

## IC756PROII a IC7400 z rychlíku...

Jaroslav Erben, OK1AYY, ok1ayy@volny.cz

**Nemusíte se moc smát, název není míněn zcela doslova a pochopitelnou zvědavost jsem neukájel jen pohledem na lákavě vyhlížející bedničky z okna letičího expresu. Možnost si se zařízením aspoň trochu pohlížet ale byla časově opravdu velmi omezená a dojmy jsou jen útržkovité. Aby člověk dokázal do obsluhy zařízení těchto typů a koncepce dokonale proniknout, projít celý manuál a jednotlivé funkce odpovědně vyzkoušet v dlouhodobějším provozu za různých podmínek a situací a udělat si na ně seriózní názor, potřebuje měsíce; z časového hlediska si proto myslím, že i velmi kusé a subjektivní informace a dojmy mohou být pro hlubší zájemce užitečné, i když při jejich formulaci jsem byl zcela jistě nejvíce ovlivněn chvatem a vymezeným časem, po který jsem měl zařízení k dispozici. Vlastnosti jsem v některých parametrech porovnával s IC728 a IC775DSP, u IC7400 s IC756PRO II.**

### IC756PROII

#### CW

DSP filtr 80 Hz v IC775DSP má asi stejně strmé boky jako DSP filtr IC756PPROII. Ale poslech na filtr 80 Hz v IC775DSP je mizerný, zhoršuje se čitelnost CW a filtr je použitelný jen málokdy. U IC756PROII je při filtru 50 Hz telegrafie stále dokonale čitelná, možná i o kousek více, než u mého klasického nízkofrekvenčního LC filtru šířky 65 Hz. Proti předcházející IC756PRO má IC756PROII nastavitelnou strmost boků křivky mf selektivity: SHARP - strmé boky a SOFT - méně strmé boky. Pro dobrý poslech CW se mi jednoznačně jeví lepší nastavení SOFT.

#### SSB

Poslech SSB je u IC756PROII téměř dokonalý, bez zkreslení; již téměř nelze rozeznat, že se jedná o TCVR bez filtrů, jen s DSP zpracováním signálu. NR - Noise Reduktion u IC756PROII je výrazně lepší, než u dražší IC775DSP, kde zapnutím NR znatelněji utrpí kvalita audio signálu. Zapnutí automatického notch filtru se u IC756PROII na kvalitě audio signálu neprojeví, zatímco u IC775DSP je to za určitých příjmových podmínek negativně znát. Kupodivu i u IC756PROII funguje automatický notch filtr tak, že při poslechu SSB stanic síly asi S7 se vygumuje nejen nežádoucí zázněj síly S9+40dB, ale zmizí i žádaný SSB signál. Musí se proto, stejně jako u IC775DSP, zapnout ruční notch filtr, který při silných záznějích zachová čitelný i slabý SSB signál. Nastanou-li, jak u IC775DSP, tak u IC756PROII, určité příjmové podmínky se šumem a QRN, automatický notch filtr si slabších záznějů buď nevšimá, nebo je potlačí jen málo a máme pocit, jako by Auto notch nefungoval. I když nejsem zastáncem DSP TCVRů, musím uznat, že DSP u IC756PROII funguje téměř dokonale. Rozdíl bych přirovnal k poslechu dobrých vinylových LP na kvalitním gramofonu, kde slyšíme třeba i atmosféru v koncertním sále (IC775), což je u CD většinou odpreparováno a tak CD působí sterilním dojmem (IC756PROII). Podobně u klasické - plně a taky draho - ofiltrované IC775DSP je audio poslech v HiFi kvalitě. Hlasy zní tak, je známe z reálu. U IC756PROII rovněž poznáme stanici podle hlasu i bez volačky, audio je naprosto čisté a nezkraslené, ale jednotlivé modulace jsou si více podobné a některé hlasy se od reálu liší více. Obvyklá zábava, tedy posuzování mikrofonů a modulace protistanic na IC756PROII je proto trochu obtížnější. Na druhé straně jakési větší „zestejnění audia“ na IC756PROII se jistě pozitivně projeví v SSB závodech.

#### Obsluha

IC775DSP má téměř na vše svůj vlastní knoflíček nebo tlačítko. Domníval jsem se tedy, že obsluha vyhoví i blbcům. Nakonec mi trvalo půl roku, než jsem si na IC775DSP zvykl, a to ještě po jistých úpravách. I když jsem odpůrce toho, aby kdejaké tlačítko mělo několik funkcí a TCVR měl nějaké šílené a pro mě nepochopitelné ovládaní přes menu, musím konstatovat, že jsem většinu funkcí u IC756PROII pochopil a zvládl téměř ihned. Proti IC775DSP s klasickými filtry je u IC756PROII jednoduché a na displeji výborně zobrazené přepínání jedním tlačítkem tří uživatelem přednastavených filtrů, a to jak šířkou pásma, Sharp/Soft boky, tak posazením vůči nosné (pomocí TWIN PBT), a to pro každý mód zvlášť. IC775DSP svým klasickým provedením TWIN PBT vyžaduje při změně módu nebo jiné kombinaci filtrů zpravidla sáhnout na potenciometrii TWIN PBT. Jednoduše řečeno - rychlá obsluha a optimální nastavitelnost filtru je u IC756PROII proti IC775DSP skutečně fantastická. (Aby se neurazila IC728, musím ji aspoň pochválit za to, že ve vfo A může být CW a ve vfo B SSB. To u IC775DSP ani IC756PROII nejde a musíme to řešit jinak.)

#### Spotřeba

U IC775DSP mě trápila spotřeba při příjmu, která je podle manuálu 140-150 VA. Změřil jsem proto při příjmu spotřebu uvedených TCVRů. U IC728 a IC756PROII je spotřeba včetně externího klasického zdroje 13,8 V s vlastní spotřebou naprázdno 15 W. IC775DSP má vlastní vestavěný spínací zdroj. IC728 - 33 W, IC775DSP - 60 W, IC756PROII - 80 W. Potěšitelné u IC775DSP je, že nežere tolik, kolik by se zdálo z manuálu, u IC756PROII se musíme smířit s tím, že dobré DSP si vyžádá nějaký ten watt navíc.

#### Provoz - Test Aktivity 160 m 11. 2. 2002

byl příležitostí porovnat poslech v extrémních podmínkách. OK1FPS 599+60dB, OK1DAM 599+70dB. Jel jsem s IC756PROII s šířkou pásma 1 kHz/SOFT v kategorii QRP 4 W. Jak IC756PROII, tak IC775DSP má výkon nastavitelný od 1,5 W (nevšiml jsem si, co je napsáno v manuálu). Nemohl jsem přepínat jednotlivé TCVRy a tak následující hodnocení může být trochu subjektivní:

IC728 - telegrafní signály +60 a +70 dB zvládá bez problémů, žádné dýchání AVC jako u TCVRu jen s jedním hlavním filtrem v signálové cestě, třeba TS140, TS570, FT840, Alinco DX77, IC706, IC725 apod. Více parazitních příjmů a nečistot od OK1FPS a OK1DAM, ale ještě v únosné míře. I s jedním filtrem 250 Hz není

problém dostatečně se přiblížit k místním párám a přečíst slabé stanice. 98 % závodu je bez filtru jen se staženou šířkou pásma pomocí PBT na 1 kHz/20 dB.

IC756PROII - telegrafní signály +60 a +70 dB zvládá bez problémů, žádné dýchání AVC u extrémně silných stanic OK1FPS a OK1DAM. 98 % závodu s šířkou pásma 1 kHz/SOFT a výjimečně zapnutý filtr 150 Hz/SOFT. Při velkém přiblížení k místním párám, kdy stanice ještě není slyšet, začíná tcvr dýchat a je znát, že téměř dokonalé DSP přece jen začíná mít starosti, objevují se mírné nečistoty a klapání v poslechu. Přepnutím na strmé boky SHARP se poslech ještě trochu zhorší. Ale i tak je přibližitelnost k extrémně tlustým stanicím lepší, než u klasické a dnes téměř historické IC728 s jedním filtrem 250 Hz. Rovněž parazitních příjmů a nečistot od OK1DAM a OK1FPS je mnohem méně, než u IC728.

IC775DSP - telegrafní signály +60 a +70dB zvládá bez problémů, žádné dýchání AVC u extrémně silných stanic OK1FPS a OK1DAM. 98 % závodu s šířkou pásma 1 kHz/6 dB nastavenou TWIN PBT. Ovšem za skřípění zubů, že na CW nelze zapnout SSB filtry 1,9/1,9 kHz, ale jen filtry 2,4/2,8 kHz. Ale při použití CW/R a poloze spodního knoflíku PBT 7 hodin a poloze vrchního knoflíku PBT 12 hodin to i tak ve vnitrostátních závodech zcela vyhovuje a filtr 500 Hz/455 kHz zapnu tak jednou za závod. Velmi čistý poslech, téměř bez parazitních příjmů a nečistot od OK1FPS a OK1DAM. Při zapnutí obou krystalových filtrů 250 Hz nejlepší přibližitelnost k místním párám a největší šance na přečtení slabých signálů.

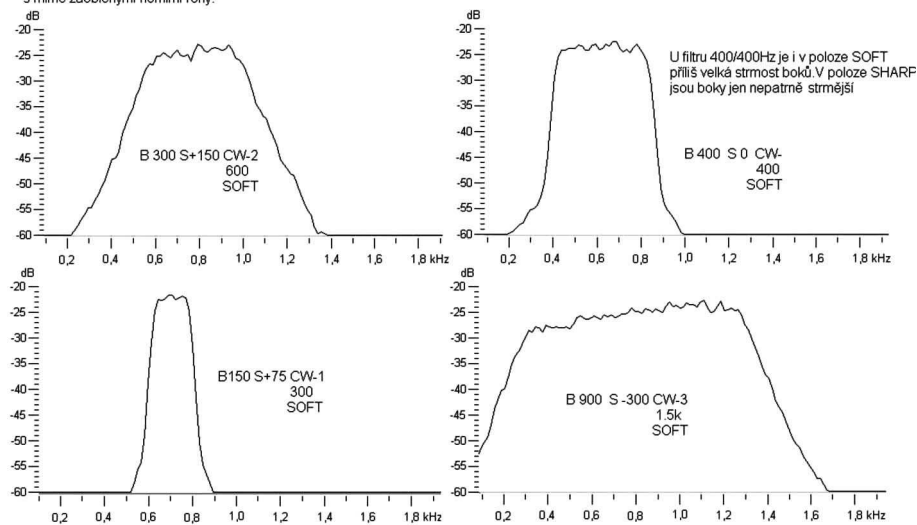
#### Jak vám hraje COUNTRY RADIO 1062 kHz?

