

Oponentský posudek na disertační práci

Název: Návrh a optimalizace senzorických systémů využívajících malovýkonových napájecích generátorů
Disertant: Ing. Jaromír Žák
Oponent: Prof. Ing. Miroslav Husák, CSc.
Katedra mikroelektroniky, ČVUT fakulta elektrotechnická, Technická 2, 166 27
Praha 6
Tel.: 2-2435 2267, fax: 2-2431 0792, e-mail: husak@fel.cvut.cz

Problematika uvedená v předložené disertační práci s názvem: "Návrh a optimalizace senzorických systémů využívajících malovýkonových napájecích generátorů" byla vypracována na školícím pracovišti Ústavu mikroelektroniky FEKT VUT v Brně v úzké návaznosti na evropský projekt MAS, cílený na vývoj biomedicínské platformy pro detekci dehydratace organismu a aktivity sportovců, ve spolupráci Ústavem mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky FSI VUT. Problematika řešená v disertační práci se zabývá výzkumem v oblasti zpracování energie z alternativních zdrojů (Energy harvesting), s uplatněním v oblasti medicínských aplikací (kochleární implantáty).

Obsah práce

Předložená práce je zaměřena do oblasti výzkumu nových mikroelektronických systémů s moderními prvky MEMS s aplikovatelností v biomedicínských aplikacích, mimo jiné je zaměřena na využívání napájecí energie získávané z okolního světa, tj. především energie pohybové a tepelné. Práce řeší problém s napájením mikrosystémů s aplikacemi v medicínských aplikacích, speciálně se zabývá využitím u implantovaných zařízení (v práci uvedeny kochleární implantáty). Dále byl v práci zpracován aktuální stav problematiky nízkopříkonových senzorových systémů s malými příkony. V práci je dále řešena problematika redistribuce energie z malovýkonových generátorů na komplexní úrovni, byl vypracován a diskutován nový simulační model senzorického systému v prostředí SPICE (plně implantovatelné umělé kochleý). Bylo navrženo několik nových přístupů pro řešení napájení (technika Charge Push-Through). Práce je realizována v teoretické rovině mimo realizovaných MEMS senzorů, které ale jak se zdá nebyly předmětem této práce.

Autor při zpracování tématu disertační práce prostudoval velké množství odborné literatury, v práci je uvedeno 104 odkazů na odbornou literaturu a dále řada odkazů na vlastní publikace, celkem 131 odkazů. Z přehledu 27 vlastních publikací jsou v textu odkazy na 13. je nutné pochválit za důsledné provedení odkazů použité literatury, všechny jsem v textu našel.

Práce má na první pohled strukturu obvyklou pro disertační práci, tj. část zaměřenou na přehled současné problematiky a část experimentální. Avšak při studiu práce se ukazuje, že informace zde splývají, je obtížné rozlišovat, co je autorem získáno vně a co sám autor realizoval, práce dělá dojem, že autor zde navrhl v podstatě pouze obvodové modely, kterým je věnováno relativně dosti místa v práci. Většina ostatních informací popsaných v práci jsou široce dostupné informace z literatury. Vystává tedy otázka, co je vlastním vědeckým přínosem práce, bude nutné jasné autorovo vyjádření se k této otázce např. při obhajobě práce. Kapitola 1 představuje obecný úvod do zkoumané problematiky, v kapitole 2 je zhruba na 30 stranách textu uvedený současný stav problematiky, kapitola 3 formuluje cíle práce (str. 41), kapitola 4 představuje jádro řešené problematiky včetně dosažených simulovaných výsledků, výsledky práce jsou shrnuty v kapitole 5 - závěru.

Jak bylo již uvedeno, práce je psána trochu nepřehlednou formou, kde při prvním náhledu dělá dojem poskládání známých informací s ne úplně zdařilou logikou uspořádání informací. Je psána relativně dobrou češtinou s minimem překlepů a dalších formálních drobných nedostatků uvedených v připomínkové části posudku. V práci autor používá důsledně zápis fyzikálních rozměrů dle doporučení a dále i standardní symboliku, ale i zde se vyskytly drobné nedostatky. Kladně lze hodnotit, že autor v textu používá i odkazy na vlastní publikace, obrázky a grafy mají dobrou jednotnou grafickou úpravu.

