

POSUDEK OPONENTA DISERTAČNÍ PRÁCE

Assessment of the Dissertation

Titul, jméno a příjmení studenta:

Title, name, surname of student

Ing. Martin Pavec

Doktorský studijní program:

Doctoral study programme

Elektrotechnika a informační technologie

Studijní obor:

Study branch

Téma disertační práce:

Topic of the dissertation

Technologie planárních antén na textilní bázi

Školitel:

Supervisor

Prof. Ing. Aleš Hamáček, Ph.D.

Školitel specialista:

Doc. Ing. Radek Soukup, Ph.D.

Oponent:

Opponent

doc. Ing. Tomáš Syrový, Ph.D.

Zhodnocení významu disertační práce pro obor

Evaluation of the importance of the dissertation for the field

Disertační práce je založena na výsledcích vlastní vědecké činnosti, či činnosti v kooperaci s kolegy/partnery, na základě, níž vznikl 1 článek v periodiku s impakt faktorem, 1 užitný vzor a 15 příspěvků ve sbornících mezinárodních, či národních konferencí. Množství výzkumných výsledků různé povahy tedy autor dokládá intenzivní vědeckou činnost v rámci studia. Z publikační a výzkumné aktivity, která je dostupná na WOS, či UPV je rovněž patrné, že autor práce má zkušenosti s prezentací svých výsledků na mezinárodních konferencích, či průmyslovou ochranou. Z dostupných zdrojů je patrná účast při řešení výzkumných problémů v rámci grantů a smluvních výzkumů.

Vyjádření k postupu řešení problému, použitým metodám a splnění určeného cíle

Evaluation of the the problem-solving process, the methods used and the goal to be met

Autor práce využil k přípravě anténních struktur a dalších testovacích objektů, či k jejich kontaktování především techniky vyšívání, která zcela jednoznačné výhody pro danou oblast aplikací. V rámci přípravy anténních struktur použil rovněž tiskovou techniku sítotisk, u nichž vhodně používal předúpravu povrchu substrátu tiskem podkladové vrstvy. Rovněž byly adekvátně použité různé přístupy ke kontaktování anténních prvků pro textilní substráty, a i vhodně byla navržena metodika jejich hodnocení. V rámci práce byl studován inovativní hybridní způsob tvorby anténních prvků kombinací vyšívaného vzoru antény s anténou tištěnou. Pro charakterizaci finálních anténních struktur byly použity adekvátní instrumentální techniky a přístupy pro vyhodnocení naměřených dat. Práci by u mnohých experimentů prospělo větší počet opakování pro stanovení statistické významnosti zjištěných rozdílů mezi variantami, nebo testy při různých podmínkách měření. Závěry vyvozené z naměřených dat jsou věcné. Disertační práce bezpochyby splnila vytyčené cíle.

Stanovisko k výsledkům disertační práce a

k původnímu konkrétnímu přínosu předkladatele disertační práce

Statement to the results of the dissertation and on the original contribution of the submitter of the dissertation

Výsledky disertační práce dosahují dobrých výstupů, jejichž validita byla ověřena publikací a řadou prezentací i na mezinárodních konferencích.

Na základě provedeného výzkumu a vývoje, který zachycuje předložená disertační práce bylo vytvořeno know-how, které může být účinně využito v rámci dalšího výzkumu v oblasti chytrých textilií na pracovišti. Z hlediska přínosu výzkumné činnosti disertační práce je

jednoznačné, že byly ověřeny postupy přípravy a kontaktování anténních prvků pro aplikace v chytrých textiliích. Z práce plyne, které cesty při kontaktování, či tvorbě antén na textilních substrátech jsou slepé a které je vhodné rozvíjet. Přínos autora k dosaženým výsledkům je jednoznačný.

Vyjádření k systematice, přehlednosti, formální úpravě a jazykové úrovni disertační práce

Statement to the systematics, clarity, formal adaptation and language level of the dissertation

