

## ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

-обавезна садржина- свака рубрика мора бити попуњена

(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију <b>19.07.2018. решење бр. 012-199/72-2016, Наставно-научно веће Факултета техничких наука</b></p> <p>2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <p>1. <b>др Вера В. Марковић</b>, редовни професор, уно Телекомуникације, изабрана у звање 05.11.2002, Електронски факултет, Универзитет у Нишу</p> <p>2. <b>др Јелена Радић</b>, доцент, уно Електроника, изабрана у звање 25.09.2015, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду</p> <p>3. <b>др Наташа Самарцић</b>, доцент, уно Електроника, изабрана у звање 17.11.2017, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду</p> <p>4. <b>др Југослав Јоковић</b>, научни сарадник, уно Телекомуникације, изабран у звање 25.01.2017, Електронски факултет, Универзитет у Нишу</p> <p>5. <b>др Горан Стојановић</b>, редовни професор, уно Електроника, изабран у звање 21.10.2015, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду</p>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: <b>Слободан, Стеван, Биргермајер</b></p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: <b>20.06.1981. године, Суботица, Република Србија</b></p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив: <b>Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, Енергетика, електроника и телекомуникације, Дипломирани инжењер - мастер електротехнике и рачунарства</b></p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: <b>2012. година, Енергетика, електроника и телекомуникације</b></p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: <b>нема</b></p>
<p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: <b>нема</b></p>
<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
<b>Нове конфигурације микроталасних пасивних кола у технологији микрострип гребенастог таласовода на бази процепа</b>

#### **IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Навести кратак садржај са знаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.

Докторска дисертација је написана на српском језику на 168 страна. Садржи 9 поглавља, 10 табела, 176 слика и 98 навода из литературе. Кључна документација је написана на српском и енглеском језику.

Дисертација садржи следећа поглавља:

1. Увод
2. Теоријске основе технологије таласовода на бази процепа
3. Реализације кола у технологији таласовода на бази процепа
4. Микрострип гребенасти таласовод на бази процепа
5. Филтри реализовани у технологији микрострип гребенастог таласовода на бази процепа засновани на модификацији уземљених печ резонатора
6. Филтри реализовани у технологији микрострип гребенастог таласовода на бази процепа на милиметарским учестаностима
7. Дирекциони спрежник са 0-dB одлазним таласом реализован у технологији микрострип гребенастог таласовода на бази процепа
8. Закључак докторске дисертације
9. Литература

#### **V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Докторска дисертација бави се пројектовањем, фабрикацијом и карактеризацијом пасивних микроталасних кола, филтара пропусника опсега и спрежника снаге, реализованих у технологији микрострип гребенастог таласовода на бази процепа.

*Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације једногласно се слаже да је тема дисертације прецизно установљена и одговара предмету истраживања и садржаја рада у оквиру дисертације.*

##### **Прва глава**

У првој глави представљен је увод у којем је кандидат указао на константан раст захтева у погледу пројектовања кола на микроталасним и милиметарским учестаностима како би она одговорила на потребе за остваривањем већих брзина и преноса већих количина информација у савременим комуникационим системима. Такође, кандидат је предложио коришћење технологије микрострип гребенастог таласовода на бази процепа за испуњене представљених захтева и пројектовање компактних решења, ниских цена и високих перформанси.

Предложени су предмет и циљ истраживања, са акцентом на очекиване резултате и приказан је састав докторске дисертације.

*Комисија сматра да су проблем, предмет и циљ истраживања у дисертацији постављени концизно и јасно и да је кандидат успешно вођен кроз рад на изабраној теми.*

##### **Друга глава**

У другој глави ове дисертације кандидат је детаљно представио теоријске основе технологије таласовода на бази процепа. Представљене су реализације и врсте таласовода на бази процепа, са освртом на две најзначајније топологије таласовода на бази процепа; гребенастог таласовода на бази процепа и таласовода на бази процепа са каналом. Приказана је анализа базирана на основним градивним елементима таласовода на бази процепа; јединичној ћелији и супер ћелији таласовода. Анализа основних градивних елемената резултује дисперзионим дијаграмима који дефинишу радни опсег таласовода на бази процепа, тзв. забрањену зону, и мод који се простире унутар забрањене зоне. Додатно, приказана је детаљна анализа карактеристике квази-ТЕМ (енгл. *Quasi-Transverse Electromagnetic*) мода, доминантног мода код гребенастог таласовода на бази процепа. Такође, показан је начин апроксимације карактеристичне импедансе гребенастог таласовода на бази процепа коришћењем микрострип вода и стриплајна, као и анализа утицаја геометријских параметара на карактеристике дисперзионог дијаграма јединичне ћелије.

***Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације једногласно се слаже да детаљно образложен материјал из теорије у другој глави ове дисертације одговара јасном сагледавању предности које нуди предложена технологија. Комисија сматра да је хипотеза истраживања прецизно установљена у односу на постављене захтеве. Такође, комисија сматра да детаљна анализа представљена у овој глави нуди дубљи увид у понашање таласовода на бази процепа, разматрањем његових градивних елемената.***

### **Трећа глава**

У трећој глави ове дисертације детаљно су представљене реализације кола у технологији таласовода на бази процепа предложене у литератури. Прво су упоређене најзначајније топологије таласовода на бази процепа и представљене су њихове модификације. Затим су темељно разматране побуде структуре, у дисертацији назване транзицијама, којима се мање или више остварује искоришћење радног опсега таласовода на бази процепа, и дато је поређење њихових перформанси. Уследило је детаљно представљање филтарских топологија заснованих на таласоводима на бази процепа и поређење њихових перформанси и то: гребенастог таласовода на бази процепа, таласовода на бази процепа са каналом и микрострип гребенастог таласовода на бази процепа. На крају ове главе представљена су друга веома важна пасивна микроталасна кола, спрежници и делитељи снаге у таласоводима на бази процепа.

***Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације сматра да је веома детаљним представљањем кола реализованих у технологијама таласовода на бази процепа добијена нова ширина разумевања могућности које нуде кола у овој технологији. Сudeћи по броју публикација у литератури, комисија сматра да област филтара и спрежника реализованих у технологији микрострип гребенастих таласовода на бази процепа није довољно истражена и да нуди велике могућности и слободе у даљим настојањима за добијање нових кола врхунских перформанси у овој технологији.***

### **Четврта глава**

У четвртој глави ове дисертације представљено је пројектовање микрострип гребенастог таласовода на бази процепа, почевши од његових основних градивних елемената: јединичне ћелије и супер ћелије. Као резултат анализе градивни елементи дају дисперзионе дијаграме са којима је могуће веома једноставно сагледати понашање таласовода на бази процепа. За искоришћење што већег радног опсега предложеног таласовода на бази процепа пројектована је нова транзиција која се базира на коаксијалним водовима. Предложени микрострип гребенасти таласовод на бази процепа фабрикован је у технологији стандардних штампаних плоча и одликује се добрим перформансама. Мерења су извршена помоћу векторског анализатора мрежа, посматрањем параметара расипања,  $S$  параметара. Пројектовани таласовод пружа одговарајућу топологију за имплементацију резонатора и добијање филтарских одзива у даљим корацима.

***Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације сматра начин пројектовања предложене структуре врло корисним алатом за будуће анализе.***

### **Пета глава**

У петој глави ове дисертације представљени су филтри реализовани у технологији микрострип гребенастих таласовода на бази процепа. Пројектоване су четири филтарске топологије пропусника опсега учестаности, добијене увођењем нових предложених резонатора унутар топологије микрострип гребенастог таласовода на бази процепа, предложеног у глави четири. Резонатори су засновани на резонантним шупљинама и одликују се малим димензијама којима не ремете архитектуру таласовода. За пројектовање резонатора уведена је нова градивна јединица, супер ћелија резонатора, која анализом нуди увид у појаву резонантних модова у радном опсегу микрострип гребенастог таласовода. Пројектоване су филтарске топологије применом предложеног резонатора: филтар првог, другог, четвртог и петог реда. Прва три филтра су пројектована директном спрегом резонатора, док је филтар петог реда пројектован унакрсном спрегом између резонатора, што је резултовало елиптичним одзивом филтра. За пројектовање филтара искоришћене су криве фактора спреге и спољашњег фактора добротe, као и матрица спреге и оптимизација модела кола. Предложени филтри фабриковани су у технологији стандардних штампаних плоча и одликују се одличним измереним перформансама. Мерења су извршена помоћу векторског анализатора мрежа, посматрањем параметара расипања,  $S$

параметара. Пројектовани и фабриковани филтри представљају главни допринос ове дисертације. На крају ове главе дато је поређење карактеристика предложених филтара са филтрима предложеним у литератури.

*Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације сматра да је пројектовање предложених филтара јасно и детаљно наведено, као и да је увођењем додатног градивног елемента понуђен још један алат за проширење анализе кола у технологији таласовода на бази процена.*

#### **Шеста глава**

У шестој глави ове дисертације представљене су нове топологије филтара пројектоване за рад у милиметарском опсегу учестаности. Филтри су базирани на новим предложеним резонаторима са два међусобно ортогонална мода на истим учестаностима. Нови резонатори су пројектовани новом предложеном супер ћелијом резонатора. Уношењем одговарајућих пертурбација у структуру предложеног резонатора два ортогонална мода раздвојена су у спектру и добијен је филтарски одзив. Овај приступ је искоришћен за пројектовање два филтра. Први филтар са два пола реализован је са једним резонатором, док је други филтар са четири пола реализован са два спрегнута резонатора. За подршку филтарским топологијама додатно је пројектован нови микрострип гребенасти таласовод на бази процена, за рад на милиметарском опсегу учестаности. Упоредо са пројектовањем таласовода пројектована је и нова коаксијална транзиција за рад у милиметарском опсегу учестаности. За пројектовање филтара искоришћена је процедура синтезе матрице спреге. Предложени филтри фабриковани су у технологији стандардних штампаних плоча и одликују се одличним измереним перформансама у милиметарском опсегу учестаности. Мерења су извршена помоћу векторског анализатора мрежа, посматрањем параметара расипања,  $S$  параметара. Пројектовани и фабриковани филтри који раде на милиметарским учестаностима, прве су врсте оваквих филтара предложених у литератури.

*Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације сматра да је пројектовање и ових филтара јасно и детаљно наведено. Такође, предложени филтри показују јасан потенцијал примене ове технологије за добијање кола добрих перформанси и малих димензија у милиметарском опсегу учестаности.*

#### **Седма глава**

У седмој глави представљено је пројектовање дирекционог спрежника са 0-dB одлазним таласом. Спрежник је заснован на технологији микрострип гребенастог таласовода. За добијање спрежника специјално је пројектован микрострип гребен са посебно дизајнираним уводним линијама, како би се онемогућило спрезање блиско постављених портова резонатора. За пројектовање спрежника предложена је супер ћелија спрежника. Спрезањем два предложена таласовода, мод таласовода ће се раздвојити на парни и непарни мод. Анализа супер ћелије спрежника резултује приказом парног и непарног мода унутар радног опсега таласовода на бази процена. Помоћу добијених модова може се прорачунати разлика фазне константе која интуитивно показује дужину спрезања. Дужина спрезања се може прорачунати и аналитичком методом. Спрежник је пројектован и окарактерисан добрим нивоима спреге, уз нешто веће физичке димензије, због велике дужине спрезања.

*Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације сматра да је пројектовање новог пасивног кола у технологији таласовода на бази процена, попут предложеног спрежника, корак ка бољем упознавању могућности које нуди ова технологија.*

#### **Осма глава**

У осмој глави ове дисертације дат је општи закључак о оствареним резултатима истраживања.

*Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације сматра да су одговарајући закључци донети на основу представљених резултата и да предложени резултати значајно доприносе даљем разматрању и имплементацији ове технологије у новим колима.*

#### **Девета глава**

У деветој глави дат је списак коришћене литературе.

*Комисија је мишљења да обим и квалитет анализираних референци представља добру основу за истраживачки рад у предметној области.*

**VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ**

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у часопису са ISI листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 01. јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

**Рад у врхунском међународном часопису (M21)**

1. **S. Birgermajer**, N. Janković, V. Radonić, V. Crnojević-Bengin, and M. Bozzi, "Microstrip-Ridge Gap Waveguide Filter Based on Cavity Resonators With Mushroom Inclusions," *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 66, no. 1, pp. 136–146, Jan. 2018.

**Рад у истакнутом међународном часопису (M22)**

1. **S. Birgermajer**, N. Janković, V. Crnojević-Bengin, and V. Radonić, "Millimetre-Wave Dual-Mode Filters Realized in Microstrip-Ridge Gap Waveguide Technology," *Int. J. Infrared Millimeter Waves*, 2018. – прихваћен

**Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)**

1. **S. Birgermajer**, N. Jankovic, V. Crnojevic-Bengin, M. Bozzi, and V. Radonic, "Forward-wave 0 dB directional coupler based on microstrip-ridge gap waveguide technology," *13th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications (TELSIKS)*, 2017, pp. 154–157.

## VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У склопу докторске дисертације извршено је истраживање из области пројектовања пасивних структура у технологији микрострип гребенастог таласовода на бази процепа. Основни потенцијал ове дисертације представљен је у пројектовању шест филтарских топологија у технологији микрострип гребенастог таласовода на бази процепа, нарочито топологија које раде на милиметарском опсегу учестаности. Такође, пројектовано је још једно пасивно коло, дирекциони спрежник са 0-dB одлазним таласом.

Као алат за анализу различитих градивних елемената микрострип гребенастих таласовода на бази процепа, пројектовани су основни градивни елементи - јединична ћелија и супер ћелија таласовода, и помоћни градивни елементи - супер ћелија резонатора и супер ћелија спрежника. Јединична ћелија нуди увид у опсег учестаности, односно радни опсег таласовода. Супер ћелија таласовода даје увид у карактеристике мода који се простире унутар радног опсега. Супер ћелија резонатора и супер ћелија спрежника, дају увид у особине резонантних модова унутар радног опсега, односно приказују парне и непарне модове спрежника.

Свака од филтарских реализација захтева топологију микрострип гребенастог таласовода за имплементацију резонатора. Поред секција таласовода за побуду резонатора искоришћене су предложене транзиције и конектори за одговарајуће опсега учестаности.

Прва филтарска решења у овој дисертацији одликују се малим димензијама предложених резонатора и добрим перформансама по питању ширине опсега и губитака у поређењу са другим колима из литературе.

Друга филтарска решења заснована на резонатору са два ортогонална мода, понудила су могућност рада на милиметарским учестаностима. Такође, пошто се ради о резонаторима са два мода, филтарске одзиве је могуће постићи са једним резонатором, уношењем пертурбације, чиме се ортогонални модови раздвајају у спектру. На тај начин смањен је број резонатора у колу са фактором два. Предложени резонатори и филтри засновани на резонаторима ове врсте прве су такве структуре предложене у литератури.

Предложени спрежник у овој дисертацији такође представља први дирекциони спрежник са 0-dB одлазним таласом предложен у литератури. Пројектовани спрежник одликују добре перформансе али услед већих димензија, због већих дужина спрезања, потребна су додатна истраживања.

Кола представљена у овој дисертацији нуде ниже цене фабрикације коришћењем јефтине, поуздане и добро установљене стандардне технологије штампаних плоча. Такође, сва кола пројектована у технологији микрострип гребенастог таласовода, пружају могућност једноставне интеграције са другим планарним колима.

## VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Прегледом докторске дисертације Комисија закључује да је приказ дисертације јасно структуриран, прегледан, систематичан и у складу са темом дисертације. Тумачење резултата је аргументовано, а изведени закључци проистичу из добијених резултата истраживања.

Дисертација је проверена у софтверу за детекцију плагијаризма (*iThenticate*). Извештај о подударности је показао да је преклапање текста у складу са дозвољеним границама.

У складу са наведеним Комисија ПОЗИТИВНО оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања.

## IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

Да. Дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Да. Докторска дисертација својим насловом, садржајем, резултатима истраживања и начином тумачења тих резултата садржи све битне елементе који се захтевају у радовима овакве врсте.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Анализом доступне литературе из области, кандидат је врло детаљно и јасно приказао недовољно искоришћен потенцијал који нуди технологија микрострип таласовода на бази процепа за пројектовање пасивних кола, филтара и спрежника, на микроталасним и милиметарским учестаностима.

Кандидат је пројектовао и фабриковао филтре и спрежнике у јефтиној технологији фабрикације (енгл. *Printed Circuit Board* - РСВ), који су окарактерисани са добрим перформансама.

Реализована филтарска решења упоређена су са решењима из литературе и показано је да су она дала значајно боље перформансе по питању ширине пропусног опсега и губитака.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања  
Дисертација нема недостатке који би значајније утицали на резултате истраживања.

**X ПРЕДЛОГ:**

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

**да се докторска дисертација кандидата Слободана Биргермајера под насловом „Нове конфигурације микроталасних пасивних кола у технологији микрострип гребенастог таласовода на бази процепа ” прихвати, а кандидату одобри одбрана.**

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ  
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

У Новом Саду, 18. септембра 2018.

---

Др Вера В. Марковић, редовни професор,  
Електронски факултет, Ниш, председник комисије

---

Др Јелена Радић, доцент,  
Факултет техничких наука, Нови Сад, члан

---

Др Наташа Самарцић, доцент,  
Факултет техничких наука, Нови Сад, члан

---

Др Југослав Јоковић, научни сарадник,  
Електронски факултет, Ниш, члан

---

Др Горан Стојановић, редовни професор,  
Факултет техничких наука, Нови Сад, ментор

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.