Výsledky práce jsou shrnuty v kapitole 5, kde autor shrnuje dosažené výsledky, avšak zde postrádám informace o konkrétních hlavních vědeckých přínosech, kterých bylo při řešení disertační práce dosaženo. V práci je formulováno na straně 46, že hlavním přínosem práce bylo: „Na základě výsledků simulace vytvořené blokové struktury kochleárního implantátu byly navrženy a ověřeny jednotlivé dílčí bloky systému včetně bloků alternativních technik napájení na součástkové úrovni. V rámci optimalizace spotřeby systému pro vytvoření energeticky soběstačného implantátu byly popsány inovativní techniky pro optimalizaci spotřebiče nově navržené v průběhu řešení této části práce“. Hlavním cílem práce musí být dosažení původních vědeckých výsledků.

Práce je standardně doplněna seznamem použité literatury, přehledem vlastních publikací, seznamem zkratk a symbolů včetně fyzikálních rozměrů, seznamem obrázků, stručným CV autora několika přílohami.

Aktuálnost práce z hlediska současného stavu vědy a vztah práce vůči oboru disertace

Vývoj nových typů mikroelektronických systémů, senzorů s uplatněním nových principů s podporu stávajících MEMS technologií a uplatněním např. v biomedicíně lze považovat za aktuální základní vývoj v mikrosenzorových technologiích s uplatněním mezioborových principů. V práci je řešena aktuální problematika propojení několika oblastí elektroniky a nových struktur pro vývoj MEMS s aplikacemi v biomedicíně.

Zvolené téma má disertační charakter a plně odpovídá oboru „Mikroelektronika a technologie“.

Přínos práce

Disertant zpracoval téma disertační práce standardním způsobem, tj. od rešerše řešeného problému, přes několik numerických modelů a simulací až po realizaci navržených nanostruktur včetně analýzy jejich vlastností. Navrhl měřicí pracoviště pro měření a analýzu parametrů realizovaných nanostruktur. Při řešení byly použity modifikované přístupy vycházející ze standardních technologických přístupů dnes již používaných. Hlavní přínosy práce lze s opatrností zformulovat do následujících bodů:

- Vytvoření komplexního modelu systému s EH generátory v prostředí SPICE.
- Optimalizace spotřeby robustních senzorických systémů.
- Optimalizace spotřeby miniaturizovaných systémů s využitím EH.

Publikování jádra práce

Autor napsal celkem 27 publikací v časopisech a na zahraničních i tuzemských konferencích. Jádro disertační práce bylo publikováno ve 2 impaktovaných člancích, kde je uchazeč jako hlavní autor, jako spoluautor je uveden ve 2 impaktovaných publikacích (jedna publikace mimo jádro disertační práce). Z 27 uvedených vlastních titulů je 5 publikací v časopisech, 5 uvedeno na zahraničních konferencích a 15 na českých a slovenských konferencích a workshopech. Jedna publikace je v současné době v tisku. Uchazeč je též autorem několika funkčních vzorků, seznam uvedený v CV.

Vědecká erudice disertanta

Z předložených materiálů a výsledků práce vyplývá, že doktorand se uvedenou problematikou podrobně zabývá řadu let, a že v ní dosáhl jistých úspěchů, o čemž svědčí např. publikované výsledky. Shrnutím všech dostupných faktů a poznání o odborných aktivitách a schopnostech doktoranda lze konstatovat, že má předpoklady pro další odborný růst v dané oblasti, a že se jedná o pracovníka s odpovídající vědeckou erudicí.

Formální připomínky

Práce je mohla být zpracována po stránce věcné (tj. logika textu) lépe, po stránce formální je na velmi dobré úrovni s dobrou grafickou úrovní s dobrým spisovným jazykem, s minimem pravopisných chyb a drobných překlepů. K práci mám některé připomínky a dotazy uvedené v následujícím textu.

