

„Chodí“ prakticky cokoli...

Thomas H. Schiller, N6BT, podle QST 7/2000 přeložil Jan Kučera, OK1NR, ok1nr@volny.cz



Potěšení z amatérského vysílání je přímo úměrné vaší anténě. I když jako anténu, která „chodí“, lze možná použít skutečně cokoli. 5. února 2000 jsem udělal na první zavolání spojení s NOPG v lowě a bylo to moje první spojení na žárovku. Další byla s KB9TQI, Indiana, N0IJ, Minnesota, K4CIH, Alabama, WA9TPQ, Illinois, N5MT, Texas, KB0MZG, Kansas a KX9DX, Illinois jsem udělal v závodě 10/10, zatímco jsem odbíhal k vysílači od práce na zahrádce. Nejdlejší spojení na žárovku 150 W, upevněnou na kůlu v plotě, bylo s Indianou. Bylo to příjemné překvapení a těch překvapení přišlo ještě víc.

Jedním z nejdůležitějších hledisek při stavbě a hodnocení vlastností antény je používat ji v podmínkách a prostředí, kdy je parametry antény možno věrohodně měřit. Výroků o tom, jak dobře některé antény „chodí“ je tolik, kolik je v zimě sněhových vloček. Toto téma je, tak či onak, na předním místě diskusí, které jsem vedl od roku 1978 na každém fóru nebo v klubu. Kolikrát už jsme slyšeli někoho říkat, že jeho anténa skutečně „chodí“.

Grafické vyjádření vztahu mezi účinností antény a uspokojením

Co znamená slovo „chodí“? Odpověď je: více či méně „chodí“ cokoli. Doufám, že budete souhlasit, že toto tvrzení je naprosto pravdivé. Podstatné je, jak dobře to „chodí“ - a tak se dostaneme k nějakému charakterizování účinnosti anténního systému a k možnému vyjádření závislosti nějak definované míry „uspokojení“ nebo „potěšení“ z práce s určitou anténou na jejím zisku, příp. dalších parametrech. Grafické vyjádření tvaru takové závislosti může vypadat tak jako na obr. 1 a v dalším se o tomto grafu budeme odvolávat jako na graf účinnosti a uspokojení.

Poprvé jsem myšlenku, že „chodí“ cokoli, vyslovil na ARRL Pacific Division Convention na podzim roku 1998. Byla přijata dobře a byl jsem požádán, abych můj referát kompletně upravil. Upravený materiál jsem poprvé uvedl během ARRL Southwestern Division Convention na podzim 1999, pak jsem jej dále rozšířil a přednesl o několik týdnů později v přeplněném sále během ARRL Pacific Division Convention. Když jsem začal promítáním prvního obrázku s mottem „Chodí cokoli“, pokrčilo se mnoho obočí. Vypadalo to jako úlet, protože jsem se vždy zaměřoval na co největší účinnost.

Pokračoval jsem příkladem mé první antény, která mi umožnila na 40 metrech v pásmu pro nováčky pracovat s celým západním pobřežím USA. Měl jsem značku WV6KUQ a psal se rok 1959. Byla to jednoduchá anténa: kovová síťka v okně mé ložnice. Dělal jsem spojení a myslel jsem si, že „chodí“ dobře. Můj profesor na střední škole, dnes už zemřelý „Doc“ Gmelin, W6ZRJ, mně taktně naznačil, že to asi ta nejlepší anténa nebude a že by bylo vhodné ji zlepšit. Přivedl mě k prvním zkouškám na koncesi a později byl i mým učitelem fyziky. Na jeho návrh a s pomocí otce (otec i matka mě v mých dobrodružstvích povzbuzovali a podporovali) jsme postavili Widomku. Byla jednoduchá a nepotřebovali jsme koaxiální kabel. Windomka určitě nebyla nejlepší, ale představovala obrovské zlepšení oproti té síťce v okně. Mé představy o rozsahu účinnosti anténního systému se značně rozšířily.

Zjištění toho jasného rozdílu mezi síťkou a Windomkou vzbudilo můj dlouhotrvající zájem o antény. Rozdíl v účinnosti mezi těmi dvěma anténami by bylo možno normálně komentovat asi takto: „Já! S tímhle to bude lepší zábava!“. Windomka mi umožnila udělat první

spojení mimo náš stát s jiným nováčkem ve městě Delavan, Wisconsin. Bylo to asi 3 000 km a mluvili jsme spolu déle než 30 minut. Potom jsme doma postavili vertikál na 40 metrů tak, že jsme na dřevěný rám přivázali silný izolovaný vodič. Zemní systém tvořila jedna tyč (jak jsem později zjistil, nebylo to příliš účinné). Tato anténa mi umožnila udělat můj první DX s JA2CMD. S další otcovou pomocí jsme postupně postavili dvouprvkovou třípásmovou anténu s trapy, kterou se nám podařilo instalovat na desetimetrový teleskopický stožár na střechu. Podle mých takto získaných zkušeností jsem si myslel, že to musí být ta nejlepší možná anténa.

Tento dojem byl samozřejmě mylný - byla to pouze nejlepší z antén, které jsem doposud používal. Byla to moje osobní, omezená představa a určitě nevyjadřovala přesné hodnocení skutečné situace. I když se to může zdát divné, trvalo mi roky, než jsem si uvědomil, že většina amatérů prochází stejným procesem poznávání jako já. Dnes, dokonce i s přes množstvím anténařské literatury na různá témata, tato mezera mezi představou a realitou zůstává. Já jsem se zaměřil na tu realitu v roce 1983.

Spolu s Gary Caldwellem, VA7RR, (tehdy WA6VEF) jsme odletěli na CQ WW CW Contest na ostrov Saipan (AHOC). Předtím jsem už dvakrát vysílal z jižního konce tohoto ostrova a používal jsem již existující antény, které tam postavili zaměstnanci Far East Broadcasting Company (FEBC), Byrd Brunemeier a Don Bower. Když jsme nainstalovali stanici, zeptali se nás, jestli bychom se raději nepřestěhovali na severní konec ostrova a použili FEBC antény pro rozhlas na krátkých vlnách. Ty byly umístěny na skalním útesu Marpi Cliff, asi 130 metrů nad hladinou oceánu. Naše rozhodování trvalo asi dvě sekundy.

Na ostrov jsme sebou tehdy přivezli (novou) typickou třípásmovou trapovanou anténu a desetimetrový stožár. Měli jsme sebou také asi 350 metrů koaxiálního kabelu. Od FEBC jsme měli k dispozici tři antény TCI-611 (záclonové anténní soustavy), navržené pro provoz mezi 8 a 18 MHz (používali jsme je na 40, 20, 15 a 10 metrech). Každá z nich tehdy (v roce 1982) stála asi 300 tisíc dolarů a skládala se ze dvou stožárů 73 metrů vysokých, mezi kterými bylo 61 sfázovaných dipólů. Za každým dipólem byl pasivní prvek a přepínáním se hlavní

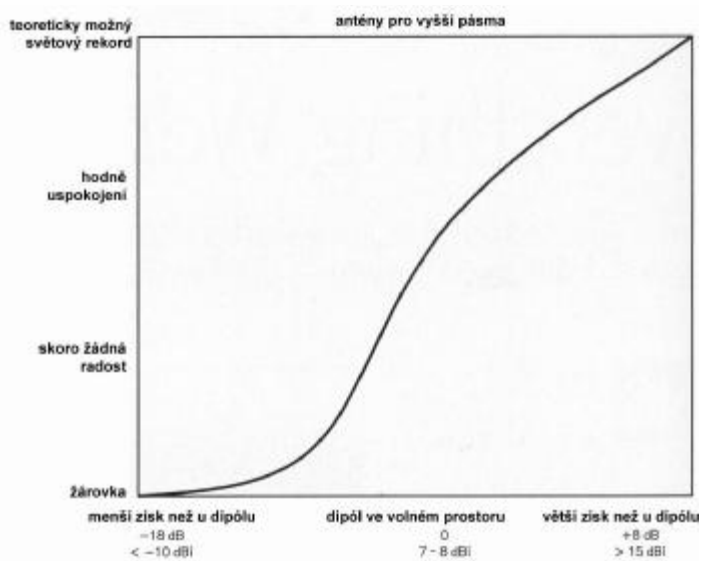
lalok posouval ze strany na stranu. Byl to obrovský anténní systém. Naše stanice jsme nainstalovali v hlavní provozní budově, s ovládaním na velkém panelu za námi. Tyto záclonové antény měly zisk 21 dBi a předozadní poměr 20 dB. Naše třípásmová anténa měla zisk asi 8,5 dBd neboli 10,6 dBi. Zjištění, že k dosažení dalších (teoretických) 10 dB zisku oproti trapované třípásmové anténě je potřeba tolik materiálu (a peněz) bylo pro nás ohromující.

Od té doby lituji, že jsem tenkrát sebou neměl magnetofon, abych se rozdělil o zážitek, daný rozdílem mezi naší trapovanou třípásmovou anténou a těmi záclonami. Během práce jsme poslouchali na naši anténu. Slunce už zapadlo za obzor Pacifického oceánu, když Gary navrhl, abychom se připojili na záclonu pro 15 metrů. Bylo pozdě večer, když jsme připojili koaxiální balun 1:4 k otevřenému napájecímu vedení, které vedlo k jedné ze záclon. Byli jsme připraveni ke klasickému porovnávání „toto je anténa A, toto je anténa B“, ale pásmo bylo téměř mrtvé. Připojili jsme k anténnímu přepínači napájecí vedení k zácloně, přepnuli - a to, co jsme slyšeli, nás ohromilo: pásmo bylo plné různých signálů. Vypadalo to jako v poledne. Bylo to jako rozsvícení světlo v tmavé místnosti. Měli jsme neuvěřitelné spojení s HZ1AB, které zůstane v mé paměti navždy.

Pro výkon 100 W do našich antén jsme porovnávali signály s jinou stanicí na ostrově Guam, která měla 1 kW a větší třípásmovou anténu. Rozdíl mezi anténami byl neuvěřitelný. HZ1AB říkal, že obě třípásmové antény jsou S7 a záclona je při nejmenším S9+40 dB. Rozdíl na S-metru byl tedy asi 50 dB.

Rozdíl v úrovni signálu je možné částečně zdůvodnit polohou a spádem skalního útesu. Našich 100 W a třípásmová anténa se jevíly stejně jako kilowatt na ostrově Guam, takže poloha skalního útesu vyrovnala rozdíl mezi výkony, tedy asi těch 10 dB. Ale jak naše anténa, tak i záclona směřovaly stejně. Abych tímto porovnáním uspokojil každého, udělejme nereálný předpoklad, že rozdíl mezi umístěním záclony a naší třípásmové antény (vzhledem ke stejnému skalnímu útesu) představuje 30 dB. Zbytek je ale stále ještě 20 dB a ten musí být způsoben rozdílem v účinnosti třípásmové antény a záclony.

Reálný pozorovaný rozdíl mezi anténami se natolik lišil od technických specifikací, že něco nedávalo smysl. Naše úvahy o účinnosti vyjádřené ve formě grafu jsme silně zjednodušili pro mezní případy dosažitelné pouze



Obr. 1. Graf vztahu mezi potěšením a účinností antén

Radioamatérské souvislosti

se základními anténními systémy, používanými v radioamatérské praxi. Snaha pochopit pozorované rozdíly v účinnostech mě vedly k návrhu, stavbě a vyhodnocování stovek antén. Toto úsilí dalo odpověď na otázky o účinnosti a bylo počátkem a jádrem filozofie projektování antén, které se od té doby vyrábějí a prodávají pod názvem „Force 12“.

Projekt „žárovka“

Graf účinnosti a uspokojení formuluje obecný průběh závislosti uspokojení z provozování radioamatérských aktivit na účinnosti a parametrech celého systému našeho zařízení. Protože ale všechna dnes dostupná zařízení jsou sama o sobě velmi dobrá, mohou být rozdíly v účinnosti nakonec způsobeny stejně zejména anténním systémem. Základním cílem projektu „žárovka“ bylo vyjádřit kvantitativně vlastnosti antén (zisk v dBi) a uvést tyto hodnoty do nějakého vztahu k jejich skutečné účinnosti. Základní grafické vyjádření vztahu mezi účinností - ziskem antény a uspokojením z jejího používání je na obr. 1. Průběh závislosti v tomto grafu vychází z názorů mnoha kvalifikovaných zasvěcených odborníků, včetně typických amatérů, DXmanů, závodníků a výrobců.

Graf je určen k charakterizování průběhu závislosti mezi vlastnostmi antén a dosaženým uspokojením z komunikace. Nezahrnuje úplnou prezentaci všech typů antén ani toho, čeho je možné dosáhnout. Antény, uvedené na vodorovné ose grafu ale představují dobrý přehled a stručný charakteristický výběr možností, které se u amatérů vyskytují. Informace v grafu nezahrnují vyzařovací úhel, který je ovšem velmi důležitý pro DX provoz - ne každý se ale o DX provoz zajímá. Obr. 1 by měl charakterizovat průběh relativního zvyšování „uspokojení“ z amatérského radia podle toho, jak zlepšujeme účinnost antény.

