný je i rozdíl mezi zkrácením obou typů kabelů. Anténa z holého vodiče je poněkud delší, protože se neuplatní zkrácení dielektrickou izolací. Při praktickém použití je anténa na ruční stanici navíc zatlumena ztrátovým odporem ruky operátora. Tím se vlastně stává impedančně širokopásmovou v celém pásmu 430 až 450 MHz, takže její délka není kritická.

Srovnávací měření prokázalo, že tento pružný čtvrtvlnný proutek je účinnější než původní krátká šroubovicová anténa z ocelové pružiny. Ztráty v anténě se zmenšily o 2 dB, takže se dosah poněkud zvětšil. Zřetelnější zvětšení dosahu však zabezpečí až dále popsaná anténa GP.

Jak nastavit rezonanční délku antény

Rezonance na provozním kmitočtu (pásmu) je nezbytným předpokladem dobré funkce každé unipólové antény, připojené bezprostředně k malé radiostanici (ručce). Ve stavu rezonance nabývají při vysílání i příjmu vř proudy maximálních hodnot. V rezonanci se anténa jeví jen jako reálný odpor, složený z užitečného odporu vyzařovacího a neužitečných odporů ztrátových. Jinak řečeno, impedance antény má v tomto stavu jen reálnou složku. Reaktanční složky (indukční nebo kapacitní) jsou nulové. Tento reálný odpor antény by se pak měl ještě shodovat s výstupním odporem (impedancí) radiostanice, tzn. že anténa by měla být ještě přizpůsobena, aby odebírala z vysílače veškerý výkon. Přizpůsobení zkrácených antén však není snadné. Proto jsou většinou provozovány jen jako rezonující, avšak nepřizpůsobené. V našem případě, kdy je zkrácení antény malé a skutečná

délka antény se příliš neliší od čtvrtvlny, je rezonující anténa přizpůsobena dostatečně.

Přizpůsobení unipólových antén (zejména antén zkrácených) na ručních stanicích je v amatérských podmínkách nesnadné (viz [1]). Rezonanci však můžeme nastavit celkem snadno.

Podle podmínek, možností (přístrojového vybavení) a zkušeností můžeme volit z několika způsobů, jak rezonanci nastavit. Připomeňme ten nejjednodušší, dobře použitelný i na pásmu PMR.

Jde o nastavení rezonance antény v provozním stavu, kdy v ruce držíme radiostanici, která rezonanci antény ovlivňuje. Proto se nemusí takto zjištěná rezonanční délka shodovat s délkou podle tab. 1 naměřenou na velké (měrné) protiváze.

Naladíme nějakou slabou stanici s vypnutou šumovou bránou (squellchem), kdy je přijímač nejcitlivější a velmi dobře reaguje na změny síly signálu. Reaguje tedy zřetelně (akusticky, tj. slyšitelně) i na kolísání signálu při ladění antény.

Je-li anténa v rezonanci, pak při každém přiblížení druhé ruky k anténě se anténa rozladí a signál zeslabne.

Signál však zeslabne i v případě, že anténa je naladěna na nižší kmitočet a kapacita ruky ji tak posunuje na ještě nižší kmitočty.

Pokud přibližováním ruky signál zesílí, tak rezonance ještě nastala. Anténa je tedy naladěna na vyšší kmitočet. Při dalším přiblížení ruky (zvětšením koncové kapacity antény) zaregistrujeme zřetelné maximum - rezonanci. Tak poznáme, že anténu je třeba ještě prodloužit nebo zvětšit její koncovou kapacitu (např. „čepičkou“ z dielektrika, bužírkou apod.), aby se její rezonance posunula na nižší kmitočet nebo do středu provozního kmitočtového pásma.

Čím je anténa úzkopásmovější, tím je toto ladění zřetelnější („slyšitelnější“) a kritičtější. Nejlépe se o tom přesvědčíme při ladění zkrácených unipólů šroubovicových.

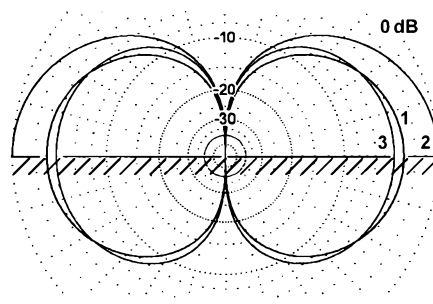
Anténa GP

K této anténě nejprve několik slov úvodem.

Požadavek na všesměrovou komunikaci s maximálním zářením v rovině horizontu obecně nejjednodušeji zabezpečují vertikálně polarizované antény - dipóly. Má-li být jejich napájení jednoduché, tj. bez zvláštních přizpůsobovacích obvodů, musí být napájeny proudově resp. nízkoimpedančně, tedy uprostřed.

U vertikálních půlvlnných dipólů je to obtížné, zejména při jejich umístění na mobilních nebo přenosných radiostanicích.

Proložíme-li svislý půlvlnný dipól uprostřed nekonečnou vodivou rovinou - zemí (obr. 5), můžeme dolní polovinu dipólu odstranit. Nahradí ji totiž pomyslný zrcadlový obraz horní čtvrtvlnné části. Impedance této „teoretické“ antény bude poloviční, zisk však bude o 3 dB



Obr. 5. Vyzařování vertikálních antén: (1) dipól $\lambda/2$, (2) unipól $\lambda/4$ nad ideální protiváhou, (3) anténa GP

větší, protože anténa musí vyzařit stejný výkon do polovičního úhlového sektoru nad zemí (diagram 2 na obr. 5).

Nahradíme-li nekonečnou vodivou rovinu několika paprskovitě uspořádanými čtvrtvlnnými prvky, nebudou se vyzařovací a napájecí vlastnosti této čtvrtvlnné antény - unipólu s paprskovitou protiváhou (diagram 3), prakticky lišit od vyzařování obyčejného půlvlnného dipólu (diagram 1). Dostaneme tak anténu GP (Ground Plane = zemní rovina), která má proti svislému dipólu jen poloviční výšku a je napájena v místě upevnění k protiváze. Její elektrické vlastnosti závisí na délce a průměru zářiče a na uspořádání protiváhy. Tato protiváha brání anténním proudům v přechodu na povrch napáječe a tím i jeho záření. Nemůže však nahradit zmíněnou nekonečnou vodivou rovinu, takže zisk antény GP (s paprskovitou protiváhou tvořenou prvky $\lambda/4$) se prakticky shoduje se ziskem půlvlnného dipólu, jak to dokumentují diagramy záření na obr. 5.

