



# 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 09.06.2015. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Велибора Симовића под насловом „Пројектовање и практична реализација инвертора за индукционо гријање“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Велибор Симовић је рођен 16.03.1987. године у Београду. Завршио је основну школу "Дашо Павичић" у Херцег Новом, са одличним успехом као носилац дипломе „Луча“. Уписао је општу гимназију "Иван Горан Ковачић" у Херцег новом и завршио је 2006. године одличним успехом. Електротехнички факултет универзитета у Београду уписао је 2006. године. Дипломирао је на смеру Енергетски претварачи и погони 2013. године, дипломски рад под насловом "Симулација трофазног инвертора у програмском пакету PSpice", ментор Проф. Слободан Вукосавић, одбранио је у децембру 2013. године са оценом 10. Мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, модул Енергетска ефикасност, уписао је 2014. године.

Од 01.05.2015. до 31.08.2017. је запослен у компанији Бета Електроник. Запослен је на позицији инжењера у развоју енергетских претварача. Од 01.09.2017. ради у компанији Микроелектроника на позицији инжењера у пројектовању развојних система.

#### 2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 60 страна, са укупно 34 слике, 2 табеле и 5 референци. Рад садржи увод, 14 поглавља и закључак (укупно 16 поглавља) и списак коришћене литературе.

Прво поглавље представља увод се приказује садржај рада и технички значај и принцип индукционог загревања.

У другом поглављу се описују две компоненте загревања шарже (загреваног материјала): Цулови губици услед протицања наизменичне струје и губици услед магнетног хистерезиса, у случају да је шаржа од феромагнетног материјала).

У трећем поглављу се разматра начин моделовања система индуктора и индукта, односно формирање заменске шеме чијим се решавањем могу одредити карактеристичне вредности индукционог загревања. Наводе се типичне апроксимације на основу којих се дефинише заменска шема. У четвртном поглављу се објашњава начин примене методе коначних елемената на одређивање расподеле електромагнетног и топлотног поља за одређивање параметара шарже за различите конструкционе карактеристике и струје индуктора. Пето поглавље разматра редно-паралелно осцилаторно коло, као широко примењиваног техничког решења које се користи у техници индукционог загревања. Изведени су изрази за карактеристичне инпедансе, као и за резонантне учестаности.

У шестом поглављу се дају израчунате вредности примењених елемената (кондензатора и редне пригушнице за формирање резонантног кола), као и потребна вредност основног хармоника напона инвертора.

У седмом поглављу се даје прорачун редне пригушнице и дају њене карактеристике до којих се дошло применом описаног поступка. У осмом поглављу се описује поступак димензионисања транзистора и диода инвертора, односно одређују губици који доводе до њиховог загревања. Девето поглавље се бави одабиром хладњака. Десето поглавље се бави одабиром кондензатора.

Једанаесто поглавље описује реализовани инвертор, са енергетским и мерно-управљачким делом. Дванаесто поглавље описује прилагођења сигнала на напонски ниво дигиталног сигналног процесора (0-3.3V). Тринаесто поглавље описује управљачку електронику - плоча „dsPIC33E USB Starter Kit“ и експанзиона плоча произвођача „Microchip“. На плочи се налази дигитални сигнални процесор dsPIC33EP512MU810. Четрнаесто поглавље описује реализовани управљачки софтвер.

Петнаесто поглавље приказује резултате мерења на реализованом уређају.

У закључку се сумира значај проблема, практична реализација у оквиру мастер рада, као и могућа побољшања, односно правци евентуално даљег рада.

### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Велибора Симовића се бави проблематиком индукционог загревања, код кога се енергија од електричног извора (електро-дистрибутивна мрежа) преноси до предмета топлотне обраде (шарже) путем електромагнетног поља. Овакав начин загревања има низ предности, пре свега због одсуства електричних контаката са шаржом, где постоји опасност оштећења површи.

Ради се о комплексној области, која захтева прорачуне магнетног поља, расподеле температуре, дефинисања оптималне конфигурације електричног кола (директно прикључење индуктора или формирање резонантног кола), пројектовање и реализацију полупроводничког претварача којим се формира напон високе учестаности (пројектована учестаност 16.4 kHz).

Кандидат је реализовао конкретан уређај, због чега је прошао кроз све фазе горе наведене техничке аспекте. Због ове чињенице, рад спада у категорију технички најсложенијих мастер радова, а кандидат је показао високе инжењерске способности и рад са савременим прорачунским и хардверским техникама.

Основни доприноси рада су: 1) формирање заменске шеме, односно модела електро индукционог уређаја, кроз коју се могу анализирати различити радни режими рада уређаја, 2) примена савремених прорачунских техника заснованих на методи коначних елемената, као корисног софтверског алата за пројектовање, 3) формирање LLC осцилаторног кола и одређивање карактеристичних величина: струје кроз индуктор и струје инвертора, 4) реализован је уређај којим се загрева феромагнетна шаржа, при чему је развијен комплетан инвертор, са својим енергетским и управљачким делом, 5) инверторски уређај је пуштен у рад и извршено је тестирање његових карактеристика, уз коментар слагања са резултатима прорачуна и симулација.

### 4. Закључак и предлог

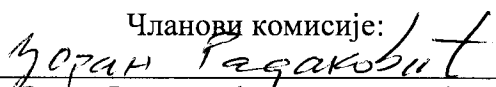
Кандидат Велибор Симовић је у свом мастер раду успешно размотрио проблематику електроиндукционог загревања, уз практичну реализацију и тестирање уређаја инверторског уређаја.

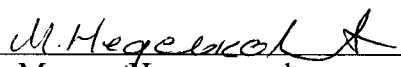
Кандидат је исказао самосталност и високе инжењерске способности, како у шћењу савремених софтверских алата, тако и у раду на реалном хардверу..

На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Велибора Симовића прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 18. 09. 2017. године

Чланови комисије:

  
Др Зоран Радаковић, редовни професор

  
Др Милош Недељковић, доцент