



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ • ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73 • 11000 Београд • Република Србија •

Тел. 011/324-8464 • Факс: 011/324-8681

Универзитет у Београду
Већу научних области техничких наука

З А Х Т Е В

за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно чл.46 ст.5.тач.4 Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“ бр.131/06), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата

Мр ВЕЉКА (МИЛАН) НАПИЈАЛА

Кандидат Мр Вељко Напијало предао је урађену докторску дисертацију под називом:
„Противфазни хибриди са спрегнутим водовима у техници вишеслојне керамике“
Универзитетско веће научних области техничких наука је дана 25.12.2009.године дало сагласност на предлог теме докторске дисертације.

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Вељка Напијала образована је на седници 29.6.2010./07.9.2010.године, одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета бр.827/3, у саставу:

Име и презиме члана Комисије	Звање	Установа у којој је запослен
1. Академик др Антоније Ђорђевић	редовни професор	Електротехнички факултет у Београду
2. Др Владимир Петровић	ванредни професор	Електротехнички факултет у Београду
3. Др Бранка Јокановић	научни саветник	Институт за физику

Наставно-научно веће Факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 07.9.2010.године.

Прилози:

1. Извештај Комисије са предлогом
2. Одлуку Наставно-научног већа Факултета о усвајању извештаја

ДЕКАН
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Миодраг Поповић



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ ● ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73 ● 11000 Београд ● Република Србија ●

Тел. 011/324-8464 ● Факс: 011/324-8681

На основу чл.128 Закона о високом образовању и чл.66 и 68 и Статута Електротехничког факултета у Београду, Наставно-научно веће на седници од 07.9.2010.године, донело је

О Д Л У К У

Усваја се Извештај комисије у саставу: академик др Антоније Ђорђевић, редовни професор Електротехничког факултета, др Владимир Поповић, ванредни професор Електротехничког факултета, др Бранка Јокановић, научни саветник Института за физику: „**Противфазни хибриди са спрегнутим водовима у техници вишеслојне керамике**“ коју је предао **мр ВЕЉКО НАПИЈАЛО**, и упућује се на сагласност Већу научних области техничких наука.

Комисија за усмену одбрану именована је у саставу: академик др Антоније Ђорђевић, редовни професор Електротехничког факултета, др Владимир Поповић, ванредни професор Електротехничког факултета, др Бранка Јокановић, научни саветник Института за физику.

ДЕКАН

Електротехничког факултета

Проф.др Миодраг Поповић

Одлуком наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду, донетом 29. 6. 2010. године, одређени смо за чланове *Комисије за преглед и оцену докторске дисертације мр инж. Вељка Напијала*, под насловом *„Противфазни хибриди са спрегнутим водовима у техници вишеслојне керамике“*. Пошто смо прегледали одговарајући материјал, подносимо Већу следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1. Наслов и обим дисертације

Наслов дисертације је *„Противфазни хибриди са спрегнутим водовима у техници вишеслојне керамике“*. Обим дисертације је 150 страна, с једноструким проредом.

1.2. Хронологија одобравања и израде дисертације

Тема, под насловом *„Противфазни хибриди са спрегнутим водовима у техници вишеслојне керамике“*, одобрена је на Наставно-научном већу Електротехничког факултета 8. децембра 2009. године, а Веће области техничких наука Универзитета у Београду дало је на то сагласност 25. децембра 2009. године.

Кандидат је урађену дисертацију поднео на преглед и оцену 24. маја 2010. године, а Наставно-научно веће Електротехничког факултета је 29. јуна 2010. године именовало комисију за преглед и оцену.

1.3. Место дисертације у одговарајућој научној области

Дисертација је из области Електромагнетика, антене и микроталаси, за коју је матичан Електротехнички факултет Универзитета у Београду.

