



# УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ • ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73 • 11000 Београд • Република Србија •

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

ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ  
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ  
БР. 725/12  
ДАТУМ 01.6.2011.  
БЕОГРАД

Универзитет у Београду  
Већу научних области техничких наука

## ЗАХТЕВ

### 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 ДУШАНА (АЛЕКСАНДАР) НЕШИЋА**

Мр Душан Нешић пријавио је докторску дисертацију под називом:

**„Структуре са једнодимензионалним електромагнетским непропусним опсегом у микроталасној техници“**

Универзитетско веће научних области техничких наука је 27.5.2004.године дало сагласност на предлог теме докторске дисертације.

На основу чл.67 Статута Електротехничког факултета кандидату је одобрен продужетак рока за завршетак докторске дисертације до 27.5.2011.године.

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Душана Нешића образована је на седници 29.6.2010./ 29.3.2011. године, одлуком Факултета под бр. 587/3, у саставу:

| Име и презиме члана Комисије | Звање             | Установа у којој је запослен        |
|------------------------------|-------------------|-------------------------------------|
| 1. Др Бранко Колунџија       | редовни професор  | Електротехнички факултет у Београду |
| 2. Др Дејан Тошић            | ванредни професор | Електротехнички факултет у Београду |
| 3. Др Братислав Миловановић  | редовни професор  | Електронски факултет у Нишу         |
| 4. Др Владимир Петровић      | ванредни професор | Електротехнички факултет у Београду |

Наставно-научно веће Факултета усвојило је Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 29.3.2011.године.

Прилози:

1. Извештај Комисије са предлогом
2. Акт 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

ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ  
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Б.Р.

187/3

29.3.2011.  
БЕОГРАД

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 29.3.2011.године, донело је

### ОДЛУКУ

Усваја се извештај комисије у саставу: др Бранко Колунџија, редовни професор Електротехничког факултета, др Дејан Тошић, ванредни професор Електротехничког факултета, др Братислав Миловановић, редовни професор Електронског факултета у Нишу, др Владимир Петровић, ванредни професор Електротехничког факултета, о прегледу и оцени урађене докторске дисертације под насловом: „Структуре са једнодимензионалним електромагнетским непропусним опсегом у микроталасној техници“ коју је предао **мр Душан Нешић**, и упућује се на сагласност Већу научних области техничких наука.

Комисија за усмену одбрану именована је у саставу: др Бранко Колунџија, редовни професор Електротехничког факултета, др Дејан Тошић, ванредни професор Електротехничког факултета, др Братислав Миловановић, редовни професор Електронског факултета у Нишу, др Владимир Петровић, ванредни професор Електротехничког факултета.

ДЕКАН

Електротехничког факултета



Проф. др Миодраг Поповић

## **Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Београду**

Наставно-научно веће Електротехничког факултета у Београду, на својој 719. седници, одржаној 29. јуна 2010. године, именовало нас је за чланове Комисије за преглед и оцену докторске дисертације мр инж. Душана Нешића, под насловом „Структуре са једнодимензионалним електромагнетским непропусним опсегом у микроталасној техници“. Ментор докторске дисертације је др Бранко Колунџија, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду. Након увида у достављени материјал, извршили смо процену квалитета и научног доприноса поднете докторске дисертације, на основу које Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду подносимо следећи

### **Извештај**

#### **1. УВОД**

##### **1.1. Наслов и обим дисертације**

Наслов докторске дисертације је „Структуре са једнодимензионалним електро-магнетским непропусним опсегом у микроталасној техници“. Дисертација садржи насловну страну, садржај, 6 поглавља, литературу и додатак. Дисертација је написана на 111 страна, које укључују 149 формула, 60 слика, 5 табела и 72 референце.

##### **1.2. Хронологија одобравања и израде дисертације**

Тема, под насловом „Структуре са једнодимензионалним електромагнетским непропусним опсегом у микроталасној техници“, одобрена је на Наставно-научном већу Електротехничког факултета 6. априла 2004. године, а Веће области техничких наука Универзитета у Београду дало је на то сагласност 27. маја 2004. године.

