



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# RFID

## Oppimisympäristö

Kirsti Hyppönen

Opinnäytetyö  
Syyskuu 2017  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Koneautomaatio



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Koneautomaatio

HYPPÖNEN KIRSTI  
RFID  
Oppimisympäristö

Opinnäytetyö 39 sivua, joista liitteitä 16 sivua  
Syyskuu 2017

---

Opinnäytetyö tilattiin Tampereen ammattikorkeakoulun koneautomaatiolaboratorioon oppimisympäristöksi tuleville opiskelijoille. Tarkoituksena oli luoda oppimisympäristö, jossa voi tutustua RFID-laitteistoon ja todentaa erilaisia ominaisuuksia eri komponenttien välillä. Lisäksi opinnäytetyöhön kuului käyttöohjeen kirjoittaminen oppimisympäristön käyttöönottoa varten. Opinnäytetyössä hyödynnettiin alan kirjallisuutta, aiheeseen liittyviä muita lopputöitä sekä työn tilaajan ammattitaitoa.

Oppimisympäristöstä tuli siisti ja selkeä kokonaisuus. Opiskelijat pääsevät harjoittelemaan konkreettisten komponenttien käytön lisäksi myös ohjelmointia ja TiaPortal V13 -ohjelman käyttöä. Yksiselitteisten käyttöohjeiden avulla opiskelijat pystyvät ottamaan käyttöön oppimisympäristön.

Koneautomaatiolaboratoriossa ei ollut tätä ennen RFID-oppimisympäristöä, joten työ tuli tarpeeseen. Ensimmäisen prototyypin valmistuttua olisi tarkoitus luoda vielä seitsemän samanlaista oppimisympäristöä, jotta suurempi ryhmä opiskelijoita voi tehdä harjoituksia yhtäaikaaisesti. Nämä seitsemän muuta ympäristöä eivät kuulu tämän opinnäytetyön sisältöön.

## **ABSTRACT**

Tampere University of Applied Sciences  
Mechanical and Production Engineering  
Machine Automation

**HYPPÖNEN KIRSTI**  
**RFID**  
Learning Environment

Bachelor's thesis 39 pages, appendices 16 pages  
September 2017

---

The purpose of the thesis was to create a start-up manual for students to practice how RFID products function. This was ordered by laboratory engineer Seppo Mäkelä from Machine Automation Laboratory. Additionally in thesis there was written a beginner's manual to the learning environment. The thesis was accomplished by reviewing literature in the field in addition to earlier theses about the subject area. Furthermore, expertise of the client was sort to.

The final result was clear and organized. It is easy for students to begin with the learning manual and practice different tasks.

The success of this beginner's manual created a conducive learning environment for students. In the future there is a need for seven more learning environments to be were developed for bigger groups to learn about RFID-systems. These are not included in this thesis.

---

Key words: RFID, siemens, tag, reader, tiaportal

## SISÄLLYS

|     |                        |    |
|-----|------------------------|----|
| 1   | JOHDANTO.....          | 6  |
| 2   | TEORIA .....           | 7  |
| 2.1 | RFID-järjestelmä ..... | 7  |
| 2.2 | Toimintaperiaate ..... | 8  |
| 2.3 | Historia.....          | 8  |
| 2.4 | Lukijat .....          | 9  |
| 2.5 | Tunnisteet.....        | 10 |
| 2.6 | Taajuusalueet .....    | 13 |
| 2.7 | Palvelin .....         | 13 |
| 3   | TYÖN TOTEUTUS .....    | 14 |
| 3.1 | Laitteisto .....       | 14 |
| 3.2 | Työn kulku .....       | 20 |
| 4   | POHDINTA.....          | 23 |
|     | LÄHTEET .....          | 24 |
|     | LIITTEET .....         | 25 |

**LYHENTEET JA TERMIT**

|        |   |
|--------|---|
| EEPROM | electronically erasable programmable read-only memory   |
| FRAM   | Ferroelectric Random Access Memory (ferrosähköiseen muistisoluuun perustuva muistiteknologia) |
| HF     | High Frequency  |
| IFF    | Identify Friend or Foe  |
| LF     | Low Frequency   |
| LLRP   | Low Level Reader Protocol   |
| RAM    | Random Acces Memory (työ-/käyttömuisti)   |
| RFID   | Radio Frequency Identification (radiotaajuudella toimiva tunnistus)                           |
| RNC    | Reader Network Controller   |
| RO     | read only   |
| RW     | read write  |
| UHF    | Ultra High Frequence  |
| WORM   | write once read many  |

## 1 JOHDANTO

RFID (Radio Frequency IDentification) on yleistynyt nopeasti viivakoodin rinnalle tavarantunnistustapana. Nimensä mukaisesti RFID käyttää hyväkseen eritaajuisia radioaaltoja kappaleentunnistuksessa. RFID:tä käytetään mm. tunnistukseen, seurantaan, tilaus-toimituslogistiikkaan, henkilötunnistukseen, vähittäismyyntiin ja maksusovelluksiin. Sen ominaisuudet ovat tehokkaammat kuin perinteisen viivakoodin.