1.4. Биографски подаци о кандидату;

Вељко Напијало рођен је у Београду 1962. године. Тринаесту београдску гимназију завршио је 1980. године, а дипломирао на Електротехничком факултету у Београду 1987. године на Одсеку за електронику, Смер микроталасна техника. Средња оцена током студија му је 8,20. Тема дипломског рада је *“Анализа микрострип вода применом Галеркиновог метода у спектралном домену“*. Магистрирао је 1994. на истом факултету, на Смеру микроталасна техника, са средњом оценом 10, одбравши магистарски рад *“Анализа планарних водова применом Галеркиновог метода у спектралном домену“*.

Кандидат се одмах након дипломирања запослио у микроталасној лабораторији Института за примењену физику, касније Института за микроталасну технику и електронику (ИМТЕЛ), где је у почетку радио на развоју неколико аутоматских метода мерења и пројектовању разних пасивних микроталасних кола. Године 1993. приступио је ИМТЕЛ-овој групи за развој дигиталног радио-релејног уређаја на учестаности 23 GHz, где је радио на развоју мерних метода, мерењу целог система и подсклопова, утврђивању узрока кварова и њиховом отклањању. За нову генерацију уређаја са интегрисаним пријемницима и предајницима развио је малошумни појачавач, појачавач снаге и активни умножавач учестаности.

Од 2001. године кандидат је запослен у развојном центру TDK Electronics Ireland у Даблину, Ирска, где је радио на анализи и пројектовању кола у техници вишеслојне керамике (LTCC). У почетку се бавио развојем модела пасивних елемената интегрисаних у овој технологији, а касније развојем активних и пасивних кола, као што су хибриди, филтри, појачавачи и активни мешачи, за потребе система аутомобилског радара на учестаности од 24 GHz.

Током своје досадашње каријере Вељко Напијало био је аутор или коаутор два рада у међународним часописима, од тога једног са *impact* фактором, шеснаест радова на међународним конференцијама, четири рада у часописима националног значаја и десет радова презентираних на националним конференцијама. Кандидат има два патента регистрована у САД и један патент у процедури регистрације.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

Структура и садржај дисертације

Дисертација је подељена у шест поглавља, а има насловну страну садржај, увод, централни део и закључак. По својој форми и садржају, поднети рад задовољава стандарде за докторску дисертацију.

Кратак приказ појединачних поглавља

У првом, уводном, поглављу образложена је потреба за минијатуризацијом противфазних хибрида, истакнути доприноси рада и дат кратак садржај преосталих поглавља.

У другом поглављу је дат преглед микроталасних усмерених спрежњака, са акцентом на хибридни спрежњацима, и математички су изведене особине усмерених спрежњака.

У трећем поглављу је приказана техника вишеслојне керамике, са низом примера, и сагледана разна ограничења која оваква техника намеће.

У четвртном поглављу приказан је нов противфазни хибрид са вертикалном спрегом, предвиђен за вишеслојну технику. Хибрид је теоријски анализиран разним методима. Показано је да је дисперзија изражена, а утицај дисконтинуитета велики, али се, применом одговарајућих метода анализе, може пројектовати квалитетан и практично употребљив хибрид за високе учестаности. У том поглављу су приказани и резултати експеримента, који се добро слажу са теоријским предвиђањима. На крају је размотрена примена хибрида у колу ускопојасног мешача.

У петом поглављу представљене су оригиналне шеме противфазних хибрида са Лангеовим спрежњацима и водовима за померање фазе. Показано је да ти хибриди могу остварити симетрично дељење снаге у односу на централну учестаности. Хибриди су симулирани различитим методима електромагнетске анализе и ти резултати упоређени са резултатима експеримента. Осим поређења ефикасности и тачности метода анализе, утврђени су фактори који утичу на квалитет слагања теоријских и експерименталних резултата. Узимањем свих тих фактора у обзир, добијено је веома добро слагање теорије и експеримента.

Шесто поглавље је закључак, у коме се сумирају резултати дисертације и дају смернице за даљи рад.