U vozidlových antén pro VKV a UKV pásmo je poměrně dobrou protiváhou vnější povrch karoserie. U ručkových radiostanic je naproti tomu dosti nedokonalou protiváhou kovové (vodivé) pouzdro, resp. vodivá konstrukční struktura (kostra) stanice, vestavěná v plastovém pouzdře. Nedílnou částí protiváhy každé ruční stanice je však ještě ruka a tělo operátora, které vnáší do obvodu antény ztráty a zmenšují její účinnost.

Vzhledem k relativně krátké vlnové délce můžeme čtvrtvlnný proutek na ruční stanici PMR/LPD snadno doplnit zmíněnou protiváhou z radiálních prvků, která vysokofrekvenčně oddělí (vyřadí z funkce) ztrátovou strukturu radiostanice a ruky operátora. Anténou se tak stane jen sama anténa GP, nezávislá na původní (a ztrátové) protiváze, která je na každé ruční radiostanici funkční částí unipólové antény.

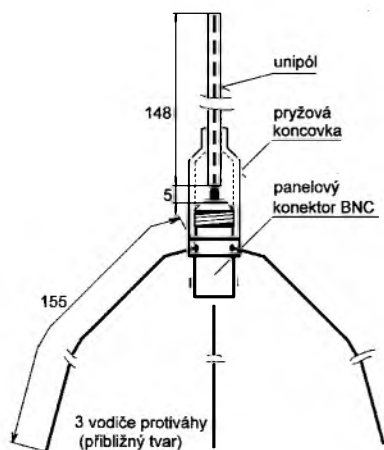
Konstrukce antény

Zhotovení antény GP je snadné. Na krimpovací přírubu konektoru (vidlice) BNC navlékneme a vodivě upevníme malý kovový kroužek, do kterého zapájíme tři čtvrtvlnné radiální vodiče, které spolu s unipólem vytvoří účinnou, samostatnou a poměrně dobře přizpůsobenou anténu GP.

Pro experimentování i praktický provoz je výhodnější ponechat dříve po-

Tab. 1. Rezonanční délky L_{PMR} a L_{LPD} antén unipól $\lambda/4$, zhotovených z „duší“ koaxiálních kabelů RG58 a RG59

Typ kabelu	L_{PMR}	L_{LPD}
RG58	131	135
RG59	128	131
Holý vodič 1 mm	155	160

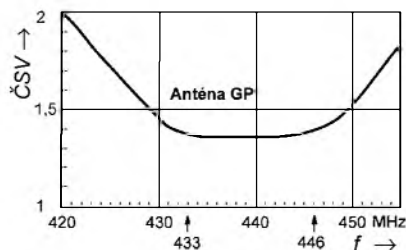


Obr. 6. Rozměry antény GP

psaný unipól $\lambda/4$ beze změny a celou anténu GP zhotovit samostatně. Hlavní konstrukční součástí bude např. panelová zásuvka BNC. Do její příruby navrtáme (přibližně po 120°) tři nepřilíhlé hluboké díry pro zapájení radiálních prvků. Jejich průměr není kritický. Vhodný je měkký měděný vodič o průměru přibližně 1 mm, který se snadno ohýbá a tvaruje. Záříčem je opět vnitřní vodič s dielektrickou izolací z koaxiálního kabelu, připojený ke kolíku konektoru z vnější strany. Do celkové délky L se tak počítá i vyčnívající konec vnitřního vodiče zásuvky, ke kterému je zářič připojen (obr. 6). Délka radiálních prvků je 155 mm.

Anténu připojíme ke stanici pomocí přechodky BNC typu vidlice-vidlice. Anténa se tím poněkud vzdálí (podle druhu přechodky) od vlastní stanice. Zlepší se tak její obsluha (více prostoru pro ruku operátora) a ještě více se omezí nepříznivé vlivy ztrátových prvků na vlastní anténu. Samozřejmě, že nic nebrání tomu zvýšit počet radiálních prvků na obvyklé čtyři. Účinek protiváhy se tím však zvětší jen nepatrně.

Vzhledem k velkému sortimentu konektorů a přechodků BNC na trhu i na radioamatérských burzách (kde lze levně pořídit i konektory RFT s plastovými převlečnými maticemi, popř. chromované BNC konektory pardubické, jsou



Obr. 8. Přizpůsobení (ČSV) antény GP

možné i jiné úpravy a kombinace, než uvedené. Lze použít i konektorů TNC se šroubovaným spojením místo spojení bajonetového. Radiální prvky protiváhy je možno upevnit i na použitou přechodku BNC apod. Krátkou přechodku lze nahradit pevným koaxiálním vedením, které vzdálí anténu nad hlavu operátora a omezí nepříznivý vliv hlavy na všesměrové vyzařování (viz kap. Provozní podmínky).

Pohled na realizovanou anténu GP připojenou ke stanici je na obr. 7.

Elektrické vlastnosti antény GP

Napájecí vlastnosti. Anténu GP můžeme připojit k měřicímu zařízení koaxiálním kabelem a napájecí vlastnosti (přizpůsobení, ČSV resp. impedanci) měřit obvyklými způsoby - tj. reflektometrem, anténním analyzátozem nebo impedančním můstkem.

Takto zjištěné napájecí vlastnosti se po připojení antény k radiostanici prakticky nezmění. **Z jednoduché, čtvrtvlnné, na původní protiváze závislé antény se úpravou GP stala anténa na původní protiváze nezávislá, jejíž elektrické vlastnosti již téměř nejsou ovlivněny vlastní radiostanicí.**

Vodorovně uspořádané radiální prvky protiváhy zmenšují impedanci půlvlnného dipólu přibližně na polovinu, tj. asi na 35Ω . Sklonem radiálních vodičů je možné impedanci upravit, tj. zvětšit až na 50Ω . Z grafu na obr. 8 je zřejmé, že napájecí vlastnosti antény GP, (obr. 6) prakticky vyhovují ($\text{ČSV} < 1,5$) v celém kmitočtovém rozsahu pásma LPD a PMR.