Mám to štěstí, že asi 5 km ode mne je na Baních Country Radio 1062 kHz a řeka Vltava, která je mezi námi, ještě signál mohutně posiluje. Na zátěži 50 ohmů dává Country 1 V, to je 20 mW. Jenomže vstupní impedance TCVRu při příjmu 50 ohmů je jen zbožné přání výrobců a tak na anténě TCVRu jsou asi 2 až 3 V. A tak mnohé TCVRy hrají u mne asi od 10 MHz do 30 MHz Country Radio v síle S9+30 dB. Zkušební anténa byla jednodrátově napájena Windomka 42,5 m, naladěná L článkem na 3,75 MHz. Aby v mém QTH nehrálo Country Radio po celých KV, musí být u:

- IC706 - vypnutý předzesilovač, zapnutý útlum 20 dB
- IC718 - vypnutý předzesilovač, zapnutý útlum 20 dB
- IC728 - i při zapnutém předzesilovači a vypnutém útlumu 20 dB je vše v pořádku
- IC775 - vypnutý předzesilovač, zapnutý útlum 18 dB (při zapnutém ATU je vše v pořádku i při zapnutém předzesilovači a vypnutí ATT)
- IC775DSP - nepomůže ani vypnutí předzesilovač, ani útlum 18 dB (při zapnutém ATU je vše v pořádku i při zapnutí předzesilovačů a vypnutí ATT)
- IC756PROII - poslech je naprosto čistý i při vypnutí útlumu a zapnutí obou předzesilovačů, a to i při vypnutém ATU.

I když nerad, musím přiznat, že IC756PROII s keramickými filtry 15 kHz na 64 MHz a 455 kHz a získáním veškeré selektivity až v 32bitovém DSP procesoru na 36 kHz je svými poslechovými vlastnostmi překvapivě dobrý a pohodlný, srozumitelnost a pohotovost obsluhy snad tím nejlepším, co lze dnes koupit. Za 24 hodin, co jsem měl IC756PROII zapůjčenou, se skutečně podrobněji posouzení udělat nedá.

IC7400 - optimální přednastavení CW filtrů na ucho OK1AYY. 21.4.2002  
S posazením filtrů vůči nosné je potřeba si ještě pohrát. CW PITCH 13 - 14 hodin  
Zubatá křivka je způsobena měřením spektra šumu na výstupu pro sluchátka  
Rovnější boky křivky pokračují plynuce dolů. Skutečnost je hladký lichoběžník  
s mírně zaoblenými horními rohy.



Obr. 1. Jedno z možných nastavení CW filtrů

## IC7400

Můj první dojem z IC7400 byl negativně ovlivněn poslechem na IC756PRO II. Domníval jsem se, že 32bitový DSP na 36 kHz bude stejně dobré, jako u IC756PRO II, ale patrně tomu tak není. Očekával jsem tedy podobný přínos zakulacení a menší strmosti DSP filtru SOFT jako u 756PRO II. Ale u IC7400 není celkem žádný rozdíl mezi ostrou charakteristikou SHARP se strmými boky a naprosto plochou horní částí křivky propustnosti a jemnější SOFT s méně strmými boky a nepatrným zakulacením horní části křivky. Můj první dojem byl, jako bych poslouchal na mizerné počítačové bedýnky s dírou mezi 600 až 900 Hz, kde obvykle posloucháme telegrafní signály. Když jsem se podíval na křivky propustnosti má DSP filtru při šířkách pásma 150, 500 a 1,2 kHz, což je podle mě asi optimální přednastavení CW filtru, samozřejmě žádná díra se nekonalala. Jde tedy o můj zvyk poslouchat na klasické, zpravidla více zakulacené CW filtry. Druhý den jsem si již zvykl a neexistující díru na charakteristice jsem přestal vnímat. Horní část charakteristiky má DSP filtru v poloze SHARP je natolik plochá a rovná, až člověka zamrazí. Pro informaci si ale připomeňme, že optimální ní charakteristika pro přenos řeči z hlučného prostředí se uvádí s poklesem 6 dB/oktávu od 800 Hz níže a od 800 Hz asi do 3,5 kHz se vzestupem 3 dB/oktávu. Ideálně plochá horní část křivky propustnosti pro SSB, AM, FM tedy vůbec nemusí být ideální. Samozřejmě to platí nejen pro IC7400, ale i pro všechny ostatní TCVRy. Laborace na toto téma můžeme zkusit v externí části. Nastavitelnost šířky pásma je pro CW, SSB, DIGI, RTTY od 50 Hz do 3,6 kHz, pro AM 6 kHz, FM 15 kHz. Jak v poloze SHARP, tak SOFT a šířkách pásma pod 500 Hz je na hraně nižšího boku větší zkraslení CW signálu - nebo dejme tomu CW zni nezvykle; pokud jsme ale naladění doprostřed filtru, CW zní přirozeně. I když rozdíl strmostí boků křivek propustnosti jak SOFT, tak SHARP není téměř slyšet ani vidět, poloha SHARP na CW znatelně více zdůrazňuje QRN, ale je zajímavé, že klapání blízkých CW stanic je jak u SHARP, tak SOFT téměř stejné. SSB signály jsou slyšet bez zkraslení a věrně. Digitální zvuk na SSB nevnímám, ovšem na CW je pro mě, jako zarytého

zastávce klasických TCVRů, digitální zvuk na bocích křivek propustnosti nepřijemný. Pokud ale naladíme CW signál doprostřed filtru, je poslech dobrý a přirozený, jako u klasických TCVRů. Ovšem kvalita poslechu s 32bitovým DSP u IC7400 dle mého názoru trochu pokulhává za téměř přirozeným poslechem též s 32bitovým DSP IC756PRO II. Jako DSP laik si to vysvětluji tak, že u podstatně levnější IC7400 musel výrobce něco u měle zhoršit, aby IC7400 nebyla zase až tak dobrá v porovnání s dražší IC756PRO II.

Další den nalézám funkci imitující posouvání dvou filtrů pomocí TWIN PBT, podobně jako u klasických TCVRů. Pokud nastavíme základní šířku pásma asi dvojnásobnou a pak ji stáhneme TWIN PBT na polovinu, CW filtry krásně zakulatíme a hlavně zmírníme příliš velkou strmost boků. Vše samozřejmě v poloze SOFT. Na obrázku 1 jsem zachytil nastavení CW filtrů, které lahodí mému uchu. CW signály jsou během ladění stále čisté, žádné klapání na bocích, prostě pohádková telegrafie. Samozřejmě s nastavením a posazením CW filtrů vůči nosné je si třeba ještě dále pohrát. U IC756PRO II je sice poloha SOFT proti IC7400 téměř dokonalá, ovšem taková fantastická a v provozu nutná možnost snížení strmosti boků, kterou má IC7400, u IC756PRO II prostě není (nebo jsem si jí nevšiml). Suma sumárum příliš strmé boky a plochá horní část křivky a - nedej Bože - ještě mírné prosedlání, byť třeba jen 2 dB, je pro CW katastrofou. Naštěstí se žádná katastrofa u IC7400 nekoná. A můj negativní defenzivní postoj vůči IC7400 je rázem pryč. CW filtry lze nastavit tak, že poslech je zrovna tak krásný, jako u velmi dobrých analogových klasických TCVRů, a co víc, IC7400 je tím pádem špičkou v našich vnitrostátních závodech KVPA, TA, OKOMCW, OMAC, Holický pohár, Plzeňský pohár, VRK apod. Sebelepší klasický TCVR zpravidla není možno nastavit na potřebnou základní šířku pásma asi 1 kHz, při které odjedeme 90 % závodu. Obvyklý filtr 500 Hz u analogových TCVRů je pro většinu času našeho závodu příliš úzký, ale v určitých podmínkách naopak široký a potřebujeme zapnout 250 Hz. I filtry plně osazená IC775DSP je možností volby má šířek pásma pro CW jen slabým odvarem toho, co umožňuje IC7400.

Na obrázku 2 jsou nastavení SSB filtrů, která se mi zdají nejlepší. Ale i tady platí, že optimální nastavení,

kteří uchu nejlépe lahodí večer, je ráno zcela špatné. Konkrétně večer optimální S -100 se ráno změní na S +50. Diskutabilní asi bude nastavení SSB filtru SOFT, kdy se mi zdá modulace přirozenější, nebo SHARP, kdy je modulace výraznější a čitelnější. Neumím říci, zda je to způsobeno zakulacenou nebo plochou horní částí křivky propustnosti, či jiným digitálním zpracováním signálu. Prostě a jednoduše 3 libovolně nastavitelné CW filtry, u kterých lze snížit nesmyslně velkou strmost boků, 3 libovolně nastavitelné SSB filtry, kde si naopak můžeme navolit velmi strmé boky SHARP, 6 kHz pro AM, 15 kHz pro FM a operativní zapnutí potřebného filtru je vlastnost, kterou nám neposkytne žádný analogový TCVR, byť sebedražší. Abych nebyl žalován firmou ICOM, připomínám, že na obrázcích jsou má šířky pásma viděny z šumu na sluchátkovém výstupu IC7400 přes ní zvukovou kartu. Tedy zubatost křivek si musíme odmyslet, ani boky se ve skutečnosti nerozšiřují již asi pro potlačení 40 dB. Snad jsou ale lepší mizerné obrázky, než žádné.