Zhruba uprostřed vodorovné spodní osy grafu je uveden dipól umístěný ve výšce asi 1/3 až 1/2 vlnové délky. Jedná se o efektivní anténu s horizontální polarizací, která navíc vykazuje přídatný zisk v důsledku odrazu vysílaného signálu od země. Dipól je směrový (jeho osmičkový vyzařovací diagram znamená další zisk a zlepšuje příjem - minimální boční příjem snižuje šum). Otočný dipól funguje velmi působivě, zvláště na nižších pásmech, kde i zdánlivě malé změny mohou mít za následek velké zlepšení. Nejčastější konfigurací dipólu pro 80 a 40 metrů je dipól invertovaný. Pokud natáhneme vodorovný přímý dipól ve stejné výšce, v jaké by ležel vrchol dipólu invertovaného, je výsledkem asi třiceti pokusů zjištění, že přímý dipól bude asi o 6-10 dB lepší.

Oblast více vpravo od dipólu se vztahuje k hodnotě zisku 13 až 14 dBi, což je asi o 6 až 7 dB víc, než má dipól. Tyto parametry může mít velmi dobře navržená Yagi anténa s minimální délkou ráhna asi 1/2 délky vlny (pro pásmo 20 m tedy asi 10,5 m). Ještě více napravo jsou na grafu anténní systémy s větším ziskem. Největší KV anténní soustavy pro amatéry dosahují velmi zřídka zisku 20 dBi, včetně zisku odrazem od země. Takový zisk má třeba soustava šesti stohovaných antén Force 12 C-3s ve výškách 9-55 m na 58 m vysokém otočném stožáru u N7ML, nebo víceprvkový vertikální anténní systém nad slanou mořskou vodou u 6Y2A/4M7X.

Směrem k levé straně grafu na obr. 1 jsou uvedeny spíše velmi málo účinné antény. Pokud bychom se v grafu pohybovali od středu směrem vlevo, bude se účinnost a zisk zmenšovat a možnost udělat QSO a něco

slyšet bude rychle klesat. Zcela vlevo je v grafu uvedena žárovková anténa. Než k ní ale od dipólu dojdeme, pohybujeme se mezi anténami, které nejsou účinné v důsledku úmyslného nebo neúmyslného špatného návrhu nebo mají malou účinnost např. kvůli prostorovým omezením při instalaci apod.

Všimneme-li si ještě pozorněji stupnice na vodorovné ose grafu, pak podle mého nejsvědomitějšího odhadu budou mít typické amatérské antény (umístěné nikoli ve volném prostoru) zisk v rozmezí -5 až +13 dBi. Tento rozsah odpovídá málo účinným vertikálům až účinným Yagi anténám instalovaným v přiměřené výšce a související informace jsou uvedeny v obr. 2. Uvědomte si, že uvedené rozmezí není příliš široké: 18 dB. U lidí s velmi omezenými prostorovými možnostmi pro instalaci antény bude toto rozmezí ještě širší. Pro dipól ležící zhruba ve středu grafu pak díky sklonu křivky může rozdíl několika dB do plusu nebo mínusu znamenat podstatný rozdíl ve výsledku. Yagi antény a jiné antény s horizontální polarizací těží z toho, že při umístění ve vhodné výšce nad zemí mají zisk větší o odraz od země a to může představovat k uvedeným číslům přírůstek až 4-5,5 dB. U antén s vertikální polarizací zisk v důsledku zemního odrazu nenarůstá a blízkost země naopak obvykle znamená větší ztráty energie (pokud anténa není umístěna nad slanou mořskou vodou).

Je důležité mít na paměti, že uvedený graf platí pro oba konce spojovací cesty. Spojení se často uskutečňuje proto, že na jednom konci je účinný anténní systém, který má dostatečný zisk se správným vyzařovacím úhlem, takže kompenzuje nedokonalost antény na druhém konci a tím spojovací cestu uzavře.

A jak je to s uspokojením, resp. s potěšením z navázání spojení? Máme-li anténu s účinností zhruba ekvi-

valentní horizontálnímu dipólu, daří se nám dělat spojení a s amatérským vysíláním si užijeme hodně radosti. S méně účinnou anténou jsme sice schopni dělat spojení, ale posouzení aktivity na pásmech bude omezené. Pokud si myslíte, že jste na této úrovni, zkuste něco lepšího. Něco, co bude „chodit“ lépe.

Uvedené myšlenky i vlastní graf vás nechtějí přesvědčovat o tom, že s horší anténou než je dipól nemůžete dosáhnout dostatečného uspokojení. Avšak i když máme možnost někoho slyšet a udělat s ním spojení, neznamená to ještě, že naše uspokojení je dostatečné. Měli bychom posoudit možnosti našeho anténního systému a zamyslet se nad grafem účinnosti a uspokojení, abychom mohli zvážit, zda není možné udělat ještě další krok, postavit jiné antény a vyzkoušet je, stejně jako jsem postupoval v minulosti já.

O kolik musí být anténa „lepší“ a jak se tento rozdíl projeví v provozu? Graf na obr. 3. zobrazuje hypotetickou spojovací cestu a vztah mezi parametry antén na obou koncích.

Budeme-li uvedené grafy posuzovat z hlediska provozní praxe, můžeme konstatovat, že

- účinnější anténa znamená
- větší možný dosah,
- delší dobu otevření pásma pro spojení a
- větší potěšení z vysílání.

Žárovková anténa

Napadlo by někoho, že zcela vlevo na našem grafu můžeme umístit obyčejnou žárovku použitou jako anténu? A přece je to pravda. Copak taková „anténa“ skutečně „chodí“? Samozřejmě! Jak už jsem řekl na začátku, „chodí“ cokoli. Rozdíl je pouze v účinnosti (a uspokojení a potěšení).

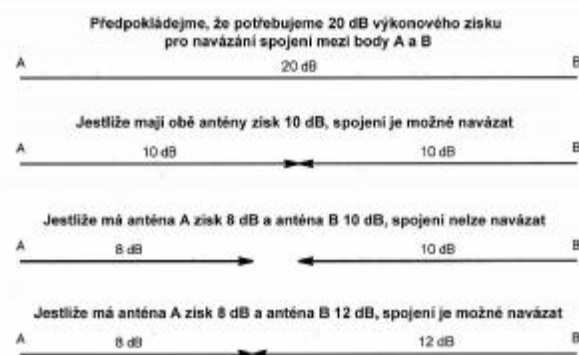
Jednou jsme se sešli u kávy a tří notebooků, abychom projednali strategii našeho závodního týmu (6Y2A, 4M7X). Vedoucí týmu, Kenny Silverman, K2KW, se s námi podělil o své zkušenosti se žárovkou před mnoha lety. Byl v místnosti a vyučoval morseovku. Jako umělou zátěž k vysílači používal žárovku. Rozhodl se, že se podívá na některé amatérské pásmo, zda něco uslyší. Samozřejmě udělal několik spojení na 20 metrech. Všichni jsme se tomu smáli a bylo jasné, že žárovka umístěná v místnosti je ta nejhorší anténa, jakou může člověk použít.

Při přípravě grafu pro obr. 1. jsme se rozhodli, že žárovku umístíme na vodorovné ose úplně vlevo. Technický redaktor časopisu QST, Dean Straw, N6BV, jeden z členů týmu a konstruktér antén po více než 25 let, souhlasil s odhadem zisku - 18 dB oproti dipólu; tato hodnota se také potvrdilo, alespoň na pásmu 10 metrů. Všimněte si, že rozdíl mezi dipólem a ve světě běžně používanými anténami je mnohem menší, než mezi dipólem a žárovkou. Já sám jsem svým největším kritikem, takže teď byl čas tu žárovku vyzkoušet.

Pokračování na straně 17



Obr. 2. Porovnání účinnosti některých antén



Obr. 3. Porovnání zisků potřebných na obou stranách spojovací cesty k úspěšnému navázání spojení

Jak se luštily šifry - 2

Ing. Jaromír Buksa, OK2UFW

Pokračování z minulého čísla

Dešifrování probíhá obráceným postupem. Opakováním popsaného postupu se obdržela dvojitá transpozice. Oba kroky představovaly šifrovací systém s vysokým stupněm bezpečnosti, ale pouze za přísného dodržování zásady, že heslo se nesmí použít opakovaně, což se ale naneštěstí pro uživatele často stávalo. Luštění tří depeší zašifrovaných stejným heslem (v krajním případě i dvou) je úplně stejné, jako řešení křížovkářské lištovky: depeše se napíší na pruh papíru pod sebou, rozstříhají se na proužky a přesouváním proužků se hledá text. Mohlo by se namítnout, že při použití moderní výpočetní techniky nemohlo být vyhledání správné kombinace písmen žádným problémem. Všechny kombinace bylo možno prozkoušet, ale uvědomme si, že počítač vytvořil $65!$ kombinací (symbol $n!$ - faktoriál - představuje číslo, které vznikne vynásobením čísel 1 až 65 - $1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \dots \times 65$ - v našem případě by takto vzniklo devadesátimístné číslo).

Za určitých podmínek, např. při znalosti delšího předpokládaného slova, lze zkoušením různých rozměrů tabulky luštit i jednotlivé depeše jednoduché transpozice. Dvojitá transpozice byla v kombinaci s jednotkovým připočítáváním hesla hojně používána ještě za druhé světové války pro spojení paravýsadků na území Protektorátu. Právě pro nedodržování základních pravidel používání byla Němci úspěšně luštěna. Jako heslo byly používány úseky ze smluvené knihy.

Dalším, zhruba stejně starým transpozicičním klíčem, byla tzv. Fleisnerova mřížka. Šifrovací pomůcka vznikla vystřiháním některých políček ze čtvercové mřížky, třeba 8×8 . Mřížka se přiložila na papír a text se psal do volných políček zleva doprava; mřížka se pak pootočila o 90 stupňů, až se vypsalo celý text depeše. Postup luštění byl obdobný jako u transpozice.

Substituční systémy

Autorství jednoduché záměny (substituice) se připisuje již G. J. Cezaroví. Zašifrovaný text si ponechal statistické vlastnosti jazyka, čehož se využívalo při luštění depeší o délce prakticky již 100 písmen. Postup luštění: text se napsal do souvislých řádků na tvrdší list papíru, zaznamenala se četnost jednotlivých znaků, bigramů i trigramů. Jako první se vyhledaly samohlásky podle pravidelného střídání a barevně se zakroužkovaly. V šifřtextu se vyhledaly opakující se bigramy a trigramy a podtrhaly se. Tužkou se pod jednotlivé znaky napsala předpokládaná písmena otevřeného textu a dělaly se pokusy objevit otevřený text. Při těchto pokusech se maximálním způsobem uplatňovala mazací guma. Úspěšnost luštění závisela na délce šifrovaného textu, obtížné se luštil text, obsahující zkratky. Stejným způsobem se luštil šifřtext zašifrovaný způsobem více znaků za písmeno. Odhalení tohoto systému při využití statistických kritérií nebylo složité. Pro rozšíření počtu znaků za jeden existovala řada možností, např. tabulka 5×10 :

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| 1 | A | Á | B | C | Č | D | Ď | E | Ě | Ě |
| 2 | F | G | H | I | Í | J | K | L | M | N |
| 3 | Ň | O | Ó | P | Q | R | Ř | S | T | |
| 4 | Ť | U | Ú | V | W | X | Y | Ý | Z | |
| 5 | Ž | : | ' | - | / | ' | + | ? | ! | |

Luštění systému jednoduché substituice bylo základním úkol kryptoanalýzy, protože konečná fáze podstatně složitějších systémů vede na jednoduchou substituici při pokusech o jejich luštění.

Luštitelům bylo možno ztížit práci vkládáním tzv. klamače na smluvená místa textu.

Složitá substituice

Zakladatelé modernější kryptografie Johannes Trithheim, G. B. Porta a Francis Bacon se věnovali tvorbě složitějších systémů substituice. Nově vytvořené systémy byly podstatně obtížněji lušitelné, avšak bezpečné nebyly. Složitost vedle zvýšení bezpečnosti přinesla jednu velkou nevýhodu: systémy při používání byly náchylné na chybování šifrantů. Chybně zašifrovaná depeše musela být opakována a tato skutečnost podstatně ulehčovala luštitelům práci.

Základem každé složité substituice byla tabulka, tvořená třemi částmi: znaky otevřeného textu, znaky šifrovaného textu a znaky hesla. Nejčastěji používanou byla tabulka Vigenére, která se podstatně později stala i základem některých moderních šifrovacích strojů. Tabulka má rozměr 26×26 znaků.

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|-----|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | ... | ... | ... |
| Z | A | B | C | D | E | F | G | H | ... | ... | ... |
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | ... | ... | ... |
| B | C | D | E | F | G | H | I | J | ... | ... | ... |
| C | D | E | F | G | H | I | J | K | ... | ... | ... |
| D | E | F | G | H | I | J | K | L | ... | ... | ... |
| E | F | G | H | I | J | K | L | M | ... | ... | ... |
| F | G | H | I | J | K | L | M | N | ... | ... | ... |
| G | H | I | J | K | L | M | N | O | ... | ... | ... |
| H | I | J | K | L | M | N | O | P | ... | ... | ... |

Šifrování probíhalo tak, že v horní řádce se vybírala písmena otevřeného textu, v levém sloupci se vybírala písmena hesla a na jejich průsečíku písmena šifřtextu. Jako heslo byl používán zpravidla text ze smluvené knihy do délky 20 písmen. Pokud se pro zašifrování depeše použil náhodně vytvořený sled znaků o délce depeše a použil-li se tento sled jen jednou, byl výsledkem absolutně bezpečný šifrovací klíč.