У току израде дисертације кандидат је променио ментора, што је успорило његов рад на изради дисертације, па му је на основу тога одобрено продужење рока за предају дисертације. Кандидат је урађену дисертацију поднео на преглед и оцену 23. јуна 2010. године. Наставно-научно веће Електротехничког факултета је 29. јуна 2010. године именовало комисију за преглед и оцену докторске дисертације.

Након увида у финални текст дисертације, комисија је тражила од кандидата да допуни текст дисертације. По подношењу допуна, комисија је написала овај финални извештај.

##### **1.3. Место дисертације у одговарајућој научној области**

Дисертација припада ужој научној области Електромагнетика, антене и микроталаси. За ову ужу научну област матичан је Електротехнички факултет Универзитета у Београду.

##### **1.4. Биографски подаци о кандидату**

Кандидат је рођен 1961. године у Београду. Дипломирао је на Електротехничком факултету у Београду 1987. године са темом „Холов ефекат код ускозоналних полупроводника“. Магистрирао је на истом факултету 1995. године са темом „Лавинска фотодиода са сферним обликом контактне површине“.

Од 1988. године ради у Центру за микроелектронске технологије и монокристале у оквиру Института за хемију, технологију и металургију, у Београду. У звање истраживача сарадника је биран 1996. године. У Институту је радио на истраживању израде InGaAs/InP и InGaAsP/InP слојева и на лавинским фотодиодама (математичко моделовање специјалних диодних структура и њихова карактеризација). Затим је радио и на пословима истраживања микроминијатурног капацитивног

сензора убрзања (акцелерометар) и притиска, као и на карактеризацији и мерним методама за Si фотодиоде. У сарадњи са Институтом ИМТЕЛ је радио на истраживању у области планарних периодичних (PBG) микроталасних структура и планарних антена.

Аутор је или коаутор 6 радова у међународним часописима, 11 радова на међународним конференцијама и 14 радова на домаћим конференцијама и у домаћим часописима. Неки од ових радова су настали као резултат рада на овој дисертацији.

## 2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

### 2.1. Структура и садржај дисертације

Дисертација садржи насловну страну, садржај, 6 поглавља, литературу и додатак. Наслови поглавља су: 1. Увод, 2. Општа теорија 1-D EBG структура, 3. Ћелије у облику каскадне везе више секција, 4. Филтар непропусник опсега са потискивањем виших непропусних опсега, 5. Ниско-пропусни филтар са предикцијом релативне ширине непропусног опсега и 6. Закључак. У додатку су дати изрази за ABCD матрице ћелија које се састоје од две, три, четири и пет секција једнаке дужине. По структури и садржају, поднети рад задовољава све стандарде за докторску дисертацију.

### 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље (Увод) је изложено на седам страна. У њему се прво даје дефиниција 1-D EBG структура и њихов историјат не само у микроталасној техници него и шире. Затим се објашњава њихов значај у техници планарних таласовода. Посебна пажња се поклања технолошким проблемима реализације 1-D EBG структура у техници микротракастих водова. Затим се наводе циљеви и задаци дисертације везани за развој нових 1-D EBG ћелија. На крају увода је укратко дат садржај наредних поглавља дисертације.

У другом поглављу се прво излаже добро позната општа теорија 1-D EBG структура (дисперзиона релација, Блохова импеданса, фазна и групна брзина). Затим се коришћењем ове теорије прво анализира 1-D EBG ћелија у облику каскадне везе две секције идеалних водова, а затим и 1-D EBG ћелија у облику униформног вода са отвореним униформним огранком. На основу ових анализа се изводе закључци о општем облику 1-D EBG ћелија, повољном за добијање филтара непропусника опсега и филтара пропусника ниских учестаности.

У трећем поглављу се прво изводе рекурентне формуле за ћелије у облику каскадне везе више секција једнаке дужине, као и општи облик дисперзионе једначине овакве ћелије. Затим се уводи појам геометријски реципрочних ћелија и методом математичке индукције изводи веза између њихових ABCD матрица.