## Noise Reduktion

Funkce NR zapnutá při SSB se kvalitativně blíží IC756PRO II a kazí modulaci jen mírně. Nejhorší NR je na nejdražší IC775DSP. Ovšem když mě Pavel OK1FPS sdělil, že NR na mé IC775DSP je ještě horší než na IC746, naštal jsem se a po čtyřech měsících jsem zjistil, že jsem měl v menu NR špatně nastavené. A tak účinek NR u IC775DSP není o moc horší než u IC7400 a IC756PROII. Jen ta zhoršená modulace! U CW jak u IC7400, IC756PROII, tak IC775DSP není přínos NR příliš výrazný. Mírné snížení šumu a QRN je do jisté míry degradováno trochu horší čitelností CW značek. Využití NR závisí na příjmových podmínkách. Na druhé straně NR potlačí klapání a kliky od blízkých stanic. Podobně pokud si u SSB zvykneme na ne zcela věrnou modulaci při zapnutém NR, může být delší poslech s potlačeným šumem a QRN méně únavný. Téměř nečitelný SSB signál na úrovni šumu se zapnutím NR zpravidla stane čitelným. Ale i tady záleží na podmínkách příjmu.

## Ovladatelnost

Méně knoflíků a tlačítek znamená více funkcí na jeden ovládací prvek. Proti IC756PRO II, kde jsem byl obsluhou nadšen a zvládl ji za půl dne, jsem u IC7400 po dvou dnech ještě zmatený a bloudím mezi tlačítky a nápisy na displeji. Příkladkem je tlačítko TS, kde je nejen přepínání kroku ladění 1 Hz/10 Hz/více, ale i ono „více“ nastavitelné na 0,1-1-5-9-10-12,5-20-25 kHz. Kdy a jak dlouho přidržet tlačítko TS je pro mě matoucí. Pokud chci rychle přepnout krok ladění, zpravidla spadnu do nastavení 0,1 až 25 kHz. Obvyklým opakovaným žertíkem u nových ICOMů je tlačítko CLEAR pro vynulování obsahu RITu, které musíme podržet asi 1 sekundu, aby se RIT vynuloval. Jenomže sekunda je dlouhá doba a tak je rychlejší zatočit zpět knoflíkem RITu. Poněkud neoperativní je i přepínání předzesilovačů 1 a 2 a atenuátoru jedním tlačítkem P.AMP/ATT, kdy pro zapnutí ATT musíme tlačítko podržet asi sekundu. Trochu nešťastný je i malý knoflíček CW PITCH, který patrně nikde na displeji neukazuje, jaké je jeho nastavení. A tak posazením má filtru pomocí TWIN PBT můžeme dojít k falešnému nastavení telegrafie, kdy nejsme QZF - můžeme tedy omylem poslouchat třeba o 100 Hz jinde, než vysíláme. Prostě s TWIN PBT a CW PITCH je nutné si trochu pohrát a to může začínajícími

amatérům dělat potíže. Ostatní ovládní je ovšem obtížné asi jen pro mě. Obvyčejně malé dítě zvyklé na soudobé digitální přístroje jej zvládne jistě bez problémů.

## Notch filtry

Klasický ruční notch filtr na mf 455 kHz u IC775DSP ladí čistě, což je ale jen zdánlivá přednost. U IC7400 nebo IC756PROII při otáčení knoflíku NOTCH slyšíme sice digitální šumy, ty nás ale výborně navedou na nežádoucí zázněj. Jak je obvyklé i u IC756PRO a PRO II, automatický notch filtr funguje, jako by byl až za AGC, extrémně silně zázněj se sice vyklíčí, ale vygumuje se nebo silně potlačí i žádaný SSB signál. Ruční notch filtr je jako by před AGC, vyklíčíme sice jen jeden zázněj, ale dokonale, bez gumování žádaného SSB signálu. V manuálu je k tomu poznámka, kterou jsem neprozkoumal a nijak neověřil. Je tedy možné, že IC7400 bude mít proti IC756PRO II kolem notch filtru nějaké nové vlastnosti. V každém případě musím v IC7400 pochválit rychlou funkci automatického notch filtru při vyklíčování CW signálu - funguje bez obvyklého bušení začátků značek, známého u laciných TCVRů, ale i u drahé IC775DSP s předpotopným DSP filtrem na 10,5 kHz.

## Spotřeba

Při současné obvyklé sazbě 3,46 Kč/kWh je zajímavá i spotřeba. Proud při příjmu je 2,2 A, zatímco u klasické IC746 byl 1,8 A. Zvýšení není tedy dramatické. Jenže nějakou spotřebu má i zdroj. S mým externím klasickým zdrojem je spotřeba při příjmu 48 W. Spotřeba včetně zdroje při výkonu 100 W na umělé zátěži: 1,8 MHz - 430 W, 7 MHz - 420 W, 28 MHz - 470 W. Spotřebu můžete porovnat s jinými TCVRy v recenzi IC756PRO II (viz výše).

## Odolnost proti blízkému Country Radiu 1062 kHz

Pokud není zapnutý attenuátor a ATU, hraje Country Radio asi od 10 MHz do 30 MHz silou S4. Při zapnutí ATU je vše v pořádku. Bližší podmínky a porovnání s jinými TCVRy viz výše v recenzi IC756PRO II.

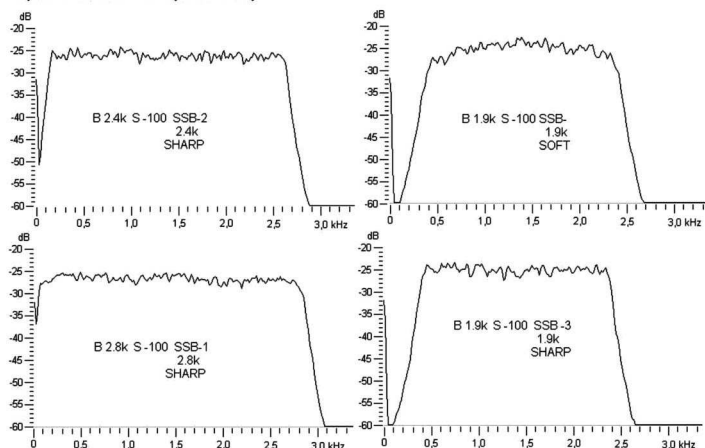
## Výstupní výkon

je skutečně od 1,8 do 28 MHz rovných 100 W a při přechodu z pásma na pásmo se nemění. IC7400 se tedy výborně hodí ke kontrole SWR/PWR metrů, zda na všech pásmech ukazují stejný výkon. Vyššími pásmy 50 a 144 MHz jsem se nezabýval.

## Výhoda IC7400 proti klasické IC746

Výhodu vidím v přednastavení 3 filtrů pro CW a 3 filtrů pro SSB, a to nejen šířkou pásma, zaoblením a strmostí boků, ale i posazením vůči nosné dle našeho vkusu a přání a hlavně jejich operativním přepínáním jedním tlačítkem. To jsou možnosti, na které nemáme šanci ani u filtry plně osazené předcházející IC746. Na druhé straně nahrazovat tak vybavenou IC746 za IC7400 by

IC7400 - Optimální přednastavení filtrů SSB na ucho OK1AYY 21.4.2002  
Není velký rozdíl mezi SHARP a SOFT. Slabé SSB signály jsou podle podmínek a našeho ucha někdy čitelnější v poloze SOFT jindy SHARP  
Zubatost je způsobena měřením spektra šumu na výstupu pro sluchátka. Rovněž boky pokračují ve skutečnosti dále dolů. Křivka je ve skutečnosti čistý lichoběžník s mírně zaoblenými horními rohy



Obr. 2. Jedno z možných nastavení SSB filtrů

byl krok, kterým si moc nepomůžeme. Ovšem výměna IC725, IC735, IC706, IC718 za IC7400 je velký inovační skok.

## Audio

Kvalita audia z interního reproduktoru je pro mě nezajímavá, neboť k TCVRům vždy používám externí nf díl. Většina amatérů ale asi na interní reproduktor poslouchá. Měl jsem možnost poslechu na repráky-křapláčky u IC706, IC718, IC728, IC756PROII a IC775DSP; ovšem jedině u IC7400 je poslech audia na interní reproduktorek téměř HiFi. To oceníme zejména při posuzování modulace protistanice.

## Odolnost

Bohužel jsem neměl možnost s IC7400 odjet nějaký závod osazený místními stanicemi S9+50 až 70 dB. 22. 4. 2002 ráno jsem poslouchal SSB signál Zbyňka OK1AZZ na 3,7 MHz při síle 59+70 dB. S IC775DSP lze pracovat při této síle již asi 6 kHz od kmitočtu, u IC7400 asi 8 kHz. To vůbec není špatné. Rovněž při signálu PSK31 síly S9+60 dB je při CW filtru 300/600 Hz ve vzdálenosti 1 kHz naprosto čistý příjem - viz obr. 1. Z toho plyne, že stopband má DSP filtru je rozhodně větší než 120 dB. Podle toho ale vůbec nelze usuzovat, jak se bude chovat IC7400 v nějakém velkém světovém závodě s množstvím silných stanic v rámci filtrů 20 kHz na mf 69 MHz a 455 kHz. Selektivita se přece jen získává o jedno směšování později, než u analogových TCVRů. Na druhé straně druhý a třetí směšovač je odolný a dvojité vyvážení a vhodnou volbou úrovní signálu se tento hypotetický konstrukční nedostatek nemusí projevit. Rovněž vůbec nelze odhadnout, jak v extrémních závodních podmínkách zvládne DSP na 36 kHz šílené množství signálů v rámci šířky pásma předcházejících filtrů 20 kHz. Je nutno počkat, až noví majitelé IC7400 odjedou CQWW Contest a podají nějaké reference. Na laboratorní měření nevěřím. Bohužel jsem již nestačil na IC7400 udělat nějaké QSO, ani se podívat na CW značky. Doufám, že značky budou podobné, jako u předcházející klasické IC746, které jsou vůči blízkým stanicím proti jiným TCVRům velmi milosrdné a neobtěžují klapáním. Rovněž jsem nemohl projít celý manuál, posoudit a odzkoušet nekonečné množství různých funkcí. Dostat IC7400 do ruky je otázka půl roku, nikoliv dvou dnů, po které jsem ji měl k dispozici. Předcházející řádky proto

berte s velkou rezervou. IC7400 si za dva dny vůbec neodvažují nějak hodnotit. Mohu si ale stát za tím, že nastavitelnost CW a SSB filtrů je fantastická.

IC756PROII a IC7400 jsou rovněž ideálními TCVRy pro příznivce DIGI provozů.

Recenze byly převzaty z www.hcsradio.cz a redakcí spolu s autorem upraveny pro potřeby časopisu. Tyto i jiné TRXY Icom lze zakoupit u firmy HCS komunikační systémy s.r.o., tel. 0777 144300.

