КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 09.06.2026 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Михајло Ћулибрк под насловом „Имплементација заштите OT система уз помоћ firewall уређаја". Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

И З В Е Ш Т А Ј

1. Биографски подаци кандидата

Михајло Ћулибрк је рођен 05.07.2001. године у Београду. Завршио је основну школу „Мирослав Антић" у Београду као вуковац. Уписао је XIII београдску гимназију у Београду и коју је завршио са одличним успехом. Током школовања се такмичио на такмичењима из области физике, математике и хемије. Електротехнички факултет уписао је 2020. године. Дипломирао је на одсеку за телекомуникације и информационе технологије 2024. године са просечном оценом 8,22. Дипломски рад одбранио је у септембру 2024. године са оценом 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за Информационо комуникационе технологије уписао је у октобру 2024. године.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Михајло Ћулибрк је, као припрему за израду мастер рада, спровео истраживање релевантне литературе из области безбедности оперативних технологија (OT) и њихове интеграције у IT мреже. Анализиране су кључне разлике IT и OT система, безбедносне карактеристике индустријских протокола, познати сајбер-инциденти (од Stuxnet-a до PIPEDREAM-a) и референтни модели и стандарди — Purdue модел, ISA/IEC 62443, NIST SP 800-82 — као и платформа Fortinet FortiGate. На основу тога дефинисана је логика за реализацију лабораторијског тестбеда FortiGate уређај, OT опрема (PLC, HMI) и платформа за напад чиме је омогућено контролисано тестирање ефикасности слојевите заштите.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 55 страна, са укупно 35 слика, 6 табела и 32 референце. Рад садржи шест поглавља, списак коришћене литературе, списак скраћеница, списак слика, списак табела и један прилог.
У првом, уводном поглављу укратко је представљена проблематика заштите OT система у условима све израженије повезаности са IT мрежама. Затим су наведени циљ и очекивани допринос рада и дат је преглед остатка рада по поглављима.
У другом поглављу изложена је теоријска основа рада — појам и обим OT система, разлике између IT и OT окружења, безбедносне карактеристике индустријских протокола (Modbus, DNP3, IEC 60870-5-104, PROFINET, BACnet, OPC), преглед значајних сајбер-инцидената и референтни оквири (Purdue модел, ISA/IEC 62443, NIST SP 800-82), уз објашњење концепта слојевите одбране и улоге FortiGate платформе.
Треће поглавље дефинише циљну мрежну архитектуру и методологију тестирања: шест принципа дизајна, зонску поделу према Purdue моделу, лабораторијски тестбед реализован у EVE-NG окружењу и четири тест сценарија (T1–T4) мапирана на MITRE ATT&CK за ICS, тестирана у режимима без и са активном заштитом.
Четврто поглавље документује практичну конфигурацију FortiGate уређаја: подешавање интерфејса и зона, рутирање, firewall политике које реализују дефинисане комуникационе канале, контролу индустријских протокола, IPS и антивирус профиле, као и логовање догађаја.
Пето поглавље приказује резултате тестирања сценарија T1–T4 у оба режима рада. Резултати показују да мрежна сегментација и Implicit Deny политика у потпуности спречавају откривање и директан приступ OT сегментима из Enterprise зоне.
Шесто поглавље сумира резултате и потврђује да зонска сегментација и грануларна контрола индустријских протокола заједно обезбеђују значајно виши ниво заштите OT окружења уз очување оперативног континуитета.
У Прилогу A приказани су адресни план, топологија лабораторијског окружења и резултати провере мрежне повезаности између чворова.

4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад кандидата Михајла Ћулибрка бави се проблемом заштите оперативних технологија (OT) интегрисаних у IT мреже, применом Fortinet FortiGate уређаја. У оквиру рада реализована је зонска мрежна архитектура заснована на Purdue моделу и стандарду ISA/IEC 62443, укључујући FortiGate уређај, OpenPLC контролер, FUXA HMI, и платформу за напад (Kali Linux). Ефикасност решења проверена је кроз четири тест сценарија (T1–T4) мапирана на MITRE ATT&CK за ICS, извршена у режимима без и са активном заштитом.

Основни доприноси рада су:

1) референтна архитектура и методологија сегментације OT мреже засноване на Purdue моделу и ISA/IEC 62443;

2) практична реализација и конфигурација FortiGate уређаја, firewall политике, контрола индустријских протокола, IPS и антивирус профили;

3) експериментална анализа и поређење резултата тестирања (T1–T4) у режимима без и са применом заштите, укључујући дубоку инспекцију Modbus саобраћаја;

4) могућност даљег проширења рада на додатне протоколе, уређаје и системе за детекцију и превенцију упада.

5. Закључак и предлог

Кандидат Михајло Ћулибрк је у свом мастер раду успешно реализовао практичну имплементацију слојевите заштите ОТ система применом Fortinet FortiGate уређаја. Спроведена је сегментација мреже према Purdue моделу и стандарду ISA/IEC 62443, конфигурисане су firewall политике и профили дубоке инспекције индустријског саобраћаја, а ефикасност решења потврђена је кроз мерљиве и поновљиве тест сценарије мапиране на MITRE ATT&CK за ICS.

Рад показује да кандидат добро познаје разлике безбедносних приступа у IT и OT окружењима, као и практичну примену концепта слојевите одбране.

На основу изложеног, предлаже се да Комисија за студије II степена Електротехничког факултета у Београду прихвати рад кандидата Михајла Ћулибрка као мастер рад и одобри му јавну усмену одбрану.

Београд, 12.09.2026. године

Чланови комисије:

др Младен Копривица Доцент
сагласан, 12.09.2026.

др Горан Марковић Ванредни професор
сагласан, 12.09.2026.