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | B | | | | | | | | | | | |
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
| N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z |
| C | D | | | | | | | | | | | |
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
| Z | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y |
| E | F | | | | | | | | | | | |
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
| Y | Z | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X |

Pro zjednodušení používání Vigenérovky tabulky vytvořil J. B. Porta následující pomůcku:

Zvýšení bezpečnosti mohlo být dosaženo změnou pořadí písmen v abecedě buď podle smluveného hesla, nebo náhodně.

Luštění složitě záměny

Pokud vzniklo podezření, že získaný šifřtext byl zašifrován některým z uvedených systémů, nastoupil test periodičnosti, který odhalil délku hesla.

Jednoduchý příklad luštění šifřtextu zašifrovaného systémem Porta s použitím předpokládaného slova. Daný šifřtext:

TMUYB QHZVW QXIWX TBKPM ZCQTX JHCLM UGHKL FPZPV XGWN I QUMGI HMGNH MGSSB CNLTG WSX

Test periodičnosti ukázal na délku hesla 4. Šifřtext se rozepsal na délku 4. (U krátkého textu mohl však test periodičnosti ukázat i na násobky délky hesla).

Správnost stanovení periody potvrdilo opakování trojic HMG na vzdálenost 4 a MU na vzdálenost 7×4 .

| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| 1. | V | L | A | S |
| | T | N | O | S |
| | T | | | |

| | | | |
|----|---|---|---|
| 2. | V | L | A |
| | S | T | N |
| | S | T | |

| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| 3. | | | V | L |
| | A | S | T | N |
| | O | S | T | |

| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| 4. | | | | V |
| | L | A | S | T |
| | N | O | S | T |

Předpokládané slovo bylo VLASTNOST. Jak mohlo toto slovo být umístěno v textu?

| | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|
| a) | I | Q | U | M | |
| | | V | L | A | S |
| | | | | | |
| | G | I | H | M | |
| | V | L | A | S | |
| | | | | | |
| | G | N | H | M | |
| | T | N | O | S | |
| | | | | | |
| | G | S | B | B | |
| | T | | | | |

| | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|
| b) | I | Q | U | M | |
| | | V | L | A | S |
| | | | | | |
| | G | I | H | M | |
| | T | N | O | S | |
| | | | | | |
| | G | N | H | M | |
| | T | N | O | S | |
| | | | | | |
| | G | S | B | B | |
| | T | | | | |

Ve všech čtyřech možnostech se musely hledat bigramy (ST), které stály bezprostředně za sebou. Zbyly dvě možnosti:

Jako jednoznačně správnou se ukázala být varianta b), protože v 1. sloupci dávala šifra G jednu V a podruhé T u varianty a). Písmena O a T se přiřadila odpovídajícím znakům podle četnosti. Jelikož systém Porta používal reciproké abecedy, šifra A dávala v otevřeném textu U, pak U odpovídalo A. Po dosažení všech písmen z předpokládaného slova VLASTNOST do tabulky bylo možno rekonstruovat celé abecedy. Tento popis luštění uvádí pro luštitelů nejpříznivější případ. Při neznalosti jakéhokoliv předpokládaného slova byl pro úspěšné luštění nutný šifřtext o délce minimálně 400 znaků.

Systém autokláv

Spočívá na připočítávání otevřeného textu nebo šifřtextu jako hesla. Podle toho se nazýval autokláv otevřený text a autokláv šifřtext. Šifrování bylo započato smluveným heslem např. ABECEDA:

Heslo: ABECEDA FLHHPYCDJXJAIARMP
Text: SYSTEMPORTAPOUZIVARECIPROKO
autokláv šifřtext
Šifra: FLHHPYCDJXJAIARMPRIYVKKI

Luštění autoklávu s použitím šifřtextu jako hesla bylo velmi jednoduché. Muselo se vzít v úvahu, že je k dispozici celé jednoslovné heslo. To se posouvalo krok po kroku, až se objevil otevřený text. Naprosto odlišná byla situace se šiframi, zašifrovanými systémem s otevřeným textem - luštění jedné depeše bylo velmi obtížné, zpravidla k luštění napomohla chyba šifrujícího, kdy musela opravená depeše být zaslána znovu.

Příznivá situace nastala při získání více depeší, zašifrovaných stejným heslem. Luštění se pak zakládalo na skutečnosti, že při nadepsání depeší nad sebou tvořila písmena zašifrovaná základním heslem jednoduché záměny a dále se mohlo znát předpokládané slovo u jed-

ného telegramu. Vylučovací metodou s pomocí předpokládaného slova se našla českému jazyku odpovídající záměna. Potvrzené předpokládané slovo se sunulo celým šifrtexem tak dlouho, až se objevil čitelný text. Nejsložitější případ nastal při luštění pouze jednoho telegramu se znalostí jednoho předpokládaného slova. Metoda spočívala v tom, že předpokládané slovo se opět sunulo celým textem. V každém posunu se ze známého otevřeného textu a šifrtextu získalo heslo, čitelný text. Ani autokláv otevřený text nebyla bezpečná šifra. Uváděné operace bylo možno svěřit počítači a zprávy luštit bez jakýchkoliv doplňkových znalostí.

Luštění složitě substituce s rozházenou abecedou

Pro luštění tohoto systému se používaly některé obraty z teorie permutací. Permutace množiny písmen (v našem případě 26) mezinárodní abecedy je prosté zobrazení této množiny na sebe samu, např.

ABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ
NXMUWVWRAPBJOSKEFHLDGYTZOIC
v cyklickém zápisu:
ANKJXBOWEZWCMDSUYIPFVTGRLQH

S permutacemi lze provádět jednoduché matematické operace, násobení, mocniny, součin však není komutativní. Postup luštění, uvedený shora pro srovnanou abecedu nebylo možno použít. U neznámé abecedy nebyly známy vzdálenosti mezi jednotlivými dvojicemi písmen. Pro úspěšné luštění bylo třeba získat několik depeší, zašifrovaných stejným heslem. Pomocí předpokládaných slov bylo možno získat několik dvojic o stejných vzdálenostech. Na základě tohoto poznatku bylo možno sestavit částečnou a posléze úplnou jednocyklovou permutaci. Z této permutace se vytvořilo 12 lichých mocnin, což představovalo 12 kryptologicky ekvivalentních řešení, jedno z nich znamenalo hledanou rozházenou abecedu.

Pokračování příště

<3515>🌐

OK-OM DX Contest
je letos již 8.-9. 11.!
Podmínky na str. 27.

Soukromá inzerce

Prodám KV lineár KVZ 1 vč. zdroje, prototyp, 3,5-28 MHz vč. WARC, nové elky 3-500 C, 2ks náhr., náhr. žhav. trafo, dokument., málo využ. (29 980 Kč). FM TRX R2FH 144-146 MHz a konc. zes. RMH2 18 W, mikro, dokum. (1980 Kč), elbug s dělenou pamětí, vyr. USA typ LOGIKEY pro contesty, EME, vy QRQ atd. zatím pouze vybalen, dokum. (4 000 Kč), pro sběratele lab. zdroj 0-12 0-24 0-6 V TESLA (200 Kč), orig. repro stolní k FT 227 (FT101...atd.) (700 Kč), TTR-1 s tov. x-tal filtrem 9MHz (900 Kč), h. m. singl. past. (140 Kč). DL6WU 432 MHz Yagi 23 el. (550 Kč). OK1XN, tel.: 235 318 413 a 603 523 789.

Prodám patice pro elektronky 802, 813, G813, GU13, 828, OS70/1750. Pastičky pro klasické klíčování, pastičku pro skvívové klíčování. Ferritové tyčky Siemens pro rozsah KV průměr 10 mm, délka 25 mm, též i jiné rozměry, velké, malé, největší i pro VKV, seznam a charakteristiky k dispozici. Součásti, elky a servisní dokumentaci pro lambda 4 a 5. J. Cipra, U Zeleného pláka 12, 148 00 Praha 4. Tel.: 271 912 022.

Prodám stavebnici tribanderu pro 20-15-10m „Spider Beam“ (viz Radioamátér 4 a 5/2003) obsahující veškerý potřebný materiál. Zcela nová, cena 300 Euro nebo 9600 Kč. Martin Huml, QRL 241 481 028, huml@radioamater.cz.

DX expedice

Zdeněk Prošek, OK1PG, ok1pg@seznam.cz

Podmínky šíření na KV se vlivem stále klesající sluneční činnosti zhoršují a tak se mi DX rubrika píše čím dál tím hůř.

Při příležitosti 35. výročí navrácení některých ostrovů patřících do souostroví Ogaswara je od června opět v provozu klubová stanice JD1YAB a její operátoři jsou velice aktivní. Slibují, že potvrdí QSL došlé i přes buro. Pokud chcete QSL direct, tak via JA1MRM.

Po Tichomoří stále cestuje Vladimír UA4WHX. V červnu se ozýval pod značkou V73VV a počátkem července pak jako 5W0VB ze Západní Samoí a z ostrova Niue jako ZK2VB. Posléze se přesunul na Papuu a Novou Guineu jako P29VVB.

Z ostrova Tuvalu pracovali pod značkami T21MY a T21YL Mike, KM9D, a Jan, KF4TUG. QSL via OM2SA.

Michal, OM2DX, se opět vrátil do Bagdádu a pracuje pod značkou YI/OM2DX. QSL na jeho otce OM3JW.

Baldur, DJ6SI, musel po třech dnech z bezpečnostních důvodů opustit Somálsko, odkud pracoval pod značkou T5X.

Z Botswany se počátkem července ozvali IN3ZNR, IK2ANI a AA4NN pod značkami A25FV, A25AN a A25NN. Potom se přesunuli do Lesotha a používali značky 7P8NR, 7P8AD a 7P8NN. QSL na jejich domácí značky.

Z Lesotha se rovněž ozvala již dříve avizovaná skupina amatérů z USA, a to 7P8CF (K5LBU), 7P8IZ (WOIZ), 7P8DA (K4SV), 7P8MJ (W5MJ), 7P8NK (VA7DX), 7P8TA (WW5L), 7P8LA (N2LA) a 7P8KA (K2DXV). Výčet značek jsem úmyslně uvedl celý, aby bylo jasné, kam poslat QSL lístky.

Z Kambodže vysílali počátkem srpna Danny, MOGMT, a Oliver, DJ9AO. Používali značky XU7ACT a XU7ACU.

Od SV2ASP/A přišla zpráva, že jeho TCVR je neopravitelný. A tak, dokud mu někdo nedaruje jiný, je Mt. Athos nedosažitelný.



Novým QSL manažerem VQ9DX je NE8Z. Bude mít i staré deníky.

Z Iránu se z klubové stanice EP3PTT občas ozývá Láda, OK1LO. QSL na jeho domácí značku.

Z Pacifiku se ozývali FO/G35WH a FO/G4MFW. Philovi, G3SWH, byla skutečně zapsána do povolení značka G35WH a tak ji také používal. Oba pracovali jak z Francouzské Polynésie, tak i z ostrova Austral. QSL na jejich domácí značky.

Snad nejúspěšnější byla expedice do Mali TZ6RD, kterou organizoval Julio, EA5XX. Operátory byli XE1L, N6TQS, I8NHJ, EA5KM, EA5RD a již jmenovaný EA5XX. Na velké střeše budovy v Bamaku postavili směrovky, vertikály a dipóly na spodní pásma. Práci jim dost znemožňovaly časté bouřky a výpadky elektrického proudu. QSL via EA4URE.

Z Ázerbájdžanu pracoval Axel, DL6KVA, jako 4K0CW. Není to nic vzácného, ale QSL jsou jisté i přes buro. Požaduje QSL na jeho domácí značku.

Ze Swazilandu se ozvali K4SV jako 3DAOSV a VA7DX jako 3DAOWC. QSL na jejich domácí značky.

Pod značkou 3B9ZL se z ostrova Rodriguez ozýval Guy, FR5ZL. QSL jen direkt na jeho domácí značku.

Z ostrova St. Paul pracovala skupina W/VE amatérů pod značkou CY9A.

Z ostrova Pitcairn se ozýval VP6LJ. Byl tam již před několika lety a nyní se tam má zdržet déle než jeden rok. Zatím není známo, kam poslat QSL lístky.

Dovolenou v Malawi trávil Nick, G4FAL. Ozýval se často, a to i na 30 a 40 m ve večerních hodinách. QSL pochopitelně na jeho domácí značku.

Z St. Pierre a Miquelon pracovali FP/K90T a FP/KB9LIE. QSL na jejich domácí značky.

Z Guinei stále pracuje 3XY1L. Zdrží se tam asi do konce roku. QSL na UY5XE.

Michal, OM2AQ, který již několik let pracuje ve službách OSN, získal nyní značku 4W2AQ a mohl by se brzy objevit na pásmech.

Z ostrova Temotu se ozýval JA1PBV jako H44V.

