



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 предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно чл.46 ст.5.тач.4 Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“ бр.131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:
„Нов тип прелаза без симетризатора са микротракастог вода на правоугаони метални таласовод“ коју је пријавио кандидат **мр Боро Рељић**.
Научна област: електротехника

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата
Мр БОРО (Милоје) РЕЉИЋ
2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање
Електротехнички факултет у Београду
3. Година дипломирања: **1995.године**
4. Назив магистарске тезе кандидата
„Пасивни антенски низови са трансверзалним зрачењем“
5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена
Електротехнички факултет Универзитета у Београду
6. Година одбране магистарске тезе: **2002.год.**
7. Назив факултета на коме је кандидат завршио докторске студије: /
8. Одсек, смер или група: /
9. Година завршетка докторских студија: /

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Електротехничког факултета на седници одржаној 07.12.2010.године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

Прилог:

- 1.Предлог теме докторске дисертације са образложењем
- 2.Акт надлежног тела Факултета о подобности теме за израду докторске дисертације

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 чл.68 Статута Електротехничког факултета у Београду, Наставно-научно веће на седници од 07.12.2010.године, донело је

О Д Л У К У

О ПРИХВАТАЊУ ТЕМЕ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Прихвата се тема докторске дисертације под насловом:

„Нов тип прелаза без симетризатора са микротракастог вода на правоугаони метални таласовод“ коју је пријавио мр Боро Рељић.

За ментора је именован др Бранко Колунџија, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

Д Е К А Н

Електротехничког факултета

Проф.др Миодраг Поповић



Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Кандидат: **мр Боро Рељић**

Име и презиме ментора: **др Бранко Колунџија**

Звање: **Редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. KOLUNDŽIJA, B. M.: "Electromagnetic Modeling of Composite Metallic and Dielectric Structures", *IEEE Trans. on Microwave Theory and Techniques*, Vol.47, No.7, pp.1021-1032, Jul. 1999, IF=1.476, ISSN 0018-9480.
2. KOLUNDŽIJA, B. M. and Petrović V.V.: "Power conservation in method of moments and finite element method for radiation problems", *IEEE Trans. on Antennas and Propagat.*, Vol.53, No.8 (part 2), pp.2728-2737, Aug. 2005, IF=1.452, ISSN 0018-926X.
3. KOLUNDŽIJA B. M., Olćan D. I.: "Multiminima Heuristic Methods for Antenna Optimization", *IEEE Trans. on Antennas and Propagat.*, vol. 54, no. 5, pp. 1405-1415, May 2006, IF=1.480, ISSN 0018-926.
4. Yuan M., Sarkar T. K., and KOLUNDŽIJA B. M.: "Solution of large complex problems in computational electromagnetics using higher-order basis in MoM with out-of-core solvers", *IEEE Antennas and Propagat. Magazine*, vol. 48 no. 2, pp. 55-62, 2006, IF=0.873, ISSN 1045-9243.
5. KOLUNDŽIJA B. M., Sumić D.: "Electromagnetic Simulation of Complex and Electrically Large Structures in WIPL-D Pro", *IEEE Microwave Magazine*, vol. 9 no. 6, str. 159-162, 2008, IF=1.494, ISSN 1527-3342.

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука, ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантка листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као М24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као М11, М12; М13, М14, М41 и М51)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области квалификују за ментора односне дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду, донетом 19. маја 2010. године, одређени смо за чланове *Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације* мр инж. **Боре Релјића**, под насловом „*Нов тип прелаза без симетризатора са микротракастог вода на правоугаони метални таласовод*“. Пошто смо прегледали одговарајући материјал, подносимо Већу следећи