У четвртом поглављу се прво разматрају филтри непропусници опсега у облику микротракастог вода са синусном и трапезном променом карактеристичне импедансе, који показују потискивање неколико виших нежељених непропусних опсега. Затим се у наставку четвртог поглавља развија потпуно нова теорија филтара непропусника опсега са потискивањем задатог броја виших нежељених непропусних опсега, који се базирају на 1-D EBG ћелији начињеној од две геометријски реципрочне подћелије, а свака подћелија од више секција једнаке електричне дужине. Прво се показује како се потискују непропусни опсези у случају 1-D EBG ћелије начињене од парног броја секција, а затим у случају 1-D EBG ћелије начињене од непарног броја секција. Затим се разматра проблем оптималног избора 1-D EBG ћелије и дефинише поступак синтезе и оптимизације филтра. На крају поглавља су дати резултати симулација и мерења за неколико филтара пројектованих коришћењем предложеног метода.

У петом поглављу је дата потпуно нова теорија филтара пропусника ниских учестаности са предикцијом релативне ширине непропусног опсега, који се базирају на 1-D EBG ћелији у облику главног вода са централно везаним отвореним огранком, при чему су огранак и делови главног вода пре и после споја са огранком геометријски реципрочни. Посебно је развијена метода пројектовања филтара начињеног од две ћелије. Затим су дати резултати симулација и мерења за неколико филтара пројектованих коришћењем предложеног метода. На крају су ти филтри упоређени са најбољим сличним филтрима у отвореној литератури.

У шестом поглављу (Закључак) су сумирани резултати рада, изложени доприноси истраживања и предложен је даљи правац истраживања.

### **3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ**

#### **3.1. Савременост, оригиналност и значај**

У задњих двадесет, а нарочито задњих десет година постоји велико интересовање за примену 1-D EBG структура у микроталасној техници, а посебно у области филтара, а са циљем да се добију филтри бољих карактеристика и да се изврши њихова минијатуризација. Мада има доста радова на ову тему, мало је радова који дају разрађене поступке синтезе оваквих филтара. И зато се сваким даном јављају радови који покушавају да оду корак даље у овој проблематици.

Оригиналност ове дисертације се базира на увођењу геометријски реципрочних подћелија у конструкцију 1-D EBG ћелија и филтара базираних на оваквим ћелијама. Као резултат добијене су оригиналне методе синтезе филтара, као и оригиналне реализације конкретних филтара.

Значај дисертације је двострук. На једој страни концепт геометријски реципрочних ћелија се може користити и у конструкцији других типова микроталасних структура. На другој страни предложене методе синтезе филтара се врло лако могу користити у свакодневној инжењерској пракси, и то за добијање филтара какви се тешко могу добити другим методама.

#### **3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу**

У овој дисертацији су наведене 72 референце, од тога 4 књиге, 60 радова у часописима, 7 радова у конференцијским зборницима и један дипломски рад. Прва референца је из 1899. године, док је 47 референци из задњих десет година. Међу овим референцама се налази и 12 референци самог кандидата. Све ове референце адекватно покривају најважније резултате релевантне за ову дисертацију.

#### **3.3. Анализа примењених научних метода и њихова адекватност за спроведено истраживање**

У овој дисертацији су коришћене различите научне методе. У првој фази је вршено прикупљање података и њихова анализа, на основу чега су изведени закључци о стању у области и уочени постојећи проблеми. Затим су у више наврата постављене различите хипотезе о могућим узроцима тих проблема и начинима њиховог превазилажења. Хипотезе су провераване коришћењем нумеричких експеримената – симулација, коришћењем симулатора микроталасних кола и 3D ЕМ симулатора. Анализа резултата добијених овим експериментима је показала исправност постављених хипотеза. Неки од најважнијих резултата су добијени математичком индукцијом. Финална провера резултата вршена је мерењем лабораторијских прототипова. Успешно испуњење постављених циљева сведочи о адекватној употреби научних метода.

#### **3.4. Оцена примењивости и верификације остварених резултата**

Резултати дисертације су верификовани кроз интензивне симулације и мерења.

Резултати дисертације имају двојаку примену. На једној страни теорија геометријски реципрочних водова отвара нове могућности у конструкцији 1-D EBG структура. На другој страни разрађене су нове методе пројектовања филтара: 1) непропусника опсега, са потискивањем задатог броја виших непропусних опсега, и 2) пропусника ниских учестаности, са контролисаном ширином непропусног опсега.

