Oponentní posudek na disertační práci

Ing. Miroslava Hromádky

Analýza účinnosti elektromagnetického stínění objektů malých rozměrů

První kapitoly disertační práce mají charakter rešerší dostupné literatury, popisující fyzikální jevy, spojené se stíněním magnetických polí. Podle mého názoru je tato část zbytečně rozsáhlá (asi 50 stránek). Na str. 56 je například zbytečné rozváděná norma MIL-STD-285. Podle zákona o vysokých školách musí disertační práce „obsahovat především původní a uveřejněné výsledky nebo výsledky přijaté k uveřejnění". Uvádění všeobecně známých pasáží z literatury si vysvětluji tak, že tyto kapitoly jsou součástí *„vytvoření komplexních doporučení a pravidel"* pro uživatele zde navržené experimentální metody analýzy účinnosti stínění a *„metodiky pro konstruování přístrojových krytů"*, podle které by autor mohl poskytovat poradenský servis zákazníkům. Potom bych ale, jako uživatel zmíněné metodiky, přivítal lepší strukturování těchto kapitol. Navazující kapitoly však již splňují požadavky na původnost a konkrétní přínos disertanta ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb., a práci lze z hlediska rozvoje vědního oboru pokládat za užitečnou.

Prvním samostatným výsledkem v disertační práci jsou obrázky simulace kruhového vlnovodu v programu *COMSOL Multiphysics* na str. 52. K těmto obrázkům bych přivítal podrobnější rozbor konkrétních výsledků. Ze třetí kapitoly, která se zabývá vlastní experimentální činností Ing. Hromádky, je zřejmé, že v oblasti zkoumání elektromagnetické kompatibility je zkušeným praktikem. V odborném růstu mu jistě napomáhá velmi dobré technické vybavení akreditované laboratoře ETL. O charakteru práce autora, směřující spíše k aplikovanému výzkumu, svědčí i seznam literatury, který obsahuje řadu výzkumných zpráv, funkčních vzorků a výstupů řady praktických měření. Bohužel, nenalezl jsem zde žádný článek, který byl uveden v prestižním časopise nebo zařazen do sborníku zahraniční konference, u něhož by byl Ing. Hromádka uveden jako vedoucí autor.

Jakýkoliv příspěvek, který přináší nové teoretické nebo praktické informace z oblasti elektromagnetické kompatibility lze považovat za rozvoj oboru Elektroenergetika. Přínos této disertační práce je především v části praktické, v nalezení a uspořádání různých druhů stínění krytů rozváděčových skříní a v popisu postupu při návrhu krytu. Tento postup vyvinul autor v EMC laboratoři mateřské katedry. Disertabilní cíle práce jsou především tyto:

- vytvoření komplexních doporučení a pravidel, podle kterých je možné stanovit konstrukční a technologický návrh přístrojového krytu z hlediska jeho elektromagnetického stínění,
- propracování metodiky pro testování skutečné účinnosti stínění pomocí dvou měřicích postupů.

Tyto cíle byly v disertační práci splněny. Metodiku měření účinnosti elektromagnetického stínění pak ověřil autor na reálném objektu s různým provedením krytu a stanovil doporučení pro realizaci stínících opatření. Při řešení úkolů tvořících podstatu disertační práce použil autor postupy a metody, odpovídající současným znalostem oboru a obohatil je o nové praktické postupy měření v oblasti EMC.

Disertační práce má velmi dobrou grafickou úroveň. Čtenáře ale poněkud ruší několik gramatických chyb a stylistických neobratností. Autor používá některé pojmy a slovní vazby, v technické praxi ne příliš vítané. Jedná se například o výrazy *„normální obyvatelstvo"* (13^5), vazby *„produkují vyšší harmonické napájecí sinusovky 50 Hz"* (15^3), *„...napětí U na vodiči A se přenese na desku P..."* (28^2), apod.

Závěrem tohoto posudku konstatuji, že pan Ing. Miroslav Hromádka svou disertační práci prokázal schopnost a připravenost k samostatné činnosti v oblasti výzkumu a vývoje a ve smyslu požadavku Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách

doporučuji

jeho disertační práci k obhajobě.

Otázky k obhajobě:

Jaká je souvislost mezi E_x a E_0 na obr 2.1?

Vysvětlete podrobněji průběhy vířivých proudů v levé části obrázku obr 2.16 na str. 48.

