



Z RADIOAMATÉRSKÉHO SVĚTA

O magnetických smyčkových anténách – teorie/praxe/výroba

Oldřich Burger, OK2ER; Marek Dvorský, OK2KQM; Hiroaki Kogure, JG1UNE

Tento článek není radioamatérská „myslivecká latina“; nesleduje cíl pronikat hlouběji do teoretické podstaty magnetických smyčkových antén; technický pohled je aplikován jen v míře nezbytné pro pochopení důležitých souvislostí; článek není konstrukčním návodem (ale konstrukci jednoho typu MLA podrobně popisujeme); není ani přímočarou komercí (ale dozvíte se, jaké typy MLA se u nás vyrábějí a vyvíjejí). Článek předkládá a současně hledá odpověď na otázku, zda bude renesance těchto typů antén pokračovat. Okolnosti, které napomáhají reinkarnaci MLA, jsou minimálně dvě, říká OK2ER. První: HAM komunita je se svými drátovými anténami vytěšňována ze střech nájemních domů. Druhá: Šíří se dobré zkušenosti s používáním kvalitních MLA. Pozitivní vize OK2ER (spoluautora článku) je odrazem úspěšnosti českých produktů na trhu EU.

Úvod

Článek o zvládnutích magnetických smyčkových antén (Magnetic Loop Antenna – MLA) vznikl postupně, přičemž jeho původní verze z roku 2013 nebyla na přání autorů nakonec publikována. Provozní experimenty s MLA prováděné stanicemi OK2ER a OK2RZ na krátkých vlnách s intenzivním využitím skimmerů (reverse beacons) popírají obecně rozšířené povědomí, že MLA je pouhá náhražková anténa. Toto tvrzení rozhodně není informací objektivní. (Současně lze říci, že to může být 100% pravda.)

Magnetické smyčkové antény mají předvídatelné fyzikální zákonitosti. Nejsou-li splněny, pak je tento technický artefakt předurčen k průměrnému až podprůměrnému fungování. Tím se asi MLA liší od většiny „klasických“ (nejen) drátových antén, kde drobné odchylky a přestupky proti fyzice nejsou v konečném výsledku tolik patrné. MLA jsou naopak na stejné prohřešky vůči fyzice řádově citlivější. Na konečný efekt (myšleno: jak jsme slyšet u protistanice) má totiž na KV mnohohrát větší vliv ionosféra. V jejím stínu je i hodně hrubý konstrukční přestupek při návrhu a výrobě MLA zcela marginální. To ale neomlouvá, protože ztráta 10 dB ve vyzářeném výkonu může být tou minimální „sankcí“ za nepochopený princip fungování MLA. Představuje totiž v reálném pohledu ztrátu 90 % energie. Konstrukční nedostatečnost u MLA znamená v praxi vyzáření pouhých 10 % výkonu, který nám TRX poskytuje. Rozdíl v „zisku“ dvou na první pohled úplně stejných MLA je zřejmě jen jednou z více příčin, proč se MLA nepoužívají v širším měřítku.

Praktické provozní zkoušky MLA evokovaly následně řadu otázek, které autoři článku neuměli vysvětlit. Jeden ze spoluautorů článku, Ing. Marek Dvorský, Ph.D., zástupce vedoucího katedry telekomunikací VŠB TU, člen a operátor klubové stanice OK2KQM, se pokoušel rozpor mezi teorií a provozní praxí vysvětlit počítačovou simulací a 3D modelováním vyzářovacích parametrů MLA situované v různých výškách nad zemí. V této souvislosti došlo k řadě překvapivých zjištění,



Obr. 1. Prototyp MLA pro pásma 7 až 50 MHz od firmy BTV

kteřá evokovala další otázky, často bez odpovědi. Mnohé, co zůstalo nevysvětleno, pomohl vysvětlit autor několika knih o anténách Hiroaki Kogure, JG1UNE, jehož závěry a simulace budou s jeho laskavým souhlasem v tomto článku použity. Domníváme se, že tyto pohledy a informace o MLA nebyly v takto komplexní podobě v ČR dosud publikovány.