#### **3.5. Оцена способности кандидата за самостални научни рад**

Кандидат је показао способност за самостални научни рад.

## 4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

У овој дисертацији је дато више доприноса. Главни доприноси из прве фазе истраживања, који су већ објављени у часописима са SCI листе (за које се рачуна impact factor) су:

- **две нове структуре микроталасних филтара непропусника опсега са потискивањем неколико првих нежељених виших непропусних опсега:** филтри су у облику неуниформног вода, један са синусоидалном, а други са трапезном променом карактеристичне импедансе, при чему је у оба случаја геометријска средина максималне и минималне карактеристичне импедансе вода једнака номиналној импеданси; за филтар са синусоидалном променом су направљена два лабораторијска прототипа, док је за филтар са трапезном променом направљен један лабораторијски прототип.

Главни доприноси из друге фазе истраживања, који се први пут појављују у овој дисертацији, су:

- **теорија геометријски реципрочних водова:** дефиниција појма геометријски реципрочних водова; извођење везе између ABCD параметара оваквих водова; доказ да се везивањем на ред оваквих водова елиминишу парни непропусни опсези.
- **нови тип 1-D EBG ћелије у пројектовању микроталасних филтара непропусника опсега, који омогућава потискивање задатог броја нежељених виших непропусних опсега:** ћелија се састоји од редне везе две геометријски реципрочне подћелије; подћелија се састоји од редне везе секција једнаке електричне дужине чије су карактеристичне импедансе одређене најмањом карактеристичном импедансом ћелије; ширина непропусног опсега ћелије је одређена најмањом карактеристичном импедансом ћелије; број секција ћелије је за три већи од броја нежељених виших опсега које треба потиснути.
- **метода пројектовања микроталасних филтара непропусника опсега који имају жељену ширину и дубину непропусног опсега у околини задате централне учестаности, а са потискивањем задатог броја нежељених виших непропусних опсега;** према овој методи су направљена три лабораторијска прототипа, чијим је мерењима метода у потпуности верификована.
- **нови тип 1-D EBG ћелије у пројектовању микроталасних филтара пропусника ниских учестаности са задатом релативном ширином непропусног опсега:** ћелија се састоји од главног вода са огранком, при чему је огранак геометријски реципрочан половинама главног вода; ширина непропусног опсега је одређена односом највеће и најмање карактеристичне импедансе ћелије.
- **метода пројектовања микроталасних филтара пропусника ниских учестаности са задатом релативном ширином непропусног опсега;** према овој методи су направљена два лабораторијска прототипа, чијим је мерењима метода у потпуности верификована.

### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Резултати до којих је кандидат дошао имају и теоријску и практичну вредност. У прву групу спада теорија геометријски реципрочних водова, која је успешно употребљена у конструкцији нових типова 1-D EBG ћелија. У другу групу спадају методе за пројектовање филтара са посебним особинама.

#### 4.3. Очекивана примена rezultata у пракси

Очекује се да у свакодневну инжењерску праксу уђу методе пројектовања микроталасних филтара са посебним особинама, и то:

- метода пројектовања микроталасних филтара непропусника опсега који имају жељену ширину и дубину непропусног опсега у околини задате централне учестаности, а са потискивањем задатог броја нежељених виших непропусних опсега;
- метода пројектовања микроталасних филтара пропусника ниских учестаности са задатом релативном ширином непропусног опсега;

#### 4.4. Верификација научних доприноса

Кандидат је објавио више радова везаних за дисертацију, чији су резултати директно ушли у дисертацију или су тесно везани са истраживањима у дисертацији. Радови у часописима са SCI листе, чији су резултати директно ушли у дисертацију су:

1. D. Nesic and A. Nesic, "Band-stop microstrip PBG filter with sinusoidal variation of the characteristic impedance and without etching in the ground plane", *Microwave Opt. Technol. Lett.* vol.29, no.6, 418-420, 2001.
2. D. Nesic, B. Kolundzija, "A trapezoidal microstrip bandstop filter with efficient suppression of undesired stopbands", *Optoelectronics and Advanced Materials - Rapid Communications*, vol.4, no 4, 601-603, 2010.