Vyzařovací vlastnosti (diagram záření) antény není třeba nastavovat.

V horizontální rovině je vyzařovací diagram antény GP všesměrový, je však ovlivňován operátorem (viz obr. 9).

V rovině vertikální by měla anténa maximálně vyzařovat přibližně v rovině horizontu, tzn., že její prostorový vyzařovací diagram by se měl blížit záření svislého půlvlnného dipólu ve volném prostoru. V blízkosti země je však maximum záření ve vertikální rovině závislé na výšce antény (resp. radiostanice) nad zemí. Čím je anténa výš, tím menší je elevační úhel maxima záření. Nic nebrání tomu, aby samostatná anténa GP byla umístěna výše, mimo stanici, a napájena koaxiálním kabelem. Vzhledem k vyšším kmitočtům UHF je žádoucí zvolit pro napájení koaxiální kabel s malým útlumem. V pásmu CB běžně užívaný kabel RG58 s plným dielektrikem PE má na 450 MHz

útlum $3,7 \text{ dB}/10 \text{ m}$, tzn. že do antény přeneseme jen 43 % výkonu.

Provozní podmínky - vliv operátora

Elektrické vlastnosti antén na přenosných radiostanicích závisí též na provozních podmínkách, které ovlivňuje obsluha radiostanice. Blízkost těla se projevuje jak na napájecích (impedančních), tak na vyzařovacích vlastnostech anténní soustavy operátor+radiostanice.

Původně všesměrová vyzařovací charakteristika vlastní antény ve volném prostoru může být přítomností těla operátora více či méně deformována v závislosti na kmitočtu, typu antény a zejména na její poloze a umístění vůči tělu.

Tato problematika byla zkoumána zejména v 60. až 80. letech minulého století v souvislosti s postupným zaváděním dalších generací přenosných radiostanic a nakonec i mobilních telefonů.

Dnes jsou problémy spojené s praktickým používáním antén na ručních i mobilních radiostanicích vyřešeny, a tak z obecně platných poznatků (viz [1]) upozorníme jen na ty, které se týkají obsluhy a provozu ruční radiostanice na UHF, tj. v pásmech LPD a PMR.

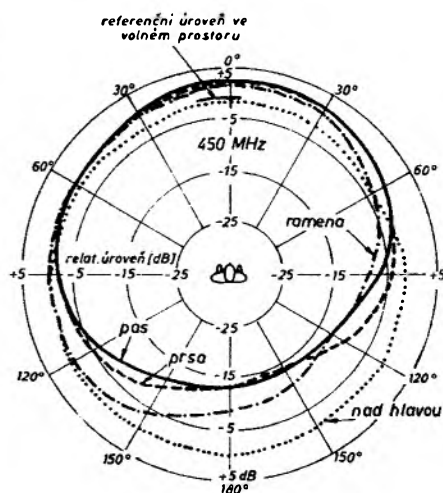
- Diagram záření vlastní antény je v blízkosti lidského těla více či méně ovlivňován, resp. deformován. Anténa vybudí na vodivých i polovodivých částech celé anténní struktury (radiostanice + operátor) povrchové proudy, které ovlivní původní všesměrový diagram antény.

- Nerovnoměrnost vyzařování je závislá na vzdálenosti antény s radiostanicí od těla, které v energii částečně odráží a částečně absorbuje. Vzhledem k vlivu vlastnostem lidského těla se na nižších kmitočtech pásma VHF větší část vlny odráží, zatímco menší část do něj vniká a je při tomto průniku tlumena.

- Absorbce tělem stoupá zejména na vyšších kmitočtech pásma UHF a při menší vzdálenosti od těla, kdy je nerov-



Obr. 7. Anténa GP s tříprvkovou protiváhou



Obr. 9. Vliv operátora na vyzařovací diagram antény s ruční radiostanicí v pásmu 450 MHz. Radiostanice je ve vzdálenosti 8 až 15 cm od těla a ve výši pasu, prsou, ramen a nad hlavou

noměrnost vyzařování způsobená tělem největší. Na obr. 9 jsou znázorněny vyzařovací diagramy soustavy anténa+operátor na 450 MHz pro různé polohy a vzdálenost antény 8 až 15 cm od těla. Záměrem měření bylo objasnit a kvantifikovat vliv polohy vlastní antény na rovnoměrnost vyzařování, resp. na relativní úroveň přijímaného signálu, proti úrovni signálu z volně umístěné antény referenční. Proto se při měření použila anténa typu rukávový dipól $\lambda/2$, tj. anténa nezávislá na protiváze, jakou je i naše anténa GP. Z diagramů je vidět, že na 450 MHz se v závislosti na poloze antény mění úroveň signálu od +3 dB do -12 dB oproti anténě ve volném prostoru. Operátor+radiostanice tak v praxi tvoří jakousi směrovou anténu.

- Zkušený operátor přenosné radiostanice by tedy měl na všech VKV pásmech, zvláště pak na těch nejvyšších, komunikovat čelem (a tedy i radiostanicí) směrem k protistanici. Vícenásobné odrazy v zastavěném terénu však mohou tuto, jinak optimální orientaci, ovlivnit.

- Vzdálenost stanice, resp. antény od těla (hlavy) by neměla být menší než čtvrtina vlnové délky.

- Za obtížných podmínek, resp. při slabých signálech, je výhodné držet anténu ve vyšší poloze, pokud možno nezastíněnou tělem ani hlavou operátora, což je při běžném provozu neobvyklé i ne snadné. U stanice INTEK je však možné zvýšit polohu radiostanice použitím ručního mikrotelefonu. Antény vyčnívající nad hlavu operátora jsou prostě výhodnější, zejména v pásmu UHF.

- Elevační úhel maximálního záření ve vertikální rovině obecně závisí na výšce antény nad zemí. Je tomu tak i u antény GP v pásmu UHF.

