



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 Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 02.07.2024. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Филипа Стојсављевића (2023/3216) под насловом „Анализа безбедности комуникационих система у возилима“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Филип Стојсављевић је рођен 27.9.2000. године у Београду. Завршио је Основну школу „Светислав Голубовић Митраљета“ у Београду, награђен дипломом „Вук Караџић“. Своје школовање је наставио у Деветој гимназији „Михаило Петровић Алас“ у Београду, коју је завршио 2019. године. Електротехнички факултет Универзитета у Београду је уписао 2019. године. Дипломирао је на одсеку за Софтверско инжењерство и стекао звање дипломираног инжењера софтвера 2023. године са просечном оценом 8,48. Дипломски рад, на тему „Анализа лаке криптографије кроз пример Ascon алгоритма“, одбранио је 20. септембра 2023. године са оценом десет. Академске мастер студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, модул за Софтверско инжењерство, уписао је 2023. године. Положио је све испите са просечном оценом 9,80. Од августа 2022. године је запослен на неодређено време у компанији *Synchrotek d.o.o.* где тренутно ради на позицији инжењера софтвера.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Филип Стојсављевић је као припрему за израду мастер рада урадио истраживање релевантне литературе која се односи на област сигурности рачунарских система у возилима. Извршен је преглед актуелних софтверских функционалности у возилу кроз осврт ка историји развоја софтвера у аутомобилској индустрији, али и анализу будућих трендова у овој индустрији. Затим је извршено поређење тренутних архитектура електронских и електричних система возила уз апострофирање значаја безбедних комуникационих система. Разматрани су и различити оперативни системи који се могу применити у аутомобилској индустрији, као и различити комуникациони протоколи: *CAN*, *CAN-FD*, *LIN* и *Ethernet* протоколи. На крају су анализирани оперативни систем *ZephyrOS* као пример оперативног система за рад у реалном времену, као и рањивост овог оперативног система *CVE-2023-7060*, а у вези са *Ethernet* комуникационим протоколом.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 77 страна, са укупно 28 слика и 63 референце. Рад садржи увод, 6 поглавља и закључак (укупно 8 поглавља). На крају текста дат је списак коришћене литературе, списак скраћеница и списак слика.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада.

У другом поглављу је описан је софтвер у аутомобилу, преглед архитектура у возилу и преглед оперативних система у возилу.

У трећем поглављу анализирани су комуникациони протоколи у возилима, с посебним

акцентом на *CAN*, *CAN-FD*, *LIN* и *Ethernet* протоколе као релевантне протоколе за аутомобилску индустрију.

У четвртом поглављу су представљене и описане неке од битнијих слабости у софтверу и описане су њихове последице. Дат је и преглед релевантних стандарда, *ISO 26262* и *MISRA* стандарда, чији је циљ побољшање безбедности софтвера у возилу.

Пето поглавље се бави темом сајбер безбедности у аутомобилској индустрији. Истакнута је важност ове теме, обрађена су општа решења која имају за циљ побољшање отпорности софтвера у возилу на сајбер нападе и описане су регулативе које се баве управо темом сајбер безбедности у аутомобилској индустрији, *ISO-SAE 21434* стандард и *UNECE WP.29* регулатива.

Шесто поглавље представља преглед оперативног система *ZephyrOS* као примера оперативног система у реалном времену, са циљем бољег разумевања овог оперативног система како би се на том примеру демонстрирала рањивост везана за *Ethernet* комуникациони протокол.

Седмо поглавље је демонстрација и преглед рањивости *CVE-2023-7060* која обухвата опис рањивости, детаљан опис имплементације решења неопходног за демонстрацију ове рањивости, опис потенцијалних вектора напада и опасности до којих може довести експлоатација ове рањивости.

Осмо поглавље представља закључак где је главни акценат стављен на побољшање безбедности комуникационих система у возилу, кроз примењивање предложених и описаних решења, али и стандарда и регулатива релевантних за област сајбер безбедности у овој индустрији.

4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад је структуриран тако да прво пружа увид у актуелна софтверска решења у аутомобилској индустрији и начине на које може да се компромитује безбедност путника у возилу или да се начини друга материјална штета. Затим се кроз анализу комуникационих протокола и преглед релевантних слабости софтвера у возилу доказала потреба за што безбеднијим софтвером у аутомобилској индустрији. Кључни део рада чини опис и демонстрација рањивости *CVE-2023-7060*. За демонстрирање поменуте рањивости коришћен је микроконтролер *STM32F769I* и две различите верзије оперативног система *ZephyrOS*, верзија 3.5 на којој постоји описана рањивост, и верзија 3.6 на којој је та рањивост исправљена. Приказани су резултати који показују како се манифестује ова рањивост, тачније демонстрирана је повећана оптерећеност система услед обраде неадекватних података и описани су потенцијални вектори напада који искоришћавају ову рањивост. Основни доприноси рада су: имплементација решења које демонстрира описану рањивост везану за комуникационе протоколе, анализа стања безбедности софтвера, пре свега комуникационих система, у возилу и предлог за даље унапређивање безбедности и сигурности софтвера у аутомобилској индустрији.

5. Закључак и предлог

Кандидат Филип Стојсављевић је у свом мастер раду анализирао безбедност комуникационих система у возилу. Прегледом претходних софтверских решења и анализом актуелних, а кроз анализу и опис значајних рањивости и софтверских напада, наглашен је значај безбедности софтвера и комуникационих система у возилима. Демонстрацијом једне такве рањивости на релевантном примеру доказао је опасност рањивости везаних за комуникационе протоколе и софтвер у возилу.

Кандидат је у току рада показао висок ниво самосталности, систематичности и иновативности. Задату тему обрадио је на темељан и квалитетан начин. Кандидат је своја теоријска знања успешно применио у писању мастер рада. На основу изложеног, Комисија

предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета Универзитета у Београду да рад дипл. инж. Филипа Стојсављевића прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 16.12.2024. године

Чланови комисије:

др Павле Вулећић, в. проф.

др Жарко Станисављевић, в. проф.