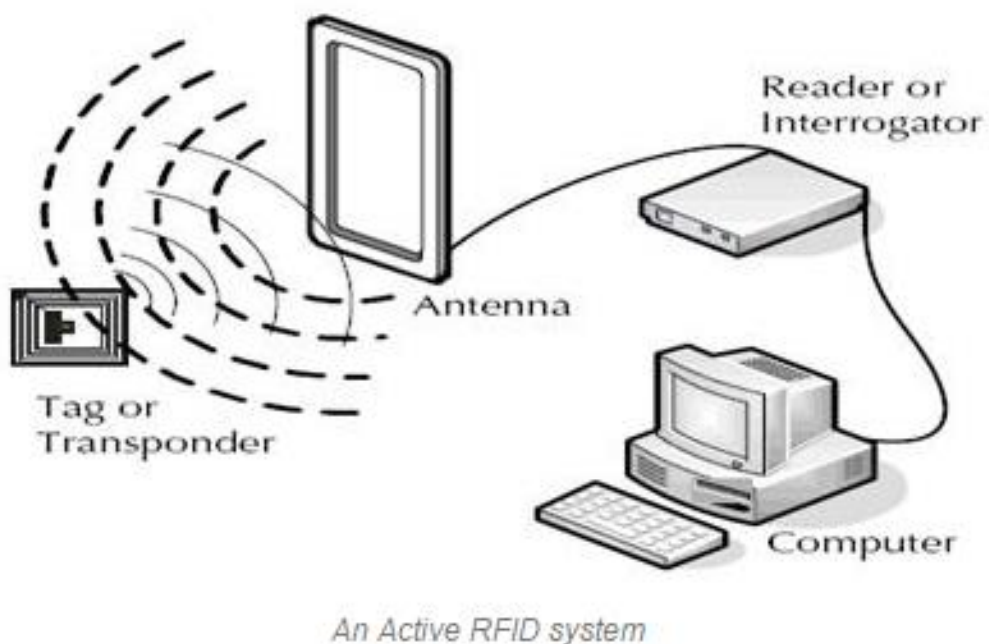
Opinnäytetyössä tutustutaan RFID:n toimintaan ja siihen liittyvän laitteiston käyttöön. Työn tarkoituksena on valmistaa oppimisympäristö Tampereen ammattikorkeakoulun koneautomaatio-laboratorioon. Oppimisympäristö sisältää erikokoisia RFID-lukijoita ja tunnisteita sekä kaksi kommunikointimoduulia ja keskusyksikön. Opiskelijat voivat oppimisympäristön avulla harjoitella RFID:n käyttöä ja havainnoida erilaisten komponenttien ominaisuuksia ja eroavaisuuksia. Lisäksi opinnäytetyön osana kirjoitetaan käyttöohje kyseisen oppimisympäristön käytön helpottamiseksi ja opiskelumateriaaliksi.

## 2 TEORIA

Teoria-kappaleessa tutustutaan RFID-järjestelmän komponentteihin ja niiden toimintaperiaatteisiin sekä RFID:n historiaan. Kappaleessa vertaillaan myös RFID:n ja viivakoodin ominaisuuksia.

### 2.1 RFID-järjestelmä

RFID (Radio Frequency Identification) tarkoittaa nimensä mukaisesti radiotaajuuksilla toimivaa tunnistusta. Sitä käytetään objektien havainnointiin, tunnistamiseen ja yksilöintiin. Teknologian toiminta perustuu tiedon tallentamiseen RFID- tunnisteeseen ja sen langattomaan lukemiseen RFID-lukijalla radioaaltojen avulla (RFIDLab 2017). Kuvassa 1 on esitelty aktiivisen RFID-järjestelmän komponentit: tunniste, antenni, lukija ja käyttöliittymä/tietokone.



KUVA 1. Aktiivinen RFID-järjestelmä (Elprocus 2017)

RFID:tä verrataan usein viivakoodiin, ja sitä pidetäänkin viivakoodin kehittyneempänä versiona. RFID:n ja viivakoodin tekniikassa on paljon eroja yhteisestä käyttötarkoituksesta huolimatta. Eroja ovat muun muassa se, että viivakoodia pystyy lukemaan vain, kun

siihen on näköyhteys. RFID on myös viivakoodiin verrattain vähemmän herkkä ympäristön vaikutuksille, kuten esimerkiksi lialle ja lämpötilan ja kosteuden muutoksille. Viivakoodiin voidaan tallentaa huomattavasti vähemmän informaatiota eikä sitä pysty enää muokkaamaan jälkeenpäin, toisin kuin RFID:ssä. Tämä mahdollistaa jopa objektien yksilöllisen tunnistuksen. Viivakoodin hyvä puoli on sen halpa hinta. Viivakoodin tuottaminen on halpaa, lähestulkoon ilmaista. RFID:n tuottaminen mallista ja ominaisuuksista riippuen on huomattavasti kalliimpaa. Tämä seikka on ollut hillitsevänä tekijänä RFID:n nousussa johtavaksi tavarantunnistustekniikaksi. RFID-tekniikan kehittyessä tunnisteteiden valmistuskustannukset ja koko ovat pienentyneet kuitenkin jatkuvasti samaan aikaan kun niiden kapasiteetti on kasvanut.