Upřesněte tvrzení 26_7: „*Princip stínění elektrického pole spočívá v odstranění kapacitní vazby mezi objekty.*“ Na obr. 2.2 a 2.3 doplňte označení napětí U a U_r.

Jaké minimální frekvence můžete ve vaší laboratoři s popsanými anténami použít, aby bylo měření prováděno ve vzdáleném poli?

doc.Ing. Lubomír Ivánek, CSc.
VŠB-TU Ostrava, FEI
Katedra elektrotechniky

V Ostravě 30.4.2012

OPONENTNÍ POSUDEK NA DISERTAČNÍ PRÁCI

Ing. Miroslava HROMÁDKY

ANALÝZA ÚČINNOSTI ELEKTROMAGNETICKÉHO STÍNĚNÍ OBJEKTŮ MALÝCH ROZMĚRŮ

Aktuálnost tématu disertace. Disertační práce Miroslava Hromádky je věnovaná metodice měření stínicí účinnosti malých objektů. V IEEE Xplore jsem našel 90 prací, které byly zveřejněny v posledních pěti letech a problematikou měření stínicí účinnosti se zabývaly. Nosné téma práce tedy považuji za aktuální.

Cíle disertace jsou nezvykle formulovány na začátku práce. U většiny disertací důkladný rozbor současného stavu poznání předchází formulování cílů. Na základě tohoto rozboru jsou stanovena témata, která doposud nebyla uspokojivě vyřešena, a z nich se pak odvozují cíle práce. Jedině tak lze prokázat, že disertační práce přináší původní výsledky.

Na straně 11 jsou deklarovány následující cíle:

1. Stanovení komplexních pravidel pro návrh přístrojového krytu splňujícího požadavky elektromagnetické slučitelnosti (EMC);
2. Stanovení experimentální metody určení stínicí účinnosti objektů o rozměru desítek centimetrů až dvou metrů;
3. Experimentální ověření navržené experimentální metody určení stínicí účinnosti.

Stěžejním cílem je dle mého názoru stanovení komplexních pravidel návrhu. Druhý a třetí cíl (měření a ověření) nejsou dle mého názoru cíle, ale prostředek ověření, že komplexní pravidla návrhu byla stanovena správně. Dále si myslím, že malý objekt by neměl být charakterizován svou fyzickou délkou (desítky centimetrů až dva metry), ale délkou elektrickou (rozměr vztažený k vlnové délce).

V následujících odstavcích se zabývám rozborem jednotlivých kapitol disertační práce, abych mohl ohodnotit naplnění stanovených cílů disertace.

První kapitola populární formou seznamuje čtenáře se základy problematiky elektromagnetické slučitelnosti (EMC). Myslím si, že taková kapitola do disertace nepatří. Disertace má popisovat výsledky vlastního výzkumu doktoranda, a nikoli opakovat pasáže z volně dostupných zdrojů.

K první kapitole mám následující otázky:

1. Na straně 12 je v popisu svislé osy obr. 1.1 uvedeno „level [dBm]". O jakou fyzikální veličinu se jedná?
2. Jak je orientována složka intenzity elektrického pole E_x vůči smyčce, na jejímž vstupu počítáme dle vztahu (1.9) indukované napětí U_r?
3. Na str. 22 popisujete pomocí vztahů (1.10) až (1.12) složky elektromagnetického pole, vyzařovaného elementárním lineárním zářičem. V učebnicích elektromagnetického pole bývají obvykle tyto složky popisovány následujícími vztahy:

$$|dE_r| \approx \left|\frac{-j}{(kr)^3}+\frac{1}{(kr)^2}\right| \cos\vartheta, \quad |dE_\vartheta| = \left|\frac{-j}{(kr)^3}+\frac{1}{(kr)^2}+\frac{j}{(kr)}\right| \sin\vartheta, \quad |dH_\varphi| = \left|\frac{1}{(kr)^2}+\frac{j}{(kr)}\right| \sin\vartheta$$

Je uvedený matematický popis v souladu s popisem, uvedeným ve Vaší práci?

Druhá kapitola je koncipována jako úvod do problematiky elektromagnetického stínění. Kapitola je sestavena ze známých poznatků a neobsahuje žádné původní výsledky doktoranda.

