

MAGNETIC LOOP ANTENNA WITH AUTOMATIC TUNER

Ladislav Horníček

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xhorni03@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Zbyněk Lukeš

E-mail: lukes@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This project is focused on the magnetic loop antenna with automatic tuner in band short waves. This antenna is only the magnetic part of the electromagnetic radio wave used. At the beginning of our work we concentrate on how antenna works and then we move on proposal of simply part of antenna. As the main part of our project follows the proposal of tuning capacitor and automatic tuner of loop antenna.

1. ÚVOD

Magnetická smyčka je anténa využívající pouze magnetickou složku elektromagnetické vlny. Výhody těchto antén jsou jejich malé rozměry ve srovnání s půlvlnným dipólem a možnost přesného ladění v každém kanálu. Anténu tvoří kruhový dipól s délkou úměrnou přijímané nebo vysílané vlnové délce, jehož konce jsou spojené s ladícím kondenzátorem. Jedná se tedy o rezonanční obvod a platí zde všechny závislosti známé pro rezonanční obvod. Napájení obvodu bývá nejčastěji realizováno menší vazební smyčkou připojenou k vysílači. Využití najdou tyto antény hlavně mezi radioamatéry, využívají je ale i nejrůznější služby jako armáda, interpol, červený kříž a jiné. Díky jejich práci s magnetickou složkou elektromagnetické vlny se dají použít také k měření magnetického pole.

Tento příspěvek je zaměřen na návrh antén pracujících v pásmu krátkých vln. Konkrétně to jsou dvě vysílací antény, první pro pásmo (3-10) MHz a druhá pro pásmo (14-28) MHz. Obě antény jsou doplněny o obvody automatického ladění.

2. NÁVRH ANTÉN

2.1. HLAVNÍ SMYČKA

Při návrhu antény je vhodné začít kruhovým dipólem. Tvar kruhu je zvolen proto, že má oproti ostatním geometrickým útvarům největší plochu při zachování obvodu a tím i nejvyšší vyzařovací odpor. Dobré je také vyhnout se spojům, které by zvyšovaly ztráty. Podle [1] je dosaženo největší účinnosti při délce smyčky cca $\lambda/4$. Navíc pracuje při této délce anténa v nejširším pásmu. Jako základ λ se bere vždy nejmenší vlnová délka, pro kterou je anténa určena. Vychází-li smyčka příliš dlouhá, lze zvolit tvar spirály a velikost antény tak zmenšit. Konkrétní parametry obou antén jsou uvedeny v tabulce 1.

	f [MHz]	λ [m]	$\lambda/4$ [m]	n	D [m]	L [μ H]	C [pF]
Anténa 1	3 ÷ 10	30 ÷ 100	7,5	3	0,8	13,9	18 ÷ 203
Anténa 2	14 ÷ 28	10,7 ÷ 21,4	2,5	1	0,8	2,8	11,5 ÷ 46

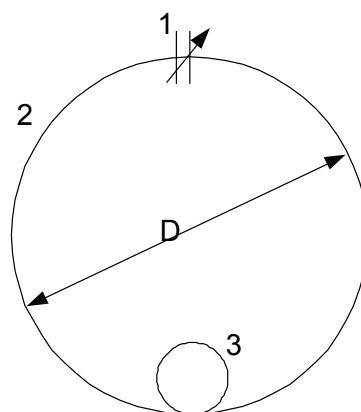
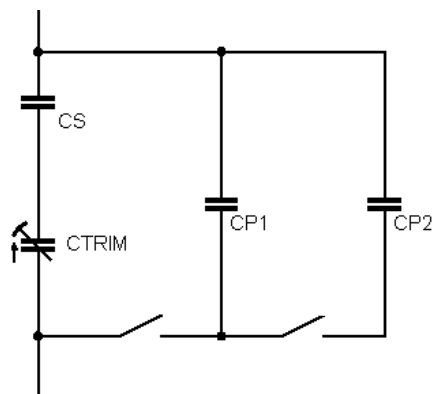
Tabulka 1: Vybrané parametry navrhovaných antén (f-frekvenční pásmo, λ -vlnová délka, $\lambda/4$ -délka hlavní smyčky, n-počet závitů hlavní smyčky, D-průměr hlavní smyčky, L-změřená indukčnost smyčky, C-vypočtená kapacita ladícího kondenzátoru).

2.2. LADÍCÍ KONDENZÁTOR

Ladění antény se provádí změnou rezonanční frekvence obvodu. Ta závisí na indukčnosti hlavní smyčky a na kapacitě připojeného kondenzátoru. Z konstrukčního hlediska by bylo přeladování indukčnosti příliš složité, proto se využívá změny kapacity. K tomu slouží ladící kondenzátor, na který jsou ovšem kladeny velké nároky na jeho průrazné napětí. Požadujeme-li například vysílací výkon 150 W, může dosahovat podle [1] napětí na kondenzátoru až 10 kV. Většinou se využívají otočné kondenzátory se vzduchovým dielektrikem, které jsou ale při těchto vysokých napětích poměrně drahé. Proto je v tomto projektu využit jiný přístup, a to sice rozdělení napětí na více sériových kondenzátorů, jeden s proměnnou (C_{trim}), a ostatní s pevnou kapacitou (C_s). V takovémto zapojení odpovídá jednomu přeladění kondenzátoru v celém rozsahu celé kmitočtové spektrum antény. Je tedy zapotřebí velká změna kapacity a ladění je poměrně hrubé. Pro přesnější nastavení kapacity lze využít otočného kondenzátoru s menším rozsahem kapacit, ale s jemnějším laděním. K této sériové větvi potom postupně připojovat paralelně pevné kondenzátory (C_p), které vždy posunou laditelné pásmo výše, a to právě o hodnotu kondenzátoru C_p . Tento princip je ukázán na obrázku 1, kde je kapacita rozdělena na 3 pásma.