Vlastní práce je poměrně obsáhlá, obsahuje 106 stran textu. Práce je psána v českém jazyce s uspokojivou úrovní technického jazyka. V práci je v mnohých pasážích problematika popsána velmi povrchně, místy až zjednodušeně zavádějícím způsobem, především v oblastech týkajících se tiskových a textilních technologií. Text je velmi nevhodně strukturován a po jeho přečtení vytváří dojem textu, který skáče nahodile z teoretických pasáží do popisu použitého přístrojového vybavení, pak zpět do popisu experimentů, jejich hodnocení a znova jinam. Alternativní forma uspořádání disertační práce nemusí být vždy na škodu, když se jedná o cílený záměr, jak problematiku experimentálních výsledků a teorie provázat. V případě disertační práce M. Pavce se však jednalo spíše o ledabylost, což potvrzuje velké množství dalších prohřešků, kdy práce nemá číslovány stránky, je plná překlepů v textu, popisu obrázků, tabulek, typografických chyb (indexy, řezy písma, zápis rovnic, orámování obrázků), není citovaná literatura, či přejaté obrázky, jsou přítomny mnohé zavádějící informace. Množství těchto problematických bodů je tak rozsáhlé, že je nemá smysl ani vypisovat, věřím, že je autor s odstupem času všechny sám uvidí. Celkově práce předkládá řadu cenných výsledků, nicméně forma jejich prezentace a formální uspořádání práce je devaluje. I přes zmíněné výtky shledávám celkově práci z formální stránky věci jako dostatečnou.

Vyjádření k publikacím studenta

Statement to student's publications

Autor práce má 10 záznamů dostupných v databázi WOS, kde jedním z hlavních autorů publikace v periodiku s IF a je spoluautorem řady tematicky související příspěvků ve sbornících mezinárodních konferencí. Z databáze UPV je patrné, že je i autorem jednoho národního užitného vzoru. Lze tedy konstatovat, že autor disertační práce splnil i požadavky kladené na publikační činnost.

Celkové zhodnocení a otázky k obhajobě

Total evaluation and questions for defence

Na základě předložené práce a z pohledu publikací jejich výsledků v odborné literatuře lze konstatovat, že autor práce plně prokázal vědecky samostatně pracovat a že přispěl k rozvoji problematiky v rámci pracoviště. Disertační práce odpovídá obecně kladeným požadavkům nezbytným pro udělení akademického titulu Ph.D. Předloženou práci doporučuji k obhajobě.

Připomínky a dotazy k obhajobě:

- 1) Na str. 55 (pozn. asi, stránky nemám číslovány) píšete o rozdílech ověření účinků šokové změny teploty testovaného vzorku na hodnoty útlumu při různých frekvencích. Jsou tyto změny statisticky významné? Bylo provedeno více měření, aby se potvrdilo, se intervaly spolehlivosti frekvenčních charakteristik naměřených za obou podmínek nepřekrývají?
- 2) Jaký byl rozptyl parametrů hybridně připravených antén? Tj. kombinace tištěných a vyšívaných anténních prvků?

Doporučuji disertační práci k obhajobě

I recommend the dissertation for the defence

ano
yes

x

Datum

Date

27.10.2023

Podpis oponenta:

Signature of opponent





POSUDEK Oponenta DISERTAČNÍ PRÁCE

Assessment of the Dissertation

Titul, jméno a příjmení studenta:

Title, name, surname of student

Ing. Martin Pavec

Doktorský studijní program:

Doctoral study programme

Elektrotechnika a informační technologie

Téma disertační práce:

Topic of the dissertation

Technologie planárních antén na textilní bázi

Školitel:

Supervisor

Prof. Ing. Aleš Hamáček, Ph.D.

Oponent:

Opponent

Doc. Ing. Jan Urbánek, CSc.

Zhodnocení významu disertační práce pro obor

Evaluation of the importance of the dissertation for the field

Předložená disertační práce obsahuje 105 stran, 93 obrázků, 20 tabulek.

Téma práce akceptuje současné trendy v elektronice – flexibilní elektroniku a chytré textilie. Mateřská katedra doktoranda dosáhla v obou oblastech významných výsledků – zmiňme jen chytré hasičské obleky. Právě pro tyto obleky je tematika práce bezprostředně určena, protože v oblecích instalované systémy umožňují bezdrátovou komunikaci mezi uživatelem obleku – hasičem – a řízením zásahu. Obousměrný transport dat – povelů, informace o tělesných parametrech zasahujícího hasiče a jeho okolí – v pásmu několika set MHz vyžaduje odpovídající technické vybavení – anténu, která svými vlastnostmi (mechanickými, elektrickými i provozními) nebude činnosti hasiče překážet, bude levná a spolehlivá.

Téma práce je rovněž předmětem projektu TAČR, ve kterém je disertant spoluřešitelem.