## **2.2 Toimintaperiaate**

RFID-järjestelmä koostuu lukulaitteesta, tunnistesta ja taustajärjestelmästä. RFID-tunniste asetetaan seurattavaan kohteeseen. Yksinkertaistaen RFID-tunnisteet ovat langattomia muistilaitteita (RFIDLab 2017). Lukijan avulla tunnistelta luetaan tai siihen kirjoitetaan tietoa. Luettu tieto siirtyy taustajärjestelmään, jossa se käsitellään.

Järjestelmiin tulee eroavaisuuksia, kun valitaan eri toiminnolla, energialähteellä ja taajuusalueella vaikuttava tunniste. Tunnisteiden jaottelutavat on esitelty myöhemmin kappaleessa 2.5 Tunnisteet ja 2.6 Taajuusalueet.

## **2.3 Historia**

Ensimmäisen kerran RFID esiintyi toisen maailmansodan aikaan. Toisessa maailmansodassa havaittiin lentokoneet tutkan avulla, mutta omia koneita ei voitu tunnistaa viholliskoneista. Omiin koneisiin lisättiin antenni ja modulaattori koneen tunnistamiseksi. (SFS-käsikirja 301-1. 2010. 11.) Kyseistä merkintää kutsuttiin nimellä IFF (Identify Friend or Foe) ja sitä pidetään ensimmäisenä RFID-järjestelmänä. Tämä järjestelmä oli virransaanniltaan semipassiivinen ja toimi LF (Low Frequency) -taajuudella. RFID-taajuusalueet on tarkemmin käsitelty kappaleessa 2.6 Taajuusalueet.



SFS-käsikirjan mukaan seuraavana kehitysaskeleena otettiin käyttöön passiivinen etätunniste. Passiivisen etätunnisteen virransaanti perustui magneettikenttään. 1980–1990-luvuilla kiinnostus RFID-tekniikkaa kohti lisääntyi, vaikkei tuotanto lisääntynyt juurikaan. 1990–2000-luvuilla tekniikka kehittyi ja pystyttiin kehittämään pienempiä ja halvempia tunnisteita, jolloin myös käyttökohteet lisääntyivät. Lukuetaisyys kasvoi myös 10 cm:stä 50 cm:iin. Uusi tekniikka toimi HF (High Frequency) -taajuudella. HF-taajuusalueella toimivalla RFID-järjestelmällä oli kuitenkin puutteita standardoimisessa. 1990-luku synnytti myös UHF (Ultra High Frequency) -tekniikan, mutta sen vaikutus jäi vielä tässä vaiheessa vähäiseksi. (SFS-käsikirja 301-1. 2010. 12–14.)

2000-luvulla amerikkalaisen MIT-instituutin AutoID Center alkoi standardoida UHF-tekniikkaa. Tavoitteena oli mahdollisimman halpa ratkaisu, ja tähän päästiin minimoimalla muistin määrä. Amerikkalainen kauppaketju Wal-Mart testasi RFID-tekniikkaa laajasti vuosina 2002–2004, mikä edisti UHF-tekniikan kehittymistä. (SFS-käsikirja 301-1. 2010. 14.)

## 2.4 Lukijat

RFID-lukija toimii järjestelmissä rajapintana tunnisteiden ja väliohjelmistojen välillä ja se tuottaa tunnisteelle tiedon lähettämiseen tarvittavan energian omalla sähkömagneettisella kentällään. SFS-käsikirjan mukaan ”lukijan avulla voidaan lähettää tietoja tunnisteelle, lukea tunnisteiden tietoja, lukita tunniste niin, ettei sen tietoja voida muuttaa tai tuhota tunnisteella olevat tiedot.” (SFS-käsikirja 301-1. 2010. 30.)

Lukija-laitteiden fyysisinä komponentteina ovat perinteisesti yksi tai useampi antenni, jonka avulla lukija kommunikoi tunnisteiden kanssa, ohjainyksikkö ja verkkorajapinta väliohjelmistoja varten (Raskinen, A. Kandidaatintyö. 2013). Kuvassa 2 on esitelty erilaisia RFID-lukijoita.



