

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE



TEZE K DISERTAČNÍ PRÁCI

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Katedra elektromagnetického pole

Tomáš Kořínek

Metodika měření stínicí účinnosti malých boxů

Doktorský studijní program: Elektrotechnika a informatika
Studijní obor: Radioelektronika

Teze disertace k získání akademického titulu "doktor", ve zkratce "Ph.D."

Praha, *únor 2012*

Disertační práce byla vypracována v prezenční/~~distanční/kombinované~~*

formě doktorského studia na katedře elektromagnetického pole Fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze.

Uchazeč: Ing. Tomáš Kořínek
Katedra elektromagnetického pole
Fakulta elektrotechnická ČVUT
Technická 2, 166 27 Praha 6

Školitel: Prof. Ing. Miloš Mazánek, CSc.
Katedra elektromagnetického pole
Fakulta elektrotechnická ČVUT
Technická 2, 166 27 Praha 6

Školitel-specialista: Ing. Vítězslav Pankrác, CSc.
Katedra elektromagnetického pole
Fakulta elektrotechnická ČVUT
Technická 2, 166 27 Praha 6

Oponenti:
.....
.....

Teze byly rozeslány dne:

Obhajoba disertace se koná dne v hod. před komisí pro obhajobu disertační práce ve studijním oboru (*název*) v zasedací místnosti č Fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze.

S disertací je možno se seznámit na děkanátu Fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze, na oddělení pro vědu, výzkum a zahraniční styky, Technická 2, Praha 6.

.....
předseda komise pro obhajobu disertační práce
ve studijním oboru
Radioelektronika
Fakulta elektrotechnická ČVUT, Technická 2, Praha 6

OBSAH

1. SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY.....	5
2. CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE.....	8
3. METODY ZPRACOVÁNÍ.....	8
4. VÝSLEDKY.....	9
5. ZÁVĚR.....	12
Seznam v tezích použité literatury.....	12
Seznam prací disertanta vztahujících se k disertaci.....	15
SUMMARY.....	16
RESUMÉ.....	16

1. SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY

Již několik desetiletí není elektromagnetická kompatibilita (EMC) otázkou pouze vojenské oblasti. S rozvojem elektrotechniky se problematika EMC přesouvá i do civilního sektoru. Přesto téměř všechny normy zabývající se elektromagnetickou kompatibilitou vycházejí z vojenských norem.

Čistě problematikou měření stínicí účinnosti se v současné době zabývají pouze dva základní standardy. Historicky prvním standardem byl americký vojenský standard MIL STD 285 [1] z roku 1956. Druhým standardem zabývajícím se měřením stínicí účinnosti je IEEE Std. 299 [2] z roku 1997, který se v podstatě vyvinul z již zmiňovaného vojenského standardu MIL STD 285. Tyto standardy či normy popisují měření stínicí účinnosti fyzicky „velkých“ komor - prostory sloužící pro měření rušivého vyzařování různých zařízení (EMC - EMI), prostory pro měření vyzařovacích charakteristik antén či místnosti používané při bezpečnostních jednáních.

Problematika měření stínicí účinnosti malých komor není doposud metodologicky zpracována příslušnou normou ani standardem [1,2], který by přesně specifikoval jak postupy měření, tak vybavení měřicí linky i metody zpracování výsledků. Měření stínicí účinnosti „malých“ skříní či boxů jsou taktéž diskutována v mnoha technických článcích ať již na konferencích či v odborných časopisech. Samostatnou problematikou se zdá být samotná definice pojmu „malý box“. Pokud však nebudou jeho rozměry vztaženy k určité hodnotě či jinému rozměru, nelze provést rozdělení na „malý“ či „velký“ box.

Problematikou měření stínicí účinnosti, ať malých či velkých boxů, se na pracovištích ČVUT v Praze či VUT v Brně zabývalo několik projektů. Zadavatelem výzkumných projektů byla státní správa České republiky. Z tohoto je patrné, že řešená problematika je zajímavá i pro státní orgány pracující v oblasti bezpečnosti.

