

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 11.06.2024. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Небојше Мрмак под насловом „Мерење параметара расејања микроталасних кола применом ниско буџетних векторских анализатора мрежа”. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Небојша Мрмак је рођен 20.06.1987. године у Београду. Завршио је основну школу „Душко Радовић“ у Београду и Девету београдску гимназију „Михаило Петровић Алас“ са одличним успехом. Електротехнички факултет у Београду уписао је 2006. године, на одсеку за Електронику. Дипломирао 2014. године са просечном оценом на испитима 7,43. Дипломски рад одбранио је у септембру 2014. године са оценом 10. Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду је уписао октобра 2020. на модулу за Електронику и дигиталне системе. Положио је све испите са просечном оценом 9,20. У јуну 2024. године је објавио рад са темом „Мерење карактеристика микроталасног пасивног кола коришћењем NanoVNA V2 Plus4“ за који је добио награду за најбољи рад у секцији ЕК (Електрична кола, електрични системи и обрада сигнала) од стране ЕТРАН-а.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Небојша Мрмак је као припрему за израду мастер рада урадио истраживање релевантне литературе која се односи на 1) мерење параметара расејања коришћењем векторских анализатора мрежа (Vector Network Analyzer – VNA), 2) мерну несигурност, 3) статистичке методе за поређење степена слагања мерења два мерна уређаја.

Истраживањем области утврдио је да је за поређење резултата мерења професионалног векторског анализатора мрежа *Agilent N5227A* и нискобуџетног *NanoVNA V2 Plus4* најпогоднија *Bland-Altman* статистичка метода. Извршио је мерење микроталасних кола и потом извршио компаративну анализу резултата мерења ова два мерна уређаја. Почетни резултати су објављени у раду на конференцији ЕТРАН у јуну 2024.

Анализа је показала ограничења *NanoVNA V2 Plus4* у неким применама, али и перспективу употребе овог уређаја у практичном лабораторијском раду студената и другим применама.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 29 страна, са укупно 33 слике, 9 табела и 7 референци. Рад садржи увод, 4 поглавља и закључак (укупно 6 поглавља), списак слика, списак табела и списак коришћене литературе.

Прво поглавље представља увод у микроталасна мерења, опис и објашњење значаја параметра расејања код мерења у микроталасној техници, и излаже циљ рада.

У другом поглављу су уведени векторски анализатори мрежа, представљене су грешке при мерењу и описан је поступак и значај калибрације. Затим је изложена практична примена и изазови при раду. Приказан је физички изглед и мерне карактеристике мерних уређаја који су поређени у раду.

У трећем поглављу је представљена *Bland-Altman* статистичка метода која је коришћена у раду при анализи података и детаљно је објашњен алгоритам анализе података.

У четвртном поглављу је приказано и описано шест кола чије су карактеристике мерене и дати су упоредни резултати мерења параметара расејања за свако коло. Приказане су

измерене централне учестаности, слабљење на централној учестаности и пропусни опсег за свако коло, добијени упоредним мерењима.

У петом поглављу су дати детаљни резултати *Bland-Altman* статистичке анализе за свако коло појединачно. Представљена су два изведена скупа података, један агрегирани и други са уведеним ограничењима вредности модула s -параметара. Сумирано су представљени резултати анализе на свим скуповима података мерења.

У шестом поглављу је дат закључак о добијеним резултатима. Постављене су паралеле између професионалних векторских анализатора мрежа и нискобуџетних векторских анализатора мрежа. Представљен је значај лабораторијског рада за усвајање теоријских знања и приказане предности употребе нискобуџетних векторских анализатора мрежа у контексту инжењерског образовања.

4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Небојше Мрмка се бави поређењем резултата мерења једног нискобуџетног векторског анализатора мрежа и једног професионалног лабораторијског векторског анализатора мрежа. На основу статистичке анализе, приказана су ограничења оваквих уређаја и представљена могућност њихове употребе у лабораторијском раду студената.

Основни доприноси рада су: 1) компаративна анализа резултата мерења параметара расејања кола, на микроталасним учестаностима, нискобуџетног векторског анализатора мрежа са векторским анализатором мрежа високих перформанси и утврђивање степена слагања њихових резултата; 2) могућност примене нискобуџетних векторских анализатора мрежа у образовању; 3) испитивање ограничења нискобуџетних векторских анализатора мрежа.

5. Закључак и предлог

Кандидат Небојша Мрмак је у свом мастер раду успешно измерио перформансе нискобуџетног векторског анализатора мрежа. Статистички је показао степен слагања резултата добијених једним таквим уређајем у поређењу са више стотина пута скупљом алтернативом и извео закључке о ограничењима и могућностима примене нискобуџетних векторских анализатора мреже у образовању.

Кандидат је исказао самосталност и систематичност у овом истраживању, као и иновативност у решавању проблематике статистичке анализе мерних података.

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

Београд, 12.09.2024. године

Чланови комисије:

др Милка Потребих Иваниш, ред. проф.

др Радивоје Ђурић, ванр. проф.

др Никола Баста, доцент