## Něco o telegrafii

pokračování ze strany 9

Telegrafní značky se mezi radioamatéry nepoužívají jen ke komunikaci v éteru. Některé radioamatéry, tak jako v jiných sportech, žene touha překonat jiné v rychlosti a přesnosti příjmu a vysílání telegrafních značek. U nás se tento sport jmenuje prostě „Telegrafie“ (TLG), mezinárodně má zkratku HST (High Speed Telegraphy). Jedná se o sálový sport, kde soutěžící přijímají jednodinutové texty složené z pětimístných skupin písmen, číslic a smíšeného textu. Další disciplínou je vysílání telegrafních značek po dobu jedné minuty - jsou to opět písmena, číslice a smíšený text z písmen, číslic a interpunkčních znamének. Třetí disciplínou je počítačem simulovaný provoz na radioamatérských pásmech. HST probíhá od úrovně místních závodů až po mistrovství světa, pořádané každé dva roky mezinárodní radioamatérskou federací IARU a její pracovní skupinou, ve které mají naši radioamatéři své zastoupení.

Naši závodníci zatím získali několik stříbrných medailí a naše družstvo se umísťuje na 6. až 7. místě mezi zhruba 15 - 18 zúčastněnými zeměmi z celého světa. Pro ilustraci: špičkoví závodníci na vrcholných závodech dosahují v příjmu za minutu rychlosti až 350 znaků písmen nebo až 500 znaků číslic. Jedná se o průměrné znaky, protože jak známo, některé znaky morseovy abecedy mají jen jeden prvek, např. E nebo T, některé prvky 4, jako J. Proto pro tento účel jsou znaky přepočítány na znaky průměrné. Při vysílání tito závodníci dosahují rychlosti u písmen 290 prům. zn., tj. asi 240 zn. skutečných, u číslic pak 430 prům. zn., tj. 250 zn. skutečných. Zkuste si to jen napsat rukou nebo na psacím stroji. Budete překvapeni.

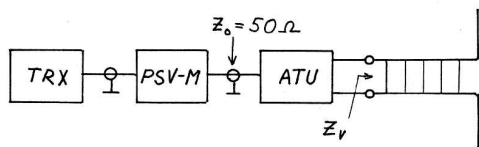
## Anténní přizpůsobovací členy a jejich účinnost

Petr Obermajer, OK2FEI, ok2fei@volny.cz

„Transmatch - never ending story“ nazval jeden ze svých příspěvků v Radiožurnálu Pavel Horňák, OM3MY. Následující příspěvek je tedy jedním z mnoha, které na toto téma byly a ještě budou napsány. Článek pojednává převážně o problematice účinnosti jednoduchých anténních přizpůsobovacích členů.

### 1. Úvod

Napájení některých antén při vícepásmovém provozu vyžaduje použití anténních přizpůsobovacích členů (ATU), představujících důležitou součást přenosové cesty vysílače - anténa. Navzdory rozsáhlé komercializaci výroby radioamatérských zařízení dává řada radioamatérů přednost vlastní výrobě ATU včetně jejich technického návrhu. Základní část ATU tvoří jeden nebo dva vázané rezonanční obvody, jejichž úkolem je optimálně výkonově přizpůsobit napáječ antény k výstupu vysílače a dále zajistit účinný přenos výkonu z vysílače do napájecího vedení antény v předem stanoveném kmitočtovém rozmezí a tvaru přenosové charakteristiky. Problém přenosu výkonu z napájecího vedení do vlastní antény však anténní tuner neřeší. Příklad použití anténního členu ukazuje obr. 1.



Obr. 1: Vazba vysílače TRX se symetrickou anténou napájenou dvojvodičovým vedením (žebříčkem) a určenou pro vícepásmový provoz. Používáme-li dolnoprostupný filtr, zařazujeme jej mezi měřič PSV a ATU

Užitečnou zátěží vysílače TRX zpravidla rozumíme vlastní anténu včetně jejího napájecího vedení. Impedance užitečné zátěže je  $Z_v$ , naměřená na vstupních svorkách napáječe a vyjádřená buď prvky sériového nebo paralelního náhradního obvodu  $Z_{vs} = R_{vs} \pm jX_{vs}$  nebo  $Z_{vp} = R_{vp} \parallel \pm jX_{vp}$ .

Zátěž vysílače TRX tvoří kaskádní spojení ATU - napáječ - anténa. Ladicími prvky ATU nastavíme podmínky tzv. optimálního výkonového přizpůsobení zátěže ke zdroji signálu (tzv. „conjugate matching“). Při vyladění ATU na  $PSV = 1$  bude zdroj signálu (vysílač) dodávat maximální výkon do své zátěže, tj. do vstupu transformačního členu. Nastavení ATU na  $PSV = 1$  však nic nevyovídá o tom, jak účinně je výkon vysílače přenesen do užitečné zátěže, tj. do vstupu napájecího vedení. Pokud není pro ATU vybrán vhodný typ transformačního obvodu, případně pokud je transformační obvod špatně navržen, může být výkon ztracený v ATU značný, i když naměříme  $PSV = 1$ . Nadměrné ztráty se projeví oteplením vnitřních cívek anténního členu.

### 2. Typy přizpůsobovacích obvodů

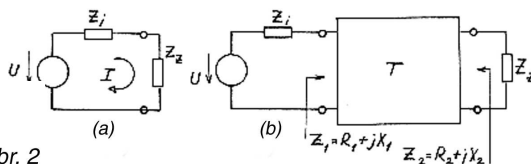
V radioamatérské praxi doznaly největšího rozšíření jednoduché přizpůsobovací články typu L,  $\pi$  a T a to i v případě jejich použití se symetrickým transformátorem nebo přímo v symetrické podobě pro napájení symetrických antén. Tyto články se staly vědním tématem mnoha příspěvků v radioamatérských publikacích a na radioamatérských internetových

stránkách. Publikována byla celá řada vztahů, postupů i počítačových programů (např. [1-7]). Vyhledáme-li vhodný pramen, můžeme celkem bez problémů navrhnout takový článek, jaký právě potřebujeme. Použití některých pramenů má ale svá úskalí. Uváděné vztahy mnohdy postrádají stanovení mezi jejich platností, což komplikuje nejen volbu některých veličin, ale také posouzení vypočítaných hodnot. Absence globálního zhodnocení jednotlivých postupů neumožňuje jejich porovnání, nevýjimaje srovnání početních a grafických metod. Evidentní rozdíly najdeme i mezi počítačovými programy, pocházejícími dokonce od stejného autora [6, 7]. Získané výsledky se mohou v jednotlivých případech dosti výrazně lišit podle toho, jaký model obvodu byl při tvorbě toho kterého programu užít.

Na rozdíl od jednoduchých článků L,  $\pi$  a T jsou klasické symetrické přizpůsobovací členy obvykle koncipovány na bázi induktivně vázaného jednoho nebo dvojice laděných kmitavých okruhů. Induktivní (magnetická) vazba transceiveru s anténou má oproti vazbě galvanické nebo elektrické výhodu v málo účinném přenosu vyšších harmonických složek vysílaného signálu a při příjmu v redukovaném vlivu silných rozhlasových stanic na příjem v radioamatérských pásmech. Návrhová technika není tak propracována jako u jednoduchých článků, všeobecná publicita je nižší a v dostupných pramenech nebylo nalezeno žádné programové řešení těchto obvodů.

Teoreticky a návrhově relativně nejméně známou je skupina multirezonančních anténních přizpůsobovacích členů, známých pod názvem „Z-match“. Zde spíše než návrhové postupy, vyžadující znalost problematiky syntézy imitancních funkcí, jsou známa zapojení anténních členů převážně ověřených experimentálně [8, 9]. Zdá se, že pečlivější teoretický rozbor tyto obvody teprve čeká.

### 3. Optimální výkonové přizpůsobení zátěže ke zdroji



Obr. 2

Obr. 2: Výkonové přizpůsobení zátěže ke zdroji. I je komplexní amplituda harmonického proudu,  $Z_1$  a  $Z_2$  je vstupní, resp. výstupní impedance na svorkách transformačního dvojbranu T v uvedeném uspořádání.

Nepříliš složitým matematickým postupem lze podle obr. 2a odvodit, že zdroj harmonického napětí o komplexní amplitudě  $U$  a s vnitřní impedancí  $Z_i = R_i + jX_i$  dodá do zátěže  $Z_z = R_z + jX_z$  maximum výkonu tehdy,

bude-li impedance zátěže  $Z_z$  komplexně sdružená s vnitřní impedancí  $Z_i$  zdroje  $U$ , tj. když bude platit, že

$$R_z = R_i \quad a \quad X_z = -X_i.$$

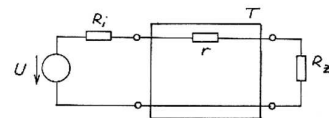
Při nesouhlasu číselných hodnot reálných nebo imaginárních složek obou impedancí zařazujeme mezi zdroj  $U$  a užitečnou zátěž  $Z_z$  transformační člen T (obr. 2b).

Bude-li transformační dvojbran T bezztrátový, tj. složený pouze z ideálních prvků LC, lze podmínky optimálního výkonového přizpůsobení nastavit současně na obou branách dvojbranu T, tj.

$$R_1 = R_i \quad R_2 = R_z \quad a$$

$$X_1 = -X_i \quad X_2 = -X_z.$$

Takové nastavení však není možné v případě, když je transformační člen složen z reálných, tj. ztrátových prvků, jak je patrné z obr. 3.



Obr. 3: Modelová situace při výkonovém přizpůsobení zátěže s použitím reálného (ztrátového) transformačního dvojbranu T.

Na obr. 3 předpokládáme, že reaktanční složky impedancí  $Z_i$  a  $Z_z$  jsou buď absorbovány nebo vykompenzovány a ztráty transformačního dvojbranu jsou koncentrovány v jeho podélné větvi, tj. jsou vyjádřeny podélným rezistorem  $r$ .