K druhé kapitole mám následující otázky:

4. Vztah (2.2) na straně 26 říká, že stínicí účinnost je úměrná dekadickému logaritmu obrácené hodnoty činitele stínění. Není to v rozporu se vztahem (2.31) na straně 38, v němž je stínicí účinnost přímo úměrná přirozenému logaritmu činitele stínění?
5. Ze vztahu (2.18) na straně 31 vyplývá, že činitel stínění je určen členem $(2b^2 + 3b + 1/b)$. Proč se při dosazení ve vztahu (3.32) na straně 38 mění uvedený člen na $(2b^2 - 3b + 1/b)$?
6. Jsou vztahy (2.28) a (2.29) na stranách 37 a 38 v pořádku? Myslím si, že správně by mělo být uvedeno

$$SE = \sqrt{1+\left(\frac{k\,d\,D}{\mu_r\,\delta}\right)^2} \approx \frac{k\,d\,D}{\mu_r\,\delta} = \frac{\omega\,d\,D}{\mu_r\,c\,\delta}$$

7. Je nějaký rozdíl mezi charakteristickou a vlnovou impedancí? Za jakých podmínek platí vztah (2.38) na straně 40? Jaká veličina je reprezentována symbolem σ?
8. Obr. 2.12 na straně 44 znázorňuje kmitočtový průběh útlumu absorpcí, útlumu odrazem a útlumu mnohonásobným odrazem pro měděné desky o tloušťkách 1 μm a 1 mm. Můžete vysvětlit fyzikální podstatu těchto průběhů?
9. Obrázky 2.20 a 2.21 na straně 52 znázorňují rozložení elektrického pole ve vlnovodu. O jaké vidy a jaké složky pole se jedná? Lze šíření evanescentního vidu považovat za útlum?

Třetí kapitola je věnována metodám měření stínicí účinnosti. V prvé části jsou stručně popsány čtyři normy, jež měření stínicí účinnosti definují. Druhá část se zabývá měřením stínicí účinnosti pomocí soustavy antén, dodávané společností ETS Lindgren. Třetí část popisuje měření elektromagnetické odolnosti pomocí sondy a software, jež jsou opět dodávány společností ETS Lindgren. Následují výsledky testovacích měření.

Prezentované výsledky vlastních měření (strany 75 až 90) jsou přínosem doktoranda. Měřilo se však komerčně dodávaným zařízením podle platných norem. Nelze tedy říci, že třetí kapitola popisuje originální výsledky práce.

K třetí kapitole mám následující otázky:

10. Na stranách 76 a 77 píšete o výpočtu kritických kmitočtů štěrbin ve vodivé desce. Osobně si myslím, že štěrbiny se chovají jako štěrbinové antény a nikoli jako vedení. Proto by bylo vhodnější zabývat se rezonančními kmitočty štěrbinových antén.
11. Na stranách 77 a 78 jsou v obrázcích 3.17 a 3.18 znázorněny kmitočtové průběhy stínicí účinnosti kruhových a obdélníkových štěrbin v kovové desce. Jak je možné, že na některých kmitočtech desky s elektricky větší štěrbinou vykazují lepší stínicí účinnost než desky s elektricky menšími štěrbinami?

12. V tabulce 3.13 na straně 79 porovnáváte vypočtené a změřené rezonanční kmitočty dutinového rezonátoru, který je tvořen přístrojovým krytem s výměnnými čelními panely. Jak byly rezonanční kmitočty určovány?

Čtvrtou kapitolou je závěr. Závěr stručně shrnuje obsah předchozích kapitol.

Porovnám-li obsah práce se stanovenými cíli (komplexní metodika návrhu přístrojových krytů s předepsanou stínicí účinností a její experimentální ověření), není mi naplnění těchto cílů zcela zřejmé. Doktorand tedy musí naplnění cílů disertace prokázat při obhajobě své práce.

Význam disertační práce pro obor. Význam elektromagnetické slučitelnosti a význam výzkumu v této oblasti jsou zřejmé. Téma předložené disertační práce proto považuji za velmi vhodně zvolené.

Od disertační práce jsem očekával:

- Vytvoření parametrických modelů přístrojových krytů (nejlépe numerických);
- Sestavení optimalizačních kritérií vyjadřujících požadavky na stínicí účinnost krytů;
- Sestavení vhodných optimalizačních úloh a jejich řešení (nejlépe stochastickými metodami multi-kriteriální optimalizace);
- Experimentální ověření návrhu různými metodami měření (měření v komoře, měření ve vlnovodu, atd.).

V předložené práci doktorand na základě jednoduchého modelu magnetických toků ve stínicím kvádru spočítal jeho optimální rozměry a ukázal postup měření stínicí účinnosti krytů a rozvaděčů. Ani v jednom případě nebyly výsledky výpočtů ověřeny měřením a výsledky měření relevantními výpočty.