- Str. 16/Tab. 1. Místo znaku μ použít znak u .
- Čeština. Slovo řídící se píše s krátkým i .
- Překlepy. Str. 57/. 2. věta zdola. Překlep ve slově *ener ie*. Str. 70/3. věta kap. 4.2.3.5. Překlep ve slově *tákají*.
- Mezera mezi čísle a fyzikálním rozměrem, např. str. 66.
- Str. 67, str. 68/obr.49. Nesprávné označení napěťového zdroje symbolem V , ale v seznamu zkratk a symbolů je označeno správným symbolem U .
- Ve schématech používána nestandardní značka pro odpor nebo pro zem (zřejmě dáno knihovnou, existují však knihovny i se standardními značkami).
- Obrázky. V práci jednotné avšak grafika není vyvážená, tj. malé fonty popisů, zanikají.
- Desetinné tečky. Na mnohých místech práce se objevují desetinné tečky místo čárek, např. str. 74/obr. 56, str. 76/obr. 58, str. 78/obr. 61, str. 101/obr. 83, str. 102/obr. 84 apod.
- Návrhy možných řešení jsou nereálná. Např. na str. 76 je uvedeno: „Funkčním, avšak nepřiliš vhodným řešením je snížit tepelný odpor lidské tkáně pomocí vhodného podkožního implantátu plnícího funkci tepelného vodiče. Kromě problému s biokompatibilitou však toto řešení může způsobit i lokální podchlazení vnitřních vrstev tkání, což je za všech okolností nežádoucí jev“. Tato skutečnost souvisí s dotazem, proč jsou vytvořeny modely jednotlivých vrstev pokožky.

Dotazy

- Str. str. 68-70. Proč se počítají parametry jednotlivých vrstev pokožky, v praxi se to asi neuplatní, nestačí vzít pouze výstupní parametr směrem k okolí? Stejně jako i model, má význam dělat model jednotlivých vrstev pokožky, nestačí pouze model rozhraní pokožka – okolní prostředí?
- V textu splývají informace získané z literatury s vlastními přínosy (často to dělá dojem, že podle známé teorie a matematicky formulovaným zákonitostem je dokreslený graf). Prosím o stručné definování, které přínosy jsou dílem autora a v jakém podílu, pokud se jedná o autorské výsledky.
- K čemu je „dobré“ vytvoření nového behaviorálního simulačního modelu obvodu LTC3108 (str. 77).
- Str. 78/obr. 61. Na ose x je vynášen čas (s). Co znamenají údaje o osy ve formě 15m apod?
- Str. 88/využití banky akustických MEMS senzorů. Jaký je podíl autora na vytvoření těchto MEMS struktur (je popisována technologická realizace).
- Na str. 104 je uvedena formulace: „S přihlédnutím ke všem specifikacím a podmínkám uvažovaným během předchozích simulací a k získaným výsledkům lze označit koncept řešení za funkční a po dořešení dílčích problémů spojených s výrobou dosud jen experimentálně simulovaných prvků (použité substrátem řízené zesilovače ve vnitřních stupních transkonduktančního zesilovače), bude koncept i realizovatelný v praxi“. Kdy lze očekávat praktickou realizaci?
- Hodnocení přínosu práce v kapitole Závěr na str. 105 jsou uvedena pouze hodnocení přínosů práce. V práci nikde nejsou zformulovány dosažené původní myšlenky, tj. vědecké výstupy práce, prosím o jejich stručnou formulaci a podtrhnutí nejvýznamnější.
- Počítá se s dalším rozšířením výzkumu a využitím dosažených výsledků práce, popř. jak?

Závěr

Předložený obsah práce považuji za splněný na základě požadavků kladených na disertační práci, předpokládám, že uvedené výtky budou dostatečně objasněny. Předložená disertační práce je odpovídající, výsledky v ní uvedené lze hodnotit kladně. Disertant prokázal v práci schopnosti samostatné vědecké práce a orientaci v dané problematice. Publikované výsledky svědčí o uznávání výsledků práce vědeckou komunitou, dosažené výsledky předurčují další úspěšný rozvoj osobnosti disertanta.

Posuzovaná disertační práce splňuje hlediska obecně uznávaných požadavků na disertační práci. V případě úspěšného zodpovězení zásadních dotazů práci **doporučuji** k obhajobě pro udělení akademického titulu Ph.D.

prof. Ing. Miroslav Husák, CSc.
oponent

V Praze dne 20. 11. 2015