На крају сваког поглавља дата је исцрпна литература.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

Савременост, оригиналност и значај

Рад кандидата је једним делом произашао из његових активности у развоју савремених микроталасних система предвиђених за масовну производњу (као што аутомобилски радари), а другим делом из његовог дубоког познавања савременог научноистраживачког рада у области микроталасне технике. Актуелност теме дисертације потврђена је и објављеним радовима, као и патентом.

У тези су приказане две оригиналне структуре противфазних хибрида. Хибриди су изведени из релативно мало познате структуре противфазног хибрида описане у литератури, која се заснива на спрегнутим водовима. Те структуре су компатибилне са ограничењима које намеће стандардни (јефтини) технолошки процес, а вишеслојно окружење је искоришћено да се добију хибриди које имају раздвојене улазе и излазе, што је нарочито погодно за реализацију разних сложених микроталасних кола. То је демонстрирано на примеру ускопојасног активног I/Q мешача на учестаности 24 GHz.

Значај дисертације је вишеструк. Прво, развијени су нови хибриди који су погодни за интеграцију у микроталасне системе предвиђене за масовну производњу. Карактеристике тих хибрида

су такве да подносе толеранције технолошког процеса, а омогућавају ниску цену израде. Друго, остварен је научни допринос у развоју нових топологија хибрида. Треће, сагледани су проблеми нумеричких симулација кола у вишеслојној керамици, испитани разни методи анализе, установљени проблеми који доводе до одступања између теоријских и експерименталних резултата и ти проблеми успешно отклоњени.

Осврт на референтну и коришћену литературу

У својој дисертацији кандидат је детаљно претражио отворену литературу и коректно навео референце на радове који су у вези са темом дисертације. Поред радова у часописима и реферисаних на конференцијама, кандидат је током израде дисертације консултовао уџбеничку и монографску литературу из области микроталасних кола. Осим тога, детаљно се упустио у упознавање са алгоритмима на којима су засновани софтверски алати које је употребио у свом раду.

Анализа примењених научних метода и њихова адекватност за спроведено истраживање

Методологија истраживања у оквиру докторске дисертације састоји се у следећем:

- проучене су особине и ограничења постојећих метода за анализу противфазног хибрида са спрегнутим водовима;
- предложен је другачији метод за анализу противфазног хибрида којим су уочени недостаци превазиђени;
- извршена је анализа електричних особина противфазног хибрида са спрегнутим водовима заснована на предложеном методу;
- на основу проучених електричних карактеристика хибрида предложена су и верификована побољшања.

Кораци које је кандидат предузео у свом раду водили су, са једне стране, непосредном решавању конкретних проблема. Са друге стране, међутим, водили су сагледавању проблема у ширем контексту, што дисертацији даје посебну тежину.

Оцена способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је у свом раду показао изузетну самосталност, проницљивост, систематичност, педантност и агилност. Тиме је испољио потпуну зрелост као научни радник.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Приказ остварених научних доприноса;

Кључни проблем интеграције микроталасних кола је ефикасно коришћење површине или запремине медијума коришћеног за интеграцију, односно проналажење баланса између опречних услова да се као резултат максималног степена интеграције постигне захтевани квалитет карактеристика кола. Простор за решавање је најчешће додатно ограничен захтевом да се, због уштеда у производњи, све операције неопходне за реализацију интегрисаног кола изведу у оквиру једног истог технолошког процеса. У окружењу оваквих, у великој мери опречних захтева, развијени су оригинални противфазни хибриди погодни за употребу у једној модерној техници интеграције микроталасних кола – техници вишеслојне керамике.

Ти хибриди имају низ предности у односу на постојећа решења:

- учешљани улазни и излазни приступи су раздвојени, што је од великог значаја за примену у мешачима;
- отклоњена је несиметрија дељења снаге у односу на централну учестаност, што омогућава шири радни опсег;

- развијене структуре противфазног хибрида су компатибилне са стандардним технолошким поступком израде кола у техници вишеслојне керамике, што омогућава лако интегрисање у сложене системе, као што је аутомобилски радар;
- предложена решења су применљива и у другим вишеслојним техникама (на пример, у техници танких слојева и техници монолитних микроталасних кола), што проширује област примене.