Je škoda, že předložená práce nenaplnila potenciál, který měla.

Metody zpracování, dosažení cíle. Jak jsem již napsal výše, metody zpracování a dosažení cílů jsou v práci popsány neprůkazně. Proto je nezbytně nutné, aby doktorand při obhajobě své disertace jednoznačně doložil, že cíle práce byly beze zbytku naplněny a že při všech teoretických i experimentálních činnostech byly výsledky výzkumu pečlivě ověřovány.

Původnost výsledků. V práci jsem nenašel žádnou myšlenku, kterou by bylo možné považovat za původní, dosud nepublikovaný nápad.

Doktorandovi zazlívám, že nevypracoval přehled současného stavu řešení problematiky s odkazy na relevantní publikace, které byly zveřejněny v periodicích IEEE v posledních pěti letech. Jedině tak lze prokázat, že disertační práce je v souladu se současnými výzkumnými trendy, a že přináší něco nového.

Proto je nezbytně nutné, aby doktorand při obhajobě seznámil komisi se současným stavem řešení problematiky, prokázal původnost klíčových myšlenek své práce a tuto původnost doložil svými publikacemi.

Formální zpracování. Formální stránka práce je na průměrné úrovni. Kritizuji pouze anglickou verzi abstraktu práce. Je vidět, že abstrakt neprošel korekcí rodilého mluvčího (což by mělo být u disertační práce samozřejmostí).

Publikace studenta. Publikace, citované na stranách 135 a 136 práce, lze charakterizovat následovně:

- Publikace jsou v naprosté většině případů psány česky (15 prací z 18 uvedených).
- Publikace ve většině případů nemají nic společného s tématem disertační práce (přepětí, jištění, zemnění, výboje, ...). Stínicí účinnosti se věnují 4 práce z 18 uvedených.
- Mezi publikacemi jsou rigorózní práce, podklady pro zkoušku, výzkumné zprávy, příspěvky na doktorandských a lokálních konferencích, pořádaných v Plzni.
- Jedinou mezinárodní publikací je příspěvek na *International Workshop on Radiation Imaging Detectors*. Doktorand je jedním z 8 autorů tohoto článku. Mezi obsahem článku a disertační prací není přímá souvislost.

Podle mého názoru nebylo jádro disertační práce na mezinárodní úrovni dostatečně publikováno. Je to škoda, protože zveřejnění výsledků výzkumu v mezinárodních časopisech lze považovat za objektivní a nezvratný důkaz kvality práce. Komentáře recenzentů navíc obvykle pomohou práci zlepšit upozorněním na potenciální nedostatky.

Doktorand musí při obhajobě doložit, že jádro jeho práce bylo na mezinárodní úrovni dostatečně publikováno.

Závěr. Myslím si, že každý doktorand by měl dostat možnost osobně obhájit svou disertační práci bez ohledu na subjektivní hodnocení posuzovatele. Z tohoto důvodu předloženou disertační práci

D O P O R U Č U J I

k obhajobě.

V Brně dne 4. listopadu 2012

Prof. Dr. Ing. Zbyněk Raida

Prof. Dr. Ing. Zbyněk Raida
Ústav radioelektroniky, FEKT VUT v Brně, Purkyňova 118, Brno, 612 00
Tel.: 603 151 432, e-mail: raida@feec.vutbr.cz

Oponentský posudek

disertační práce k získání akademického titulu Doktor (Ph.D.)

Autor práce:	**Ing. Miroslav Hromádka**
Téma práce:	**Analýza účinnosti elektromagnetického stínění objektů malých rozměrů**
Školitel:	Doc. Ing. Jiří Laurenc, CSc.
Rozsah práce:	97 stran + 37 stran příloh

Shrnutí cílů práce

Práce svým tématem zapadá do oblasti elektrotechniky a zabývá se problematikou zvyšování elektromagnetické kompatibility (EMC) elektrotechnických zařízení. Konkrétně řeší elektromagnetická stínění proti rušivým elektromagnetickým polím. Práce vznikla v rámci výzkumného záměru ZČU s označením MSM 4977751310 – Diagnostika interaktivních dějů v elektrotechnice. Teoretické cíle práce se po úvodním seznámení se základy interferenčního působení věnují formulaci zásadních poznatků o elektromagnetickém stínění a naznačují možnosti zefektivnění účinnosti stínění. Experimentální a praktické cíle jsou směrovány ke zjištění vhodné měřící metody pro stanovení efektivity stínění, dále pak posouzení dosud používané měřicí metody a podpoře konstrukčních doporučení vyplývajících z teoretických závěrů.