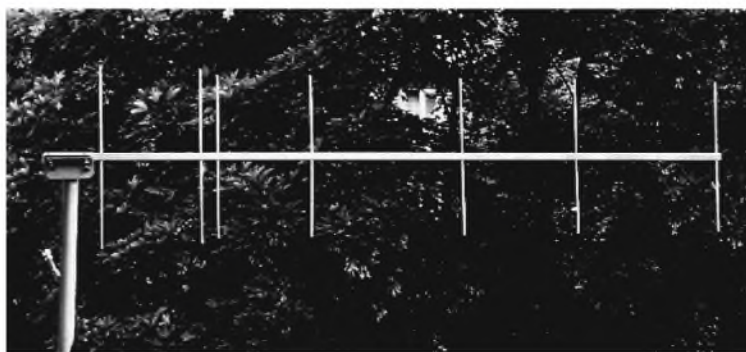
Nakonec připomínáme, že by se nemělo zapomínat na biologické účinky elektromagnetických vln, absorbovaných lidským tělem z tak blízké antény. Je to dosud otevřená problematika, protože účinky dlouhodobého zatěžování lidského organismu vř zářením z přenosných radiostanic jsou stále předmětem zkoumání. Závěry zatím nelze jednoznačně formulovat, protože historie masového používání mobilních pojiček je z tohoto hlediska příliš krátká.

Antény Yagi

Velmi dobré vlastnosti stanic INTEK vyniknou při použití směrových antén, které podstatně zvětší jejich dosah. Z různých typů směrových antén jsou pro dálkovou komunikaci nejvhodnější antény Yagi. Při shodných elektrických parametrech jsou podstatně lehčí, konstrukčně jednodušší a mechanicky odolnější než ostatní druhy směrových antén. Jednoduchá konstrukce usnadňuje jejich amatérskou realizaci.

Hlavní elektrické parametry Yagiho antén (zisk, směrovost, diagram záře-

Obr. 10.
Anténa
Yagi



ni, přizpůsobení) spolu navzájem souvisí prostřednictvím základních rozměrů (celkovou délkou antény, počtem, délkou, průměrem a roztečí všech prvků) - viz obr. 12. Při návrhu antény se zpravidla vychází z požadavků na zisk, s přihlédnutím k přijatelným rozměrům a konstrukci. Zisk Yagiho antény je především závislý na její délce. Čím je anténa delší, tím má větší zisk. Pro běžné použití však není rozumné prodlužovat antény nad $4 \cdot \lambda$, protože přírůstek zisku je pak již menší.

O Yagiho anténách existuje nejen rozsáhlá literatura, ale existuje i mnoho počítačových programů (např. [P1], [P2], [P3]), usnadňujících jejich návrh.

V praxi se při návrhu antény obvykle vychází z ověřené Yagiho antény pro jiné, kmitočtové blízké pásmo, která více méně splňuje požadované elektrické parametry. Pokud se její základní rozměry přepočítají v poměru původního a nového kmitočtu a zachová se shodná konstrukce, má nově navržená anténa stejné elektrické vlastnosti, jako anténa původní.

Do jaké míry se předpokládané nebo vypočtené parametry shodují se skutečnými lze pak ověřit jen měřením.

Jedná se především o měření a konečnou úpravu impedance (přizpůsobení), což je nezbytné zejména u úzkopásmových antén. Detailní mechanické uspořádání napájecích prvků a obvodů totiž nelze zcela přesně namodelovat, popř. realizovat podle výpočtu nebo přepočtu rozměrů, takže impedance může trochu „ujet“ z povolených tolerancí. Platí to zejména o anténách na pásma UHF.

Podobný postup byl použit u dále popisovaných sedmiprvkových antén pro pásma LPD a PMR.

Návrh antén 7Y446 a 7Y433

Pro obě pásma je navržena sedmiprvková anténa se ziskem 11,5 dB (obr. 10). Její rozměry jsou odvozeny z podobné, původně šestiprvkové antény podle Chenga [2].

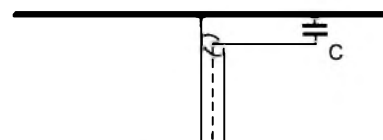
Jedná se o úzkopásmovou, $1,7 \cdot \lambda$ dlouhou Yagiho anténu, optimalizovanou pro maximální zisk s minimálním počtem prvků. Přidáním kompenzačního direktoru (tj. 7. prvku) se podařilo upravit nízkou impedanci původní šestiprvkové antény tak, aby bylo možné použít pro napájení a přizpůsobení antény bočnickového napájení (obr. 11) koaxiál-

ním kabelem 50 Ω bez zřetelného vlivu na optimalizované vlastnosti směrové. Ty jsou v podstatě určeny celkovým uspořádáním a rozměry direktorové řady, zatímco impedanci (přizpůsobení) ovlivňují především rozměry a napájení zářiče, včetně nejbližšího prvku, kterým je přidán kompenzační direktor.

Použité bočnickové napájení zjednodušuje konstrukci antény (obr. 13a). Napájený zářič je vetknut do ráhna stejně jako ostatní pasivní prvky. Při napájení koaxiálním kabelem není nutný symetrický člen, protože zářič se napájí také nesymetricky (jednostranně). Vnitřní vodič napáječe je připojen k zářiči jen na jeho jedné straně, vnější vodič (stínění) je uzemněn na ráhno antény u středu zářiče. Tuto úpravu známe též pod názvem přizpůsobení gama (gamma match). Jistou nevýhodou bočnickového napájení je poměrně kritické nastavení jeho sériové kapacity, která kompenzuje indukčnost bočnicku. Proto je bočnickové přizpůsobení zpravidla úzkopásmové. Použité řešení však nicméně umožňuje jednoznačné a reprodukovatelné nastavení bočnicku.

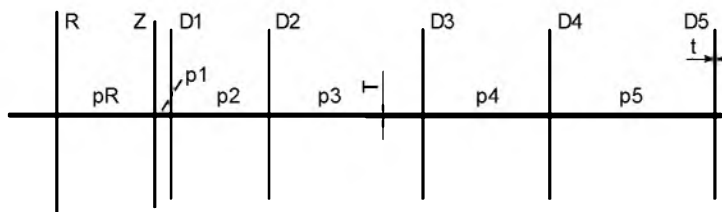
Navržená anténa se od originálu [2] liší tím, že všechny direktory mají navzájem shodnou délku. Optimalizované kolísání (perturbace) délek direktorů původní antény podle Chenga zvyšuje zisk antény již jen o několik desetin dB, proto byla anténa použitím shodně dlouhých direktorů zjednodušena. Rozhodující vliv na optimalizaci zisku totiž mají nerovnoměrné rozteče prvků, které byly zachovány.