Pro výpočet potřebné kapacity je použita rovnice (1), ve které L značí indukčnost hlavní smyčky a f je požadovaná vysílací frekvence.

$$C = \frac{1}{(2\pi f)^2 L} \quad (1)$$

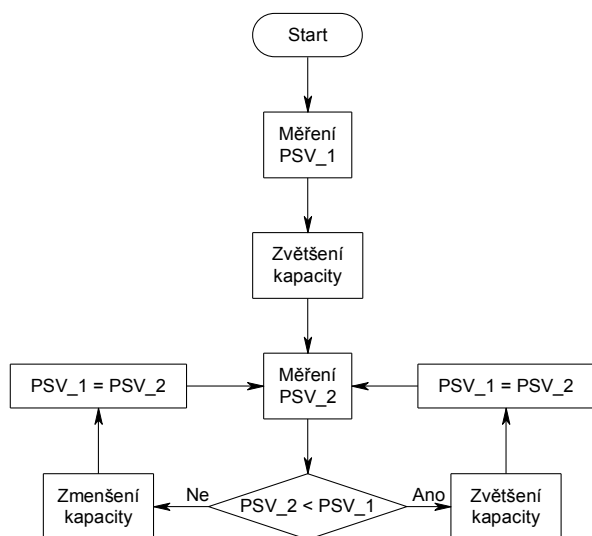


Obrázek 1: Zapojení kondenzátorů (CTRIM-otočný kondenzátor, CS-kondenzátor pro zvýšení napětí, CP-kondenzátory pro změnu pásma).

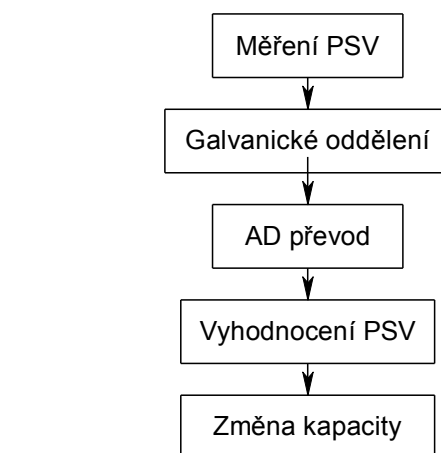
Obrázek 2: Nákres antény (1-ladící kondenzátor, 2-hlavní smyčka, 3-vazební smyčka, D-průměr hlavní smyčky)

2.3. AUTOMATICKÉ LADĚNÍ

Jako ukazatel přizpůsobení antény k napájecí a vysílači se velmi často používá poměr stojatých vln PSV. Je-li jeho hodnota 1, potom je vyzářen celý výkon přenesený na anténu, v ostatních případech je jeho hodnota větší. Proto je vhodné využít tohoto poměru a ladit anténu tak, aby byla hodnota PSV co nejmenší. Samotné ladění se děje natáčením otočného kondenzátoru pomocí krokového motoru. Zjednodušené blokové schéma ladícího obvodu je na obrázku 4. Změřený PSV je nejdříve galvanicky oddělen optočlenem, poté je AD převodníkem převeden na číslicový signál, který je pak vyhodnocován pomocí mikroprocesoru. Ten řídí otáčení motorku a změnu rozsahů. Vývojový diagram programu je na obrázku 3.



Obrázek 3: Vývojový diagram programu automatického ladění.



Obrázek 4: Blokové schéma obvodu automatického ladění.

2.4. MECHANICKÁ KONSTRUKCE

Hlavní smyčka je u obou antén zhotovena z měděné trubky s vnějším průměrem 8 mm. Levnější varianta by byla použít jako dipól stínění koaxiálního kabelu. Měděná trubka je upevněna na rámu z plastových vodovodních trubek, na které bude připevněn také řídicí obvod ladícího kondenzátoru. Měřič PSV bude umístěn volně na koaxiálním kabelu k napájecí smyčce antény.

3. ZÁVĚR

V současné době jsou hotovy obě hlavní smyčky antén, PSV metr a elektronika pro ovládní krokového motoru. Zbývá tedy proměřit charakteristiky antén. Po dokončení a změření antén je lze dále ladit, zvláště lze laborovat s velikostí přepínaných pásem a s umístěním a velikostí napájecí smyčky, případně jiným způsobem napájení.

LITERATURA

- [1] MATUSZYK, J. Antény prakticky. Praha: BEN – technická literatura, 2003. ISBN 80-7300-178-0