|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | UNIVERZITET U NIŠU ELEKTRONSKI FAKULTET |  |  |

**Сајбер безбедност соларних инвертера**

Дипломски рад

Студијски програ: Електротехника и рачунарство

Модул рачунарство и информатика

|  |  |
| --- | --- |
| Студент: | Ментор: |
| Вукашин Поповић, бр. инд. 17359 | Проф. др Леонид Стоименов |

Ниш, мај 2024. година

Univerzitet u Nišu Elektronski Fakultet

#### Сајбер беѕбедност соларних инвертера

**Solar inverter cyber security**

Дипломски рад

Студијски програ: Електротехника и рачунарство

Модул рачунарство и информатика

Студент: Вукшин Поповић, бр. инд. 17359

Ментор: Проф. др Леонид Стоименов

Задатак: *Представљање ризика при нападу на соларне инвертера, кроз анализа рањивости топ 10 произвоћача у последњих 5 година, протокола за комуникацију који су имплементирани OSGP, zibbee, modbus Omer TCP…, RS485, анализа контрола безбедности,* *анализа напада на број клонираних уређаја.*

Датум пријаве: 19.07.2024

Датум предаје рада:

Датум предаје рада:

|  |
| --- |
| Комисија за оцену и обраду: |
| 1. Председник Комисије |
| 2. Члан |
| 3. Члан |

Садржај

[1. Увод 4](#_Toc174013305)

[2. Производња електричне енергије 5](#_Toc174013306)

[3. Проблем 5](#_Toc174013307)

[3.1. Анализа тржишта 5](#_Toc174013308)

[4. Соларни инвертери 5](#_Toc174013309)

[4.1. Анализа протокола за комуникацију 5](#_Toc174013310)

[4.2. Анализа контроле безбедности 5](#_Toc174013316)

[5. Препоруке решења 6](#_Toc174013317)

[6. Закључак 6](#_Toc174013318)

[7. Литература 6](#_Toc174013319)

# **Увод**

Са порастом популарности ИоТ (интернет ствари) технологија модерни свет се све више ослања на повезаност и дигиталне мреже. Преко 15 милијарди активних уређаја широм света, око 2 по особи, очекивано је повећање на 30 милијарди до 2030. године.

Термин интернет ствари описује уређаје који прикупљају податке из света, обрађују након чега су прослеђени даље у систем. Уређаји са сензорима, способношћу обраде података (софтвером), и другим технологијама које повезују и размењују податке са другим уређајима и системима преко интернета или других комуникационих мрежа. Интернет ствари уређаји не морају бити повезани са јавним интернетом, они само треба да буду повезани на мрежу и да буду појединачно адресабилни. Термин је додељен због конвергенције више технологија, укључујући свеприсутно рачунарство, робне сензоре и све моћније уграђене системе, као и машинско учење. Старија поља уграђених система, бежичне сензорске мреже, системи управљања, аутоматизација, самостално и колективно омогућавају Интернет ствари.

Интернет ствари уређаји доносе повезаност и велика побољшања у ефикасности свакодневног живота. Скоро све модерне популарне технологије као што су преносиви уређаји (паметни телефони, сатови...), уређаји унутар домаћинства као што су паметни фрижидери итд. такође спадају у ИоТ, ширина технологије је толика да чак има имплементације и у енергетским системима како у домацинству тако и у дистрибуираним системима што је конкретан фокус овог дипломског рада.

Током последње деценије електрични системи (ЕПС) су претрпели значајне иновације (децентрализација производње, дигитализација корисничких сервиса, паметне мреже, итд.) како би испунили повећану потрошњу електричне енергије, економичност и екологију. Обновљиви извори енергије (РЕС) искоришћење ветра, соларна и топлотна енергија се користе како би се повећала енергетска ефикасност као и испуњење строгих емисија гасова угљеника и других гасова са ефектом стаклене баште. Прелаз на све већу употребу обновљивих извора енергије такође утиче на развој и примену технологија за дистрибуиране изворе (електричне) енергије (ДЕР).

Практична интеграција ДЕР-а је доказ значења за ЕПС, не само у обнобљивим изворима енергије већ и у необновљивим изворима. ДЕР уређаји се категоришу у односу на основу операционих принципа, као што су производња, складиптење, или комбинација претходна два или чак контролна оптерећења. На пример фотонапонски панели и ветрогенератори спадају у генерациону категорију, батерије и електрична возила у категорију складиштења, а грејачи или клима уређаји у категорију подесивих оптерећења. Могућност генерисања електричне енергије јако близу до потрошача смањује губитке и оптерећење на мрежу. Флексибилност, скалабилност, аутономност су особине од јако великог значаја за критичну инфраструктуру ЕПС-а. Као најчешћи и најзасупљенији облик ДЕР-а су соларне електране, више домаћинстава са фото-напонским панелима (електрана) може чинити један систем. У соларним електранама најкритичнијеместо заузимају соларни инвертери, који претварају електричну енергију из панела у одговарајући облик потребан мрежи било то АЦ или ДЦ.

Међутим и з све предности интеграције ИоТ у ЕПС-у или конкретније ДЕР-у, ИоТ технологије доносе нови ниво претњи, отварају система предходно невиљиве сајбер нападима. Да би у будућности и била остварена комплетна итеграција у ЕПС и ипуњено постављање ДЕР-а као ослонца комплетног електричног снабдевања неопходно је дефинисати могуће претње, рањивости, у супротном би сваки отказ могао бити катастрофалан.

Пошто као што је већ наведено од свих ДЕР имплемтација соларних електрана има највећи број оне истовремено представљају и највећу рањивост за мрежу. Анализа могућих претњи и стандарда сигурности соларних инвертера ће и бити тема овог дипломског рада.

# Производња електричне енергије

# Проблем

### Анализа тржишта

# Соларни инвертери

### Анализа протокола за комуникацију

1. На уређају
2. На клијенту

### Анализа контроле безбедности

* 1. Анализа напада на број клонираних уређаја

# Препоруке решења

# Закључак

# Литература