Optimální výkonové přizpůsobení na vstupní braně předpokládá platnost vztahu

$$R_i = r + R_z,$$

zatímco pro přizpůsobení na výstupní braně musí platit

$$R_i + r = R_z.$$

Protože pro  $r > 0$  nemohou být oba vztahy splněny současně a je zřejmé, že maxima výkonu v užitečné zátěži  $R_z$  dosáhneme v praxi za stavu jistého nepřizpůsobení na obou branách dvojbranu T. Z toho důvodu se jeví jako výhodná indikace výstupního výkonu přímo na užitečné zátěži, tj. na vstupu napájecího vedení antény. Úroveň indikované veličiny se může na jednotlivých amatérských pásmech lišit podle toho, jak se mění vstupní impedance  $Z_v$ , ale její maximum při ladění ATU vždy signalizuje maximum dodávaného výkonu do užitečné zátěže.

### 4. Přenos výkonu kmitavým okruhem

Základní úvahu lze provést na příkladu jednoduchého paralelního kmitavého okruhu LoCo s vlastní jakostí  $Q_0$ , k němuž paralelně připojíme reálnou zátěž  $R_z$ . Účinkem připojení  $R_z$  poklesne jakost  $Q_0$  na hodnotu  $Q_z$  a míra tohoto poklesu má zásadní vliv na účinnost přenosu výkonu kmitavým okruhem.

Podle obr. 4a lze účinnost přenosu výkonu  $\eta$  kmitavým okruhem do užitečné zátěže  $R_z$  vyjádřit vztahem

$$\eta = \frac{U^2/R_z}{U^2/R_z + U^2/R_0} = \frac{R_0}{R_0 + R_z} \quad (4 - 1)$$

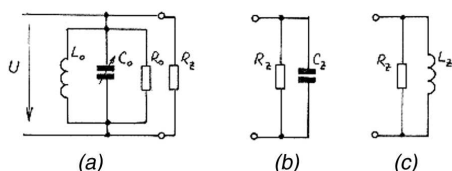
Vyjádříme-li Rn jako paralelní spojení Ro a Rz, tj.  $R_n = R_o R_z / (R_o + R_z)$ , můžeme účinnost ze vztahu (4-1) přepsat do známého tvaru

$$\eta = 1 - \frac{R_n}{R_o} = 1 - \frac{Q_o}{Q_z} \quad (4-2)$$

kde  $Q_z$  je tzv. provozní činitel jakosti kmitavého okruhu LoCo, zatíženého reálnou zátěží Rz. Odpor Rn je rezonanční (ztrátový) odpor takto zatíženého kmitavého okruhu, tj.  $R_n = 2\pi f_o L_o Q_z$ .

Ze vztahu (4-2) je zřejmé, že pokud požadujeme účinnost  $\eta$  lepší než 90 % při  $Q_o = 100$ , musíme užitečnou zátěž Rz k obvodu LoCo připojit tak, aby jeho činitel jakosti  $Q_o$  poklesl na hodnotu  $Q_z \leq 10$ .

Je zřejmé, že vztah (4-2) lze jednoduše použít pro odhad účinnosti přenosu výkonu pouze u jedno-  
douchého kmitavého okruhu, pro nějž byl odvozen. I tak může být jeho použití zkomplikováno, bude-li charakter zátěže komplexní.



Obr. 4: Paralelní kmitavý okruh zatížený reálnou zátěží Rz (a). Odpor  $R_o = Q_o \cdot 2\pi f_o L_o$  je paralelní ztrátový (tzv. rezonanční) odpor vlastního kmitavého okruhu LoCo. Na obr. (b) a (c) jsou příklady komplexní zátěže. Co je nastavitelný, Lo je konstantní.

#### Zátěž kapacitního charakteru Rz::Cz (obr. 4b):

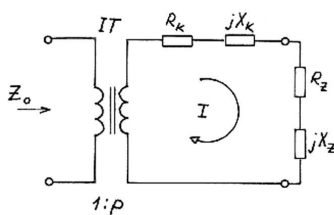
Umožní-li parametry obvodu LoCo absorpci reaktance zátěže Rz::Cz, zůstane provozní činitel jakosti  $Q_z$  stejný jako při připojení reálné zátěže Rz. Bude-li však nutno reaktanci zátěže kompenzovat, ztráty přídatného (kompenzačního) prvku ovlivní jakost  $Q_o$ , jejíž hodnotu pro použití ve vztahu (4-2) bude nutno korigovat.

#### Zátěž induktivního charakteru Rz::Lz (obr. 4c):

Při připojení zátěže induktivního charakteru se u obvodu LoCo změně poměr L/C. Při neproměnné  $L_o$  dojde ke zmenšení celkové indukčnosti obvodu, které musí být vykompenzováno zvětšením  $C_o$ , má-li obvod rezonovat na stejném kmitočtu  $f_o$ . Změna poměru L/C se projeví nižšími hodnotami  $R_o$  a  $R_n$ , zato však větším provozním činitelem jakosti  $Q_z$ , než jaký bychom dosáhli připojením pouze reálné zátěže Rz stejné velikosti. Efekt zmenšení celkové indukčnosti obvodu je takový, jako kdybychom reálnou zátěž Rz připojili pouze na část (odbočku) cívky  $L_o$  a nikoliv na cívku celou.  $Q_z$  se zvýší přibližně v číselném poměru poklesu celkové indukčnosti obvodu, tj. přibližně v poměru poklesu hodnoty  $R_o$ . Pokud bychom vliv indukčnosti zátěže nezahlali v úvahu, odhad účinnosti obvodu LoCo podle vztahu (4-2) by byl značně nepřesný.

**Uvedme příklad:** Zatížíme-li kmitavý okruh podle obr. 4a s parametry  $L_o = 10$  mH,  $C_o = 101$  pF a  $Q_o = 100$ , rezonující na kmitočtu  $f_o = 5$  MHz reálnou zátěží Rz = 1 k $\Omega$ , klesne jeho jakost na hodnotu  $Q_z = 3,08$ . Připojíme-li však induktivní zátěž podle obr. 4c - Rz::Lz = 1 k $\Omega$ ::5  $\mu$ H, klesne celková indukčnost obvodu na hodnotu  $L_o$ ::Lz = 3,33  $\mu$ H a provozní činitel jakosti bude  $Q_z = 8,72$ .

Někdy je výhodné pro vyjádření účinnosti  $\eta$  použít jiného modelového obvodu paralelního kmitavého okruhu (obr. 5).



Obr. 5: V modelovém obvodu je použit ideální transformátor IT s převodem p. Pokud transformátor není ideální, musíme impedanci sekundárního vinutí zahrnout do impedance kompenzačního prvku  $Z_k = R_k + jX_k$ . Totéž platí i o impedanci prvku děliče, pokud k potřebné transformaci použijeme induktorový nebo kapacitorový dělič.

Podle obr. 5 lze stanovit podmínky výkonového přizpůsobení a kompenzace takto:

$$Z_o = \frac{R_k + R_z}{p^2} \quad \text{a} \quad X_k = -X_z \quad (4-3)$$

Účinnost přenosu výkonu pak lze vyjádřit

$$\eta = \frac{I^2 R_z}{I^2 (R_z + R_k)} = \frac{R_z}{R_z + R_k} \quad (4-4)$$

Je zřejmé, že vztah (4-4) je analogií vztahu (4-1). Budeme-li předpokládat ztráty kompenzačního (případně dalšího) prvku, lze je vyjádřit

$$R_k = \frac{|X_k|}{Q_o} \quad \text{nebo} \quad R_k = |X_k| \operatorname{tg} \delta, \quad (4-5)$$

kde  $Q_o$  je činitel jakosti a  $\delta$  ztrátový úhel kompenzačního prvku.

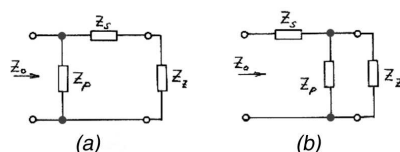
Vztah pro účinnost  $\eta$  lze pomocí vztahů (4-3) a (4-5) upravit do tvaru

$$\eta = \frac{R_z}{R_z + R_k} = \frac{Q_o}{Q_o + |X_z|} \quad (4-6)$$

Ze vztahu (4-6) vyplývá, že podmínkou vyšší účinnosti  $\eta$  je dostatečně malý poměr veličin  $|X_z|/R_z$ .

Přizpůsobování zátěží o impedanci s velkou imaginární a malou reálnou složkou náhradního sériového obvodu je vždy spojeno se značnou ztrátou výkonu. Totéž platí i pro případ nízké reaktanční složky a velké hodnoty odporu paralelního náhradního obvodu zátěže.

Zdá se, že nejpřesněji lze účinnosti transformačních obvodů odhadnout ze vztahů, které jsou odvozeny přímo pro konkrétní obvody s konkrétními prvky, zahrnující parametry nejen komplexní zátěže, ale také parametry příslušného kompenzačního prvku. Výpočtové vztahy jsou však výrazně složitější.

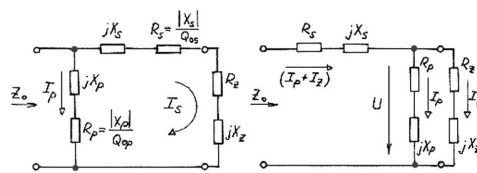


Obr. 6 Dvě varianty přizpůsobovacího článku typu L.

## 5. Účinnost přenosu výkonu přizpůsobovacími články typu L, $\pi$ a T

Pro nejjednodušší konfiguraci přizpůsobovacího článku se vžil název „L-článek“, i když výstižnější je název „ $\Gamma$  (gamma) -článek“ (obr. 6a) nebo článek „obracené  $\Gamma$ “ (obr. 6b). Svou konfigurací je článek L jednoduchým kmitavým obvodem, u něhož lze pro odhad účinnosti přímo použít vztah (4-2). Analytický postup řešení článků  $\pi$  a T, při němž navrhuje každý z obou článků jako kaskádní spojení dvou článků L, je pro stanovení účinnosti výhodnější, než použití souhrnných návrhových vztahů. Takový postup umožní aplikaci vztahu (4-2) pro každý dílčí L-článek zvlášť a výslednou účinnost článku  $\pi$  resp. T stanovit jako součin účinností obou dílčích L-článků. Analogicky postupujeme i u článků typu  $\pi$ -L.