Charakteristika práce

Práce je členěna do čtyř kapitol a čtyř příloh, přičemž kapitola 4 je Závěr. Dále práce obsahuje seznam použité literaturu s 29 prameny, publikační a výzkumnou činnost disertanta, anotaci, seznam fyzikálních veličin a zkratek.
První kapitola definuje základní členění EMC, zdroje rušení a interferenční vazby.
*Druhá kapitol*a se věnuje působení elektromagnetického stínění a degradujícím vlivům na efektivnost stínění.
Třetí kapitola zmiňuje přidružené normy k měření účinnosti stínění, dále pak měření efektivnosti stínění pomocí anténního setu, následuje popis normovaného měřicího řetězce, který byl využit pro zjištění účinnosti stínění průmyslového rozvaděče. Kapitola je ukončena měřením na upraveném rozvaděči.
Práce je doplněna přílohami, které prostřednictvím množství grafů uvádějí další průběhy účinnost stínění měřených objektů v různých sestavách.

Vyjádření k postupu řešení

Úvodní části disertační práce nastiňují obecnou problematiku elektromagnetické kompatibility. Jedná se o poznatky obecně známé, které by mohly v některých částech být

ucelenější, aby postihly oblasti, které jsou pro ovlivňování prostřednictvím elektromagnetického pole podstatné. Například kapitola 1.3.4 by se mohla ještě detailněji věnovat problematice intenzity elektromagnetického pole kolem různě uspořádaných vodičů a to i v blízkém poli. Tím by byl vytvořen komplexnější pohled na takto vznikající antény. Část práce, zabývající se podrobněji elektromagnetickým stíněním, předkládá obvyklou teorii, která k této problematice přísluší. Zde by bylo vhodné pečlivěji vymezit oblast zájmu z pohledu dále řešené problematiky a věnovat mu detailnější podobu. Znamenalo by to více diskutovat jednotlivé případy, zdůrazňovat podmínky platnosti, provedená zjednodušení a z toho plynoucí opatření. Aktivita, týkající se modelování vlnovodů, mohla být přenesena i do oblasti dutinové rezonance, aby tak podchytila problematiku, která významným podílem ovlivňuje efektivitu stínění v reálných podmínkách.

Kapitoly věnující se měření účinnosti stínění jsou uvedeny přehledem podstatných norem vztahující se k řešené problematice. U nejdůležitější české normy je uvedena všeobecná koncepce zkoušky a zkušební požadavky. Přesto by bylo vhodné v tomto místě zdůraznit, zda následující uspořádání, parametry zařízení a způsob měření je v souladu s citovanou normou. Například, zda v rozsahu kmitočtů 30 MHz až 1GHz bylo měřeno elektrické pole a pro kmitočty nad 1GHz pak přijímaný výkon.

Uvedené měření pomocí anténního setu lze považovat více za informativní měření, které je zatíženo mnoha svazujícími parametry, jako je kmitočtový rozsah, vyzařovaný výkon a měření elektromagnetického pozadí.

Za těžiště práce lze pokládat měření efektivity stínění pomocí systému, který byl dosud používán pro testování elektromagnetické odolnosti. Nejdříve je provedeno uvedení do problému při testovacím měření malého objektu (přístrojové skříně) a následně pak je tato metoda aplikována na průmyslový rozvaděč. Je potřeba zdůraznit, že jsou posuzovány dva různorodé objekty a jejich chování i vůči měřicí sestavě bude rovněž odlišné. Metodika měření účinnosti stínění se tak štěpí na více úloh, jež zahrnují velké množství proměnných veličin, které nelze vždy přesně určit. Uvedený experiment v zásadě dokládá správnost zvoleného pohledu a potvrzuje možnost dopátrat se pomocí použité měřicí sestavy k relevantnímu výsledku. Větší pozornost bude nutné věnovat validitě vysokých úrovní efektivity stínění vzhledem k tomu, že zde bylo měřeno pod deklarovaným dolním rozsahem sondy elektrického pole. Měřicí metodu bude nutné ještě analyzovat a ověřit na dalších objektech a tím upřesnit předkládané skutečnosti.