Vyjádření k postupu řešení problému, použitým metodám a splnění určeného cíle

Evaluation of the the problem-solving process, the methods used and the goal to be met

Disertant po stručném přehledu aktuálního stavu řešení dané tematiky věnoval přehledu možných technologií realizace anténních prvků. Na příkladech z literatury uvádí několik variant antén připravených textilními technologiemi, které názorně představuje. Snaží se přiblížit čtenáři princip antény. Uvádí obvyklé rozdělení kmitočtů. Připomíná základní typy antén, a princip vzniku fraktální antény kterou bude v dalších experimentech užívat (motýlkovou anténu). Uvádí základní materiál pro šité antény – vodivé šicí nítě, vyvinuté za katedře, s mosazným vodičem nebo postříbřeným měděným drátkem. Připomíná technologii sítotisku a její specifika při tisku na savé podklady. Popisuje technologii laminace vodivé struktury antény prostřednictvím transportní folie.

Samostatným problémem je kontaktování vodivých částí antény s napáječem. Uvádí několik metod včetně pájení (specifikuje vhodnou pájku), svařování a lepení.

V kapitole 3. uvádí cíle disertační práce.

Závěrečnou částí 4. kapitoly je jednak přehled metod ověřování elektrických parametrů antén, jednak metodika zjišťování mechanické odolnosti anténních prvků a kontaktů včetně údržbových operací (praní). Byly stanoveny klimatické zkoušky a jejich metodika.

Stanovisko k výsledkům disertační práce a

k původnímu konkrétnímu přínosu předkladatele disertační práce

Statement to the results of the dissertation and on the original contribution of the submitter of the dissertation

Těžiště disertační práce je v rozsáhlé kapitole páté.

V této kapitole je diskutována realizace textilních antény různými technologiemi a jejich vlivem na elektrické parametry antény. Textilní antény byly realizovány vyšíváním, tiskem a kombinací těchto technologií. Byla provedena analýza vlivů mechanického namáhání, vlivu lidského těla, vlivu potu a údržby na elektrické parametry antény. Další část této práce se zaměřuje na návrh a ověření technologie kontaktování využitelné pro textilní antény s ohledem na spolehlivost a bezproblémovou údržbu. Mezi zkoumané technologie patřilo pájení, přišívání, odporové svařování, ultrazvukové svařování a lepení. Pro každou zvolenou technologii byla provedena analýza vlivu působení suchého tepla, šokové změny teploty a účinků klimatických zkoušek na elektrické parametry vytvořeného kontaktu. Byla provedena zkouška mechanické odolnosti vytvořených kontaktů – trhací zkouška, kde se zkoumala síla potřebná k odtržení vytvořeného kontaktu. Nejlepších výsledků dosáhly technologie pájení a přišívání, které lze doporučit pro kontaktování antén na textilní bázi.

Pro realizaci textilních antén byl zvolen kmitočet 868 MHz. Na dielektrickém substrátu DuPont Nomex byly vyšity hybridní nití 25A klasický dipól, fraktální dipól dle Van Kochovy křivky a fraktální motýlkový dipól. Kontakty byla připájeny olovnatou pájkou. Byly připraveny i antény s kombinací sítotisku Ag flexibilní pasty a šití na Nomexovou podložku. Pro srovnání byly připraveny i antény laminováním vodivého obrazce na izolační transportní fólii přenesenou na substrát. Další variantou byla připraveny hybridní antény jako kombinace sítotisku flexibilní Ag pasty a šití vodivou nití.

Z porovnání naměřených parametrů vychází technologie šití, tisku a jejich kombinace (hybridní) jako použitelná pro obě přenosová pásma. Nevyhovuje laminování.

Umístěním antén na povrchy s různým poloměrem křivosti byla testována odolnost proti mechanickému namáhání. Ve všech případech došlo k posunům přenášeného pásma ne však k jeho ztrátě.

Byl ověřen účinek blízkosti lidského těla na elektrické parametry – opět dochází k posunům šířky pásma ne však mimo meze.

Určení Smart textilií vyžaduje i jejich odzkoušení v procesu jejich údržby – praní. Antény byly prány dle ČSN EN ISO 6330. Ani po 10 cyklech nedošlo k významnému poškození kovové složky hybridní šicí nitě.

Vliv lidského potu byl otestován umělým lidským potem dle ČSN EN ISO 105E04 – změny elektrických parametrů jsou v přijatelných mezích, způsobené patrně nedobře vymytými solemi z roztoku při zkoušce.

Disertant provedl velmi rozsáhlý soubor experimentů v technologii výroby antén textilními metodami kombinovanými s klasickými postupy přípravy tlustých vrstev. Prověřil způsoby šití hybridními nitěmi s kovovými vlákny na podkladech opatřených potiskem z flexibilních Ag past. Ověřil elektrickými měřeními akceptovatelnou stálost vyzařovacích parametrů antén různých geometrií při jejich mechanickém namáhání (ohyby) i po aplikaci na lidské tělo.