Účinným nedostatkem vztahu (4-2) je, že při odhadu účinnosti přizpůsobovacích článků vycházíme z kvality nezátíženého obvodu  $Q_o$  jako celku a nikoliv z kvality jednotlivých prvků, tvořících daný článek. Pro jejich zavedení do vztahů je třeba oba L-články z obr. 6 překreslit do modelové podoby s vyjádřením ztrát každého z použitých prvků sériovým rezistorem, jehož hodnota je odvozena od kvality příslušného prvku (4-5) - (obr. 7). Impedanci zátěže uvažujeme obecně komplexní, tj.  $Z_z = R_z + jX_z$ .



Obr. 7: Modelové podoby L-článků podle obr. 6.

Účinnost přenosu výkonu L-článkem podle obr. 7a lze vyjádřit

$$\eta = \frac{I_s^2 R_z}{I_s^2 (R_z + R_s) + I_p^2 R_p} \quad (5-1)$$

Podle obr. 7a vyjádříme poměr modulů proudů  $I_s$  a  $I_p$ , který je nepřímo úměrný poměru modulů impedancí větví, kterými tyto proudy protékají. Po dosažení  $I_s/I_p$  do (5-1) a s uvážením, že  $R_p \ll |X_p|$  dostaneme

$$\eta = \frac{R_z}{R_z + R_s + \frac{(R_z + R_s)^2 + (X_z + X_s)^2}{X_p^2}} \quad (5-2)$$

Účinnost článku podle obr. 7b lze obdobně vyjádřit

$$\eta = \frac{R_z I_z^2}{(I_p^2 + I_z^2) R_s + R_p I_p^2 + R_z I_z^2} \quad (5-3)$$

Stejným postupem jako v předchozím případě, tj. vyjádřením poměru modulů proudů  $I_p$  a  $I_z$  - v tomto případě  $I_p/I_z = X_p \sqrt{R_z^2 + X_z^2}$  - odvodíme výsledný vztah pro účinnost

$$\eta = \frac{R_z}{R_z + \frac{R_z^2 + X_z^2}{X_p^2} R_p + \frac{(R_z + R_p)^2 + (X_z + X_p)^2}{X_p^2} R_s} \quad (5-4)$$

Odvozené vztahy (5-2) a (5-4) umožní relativně přesný odhad účinnosti obou typů L-článků zatížených obecnou zátěží komplexního charakteru. Odvozené vztahy lze rovněž použít k poměrně přesnému odhadu účinnosti  $\pi$ -článků a T-článků, navržených jako kaskádní spojení dvou článků L.

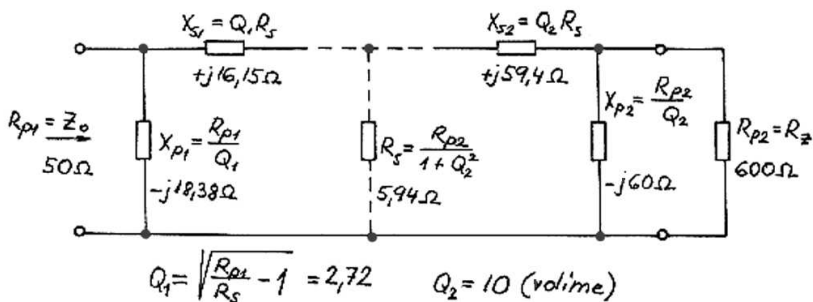
## Příklad:

Stanovte parametry prvků a skutečnou účinnost přizpůsobovacího článku  $\pi$ , je-li zadáno:  $R_{p1} = Z_0 = 50 \Omega$ ,  $R_{p2} = R_z = 600 \Omega$ ,  $Q_0 = 100$  a  $f = 14$  MHz.

## Řešení:

$\pi$ -článek navrhne metodou postupné skladby dvou dílčích L-článků jako dolní propust s předpokládanou účinností asi 90 %. Reálný charakter zátěže umožní zjednodušení výpočtů. K návrhu lze použít vztahy známé z přepočtu parametrů dvou modelů paralelního kmitavého okruhu, uvedené např. v [3] (vztahy (3) a (4), str. 79)

$$Q = \frac{X_s}{R_s} = \frac{R_p}{X_p}, \quad \frac{R_p}{R_s} = 1 + Q^2 \quad (5-5)$$



Obr. 8: Návrh článku  $\pi$  metodou skladby dvou dílčích článků L. Výsledná induktivní reaktance podélné větve je  $X_s = X_{s1} + X_{s2} = 75,55 \Omega$ .

Výpočet začínáme volbou dominantního  $Q_2$  - v tomto případě (pro  $Q_0 = 100$  a  $\eta \approx 0,9$ ) volíme  $Q_2 = 10$ . Protože  $R_{p2} > R_{p1}$ , zvolená jakost bude jakost výstupního L-článku, tj.  $Q_2 = 10$ . Dále postupujeme s použitím vztahů (5-5) tak, jak je uvedeno v obr. 8. Po stanovení virtuálního odporu  $R_s = 5,94 \Omega$  určíme jakost  $Q_1 = 2,72$  vstupního L-článku a podle (4-2) vypočteme účinnosti obou dílčích L-článků, tj.

$$\eta_1 = 1 - \frac{Q_1}{Q_0} = 1 - \frac{2,72}{100} = 0,9728$$

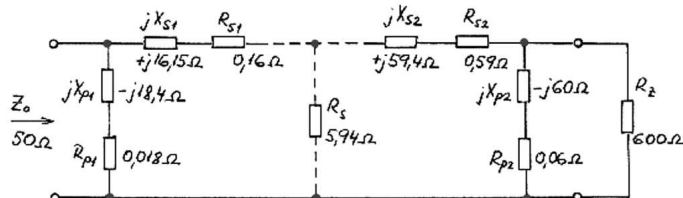
$$\eta_2 = 1 - \frac{Q_2}{Q_0} = 1 - \frac{10}{100} = 0,9000$$

Výsledná účinnost  $\eta$  navrženého  $\pi$ -článku je potom

$$\eta = \eta_1 \eta_2 = 0,9000 \times 0,9728 = 0,8755.$$

Navržený  $\pi$ -článek vykazuje ztráty cca 12,45 %, tj. 0,57 dB.

Výše vypočítaný výsledek ověříme podle odvozených vztahů (5-2) a (5-4), do nichž zahrneme navíc ztráty kondenzátorů, o nichž předpokládáme, že jejich jakost je  $Q_c = 1000$ . Jakost induktorů volíme  $Q_L = 100$ . Ztráty každého z prvků vyjádříme podle (4-5) sériovým rezistorem (obr. 9).



Obr. 9: Navržený  $\pi$ -článek podle obr. 8 doplněný sériovými rezistory vyjadřujícími ztráty prvků.

Pro výpočet účinnosti  $\eta_1$  prvního (vstupního) L-článku použijeme vztah (5-2), kde dosadíme  $R_z = R_s = 5,94 \Omega$  a  $X_z = 0$ .

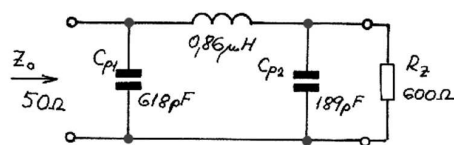
$$\eta_1 = \frac{5,94}{5,94 + 0,16 + \frac{(5,94 + 0,16)^2 + 16,15^2}{(-18,4)^2} - 0,0184} = 0,9711.$$

Účinnost  $\eta_2$  výstupního L-článku vypočteme ze vztahu (5-4) opět pro  $R_z = R_{p2} = 600 \Omega$  a  $X_z = 0$ :

$$\eta_2 = \frac{600}{600 + \frac{600^2}{(-60)^2} + 0,06 + \frac{(600 + 0,06)^2 + (-60)^2}{(-60)^2} - 0,59} = 0,9014.$$

Výsledná účinnost je potom  $\eta = \eta_1 \eta_2 = 0,9711 \times 0,9014 = 0,8754$ , tj. vypočtené ztráty jsou cca 12,46 %, což je v souladu s výsledkem předchozího postupu.

Výsledné schéma navrženého  $\pi$ -článku je na obr. 10. V tab. 1 jsou pro srovnání uvedeny výsledky získané aplikací programů [6] a [7].



Obr. 10: Výsledné schéma navrženého p-článku. Parametry prvků  $C_{p1}$ ,  $L_s$  a  $C_{p2}$  byly vypočítány pro  $f_0 = 14$  MHz ze vztahů  $L_s = X_s/(2\pi f_0)$  a  $C_{p2} = (2\pi f_0 X_p)^{-1}$ .

Program	$C_{p1}$ [pF]	$L_s$ [mH]	$C_{p2}$ [pF]	$Q_z$	Ztráty [%]
TL.EXE	572,7	0,9	189	9,9	12,38
TLA.EXE	572,7	0,9	189	12,5	12,4
TLW.EXE	572,7	0,87	189	12,5	12,4

Tab. 1: Výsledky programového řešení  $\pi$ -článku z předchozího příkladu pro  $Q_L = 100$  a  $Q_C = 1000$ . Parazitní kapacity nejsou uvažovány.

V literatuře, kromě analytických postupů řešení přizpůsobovacích článků, najdeme i postupy grafické [2], [4], např. s použitím kruhového Smithova diagramu, nabízející více variant řešení. Varianty s nejkratší cestou vykazují zpravidla největší účinnost. Výsledky některých analýz L-článků byly rovněž publikovány ve formě sítě grafických závislostí vynesných pro  $h = \text{konst.}$  nebo  $Q_0 = \text{konst.}$  v závislosti na normovaných parametrech zátěže konkrétního typu článku L [10]. Jakákoli, i sebestručnější zmínka o nich by však přesáhla rámec tohoto referátu.

## Závěr

Účinnost přenosu výkonu anténními přizpůsobovacími články patří k důležitým parametrům přenosové cesty vysílače - anténa. Odvozené vztahy umožňují relativně

přesný odhad jejich hodnot pro jednoduché přizpůsobovací články L,  $\pi$  a T.