Z Jižních Cookových ostrovů pracovala skupina amatérů z USA. Používali značky ZK1TOO (K6KM), ZK1KAT (AA9GA), ZK1ZOO (K9ZO) a ZK1TTT (K2KW).

Henk PA3AWW bude pracovat po dobu svého pracovního pobytu v nemocnici v Ghaně jako 9G1AA

V Malawii je nyní i G0JMU a pracuje jako 7Q7HB. QSL jen direkt na G0IAS.

Začátkem září se má objevit jako VK9XAB z ostrova Christmas Andy, G3AB. Tentokrát však bude používat jenom 100 W a drátové antény.

V budově OSN v Iráku pracoval v době atentátu i Ghis, YI/ON5NT. Zatím je známo jenom to, že byl evakuován do Jordánska.

V druhé polovině října mají z ostrova Cocos-Keeling pracovat DJ5IW, DL2RMC, DM5TI a DL5AS pod značkami VK9CT a VK9D; začátkem listopadu pak z ostrova Christmas pod značkami VK9XW, VK9XM, VK9XT a VK9XA. V provozu budou mít tři stanice. QSL za všechny spojení s nimi via DL2RMC.

V říjnu se chystá DJ9ZB, EA5BYP, EA5FO a EA5YN na ostrov Annabon (3C0).

Do Myanmaru se v říjnu chystá skupina DL operátorů. Již mají přidělenou značku XZ7A.

Na říjen také chystá na ostrov Pratas expedici Taiwanský radioklub. Chtěli by pro ní získat i čtyři zahraniční operátory.

Pro nás však asi bude nejzajímavější expedice na ostrov Kure. Budou pracovat asi 10 dnů a v provozu bude 4-6 stanic. Mají věnovat zvláštní pozornost Evropě - máme se tedy na co těšit!

Expedice na ostrov Banaba se má uskutečnit na jaře příštího roku. Bude obsazena špičkovými operátory. Budou používat značku T33C.

<3511>🌐

Jak zvládat evropský pile-up

Rob Snieder, PA5ET (dříve PA3ERC), podle contesting.com přeložil Jan Kučera, OK1NR, ok1nr@volny.cz



Vrátil jsem se z DX expedice v Karibské oblasti a byl jsem členem týmu poslední DX expedice T19M, kde byl jeden z cílů pracovat s Evropou na všech KV pásmech. Mnoho členů DX expedic ví, že udržet pořádek a pracovat s Evropou přiměřenou rychlostí je velmi obtížné: nepřetržitě volají, neposlouchají, ruší na vašem volacím kmitočtu, atd. Pokusil jsem se proto popsat způsob, který jsme používali v Low Land DXpedition Team (LLDXT) a který se nám osvědčil. Doufám, že zveřejnění následujících informací může členům budoucích expedic napomoci v efektivnější práci s Evropou, využívat největší možnou rychlost a zvládat situaci.

Jak pracovat s Evropou - metoda LLDXT

- Pokud očekáváte pile-up, je nejdůležitější pracovat splitem. I když vás bude několik stanic opakovaně volat na vašem kmitočtu, poslouchajte jen na kmitočtu, který pevně stanovíte. Na CW požadujte např. vždy 1 nebo 2 up, na SSB třeba 5 up.
- Pro split nepoužívejte celé pásmo, ušetřete si žádosti a komentáře, abyste rozsah splitu zúžili.
- Zahajujete-li práci provozem split, opakujte svoji značku nejméně při pěti dalších spojeních a oznamujte, že pracujete splitem. Nedělejte už žádné spojení se stanicemi volajícími na vašem kmitočtu a nikdy nepracujte s žádnou stanicí pod 1 up na CW a pod 5 up na SSB.
- Dostáváte-li od stanic reporty s poznámkou, že jste rušení, zvažte, zda nebude lepší změnit váš volací kmitočet. Oznamte volajícím stanicím, že měníte kmitočet - přeladíte se za vámi a četnost spojení opět naroste. Nesnažte se dosáhnout toho, aby se rušící stanice odladila - jako DX stanice v tomto boji neuspějete; pokud nějaký místní „policajt“ začne tohoto operátora odhánět, bude to ještě horší, protože to upoutá pozornost volajících stanic.
- Budete-li mít štěstí, budou volající stanice dávat celou svoji značku - i když je úplně normální, že stanice z jižní Evropy mají ve zvyku dávat pouze svůj suffix.

Žádost, aby vás protistanice volaly celou značkou pomůže asi tak na dvě další spojení, pak se všichni vrátí znovu pouze k suffixům. Nesnažte se změnit svět, nepodaří se vám to.

- Udělejte spojení s každou stanicí, i když nemáte její celou značku a dejte jí co nejdříve report. Při pile-upu s Evropou nečekejte, až budete mít celou značku. Jakmile zachytíte alespoň dvě písmena, dejte report. Ano, já vím, že to znamená další relaci, ale uvidíte, že tímto způsobem začne četnost spojení stoupat. Stanice, které obvykle neustále volají, budou mít čas zavolat jen jednou, protože když to zkusí podruhé, vy už si vyměňujete report s jinou stanicí. Operátoři upraví způsob volání podle vašeho provozu a poznají, jak DX stanice pracuje. Jakmile dáte nějaké stanici report, soustřeďte se na ni, dokud neuděláte spojení kompletní. Nevzdávejte to! Jakmile dojdete k závěru, že tam ta stanice už není, vyšlete NIL QRZ nebo řekněte Nothing heard QRZ. Neříkejte jen QRZ, protože to znamená, že může volat kdokoliv. Když stanice neodpovídá při CW, vyšlete její značku nebo její část s RST znovu a znovu, dokud nepřijmete celou značku. Když vyšlete část značky protistanice s otazníkem, všichni budou volat, ale když uslyší, že dáváte report, budou čekat. Moc tomu nerozumím, ale funguje to.

- Když se vám situace vymkne z rukou, protože nikdo neposlouchá, dejte QRX QRX a poslouchajte, zda je na kmitočtu ticho. Pokud není, dávejte dál QRX QRX QRX, dokud všichni nezmlknou; pak zavolejte stanici, kterou chcete udělat.
- Jestliže všichni volají i dál na kmitočtu té stanice, kterou chcete udělat, dávejte QRX QRX QRX, dokud nebude klid; pak dejte LIST OR QRT LIST OR QRT. QRT je magický kód. Uvidíte, že všichni začnou poslouchat.
- Jestliže se ani pak nezačnou chovat slušně, splňte to, co jste řekli a skončete. Vyšlete DE dvakrát svoji značku NOW QRT NOW QRT TNX FER QRM.
- Přeladte se na jiné pásmo nebo na jiný kmitočet na stejném pásmu, nebo se pobavte poslechem na vašem volacím kmitočtu a poslechněte si, jak napadají jeden druhého, že ruší; pak se přeladte. Stanice si zvyknou na tento postup a bude to čím dál lepší.
- Nikdy nediskutujte s rušícími stanicemi nebo s policajtem. Vy jste šéf a musíte si udržet vedoucí pozici. Pokud toho nejste schopni, asi se potřebujete sami zamyslet, proč k tomu došlo a začít znovu na jiném kmitočtu.
- Na CW můžete vysílat rychle, ale jen takovou rychlostí, jakou jste sami schopni přijímat.
- Potvrďte vždy přijatou značku, aby volající stanice věděla, že je v deníku. Jsem si jistý, že mnoho DX operátorů nebude s touto metodou bezvýhradně souhlasit. Rád začnu na toto téma diskutovat. Jsem schopen udělat v pile-upu s Evropou 4 stanice za minutu, což - myslím - není špatné, ale je to díky používání uvedeného způsobu provozu. Samozřejmě, že když není pile-up velký, můžete pracovat bez splitu a přijímat kompletní značky po celou dobu. Doufám, že moje zkušenosti budou moci využít i další expedice a že se změní jejich špatné mínění o evropských radioamatérech.

<3512>🌐

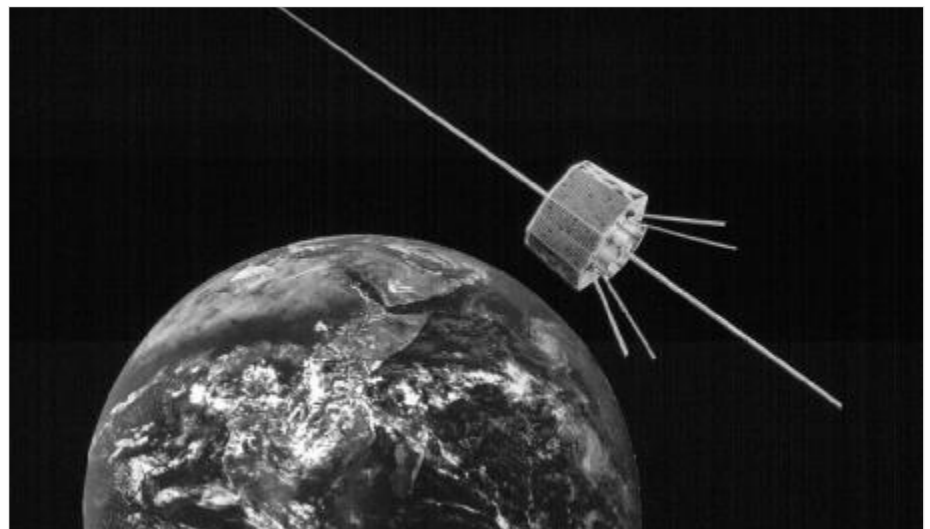
A07, aneb číslo 7 ještě žije...

Tomáš Krejča, OK1DXD, ok1xd@centrum.cz

Pro mnoho radioamatérů je představa provozu přes družice spojená s velkou investicí do anténních systémů, složitých rotátorů pro směrování ve dvou osách a s potřebou náročných výpočtů při predikci přeletů. V případě veterána, družice AMSAT Oscar 7, je tomu - alespoň v módu A - přesně naopak. Budete překvapeni, jak málo stačí, abyste byli QRV i tímto druhem provozu!

A07 - trochu historie nikoho nezabije

AMSAT-OSCAR 7 byl vypuštěn na oběžnou dráhu 15. listopadu 1974. Byl, podobně jako jeho předchůdce a dočasný souputník A06, výsledkem mezinárodní spolupráce radioamatérů z Německa, Kanady, USA a Austrálie. A07 pracoval úspěšně 6,5 roku, dokud jej porucha akumulátorů nevyřadila v roce 1981 z provozu. Bylo tedy naprosto neuvěřitelným překvapením, když 21. června 2002 v 17:28 UTC Pat, G3IOR, zcela náhodně zaslechl telemetrický maják na kmitočtu 145,973 MHz! Tehdy ještě netušil, že se jedná právě o A07, neboť ten byl již přes 20 let pokládán za ztraceného a Pat samozřejmě neměl k dispozici ani aktuální data potřebná pro predikci přeletů. A tak se po dvou desetiletích A07 opět zázračně vrátil do provozu! Stalo se tak zřejmě díky tomu, že po dlouhé době se samovolně odstranil zkrat v akumulátorech a družice je nyní schopná plného provozu, pokud je ovšem napájena energií bezprostředně dodanou slunečními články - z toho vyplývá, že je



Fotomontáž ilustrující pohyb družice A07 nad zemským povrchem - zdroj AMSAT

funkční pouze v okamžiku, kdy se nachází nad osvětlenou stranou Země.

A07 - základní popis:

Jméno: AMSAT-OSCAR 7 (Phase-IIb)
 Nasa Catalog Number: 7530
 Start: 15. listopadu 1974
 Nosná raketa: Delta 2310

Místo startu: Vandenberg Air Force Base, Lompoc, California

Hmotnost: 28,6 kg

Oběžná dráha: 1444 x 1459 km

Sklon dráhy k rovníku: 101,7 stupňů

Rozměry: Osmihran vysoký 360 mm o průměru 424 mm

Módy: A, B, a C

Majáky:

29,502 MHz (200 mW) vysílá, je-li družice v módu A, 145,972 MHz (200 mW) vysílá, pokud je družice v módu B a C [low power mód B],

435,100 MHz (problém: přepíná výkon nekontrolovaně mezi 400 mW and 10 mW),

2304,1 MHz (40 mW) vyžaduje zapnutí pozemní řídicí stanici

Lineární transpondéry (převaděče):

Transponder I: Mód A

Typ: lineární, neinverující

Uplink: 145,850-145,950 MHz

Downlink: 29,400-29,500 MHz

Převodová rovnice:

Downlink (MHz) = Uplink (MHz) - 116,450 MHz +/- Doppler

Výkon: 1,3 W PEP (na začátku života družice)

Transponder II: Mód B a Mód C (low power)

Typ: lineární, inverující

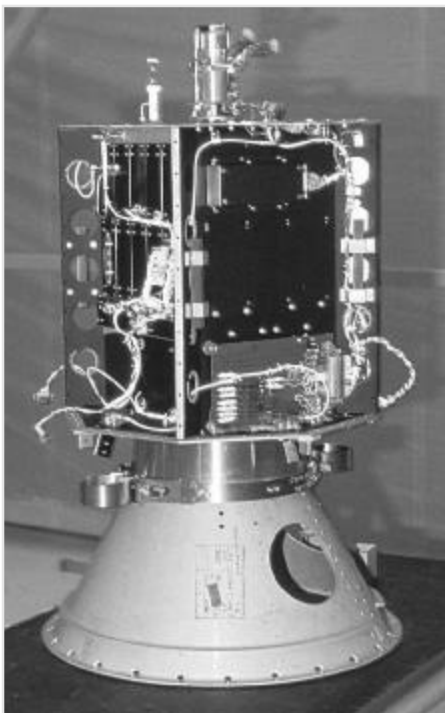
Uplink: 432,125-432,175 MHz

Downlink: 145,975-145,925 MHz

Převodová rovnice:

Downlink (MHz) = 578,100 - uplink (MHz) +/- Doppler

Výkon: 8 W PEP v módu B (na začátku života družice), 2,5 W PEP v módu C



Družice A07 - zdroj AMSAT

Jak na to...