ИЗВЕШТАЈ

Подаци о кандидату

Боро М. Релјић је рођен 1969. у Инђији. Гимназију (природно-математички смер) је завршио у Лозници. Добитник је средњошколске Вукове дипломе и дипломе Михаило Петровић Алас. Електротехнички факултет у Београду је уписао 1988. године, одсек Физичка електроника, смер Микроелектроника. Средња оцена у току студија му је 8,16. Дипломски рад „*Јаги-Уда антене*“, под руководством проф. др Бранка Колунције, одбранио је 1995. Постдипломске студије на смеру „*Примењена електромагнетика и оптоелектроника*“ уписао је 1995. године на Електротехничком факултету у Београду. Магистарски рад „*Пасивни антенски низови са трансверзалним зрачењем*“, под руководством проф. др Антонија Ђорђевића одбранио је 2002. године.

Од 1995. до 2006. године радио је у Институту ИМТЕЛ (сада привредно друштво ИМТЕЛ Комуникације). Као развојни инжењер радио је на више цивилних и војних пројекта из области микроталасне технике, међу којима је осам пројеката данашњег Министарства за науку и технолошки развој. Од 2006. године живи ван земље (Немачка, Шкотска), где ради као самостални консултант, развојни и дизајн инжењер, послујући са различитим компанијама, као што су, на пример, Талес (*Thales*) и Ендрју (*Andrew*).

У мају 2003. године изабран је у звање истраживач-сарадник од стране Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду. Од маја 2004. године је члан Инжењерске коморе Србије као телекомуникациони инжењер са лиценцама „*Одговорни пројектант телекомуникационих мрежа и система*“ и „*Одговорни извођач радова за телекомуникационе мреже и системе*“.

Стручна област рада кандидата обухвата: РФ и микроталасна активна и пасивна кола, антене, антенске низове, антене мобилних терминала, интегрисане активне и пасивне антенске системе, широкопојасне антенске системе, „*front end*“ склопове. Из ове области кандидат је, као аутор или коаутор, објавио преко тридесет научно-стручних радова, од тога три у часописима са SCI листе. На основу резултата ових истраживања кандидат је пријавио више патената, од којих су до сада два објављена. У директној вези са докторском дисертацијом су један рад у часопису са SCI листе, један рад саопштен на међународној конференцији и један рад у часопису националног значаја:

- 1) Boro M. Reljic, *Lowloss MIC/MMIC Compatible Microstrip to Waveguide Transition without a Balun*, Microwave and Optical Technology Letters, August 2007.
- 2) Boro M. Reljic, *Balunless microstrip to waveguide transition for X band*, Proceedings of the IEEE Wireless and Microwave Technology Conference, WAMICON 2006.
- 3) Boro M. Reljic, *Novel MIC/MMIC Compatible Microstrip to Waveguide Transition for X Band without a Balun*, Microwave Review, No. 1, Vol. 13, pp. 16-18, June 2007.

Доприноси објављени у поменутим радовима представљају део основних резултата истраживања који ће бити представљени у докторској дисертацији кандидата. Ти доприноси ће бити допуњени резултатима који до сада нису објављени.

Образовање које је кандидат стекао на дипломским и постдипломским студијама, искуство које је стекао радећи као развојни инжењер у области микроталасне технике, као и радови које је објавио из области дисертације, у потпуности квалификују кандидата за рад на предложеној теми.

Предмет и циљ истраживања

У једном телекомуникационом систему се захтеви за перформансама најчешће не могу испунити коришћењем само једног типа система за вођење електромагнетске енергије. Пошто се јавља више опречних захтева у разним деловима система (мале димензије, ниска цена, велики фактор добротe, пренос велике снаге, могућност интеграције итд.), неопходно је коришћење више различитих система за вођење у појединим деловима телекомуникационог система. Проста конекција два различита система за вођење по правилу не омогућава квалитетан пренос енергије из једног система у други (због различитих структура поља вођених таласа, различитих геометрија, различитих карактеристичних импеданси, различитих критичних фреквенција итд.). Стога је неопходно коришћење посебне међу-компоненте између два различита система за вођење, тзв. прелаза, којим се прилагођава један систем за вођење таласа другом систему.