KUVA 2. Erilaisia RFID-lukijoita (The RFID shop 2017)

## 2.5 Tunnisteet

Tunnisteet eli tagit ovat toinen RFID-järjestelmien peruskomponenteista. Tunnisteet sisältävät mikrosirun tiedon säilyttämistä ja antennin signaalin vastaanottamista ja lähettämistä varten. Aktiivisissa ja semipassiivisissa tunnisteissa on lisäksi myös oma virtalähde, esimerkiksi akku tai paristo. (SFS-käsikirja 301-1. 2010. 26)

Kooltaan tunnisteet voivat olla pienimmillään jopa 0,05 mm x 0,05 mm x 5µm. Tällaiset tunnisteet on suunniteltu käytettäväksi esimerkiksi paperin tunnistukseen. Arvopaperien ja setelien aitous saadaan näin todennettua. Suurimmillaan tunnisteet voivat olla jopa 140 mm x 25 mm x 8 mm. Suuria tunnisteita käytetään esimerkiksi autoteollisuudessa. Tunnisteiden käyttötarkoitus vaikuttaa siihen, millainen teho, koko, antennimalli, toiminta-aajuus ja tallennuskapasiteetti tunnisteella pitää olla. (SFS-käsikirja 301-1. 2010. 9.)

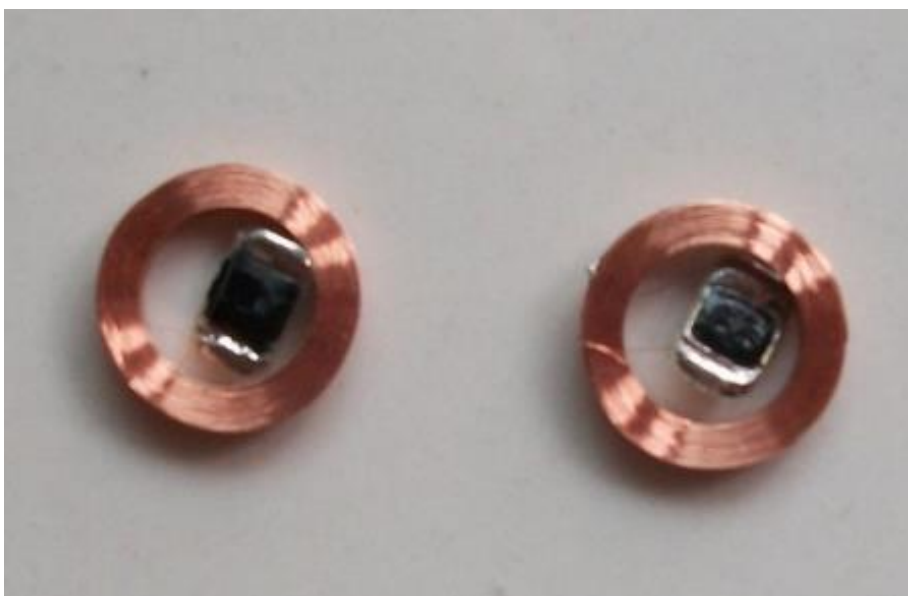
Tunnisteiden muistin koko vaihtelee muutamasta tavusta useisiin kilotavuihin (SFS-käsikirja 301-1. 2010. 26). Kuvassa 3 on esitelty lasinen kapselitunniste, kiekkotunniste sekä tunnisteranneke. Lasinen kapselitunniste soveltuu hyvin esimerkiksi lemmikkieläinten merkintään pienen kokonsa vuoksi. Kiekkotunnisteessa on yleensä reikä keskellä tunnistetta, jotta se on helppo kiinnittää objektiin ruuvilla. Tunnisterannekettä voidaan käyttää mm. työpaikoilla kulunvalvonnassa tai hiihtokeskusten hissilippuina.



KUVA 3. Kapseli-, kiekko- ja ranneketunnistin (The RFID shop 2017.)

Tunnisteet voidaan jaotella niiden tukemien toimintojen mukaan. RO (read only)-tunnisteita voi ainoastaan lukea, kun taas RW (read write)-tunnisteille voi myös kirjoittaa. WORM (write once read many)-tunnisteelle voi kirjoittaa vain kerran tietoa, eikä sitä pysty enää muokkaamaan. EEPROM (electronically erasable programmable read-only memory)-tunnisteessa tieto voidaan pyyhkiä pois ja kirjoittaa uudelleen, mikä tekee tunnisteesta monikäyttöisen. EEPROM-tunnisteista voidaan myös muokata yksittäisiä bittejä. (SFS-käsikirja 301-1. 2010. 27.)

RFID-tunnisteet voidaan myös jakaa kolmeen kategoriaan niiden energianlähteiden mukaan. Passiivinen tunniste (passive tag) on tunniste, jolla ei ole omaa virtalähdettä. Tunniste ottaa tarvitsemansa energian lukijan lähettämistä radioaalloista. Passiivisten LF- ja HF-tunnisteiden antennit ovat yleensä silmukkamallisia. Kuvassa 4 on esitelty LF-taajuisen tunnisteiden silmukka-antenni.