V rámci daných výzkumů [3] byla postupně upravována a aplikována metodika měření stínicí účinnosti dle IEEE 299 Std. na měření stínicí účinnosti „malých“ boxů. V rámci [3] bylo provedeno základní modelování struktury stínicího boxu. Jednalo se především o vizualizaci rozložení elektromagnetického pole uvnitř a vně stínicího boxu. Dalším výstupem byla realizace modelové „malé“ stínicí komory (boxu) na kterém byla prováděna jednotlivá dílčí měření. Byla zde diskutována problematika měření reference ve volném prostoru a s otevřenými dveřmi dané komory (boxu). Další důležitou věcí, které zde byla diskutována, je problém reciprocity při měření stínicí účinnosti. Jedná se o problém, který souvisí s konfigurací měření, kdy jednou je vysílač umístěn uvnitř malé komory a v

druhé konfiguraci je umístěn mimo komoru. Tento problém vyvstal na základě analýzy získaných dat z měření stínící účinnosti, kde získané hodnoty stínící účinnosti vykazovaly rozdíly až 10 dB oproti předpokladu (reciprocity pasivního systému). Výstupem celého projektu byl popis dílčích komponent, ukázková měření pro různé konfigurace měření reference (volný prostor, otevřené dveře) a různé konfigurace umístění vysílače (uvnitř boxu, mimo box) a dále měření s dvěma typy antén (budící vodič, spirálová anténa). Na závěr byl stanoven postup měření na základě výše získaných výsledků. Tento postup je téměř totožný s postupem uvedeným v IEEE 299 Std. [2].

Problematickou měření stínící účinnosti se dále zabývají práce [5,6], které se soustřeďují na problematiku měření pod vlastní rezonancí daného boxu, na rozdíl od výše uvedené práce [3]. První z prací [4] se v jedné části soustřeďuje na počítačové simulace rozložení elektromagnetického pole uvnitř stínících krytů. Jsou zde porovnány simulace ve třech simulátorech elektromagnetického pole – HFSS, Fidelity a IE3D. V druhé části se práce [4] věnuje měření stínící účinnosti s ohledem na volbu vhodné antény s ohledem na její anténní faktor v kmitočtovém pásmu do 300 MHz. Jako měřicí (snímací) antény jsou použity malá smyčková anténa (průměr smyčky 0,08 m) a monopól (délka 0,3 m), které jsou umístěny vždy uvnitř boxu. Výsledkem jsou průběhy hodnot stínící účinnosti, které dobře navazují na průběhy stínící účinnosti získané v práci [3]. V závěru je opět prezentována metodika měření, která opět koresponduje s předchozí prací i metodikou uvedenou v IEEE 299 Std. [2]. Druhá z prací [5] se již soustřeďuje pouze na analýzu smyčkových antén pro použití při měření stínící účinnosti v kmitočtovém pásmu do 10 MHz. Jsou zde analyzovány přenosy smyčkových antén pro různé počty závitů a sledován jejich vlastní rezonanční kmitočet.

Problematika měření stínící účinnosti malých boxů je dále řešena v práci [6]. Jsou zde rozvedeny dílčí problematiky řešené v předchozích pracích. První část práce se věnuje modelování struktury, ukázání vlivu rozměrů boxu na tvar směrové charakteristiky dipólové antény umístěné uvnitř a rozložení intenzity elektrického pole v okolí vyznažující struktury v závislosti na poloze budícího elementu. Druhá část práce je věnována vlastnímu měření stínící účinnosti. Je zde provedeno mnoho měřících kampaní za účelem nalézt jakousi závislost stínící účinnosti na různé konfiguraci. Především se jedná o změnu polohy antény uvnitř boxu. Dále je zde ukázán vliv dodatečně umístěného předmětu uvnitř a taktéž vliv útlumové hmoty uvnitř boxu. Třetí část práce se věnuje zpracování naměřených dat stínící účinnosti. Na data je zde aplikována matematická statistika, pro vyhodnocení nejhoršího možného případu stínící účinnosti. Výsledkem této práce je tedy doporučení statistického zpracování naměřených dat pro vyhodnocení hodnot stínící účinnosti.

Všechny výše zmíněné práce zabývající se metodikou měření stínicí účinností malých boxů/skříní nedaly jednoznačnou odpověď na otázku, jak přesně v těchto případech postupovat při daném měření. Postupy a analýzy, které uvádějí, představují vstupní podklady pro hlubší pochopení dané problematiky.