Нове тенденције развоја телекомуникационих уређаја захтевају интегрисање свих микроталасних компонента система у јединствен блок. Три доминантне технологије у таквим уређајима су: коаксијална, микротракаста и таласоводна. Коришћење коаксијалне технологије захтева велики број конектора и онемогућава интеграцију, па је текућа тенденција коришћења само две технологије: (1) микротракасте, која омогућава интеграцију чип компонента, и (2) таласоводне, која омогућава реализацију микроталасних компонента са великим Q -факторима и трансфер сигнала од/до антене уз мала слабљења. Коришћењем ове две технологије омогућава се масовна, а тиме и јефтина, производња "front end" јединица високе поузданости. Јасно је да је за повезивање компонента ове две технологије неопходан квалитетан прелаз са микротракастог вода на таласовод. Управо су наведени разлози учинили да се прелази са микротракастог вода на таласовод поново налазе у жижи интересовања. Поновни значај ове тематике је разлог зашто им је пажња посвећена у овој тези, и то специфично прелазима са микротракастог вода на правоугаони метални таласовод, пошто је потреба за њима и највећа, а резултати се могу лако применити и на остале таласоводе.

У литератури је до сада описан већи број прелаза са микротракастог вода на таласовод. У периоду до приближно 1990. године примарни захтеви за прелаз су били мало слабљење и широк пропусни опсег, док конструкциони детаљи и једноставност израде нису били од великог значаја. Једну од првих класа решења које задовољавају такве услове су прелази који користе принцип постепене трансформације геометрије микротракастог вода, преко H -таласовода (ridge waveguide), у геометрију правоугаоног таласовода [1],[2]. Овакви прелази имају добре електричне карактеристике, укључујући и велику широкопојасност, али су релативно дугачки, кабасти и компликовани за израду (скуп и производњу). Друга класа решења користи сличан принцип, али уместо секције H -таласовода користи секцију финлајн вода [3]-[5]. Реализација финлајн вода је једноставнија за израду од H -таласовода, али финлајн вод захтева и коришћење симетризатора. Коришћење симетризатора има три неповољна ефекта: повећање укупне дужине прелаза, повећање унесеног слабљења прелаза и смањење ширине пропусног опсега прелаза.

Примарни захтеви за прелазе у модерним интегрисаним телекомуникационим системима су, међутим, мале димензије и интеграбилност са осталим (таласоводним и микротракастим) компонентама. Као резултат тога, од средине 90-тих се почињу појављивати решења која одговарају новим захтевима. Једна класа решења, која задовољава захтев за малим димензијама је она која користи прорез за спрегу микротракасте линије са таласоводом [6-11]. При томе уземљени проводник микротракастог вода са спрежним прорезом представља један од зидова таласовода. Иако компактни, овакви типови прелаза су релативно ускопојасни. Посебан технолошки проблем представља израда квалитетног и поузданог споја уземљеног проводника микротракастог вода са таласоводним зидовима.

Од решења која претходе овом раду, решење које најбоље задовољава захтеве за малим димензијама и интеграбилношћу је оно које за спрегу микротракасте линије и таласовода користи јаги антену [12-16]. Међутим, и ово решење има своја ограничења и недостатке. Да би напојни полуталасни дипол могао да стане у таласовод, морају се користити дебели супстрати велике диелектричне константе. За напајање полуталасног дипола микротракастим водом мора се користити симетризатор, а коришћење симетризатора уноси ограничења у погледу широкопојасности, повећаних губитка и

повећане дужине прелаза. Ови недостаци као и потреба за развојем прелаза без симетризатора на супстратима произвољне дебљине и електричне константе иницирали су рад на овој дисертацији.

Циљ дисертације је развој новог конструкционог решења прелаза у облику монополне сонде напајане микрострип линијом без коришћења симетризатора. Прелаз треба да буде широкопојасан, да има мале димензије и могућност лаке интеграције.