Na příjem v módu A - tedy DownLink v pásmu 29 MHz - stačí obyčejný dipól, který je dokonce v okamžiku, kdy je družice výše nad obzorem lepší, než směrová anténa s nízkým vyzářovacím úhlem. Své pokusy začneme poslechem družicového majáku, který vysílá telemetrická data CW provozem na kmitočtu 29,502 MHz. V okam-

žiku, kdy je družice alespoň 20 stupňů nad obzorem na osvětlené straně zeměkoule, je signál majáku slyšet s velice slušným odstupem od šumu, jak se můžete sami přesvědčit ze záznamu (zvukové WAV soubory jsou na serveru www.radioamater.cz v části download).

Pokud jste skutečně v dosahu družice a přesto na 29,502 MHz nic neslyšíte, může to být způsobeno také tím, že je družice právě v módu B - přesvědčíte se o tom poslechem majáku na kmitočtu 145,972 MHz +/- několik kHz díky Dopplerovu posuvu kmitočtu. V tomto případě byste museli mít připraven TX na 433 MHz s patřičnou směrovou anténou. Pokud neslyšíte ani tento maják, může být družice v módu C (stejný jako mód B, snížený výkon) nebo D - maják 2,3 GHz - ten nebyl ale nikdy pozemní stanicí aktivován kvůli obavám z interference s jinými službami v okolí kmitočtu 2,304 GHz

V případě, že jste zachytili signál majáku (viz soubor A07 Beacon A.WAV), který vysílá telemetrii přibližně rychlostí asi 22 WPM, máte skoro vyhráno! Telemetrická data mají následující formát (začátek je vždy „synchronizován“ skupinou znaků HI HI):

HI HI

100 176 164 178

280 262 200 254

375 358 331 354

453 454 461 459

541 501 552 529

600 600 601 651

HI HI

V rámci vašich experimentů se také můžete pokusit o dešifrování telemetrických dat - viz tabulka A07 TLM.XLS (autoři Jim White WDOE, a Jan King, W3GEY) - najdete ji také na serveru www.radioamater.cz. Zároveň vyzkoušejte, zda se přes družici sami slyšíte. Pro začátek Vám bude bohatě postačovat všesměrová GP anténa pro pásmo 145 MHz - opět tedy bez nutnosti nastavení elevace a azimutu - jak jednoduché! Podle mých testů stačí v příhodných obletech (elevace alespoň 20 stupňů) výkon již od 5 W! Pokud tedy zakličujete váš FM handheld a vyšlete nosnou alespoň o takovémto výkonu, máte reálnou šanci se slyšet zpátky a zároveň naději udělat QSO! Naladte si odpovídající kmitočty pro Uplink a DownLink, vyšlete několik sérií teček a snažte se na přijímací straně zachytit Vaše signály. Při troše štěstí se Vám to jistě podaří!

Praktická rada č. 1: snažte se naladit vysílač (UpLink) na střed přenášeného pásma, zde jsou signály nejsilnější a nebudete potřebovat příliš velký výkon.

Praktická rada č. 2: nejprve si ještě krátce před vlastním přeletem zkontrolujte, že kmitočet, který jste si vybrali pro poslech (DownLink), je čistý, bez průmyslového či jiného rušení, a to v šířce +/- několik kHz - počítejte dopředu s tím, že Váš signál kvůli Dopplerovu posuvu bude „driftovat“.

Praktická rada č. 3: používejte pokud možno CW - nejen že zvýšíte šanci na zachycení vašeho signálu, ale navíc budete šetřit energii, tolik potřebnou pro provoz A07; nikdy nevyšlejte fone FM - na to není A07 opravdu stavěný!

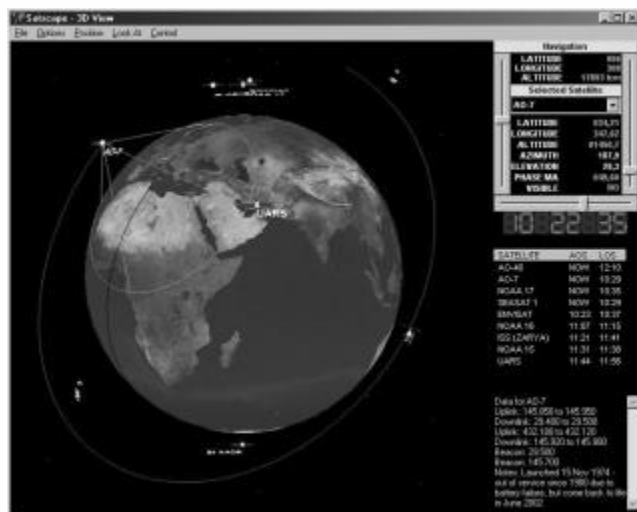
Pokud máte TRX, který lze řídit přes interface počítačem, pak pomocí DLL modulu programu WiSP dokáže počítač automaticky kompenzovat posun kmitočtu způ-

sobený Dopplerovým efektem (až několik kHz během jednoho přeletu) - dobře je to patrné na dalším záznamu - viz soubor A07 CQ OK1DXD.WAV .

Programy pro predikci

Osobně používám program SatScape, kromě standardních funkcí pro výpočet přeletů satelitů umí zobrazit zeměkouli v prostorovém třírozměrném pohledu včetně vybraných satelitů. Toto zobrazení navíc ukazuje dráhy satelitů se zachováním měřítka mezi vzdáleností od povrchu a velikostí Země - to umožňuje lépe určit okamžik, kdy A07 vystupuje ze zemského stínu a začíná být funkční. Dále umožňuje přes interface ovládat kmitočtu TX - užitečná je především automatická korekce Dopplerova posuvu frekvence.

Přehled služších programů pro predikci polohy družice najdete na serveru www.amsat.org. Pokud si nechcete instalovat žádný program s nutností pravidelně korigovat Kepleriánská data satelitů, zkuste server Heavens-Above, ten Vám vypočte vhodné přelety i pro A07. Každopádně si předem zjistěte alespoň přibližné zeměpisné souřadnice Vašeho QTH.



Ukázka informací z programu SatScape

Závěr

Díky oživení A07 si můžete snadno vyzkoušet kouzlo satelitní komunikace s opravdu minimálním vybavením. V současné době je na satelitu velmi slabý provoz a tak nebudete „gumování“ silnými signály jiných stanic. Co říkáte, nevyzkoušíte to také? Udělejte si ještě pár zajímavých spojení, než ta stará dobrá „plechovka“ odejde nadobro! Pro SKED mne můžete kontaktovat na ok1dx@centrum.cz nebo na paket radio BBS OKOPPL.

Užitečné linky:

www.radioamater.cz - zvukové záznamy ve formátu WAV, XLS dekodér telemetrie pro A07

www.amsat.org - server organizace AMSAT věnovaný radioamatérským satelitům

www.experthams.net/ao7 - „neoficiální“ stránky zájemců o provoz přes A07, on-line log skutečných QSO a pozorování majáků A07

<http://www.satscape.co.uk/> - program SatScape pro predikci satelitů

<http://heavens-above.com/> - on-line predikce přeletů satelitů

<3510

Vysokorychlostní multimediální rádiový přenos

Kris I. Mráz, N5KM, podle QST 4/2003 přeložil Václav Kohn, OK1VRF, vkohn@quick.cz

Pokusy se souběžným přenosem datových, audio a video signálů demonstrují realizovatelnost levné technologie, využívající malý výkon pro nové amatérské rádio - „Hinternet.“

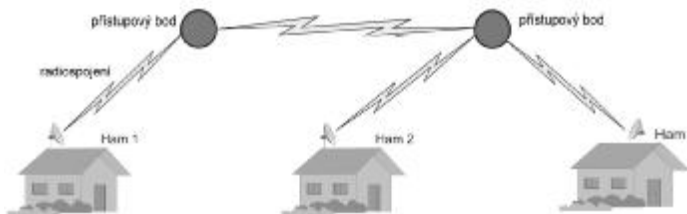
Vysokorychlostní multimediální rádio - HSMM (High Speed Multimedia Radio) je založeno na tom, co je komerčně známo jako RLAN technologie¹ (Radio Local Area Network - rádiová místní datová síť). Podívejte se na obr. 1. Každý počítač (desktop, laptop nebo palmtop) má připojenou poměrně levnou (za méně než 100\$) jednotku transceiver/anténa. Rádiové převáděče, nazývané nody a komerčně známé jako přístupové body (AP - Access Points) jsou roztroušeny v okolí domova nebo kanceláře, aby přijímaly rádiové signály.

V takové situaci už nejsou znázorněné počítače omezeny v pohybu - nejsou omezeny existencí přípojného kabelu. A stejně jako u vašeho mobilního telefonu

jste stále připojeni - vyrazíte-li za město, můžete ztratit signál jednoho nody, ale přebere vás další. Nesmíte se jen vzdálit příliš. Takle RLAN rádia s malými anténami a QRP transceivery nejsou ovšem navržena pro práci se slabými signály. Jejich typický dosah v budově je menší než cca 65 m.

Jak to funguje

Jaké technologie umožňují funkčnost RLAN? Rádiová část obsahuje mikrovlnný transceiver s malým výkonem, který využívá modulaci s rozprostřeným pásmem (SS - spread spectrum): modulační kmitočty zaberou velice široké pásmo signálu, ale výkon vysílaný na libovolně voleném kmitočtu je současně omezen. Takové trans-



Obr. 1

„Chodí“ prakticky cokoli ...

Dokončení ze strany 12

Zkušenosti s žárovkou

Použil jsem transceiver TS-850S a žárovku 150 W. Žárovku - anténu (nebo spíše zátěž?) jsem umístil ve výšce asi 120 cm na porcelánový sokl, upevněný na dřevěný sloupek plotu. Žárovku jsem napájel přes proudový balun Force 12 B-1 s přírady dlouhými asi 7 cm a napájecí vedení bylo 9913 Flex, pro zmenšení ztrát. Balun jsem použil proto, abych měl jistotu, že vedení nebude vyzařovat. Poměr stojatých vln na žárovce byl 4:1 a vestavěný tuner to lehce přizpůsobil. Později jsem použil externí tuner, abych opravil menší změny impedance, způsobené zahříváním vlákna žárovky.

Poprvé jsem použil žárovku během závodu 10/10 v roce 2000. Všeho všudy jsem vysílal jen hodinu. Všechna spojení jsem udělal ze středozápadní části Spojených států. Experimentování ukázalo, že když se S-metr vychýlil na S-3, měl jsem jistotu, že spojení udělám. Hodně spojení jsem udělal na první zavolání, bez opakování a bez komentáře o slabém signálu. Bylo jasné, že protistanice měla anténní systé- m s dostatečným ziskem, takže danou vzdálenost se dávalo překlenout. Přece jen to „chodilo“. Pamatuji se, že jsem velmi často slyšel, jak dobře to „chodí“ na základě počtu zemí, které jsem udělal. Možná, že by to mohlo být i lepší.

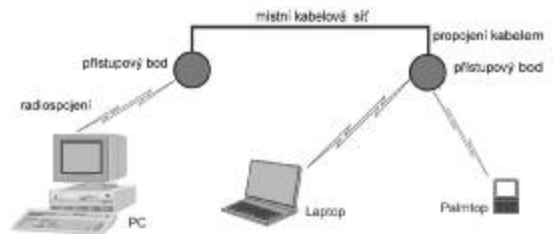
Blížil se ARRL DX CW. Jezdím závody víc než 35 roků, ale ještě nikdy jsem neměl tak hrozný pocit, že mám špatně vybavení, abych se někomu dovolal. Byla sobota dopoledne a déšť s větrem nedovoloval dělat nic venku. Zdálo se mi, že

je čas se podívat na pásmo. Slyšel jsem několik DX stanic, jak jedou pile-up. První, koho jsem zkusil, byl V46KP. Zavolal jsem ho rychlostí 180 znaků za minutu a on okamžitě odpověděl. Na první zavolání. Perfektní! Bylo to jako kdybych měl normální anténu. Nejenže to byl můj první DX se žárovkou, ale zároveň i nejvzdálenější. Během závodu jsem moc nevysílal, ale první den jsem na 10 metrech udělal 14 zemí. Vzal jsem sebou deník na večeri na radioklub v Paso Robles a Larry, W7CB, zjistil, že mi schází jen Afrika, abych měl všechny světadíly. Aha! Další pobídka!

