

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)

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију 29.11.2018. решењем бр. 012-199/53-2017, Наставно-научно веће Факултета техничких наука</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> <ul style="list-style-type: none"> - др Љиљана Живанов, редовни професор, уже научна област Електроника, изабрана у звање 01.10.2000. године, Факултет техничких наука, Нови Сад - др Милољуб Луковић, научни саветник, уже научна област Микроелектроника и електротехнички материјали, изабран у звање 28.09.2016. године, Институт за мултидисциплинарна истраживања, Универзитет у Београду, Београд - др Александар Менићанин, виши научни сарадник, уже научна област Електроника, изабран у звање 26.04.2016. године, Институт за мултидисциплинарна истраживања, Универзитет у Београду, Београд - др Миодраг Милутинов, доцент, уже научна област Теоријска електротехника, изабран у звање 15.07.2017. године, Факултет техничких наука, Нови Сад - др Мирјана Дамњановић, редовни професор, уже научна област Електроника, изабрана у звање 07.10.2016. године, Факултет техничких наука, Нови Сад
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Чедо, Јожеф, Жлебич</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 9. септембар 1987, Нови Сад, Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Факултет техничких наука, Нови Сад, Енергетика, електроника и телекомуникације, мастер инжењер електротехнике и рачунарства</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 17.01.2012, Енергетика, електроника и телекомуникације</p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране:</p> <p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука:</p>
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: Утицај једносмерне струје на карактеристике подешљивих феритних компоненти
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл. Научни приказ истраживања и реализације постављених циљева дисертације кандидат је презентовао на 117 страна, кроз девет поглавља. Дисертација садржи 89 слика, 9 табела, 2

прилога и списак литературе са 90 референци.

Докторска дисертација под насловом „Утицај једносмерне струје на карактеристике подешљивих феритних компоненти“ састоји се од следећих поглавља:

1. Увод
2. Преглед литературе
3. Моделовање и карактеризација SMD индуктора
4. Пројектовање подешљиве феритне компоненте
5. Пројектовање подешљиве феритне компоненте за примену у DC-DC конвертору
6. Дискусија
7. Закључак
8. Литература
9. Прилог

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Научна расправа која је изложена у дисертацији бави се пројектовањем и анализом рада феритних компоненти, чије карактеристике се могу подешавати помоћу једносмерне струје. Предложена је и мерна метода која омогућава испитивање утицаја једносмерне струје на карактеристике индуктора у реалном окружењу.

Комисија сматра да је наслов дисертације јасно формулисан и да јасно указује на предмет истраживања и садржај рада у оквиру дисертације.

Прво поглавље

У првом поглављу је кандидат указао на значај и потребу коришћења подешљивих феритних компоненти у различитим применама, јер ова компонента омогућава добијање оптималних карактеристика електронских кола. Дефинисани су предмет и циљ истраживања, са нагласком на очекиване резултате.

Комисија сматра да су проблем, предмет и циљ истраживања у дисертацији постављени концизно и јасно и да су успешно водили кандидата кроз рад на изабраној теми.

Друго поглавље

У другом поглављу дат преглед литературе из области мерења утицаја једносмерне струје на карактеристике индуктора. Приказани су различити начини реализације и примене подешљивих индуктора у савременим електронским колима, као што су DC-DC конвертори, трансформатори, соларни фотоволтаични системи микромрежа, RFID системи и друге. Размотрено је тренутно стање у области коришћења подешљивих компоненти. Приказане су специфичности појединих конфигурација у којима се користе подешљиви индуктори.

Комисија сматра да изнети теоријски материјал омогућава да се у потпуности сагледају и разумеју изазови и важност примене подешљивих индуктора у различитим електронским колима. Наглашен је значај подешавања карактеристика феритне компоненте само под утицајем једносмерне струје.

Треће поглавље

У трећем поглављу кандидат је приказао резултате испитивања утицаја једносмерне струје на магнетске карактеристике индуктора. Приказана је и развијена мерна метода, која омогућава ефикасну карактеризацију индуктора под утицајем једносмерне струје у широком фреквенцијском опсегу. Метода је верификована мерењем карактеристика комерцијалних SMD индуктора. Приказан је поступак одређивања магнетских параметара индуктора. Описана је предложена мерна поставка, која се састоји од векторског анализатора мреже, чији се излазни сигнали (S-параметри) мере, а затим одговарајућим поступком трансформишу у електричне параметре индуктора.

На основу приказане мерне методе и поступка карактеризације индуктора, Комисија сматра да је предложена мерна метода за карактеризацију индуктора одговарајућа, једноставна и да омогућава одређивање карактеристика подешљивих индуктора на основу мерења S-параметара.

