

ACTIVE DEVICES IN EMI FILTERS MEASUREMENT SETUP

Pavel Bednář

Master Degree Programme (5), FEEC BUT
E-mail: xbedna18@stud.feect.vutbr.cz

Supervised by: Jiří Dřínovský
E-mail: drino@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This article deals with the measuring of the insertion loss of the EMI filters. Alternative measuring setup using the active devices instead of impedance transformers is introduced. This replacement was done for the common mode insertion loss measurement setup. Confrontation of EMI filter performance measured in the setup with active devices and transformers is also mentioned.

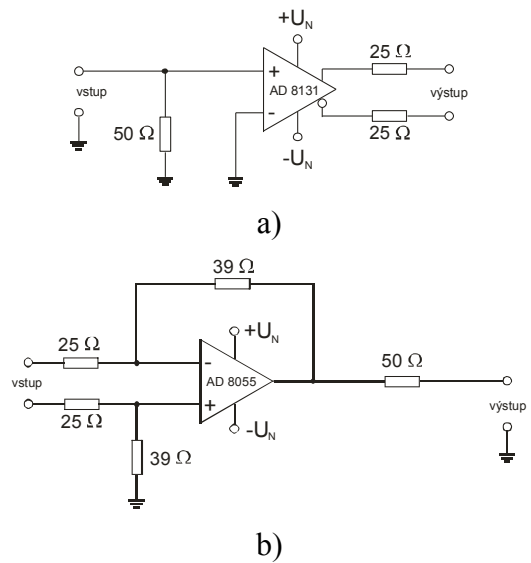
1. ÚVOD

V technice EMC je měření symetrické složky vložného útlumu odrušovacích filtrů prováděno ve většině případů pomocí impedančních transformátorů [1], [2], [3] a [4]. Motivací pro návrh a použití aktivních obvodů v symetrickém měřicím systému je zejména limitující šířka pásma impedančních transformátorů, která je z hlediska pásma měření, které probíhá např. od 10 Hz až do 1 GHz, příliš malá. Při měřeních symetrické složky vložného útlumu je pak nutné použít několik sad impedančních transformátorů. Při náhradě impedančních transformátorů bloky s aktivními prvky je nutné počítat s tím, že v navrženém měřicím zapojení nebude možné zaměňovat bloky (blok připojený ke vstupním svorkám filtru za blok připojený k výstupním svorkám), tak jako je to možné při použití transformátorů. V případě návrhu měřicího pracoviště s aktivními obvody bude tedy jeden blok zastávat funkci „vysílače“ (generátoru) symetrického signálu a naopak druhý blok funkci „přijímače“ symetrického signálu.

2. REALIZACE AKTIVNÍCH OBVODŮ

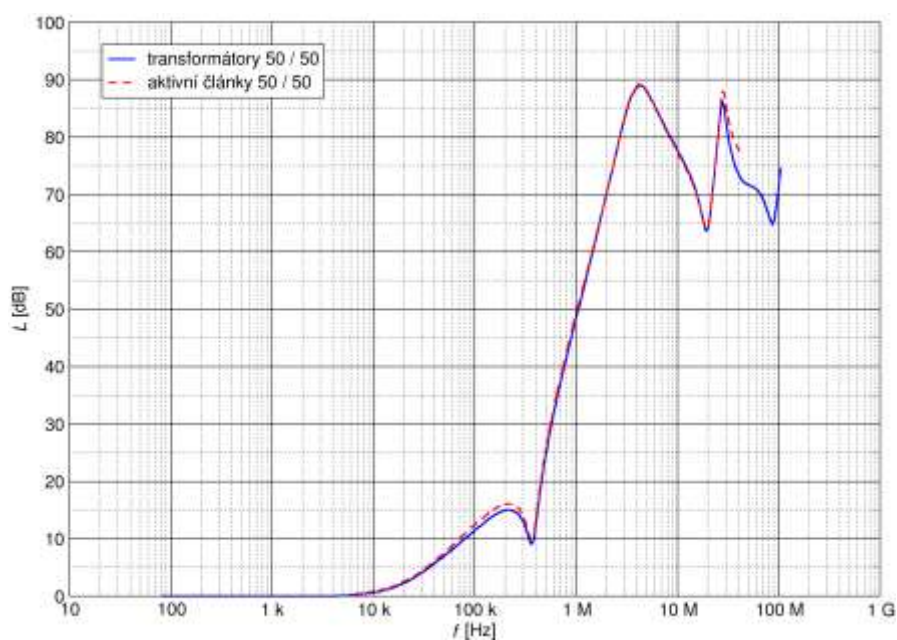
Návrh obvodového zapojení „vysílače“ s využitím aktivního prvku AD8131 firmy Analog Devices je uveden na obr. 1a. Schématické zapojení „přijímače“ je uvedeno na obr. 1b. Oba obvody jsou navrženy pro výstupní resp. vstupní impedanci 50 Ω . Důvodem je opět