Usoudil jsem, že nejlepší možností jak udělat Afriku by mohlo být spojení s Jimem Neigerem, ZD8Z, protože používá antény s velkým ziskem, nasměřované na USA. Slunce začalo vycházet a já jsem ladil po pásmu s „žárovkovou“ anténou. Mimochodem, s touto anténou je pásmo velmi tiché. Někomu jsem slyšel. Je to určitě on. ZD8Z měl potíže udržet svůj kmitočt volný a poslouchat mezi několika evropskými stanicemi. Jeho signál byl na S-metru slabší než S1, takže po zkušenostech se žárovkou jsem věděl, že musím počkat, až se podmínky zlepší. Asi za půldruhé hodiny bylo slunce už úplně nad obzorem a signály ZD8Z dosahovaly ve špičkách S3/S4. Musel jsem volat několikrát, ale nakonec to vyšlo: První spojení se všemi světadíly na žárovku. Byl jsem silně motivován, měl jsem velkou chuť pokračovat, ale bylo ještě potřeba udělat venku nějakou práci, než začne znovu pršet. Usoudil jsem, že každou hodinu je potřeba si trochu oddechnout. Při přerušovaném provozu jsem nakonec udělal 28 zemí a 41 stanic.

Dodnes je moje nejdelší spojení na 10 metrech s ZD8Z. Všechno udělané z Kalifornie s „holým“ transceiverem a

Obr. 2



ceivery SS odpovídají normě IEEE 802.11b a signál zabírá šíř pásmo 22 MHz (11 MHz na každou stranu od středního kmitočtu).

Ke komunikaci s přístupovým bodem AP je pak v klasickém PC nebo laptopu použita malá vestavěná anténa. Zařízení pracující v normě IEEE 802.11b (komerčně známá jako WiFi) využívají kmitočty v pásmu 2,4 GHz. Norma musí být stanovena s dostatečnou odolností, aby vyhovovala i z hlediska neurčitosti rádiového prostředí a dokázala se vyrovnat s problémy, s nimiž se v drátových sítích vůbec nesetkáváme. Jedná se tedy o „manželství“ rádiových a softwarových technologií, využívaných přímo v prvním sledu vývoje sítí.

Co má tohle všechno společné s amatérským rádiem?

Transceivery IEEE 802.11b, někdy nazývané WiFi zařízení, pracují ve skutečnosti v rozsahu amatérského pásma 13 cm a nad ním. Jak to, že využívají kmitočty amatérských pásem? Všechna tato bezdrátová zařízení jsou provozována podle předpisu FCC Part 15 (FCC - Federal Communications Committee - telekomunikační úřad v USA). To znamená, že jsou

to nekonesou užívatelé pásma, jako takoví nesmí způsobovat rušení uživatelům koncesovaným (radioamatérům) a musí strpět jimi způsobované rušení. FCC Part 15 se takto vypořádává se sdílením různými službami. Radioamatéři mohou využít výhod dostupnosti levného hardwaru IEEE 802.11b a používat jej v amatérské službě (podle Part 97). To pak vede třeba k představě vaší vlastní rádiové sítě, provozované s poměrně velkým výkonem a s vysoce ziskovými anténami a napojené do sítě celostátní.

Na obr. 2 je znázorněna stejná technika jako v obr. 1; je vidět, jak je v rozlehlé oblasti schopno komunikovat prostřednictvím přenosu dat, zvuku a videa víc amatérů. Starší amatéři si vybaví, že úprava komerčních FM zařízení pro pásmo 2 m umožnila v sedmdesátých letech prudký rozmach FM převáděčů.

Praktické použití

Co kdybychom takovou síť skutečně uměli vybudovat? K čemu by nám byla?

To se dozvíte na www.radioamater.cz v části Download.

<3513>

žárovkou. Porovnáním „žárovkové antény“ s ostatními anténami zjistíte, že pouze asi dvě stanice dosáhnou na S-metru S6-S7, což znamená, že na pětielementové jednopásmové Yagi anténě to bude S9+25 dB. Typická úroveň nutná pro spojení je mezi S1 až S3, což dělá S9+10 dB na anténě Yagi. Ojediněle je možné i spojení se stanicí o síle menší než S1 a určitě to bude zásluhou účinného anténního systému a nerušeného prostředí na druhé straně. Jasná zásada je, že když neuslyšíte mnoho silných signálů, anténní systém je neúčinný.

Závěr

Spojení se všemi kontinenty uskutečněné během několika hodin přes žárovku jasně ukazuje, že „chodí“ opravdu všechno. Zařazení žárovky do grafu účinnosti je v tomto experimentu důležité. I když použití žárovky bylo možno chápat jen jako legraci, určitě by to nepodpořilo můj zájem o amatérské vysílání, pokud by to byla moje jediná anténa. Připojení kilowattu by mi umožnilo udělat víc spojení, ale poslech by lepší nebyl. Kdybych měl doma jen tuto ubohou anténu, neměl bych poněti o spoustě stanic na pásmech. Pokud bych měl dvě antény, jedna by určitě byla lepší a rychle bych zjistil rozdíl v jejich účinnosti.

Čím účinnější je vaše anténa, tím více spojení uděláte a tím z našeho nádherného koníčka získáte více uspokojení a potěšení. Při pohledu na obr. 2 je jasné, že dipól je velmi dobrá anténa a mít dvouelementovou Yagi nás dlouhodobě zařadí do světové třídy.

I když „chodí“ cokoli, některé antény určitě „chodí“ lépe než ostatní.

<3520>

Mění se indukčnost na feritových toroidech s kmitočtem?

Jaroslav Erben, OK1AYY, ok1ayy@volny.cz

Ano, a to tím více, čím nízkofrekvenčnější feritový materiál na KV použijeme. Indukčnost často měříme nízkofrekvenčním RLC metrem, počítáme pomocí cívkové konstanty A_L či z počáteční permeability uvedené v katalogu, nebo stanovujeme pomocí počítačových programů např. [1], či tabulek [2]. Oproti takto zjištěné hodnotě ale indukčnost většinou s kmitočtem mírně stoupá na hodnotu 110-150 %, u nemnoha materiálů až 250 %, na ještě vyšších kmitočtech pak klesá i pod 10 %. Kmitočtová závislost indukčnosti se týká nejen toroidů, ale i feritových hrníčků a E jader bez mezer, ale i všech ostatních uzavřených feritových jader, které vzduchovou mezeru nemají. Indukčnost cívků na feritovém toroidu na tom kterém kmitočtu je to první a nejzákladnější, co bychom měli o cívkách vědět. Je zřejmé, že v rozsahu KV nebo VKV nám správnou indukčnost nezměří žádné RLC metry. Pokusme se proto praktickým pohledem tajemství kmitočtové závislosti indukčnosti cívek na feritových toroidech poodhalit, abychom při odhadu indukčnosti vystačili i s laciným RLC metrem.

Kmitočtová závislost indukčnosti na feritovém toroidu

Informaci o tom, jak se mění indukčnost cívků na feritovém toroidu a její ztráty s kmitočtem, nám říkají průběhy komplexní permeability μ_k . Výrobci feritových materiálů je publikují v katalogích. Příklady průběhů jsou na obr. 1. Reálná část komplexní permeability μ' určuje indukčnost cívků. Na nízkofrekvenčních kmitočtech se μ' rovná počáteční permeabilitě μ_i (initial), která je uvedena v katalogu. Míčko μ_i nebo μ_0 - ve školních učebnicích μ_r (relativní) - je ono míčko, o kterém hovoříme v kroužcích na pásmech. Míčko z katalogu nám říká, kolikrát bude indukčnost L na nízkofrekvenčním kmitočtu - standardně 10 kHz/0,1 mT/25 °C - větší, než indukčnost téže cívkové L₀ bez jádra. To samé, ale v závislosti na kmitočtu, nám říká křivka průběhu reálné části komplexní permeability μ' . Jak vidíme ve vztahu (1), je shodná s kmitočtovým průběhem indukčnosti L a tedy i s kmitočtovým průběhem cívkové konstanty (součinitelem indukčnosti nebo činitelem indukčnosti jádra) A_L . Mějme proto na paměti, že i hodnota A_L platí pro 10 kHz, resp. jen do kmitočtu f_k , jak uvidíme dále. V tabulce 1 jsou násobitelé pro obvykle používané materiály, kterými musíme na různých kmitočtech vynásobit indukčnost změřenou RLC metrem nebo spočítanou ze známých A_L konstant, přímo z katalogového „míčka“ a rozměrů jádra, z počítačových programů nerespektujících komplexní permeabilitu [1] nebo z tabulek (např. [2]), abychom dostali skutečnou indukčnost na kmitočtu, kde budeme cívkou používat.

Závislost jakosti Q na kmitočtu

Ze vztahu (1) je také zřejmé, že imaginární část komplexní permeability μ'' určuje ztráty v jádru. Pokud ve vztahu (1) podělíme hodnoty reálných a imaginárních částí komplexní permeability, dostaneme kmitočtový průběh činitele jakosti jádra Q - viz vztah (2). Není sice úplně stejný s průběhem jakosti cívkové Q na feritovém toroidu, zanedbáme-li ale rozdíl, můžeme v prvním přiblížení jakost cívkové Q a činitel jakosti jádra Q považovat za jedno a totéž. Při našem zjednodušení tedy klesne jakost cívkové Q = 1 na kmitočtu, kde se protínají průběhy reálné části μ' a imaginární části μ'' komplexní permeability. Kmitočtem, kde se průběhy protínají, jsem nazval f_{Q1} - viz obr. 1a. Tento kmitočtem nám říká, že jádro na tomto a vyšším kmitočtu pro malou jakost již nemůžeme použít na cívkou pro laděné obvody, ale jen na

různé tlumivky a aperiodické transformátory. Jakost s kmitočtem dále klesá pod jedničku. Kmitočty f_{Q1} pro různé feritové materiály jsou v tabulce 1.

$$\mu_k = \mu' - j\mu'' = \frac{L}{L_0} - \frac{jR}{\omega L_0} \quad (1)$$

$$Q = \frac{\mu'}{\mu''} = \frac{\omega L}{R} \quad (2)$$

kde μ_k - komplexní permeabilita, μ' - reálná část komplexní permeability - určuje indukčnost cívků na toroidu, $j\mu''$ - imaginární část komplexní permeability - určuje ztráty v jádru, L - indukčnost cívků na toroidu, L₀ - indukčnost téže cívkové bez jádra, R - ztrátový odpor jádra (ne vinutí), Q - činitel jakosti jádra (přibližně rovný jakosti cívkové na jádru).

Do jakého kmitočtu je indukčnost kmitočtově nezávislá?

Obr. 1b ilustruje častý případ: průběh reálné části komplexní permeability μ' je do určitého kmitočtu souběžný s osou x a tedy indukčnost se do tohoto kmitočtu nemění. Tento kmitočtem jsem nazval f_k . U některých materiálů se neobjevuje vodorovná část průběhu reálné části μ' , ale již od nízkých kmitočtů křivka mírně klesá nebo mírně stoupá. V těchto případech uvažuji v tabulce 1 jako kmitočtem f_k takový, kdy je odchylka indukčnosti odpovídající počáteční permeabilitě pod 10 %. Kmitočtem f_k je tedy kmitočtem, do kterého bude indukčnost cívků na toroidu stejná s hodnotou, kterou jsme změřili nízkofrekvenčním RLC metrem nebo spočítali z katalogového „míčka“, rozměrů jádra, pomocí konstanty A_L nebo programů a tabulek [1], [2] apod. Nad tímto kmitočtem musíme měřit indukčnost na daném kmitočtu třeba přístroji RF1, MFJ259B či novějšími, nebo jednoduše vynásobit indukčnost údajů z tabulky 1.

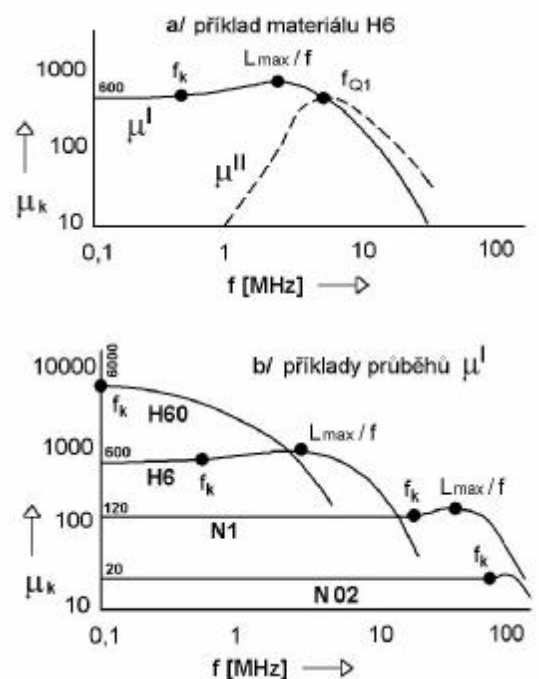
Obr. 1. Příklady průběhů reálné části μ' (a tedy i indukčnosti a cívkové konstanty A_L) a imaginární části μ'' (ztrát v jádru a přibližně tedy i jakosti cívkové Q) komplexní permeability a význam radioamatérských konstant f_k - kmitočtem, do kterého je indukčnost konstantní, f_{Q1} - kmitočtem, kdy jakost cívkové na daném feritovém toroidu klesne na Q = 1 a L_{max}/f - kmitočtem na kterém je indukčnost cívkové na daném materiálu největší.