Typickou vlastností Yagiho antény je rychlá degradace směrových parametrů nad optimálním (provozním) kmitočtem, pro který byla navržena. Směrem k nižším kmitočtům se tytéž parametry zhoršují zvolna. V našem případě je proto anténa pro pásmo LPD (433 MHz) nepoužitelná na pásmo PMR (446 MHz), na kterém má již obrácený diagram záření. Na druhé straně však anténa, navržena pro pásmo PMR, směřuje poměrně dobře i na nižším kmitočtu pásma LPD, i když s menším ziskem (obr. 17, obr. 18).



Obr. 11. Bočnickové napájení - schéma

Obr. 12.
Anténa Yagi
- uspořádání
a označení
rozměrů



Avšak vzhledem k úzkopásmovému charakteru napájecích vlastností (vyjádřených závislostí ČSV na kmitočtu na obr. 16) je nutné použít pro každé pásmo jinou anténu, i když jsou obě pásma od sebe vzdálena jen o 13 MHz.

Pokud by měly mít obě antény zcela shodné elektrické parametry, bylo by nutné, aby shodně označené rozměry obou antén podle tab. 2 odpovídaly poměru obou kmitočtů ($446/433 = 1,03$ resp. $433/446 = 0,97$). Ten však činí pouhých 3 %. Vzhledem k rozhodujícímu a kritickému vlivu délek pasivních prvků (zejména direktorů) na elektrické vlastnosti víceprvkové úzkopásmové Yagiho antény se proto obě antény od sebe liší právě jen délkou prvků.

Obě antény je tedy možné sestavit na stejné rozvrtané ráhno, tj. obě antény mají stejné rozteče, ale odlišnou délku prvků.

Zcela shodné jsou na obou pásmech i rozměry a uspořádání bočnicků. Průběhy impedancí obou antén jsou proto vzájemně posunuté (nekryjí se), ale na svých provozních kmitočtech zůstávají přizpůsobeny velmi dobře. Více napovídají impedanční křivky na Smithových diagramech na obr. 17.

Konstrukce antény

Náčrtek Yagiho antén 7Y433 pro pásmo LPD (433 MHz) a 7Y446 pro pásmo PMR (446 MHz) je na obr. 12. Základní rozměry antény (déšky a rozteče prvků podle obr. 12) pro obě pásma jsou v tab. 2. Délky a rozteče prvků byly zaokrouhleny na celé mm.

Rozměry obou antén se od sebe liší jen délkou prvků. Všechny ostatní rozměry včetně rozměrů bočnickového napájecího obvodu jsou na obou pásmech zcela shodné.

Hlavním konstrukčním prvkem antény je poměrně lehké ráhno ze slitiny hliníku (AlMg), které má profil obdélníkové trubky o vnějších rozměrech 12 x 18 mm se stěnou o tloušťce 1 mm. Minimální konstrukční délka 1280 mm počítá s umístěním stožárové příchytky na konci antény za reflektorem, což umožňuje změnu polarizace bez nepříznivého vlivu napáječe, resp. stožáru, na směrové vlastnosti při vertikální polarizaci antény.

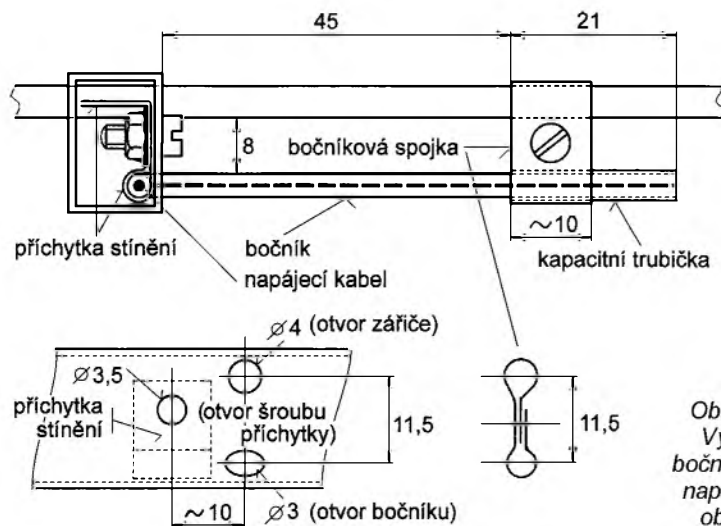
Anténu je možné bez změny délek prvků sestavit i na ráhnu se čtvercovým (popř. kruhovým profilem) o průměru do 10 až 12 mm.

Všech 7 prvků (rovněž ze slitiny AlMg) o průměru 4 mm (včetně zářiče) je jednoduše vetknuto přímo do ráhna těsně podél jeho kratší strany. Prvky jsou v ráhnu „zadrženy“ nebo „zadůlčikovány“. Tento způsob upevnění vyžaduje vyvrtat do ráhna velmi těsné díry, což je nutné předem vyzkoušet.

Zmíněných sedm oboustranných děr v ráhnu doplňují již jen dvě další jednostranné díry, určené pro bočnickový napájecí obvod zářiče (viz obr. 13a).

Jedna díra má průměr přibližně 3 mm a je určena pro bočnickové napájení zářiče. Touto dírou je provlečen vnitřní vodič (i s dielektrickou izolací) napájecího koaxiálního kabelu typu RG58 s pevnou (nikoli pěnovou) dielektrickou izolací. Vnitřní hranu díry zaoblíme kulatým jehlovým pilníkem, aby nebránila vývodu bočnickového vodiče.

Druhou dírou (o průměru asi 3,5 mm) je provlečen šroub M3 x 8 mm, který upevňuje a vodivě propojuje s ráhnem příchytka, která uvnitř ráhna svírá konec stínění (tj. vnější vodič) napájecího koaxiálního kabelu. Touto příchýtkou stínění je koaxiální kabel připevněn v ráhnu a zabezpečen proti vytažení.