Рад на таквом решењу заснован је на следећој литератури:

- [1] Tohru Araki and Masahiro Hirayama, *A 20-GHz integrated balanced mixer*, IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT-19, No. 7, July 1971.
- [2] Hui-Wen Yao, Amr Abdelmonem, Ji-Fuh Liang, and Kawathar A. Zaki, *Analysis and design of Microstrip-to-waveguide transitions*, IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 42, No. 12, December 1994.
- [3] J. H. C. van Heuven, *A new integrated waveguide-microstrip transition*, IEEE Trans. Microwave Theory Tech., pp. 144-147, March 1976.
- [4] L. J. Lavedan, *Design of waveguide-to-microstrip transition specially suited to millimeter-wave applications*, Electron. Lett., vol. 13, no. 20, pp. 604–605, Sept. 1977.
- [5] Kiyo Tomiyasu and J. J. Bolus, *Characteristics of a New Serrated Choke*, IRE Transactions – Microwave Theory and Techniques, Jan. 1956.
- [6] Frank J. Vellegas, D. Ian Stones, and H. Alfred Hung, *A novel Waveguide-to-Microstrip Transition for Millimeter-Wave Module Applications*, IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 47, No. 1, January 1999.
- [7] Louis T. Hildebrand, and Johan Joubert, *Full-wave analysis of a new microstrip-to-waveguide interconnect configuration*, IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 48, No. 1, January 2000.
- [8] Amjad A. Omar and Nihad I. Dib, *Analysis of slot-coupled transitions from microstrip-to-microstrip and microstrip-to-waveguides*, IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 45, No. 7, July 1997.
- [9] Marat Davidovitz, *Wide-band waveguide-to-microstrip transition and power divider*, IEEE Microwave and Guided wave Letters, Vol. 6, No. 1, January 1996.
- [10] Wilfried Frabherr, Bernhard Huder, and Wolfgang Menzel, *Microstrip to waveguide transition compatible with MM-wave integrated circuits*, IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 42, No. 9, September 1994.
- [11] B. N. Das, K. S. V. R. Prasad, and K. V. Seshagiri Rao, *Excitation of waveguide by stripline- and microstrip-line-fed slots*, IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT-34, No. 3, March 1986.
- [12] N. Kaneda, Y. Qian, and T. Itoh, *A broad-band microstrip-to-waveguide transition using quasi-Yagi antenna*, IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 4, pp. 2562-2567, Dec 1999.
- [13] N. Kaneda, Y. Qian, and T. Itoh, *A Broadband Microstrip-to-Waveguide transition using quasi-Yagi antenna*, Conference proceedings (0-7803-5135-5/99) IEEE 1999.
- [14] W.R.Deal, Y.Quian and T. Itoh, V. Radisic, *Planar integrated antenna technology*, Microwave Journal, July 1999.
- [15] William R. Deal, Noriaki Kaneda, James Sor, Yongxi Quian, Tatsuo Itoh, *A new quasi-yagi antenna for planar active antenna array*, IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol.48, No.6, June 2000.
- [16] Cynthia Y. Hang, William R. Deal, Yongxi Quian, Tatsuo Itoh, *High-efficiency push-pull power amplifier integrated with quasi-yagi antenna*, IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol.49, No.6, June 2001.

Полазне хипотезе

У раду се полази од следећих хипотеза:

