

POSUDEK OPONENTA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: Bc. Eliška Štrajtová

Oponent: Ing. David Kuřátko

Studijní program: Bezpečnostní technologie, systémy a management

Studijní obor/Specializace: Bezpečnostní technologie

Akademický rok: 2024/2025

Téma diplomové práce: **Evaluation of the effectiveness of error detection in the implementation of shielded enclosures**

Předložená diplomová práce se zabývá detekcí chyb v implementaci stínících krytů. Na základě zadání byl sestaven experiment z šesti DPS lišící se způsobem zapojení stínění. Jednotlivé DPS byly následně změřeny s krytem a bez krytu pomocí VNA, EMI přijímače a skeneru blízkého pole (EMxpert). Studentka dále sestavila numerický model experimentu v CST MWS a vyhodnotila efektivitu stínění pomocí s-parametrů a sond vzdáleného a blízkého pole. V práci jsou diskutovány a porovnány výsledky numerických metod, které jsou následně konfrontovány s výsledky jednotlivých metod měření. Z důvodů výše uvedených považuji práci za splněnou v celém rozsahu. Téma diplomové práce je bezesporu aktuální a přínosné, protože s rostoucím počtem elektroniky v zařízeních, rychlostí signálů, přísnějším EMC normám, mírou integrace a vyššími nároky na prostor, se problematika EMC stává nedílnou součástí designu elektronických zařízení a je předmětem současného výzkumu. Téma diplomové práce považuji spíše za náročnější, protože vyžaduje znalosti a praktické zkušenosti s několika metodami EMC měření a s využitím laboratorní měřicí techniky. Zároveň klade nároky na numerické simulace, jejichž sestavení je z fyzikální podstaty EMC značně komplexní.

K práci mám několik komentářů:

V práci bych očekával diskusi na konci kapitoly state-of-the-art, ze které by vyplynula motivace pro praktickou část práce, např. použité měřicí metody a zvolený způsob zapojení BLS u šesti DPS. Význam z-score grafu je stručně popsán v kapitole 8.1.1. Uvítal bych, kdyby tento popis byl v kapitole 5, kde se řeší zbylé dva typy grafů použité pro vyhodnocování SE. V rovnicích je chybně použit znak konvoluce namísto součinu. V kapitole 8.4. se diskutuje SE vzhledem k rotaci desky, přitom v kapitole 8 přímo nejsou žádné výsledky měření, které by porovnávaly vliv rotace desky na SE. Simulaci s-parametrů (kapitola 9.1) dle mého názoru nelze realizovat prezentovaným způsobem, kde GTEM septum je zjednodušen waveguide portem a chip anténa je nahrazena předchozím VNA měřením z kapitoly 8.1. Dále je zde opomenuto, že měření proběhlo na několika diskrétních vzorcích, což v časovém řešiči povede k narušení pasivity a kauzality dat. V simulacích blízkého a vzdáleného pole bych očekával zapnuté adaptivní síťování, kde nepoužití této funkce ve frekvenčním solveru typicky vede k numerické chybě v místech s vysokou energií, případně vysokým gradientem pole. V kapitole 10 by bylo názornější porovnávat simulace s měřením i ve formě grafu, např. pouze pro dva vzorky, které představují nejlepší a nejhorší korelaci měření se simulací. V závěru práce je uvedeno, že úhel 225° se ukázal jako nejproblematictější. Nicméně, v téže větě je dále uvedeno, že úhel 225° vykazuje nejnižší emise.

Po formální stránce je práce na dobré úrovni. Nachází se zde několik překlepů, např. chybějící písmeno E ve zkratce IEEE (str. 21), absolbers a eceiver (str. 28), chybějící mezery v popisku obrázku (str. 34) nebo velké X ve slově EMxpert (str. 56). V práci je několik obrázků (21, 22, 23, 30, aj.) na které není odkazováno v textu. Obrázek 49 má jiné barevné rozlišení vzorků než ostatní



grafy. Dále je zde několik technicky nejasných vyjádření, např. „entire assembly is subsequently inserted into assembly“ (str.22), a nepravdivých vyjádření – na str. 69 je uvedeno, že SE přesahuje hodnotu 30 dB, zatímco z grafu je zřejmá hodnota nižší. Z typografického hlediska se v textu chybně používá stojaté písmo pro veličiny nebo naopak kurzíva pro jednotky v rovnicích.

Vzhledem k výše uvedeným komentářům a celkovému rozsahu práce, který dle mého názoru značně přesahuje zadání práce, doporučuji práci k obhajobě a hodnotím ji jako výbornou A/95 bodů.

Otázky k obhajobě:

1. Jaký je rozdíl mezi útlumem a efektivitou stínění?
2. Na jakém základě bylo vybráno šest variant PCB a jejich implementace BLS? Existují i další metody, které by bylo možné využít pro měření SE u PCB?
3. Proč se špička na 868 MHz objevila pouze u variant C a A (obr. 36) a u ostatních variant není patrná, když se jedná o stejnou anténu a měřící metodu?
4. V ideálním případě by se SE shodovalo přes různé měřící metody. Co může být příčinou, že jednotlivé vzorky vykazují různé hodnoty SE pro měření pomocí VNA, EMI přijímače a skeneru blízkého pole?
5. Lze nějak vysvětlit, proč vzorek D v simulaci s-parametrů vychází nejlépe, když pro všechny metody měření vychází nejlépe vzorek A a F?

Celkové hodnocení práce:

Známku uvede oponent dle svého uvážení dle klasifikační stupnice ECTS:

A – výborně, B – velmi dobře, C – dobře, D – uspokojivě, E – dostatečně, F – nedostatečně.

Stupeň F znamená též „nedoporučuji práci k obhajobě“.

Předloženou diplomovou práci doporučuji k obhajobě a navrhuji hodnocení

A - výborně.

V případě hodnocení stupněm „F – nedostatečně“ uveďte do připomínek a slovního vyjádření hlavní nedostatky práce a důvody tohoto hodnocení.

Datum 4.6.2025

Podpis oponenta diplomové práce