Geneze MLA v OK očima OK2ER

Bude tomu pět let... V té době jsem aktuálně zaujat poznáváním světa mikrovln, byl jsem upozorněn na bakalářskou práci pocházející z katedry telekomunikací VŠB TU Ostrava. Téma: Magnetická smyčková anténa [1, 2]. Zmíněná bakalářská práce mne pak na řadu let odvedla od bizarního světa mikrovln, kterému jsem propadl, a vrátila mě o desítky let zpět, kdy jsem jako středoškolač začínal poznávat ham rádio na „dlouhých“ dekametrových krátkých vlnách. Při zkoušení nových a nových variant MLA jsem bě-

hem několika let zamořil rodinný dům desítkami torz prototypů magnetických smyček, netuše, kam až mé nadšení magnetickými smyčkami dospěje.

Současná realita: Do každodenní praxe na amatérských pásmech se jako komerční produkt „Made in Czech Republic“ podařilo uvést už dva typy magnetických smyčkových antén, MLA-M a MLA-T. Další typy vyvinutých a odzkoušených prototypů MLA čekají na uvedení do polosériové výroby. Recenze na oba typy MLA byly publikovány v německém časopisu Funkamateur [3, 4], v CQ DL [5], ve slovinském CQ ZRS [6]. České magnetické smyčkové antény dokonce neunikly pozornosti radioamatérské komunity v Japonsku, kde klubový magazín JARL – CQ HAM RADIO a autor řady knih o anténách Hiroaki Kogure, JG1UNE, věnoval MLA z České republiky prostor v rozsahu desítek stran [7]. Typy MLA-M a MLA-T zařadila do svého portfolia známá německá firma WiMo, specialista na anténní techniku. Jejím prostřednictvím se české MLA šíří nejen v EU.

Princip MLA

Magnetické smyčkové antény sestávají obvykle z hlavní smyčky tvořené jedním nebo i více závitů silného měděného vodiče (trubky) uzavřeného do tvaru kruhu, čtverce, trojúhelníku, mnohaúhelníku, dále z (proměnného) kondenzátoru s minimálními dielektrickými ztrátami a z vazebního systému. Nejobvyklejší a asi nejjednodušší vazební systém představuje indukční smyčka, na druhém místě v četnosti používání je asi tzv. „gama match“. Každá z obou zmíněných metod vazby MLA na napáječ má své výhody a nevýhody. Konstrukčně složitější „gama match“ umožňuje přesně přizpůsobit anténu k napájecímu vedení pomocí změny délky pahýlu, zatímco konstrukčně jednodušší vazební indukční smyčka umístěná fixně uvnitř hlavní smyčky neumožňuje egalizovat při změně R_a vstupní/výstupní impedanci MLA na 50 Ω . V posledních letech se mezi home made tvůrci MLA rozšířila i metoda buzení MLA prostřednictvím proudového toroidního transformátoru. Důvodem bývá časté zklamání a nenaplnění očekávání u MLA v jejím jednodušším provedení s vazební smyčkou. Nicméně ani v případě buzení MLA toroidní proudovou vazbou nemusí být cesta k úspěchu přímočará a úspěšná a je nutno přiznat, že úspěšnost buzení MLA proudovým transformátorem je kriticky závislá na materiálu použitého toroidu. Jak nakonec ukázala praxe, tato cesta je vhodná spíše pro MLA na nižších KV kmitočtech. Existuje samozřejmě i několik dalších způsobů, jak lze MLA navázat

Nový KV transceiver firmy ALINCO – DX-SR9T/E

Firma ALINCO není u nás mezi radioamatéry příliš oblíbená. Mají to asi „na svědomí“ jednak vyspělí amatéři, kteří se poohlížejí vždy po něčem, co by se pokud možno blížilo špičkovým zařízením – a takové ALINCO nenabízí, jednak prodejci, kteří preferují spíše zařízení směřující k vyšším cenovým hladinám. Začínající radioamatér však potřebuje spolehlivé zařízení, se kterým se naučí pohybovat po radioamatérských pásmech, a pokud patří do kategorie mládeže, nemá obvykle peněz nazbyt. Na takové radioamatéry se od začátku své produkce krátkovlnných transceiverů firma ALINCO zaměřila – byly to zprvu modely DX-70, pak DX-77, firma ELIX nyní nabízí poslední u nás prodávaný model – DX-SR8E za MC 15 490 Kč, což je u kategorie stolních zařízení cena více než příznivá. Konkuruje sice také minitransceiverem YAESU FT-897D, 857D, příp. FT-817ND, které však vzhledem k problematické velmi složité obsluze lze jen stěží doporučit.