možnost zpětného ověření dosažených výsledků s výsledky získanými měřeními, při kterých bylo použito symetrizačních transformátorů s transformovanou impedancí 50Ω . Pro ověření funkčnosti zapojení a také stanovení frekvenčního rozsahu jednotlivých obvodů bylo nejprve provedeno měření výstupní a vstupní impedance navrženého „vysílače“ a „přijímače“. Dále bylo provedeno měření fázového posuvu výstupních napětí obvodu „vysílače“. Z těchto všech naměřených charakteristik bylo nutné stanovit pracovní kmitočtový rozsah obou článků. Pokud zvolíme velký rozptyl výstupní impedance např. $50 \Omega \pm 10 \Omega$, obdržíme následující kmitočtový rozsah (6,6 kHz až 43 MHz) pro „vysílač“. Toleranční pásmo $\pm 10 \Omega$ přitom představuje $\pm 20 \%$ výstupní impedance realizovaného článku. Toleranční pásmo pro fázový posuv výstupních napětí lze zvolit např. $180^\circ \pm 20 \%$, poté obdržíme frekvenční rozsah 100 Hz až 41 MHz. Výsledné pracovní pásmo „vysílače“ je tedy od 6,6 kHz do 41 MHz. Obdobným způsobem lze stanovit i pracovní kmitočtové pásmo „přijímače“, které bylo stanoveno pouze z frekvenční závislosti vstupní impedance a to od 6,6 kHz do 66 MHz. Měření symetrické složky vložného útlumu s použitím navržených článků s aktivními prvky je tedy možné od 6,6 kHz do 41 MHz.



Obr. 1: Obvodové zapojení bloků s aktivními obvody; a) „vysílač“, b) „přijímač“.

Útlumová charakteristika jednoho vybraného odrušovacího filtru (Schaffner FN 2020-16-10) naměřená s využitím bloků, které využívají aktivních prvků je uvedena na obr. 2, čárkovanou křivkou. Plnou křivkou je uvedena útlumová charakteristika odrušovacího filtru, která byla naměřena s použitím impedančních transformátorů. Z naměřené cha-



Obr. 2: Porovnání útlumových charakteristik odrušovacího filtru Schaffner FN 2020-16-06; symetrický systém s využitím aktivních prvků.

rakteristiky je zřejmé, že pomocí aktivních prvků lze nahradit několik sad impedančních transformátorů. Nepatrné odchylky mezi vložnými útlumy jsou způsobeny rozdílnými impedančními průběhy transformátorů a aktivních článků (frekvenční závislost transformovaných impedancí na výstupech impedančních transformátorů není v přesné shodě s výstupní a vstupní impedancí aktivních článků). Odchylky jsou patrné zejména na okrajích pracovního frekvenčního pásma aktivních článků. Chyba vzniklá použitím aktivních článků je však velmi malá a lze ji odstranit zúžením frekvenčního rozsahu těchto článků.

3. ZÁVĚR

Cílem projektu bylo navrhnout impedanční články, se stejnými vlastnostmi jaké mají impedanční transformátory se symetrickým vstupem resp. výstupem, ale s použitím moderních aktivních prvků. Tyto obvody („vysílač“ a „přijímač“) byly navrženy a realizovány. Jejich funkčnost byla dále ověřena několika základními měřeními jejich vlastností. Z dosažených výsledků je patrné, že se může jednat o možnou alternativu, jak nahradit impedanční transformátory moderními aktivními prvky např. operačním zesilovačem. Možné návrhy obvodových zapojení článků s těmito aktivními prvky jsou uvedeny na obr. 1. Navržené články spolehlivě pracují ve frekvenčním pásmu od 6,6 kHz do 41 MHz. V tomto kmitočtovém pásmu nevykazují žádný vložný útlum a dosahují celkového zisku kolem 3 dB. Tato hodnota však není nijak podstatná. Mnohem podstatnější vlastností realizovaných článků je, že pracují v mnohem širším frekvenčním pásmu než jednotlivé impedanční transformátory. Pro srovnatelně široké frekvenční pásmo musí být použity minimálně dvě až tři sady impedančních transformátorů na rozdíl od jedné sady aktivních článků.

Realizace aktivních článků pro impedanční měřicí systémy $0,1 \Omega/0,1 \Omega$, $0,1 \Omega/100 \Omega$, $100 \Omega/0,1 \Omega$ a $100 \Omega/100 \Omega$ pro měření vložného útlumu odrušovacích filtrů se nabízí jako další možné pokračování tohoto projektu. Dále by bylo vhodné u navržených aktivních článků rozšířit jejich frekvenční pásmo volbou vhodnějších aktivních prvků.

LITERATURA

- [1] SVAČINA, J., *Elektromagnetická kompatibilita, principy a metody*. Brno: Vysoké učení technické 2001. „Připojujeme se k Evropské Unii“, svazek 2. 156 stran. ISBN 80-214-1873-7
- [2] SVAČINA, J., *Vývoj metodiky měření datových a odrušovacích filtrů. Závěrečná výzkumná zpráva o řešení grantu č. SU20012001008 Národního bezpečnostního úřadu v Praze v roce 2001*, Brno 2001
- [3] ČSN CISPR 17: *Metody měření útlumových charakteristik pasivních vysokofrekvenčních filtrů a odrušovacích součástek*. Česká technická norma, Český normalizační institut. Praha, Listopad 2000. 27 stran. (tř. znak 33 4227)
- [4] ČSN CISPR 16-1: *Specifikace metod a přístrojů pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti proti vysokofrekvenčnímu rušení - Část 1: Přístroje pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti proti vysokofrekvenčnímu rušení*. Česká technická norma, Český normalizační institut. Praha, červenec 2003. 173 stran. (tř. znak 33 4210)
- [5] BEDNÁŘ P., Využití aktivních prvků při měření symetrické složky vložného útlumu odrušovacích filtrů. Semestrální projekt 2. UREL, FEKT, 2006, 22 stran