## Literatura

- [1] Mašek, V.: Budicí a výkonové zesilovače. Přednášky z amatérské radiotechniky, část 2, Svazarm, 1980.
- [2] Gray, L.-Graham, R.: Radio Transmitters. McGraw-Hill Book Comp., New York, USA, 1961.
- [3] Havlíček, M. a kol.: Programovaný postup přizpůsobení obvodů s různou impedancí. Ročenka sdělovací techniky 1976, str. 77-87, SNTL Praha, 1976.
- [4] Žalud, V.: Smithův diagram a jeho použití. Slaboproudý obzor 30 (1968), č.3, str. P9.
- [5] Wingfield, E., W5FD: PINET.EXE. Softwarová příloha „The ARRL Handbook“, 1997, Newington, CT, USA.
- [6] Straw, D.R., N6BV: TL.EXE. Softwarová příloha „The ARRL Handbook“, 1997, Newington, CT, USA.
- [7] Straw, D.R., N6BV: TLA.EXE a TLW.EXE. Softwarová příloha „The ARRL Antenna Book“, 19th Edition, 2001, Newington, CT, USA
- [8] Horňák, P., OM3MY: Ešě o napájení a přizpůsobování. Rubrika „Antény“, Radiožurnál SZR, č. 9, 1993, str. 17-20.
- [9] Varney, L., G5RV: An Improved Z-Match ASTU. Radio Communication, October 1985, str. 770-771, 776.
- [10] Tanner, R.L.: Antenna Matching Network Efficiency. Electronics, November 1953, vol. 26, str. 142-143.

## Soukromá inzerce

**Koupím do vlastní sbírky** tyto inkuranty R399A, R173, RM33, ruský RX Kalina., ruský přijímač Dněpr rozsah (470 - 10000 MHz) německé FU.H.E b, c, d, e, f (cena za kus 7000 Kč) 100 W. S., 30 W. S., 80 W. S. (nabízím 8000 Kč za kus). 5 W. Sa (6000 Kč), LW.Ea (5000 Kč) a další. Platím v hotovosti jen za původní nepředělané inkuranty. Vladimír Hotmar OK1FLK, Poděbradova 704, P.O. BOX 56, 357 35 Chodov.

**Koupím časopisy AMA r. 93**, OK QRP INFO č. 1-12, CLC-INFO, VRK r. 94-96, RZ r. 91, Radiožurnál (SR) 1993-97. Stanislav Vacek, Střekovská 1344, 182 00 Praha 8.

**Prodám tranzist. RX Pionýr „S“**, výr. radiotechnika Teplice, na 80m - 400, -Kč, zkoušečka napětí do 500 V, stř. a stejn., starší - 50,- Kč, telef. přístroj s vytáčecí číselnicí, černý - 100,- Kč, časopisy Elektrointert, ročníky od r. 1994 + pošt. Tel.: 0737950464 - po 19. hod.

**Prodám KV transceiver YAESU FT-707**, 100 W, 80-10m včetně WARC. Tranzistorový, digitál. Telegrafní filtr. Externí VFO. Digitální módy (RTTY, PSK, SSTV...). Spínaný zdroj ZPA 13,5 V 20 A. Manuál. Cena 22 000 Kč. Jaroslav Slušík, Dukelská 3995, 760 01 Zlín. Tel.: 067/727 14 01.

**Koupím český manuál** pro FT 100. O1JAF tel.: 0723 81 34 57 večer.

**Prodám TRX KENWOOD TS 140 S**, all bands, all mode, CW filtr 500 Hz, zdroj, tech. dokumentace. 20 000,- Kč. TRX KENWOOD TS 711 E - 2m, all mode, tech dokumentace. 25 000,- Kč. Komunikační Rx EKN2. A1, A2, A3, A4, 1,5-24 MHz, 6 podrozsah CW filtr 3; 0,75; 0,3 kHz, kompletní dokumentace. Přístroje funkční i vzhledově jako nové. OK2BEK, tel.: 0829/629 026.

**Koupím pokud možno nové**, nepoužité elektronky StR 90/40; EC 360; EC 86; EL 95; EF 89; EC 92; ECC 962 k oživení RX RFT 2025-30-300 MHz. Možno i jednotlivě i více kusů. Dále dokumentaci a schéma k tomuto přijímači a elky DF 97, DF 668 a DF 669. Prosím amatéry kteří mohou, aby mi pomohli. Miroslav Říšský, Dolnokubínská 1444, 393 01 Pelhřimov. Tel.: po 19. hod. 0366/333 221.

**Prodám vertikální zářič** 373 cm konický 22/18 mm. Patní izolátor keramika 23x23 cm. Koaxiál 50, 70, 75 ohmů (á 10). Fosforbronzový drát na anténu prům. 2 mm (á 4). Traťopájku ETPII (250). Přístrojové skřínky stavebnicové různých velikostí (50-100). Součástí, elky a serv. dokumentaci pro lambda d 4 a 5. J. Cipra, U Zel. ptáka 12, 148 00 Praha 4, tel. 02/7191 2022.











## Propozice závodu SSB LIGA platné pro posluchače (SWL)

**Pořadatel:** OK1MZM

**Doba konání:** První sobota v měsíci, 06.00-08.00 místního času v České republice (platí od 1. 1. 1994), probíhá současně s případnými dalšími závody.

**Druh provozu:** SSB

**Pásmo:** 80 m, segment 3700-3770 kHz.

**Zapíšu se:** RS a KÓD u OK/OL stanic, RS a OKR (okresní znak) u OM stanic.

**Bodování:** Za úplné zapsané QSO 1 bod, neúplné se nepočítá (tj. obě značky + alespoň 1 předávaný OKR/KÓD). Každou stanicí. lze odposlechnout v libovolném počtu spojení, není omezeno.

**Násobiče:** Okr. znaky + KÓDy, každý pouze 1x za závod.

**Výsledek:** Prostý součin bodů a násobičů. Pořadatel si může vyžádat deník ke kontrole, jeho rozhodnutí je konečné. Použití cizí pomoci (rozumím se tím i opsání spojení z deníku jiné stanice, použití záznamové techniky atp.) je důvodem k diskvalifikaci! Pokud posluchač pracoval jako operátor na klubové stanici, nelze tato spojení použít pro jeho hodnocení v SWL kategorii.

**Adresy pro posílání hlášení:** Viz výše v podmínkách platných pro ostatní kategorie. **Pozor, změna oproti minulému stavu!**

**Forma hlášení:** Viz výše v podmínkách platných pro ostatní kategorie.

**Adresy pro korespondenci** (připomínky a poznámky k závodu): Viz výše v podmínkách platných pro ostatní kategorie. **Pozor, změna oproti minulému stavu!**

**Zveřejnění výsledků:** Viz výše v podmínkách platných pro ostatní kategorie.

### Seznam označení krajů

platných pro SSB ligu (i KVPA):

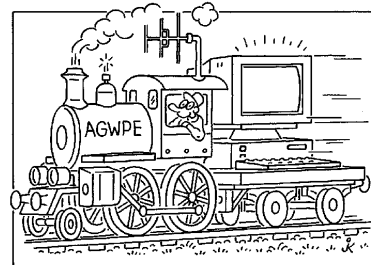
Seznam je převzat z podkladů autora - Karla OK1HCG

	Název kraje	Sídlo	Označení pro SSBL
1	Praha	Praha	A
2	Středočeský	Praha	B
3	Jihočeský	Č. Budějovice	C
4	Plzeňský	Plzeň	D
5	Karlovarský	Karlovy Vary	K
6	Ústecký	Ústí n. L.	U
7	Liberecký	Liberec	L
8	Královéhradecký	Hradec Králové	F
9	Pardubický	Pardubice	P
10	Vysočina	Jihlava	M
11	Jihomoravský	Brno	G
12	Zlínský	Zlín	Z
13	Olomoucký	Olomouc	R
14	Moravskoslezský	Ostrava	S

Označení, které může být pořadatelem přiděleno libovolně, bez závislosti na umístění stanice v jednotlivém kraji: Q W X Y. Ostatní písmena abecedy mimo uvedených osmnácti nebudou zatím využívána.

## paket-radio dnes a zítra

Karel Frejlach



protokol AX.25 \* terminálové programy  
řadič TNC \* uzly \* BBS \* DX cluster  
Amprnet \* TNOS \* Flexnet \* AGWPE  
http \* APRS \* krátké vlny \* družice

Karel Frejlach, OK1DDD:

### Paket-radio dnes a zítra

216 stran, 139 Kč

Terminálové programy, TNC, uzly, BBS, DX clustery,  
Amprnet, PC/Flexnet, AGWPE, APRS, KV, družice

Zahájení prodeje v Holicích 30.8.  
ve stánku BEN

Další prodej: BEN, Věšínova 5, 10000 Praha 10



# ELIX<sup>®</sup> spol. s r. o.

## Největší výběr v ČR

Pásmo PMR - 446 MHz ožívá!  
Překvapivý dosah, žádné rušení, nízká cena radiostanic!  
Jedete na dovolenou, do cizích měst, do přírody? Nejlepší řešení bezdrátové komunikace pro zábavu i firmu!

### STABO FREECOMM 500

PMR radiostanice - 304 kanálů, 38 tónů sel. volby CTCSS. Výkon 500 mW, vyzvánění 7 melodií, skenování, indikace baterií a úroveň signálu, monitor, hlídání 2 kanálů, vestavěný systém VOX pro HANDS-FREE, úsporný režim, zámek klávesnice, napájení 4x AAA. Rozměry 95,5x 50,6x 26 mm, hmotnost 140 g. **Cena: 2099,- Kč/kus**

Zjednodušená verze bez CTCSS a LCD

### STABO FREECOMM 300

**Cena: 1890,- Kč/kus**

### Nejpopulárnější komunikační přijímač TRIDENT TRX 100 XLT

Kmitočtový rozsah 100 kHz až 2 200 MHz bez mezer!

Druhy modulace- AM, FM, WFM  
S-metr a spektrální 9ti kanálový grafický analyzátor 1000 pamětí (100 x 10 bank)  
10 bank pro vyhledávání  
vysoká rychlost skenování - 30 ch/sec  
Anténa s BNC konektorem  
Snadné připojení k PC, free SW Odtajnováč (policie)  
Vysoce kontrastní a podsvícený LCD displej Optimální rozměry - 62x117x28mm, 200 gramů  
Napájení 3xAA nebo ext. 9-16V  
Akční cena 10 990,- Kč!!

Alinco DJ-596



Největší výběr homologovaných radiostanic

### ALINCO DJ-596 E

Ruční DUALBAND VHF/UHF s plným výkonem 5W na 2m i 70 cm  
**za bezkonkurenčních 9 490,- Kč!**  
Levnější než jinde nabízejí jednoband s podobnou výbavou!