Kdo sleduje internetové stránky známějších výrobců, jistě zjistí, že v kategorii stolních začátečnických zařízení jsou již – můžeme říci v tomto století – stále nabízeny transceivery FT-450D, příp. FT-950 od YAESU, IC-718 od ICOM, příp. TS-590S od firmy Kenwood, pokud uvažujeme ty neznámější. ALINCO naopak obměňuje i nabídku v této kategorii a v současné době nabízí něco, co se k nám doufám dostane alespoň na vánoční trh – model DX-SR9T/E (obr. 1).

Je to transceiver pro všechna KV pásma 1,8 – 29 MHz pro provoz CW, SSB, FM i AM a navíc umožňuje i připojení kvalitního počítače pro příjem s využitím SDR. Navíc model SR9T umožňuje i provoz v pásmu 5,3 MHz na kanálech povolených v USA, které bude (předpokládám) i u nás brzy povoleno. Jako všepásmový přijímač pracuje v rozsahu 135 kHz – 30 MHz s mf 71,75 MHz a 455 kHz, výkon vysílače v amatérských pásmech je říditelný do 100 W a v nastavení „Super-Low“ jej využijí i příznivci QRP, neboť výstupní výkon je říditelný v rozsahu 0,1 až 2 W. Snad „nevýhodou“ je, že neumožňuje provoz v pásmu 50 MHz, které však velmi KV pásma vlastně nepatří, a omezování šíře pásma až audiofiltrem. Při použití SDR však můžeme na druhé straně využít všech výhod, které poskytuje DSP.

Za použití externího jednoduchého interface lze pracovat běžnými digitálními provozy. Digitální stupnice má základní rozli-



Obr. 1. Pohled na čelní panel transceiveru ALINCO DX-SR9T/E

šení 10 Hz, šířka pásma je 2,4 – 1 – 0,5 (audiofiltr) kHz, vestavěn je elektronický klíč a nf kompresor. Vstupní attenuátor má 4 stupně nastavení, A/B VFO umožňuje pohodlný split provoz, RIT $\pm 1,2$ kHz. Výstupní impedance je 50 Ω , takže při použití drátové antény je nutné mít alespoň jednoduchý LC přizpůsobovací člen. Rozměry jsou 240 x 94 x 255 mm, hmotnost 4,1 kg. Napájení 13,8 V/20 A (11,7 – 15,8 V). Pro použití SDR je k dispozici I/O výstup a směšovač. Aby se využilo výhod SDR, je nutné mít PC s OS Vista nebo WIN7 a CPU i5 2,4 GHz nebo rychlejší a alespoň 2 GB paměti. Reprodukce je na čelním panelu. Samotný transceiver má v příslušenství přípojny kabel ke zdroji, ruční mikrofon a držák na něj. Dokoupit lze příslušenství jako: zdroj 230/13,8 V, stolní mikrofon EMS-14, kabel EDS-17 pro oddělenou montáž čelního panelu a vlastního transceiveru pro provoz z automobilu a automatický anténní tuner EDX-2.

Závěrem – zařízení firmy ALINCO modely SR8E i SR9E (a ty od sebe na první pohled nepoznáte, oba mají stejnou skříňku) lze doporučit začátečnickům jako první zařízení, příp. vyspělejší pro příležitostný provoz na chatě. Uvedením na trh nového modelu u nás půjde jistě i cena SR8E dolů (v USA klesla cena o více jak 150 USD).

QX

k napájecí. Nové originální řešení z vývojové dílny BTV [8] umožňuje jednoduše měnit „transformační koeficient“ vazební indukční smyčky tak, aby i při značné změně R_a magnetické smyčkové antény (důsledek vlivu okolního prostředí, změny kmitočtu, počtu závitů smyčky) zůstávala vstupní/výstupní impedance antény na konstantní velikosti 50 Ω .