Obr. 13a.
Výkres
bočnickového
napájecího
obvodu

Tab. 2. Základní rozměry Yagiho antén

Prvek nebo rozteč	Rozměr [mm] pro pásmo PMR 446 MHz	Rozměr [mm] pro pásmo LPD 433 MHz
R	320	330
pR	172	172
Z	310	320
p1	30	30
D1	288	300
p2	168	168
D2	288	300
p3	278	278
D3	288	300
p4	222	222
D4	288	300
p5	290	290
D5	288	300

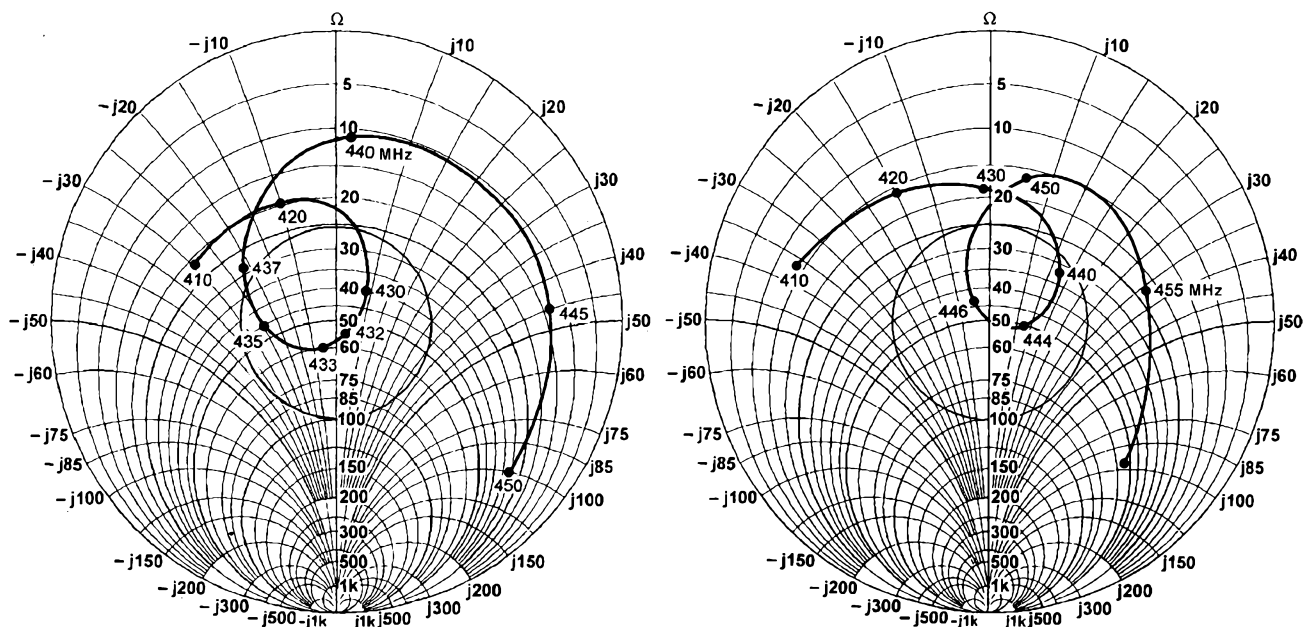
Na konec bočnicku, vyčnívajícího z ráhna v délce 66 mm, je těsně navlečena kapacitní kovová trubička o délce 21 mm, která je vodivě upevněna zkratovací bočnickovou spojkou (obr. 13a) k jedné polovině zářiče. Průměr dielektrické izolace kabelu RG58 je 2,95 mm, takže vyhovuje mosazná trubička o vnějším průměru 4 mm s tloušťkou stěny 0,5 mm, popř. tenká kovová fólie (alobal) navinutá přímo na dielektrickou izolaci. Mezi trubičkou a zářičem musí být dokonale a trvalý galvanický kontakt. Proto musí bočnicková spojka pevně obepínat obě spojené součásti. Použijí-li se vhodné materiály, lze tyto spoje spájet, což je optimální řešení.

Sestavení antény není obtížné. Dříve než do ráhna upevníme anténní prvky, protáhneme bočnickovou dírou a ráhnem pomocný ohebný vodič, který připájíme ke střednímu vodiči napájecího kabelu s již navlečenou příchýtkou zkráceného stínění. Tímto vodičem pak zezadu (od reflektoru) zatáhneme kabel do ráhna a prodloužený bočnickový vodič vytáhneme dírou ven. Navlečeme na něj kapacitní trubičku a teprve pak jej zkrátíme na doporučenou délku.

Upevňovacím šroubem příchytka stínění se pak musíme „strefit“ do matice M3 připájené k příchytce, abychom jím mohli upevnit kabel a uzemnit jeho stínění. Napomáhá tomu ohnutý konec příchytka, opírající se o protilehlou vnitřní boční stěnu ráhna (viz obr. 13a).



Obr. 13b. Realizovaný bočnickový
napájecí obvod zářiče



Obr. 14. Impedanční křivky Yagiho antén 7Y433 pro pásmo LPD (vlevo) a 7Y446 pro pásmo PMR (vpravo). Kružnice je ohraničena oblast, ve které je ČSV ≤ 2

Tab. 3. Parametry Yagiho antén 7Y446 pro pásmo PMR a 7Y433 pro pásmo LPD

Elektrické parametry	Anténa 7Y446	Anténa 7Y433
G_{dBd} - zisk proti dipólu $\lambda/2$	11,3 dBd	11,3 dBd
θ_{3E} - úhel záření v rovině prvků (E)	36 °	35 °
θ_{3H} - úhel záření v rovině kolmé na prvky (H)	39 °	38 °
$1.p.l_E$ - 1. postranní lalok v rovině E	-16,5 dB	-15,5 dB
$1.p.l_H$ - 1. postranní lalok v rovině H	-10,5 dB	-10 dB
ČZP - činitel zpětného příjmu	-10 dB	-10 dB
ČSV - činitel stojatých vln	< 1,2	< 1,2

Konec bočnickového vodiče s kapacitní trubičkou provlékneme bočnickovou spojkou navlečenou na zářič a dobře zajistíme ve vzdálenosti 45 mm od přilehlé vnější boční stěny ráhna.