KUVA 4. LF-taajuisen tunnisteiden silmukka-antenni. (Aliexpress 2017)

UHF-tunnisteissa antenni on yleensä dipoliantenni. Lukuetaisyys passiivisella tunnisteella on 10 mm:stä noin viiteen metriin. (SFS-käsikirja 301-1. 2010. 38.) Kuvassa 5 on esimerkki korkeampitaajuisten UHF-tunnisteen dipoliantennista.



KUVA 5. Korkeampitaajuinen UHF-tunnisteen dipoliantenni. (Prisma 2017)

Semipassiivinen tunniste (semi-passive tag) on tunniste, jolla on oma virtalähde, muttei omaa lähetintä. Kommunikointi lukijan kanssa on samanlainen kuin passiivisella tunnisteella, mutta semipassiivisella tunnisteella on suurempi lukuetaisyys ja kapasiteetti. Oma virtalähde lisää tunnisteen hintaa ja kokoa ja rajoittaa näin ollen käyttökohteita verrattuna passiiviseen tunnisteeseen. (SFS-käsikirja 301-1. 2010. 38–39.)

Aktiivinen tunniste (active tag) sisältää virtalähteen, yleensä litiumpariston, mikä lisää lukuetaisyyttä huomattavasti. Lukuetaisyys voi olla useita kymmeniä metrejä ja tunnisteen muisti on yleensä huomattavasti suurempi. Virtalähteen pariston ikä voi olla useita vuosia. Aktiivinen tunniste on kallein kaikista tunnisteista ja se on kookkaampi johtuen virtalähteestä. (SFS-käsikirja 301-1. 2010. 39.)

## 2.6 Taajuusalueet

Tunnisteen energialähteen ja toiminnan lisäksi tunnisteet voidaan jakaa sen käyttämän taajuusalueen mukaan. Taajuusalueita on neljä ja ne ovat LF (low frequency, alle 135 kHz), HF (high frequency, 13,56 MHz), UHF (ultra high frequency, 869 MHz - 928 MHz ja 433 MHz) ja mikroaaltoalue (2,45 GHz tai 5,8 GHz).

Matalat taajuudet soveltuvat hyvin pienen kantomatkan sovelluksiin, jossa tietoturva on tärkeää. Tällaisia sovelluksia on esimerkiksi maksukorttien lukeminen. Suuria taajuuksia vastaavasti käytetään, kun etäisyydet ovat suuremmat. Muun muassa logistiikka käyttää UHF-taajuusalueita RFID-sovelluksissa. Tunnisteen taajuusalueen valintaan vaikuttaa myös tunnisteen käyttöympäristö. Käytännössä mitä suurempi taajuusalue, sitä herkemmin se reagoi nesteisiin ja metalleihin. (SFS-käsikirja 301-1. 2010. 40–42.)

## 2.7 Palvelin

RFID-palvelin eli RNC (Reader Network Controller) on järjestelmä, joka säätelee tunnisteen tietoja lähettämällä lukijalle käskyjä. Palvelimen avulla lukija lukee, uudelleen kirjoittaa, muokkaa tai hävittää tunnisteen tietoja tai lukitsee tunnisteen. Lukijan ja palvelimen välillä on yhteys tietyn protokollan avulla. ISO-standardissa määritellyt protokollat ja esimerkiksi LLRP (Low Level Reader Protocol) -protokolla ovat niistä tunnetuimpia. (SFS-käsikirja 301-1. 2010. 36.)

### 3 TYÖN TOTEUTUS

Työn toteutus- kappaleessa esitellään oppimisympäristössä käytettävät tunnisteet, lukijat, kytkin, kommunikointimoduulit ja keskusyksikkö. Kappaleessa esitellään myös RFID-oppimisympäristön rakentuminen yksittäisistä laitteista toimivaksi kokonaisuudeksi, matkalla tulleita ongelmia ja opinnäytetyöhön oleellisena osana kuuluva käyttöohjeen (liite 1) kirjoittaminen ja testaus.

#### 3.1 Laitteisto




Tässä kappaleessa esitellään komponentit, joita oppimisympäristössä käytetään. Komponentit on jaoteltu karkeasti käyttötarkoituksensa mukaan neljään ryhmään ja tiedot on taulukoitu taulukoihin 1-4.

Keskusyksikön (taulukko 1) tehtävänä on olla käyttöjärjestelmän ja laitteiston rajapintana. Keskusyksikkö on liitettynä käyttöpaneeliin tai kuten opinnäytetyön tapauksessa kannettavaan tietokoneeseen ja ohjelma ladataan laitteistolle Ethernet-kaapelin välityksellä keskusyksikön kautta. Keskusyksikön vasemmalle kyljelle liitettiin myös kommunikointimoduuli RF120C (taulukko 2).