Dosavadní publikované práce, ať v časopisech či na konferencích, neprezentovaly žádnou obecnou metodiku pro měření malých boxů. Existuje několik přístupů v určování stínicí účinnosti malých boxů.

Jednou z nejčastějších metod měření stínicí účinnosti je postup dle standardu IEEE 299 Std. [2]. Pouze se liší v typu použité antény uvnitř boxu. V [7] je tento postup aplikován na měření stínicí účinnosti boxů o rozměrech 380x380x210 mm a 400x300x170 mm. Jako senzor uvnitř boxu je použita malá smyčková anténa (v pásmu 100 Hz až 30 MHz) a monopólová anténa délky 300 mm (v pásmu 30 MHz až 1 GHz). Referenční měření je v tomto případě prováděno s otevřenými dveřmi daného boxu. Na základě měření je spočtena hodnota stínicí účinnosti. I v dalších pracích je ověření měřením prováděno stejným způsobem, např. v [8]

Mnoho prací je věnováno modelování daných struktur pomocí simulátorů elektromagnetického pole či za použití analytických výpočtů [4,9,10,11,12]. Numerické metody implementované v simulátorech elektromagnetického pole umožňují řešit komplexní struktury, ale potřebují k tomu dostatečný výpočetní výkon. Mezi často používané a implementované metody pro výpočet stínicí účinnosti patří metoda TLM (Transmission-Line Modeling) [8,13,14], metoda konečných prvků v časové oblasti (FDTD) [12] a metoda momentů (MoM) [10].

Pro modelování jednoduchých pravoúhlých stínicích boxů s aperturou je často využívána numerická metoda TLM, která dává dobrou shodu mezi numerickým řešením a měřením v okolí první rezonance [8,21]. V tomto případě je pohlíženo na box s aperturou jako na zkratovaný vlnovod s adekvátním náhradním obvodem (pře-nosové vedení), kde impedance apertury a napětí je transformováno po vedení do bodu, kde nás zajímá hodnota pole pro určení stínicí účinnosti. Poměr napětí v daném bodě bez a se stíněním udává hodnotu stínicí účinnosti.

V poslední době se do popředí dostává užívání reverberačních komor jak pro měření stínicí účinnosti [15,16,17,18], tak i pro měření rušivého vyzářování. Reverberační komory jsou oproti bezodrazovým komorám levnější, ale na druhou stranu je kladen velký nárok na vybavení pracoviště (mechanické komponenty). Měření v těchto komorách je založeno na statistické zpracování souboru naměřených dat. V měřené oblasti jsou pomocí mechanických komponent („páidla“) měněny okrajové podmínky

jednotlivých vidů a tím dochází k posuvům maxim a minim uvnitř měřeného objemu. Pro každou pozici „páidla“ je provedeno jedno měření. Tato měření se průměrují a výsledná zprůměřňovaná dat dále vstupují do výpočtů stínící účinnosti. Měření v reverberačních komorách je možné taktěž použít pro měření stínící účinnosti materiálů [16,19].

2. CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

Tato práce se zaměřuje na postupy měření stínící účinnosti malých boxů. S touto oblastí zájmu úzce souvisí dílčí témata, která jsou nedílnou součástí této problematiky.

1. Definice „malý“ box

V současné době se objevily náznaky nové definice malého boxu, ale není k ní dáno žádné vysvětlení, z čeho vyplývá. Cílem této práce je podat návrh na kategorizaci boxů s definičními podmínkami.

2. Reciprocita v problematice stínící účinnosti

Stanovit podmínky aplikace teorému reciprocity v oblasti měření stínící účinnosti s ohledem na některé problematické výsledky dřívějších prací.

3. Antény pro měření stínící účinnosti

Cílem této části je provést analýzu vhodných typů antén využitelných při měření stínící účinnosti malých boxů vzhledem k definici a experimentálně ověřit možnost jejich použití.

4. Měření stínící účinnosti malých boxů

Navrhnout a prakticky ověřit postup měření stínící účinnosti včetně korekcí a na základě získaných dat navrhnout možnou metodiku měření.

