



## 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 07.06.2022. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Раствка Секића под насловом „Оптимизација параметара и пројектовање расхладног система синхроног мотора са намотаним ротором за погон електричних возила“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Раствко Секић је рођен 15.3.1996. године у Београду, где је завршио основну школу и 14. Београдску гимназију 2015. године. Исте године уписао је основне студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Дипломирао је на модулу Енергетика 2020. са просечном оценом 7,98. Дипломски рад одбранио је у септембру 2020. године са оценом 10. Октобра исте године уписао је мастер академске студије, на Електротехничком факултету у Београду, на модулу Енергетска ефикасност. Положио је све испите на мастер студијама са просечном оценом 8,80.

#### 2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Раствко Секић (3156/2020) је као припрему за израду мастер рада „Оптимизација параметара и пројектовање расхладног система синхроног мотора са намотаним ротором за погон електричних возила“ урадио истраживање релевантне литературе која се односи на област електричних машина. У оквиру истраживања коришћено је следећих 13 референци:

- [1] <https://www.femm.info/wiki/HomePage>.
- [2] <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>.
- [3] <https://www.motor-design.com/motor-cad/>.
- [4] Daniel C. Ludois. „Brushless and Permanent Magnet Free Wound Field Synchronous Motors for EV Traction“. University of Wisconsin -Madison 1415 Engineering Dr. Madison, WI 53706. 2017.
- [5] Shigeo Sakurai, Takeshi Suwazono. „EV Traction Wound Field Synchronous Motor“ Meiden Review Series No.182 2021 No.2.
- [6] Federica Graffeo. „Design and analysis of different rotor configurations for wound field synchronous machines“. 2020.
- [7] J. Pyrhonen, T. Jokinen, and V. Hrabovcova. "Design of Rotating Electrical Machines". Wiley, 2014
- [8] Sang-Hwa Do, Byeong-Hwa Lee, Ho-Young Lee and Jung-Pyo Hong. „Torque Ripple Reduction of Wound Rotor Synchronous Motor using Rotor Slits“.
- [9] Z. Azar, Z.Q. Zhu, Fellow, IEEE, and G. Ombach. „Influence of Electric Loading and Magnetic Saturation on Cogging Torque, Back-EMF and Torque Ripple of PM Machines“. IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, VOL. 48, NO. 10, OCTOBER 2012
- [10] Stefano Nuzzo, Michael Galea, Chris Gerada, Neil Brown. „A Fast method for Modelling Skew and its Effects in Salient Pole Synchronous Generators“.

- [11] Martin Ranlöf, Urban Lundin. „Form Factors and Harmonic Imprint of Salient Pole Shoes in Large Synchronous Machines”. Electric Power Components and Systems. 2011
- [12] Steven A. Evans. „Salient Pole Shoe Shapes of Interior Permanent Magnet Synchronous Machines”. 2010.
- [13] L. V. Pavlović, Z. M. Lazarević. "Asinhroni motori u protiveksplozivnoj zaštiti "Povećana bezbednost" ". Akademска misao, 2008.

### **3. Опис мастер рада**

Мастер рад обухвата 45 страна са укупно 36 слика, 11 табела, 3 прилога, 5 скраћеница и 13 референци. Рад садржи 6 поглавља, списак коришћене литературе, списак скраћеница, списак слика, списак табела и прилоге.

Прво поглавље представља увод у тему мастер рада, односно осврт на тренутно доминантне технологије мотора у погонским системима електричних возила и њихове мане као и сажетак тематских целина које су обрађене у преосталим поглављима. У другом поглављу представљене су главне предности имплементације синхроног мотора са намотаним ротором као погонске јединице електричног возила и основни разлози повећаног интересовања за употребу синхроних мотора са намотаним ротором. У оквиру трећег поглавља приказани су основни захтеви које иницијални дизајн мотора мора да испуњава, основни параметри и димензије мотора и приложен је формирани модел у софтверском пакету *Motor-CAD*. У четвртом поглављу испитана је валовитост момента иницијалног дизајна. Примењене су одабране технике за оптимизацију параметара мотора и анализиран је њихов утицај помоћу софтверских пакета *Matlab*, *FEMM 4.2* и *Motor-CAD*. У петом поглављу анализирана је ефикасност одобраних система за хлађење у номиналаном радном режиму и у транзијентним режимима помоћу софтверског пакета *Motor-CAD*. У оквиру шестог поглавља, које уједно представља и закључак рада, изнет је сажетак добијених резултата и предложене су идеје за даље оптимизације у циљу формирања адекватног модела спремног за израду прототипа.

### **4. Анализа рада са кључним резултатима**

Мастер рад Растика Секића се састоји од две тематске целине.

У првој целини анализиран је иницијални дизајн, одабране технике за оптимизацију параметара мотора и њихов утицај на момент мотора помоћу софтверских пакета. На основу добијених резултата извршена је упоредна анализа са резултатима иницијалног дизајна.

У другој целини одабран је и анализиран систем за хлађење мотора. На основу резултата су уочене области са критичним вредностима температура и одрађене су модификације са циљем да се температуре смање на прихватљиве вредности. Ефикасност расхладног система анализирана је и у транзијентним радним режимима и на основу резултата предложене су модификације са циљем повећања ефикасности расхладног система.

Основни доприноси су:

- 1) Остварена је успешна оптимизација валовитости момента помоћу различитих техника, уз одржавање високе ефикасности машине унутар предвиђених пројектних ограничења;
- 2) Постигнута је већа ефикасност расхладног система у номиналаном режиму рада, указано је на недостатке приликом рада у транзијентним режимима, предложени су начини за даља побољшање и укаљање недостатака расхладног система;

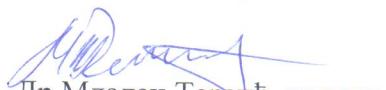
## 5.Закључак и предлог

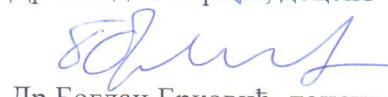
Кандидат Раствко Секић је током израде свог мастер рада одговарајућу пажњу посветио теоријској основи на којој се базира анализа утицаја геомтрије машине на електромагнетске параметре синхроног мотора са намотаним ротором. Испитао је утицај одабраних техника модификације геометрије машине и верификовао њихове ефекте на излазне параметре. Анализирао је системе за хлађење и указао на њихове предности и недостатке приликом рада мотора у различитим режимима. На крају, изложио је прелоге за даље унапређење недостатака које модел поседује.

Кандидат Раствко Секић је исказао висок степен самосталности, систематичности и креативности у решавању проблематике изложене у свом раду. На основу горе наведеног, Комисија за преглед и оцену мастер рада Раствка Секића предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да прихвати рад под насловом „Оптимизација параметара и пројектовање расхладног система синхроног мотора са намотаним ротором за погон електричних возила“ дипл. инж. Раствка Секића као мастер рад и одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 16.09.2022. год.

Чланови комисије:

  
Др Младен Терзић, доцент

  
Др Богдан Брковић, доцент