

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена Електротехничког факултета у Београду на својој седници одржаној 02.06.2015. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Срђана Паковића под насловом „Коришћење ТРЛ калибрације при мерењима анализатором мрежа“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Срђан Паковић рођен је 25.02.1991. године у Вршцу. Основну школу Жарко Зрењанин и Белоцркванску гимназију и економску школу завршио је у Белој цркви. Дипломирао је 09.10.2014. године са просечном оценом 9,02, одбравивши дипломски рад са оценом 10. Мастер студије је уписао школске 2014/15. године, на модулу за Микроталасну технику. Положио је све испите, са просечном оценом 9,80.

2. Опис мастер рада

Мастер рад кандидата садржи 51 страну текста, заједно са сликама и додацима. Рад садржи 4 поглавља, 3 прилога, 21 слику (не рачунајући слике из прилога), 133 математичка израза и списак литературе са 17 референци. У првом поглављу описани су предмет и циљеви рада. У другом поглављу изложена је основна теорија у вези са моделовањем и отклањањем систематских грешака при мерењу S–параметара. У трећем поглављу приказани су резултати мерења S–параметара наменски израђеног прототипа филтра, коришћењем ТRL калибрације и широко заступљене SOLT калибрације. У четвртном поглављу дат је закључак. На крају су дати списак коришћене литературе и три прилога: упутство за конфигурацију ТRL калибрационог кита на анализатору мрежа N5227A, упутство за извођење ТRL калибрације на анализатору мрежа N5227A и компоненте и стандардне дефиниције HP 85052A калибрационог кита.

3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Срђана Паковића бави се теоријом и применом тзв. ТRL (Thru–Reflect–Line) калибрације. ТRL калибрација је поступак за отклањање систематских грешака при мерењу S–параметара, коришћењем анализатора мрежа. У савременим анализаторима мрежа ТRL калибрација базира се на моделовању систематских грешака преко тзв. мрежа грешака (error–boxes). При ТRL калибрацији врше се калибрациона мерења на три позната стандарда: два вода различите дужине и једном стандарду високог (али не нужно познатог) коефицијента рефлексије. Због једноставности описа калибрационих стандарда (суштински, треба знати импедансу стандардних водова и разлику њихових електричних дужина) ТRL калибрација је потенцијално најтачнији поступак за отклањање систематских грешака при мерењу S–параметара. Комерцијално доступни калибрациони прибори за ТRL калибрацију су, међутим, ретки. Калибрационе стандарде уобичајено израђује произвођач склопа чије S–параметре треба измерити, у истој технологији у којој је израђен и сам склоп.

Катедра за Општу електротехнику Електротехничког факултета у Београду располаже најсавременијим анализатором мрежа. Уређај PNA N5227A производ је фирме Agilent (бивши HP огранак за микроталасна мерења, а данашњи Keysight) и користи се у оквиру лабораторија којима Катедра руководи. Анализатор мрежа користи се у научно–истраживачке сврхе, а испитивање његових могућности и проширење његове функционалности сталне су теме за дипломске и мастер радове.

У овом раду по први пут се испитује коришћење TRL калибрације, не само на овом анализатору мрежа, већ, колико је ментору познато, и на самом Факултету. Ради дубљег увида, било је потребно проучити захтевну теорију на којој се TRL калибрација заснива, проучити имплементацију ове калибрације на анализатору мрежа PNA N5227A, израдити прототип склопа за испитно мерење и стандарде потребне за TRL калибрацију и, коначно, извршити мерење S-параметара израђеног прототипа.

Кандидат Срђан Паковић урадио је сваку од горе наведених ставки. У оквиру пројектовања прототипа, израдио је и одговарајући 3D електромагнетски модел. Као референтни резултати за S-параметаре искоришћени су резултати електромагнетске симулације овог модела. Модел је израђен и анализиран у софтверу за електромагнетско моделовање и анализу WIPL-D Pro, који је доступан студентима Факултета. Читав поступак кандидат је детаљно изложио у свом мастер раду.

Три кључна доприноса рада су:

- изложена је детаљна теорија TRL калибрације заснована на моделу грешке са мрежама грешака, као и веза између модела са мрежама грешака и широко распрострањеног модела са 12 параметара,
- извршено је електромагнетско моделовање, симулација и израда прототипа микроталасног филтра за тестирање TRL калибрације (прототип укључује и одговарајуће стандарде за TRL калибрацију), као и успешна практична провера ове калибрације на анализатору мрежа PNA N5227A,
- дато је прецизно упутство за конфигурисање и извођење TRL калибрације на анализатору мрежа PNA N5227A.

4. Закључак и предлог

Кандидат Срђан Паковић је успешно решио практичан инжењерски проблем који је пред њега постављен. Проучио је теорију TRL калибрације, самостално пројектовао испитни прототип и извршио потребна мерења и симулације, те извео одговарајуће закључке.

На основу горе наведеног Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да прихвати рад „Коришћење TRL калибрације при мерењима анализатором мрежа“ дипл. инж. Срђана Паковића као мастер рад и одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 05. 04. 2017.

Чланови Комисије

M. Tasic

др Миодраг Тасић, доц.

M. Ilic

др Милан Илић, ред. проф.