TAULUKKO 1 Keskusyksikkö

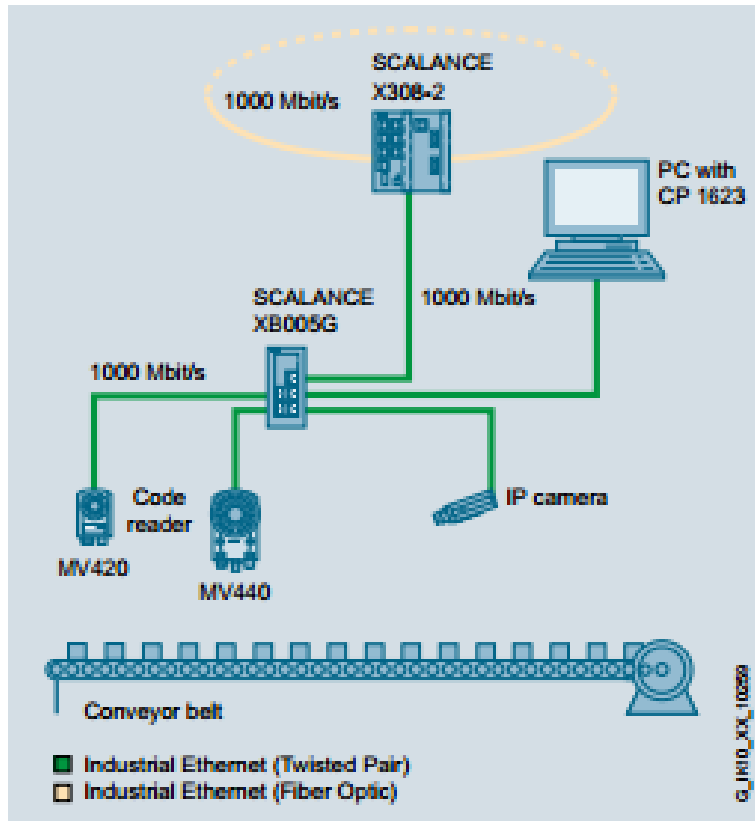
|                   |  |
|-------------------|--|
| Merkki ja malli   | Siemens Simatic S7-1200 CPU 1214C  |
| Kuva              |  <p>Simatic S7-1200 CPU 1214C- keskusyksikkö (Siemens. 2017)</p> |
| Tulot ja lähdöt   | Digitaaliset: 14 tuloa ja 10 lähtöä<br>Analogiset: 2 tuloa   |
| Muisti            | 100KB (RAM) + mahdollisuus lisämuistille   |
| Syöttöjännite     | 20,4 – 28,8 VDC  |
| Lähtövirta        | 0,5 A  |
| Lisäominaisuuksia | Matemaattisia toimintoja, (SIN, COS, TAN, LN, EXP), laskurit, salasana-suojaus sekä testi- ja diagnostiikkatoiminnot                               |
| Lähde             | Industry Mall. Siemens 2017  |

TAULUKKO 2 Kommunikointimoduulit ja kytkin

|                 |   |  |   |
|-----------------|---|--|---|
| Merkki ja malli | Siemens Simatic RF180C- kommunikointimoduuli  | Siemens Simatic RF120C- kommunikointimoduuli   | Scalance XB005-kytkin   |
| Kuva            | <br>(Siemens 2017)   | <br>(Siemens 2017)   | <br>(Siemens 2017) |
| Liitännät       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Portit kahdelle lukijalle</li> <li>• mahdollisuus Profinet- ja Ethernet-yhteydelle</li> <li>• Tiedonsiirto nopeaa</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siirtää kaikenlaisen tiedon lukijalta keskusyksikölle</li> <li>• Tiedonsiirto nopeaa</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viisi Ethernet-porttia</li> </ul>                            |
| Lisätiedot      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuvassa liitettynä 6GT2002-2JD00-lisäyksikkö, joka mahdollistaa ethernet-yhteyden</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Yhdistettävissä suoraan S7-1200 CPU 1214C-keskusyksikön vasemmalle kyljelle</li> <li>• Keskusyksikkö tukee maksimissaan kolmea RF120C:tä</li> </ul> |   |
| Lähde           | Industry Mall. Siemens 2017   | Industry Mall. Siemens 2017  | Industry Mall. Siemens 2017   |






Scalance XB005-kytkin mahdollistaa RFID-järjestelmän yhdistämisen Ethernet-verkoon. Se on käytännössä solmukohta, joka jakaa verkon maksimissaan viiden komponentin kanssa. Kaaviossa 1 on esitelty esimerkkikytkentä, jossa on käytetty kyseistä kytkintä.



KAAVIO 1. SCALANCE XB-005 esimerkkikytkentä (W3. Siemens 2017)

Taulukoissa 3 ja 4 (1/2 ja 2/2) on esitelty opinnäytetyössä käytetyt lukija ja tunnisteet.