Критичка анализа резултата истраживања

У дисертацији су предложене, описане, теоријски анализиране, реализоване и измерене две нове варијанте противфазних хибрида са спрегнутим водовима, које су погодне за реализацију у техници вишеслојне керамике. Прва варијанта хибрида је настала модификацијом структуре описане у литератури тако што је, употребом вертикално спрегнутих водова, добијено коло са неучешљаним приступима. Овакав распоред приступа је потребан код неких мешача јер омогућава минијатуризацију. Најважнији аспект интеграције је задовољење баланса између остварених карактеристика и ограничених димензија керамичке плочице. Друга варијанта хибрида, са Лангеовим спрежњацима, настала је у покушају да се оствари симетрично дељење снаге у односу на централну учестаност. При томе је кандидат сагледао да је главни узрок несиметрије дисперзија због различитих брзина простирања модова.

Методи рада кандидата обухватају теоријски (аналитички приступ), нумеричку симулацију и експерименте. Кандидат је све те приступе вешто уклопио у логичну избалансирану целину.

Резултати до којих је кандидат дошао имају теоријску и практичну вредност. Теоријска вредност је у сагледавању нових топологија хибрида, које отварају пут ка даљем развоју ових кола. Практична вредност је у томе што се техничка решења до којих је кандидат дошао могу непосредно употребити у пројектовању и производњи микроталасних уређаја.

Очекивана примена резултата у пракси

Резултати дисертације су непосредно применљиви у компактним микроталасним уређајима, погодним за великосеријску производњу, чија је цена мала, а поузданост велика. Резултати до којих је кандидат дошао, успешно су проверени теоријски и експериментално.

Верификација научних доприноса

У директној вези са докторском дисертацијом је један рад у водећем часопису са SCI листе, на коме је кандидат првопотписани коаутор:

- V. Napijalo, and B. Kearns, "Multilayer 180deg Coupled Line Hybrid Coupler", *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, Vol. 56, No 11. November 2008, pp. 2525-2535 (ISSN 0018-9480, IF 2.711).

Осим тога, у директној вези су два рада саопштена на конференцијама:

- V. Napijalo, "Multilayer 180° Hybrid Coupler in LTCC Technology for 24 GHz Applications", *37th European Microwave Conference*, Munich, Germany, 2007, paper EuMC30-2.
- V. Napijalo, and V. Cojocar, "24 GHz LTCC I/Q Mixer Using Packaged HEMTs", *Proceedings of the 38th European Microwave Conference*, Amsterdam, The Netherlands, 2008, pp. 1481-1484.

и један патент:

- Veljko Napijalo, "180 Degrees Hybrid Coupler", US 7, 319, 370 B2.

Доприноси објављени у поменутих радовима представљају део основних резултата истраживања представљених у докторској дисертацији кандидата. Ти доприноси су допуњени резултатима који до сада нису објављени.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

У својој дисертацији, кандидат мр. инж Вељко Напијало предложио је нове топологије противфазних хибрида погодних за масовну производњу у техници вишеслојне керамике. Предложена решења су верификована теоријском анализом и експериментално. Кандидат је постављени проблем

обрадио свестрано и савесно. Показао је потпуну зрелост за самосталан научни рад. Резултати до којих је кандидат дошао верификовани су објављивањем у водећем међународном часопису.

Комисија сматра да поднети рад кандидата, под насловом „*Противфазни хибриди са спрегнутим водовима у техници вишеслојне керамике*“, испуњава све формалне и суштинске услове да буде прихваћен као докторска дисертација.

Комисија предлаже да се поднети рад прихвати као докторска дисертација и кандидату одобри јавна усмена одбрана.

Београд, 30. јун 2010.

др Антоније Ђорђевић, ред. проф.

др Владимир Петровић, ванр. проф.

др Бранка Јокановић, научни саветник, Институт за физику