Четврто поглавље

У четвртом поглављу, приказан је поступак пројектовања подешљиве феритне компоненте. Приликом пројектовања подешљиве феритне компоненте, потребно је водити рачуна о: жељеној индуктивности, губицима у језгру, о једносмерној струји која се користи за побуђивање, као и о амплитуди наизменичне струје (корисног сигнала). Приказан је поступак анализе и избора кључних геометријских параметара и избор материјала, са циљем да се реализује што боља компонента за конкретну примену. Посебно су анализиране карактеристике феритног материјала, који доминантно утиче на перформансе и својства пројектоване компоненте. Карактеризација феритног језгра и познавање његових магнетских особина представљају полазну тачку приликом пројектовања индуктора. Језгро треба да има велику специфичну отпорност, односно мале губитке, како би ефикасност индуктора била што већа, као и велику пермеабилност чиме се обезбеђује велика густина магнетског флукса. Као језгра подешљивих феритних компоненти, коришћена су језгра израђена у технологији нискотемпературних заједно печених керамика (*Low temperature Co-fired Ceramic* - LTCC технологија). Предложена су четири узорка у облику торуца која су произведена од комерцијално доступне LTCC феритне траке ESL 40011. Ови материјали су одабрани јер су предвиђени за рад на високим фреквенцијама где треба да имају велику пермеабилност. Пошто максимална температура печења утиче на карактеристике феритних материјала, предложени узорци су печени температурним профилима са различитим максималним температурама (1200 °C, 1100 °C, 1000 °C и 885 °C). Приказан је утицај једносмерне струје на карактеристике магнетског језгра при константној амплитуди наизменичне струје и утицај наизменичне струје на карактеристике магнетског језгра уз одсуство једносмерне компоненте струје.

У овом поглављу је кандидат дефинисао основне захтеве које треба да испуњава пројектована подешљива феритна компонента. Комисија је мишљења да је поступак пројектовања јасно објашњен и да су резултати анализе рада пројектоване феритне компоненте јасно приказани и образложени. Поступак избора феритне компоненте одговарајуће за рад у жељеном опсегу радних фреквенција је јасно приказан, као и објашњење како постићи што мању снагу губитака у зависности од максималне вредности магнетске индукције.

Пето поглавље

У петом поглављу је приказано пројектовање подешљиве феритне компоненте у/за примену у DC-DC конверторима. Предложена компонента је уграђена у DC-DC конвертор LTC3125 произвођача Linear Technology, чија је радна фреквенција 1,6 MHz. Овај DC-DC конвертор је изабран јер је могуће екстерним отпорником контролисати улазну струју кроз индуктор, а тиме помоћу струје подешавати карактеристике реализоване феритне компоненте која ће бити коришћена као индуктор у колу DC-DC конвертора. Према измереним резултатима, утврђено је да узорак S885 има најмање губитке у поређењу са осталим узорцима који су печени на вишим температурама за вредности $B_m < 20 \text{ mT}$.

Комисија сматра да је приказана примена подешљивог индуктора у колу DC-DC конвертора потврдила очекивану могућност подешавања индуктивности феритне компоненте. Тестирање је показало да се контролом једносмерне струје кроз индуктор може обезбедити одговарајућа индуктивност, а тиме и ефикасност DC-DC конвертора.

Шесто поглавље

У шестом поглављу је дата дискусија добијених резултата мерења и постигнутих карактеристика подешљиве феритне компоненте. Наведене су предности развијене методе за испитивање утицаја јадносмерне струје на карактеристике SMD индуктора.

На основу теоријске анализе и тестирања, спроведена је свеобухватна дискусија рада пројектоване феритне компоненте и добијених резултата. Приказан је механизам промене

индуктивности под дејством једносмерне струје. Приказан је утицај наизменичне струје и зависност губитака у магнетским језгрима. Упоредно су језгра добијена различитим температурним профилима печења. Наведене су предности решења у односу на слична из литературе, као и његова ограничења у примени. Такође, дате су смернице за даља унапређења и истраживања у области.

Седмо поглавље

У седмом поглављу су изнети закључци о оствареним резултатима истраживања.

Комисија сматра да су закључци донети на бази изложених резултата и да потврђују могућност примене предложене подешљиве феритне компоненте.

Осмо поглавље

Осмо поглавље садржи списак коришћене литературе.

Комисија сматра да је коришћена литература актуелна и правилно одабрана према теми истраживања.

Девето поглавље

У деветом поглављу су дати прилози који се односе на мерне методе приказане у дисертацији.

Комисија сматра да је на одговарајући начин приказан утицај мерне поставке на тачност мерења. Анализа је приказана графички. На одговарајући начин је образложено и коришћење модификоване електричне шеме за мерење утицаја наизменичне струје на промену индуктивности предложених подешљивих феритних компоненти.