TAULUKKO 3 Lukijat

|                            |   |  |   |
|----------------------------|---|--|---|
| Merkki ja malli            | Siemens RF340R  | Siemens RF310R   | Siemens RF240R  |
| Kuva<br><br>(Siemens 2017) |  |  |  |
| Käyttöympäristö            | Kokoonpanolinjastot   | Pienet kokoonpanolinjat  | Tuotevalvonta ja tuotevirtojen optimointi   |
| Antenni                    | On  | On   | On  |
| Taajuusalue                | 13,56MHz  | 13,56MHz   | 13,56MHz  |
| Toimintaetäisyys           | 140 mm  | 60 mm  | 65 mm   |
| Liitântä                   | 8-pinninen M12-kierre   | 8-pinninen M12-kierre  | 8-pinninen M12-kierre   |
| Lähde                      | Industry Mall. Siemens. 2017  | Industry Mall. Siemens. 2017   | Industry Mall. Siemens. 2017  |

TAULUKKO 4 Tunnisteet 1/2

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| Merkki ja malli                          | Siemens MDS S124   | Siemens MDS D423   | Siemens MDS D460   |
| Kuva                                     | <br>Siemens 2017                              | <br>Siemens 2017                 | <br>Siemens 2017                                |
| Koko (Ø)                                 | 27 mm  | 30 mm  | 16 mm  |
| Taajuus                                  | 13,56 MHz  | 13,56 MHz  | 13,65 MHz  |
| Toimintaetäisyys<br>(riippuen lukijasta) | 300 mm   | 80 mm  | 160 mm   |
| Muisti                                   | EEPROM   | FRAM   | FRAM   |
| Lisätietoja                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Passiivinen</li> <li>• Asemointi-<br/>etäisyys metal-<br/>lista &gt; 15 mm</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Passiivinen</li> <li>• Voidaan upottaa su-<br/>oraan metalliin</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Passiivinen</li> <li>• Asemointi-<br/>etäisyys met-<br/>allista &gt; 10<br/>mm</li> </ul> |
| Lähde                                    | Industry Mall. Sie-<br>mens. 2017  | Industry Mall. Siemens.<br>2017  | Industry Mall.<br>Siemens. 2017  |

TAULUKKO 4 Tunnisteet 2/2

| Merkki ja malli  | Siemens RF340T   | Siemens RF360T   | Siemens MDS D400   |
|------------------|--|--|--|
| Kuva             | <br>Siemens 2017          | <br>Siemens 2017       | <br>Siemens 2017      |
| Koko             | 25 x 15 x 48 mm  | 55 x 2,5 x 86 mm   | 54 x 0,8 x 85,6 mm   |
| Taajuus          | 13,56 MHz  | 13,56 MHz  | 13,56 MHz  |
| Toimintaetäisyys | 105 mm   | 150 mm   | 650 mm   |
| Muisti           | FRAM/EEPROM  | FRAM/EEPROM  | FRAM   |
| Lisätietoja      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pienikokoinen</li> <li>• Voi upottaa suoraan metalliin</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kortti-mallinen</li> <li>• Upotus metalliin holkilla</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kortti-mallinen</li> <li>• Sopii kuljetusyksikköihin</li> </ul> |
| Lähde            | Industry Mall. Siemens. 2017   | Industry Mall. Siemens. 2017   | Industry Mall. Siemens. 2017   |

### 3.2 Työn kulku

Opinnäytetyön konkreettinen tekeminen alkoi helmikuussa 2017 tapaamisella Ari Salmen kanssa. Salmi on Siemens Oy:n tuotepäällikkö. Ensimmäisellä tapaamisella käytiin läpi oppimisympäristön tarkoitusta ja sisältöä. Salmi antoi pohjan ympäristön ohjelmointiin, jotta ohjelman rakentaminen helpottuisi ja nopeutuisi. Ohjelmoinnissa käytetään TIA Portal 13 ohjelmaa.

Laitteistoon kytkettiin 24V käyttöjännite ja kytkimen avulla yhteiseen Ethernet-verkkoon kytkettiin PC, keskusyksikkö ja RF180C-kommunikointimoduulit. RF120C-kommunikointimoduuli liitettiin suoraan keskusyksikön vasempaan kylkeen ja RF310R-lukija

RF180C-kommunikointimoduulin 1-portin kautta sille tarkoitettulla 5-pinnisellä kaapelilla. Pienien hidasteiden jälkeen laitteisto saatiin toimintakuntoon ja valmis ohjelmapohja ladattiin laitteistolle. RF310R-lukija saatiin tunnistamaan MDS D124-tunniste.