Pohled na realizovaný bočnickový napájecí obvod je na obr. 13b.

Bude-li anténa trvale vystavena povětrnostním vlivům, zabezpečíme celé bočnickové napájení vhodným ochranným nátěrem.

Napájecí kabel může být veden bez přerušení až k radiostanici nebo zakončen kabelovým konektorem hned u antény. Prodlužovací kabel by pak měl být upevněn ke stožáru, aby svou vahou při provozu nenamáhal konektorový spoj.

Napájecí kabel můžeme vést k bočnicku také vně ráhna, těsně vedle něj. Je ovšem třeba, aby stínění kabelu bylo uzemněno na ráhno alespoň ve dvou bodech - co nejbliže u bočnicku (resp. u středu dipólu) a na konci ráhna. Rovina bočnicku pak může ležet v rovině prvků směrem k reflektoru. Tzn., že vodič bočnicku odbočí z ráhna ještě před zářičem a je pak veden ve vzdálenosti 8 mm podél zářiče v rovině prvků (na straně zářiče blíže k reflektoru). Rozměry přizpůsobovací smyčky se nijak nemění.

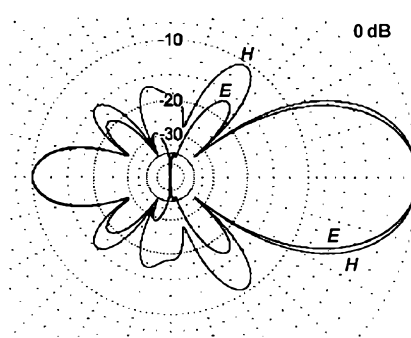
Dodržíme-li všechny délkové míry s přesností ±0,5 mm, budou antény vykazovat parametry podle tab. 3.

Uvedené hodnoty platí na jmenovitých kmitočtech 446 MHz a 433 MHz, prakticky však na všech kmitočtech poměrně úzkých pásem PMR a LPD.

Směrové vlastnosti obou antén jsou odvozeny z diagramů záření v obou rovinách (obr. 15). Diagramy byly vypočteny pomocí programu EZNEC. Měření prokazují, že se vypočtené směrové parametry velmi dobře shodují s reálnými.

Impedanční křivky (závislosti impedance na kmitočtu), naměřené na realizovaných anténách a vynesené do Smithova diagramu, jsou na obr. 14.

Průběh přizpůsobení (ČSV) každé antény v pásmu 420 až 455 MHz, zjištěný z impedančních křivek podle obr. 14,



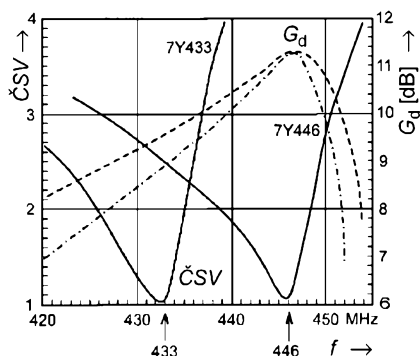
Obr. 15. Vyzařovací diagramy antén 7Y433 a 7Y446 v rovině prvků (E) a v rovině kolmé na prvky (H) jsou prakticky shodné

je znázorněn na obr. 16. Z obou průběhů je zřejmý úzkopásmový charakter bočnickového přizpůsobení v pásmech PMR i LPD.

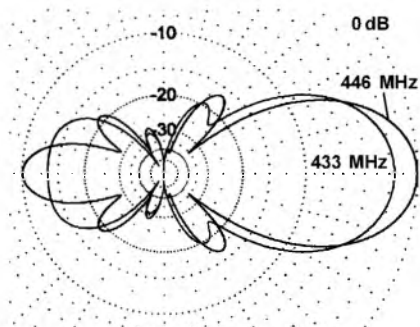
Do grafu na obr. 16 jsou zakresleny i průběhy směrového zisku (čárkovaně) a provozního zisku G_d (čerchovaně) antény 7Y446 proti půlvlnnému dipólu v pásmu 420 až 455 MHz. Průběh zisku antény 7Y433 je obdobný.

Směrový zisk (čárkovaný průběh) je vypočten ze směrových vlastností antény, tj. z diagramů záření v obou polarizačních rovinách. Platil by reálně v celém pásmu 420 až 455 MHz pouze za předpokladu, že by anténa byla na každém kmitočtu tohoto pásma dokonale přizpůsobena. V našem případě však platí jen na kmitočtech obou úzkých pásem PMR a LPD, na kterých je ČSV menší než 1,2.

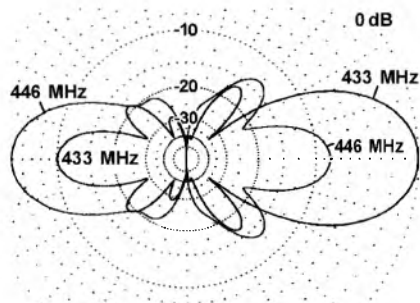
Na ostatních kmitočtech je zisk redukován ztrátami nepřizpůsobením, které jsou odvozeny ze znázorněného průběhu ČSV. Křivka provozního zisku (čerchovaná), která tyto ztráty zahrnuje, proto vystihuje skutečný energetický přínos směrové antény, pokud by byla použita v celém měřeném pásmu.



Obr. 16. Přizpůsobení (ČSV) a zisk (G_d) antén 7Y433 a 7Y446 v pásmu 420 až 455 MHz



Obr. 17. Směrový diagram antény 7Y446. Má přijatelný tvar i v pásmu LPD (433 MHz)



Obr. 18. Směrový diagram antény 7Y433. V pásmu PMR (446 MHz) je nevyhovující, resp. „obrácený“

Podobné průběhy obou zisků má i anténa 7Y433, maximum průběhů je však posunuto na kmitočet 433 MHz (kvůli přehlednosti nejsou tyto průběhy do obr. 18 zakresleny).

Je vidět, že jak z hlediska přizpůsobení, tak i zisku je anténa 7Y433 v pásmu PMR nepoužitelná, zatímco anténu 7Y466 lze použít i na nižších kmitočtech pásma LPD, byť s poněkud horším přizpůsobením (CSV = 2,5).