Je důležité vědět, že naladění magnetické smyčkové antény do rezonance s vysílaným kmitočtem se projeví vymizením jalových odporů rezonujícího LC systému, kdy hlavní smyčkou antény teče i při pouhých 100 W výkonu vysílače proud dosahující několika desítek ampér. Souvisí to s vyzařovacím odporem MLA, který má obvykle hodnotu jen zlomků ohmu. Na rozdíl od jiných typů antén, kde se R_a pohybuje v úrovni o několik řádů vyšších. (Poznámka mimo: Napětí na kondenzátoru může v rezonanci dosáhnout výše až 20 kV.) Konstrukce základního LC obvodu MLA musí být proto realizována velmi robustně, protože přechodový ztrátový odpor v základním LC obvodu magnetické smyčkové antény a ztrátové dielektrikum se projeví v konečném výsledku markantním vzdalováním se od možného teoretického optima. Proud protékající smyčkou vytváří v okolním prostoru silné vysokofrekvenční magnetické pole, které je posléze

jako **elektromagnetické pole** vyzařované do prostoru.

Omlouváme se; jsou to možná hodně známé informace. Připomínáme je proto, neboť jejich přehlédnutí (podcenění) v konečném důsledku způsobuje ztrátu iluzí, optimismu, někdy i sebevědomí. Vedle známých kritických bodů MLA je méně známa skutečnost, která má ale stejné zásadní vliv na fungování MLA. Tuto důležitou skutečnost neberou bohužel na vědomí ani mnozí renomovaní výrobci MLA. **Jedná se o ČSV (SWR).** U jiných typů antén se považuje jako akceptovatelná hodnota ČSV 1:2, u MLA to musí být pouze 1:1! Není-li napájecí vedení vyhlazené, pak se vedení podle své délky projevuje jako kapacita nebo indukčnost, která smyčku rozladuje. Jinak řečeno, napájecí vedení se stává součástí základního LC obvodu magnetické smyčkové antény. Proud, který by měl budit magnetické pole ve smyčce, se rozptýlí mimo ni. Kvalitní MLA jsou typické tím, že jejich Q dosahuje hodnoty 1500 až 2000. Pokud Q tétoho dizajnu MLA snížíme o 50 % například tím, že kvalitní dielektrikum vzduchového kondenzátoru doplníme ztrátovým dielektrikem koaxiálního kabelu, projeví se to 4násobným poklesem vyzářeného výkonu a ztrátou 1 S! Je to neuvěřitelné, ale je to tak. Právě tato „drobnost“ je většinou výrobců MLA ignorována.

Proto lze z konstrukčně dobře dotažené antény, která dokonce v jiném prostředí funguje výborně, udělat něco, co se jako anténa pouze tváří. Podobně, jako mají na funkci MLA zásadní vliv ztrátové odpory v základním LC obvodu antény, má podobný efekt na fungování MLA její ČSV. Není-li výstup z MLA 50 Ω a jX rovnou nule, pak nás nesmí překvapit, že MLA nefunguje podle očekávání a že nefunguje stejně dobře, jako někomu jinému, u někoho jiného, na jiném místě.

Prameny a literatura

- [1] <http://theses.cz/id/a4f8e9/>
- [2] Dvorský, M., OK2KQM: Magnetická anténa. Elektrevue 10/2008.
- [3] Kuhl, H., DL1ABJ: Magnetantenne für QRP. Funkamateureur 10/2012.
- [4] Kuhl, H., DL1ABJ: Magnetantenne für 100 W. Funkamateureur 10/2013.
- [5] Hausdorf, C., DF2DD: MLA-M – Kleine Loop für QRP. CQ DL 10/2013.
- [6] Křižanec, R., S58R: MLA-M Magnetna Loop Antenna – Multiband. CQ ZRS, letník XXIII, 5/2012.
- [7] Kogure, A., JG1UNE: CQ ham radio 5 a 7/2013, 1/2014.
- [8] www.btv.cz

(Pokračování)