1. С обзиром на то да се четвртталасна монополна сонда у слободном простору лако прилагођава на 50Ω , што није случај са полуталасном сондом, претпоставља се да се коришћењем монополних сонди може остварити прилагођење у ширем фреквенцијском опсегу него коришћењем диполних сонди.
2. За добро функционисање полуталасних дипол-антена напајаних асиметричним водовима, мора се користити симетризатор на прелазу са вода на антену. Слично се симетризатор мора користити на прелазу са микротракастог вода на диполну сонду у таласоводу. Пошто се за добро функционисање четвртталасних монопол-антена напајаних асиметричним водом не мора користити симетризатор, претпоставља се да се и у случају напајања монополне сонде микротракастим водом смештеним у таласовод не мора користити симетризатор при прелазу са вода на сонду.
3. С обзиром да се четвртталасна монополна сонда може без савијања поставити у правоугаони таласовод, што није случај са полуталасном сондом, претпоставља се да и овај додатни степен слободе даје предност монополној сонди у односу на диполну.
4. Имајући и виду претходне хипотезе, претпоставља се да се четвртталасна монополна сонда у микротракастој техници може пројектовати тако да ради у веома широком опсегу за различите супстрате и таласоводе.

Научне методе истраживања

Рад на дисертацији ће обухватити следеће методе:

1. систематско проучавање домаће и иностране литературе из области рада;
2. тродимензионо (3Д) електромагнетско моделовање различитих типова сонди коришћењем софтверских алата за пројектовање антена и микроталасних кола (израда модела, симулације и оптимизација);
3. проверу полазних хипотеза на основу резултата моделовања и извођење закључака о оптималној конфигурацији сонде и поступку пројектовања сонде;
4. пројектовање, фабрикацију и мерење сонде за одабрани таласовод и супстрат ради финалне верификације полазних хипотеза и
5. испитивање осетљивости предложеног решења коришћењем 3Д електромагнетског моделовања и/или мерења.

Очекивани научни допринос

1. Систематизација и класификација текућих решења прелаза са микротракастог вода на правоугаони таласовод.
2. Предлог новог конструкционог решења прелаза у облику монополне сонде напајане микрострип линијом без коришћења симетризатора. Прелаз треба да буде широкопојасан, да има мале димензије и да има могућност лаке интеграције.
3. Развој методе пројектовања новог прелаза за произвољне супстрате и различите правоугаоне таласоводе.

План истраживања и структура рада

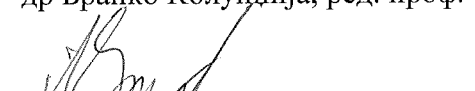
Први корак је испитивање текућег стања у овој области, систематизација постојећих решења и анализа њихових предности и недостатака. Други корак је упоредна анализа различитих начина напајања правоугаоног таласовода. Посебна пажња биће посвећена напајању различитим варијантама монополних и диполних сонди, са и без паразитних елемената. Сем тога, биће испитани и различити начини напајања сонди са микротракастим водом, са и без укључивања симетризатора. По први пут ће бити приказани прелази који се базирају на напајању различитим варијантама монополних сонди са и без паразитних елемената. Нови тип прелаза ће бити детаљно анализиран, а његове особине упоређене са постојећим решењима. Посебна пажња ће бити посвећена развоју методе пројектовања оваквог прелаза. На основу те методе биће пројектован и направљен један типичан прелаз, а резултати мерења упоређени са пројектованим (израчунатим) резултатима. На крају ће бити испитана осетљивост предложеног решења на толеранције у изради и параметре супстрата. У истом редоследу би требала бити написана и сама дисертација.

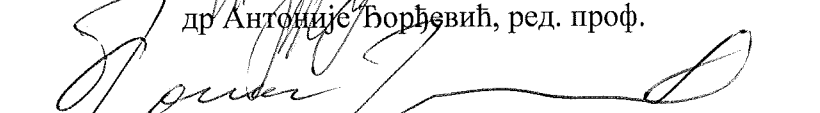
Закључак и предлог

На основу изложеног, сматрамо да кандидат мр инж. Боро Рељић испуњава потребне услове да може приступити изради докторске дисертације. Стога предлагемо Већу да кандидату одобри израду докторске дисертације под наведеним радним насловом.

Београд, 29. новембар 2010.


др Бранко Колунија, ред. проф.


др Антоније Борђевић, ред. проф.


др Бранка Јокановић, научни саветник, Институт за физику