Reálná cívková indukčnost na feritovém toroidu

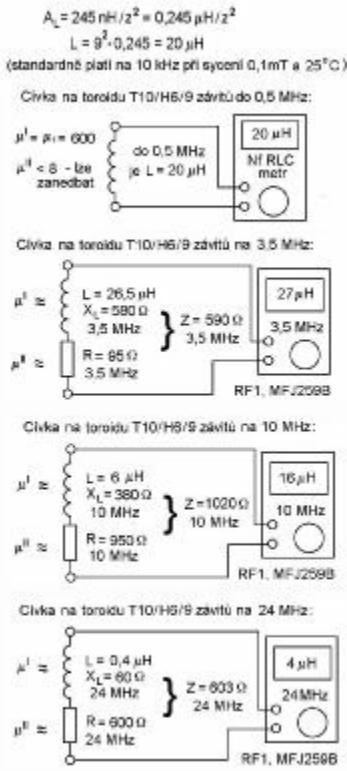
Zatím jsme uvažovali bezztrátovou indukčnost, která - jak již víme, kopíruje průběh reálné části komplexní permeability μ' . S narůstajícím kmitočtem ale cívková indukčnost ztrácí a významně narůstají ztráty jádra. Nakonec dojde k tomu, že cívková přestává být cívkou a začne se chovat převážně pouze jako činný odpor, který má ovšem pro stejnosměrný proud nepatrnou hodnotu. Na cívkou se pak díváme jako na indukčnost, která odpovídá její impedanci na daném kmitočtu. To souhlasí i s hodnotami indukčnosti, které změříme přístroji RF1, MFJ259B, apod.

Vše vysvětluje příklad na obr. 2 pro materiál H6 bývalého Prametů Šumperk. Ten je uprostřed mezi vyloženě nízkofrekvenčními ferity a ferity pro KV. Jako demonstrační příklad nám proto dobře poslouží. Cívková na obr. 2 má do kmitočtu $f_k = 0,5$ MHz indukčnost 20 μ H. Pokud budeme tvrdit, že oněch 20 μ H platí na všech kmitočtech, jsme daleko od pravdy. Druhý extrém vznikne, pokud bychom zanedbali ztráty v jádru a brali na zřetel jen čistou indukčnost, která je například na 24 MHz u dané cívkové jen 0,4 μ H. V praxi proto uvažujeme hodnotu indukčnosti včetně ztrát, to znamená takovou indukčnost, která odpovídá impedanci cívkové na daném kmitočtu. Ta nejlépe vystihuje chování cívkové v nějakém obvodu a změříme jí přístroji RF1, MFJ259B a podobnými přístroji novějšími. Na příkladu z obr. 2 si ještě všimněte, že jakost odečtená z průběhů komplexní permeability pro materiál H6 vychází na kmitočtu 24 MHz Q = 0,1 a může se dále ještě trochu zmenšovat. U reálných toroidních cívek na různých feritových materiálech jsem ale na žádném kmitočtu nenaměřil jakost nižší, než asi Q = 0,3. Na ještě vyšších kmitočtech se měřená jakost u reálné cívkové vrací zpět na Q = 1 až 2.

V tabulce 1 jsou násobitelé indukčnosti, které odpovídají oběma složkám komplexní permeability, to znamená impedanci cívkové. U materiálů Amidon 43 a 77 a Pramet N05 a H7 jsem neměl k dispozici katalogové údaje komplexní permeability, hodnoty jsou v těchto případech změřeny. Pamatujte, že katalogové údaje feritů mívají rozptyl 25 %, levnější v přístroji stěžejí měří s chybou pod 10 %, bazarové ferity mívají rozptyl parametrů až



Toroid T10/H6/9 zavitů na 0,5, 3,5, 10 a 24 MHz



Obr. 2. Příklad změny indukčnosti s kmitočtem u feritového materiálu Pramet Šumperk H6.

40 %. Vinutí reálné cívky nemusí mít dokonalou vazbu na jádro a tak různé počty zavitů, průřezů a izolací vodičů znamenají další rozptyl násobitelů indukčnosti asi +/- 20 %. Z tohoto důvodu jsou v tabulce 1 násobitelé zaokrouhleni na jeden platný řád. Pokud jsem uvedl více řádů, je to jen proto, aby byla vidět tendence změny indukčnosti. Pokoušet se o větší přesnost nemá vzhledem k velkým výrobním tolerancím žádný smysl.

Příklad 1:

Určete indukčnost cívky s dvaceti závity na feritovém toroidu Amidon FT50 - 43 (průměr 12,7 mm, $A_L = 523 \text{ nH/z}^2$) a na feritovém jádru Pramet Šumperk T12,5/H20 ($A_L = 1020 \text{ nH/z}^2$) na kmitočtech 1,1, 1,8, 3,5, 7, 14, 28 a 50 MHz.

Nejdříve změříme indukčnost nějakým nízkofrekvenčním RLC metrem (viz dále poznámka k měření) nebo jí spočítáme ze známého μ_r , A_L či programem [1]; dostaneme indukčnost 209 μH u FT50-43 a 408 μH u T12,5/H20. Je to ovšem indukčnost platná jen do kmitočtu f_k , což je u daných materiálů 0,4 a 0,2 MHz, viz tabulka 1. Abychom dostali skutečné indukčnosti na požadovaných kmitočtech, vynásobíme proto změřenou indukčnost součiniteli z tabulky 1:

Tytéž hodnoty bychom dostali měřením přístroji RF1, MFJ259B apod. za předpokladu, že by indukčnosti nebyly mimo měřicí rozsah přístrojů. Materiál Amidon FTxxx-43 je výjimečný velkým navýšením indukčnosti kolem 1 MHz

| Cívka 20 zavitů na kmitočtech [MHz] | Amidon FT 50 - 43 Indukčnost [μH] | Pramet T12,5/H20 Indukčnost [μH] |
|-------------------------------------|--|---|
| (zaklad 111 k - 2) | 209 | 408 |
| 1,1 | $2,2 \times 209 = 460$ | $1 \times 408 = 408$ |
| 1,8 | $1,8 \times 209 = 376$ | $0,5 \times 408 = 204$ |
| 3,5 | $0,8 \times 209 = 167$ | $0,5 \times 408 = 204$ |
| 7 | $0,3 \times 209 = 63$ | $0,2 \times 408 = 82$ |
| 14 | $0,12 \times 209 = 25$ | $0,1 \times 408 = 41$ |
| 28 | $0,06 \times 209 = 13$ | $0,1 \times 408 = 41$ |
| 50 | $0,02 \times 209 = 4$ | $0,06 \times 408 = 25$ |

Tab. 2.

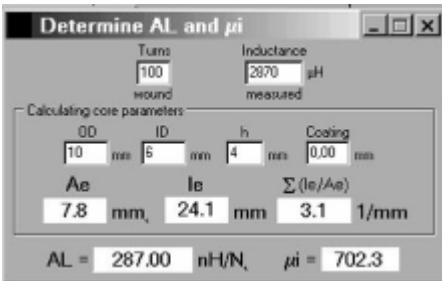
a také malými ztrátami, což se projeví větším poklesem indukčnosti s kmitočtem. Amidon 43 je prakticky nepostradatelný u reflektometrů, zejména dvutoroidních, kde vyžadujeme vysokou citlivost a velký kmitočtový rozsah. Je rovněž vhodný pro KV baluny, není ale rozšířen pro vysokou cenu 1000 až 2000 korun za jeden velký toroid. Bohužel nadějná levná náhrada N7 z Pramet Šumperk se již pravděpodobně nezačala vyrábět.

Poznámka k měření: Při měření indukčnosti na nízkých kmitočtech od 100 Hz do 100 kHz jsem narazil u feritových materiálů Amidon 43 a Pramet H20 na výrazný „efekt malého počtu zavitů“. (Pozor - nejedná se o chyby měřících přístrojů při měření indukčnosti). Např.

| materiál | N01 | N01P | 4E1 | N02 | N05 | 4D2 | 1F | N1 | 4C05 | N2 | 4B1 | N5 | 2C | H6 | H7 |
|------------------------|---------|--------|---------|------------|-----------|-----------|--------|--------|---------|------------|------------|------------|------------|---------|------------|
| výrobce | Pramet | Pramet | Philips | Pramet | Pramet | Philips | Iskra | Pramet | Philips | Pramet | Philips | Pramet | Iskra | Pramet | Pramet |
| barvé znění | černá | černá | černá | sv. zelená | sv. modrá | sv. modrá | černá | černá | černá | sv. zelená | sv. zelená | sv. zelená | sv. zelená | černá | sv. zelená |
| počáteční permeabilita | 10 | 11 | 15 | 20 | 50 | 60 | 60 | 120 | 125 | 200 | 250 | 250 | 300 | 600 | 700 |
| kmitočet [MHz] | 1,1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,5 | 1 | 1,1 | 1 |
| 1,5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,4 | 1 | 1,2 | 1,18 |
| 3,5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,1 | 1,5 | 1,3 | 1,4 | 0,8 |
| 7 | 1 | 1 | 0,6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,5 | 1,3 | 1 | 0,7 |
| 14 | 1 | 1 | 0,1 | 1 | 1 | 1,1 | 0,6 | 1 | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 1,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 |
| 21 | 1 | 1 | 0,15 | 1 | 1,1 | 1,2 | 0,15 | 1,1 | 1,2 | 0,5 | 0,6 | 1,4 | 0,1 | 0,3 | 0,3 |
| 28 | 1 | 1 | 0,17 | 1 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 0,8 | 0,2 | 0,2 |
| 50 | 1 | 1 | 1,2 | 1 | 2 | 1,3 | 1 | 0,9 | 1,2 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 0,4 | 0,07 | |
| 100 | 1 | 1,1 | 1,3 | 1,1 | 0,8 | 1,1 | 0,5 | 0,5 | 0,7 | 0,35 | 0,4 | 0,5 | | | |
| 125 | 1,1 | 1,2 | 1,5 | 0,7 | 0,2 | 1 | 0,7 | 0,3 | 0,5 | 0,25 | 0,3 | 0,3 | | | |
| Lmax/f [-/MHz] | 1,25-10 | 1,6-20 | 1,8-20 | 1,1-0,8 | 2,6-0 | 1,3-40 | 1,2-30 | 1,1-20 | 1,2-20 | 1,2 | 1,2 | 1,6-11 | 1,3-4,5 | 1,4-5,5 | 1,7-2,3 |
| f _k [MHz] | 100 | 10 | 10 | 80 | 20 | 10 | 10 | 1,1 | 10 | 3,5 | 2,5 | 0,1 | 2,5 | 0,5 | 1 |
| f ₀₁ [MHz] | 700 | 700 | 320 | 320 | 220 | 150 | 60 | 145 | 45 | 25 | 25 | 22 | 15 | 8,5 | 7,5 |

| materiál | 4A11 | 43 | 1C | 3B1 | 4A15 | H12 | H21 | H20 | 77 | H22 | H40 | H60 | A2 | G52 | 3E9 |
|------------------------|---------|--------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| výrobce | Philips | Amidon | Iskra | Philips | Philips | Pramet | Pramet | Pramet | Amidon | Pramet | Pramet | Pramet | Thomson | Iskra | Philips |
| barvé znění | černá | černá | černá | sv. modrá | sv. modrá | sv. modrá | sv. modrá | sv. modrá | sv. modrá | sv. modrá | sv. modrá | sv. modrá | sv. modrá | sv. modrá | sv. modrá |
| počáteční permeabilita | 650 | 650 | 900 | 900 | 1200 | 1280 | 1900 | 2000 | 2000 | 2200 | 4300 | 6000 | 10000 | 15000 | 20000 |
| kmitočet [MHz] | 1,1 | 0,7 | 2,2 | 1,1 | 1,1 | 1 | 0,5 | 1 | 0,7 | 0,5 | 0,9 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,11 |
| 1,5 | 0,7 | 1,5 | 1 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 0,7 | 0,5 | 0,1 | 0,5 | 0,7 | 0,2 | 0,15 | 0,15 | 0,01 |
| 3,5 | 0,7 | 0,9 | 1 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 0,8 | 0,5 | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,04 | 0,08 | 0,09 | 0,005 |
| 7 | 1 | 0,3 | 0,9 | 1 | 0,5 | 1,1 | 0,8 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,001 |
| 14 | 0,1 | 0,3 | 0,9 | 0,1 | 0,5 | 0,1 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,001 |
| 21 | 0,3 | 0,12 | 0,4 | 0,5 | 0,2 | 0,4 | 0,15 | 0,05 | 0,05 | 0,03 | 0,08 | | | | |
| 28 | 0,4 | 0,08 | 0,3 | 0,3 | 0,15 | 0,2 | 0,1 | 0,08 | 0,08 | | | | | | |
| 50 | 0,3 | 0,04 | 0,2 | 0,2 | 0,18 | 0,11 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | | | | | | |
| 100 | 0,2 | 0,02 | 0,15 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | | | | | | |
| 125 | 0,18 | 0,02 | 0,15 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | | | | | | |
| Lmax/f [-/MHz] | 1,0-1,5 | 2-50 | 1,5-1,2 | 1,7-1,4 | 1,2-1 | 1,2-2 | 1,2-0,45 | 1,2-2 | 1 | 1,1-2 | 1,4-2,4 | 0,1-1 | 1,5-0,02 | 1,7-0,04 | 0,1-1 |
| f _k [MHz] | 2 | 0,4 | 1 | 0,8 | 0,8 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 1 | 0,3 | 0,15 | 0,05 | 0,05 | 0,025 | 0,03 |
| f ₀₁ [MHz] | 5 | 10 | 4,5 | 4,3 | 5,5 | 3,2 | 1,2 | 1,7 | 1,5 | 1,3 | 2 | 0,25 | 0,25 | 0,18 | 0,2 |