3. METODY ZPRACOVÁNÍ

Jádrem řešení dané problematiky je kombinace numerických metod implementovaných v simulátorech elektromagnetického pole, které jsou aplikovány na konkrétní struktury stínících boxů a praktických ověřovacích měření na konkrétních strukturách.

Nejprve byla provedena analýza stínícího boxu z hlediska rezonančních vlastností. Na základě toho již bylo možno zaměřit se na problém kategorizace boxů.

Na základě starších výsledků měření stínící účinnosti vycházela z měření nereciprocita dané úlohy. Na základě tohoto zjištění se přistoupilo k částečné analýze teorému reciprocit v oblasti EMC.

Antény pro použití v této oblasti byly podrobeny analýze pomocí simulátoru elektromagnetického pole a byly porovnány jejich vlastnosti.

Na základě zmíněných analýz bylo provedeno několik typů měření stínící účinnosti. Jednotlivá měření jsou komentována včetně výsledků a jsou diskutovány kritické aspekty daného měření. Výsledky jsou zpracovány grafickou formou.

4. VÝSLEDKY

Na základě informací získaných v [20] byla uvedena kategorizace malých boxů dle rozměrů vztažených k jejich elektrické velikosti. Výsledné dělení boxů do kategorií souvisí s hustou možných vybuditelných módů.

Do souvislosti s měřením stínící účinnosti byl dán teorém reciprocit, který ukázal kritické body v jednotlivých měřeních (impedanční poměry při měření)

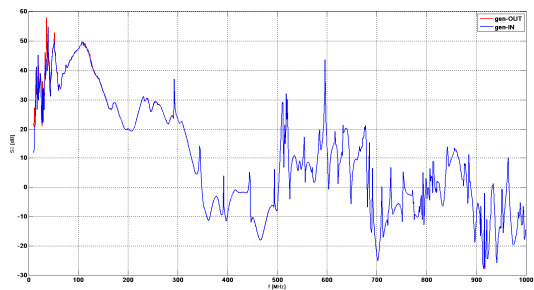
Byly analyzovány možné typy antén z hlediska jejich elektrických parametrů a následně byly tyto antény použity v konkrétní měřicí kampani. Z jednoduchého výpočtu přenosů dvou antén bylo ukázáno na zásadní problém s různými geometriemi řešené úlohy. Při měření stínící účinnosti se vždy předpokládá, že elektrické vlastnosti antén zůstávají stejné jak pro měření reference, tak i pro měření se stínící překážkou. Tato podmínka tu není dodržena vzhledem k tomu, že antény jsou umístěovány do blízkosti kovových prvků. Tím dochází ke změně vstupní impedance, což se projeví na hodnotě výsledného přenosu a sekundárně pak i na hodnotě stínící účinnosti.

Na základě těchto poznatků je doporučeno provést korekci měřeného přenosu s ohledem na modul činitele odrazu dané antény.

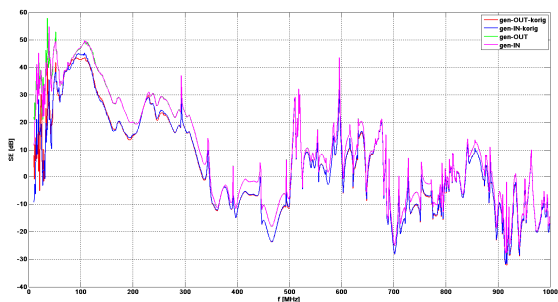
Zásadním výsledkem je soubor měření stínící účinnosti malých boxů. Analýzou získaných dat je možno najít konkrétní případ s nejnižší hodnotou stínící účinnosti a na základě této znalosti podat určitá doporučení pro měření.