Радови у часописима са SCI листе, који су тесно везано са истраживањем у дисертацији су:

1. D. Nesic, "A New Type of Slow-Wave 1-D PBG Microstrip structure without etching in the ground plane for filter and other applications", *Microwave Optical Technology Letters*, 33, 6, June 20, pp. 440-443, 2002.
2. D. Nesic, "A new type of slow-wave 1D PBG microstrip band-pass filter", *Microwave Optical Tech. Letter*, vol. 37, no. 5, pp 201-203, 2003.
3. D. Nesic, "Slow-Wave EBG Microstrip Rat-Race Hybrid Ring", *Electronics Letters*, vol.41, no.21, pp.1181-1183, 2005
4. D. Nesic, "Miniature compact microstrip rat-race hybrid ring with continuous suppression of higher harmonics", *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, Vol. 8, No. 4, pp. 1627 - 1630, 2006.

Сем тога на конференцијама су презентовани следећи радови:

1. D. Nesic and A. Nesic, "1-D microstrip PBG filters without etching in the ground plane and with sinusoidal variation of the characteristic impedance", *31<sup>st</sup> European Microwave Conference*, EuMC-20, 2001.
2. D. Nesic, "A new type of half-length PBG microstrip band-pass filter", *11<sup>th</sup> Microcoll conference*, pp.131-134, 2003.
3. D. Nešić and B. Kolundžija, "Analyse of One Type of Resonant Cell", *TELSIKS 2009*, pp.154-157, 2009.
4. D. Nešić and B. Kolundžija, "New Modified Microstrip Bandstop Filter with only One (First Order) Bandstop", *TELSIKS 2009*, pp.158-159, 2009.
5. D. Nesic, B. Kolundzija, "EBG band-stop filter with suppression of 3 spurious stop-bands", *IWAT 2010*, Lisabon, 2010.

Треба напоменути да се очекује публикавање још неких доприноса ове дисертације у часописима са СЦИ листе за које се рачуна импакт фактор.

## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

### 5.1. Кратак осврт на дисертацију у целини

Предмет истраживања ове дисертације је примена 1-D EBG структура (структура са једнодимензионалним електромагнетским непропусним опсегом) у микроталасној техници. Главни доприноси дисертације су развој теорије геометријски реципрочних водова и њена примена у конструкцији нових 1-D EBG ћелија. На основу ових ћелија развијене су методе пројектовања микроталасних филтара непропусника опсега учестаности (са потискивањем задатог броја нежељених виших непропусних опсега), као и микроталасних филтара пропусника ниских учестаности (са задатом релативном ширином непропусног опсега), за које се очекује да уђу у свакодневну инжењерску праксу. Дисертација је написана јасно и разумљиво, у складу са стандардима Електротехничког Факултета и Универзитета у Београду.

### 5.2. Предлог Комисије Наставно-научном већу

Комисија констатује да дисертација испуњава све законске, формалне и суштинске услове, као и све критеријуме који се уобичајено примењују приликом вредновања докторске дисертације на Електротехничком факултету у Београду.

Комисија сматра да докторска дисертација мр Душана Нешића, под насловом “Структуре са једнодимензионалним електромагнетским непропусним опсегом у микроталасној техници”, садржи оригиналне научне доприносе.

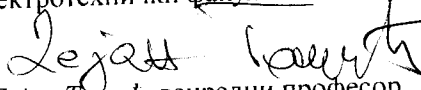
У складу са тим, Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да ову дисертацију прихвати и одобри њену усмену јавну одбрану.

У Београду, 28. фебруара 2010. године

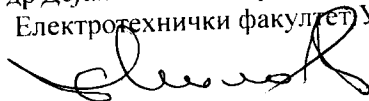
Чланови Комисије:



др Бранко Колунџија, редовни професор (ментор)  
Електротехнички факултет Универзитета у Београду



др Дејан Тошић, ванредни професор  
Електротехнички факултет Универзитета у Београду



др Братислав Милошевић, редовни професор  
Електронски факултет Универзитета у Нишу



др Владимир Петровић, ванредни професор  
Електротехнички факултет Универзитета у Београду