Pro Yagiho antény je totiž typické, že se nad optimálním kmitočtem jejich směrové i impedanční vlastnosti zhoršují velmi rychle, zatímco směrem k nižším kmitočtům je zhoršování vlastností pozvolné.

Takže v pásmu PMR by byla použitelná i Yagiho anténa pro nejnižší kanály TV UHF pásma (470 MHz), ale nikoliv Yagiho anténa pro amatérské pásmo 432 až 435 MHz.

Je to ostatně zřejmé i ze směrových diagramů obou antén na obr. 17 a obr. 18. Anténa 7Y446 má i v pásmu LPD (resp. na kmitočtu 433 MHz) přijatelný směrový diagram, zatímco diagram antény 7Y433 je v pásmu PMR již „obrácený“.

Výměnná šroubovicová anténa

Pro různé experimenty a vzájemná porovnávání lze použít také šroubovicovou anténu, kterou s mírnými úpravami zhotovíme podle původní integrované antény.

Novou šroubovicovou anténu upevníme do krimpovacího konektoru (vidli-



Obr. 19. Výměnná šroubovicová anténa. Vlevo bez krytu, vpravo v krytu z popisovače Centro-fix 1710

ce) BNC (obr.19) a chráníme plastovým krytem.

Původní anténa (obr. 2) má 13,3 závitů ocelového drátu o průměru 0,8 mm navinutého na průměru 5,5 mm v délce 66 mm + 4 mm přívod k pájecímu bodu na základní desce. Je těsně zasunuta do ochranné, poněkud kuželovité plastové trubky (s vnitřním průměrem 8 mm a vnějším průměrem 15 mm u paty a 10 mm na konci), která posunuje její rezonanční kmitočet na 425 MHz. Bez tohoto krytu rezonuje až na 475 MHz (měřeno u jediného vzorku).

Protože původní plastovou trubku již nelze použít, byla nová anténa volně zasunuta do plastového krytu z popisovače, který byl k dispozici (Centro-fix 1710).

Nová anténa má 11,5 závitů měděného postříbeného vodiče o průměru 1 mm navinutého na průměru 5,5 mm v délce 65 mm + 5 mm přívod k ústí krimpovací příruby + 10 mm uvnitř konektoru BNC.

Rezonance antény byla nastavena dříve popsáním způsobem a kontrolována analyzátozem MFJ 269. Rozdíly mezi původní a výměnnou šroubovicovou anténou jsou způsobeny jiným upevněním a novým plastovým krytem.

„Decibelové“ zhodnocení

Do jaké míry se předpokládané vlastnosti navržených antén projeví v praktickém provozu, to mělo prokázat měření úrovně přijímaných signálů měrným přijímačem (typu ESU od firmy Rohde & Schwarz) v pásmu LPD.

Tab. 4. Porovnání relativního zisku popisovaných antén pro pásmo LPD

Anténa	Relativní zisk
1 - původní integrovaná anténa	0 dB
2 - výměnná šroubovicová anténa 65 mm	+1 dB
3 - anténa unipól $\lambda/4$	+2 dB
4 - anténa GP	+4 dB
5 - anténa Yagi 7Y433	+15 dB

K upravené radiostanici byly postupně a opakovaně připojovány všechny antény a na měřicím přijímači byly zjišťovány údaje o síle signálu v dB. Měřicí přijímač byl opatřen směrovou anténou se ziskem 6 dBd. Měřicí i měřená anténa (resp. stanice PMR/LPD) se nacházely ve volném prostoru ve vzájemné vzdálenosti $10 \cdot \lambda$ (7 m).

Výsledky vzájemného porovnávání antén (relativní zisky) jsou shrnuty v tab. 4. Vztahné hodnotě 0 dB odpovídal signál z neupravené radiostanice s původní integrovanou šroubovicovou anténou.

Rozdíly (v dB) mezi anténami odpovídají rozdílu v jejich zisku jen u antén 4 a 5. Zisk antény 7Y433 je skutečně o 11 dB vyšší než zisk antény GP. Přibližně shodný zisk s anténou GP by měla mít i anténa 3, pokud by její funkční součásti (protiváhou) nebylo nelaďené a dalšími ztrátami zatížené pouzdro radiostanice.

Nicméně i tak jsou zjištěné údaje poučné. Rozdíly mezi anténami 1 a 3 totiž charakterizují rozdíly v jejich účinnosti, ovlivněné materiálem, uspořádáním a zkrácením typické čtvrtvlnné antény na přenosné stanici.

Nakonec je možné konstatovat, že útlum trasy mezi dvojicí stanic oboustranně vybavených anténami 7Y433 nebo 7Y446 by se mohl snížit až o 30 dB, což by mohlo výrazně ovlivnit dosah přímé radiokomunikace.

Při běžném provozu se však v pásmu PMR s dálkovou komunikací nepočítá, jak je to ostatně uváděno i ve všech manuálech ke stanicím tohoto druhu.

Berme tedy předchozí informace také jako podnět a inspiraci ke spolehlivější radiokomunikaci s ručními radiostanicemi i na jiných UHF pásmech, popř. jen jako příspěvek k objasnění základních principů činnosti nejužívanějších antén.

Závěrem děkuji firmě DD - AMTEK za zapůjčení analyzátoru SWR typu MFJ 269.

Literatura

[1] Macoun, J.: Šroubovicové antény pro přenosné a mobilní radiostanice. KE 3/2002 nebo CD ROM Obsahy časopisů PE, AR, KE a Electus za rok 2002.

[2] Chen, C. A.; Cheng, D. K.: Optimum Element Lengths for Yagi-Uda Arrays. IEEE Trans., AP-23, Jan. 1975.

[3] Chen, C. A.; Cheng, D. K.: Optimum Element Spacings for Yagi-Uda Arrays. IEEE Trans., AP-21, Sept. 1973.

[P1] Beezley, B. (K6TSI): „YO“ Yagi Optimizer a „YA“ Yagi Analyzer. San Marcos, CA 92069, USA.

[P2] Lewallen, R. (W7EL): „EZNEC“ 4.0. Beaverton, OR 97007, USA.

[P3] Beezley, B. (K6TSI): „NEC/Yagi 2.5“. San Marcos, CA 92069, USA.