Díličními výsledky jsou jednotlivé průběhy stínící účinnosti bez provedené korekce. Obr. 1 ukazuje průběhy stínící účinnosti pro boxu s poruhcou v čelní stěně a dále pro dva směry měření přenosu. Porovnání

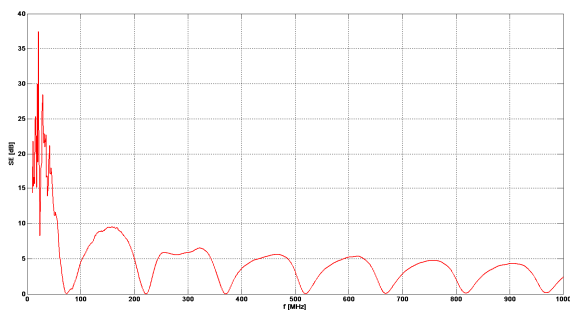
korigovaných a nekorigovaných dat je uvedeno na obr. 2. Hodnota chyby určení stínící účinnosti nabývá hodnot dle obr. 3.



Obr. 1 Průběh stínící účinnosti boxu s horizontální štěrbinou v čelní stěně, reference byla měřena ve volném prostoru.

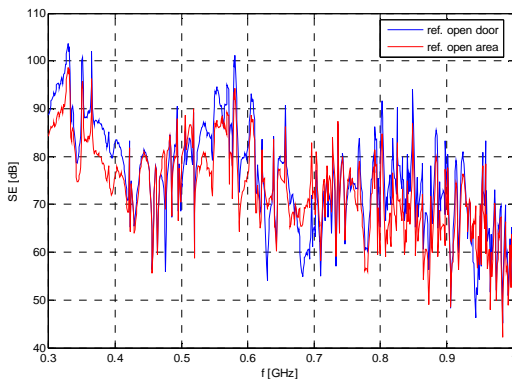


Obr. 2 Porovnání průběhů stínící účinnosti bez provedené korekce a s korekcí na přenos.



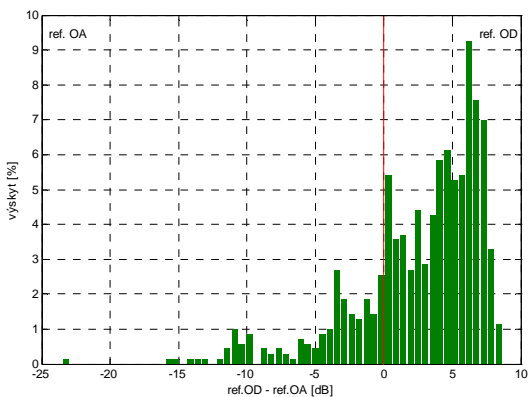
Obr. 3 Hodnota korigované chyby.

Pro porovnávání dvou průběhů je vhodné využít histogramů četností rozdílů daných průběhů. Obr. 4 ukazuje průběhy stínící účinnosti pro dva případy měření reference. Jedno měření reference je provedeno ve volném prostoru (anténní komora), druhá reference je měřena s otevřenými dveřmi.



Obr. 4 Stínící účinnost pro dvě různé reference.

Histogram četností vytvořený z rozdílů výše uvedených hodnot je zobrazen na obr. 5. Z grafu je patrný výskyt vyšších hodnot stínící účinnosti pro reference měřenou s otevřenými dveřmi boxu.



Obr. 5 Histogram četností rozdílů stínící účinnosti z obr. 4.

5. ZÁVĚR

Tato práce se zabývá měřením stínicí účinnosti malých boxů. Bylo ukázáno, že zatím neexistuje žádné doporučení, které by dalo přesný návod, jakým způsobem dané měření provádět. V rámci daných cílů byly řešeny dílčí problematiky. Byla provedena analýza rozdělení malých boxů a upřesněna jejich kategorizace s ohledem na fyzikální a elektrické rozměry.

Na jednoduchém příkladu byla ukázána správná aplikace pojmu reciprocity v oblasti EMC měření. Dle získaných zkušeností, je možno nalézt chyby vznikající při měření přenosů, které ukazovaly na zdánlivou možnost neplatnosti teorému reciprocity při měření stínicí účinnosti. Tyto chybné interpretace byly diskutovány.

Byly diskutovány a analyzovány vhodné antény pro měření stínicí účinnosti a kde a jak dané měření provádět.

Rozsáhlou měřicí kampaní byly ukázány vlivy různých parametrů vyskytujících se při měření a mající vliv na vlastní hodnotu stínicí účinnosti. Byla vytvořena a aplikována soustava korekcí při měření přenosů. Jedná se především o korekci na geometrii úlohy, kdy je jiná geometrie při měření reference a jiná geometrie při měření se stínicí překážkou.

