



## УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ - ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73, 11000 Београд, Србија

Тел. 011/324-8464, Факс: 011/324-8681

### КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 22.05.2018. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада Јанка Челиковића, дипл. инж. електротехнике и рачунарства, под насловом „Дизајн хардверског модула за конверторе на више нивоа заснованог на галијум нитрид енергетским прекидачима“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Јанко Челиковић је рођен 11.01.1993. године у Крагујевцу. Завршио је основну школу „Јован Поповић“ у Крагујевцу као вуковац. Уписао је Прву крагујевачку гимназију, коју је такође завршио као носилац вукове дипломе. Електротехнички факултет у Београду уписао је 2012. године на одсеку за Електротехнику и рачунарство, смер Електроника. Дипломирао је са просечном оценом 9,7, а дипломски рад одбацио је у септембру 2016. године са оценом 10. Мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на модулу за електронику уписао је у октобру 2016. године. Положио је све испите са просечном оценом 10,0.

#### 2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 79 страна, са укупно 72 слике, 12 табела и 56 референци. Рад садржи увод, 6 поглавља, закључак (укупно 8 поглавља), списак коришћене литературе и додатак у виду 4 секције.

Прво поглавље представља увод у коме су описаны предмет и циљ рада. Представљена је мотивација за реализацију предложеног хардверског модула. Разматрани су разлози због којих је неопходан општи систем за реализацију конвертора, укључујући и конверторе на више нивоа. Описаны су захтеви на основу којих је хардверски модул реализован.

У другом поглављу је дискутовано о галијум нитрид полупроводничком материјалу као материјалу следеће генерације полупроводника. Дат је кратак историјски преглед претходних технологија, извођење параметара за оцену полупроводника и поређење галијум нитрида са другим полупроводничким материјалима. Приложена је анализа каскодне структуре галијум нитрид и силицијумског транзистора.

У трећем поглављу је описан основни принцип конверзије енергије код прекидачких конвертора. Описана је прекидачка ћелија као основна градивна структура конвертора и предложена је проширене дефиниција ове структуре. За основни дизајн разматраног хардверског модула је управо узета прекидачка ћелија. Објашњени су разлози зашто се ова структура састоји из два енергетска прекидача који раде у комплементарном режиму. Приложени су разни примери конверторских топологија са прекидачком ћелијом као градивним елементом.

Четврто поглавље описује структуру предложеног система са хардверским модулом и при том су дата два предлога архитектуре, при чему је само једна реализована. Такође је

предложена реализација помоћних модула који би употпунили цео систем за креирање конверторских прототипова.

У оквиру петог поглавља детаљно је описан хардверски модул базиран на галијум нитрид енергетским прекидачима. Прво је разматрана селекција галијум нитрид енергетских прекидача. Потом је анализиран сваки подсистем у оквиру хардверског модула, као што су интерфејси, драјверско коло, коло за мерење напона, коло за мерење струје и остала кола. На крају овог поглавља разматрано је о дизајну штампане плоче модула.

У шестом поглављу дат је хардверски опис два реализована помоћна модула, а то су микроконтролерски и кондензаторски модули. Представљене су функционалности ових модула и описани детаљи њиховог дизајна. На крају је анализиран механички дизајн за међусобно повезивање модула.

У оквиру седмог поглавља приложени су сви сакупљени експериментални резултати. Приказан је реализован прототип конвертора на 4 нивоа као демонстрација функционисања читавог система. Пре тога је дискутован принцип рада реализоване топологије на четири нивоа. Приказани су измерени напони и струје које карактеришу једну прекидачку ћелију. На крају поглавља је дат списак уочених неправилности у дизајну.

Осмо поглавље је закључак у оквиру кога је описан значај описаног решења и могућа даља унапређења. Резимирани су резултати рада као и изазови приликом пројектовања.

### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад кандидата Јанка Челиковића, дипл. инж. електротехнике и рачунарства, бави се проблематиком дизајнирања хардверског модула заснованом на галијум нитрид енергетским прекидачима у оквиру флексибилног система за реализацију конвертора на више нивоа.

У мастер раду је дато теоријско разматрање основних принципа прекидачких конвертора и њихове структуре у циљу анализирања начина реализације система чија је главна сврха формирање прототипова конвертора на више нивоа. Главни закључак је да је основни градивни елемент прекидачких конвертора прекидачка ћелија која се састоји од једног паре комплементарних прекидача. На основу ове анализе, дат је предлог архитектуре читавог модуларног система, који поседује засебно прекидачки, кондензаторски и контролни модул. Сваки од ових модула врши одређену улогу у оквиру конверторске топологије. Фокус ове тезе је прекидачки модул и детаљно је изложена његова хардверска реализација. Главни допринос ове тезе јесте предлог топологије саме прекидачке ћелије, тј. модула, као и дефинисање начина дизајнирања штампане плоче. Разматран модул је хардверски реализован и тестиран. Функционалност система је верификована реализацијом конвертора на четири нивоа. У раду су изложени сви релевантни експериментални резултати који дефинишу перформансе система.

У оквиру овог рада остварени су следећи циљеви: 1) Анализа теорије прекидачких конвертора и приказивање модуларне природе конвертора; 2) Дефинисање архитектуре система конвертора реализованих у виду модула; 3) Приказ и методологија пројектовања целокупног хардвера у оквиру области енергетске електронике; 4) Примена пројектованог хардвера у експерименталном окружењу, формирањем реалног прекидачког конвертора снаге два киловата; 5) Карактеризација и тумачење добијених експерименталних резултата; 6) Отварање могућности наставка рада на развоју овог система, излагањем предлога за будући рад.

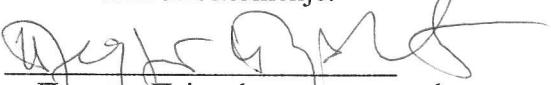
#### 4. Закључак и предлог

Кандидат Јанко Челиковић, дипл. инж. електротехнике и рачунарства, у свом мастер раду је успешно реализовао хардверски модул базиран на галијум нитрид енергетским прекидачима, у оквиру система за прављење конверторских прототипова. Предложен систем значајно олакшава и убрзава реализацију прекидачких конвертора као и теситрање управљачких алгоритама конвертора. Кандидат је исказао самосталност и систематичност у своме поступку као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

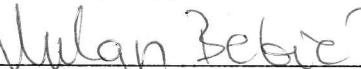
На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад кандидата Јанка Челиковића, дипл. инж. електротехнике и рачунарства, под насловом „Дизајн хардверског модула за конверторе на више нивоа заснованог на галијум нитрид енергетским прекидачима“, прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 01. 06. 2018. године

Чланови комисије:

  
др Предраг Пејовић, редовни професор

  
др Радивоје Ђурић, доцент

  
др Милан Бебић, доцент.