Tab. 1. Násobitelé indukčnosti, kterými musíme vynásobit indukčnost změřenou nízkofrekvenčními RLC měřidly, spočítanou pomocí počáteční permeability μ_i nebo cívkové konstanty A_L , či počítacem pomocí programů nerespektujících kmitočtové průběhy komplexní permeability např. [1], abychom na daném kmitočtu dostali skutečnou indukčnost. Kmitočet f_k [MHz] říká, do jakého kmitočtu můžeme indukčnost spočítat ze známé konstanty A_L nebo z počáteční permeability μ_i , programem [1], či z měření nízkofrekvenčním RLC metrem. Nad tímto kmitočtem musíme měřit indukčnost na příslušném kmitočtu, nebo vynásobit indukčnost hodnotami z tabulky. Kmitočet f_{01} [MHz] je kmitočet, při kterém jakost cívky přibližně klesne na $Q = 1$. Údaj L_{max}/f [MHz] říká, na jakém kmitočtu bude násobitel indukčnosti nejvyšší. U materiálu H60 jsem jej nezjistil, pravděpodobně u něj navýšení není a u Philips 3E9 skutečně není. U Amidonu 77 jsem nemohl zjistit f_k a L_{max}/f , neboť nemám čím měřit indukčnost mezi 150 kHz a 1,1 MHz. Materiály jsou seřazeny od nejnižší do největší permeability. U materiálů bývalého Pramet Šumperk jsem uvedl prakticky celou řadu feritů, z kterých se vyráběly toroidy. U výrobců Iskra, Amidon, Thomson a Philips je pro porovnání jen výběr některých materiálů, ze kterých se vyrábějí toroidy vhodné na baluny a širokopásmové transformátory. Materiály s permeabilitou nad 2000 uvádím pro získání přehledu, nikoliv proto, že by byly vhodné na výkonové baluny a transformátory pro KV.



Obr. 3. Dosadíme-li 100 závitů z příkladu 2, změřenou indukčnost nízkofrekvenčním RLC metrem 2870 μH, rozměry jádra T10/6/4 mm, dostaneme hodnotu počáteční permeability μ_i a cívkové konstanty A_L . V příkladu 2 jsme si již řekli, že se jedná o materiál s počáteční permeabilitou 700, v daném případě o materiál Pramet Šumperk H7, případně N7, který se ale pravděpodobně již nezačal vyrábět. Program počítá ekvivalentní průřez A_e , střední délku siločáry l_e a tedy i permeabilitu μ_i z přesnějších vztahů, než jsou jednoduše geometrické rozměry jádra ve vztahu (4), a tak počáteční permeabilita vychází blíže skutečnosti. Náš školní výpočet je 718, program 702 - rozdíl ve výsledku je stále desetkrát menší, než výrobní tolerance permeability, a nemusí nás nijak trápit. Přesnější vztahy a vysvětlení najdeme v odstavci „Determining A_L and μ_i of Unknown Cores“ v nápovědě programu DL5SWB.

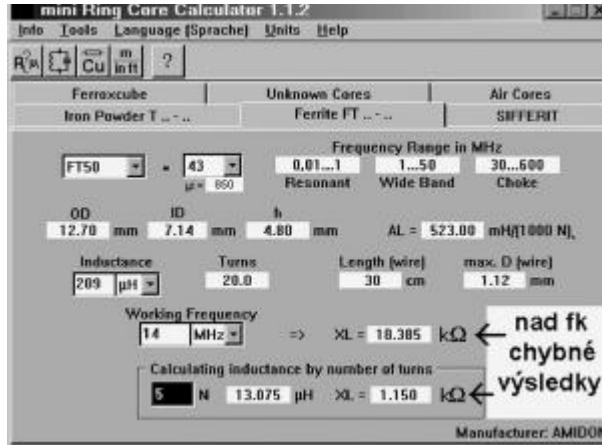
při počtu 5 závitů materiál Amidon 43 vykazuje až čtyřikrát vyšší a Pramet H20 až dvakrát nižší indukčnost proti indukčnosti odpovídající konstantě A_L nebo počáteční permeabilitě μ_i . Tento efekt není závislý na typu RLC metru, ní kmitočtu, tvaru měřicího napětí trojúhelníku/sinus, metodě měření - rezonanční metody dávají shodné výsledky. Také není způsoben přesyacením - stejné výsledky jsem dostal při sycení 5 mT i 0,5 mT. Nejde tedy o chyby měřicího přístroje nebo měřicí metody. Vliv má pouze typ feritu. U jiných feritů - H6, H7, H12, H22, zahraniční typy podobné H40 a H60, Amidon 77 a N01, N02, N05, N1, N2, N3 - jsou tyto efekty pod 50 %, případně na hranici chyb měření a prakticky nejsou zjistitelné. Vysvětlení neznám.

Abychom omezili shora uvedené chování feritů, měříme při doporučeném počtu 100 závitů, kdy jsou chyby malé. Aspoň 100 závitů pro měření, případně i více, tak aby měřená indukčnost nebyla pod 15 % hodnoty nejnižšího rozsahu levného měřicího přístroje je nutností při měření jader s malou permeabilitou. Zde se ale již nejedná o efekty malého počtu závitů, ale o neúměrné chyby ní měřících přístrojů. Změřenou indukčnost pak přepočteme buď na počty závitů pro potřebnou indukčnost, nebo si výpočtem, či bezprachně programem [1], stanovíme pro měřený toroid konstantu A_L a počáteční permeabilitu μ_i neznámého materiálu pro budoucí použití.

Příklad 2:

Určete cívkovou konstantu A_L a počáteční permeabilitu μ_i neznámých feritových toroidů průměru 10 mm, kterých máme doma velkou zásobu a zatím nevíme, k čemu by se mohly hodit. Dále odhadněte indukčnost při počtu 5 závitů na kmitočtech 1,8 a 28 MHz:

Abychom omezili chyby při malém počtu závitů, navíneme na toroid 100 závitů. I když nízkofrekvenční RLC měřidla zpravidla nezajistí měření při standardních podmínkách tj. 10 kHz/0,1 mT/25°C, jsou chyby malé, nejvíce se projeví vliv teploty. Ní RLC metrem jsme naměřili například 2870 μH. Dále jsme posuvkou změřili rozměry jádra $D = 10$ mm, $d = 6$ mm, $h = 4$ mm. Zaoblení hran zanedbáme. Z rozměrů lze usuzovat, že patrně půjde o materiál z Pramet Šumperk - zahraniční toroidy totiž mívají rozměry v palcích a tak by rozměry nebyly tak „kulaté“. Hodnoty dosadíme do následujících vztahů:



Obr. 4. Mini Ring kalkulátor nerespektuje komplexní permeabilitu, jinak řečeno neumí počítat indukčnost a návazné reakcancie, či spíše impedanci, na různých kmitočtech. To znamená, že i při kmitočtu 14 MHz uvažuje u daného příkladu stále indukčnost 209 μH místo skutečných 25 μH, viz náš příklad 1; rovněž 5 závitů ve spodním políčku s údajem 13,075 μH je ve skutečnosti jen 1,57 μH a tedy i skutečné reakcance jsou jen 2,2 kΩ a 138 Ω, nikoliv programem počítaných 18,385 kΩ a 1,15 kΩ. U feritových toroidů (nikoliv železoprachových, kde je vše v pořádku) proto nebudeme dva spodní řádky programu pod „Working Frequency“ používat a výpočet provedeme ručně s využitím násobitelů indukčnosti z tabulky 1. Samozřejmě u feritů s malou permeabilitou vidíme v tabulce 1, že přes celý rozsah KV je násobitel indukčnosti 1 - v těchto případech jsou výpočty pod „Working Frequency“ v souladu se skutečností.

Závěr

Úkolem příspěvku bylo vytvoření praktické představy o kmitočtové závislosti indukčnosti cívek na feritových toroidech, představy o tom, do jakého kmitočtu je indukčnost na feritovém toroidu konstantní a tedy odpovídající měření ní RLC metrem, výpočtu z počáteční permeability, z cívkové konstanty A_L či pomocí programu od DL5SWB [1] a představy, při jakém kmitočtu klesne jakost cívky na $Q = 1$.

Program, který by uměl u feritových toroidů vypočítat skutečnou indukčnost na libovolném kmitočtu tak, jak ji měří přístroje RF1, MFJ259B a pod., se mně nepodařilo nalézt. Pravděpodobně to není problém softwaru, ale spíše otázka pracnosti, kterou je třeba věnovat měřením a zpracování průběhů komplexní permeability.

[1] Wilfried Burmeister DL5SWB - mini Ring Core Calculator, verze 1.1.2. www.qsl.net/dl5swb
[2] Radim Kabátek OK2TEJ. Tabulka indukčností feritových toroidů pro určitý počet závitů. www.qsl.net/ok2tej

<3527>

$$A_L = \frac{L}{N^2} \quad [\text{nH/z}^2; \text{nH}, -] \quad (3)$$

$$A_L = \frac{2870000}{100^2} = 287 \text{ nH/z}^2 = 0,287 \text{ μH/z}^2 \\ = 287 \text{ mH/1000 záv.} = 2870 \text{ μH/100 záv.}$$

přibližné určení délky střední siločáry a průřezu jádra, přesněji viz program DL5SWB [1]

$$l_e = \frac{D+d}{2} \cdot \pi$$

$$S = \frac{D-d}{2} \cdot h$$

T10 - $D=10$ mm, $d=6$ mm, $h=4$ mm

$$\mu_i = \frac{2500 L (D+d)}{N^2 h (D-d)} \quad [-; \text{μH, mm}] \quad (4)$$

$$\mu_i = \frac{2500 \cdot 2870 \cdot (10+6)}{100^2 \cdot 4 \cdot (10-6)} = 718$$

Výsledek cívkové konstanty jsem pro zopakování uvedl ve všech používaných jednotkách. Permeabilita vyšla 718, pravděpodobně půjde o materiál H7 s permeabilitou 700. „Školní“ vztah (4) nerespektuje skutečnost, že magnetické siločáry se mají tendenci stlačovat k vnitřnímu průměru toroidu. Skutečné S_e (A_e - Area) a l_e je pak trochu odlišné, viz program DL5SWB. Z tabulky 1 dále odhadneme násobitele indukčnosti pro 1,8 a 28 MHz a spočítáme indukčnosti pro 5 závitů:

$$L_{10\text{kHz}} = A_L N^2 = 287 \cdot 5^2 = 7175 \text{ nH} \\ = 7,2 \text{ μH}$$

$$L_{1,8} = 7,2 \cdot 1,16 = 8,3 \text{ μH}$$

$$L_{28} = 7,2 \cdot 0,25 = 1,8 \text{ μH}$$

Samozřejmě může jít i o nějaký zahraniční materiál s permeabilitou 700, pro který se mohou násobitelé indukčnosti lišit. Jde tedy jen o odhad. Indukčnosti na 1,8 a 28 MHz změříme přesněji přístroji RF1, MFJ259B nebo podobnými novějšími.

Výhody a úskalí počítačových programů

Pro výpočet cívek s výhodou používáme různé programy. Program „mini Ring Core Calculator“ od DL5SWB je výbornou pomůckou. Část jeho možností ukazují obrázky 3 a 4.

Zprávičky

Přítel na dopisování

Litevský radioamatér LY1FN, filatelista a esperantista, hledá přátele stejných zájmů. Pište anglicky nebo rusky na Ričardas Strolla, P. O. BOX 1181, Kaunas LT-3000 nebo ABRIST@VDU.LT. Více informací na <http://www.qsl.net/ly2fn>.

Odrazy od měsíce

Máte-li zájem si poslechnout jak vypadají odrazy od Měsíce na 24 GHz, podívejte se na <http://www.vhf.cz/index2.htm>, Pepa OK1UWA bojuje o první 24 GHz EME v OK, střední a západní Evropě. Standa OK1MS dělal první OK-5T6 spojení EME a splnil podmínky DXCC na 144 MHz. Má již 102 DXCC hotovo!

Zdeněk OK1DFC (převzato z emailové zprávy)

Přehled radioamatérských majáků

Na webu ČRK byla aktualizována užitečná stránka, věnovaná radioamatérským majákům: <http://www.crk.cz/CZ/BEACOKC.HTM>

OY informace

Informace o radioamatérských aktivitách na Faroerských ostrovech naleznete na http://www.qsl.net/ldxt/oy_2003/.