SEZNAM V TEZÍCH POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MIL-STD 285, Method of Attenuation Measurement for Enclosures, Elec-tromagnetic Shielding, for Electronic Test Purposes, U.S. Government Printing Of-fice, Washington, 1956.
- [2] IEEE Std 299-2006, Standard Method for Measuring the Effectiveness of Electromagnetic Shielding Enclosure, Institute of Electrical and Electronics Engi-neers, Piscataway, NJ, 2007
- [3] Mazánek, M. a kol., Návrh metodiky měření útlumu elektromagneticky stí-něných komor s rozměry do 2 m, závěrečná zpráva projektu ST20022002011, výzkumná zpráva, ČVUT v Praze, prosinec 2003.

- [4] Svačina, J. a kol., Metodika měření elektromagnetického stínění malých kovových boxů v oblasti nízkých kmitočtů, závěrečná zpráva projektu ST20032003002, výzkumná zpráva, Ústav radioelektroniky FEKT VUT v Brně, prosinec 2003.
- [5] Nováček, Z. a kol., Generování a snímání elektromagnetického pole při měření útlumu stínění, závěrečná zpráva projektu ST20042004009, výzkumná zpráva, Ústav radioelektroniky FEKT VUT v Brně, 2004.
- [6] Mazánek, M., Kořínek, T. a kol., Vývoj technologie pro měření malých stínících skříní, závěrečná zpráva projektu ST20062006010, výzkumná zpráva, ČVUT v Praze, leden 2007.
- [7] Ustuner, F., Akses, A., Araz, I., Colak, B., A Method for Evaluating the Shielding Effectiveness of Small Enclosure, International Symposium on Electromagnetic Kompatibility, IEEE, Vol.2, s.708-712, 2001.
- [8] Dangkham, P., Sujintanarat, P., Chaichana, K., Auchaleevaraman, K., Teeka-put, P., Effect of Resonance on Shielding Effectiveness in Enclosure with Apertures, The 2007 ECTI International Conference, ECTI-NOC 2007.
- [9] Sewell, P., Turner, J.D., Robinson, M.P. et al., Comparison of analytic, numerical and approximate models for shielding effectiveness with measurement, Science, Measurement and Technology, IEE Proceedings, Vol.145, No.2, s.61-66, March 1998.
- [10] Olyslanger, F., Laermans, E., Zutter, D., Criel, S., Smedt, R., Lietaert, N., Clearcq, A., Numerical and Experimental Study of the Shielding Effectiveness of a Metaloid Enclosure, IEEE Transaction on Electromagnetic Compatibility, Vol.41, No.3, August 1999.
- [11] Robinson, M.P., Benson, T.M., Christopoulos, Ch., Dawson, J.F., Ganley, M.D., Marvin, A.C., Porter, S.J., Thomas, D.W.P., Analytical Formulation for the Shielding Effectiveness of Enclosure with Apertures, IEEE Transaction on Electromagnetic Compatibility, Vol.40, No.3, August 1998.

- [12] Belokur, I., LoVetri, J., Kashyap, S., Shielding Effectiveness Estimation of Enclosures with Apertures, IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility, 2000.
- [13] Christopoulos, Ch., The Transmission-Line Modeling Method: TLM, Wiley-IEEE Press, 1996, ISBN: 978-0-7803-1017-9.
- [14] Kraft, C.H., Modeling Leakage Through Finite Apertures with TLM, IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility, s.73-76, 1994.
- [15] Holloway, Ch.L., Ladbury, J., Coder, J., Koepke, G., Hill, D.A., Measuring the Shielding Effectiveness of Small Enclosures/Cavities with a Reverberation Chamber, IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility, EMC 2007, 2007.
- [16] Coder, J., Ladbury, J., Holloway, Ch.L., Using Nested Reverberation Chambers to Determine the Shielding Effectiveness of a Material: Getting Back to the Basics With a “Lei”-Person’s Approach, IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility, EMC 2007, 2007.
- [17] Greco, S., Sarto, M.S., Hybrid Mode-Stirring Techniques for Shielding Effectiveness Measurement of Enclosures Using Reverberation Chambers, IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility, EMC 2007, 2007.
- [18] Holloway, Ch.L., Hill, D.A., Sandroni, M., Ladbury, J.M., Coder, J., Koepke, G., Marvin, A.C., He, Y., Use of Reverberation Chamber to Determine the Shielding Effectiveness of Physically Small, Electrically Large Enclosures and Cavities, IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, Vol.50,No.4, November 2008.
- [19] Holloway, Ch.L., Hill, D.A., Ladbury, J.M., Koepke, G., Garzia, R., Shielding Effectiveness Measurements of Materials Using Nested Reverberation Chambers, IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, Vol.45,No.2, May 2003.
- [20] Heirman, D., A Standards Blizzard in Sunny Hawaii!, IEEE EMC Society Newsletters, 2007,online: <http://www.emcs.org/acstrial/newsletters/fall07/pg48-53.pdf>

