

SYSTEM FOR INCREASING DYNAMICS OF THE SIGNAL RADIATED BY MAGNETIC LOOP ANTENNA

Petr Šrámek

Master Degree Programme (2), FEEC BUT
E-mail: xsrame06@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Zbyněk Lukeš

E-mail: lukes@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This paper introduces the opportunity for increasing the dynamics of the magnetic shielding attenuation measurement. There are magnetic loop antennas used in the measure system, whereas the transmitting antenna consists of two inductive coupled loops. One of these loops is excited by the power amplifier, the other one is tuned by the external capacity into resonance. Especially the construction of the resonance tuner is presented in this article.

1. ÚVOD

V technické praxi zaměřené na elektromagnetickou kompatibilitu jsou často prováděna měření útlumu stínění u stíněných komor, jak pro elektrickou tak i magnetickou složku signálu. Útlum magnetické složky se zpravidla měří na diskretních kmitočtech v řádech jednotek kHz až nízkých desítek MHz s využitím magnetických smyčkových antén [1].

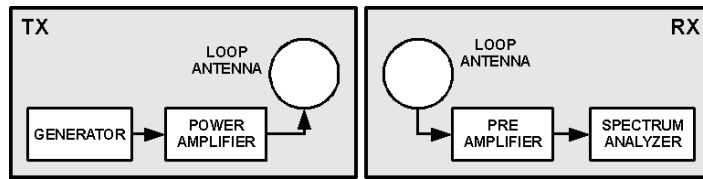
2. PRINCIP MĚŘENÍ STÍNĚNÍ A ZVÝŠENÍ JEHO DYNAMIKY

Vlastnímu měření stínicí schopnosti dané komory předchází referenční měření, kdy jsou obě antény postaveny proti sobě v příslušné vzdálenosti, ale bez stínicí stěny. Získaná referenční závislost amplitudy přijatého signálu na frekvenci je pak srovnána se závislostí změněnou při zařazeném stínění, jejich rozdílem je závislost útlumu signálu vlivem stínění na frekvenci. Podle příslušných norem je potřeba dosáhnout určité dynamiky měření, jež je definována jako rozdíl úrovně přijatého signálu při referenčním měření a úrovně šumového pozadí.

2.1. ZÁKLADNÍ MĚŘICÍ SESTAVA

Základní konfiguraci měřicího systému pro měření magnetické složky stínění znázorňuje obrázek 1. Na vysílací straně je signál z generátoru (*GENERATOR*) zesílen výkonovým zesilovačem (*POWER AMPLIFIER*) a přiveden do vysílací smyčkové antény (*LOOP ANTENNA*). Tato anténa je realizována jako cívka s vysokým počtem závitů měděného drátu, jejíž průměr je 300 mm, podle příslušné normy. Vysílací anténa vybudí magnetické pole, které je pomocí přijímací antény shodné s vysílací převedeno opět na elektrický signál, ten

je zesílen předzesilovačem (*PREAMPLIFIER*) a jeho amplituda je měřena pomocí spektrálního analyzátoru (*SPECTRUM ANALYZER*).

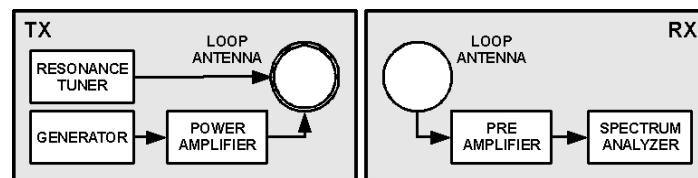


Obrázek 1: Blokové schéma základní měřicího sestavy

Při použití uvedeného základního měřicího systému může vzniknout problém s dosažením dynamiky měření předepsané normou. Řešením může být například zvýšení výkonu zesilovače na vysílací straně, ten však není možno z různých důvodů (hmotnost atd.) zvyšovat neomezeně. Jiným řešením tedy může být ladění vysílací smyčkové antény do rezonance, kdy postačuje pro dynamiku měření vyšší než 100 dB přibližně 15 W výstupního výkonu.

2.2. MĚŘICÍ SESTAVA PRO ZVÝŠENÍ DYNAMIKY MĚŘENÍ

V případě realizace systému umožňujícího doladováním vysílací antény do rezonance zvýšit dynamiku měření je nutno upravit konstrukci vysílací smyčkové antény a navíc do systému přidat blok představující proměnnou kapacitu určitého rozsahu pro doladění.