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

Рад у истакнутом међународном часопису (M22):

1. Čedo Žlebič, Dragan Kljajić, Nelu Blaž, Ljiljana Živanov, Aleksandar Menićanin, Mirjana Damnjanović: "Influence of DC Bias on the Electrical Characteristics of SMD Inductors", IEEE Transactions on Magnetics, vol. 51, no. 1, art. no. 6500204, pp. 1-4, 2015. (ISSN: 0018-9464) (DOI: 10.1109/TMAG.2014.2356253)
2. Čedo Žlebič, Miodrag Milutinov, Ljiljana Živanov, Andrea Marić, Nelu Blaž, Goran Radosavljević: "Influence of Sintering Temperature on the Magnetic Properties of LTCC Ferrite Tape for Multilayer Component Applications", Journal of Materials Science: Materials in Electronics, vol. 29, no. 5, pp. 4190-4200, 2017. (ISSN: 1573-482X) (DOI: <https://doi.org/10.1007/s10854-017-8364-6>)

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33):

3. Čedo Žlebič, Nelu Blaž, Ljiljana Živanov, Mirjana Damnjanović, Aleksandar Menićanin: "Application for Fast Determination of Inductor's Electrical Characteristics from S-parameters", IEEE 29th International Conference on Microelectronics – MIEL, Beograd, Srbija, 12-15. maj 2014, pp. 431-434 (ISBN: 978-1-4799-5294-6)

Прототип, нова метода, софтвер, стандардизован или атестиран инструмент (M85):

4. Čedo Žlebič, Nelu Blaž, Ljiljana Živanov, Mirjana Damnjanović, Aleksandar Menićanin: „Programski alat za brzo određivanje električnih karakteristika induktora iz S-parametara“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, broj projekta: TR-32016, 2014.
5. Čedo Žlebič, Dragan Kljajić, Nelu Blaž, Ljiljana Živanov, Mirjana Damnjanović, Aleksandar

Menićanin: „Metoda za određivanje uticaja DC struje na električne karakteristike SMD induktora“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, broj projekta: TR-32016, 2015.

6. Čedo Žlebić, Nelu Blaž, Miodrag Milutinov, Ljiljana Živanov, Mirjana Damjanović: „Prototip podešljivog feritnog induktora korišćenjem jednosmerne struje“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, broj projekta: TR-32016, 2017.

VII ZAKЉUČCI OДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У овој дисертацији, приказано је пројектовање подешљиве феритне компоненте, чије карактеристике се могу подешавати применом једносмерне струје. Испитана је могућност коришћења језгара израђених од ESL 40011 маатријала, као језгара за подешљиве феритне компоненте. Предложена торусна језгра су печена различитим температурним профилима, на различитим максималним температурама (1200 °C, 1100 °C, 1000 °C и 885 °C). Утицај температуре печења феритних језгара испитан је мерењем густине снаге губитака, В-Н хистерезисне петље, дејства једносмерне и наизменичне струје на индуктивност и Q фактор. На основу резултата мерења, могуће је изабрати језгро са оптималним карактеристикама за конкретну примену подешљиве феритне компоненте.

Реализоване подешљиве феритне компоненте са S885 и S1100 језгрима су коришћене у колу DC-DC конвертора подизача напона LTC3125. Измерена је ефикасност конвертора са предложеним феритним компонентама и установљено је да највећу ефикасност даје компонента са S1100 језгром. На тај начин је верификована примена подешљивих феритних компоненти.

У дисертацији је предложена и мерна метода за мерење утицаја једносмерне струје на магнетске особине SMD индуктора. Дат је детаљан опис поставке и процеса мерења, као и опис мерне опреме. Метода је верификована испитивањем утицаја једносмерне струје на неколико комерцијалних SMD компоненти произвођача Fair-Rite и Coilcraft. Измерени резултати су у складу са подацима које су обезбедили произвођачи чиме је потврђена ефикасност мерне методе.

Предложени су правци даљег истраживања, који укључују даље испитивање могућности примене реализованих подешљивих феритних компоненти у подешљивим LC филтрима и RFID системима.

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 индекс сличности 2 %.

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 у целини написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?

Да, дисертација садржи све битне елементе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?

У овој докторској дисертацији су предложене феритне компоненте чије се карактеристике могу подешавати једносмерном струјом. Као језгра феритне компоненте, предложена су четири ESL 40011 магнетска језгра, која су печена на различитим температурама. Детаљно

<p>је анализиран утицај температуре печења на магнетске карактеристике предложених феритних језгара. У дисертацији је предложена и мерна метода за испитивање утицаја једносмерне струје на карактеристике SMD индуктора. Уз методу је развијен и софтверски алат који омогућава брзо и једноставно израчунавање магнетских карактеристика SMD индуктора.</p>
<p>4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања.</p> <p>У дисертацији нису уочени значајни недостаци који би утицали на резултат истраживања</p>
<p>X ПРЕДЛОГ:</p>
<p>На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:</p>
<p>- да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију под насловом „Утицај једносмерне струје на карактеристике подешљивих феритних компоненти“ и предлаже да се Извештај о оцени докторске дисертације прихвати, а кандидату одобри одбрана.</p>

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

У Новом Саду, 15. јануара 2019. године

Др Љиљана Живанов, редовни професор,
председник

Др Милољуб Луковић, научни саветник, члан

Др Александар Менићанин, виши научни
сарадник, члан

Др Миодраг Милутинов, доцент, члан

Др Мирјана Дамњановић, редовни професор,
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.