SEZNAM PRACÍ DISERTANTA VZTAHUJÍCÍCH SE K DISERTACI

Publikace v recenzovaných časopisech:

- [1] Kořínek, T, Piksa, P., Mazánek, M., Wideband Measurement in a Small Shielded Box Using Equiangular Spiral Antennas, Radioengineering, Vol. 15, No. 4, s. 36-37, December 2006, ISSN 1210-2512.

Publikace excerptované Web of Science:

- [2] Korinek, T., Mudroch, M., Mazanek, M. Shielding Effectiveness Measurement of Small Enclosure Using Linearly and Circularly Polarized Antennas, In Proceedings of the 2nd European Conference on Antennas and Propagation-EuCAP 2007.

Ostatní publikace:

- [3] Kořínek, T. Měření stínicí účinnosti malých boxů, In: Odborné semináře – Sborník za rok 2006/2007. Praha: Československá sekce IEEE, 2007, s. 20-26. ISBN 80-86582-21-3.
- [4] Kořínek, T., Měření stínicí účinnosti malých boxů, CTU0606813, In Proceedings of Workshop 2007, Part A, 2007, vol.11, p.220-221, ISBN 978-80-01-03667-9.
- [5] Zvánovec, S., Hazdra, P., Kořínek, T., Pechač, P., Mazánek, M., Measurement of Shielding Effectiveness of Small Enclosure, In: EMC Europe 2006-International Symposium on Electromagnetic Compatibility-Proc. 1, 2. Barcelona: Technical University of Catalonia, 2006, vol. 1,2, s249-252. ISBN 84-689-9440-5.
- [6] Mazánek, M., Pechač, P., Kořínek, T., Holub, A., Vývoj technologie pro měření malých stínících skříní. Závěrečná zpráva projektu ST20062006010, výzkumná zpráva 3/13117VZ/07,

SUMMARY

Measurement of „small“ enclosures shielding effectiveness is problematic issue. The specific standards for this special problem have not been established yet. A definition of “small” enclosure is problematic in absolute dimensions. Therefore the ‘small’ enclosure should be defined in relative dimensions. Near proximity of metal walls to an inside placed antenna affects measured values and distribution of currents on the enclosure. This distribution of currents is moreover influenced by placing of object inside the enclosure. Critical radiation is affected by this distribution of currents on the enclosure. This work describes a state of the art in the field of the shielding effectiveness measurement of the “small” enclosure. The main goal is to define the procedure of measurement technic.

RESUMÉ

Měření stínící účinnosti malých boxů není jednoduché z hlediska opakovatelnosti. Pro tato měření neexistuje žádný standard ani norma, která by toto popisovala. Definice malého boxu v absolutních rozměrech je problematická. Malý box by měl být spíše definován v relativních rozměrech – fyzické rozměry vztáhnout k vlnové délce. Blízké kovové stěny v blízkosti antény ovlivňují měření a rozložení proudů na struktuře. Toto rozložení proudů způsobuje sekundární vyzařování z poruch. Tato práce popisuje současný stav dané problematiky v oblasti měření stínící účinnosti „malých“ boxů. Hlavním cílem práce je navrhnout postup měření stínící účinnosti.