Nejnovější 2m/70 cm ruční transceiver s všemi funkcemi.

„Neošizené“ laděné vstupy, vysoká citlivost a selektivita - provoz možný i se základnovou anténou!  
Tento transceiver nemá neladěný širokopásmový vstup jako jiné přístroje s vestavěným „přehled.“ přijímačem! Navíc má výkon 4,5W již z akumulátoru a 5W z ext. 12V.

102 pamětí, každá 15 parametrů, alfanumerická, podsvětlená klávesnice, kompl. sel. volby CTCSS a DCS DTMF s pamětmi - autodial, 3 režimy skanování, 4 nahazovací tóny, Akumulátor NiMH a nabíječ v ceně!

Ale navíc ještě:  
Na rozdíl od jiných značek je u ALINCO umožněn „opravdový“ provoz bez přeslechů a přezdvihování v kmit. rastru 12,5 i 25 kHz - i tato ručka má 4 přepínací MF filtry se 2 šířkami pásma a 2 přepínací zdvihy modulace!

A dále.....  
Možnost vložení modulu pro digitální kódování řeči, alarm v případě pokusu o krádež stanice, odpuzovací komarár pro letní večery, výstup TTL např. pro dálkové řízení připojeného spotřebiče (i DCS a CTCSS kódem), klonování, možnost VOX náhlavní soupravy, rozšířitelný rozsah 136 - 174 MHz a 400 až 512 MHz., ext. napájení 6-16V, rozměry 56x124x36mm, robustní tuhé pouzdro - kombinace AL a polykarbonát, mezinárodní certifikace kvality ISO 9002!!  
To vše díky přímému dovozu pro ELIX z Japonska opravdu za 9 490,- Kč s DPH!!!

Zveme vás do našeho stánku na Radioamatérské setkání HOLICE 2002  
Tradičně nejvýhodnější ceny a mimořádný sortiment včetně výprodeje.

Ceny včetně DPH

Maloobchodní i velkoobchodní prodej: ELIX, Klappkova 48, 182 00 Praha 8 - Kobylisy, tel.: (02) 84 69 04 47, 84 68 06 95, 84 68 06 56, fax: (02) 84 69 04 47.

http://www.elix.cz Email: elix@elix.cz Prod. doba Po až Čt 9 - 18, Pá 9 - 17 h.

**DD - AMTEK**

Novinky a speciální ceny:

**Transceivery****KENWOOD  
TS-2000**KV/VKV/UKV  
all mode, špičkově vybavený DSP  
vč. modulu UT-20 ...**128.990,- Kč**  
bez modulu UT-20 ...**109.990,- Kč****KENWOOD  
TS-50**mobilní TCVR,  
1,8 - 30 MHz,  
CW/SSB, 100W ...**29.990,- Kč****KENWOOD  
TM-D700E**FM dualband  
mobilní TCVR,  
2m/70cm, 50/35W, paket 9600 Bd,  
APRS/ GPS ...**26.990,- Kč****KV/VKV/UKV antény****Inovovaný  
tribander  
3el. Yagi**14/21/28 MHz, velmi robustní, dural,  
nerez, osvětlená konstrukce,  
**8.990,- Kč + Kit na 40m...3.990,- Kč****X300** bílá hůl 144/435 MHz, 3,1m,  
G=7/9,5 dB, 200W ...**2.590,- Kč**mnoho dalších antén pro KV a VKV/UKV,  
kabely RG-213 od 33,-Kč/m, Alrocell17  
do 3 GHz ...**45,- Kč/m**,  
RH 100 nízkodílnový ...**52,- Kč/m**,  
Ant. analyzáry MFJ 259B a MFJ 269.Široký sortiment pro radioamatéry - stovky dalších položek najdete v našem  
aktualizovaném ceníku na <http://www.ddamtek.cz> stejně jako linky  
přímo na stránky výrobců, info o spec. nabídkách a doprodeji se slevou až 50%.Vlastina 850/36, 161 00 Praha 6 • Tel.: 02/ 333 11 393  
• 02/ 2431 2588 • 0606/ 40 70 11 • Fax 02/ 2431 5434E-mail: [pd@ddamtek.cz](mailto:pd@ddamtek.cz) • Všechny ceny jsou s DPH.  
Zásilková služba • Velkoobchodní prodej**Přijímače****ICOM  
R-8500**0,1-2000 MHz  
USB/LSB/CW/CWN/CWW/AM/AM  
N/AMW/FM/WFM, špičk. komun.  
přijímač/ scanner ...**59.990,- Kč****ICOM R - 75**0,03-60 MHz, all  
mode, 100 pam.,  
vč. modulu UT-  
102, špičk. kom. RX ...**36.990,- Kč****AOR AR-7030**stolní, 0 - 30  
MHz, all mode,  
prof. komunikační RX, IP +35 dBm,  
cena jen: ...**32.900,- Kč****NASA HF/4ES**kvalitní stolní  
přijímač, 30  
kHz - 30 MHz, AM/LSB/USB/data,  
20 pamětí, ...**10.690,- Kč****ALINCO DJ-X3**mini scanner, 0,1-1300 MHz,  
AM/FM/WFM, 700 pamětí,  
inv. dekóder, vyhledávání  
střenic, ovl. z PC ...**7.290,- Kč****YUPITERU MVT-7300**ruční scanner 0,5-1320  
MHz, all mode, vč. kroku  
8,33 kHz, 1000 pamětí,  
inv. dekóder ...**14.990,- Kč****Antikva Radio Praha s.r.o.**Praha 5, Plzeňská 114,150 00  
tel./fax: 02/57326505Vykupujeme, prodáváme a opravujeme staré  
radiopřijímače. Máme zájem hlavně o předválečné  
typy. Vykupujeme i staré elektronky a další  
součástky potřebné k opravám. Také máme zájem  
o jiné starožitné technické zajímavosti a rarity.

Otevřeno: Po - Pá 10.00 - 17.00 hod.

**QSL LÍSTKY?**

Nabízíme:

- QSL lístky již od 549 Kč/1000 ks
- samolepící štítky české výroby  
za příznivé ceny
- razítka

**ŽÁDNÝ  
PROBLÉM!**Tiskárna GRAFIS, v.o.s.  
U sklepů 90  
697 01 Kyjovtel.: 0629/611 814  
fax: 0629/613 094  
e-mail: [grafis@quick.cz](mailto:grafis@quick.cz)

Blíže informace získáte na webovské stránce

**WWW.QRZ.CZ**

TĚŠÍME SE NA SETKÁNÍ V HOLICÍCH 30.-31.8.2002

[www.fccgroup.cz](http://www.fccgroup.cz)**NOVÝ CENÍK 2002 NA WWW STRÁNKÁCH****Nabízíme široký sortiment pro radioamatéry**YAESU, KENWOOD, WIMO, MOSLEY, GAP, TONNA,  
TITANEX, DIAMOND, HUMMEL, SCS, AMERITRON,  
SSB electronic, UKW-Berichte, Kuhne electronic,  
KENT, MFJ, ACOM, PROCOM a dalších výrobců**AKTUÁLNÍ NABÍDKA**

FT-817 160 m-70 cm all mode TRX 5 W	31.550,-
KV PA Ameritron AL-1200X	136.200,-
Rotátor AR-303 pro VKV antény	1.630,-
FT-51 ručka 2m/70cm duplex	15.900,-
TH-G71E ručka 2m/70cm 5W	11.660,-
VX-5R ručka 6m/2m/70cm 5W	13.710,-
KENT past singl	3.180,-
KENT past squeeze	3.600,-
PA NDB-30 30W 2m/70cm FM	5.560,-
GAP TITAN KV vertikál 80-10 m	17.860,-

ceny v Kč včetně DPH, platí do vyprodání zásob

FCC Connect, prodejna Praha, U Výstaviště 3, 170 00 Praha 7

tel: 02/20878756, fax: 02/20878244

e-mail: [connect.pha@fccgroup.cz](mailto:connect.pha@fccgroup.cz)

FCC Connect, SNP 8, 400 11 Ústí nad Labem

tel: 047/2774173, fax: 047/2772115

e-mail: [connect.ul@fccgroup.cz](mailto:connect.ul@fccgroup.cz)**ALLAMAT ELECTRONIC, s.r.o.**

Radiokomunikační technika a příslušenství

[www.allamat.cz](http://www.allamat.cz) e-mail: [info@allamat.cz](mailto:info@allamat.cz)**Sídlo firmy:**Pražská 27, 263 01 Dobříš  
Tel.: 0305/522 709, 521 260  
Fax: 0305/523 444  
GSM: 0605/856 758**Zastoupení pro Slovensko:**CB ONE Ltd. ST, Nadjazdová 4  
974 01 Prievidza  
Tel.: +421-862-542 57 81  
e-mail: [cbone@pd.psg.sk](mailto:cbone@pd.psg.sk)**Pražská prodejna:**5. Května 1097/31, 144 00 Praha 4  
Tel./fax: 02/414 06 239  
e-mail: [allamat@volny.cz](mailto:allamat@volny.cz)**Zastoupení v Litvě:**ALLAMAT, Naugarduko 52-38  
Vilnius  
Tel: +370-2-261 054  
+370-8-898 505  
e-mail: [info@allamat.w3.lt](mailto:info@allamat.w3.lt)**Speciální nabídka Allamatu  
KV a VKV antén**

4 EL. Yagi 144 MHz	559 Kč
9 EL. Yagi 144 MHz	957 Kč
10 EL. Quagi 430 MHz	1 297 Kč
20 EL. Quagi 430 MHz	1 997 Kč
3 EL. Yagi 10-15-20 m	7 497 Kč
Windom 10-20-40-80 m	1 597 Kč
Windom 10-20-40-80-160 m	2 597 Kč
AVT 3 vertikální 10-15-20 m	2 597 Kč
AVT 4 vertikální 10-15-20-40 m	2 997 Kč
AVT 25 vertikální 10-15-20-40-80 m	3 797 Kč
HF8 vertikální 10-12-15-17-20-30-40 m	6 686 Kč
DX 11 vertikální 10-80 m	5 686 Kč

Všechny uvedené ceny jsou včtené DPH

Další zboží naleznete v katalogu nebo  
na našich internetových stránkách

Radiokluby nakupují u Allamatu za velkoobchodní ceny!