Systematičnost, přehlednost a formální stránka práce

Z tohoto pohledu lze mít k disertační práci několik připomínek. Práce by si zasloužila lepší systematičnost. Je zde patrný postup od experimentu k teorii, která není vždy dostatečně propojena s řešenou problematikou. Některé uvedené poznatky nepronikají do hloubky problému nebo jsou jen okrajově zmíněny. Týká se to oblasti vzniku a šíření elektromagnetického pole, kde měly být konkrétněji zmíněny projevy i dalších uspořádání emitujících prvků, jako jsou vícevodičové struktury, kroucené vodiče a velice důležité ploché vodiče. Rozšířila by se tak diskutovaná oblast o opodstatněnosti stínění. Rovněž oblast stínění pomocí tenkých nanesených vrstev a elektromagnetických těsnění měla být lépe zpracována.

Práce je uvedena příliš dlouhým abstraktem, který supluje úvod díla. Cíle práce, rozčleněné do 3 částí, jsou v zásadě splněny. Avizovaná metodika pro konstruování přístrojových krytů je však rozprostřena napříč prací a chybí tak ucelená a shrnující kapitola o návrhových pravidlech pro aplikaci elektromagnetického stínění. Rovněž tak navržená experimentální metodika by si zasloužila jednoznačné shrnutí a podtržení ovlivňujících a omezujících parametrů.

Formální stránka práce je velmi dobrá. Text je celkem přehledný s větší váhou v experimentální části. V některých úsecích by si zasloužil lepší srozumitelnost. Vítku lze mít i ke kvalitě a různorodosti především převzatých obrázků nebo grafů. Rovněž popisy pod obrázky nebo grafy ne vždy přesně vystihují zobrazované údaje. Například na straně 67 obrázek 3.6 jistě nepostihuje ideální kryty. V textu se objevují některá nepřesná tvrzení. Například na str. 16 je uvedeno, že elektrostatický výboj lze jen těžko omezit. Na straně 24 v obrázku 1.4 je chybně uvedena shodná impedance a proud pro všechny průběhy. V tabulce 3.15 je uvedena položka „nejčastější hodnota", která by měla být lépe specifikována. Citace literárních zdrojů je v souladu s normou.

Publikační činnost doktoranda

Autor uvádí v příloze své práce přehled publikačních a výzkumných aktivit. Publikační činnost má těžiště především v aplikačních výstupech. Jedná se o řadu příspěvků na konferencích, především pak fakultních a dokotadských. Dále několik výzkumných zpráv podporovaných výzkumným záměrem. Spolupracoval na 8 funkčních vzorcích a jednom prototypu. Podílel se na doložených 38 analýzách, resp. měřeních, ze široké elektrotechnické oblasti. Bohužel impaktovaná publikace je uvedena pouze jedna.

Závěr

Téma disertační práce je aktuální. Problematika EMC je velice sledovanou oblastí a elektromagnetické stínění jedním ze zásadních opatření pro její zlepšení. Práce v hrubých rysech splnila stanovené cíle navrhnout topologii měřicího obvodu pro měření efektivnosti stínění a vytvořit soubor pravidel pro konstruování stínících skříní. Na základě výše uvedeného je nutné připomenout, že zvolené metody zpracování odpovídají prvému přiblížení k řešení rozsáhlejšího problému. Práce obsahuje hodnotné poznatky spojené především s experimentální činností. Množství provedených měření dává dobrý obraz o použité měřicím metodě i sledovaném zařízení a je platformou pro další činnost hodnotící lépe elektromagnetická stínění.

Doporučení

Přes uvedené výtky, týkající se více teoretické části a formální stránky předkládané práce,

doporučuji

disertační práci k obhajobě. Je zřejmé, že disertant zvládl metody samostatné tvůrčí práce, má dobré praktické znalosti a je schopen řešit problémy v oblasti elektrotechniky. Předkladatel prokázal schopnost vyhovět požadavkům zákona č. 111 / 1998 Sb. § 47 o vysokých školách a splnil tím nutnou podmínku k udělení akademicko-vědeckého titulu „doktor".

V Plzni 5.5.2012

Doc. Ing. Jiří Skála, Ph.D.
ZČU v Plzni, KAE

Náměty a otázky do diskuze

Objasněte důvod snížení vyzařované intenzity z 10V/m na 3V/m pro specifický měřicí bod rozvaděče uvedeném na straně 81.

Uveďte základní poznatky z oblasti stínění pomocí tenkých nanesených vrstev.

Diskutujte možnost posouzení efektivity stínění pomocí deskového (páskového) vedení.