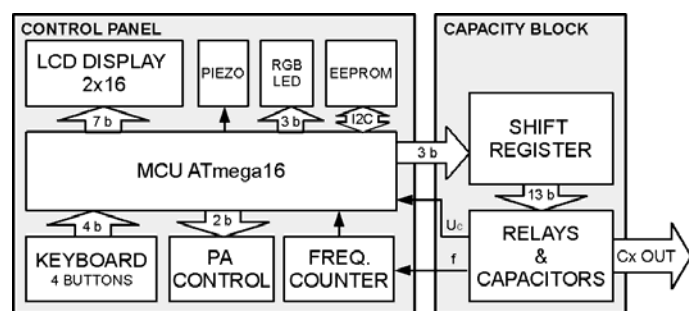


Obrázek 2: Blokové schéma měř. sestavy s vysílací anténou doladitelnou do rezonance

Samotná vysílací anténa je nyní koncipována jako dvě induktivně vázané cívky. První cívka je budící, má pouze jeden závit a je připojena pomocí vhodného impedančního přizpůsobení k výstupu výkonového zesilovače. Druhou částí smyčkové antény je cívka, která má více závitů, přesný počet je závislý na požadovaném kmitočtovém rozsahu konkrétní antény. Pro pokrytí širšího frekvenčního pásma tak bude potřeba použít více různých vysílacích antén. Proměnná kapacita pro doladění antény je představována blokem nazvaným rezonanční ladič (*RESONANCE TUNER*).

3. KONSTRUKCE REZONANČNÍHO LADIČE

Rezonanční ladič (Obrázek 3) lze rozdělit na dva funkční celky, které jsou i při realizaci na oddělených deskách plošných spojů. Základní prvek ladiče tvoří kapacitní blok (*CAPACITY BLOCK*), který představuje výše uvedenou doladovací kapacitu, řídicí logika a uživatelské rozhraní jsou soustředěny na desce ovládacího panelu (*CONTROL PANEL*).



Obrázek 3: Blokové schéma rezonančního ladiče

3.1. KAPACITNÍ BLOK

Hlavní součástí kapacitního bloku je binárně váhovaná sada třinácti kapacit umožňující nastavit celkem 8192 různých jejich kombinací. Velikost ladicího kroku je 12,5 pF, maximální dosažitelná kapacita je přibližně 128 nF. Každá ze třinácti kapacit je tvořena foliovými kondenzátory na vysoké napětí v různých kombinacích tak, aby byla dosažena žádaná hodnota. Jednotlivé kapacity jsou k výstupnímu konektoru ($C_{X OUT}$) bloku připojovány pomocí relé řízených posuvným registrem. K celkové kapacitě připojené k výstupu je nutno ještě přičíst parazitní kapacitu bloku přibližně 140 pF a kapacitu kabelu, jímž je rezonanční ladič připojen k doladované anténě.

3.2. OVLÁDACÍ PANEL A JEHO FUNKCE

Jádro ovládacího panelu tvoří mikrokontrolér ATmega16, jehož hlavním úkolem je přepínání velikosti kapacity na výstupu bloku v závislosti na změřené frekvenci. Dále ve spolupráci s LCD displejem, čtyřtlačítkovou klávesnicí, piezoměničem a RGB LED mikrokontrolér zajišťuje uživatelské rozhraní pro kontrolu a nastavování, poslední funkcí je řízení výkonového zesilovače dodávajícího energii do antény.

Program mikrokontroléru po zapnutí přístroje provede inicializaci a otestuje relé jejich sepnutím a rozepnutím. Poté přejde do nekonečné hlavní smyčky zajišťující neustálé přepínání úloh pro měření kmitočtu a napětí na rezonančním obvodu, vzorkování tlačítek, kontrolu doladění rezonančního obvodu a obsluhu piezoměniče. Z tohoto výchozího stavu lze tlačítky přejít do režimu nastavování přístroje pomocí víceúrovňového menu. K dispozici jsou především funkce pro ruční nastavení kapacity, případně automatické doladění do rezonance na základě nalezení kapacity s níž je na rezonančním obvodu maximální napětí, dále pak pro uložení nastavené kapacity pro aktuální kmitočet do EEPROM.

4. ZÁVĚR

V rámci projektu byla realizována sada antén a také popisovaný rezonanční ladič, který umožňuje pracovat s oběma vysílacími anténami a doladit je do rezonance na téměř celém rozsahu měřících kmitočtů. Oproti systému s nedoladovanou anténou bylo dosaženo zvýšení dynamiky měření až o 25 dB, výhoda oproti řešení založeném na zvýšení výkonu zesilovače je především v nižší energetické náročnosti a hmotnosti zařízení. Praktické využití systému se smyčkovou anténou laděnou do rezonance je nejenom při měření, ale například také při příjmu nebo vysílání na radioamatérských pásmech atd.



Obrázek 4: Fotografie rezonančního ladiče

LITERATURA

- [1] DVORSKÝ, M. Magnetická anténa. Elektrovue. Březen 2008. Dostupno na WWW: <http://www.elektrovue.cz/cz/clanky/komunikacni-technologie/0/magneticka-antena/>. ISSN 1213-1539