Všechny stanovené cíle disertační práce byly splněny.

Vyjádření k systematice, přehlednosti, formální úpravě a jazykové úrovni disertační práce

Statement to the systematics, clarity, formal adaptation and language level of the dissertation

Disertační práce je logicky uspořádána, fakta jsou řazena od jednodušších ke složitějším. Dílčí etapy jsou podrobně komentovány a hodnoceny.

Bohužel text práce obsahuje nezvykle velký počet jazykových chyb (21 položek) – snad dysgramatismus (?).

Základním nedostatkem je chybějící přehled symbolů a značek.

K tabulkám s výsledky měření kmitočtových závislostí by pak ještě například příslušela vysvětlivka, co je to f_c , f_1 , f_2 , -10 dB BW(MHz) aj.

Vyjádření k publikacím studenta

Statement to student's publications

Publikační činnost disertanta je velmi rozsáhlá a pokrývá období let 2016 až 2021. V seznamu na str 103. chybí přihlášky užitečných vzorů z roku 2019, které byly doplněny až na volném vloženém listu v exempláři práce zaslané poštou. (Publikace byly sděleny na dotaz oponenta na katedře panem Ing. Soukupem po přečtení prohlášení disertanta na str. 3 práce.) Tyto přihlášky užitečného vzoru zde připojuji:

ŘEBOUN, J. BLECHA, T. HAMÁČEK, A. SOUKUP, R. MORAVCOVÁ, D. VIK, R. PAVEC, M. Anténa na textilní bázi. Praha, 2019

ŘEBOUN, J. SOUKUP, R. MORAVCOVÁ, D. BLECHA, T. HAMÁČEK, A. SUCHÝ, S. PAVEC, M. Antény na textilní bázi vytvořené kombinovanou technologií. 2019.

Z datace položek plyne soustavný zájem disertanta o problematiku textilních antén.

Celkové zhodnocení a otázky k obhajobě

Total evaluation and questions for defence

Celkový dojem z předložené práce je příznivý, svědčí o hlubokém a trvajícím zájmu disertanta o problematiku textilních antén. Ne vždy je však možno se závěry souhlasit. Např. v kap. 5.3 je diskutováno chování antén šitých různými nitěmi ve vrchní a spodní vrstvě.

Cituji: „Antény byly vyrobeny s jednou a dvěma vodivými vrstvami. Jedna vodivá vrstva znamená, že pouze na vrchní vrstvu byla použita vodivá šicí nit, u dvou vodivých vrstev byla vodivá šicí nit použita jak na vrchní, tak spodní vrstvu antény.“ Viz obr.10.

Z formulace plyne nepochopení tvorby optimálního stehu, kde se předpokládá stejný tah vrchní i spodní nitě, při kterém vazba vrchní a spodní nitě leží uprostřed tloušťky substrátu. Pokud tomu tak není lze očekávat jak snížení pevnosti stehu, tak i celé šité struktury. O vzniku samostatných vodivých vrstev lze pochybovat.

Několik otázek pro obhajobu:

- Proč jsou uváděny hodnoty f_1 a f_2 , když jejich rozdíl je uvedená šířka pásma?
- Proč neužíváte standardně definovanou šířku pásma (obr. 68) a jak definujete svoji šířku pásma antény?
- Na škodu přehlednosti působí nejednotné popisování obrázků a zvláště tabulek (jsou v 1.p. j.č.?).
- Při studiu práce pak působí potíže fakt, že vysvětlení k obrázku je na jiné stránce než obrázek samotný. Rovněž rozdílná velikost legendy ke vzorcům a symbolům veličin v nich se výrazně odlišují až k nečitelnosti (viz např. rovnice 7 a 8).
- Co znamená výraz $\text{dB}\mu\text{A}$?
- Co znamená ϵ (epsilon s tečkou)? Permittivitu? Jakou? Viz str. 26.
- Proč byl ve skladbě roztoku modelujícího lidský pot nahrazen chlorid draselný (KCl) a chlorid amonný (NH_4Cl) neznámou sloučeninou uhlíku (C) a jodu (I)? Viz str. 9.
- Dielektrickým materiálem pro antény byla zvolena textilie DuPont Nomex, která obsahuje dle str.58 2 % uhlíku. V jaké formě?

Připomínky k disertační práci nepovažuji za zásadní, a proto ji **doporučuji** k obhajobě.

Doporučuji disertační práci k obhajobě
I recommend the dissertation for the defence

ano	x	ne no
------------	---	-----------------

Datum

30. června 2023

Date

Podpis oponenta:

Signature of opponent