Seuraavaksi RF180C-kommunikointimoduulin toiseen porttiin liitettiin pienempi lukija, RF240R. Ohjelmaa tuli muokata niin, että se ohjaisi myös toista lukijaa. Osoitteiden ja porttien löytäminen ja nimeäminen osoittautui vaikeaksi. Toinen tapaaminen Salmen kanssa auttoi tehtävässä eteenpäin. Kopioimalla ensimmäisen lukijan ohjelmalohkot ja nimeämällä ne uudestaan, onnistuttiin yhdistämään myös toinen lukija kommunikointimoduulin kautta järjestelmään. Vaikka ohjelma näytti tässä vaiheessa jo täysin valmiilta, se käyttäytyi yleensä arvaamattomasti. Ongelma vaivasi monta kuukautta, samalla kun projektin muut osa-alueet edistyivät. Vasta työn lopulla opinnäytetyön tekijä osasi ohjelmoida laitteistoa niin vankalla taidolla, ettei arvaamatonta käytöstä juurikaan tapahtunut. Ongelma vaati vain syvempää tutustumista ohjelmaan ja harjoitusta, miten PC ja laitteisto kommunikoivat keskenään. Ohjelmassa sinällään ei ollut siis virhettä, vaan opinnäytetyön tekijän kokemattomuus hidasti projektin jokaisessa vaiheessa etenemistä.

Kun ohjelmointi alkoi onnistua ja lukijat olivat yhdistyneet oikein kommunikointimoduuliin, pystyttiin fyysisen lukijan led-valosta havainnoimaan tunnisteiden tunnistus. Yhtä lailla TIAPortal-ohjelman ohjelmalohkoista voitiin todentaa lukijoiden ”Presence”-ulos-tulon tilan muutos ”FALSE”-tilasta ”TRUE”-tilaan, kun lukija tunnisti tunnisteiden. Pieni onnistuminen kompuroidin keskellä oli palkitsevaa.

Viimeinen ja suurin tunniste, RF340R, saatiin liitettyä RF120C-kommunikointimoduuliin 6GT2091-4LH20-kaapelilla. Kommunikointimoduuleille kirjoitettiin erilliset ohjelmat, sillä näiden ohjelmien yhdistäminen keskenään olisi ollut monin verroin haasteellisempää. Tämä helpotti myös vianmäärittystä ohjelmia muokatessa ja laitteistoa testatessa.

Kun laitteistoon oltiin tutustuttu ja kaikki lukijat oli yhdistetty laitteistoon, oli aika kiinnittää kaikki komponentit yhteiselle alustalle. Laitteisto-kappaleen (3.1) alla esiteltyjen komponenttien lisäksi alustalla on Siemensin virtalähde/virranjakokeskus sekä oppimisympäristöön kuulumaton virranjakopaneeli. Työn tilaajan toivomuksesta virranjakopaneeli jätettiin alustaan kiinni tulevia käyttömahdollisuuksia varten. Kuvassa 6 on esitelty oppimisympäristö ja komponenttien kiinteät paikat siinä.



KUVA 6. Oppimisympäristön komponentit kiinteillä paikoillaan (Kirsti Hyppönen 2017)

Kun oppimisympäristö oli fyysisesti lopullisessa muodossa ja ohjelmoitu lähes toimivaksi, pystyttiin käyttöohjeen (liite 1) kirjoittaminen aloittaa. Käyttöohjeen kirjoittaminen vaati fyysisen- ja ohjelma-puolen valmiuden, jotta esimerkkikuvat käyttöohjeessa olisivat yhdenmukaiset todellisuuden kanssa. Näin voitaisiin varmistaa mahdollisimman helppolukuinen ja tehokas käyttöohje. Käyttöohjeen kirjoittaminen oli helppoa ja kirjoittamisprosessin aikana selvisivät viimeisetkin kompastuskivet matkan varrelta. Käyttöohjeen kirjoittamisessa pidettiin tärkeänä havainnollistavien kuvien paljoutta. Tavoitteena oli myös luoda helposti seurattava, järjestelmällisesti etenevä ohje, jota seuraamalla ei opiskelija voi tehdä harjoituksessa virheitä.

Käyttöohjeen koevedoksen testauksessa käytettiin automaatiolabrassa toiminutta kesätyöntekijää (kesä 2017), jolla oli hieman kokemus TIAPortal- ohjelman käytöstä. Hän testasi käyttöohjeen kahteen kertaan tehden samalla muistiinpanoja ja muutosehdotuksia. Koevedoksen testaus oli erittäin tärkeä vaihe, sillä mitä useampi ulkopuolinen henkilö testaa ja tekee huomautuksia käyttöohjeesta, sitä varmemmin ohje tuottaa hyödyllisen lopputuloksen tuleville käyttäjille. Testauksen tulosten pohjalta kirjoitettiin lopullinen käyttöohje havainnollistavine kuvineen.

## 4 POHDINTA

Vaikka opinnäytetyön tekemisessä esiintyikin suuri haasteita, lopputulos on sellainen kuin oli suunniteltukin. Itse oppimisympäristöstä ja käyttöohjeesta tuli erittäin käyttökelpoinen ja opetustarkoitukseen soveltuva kokonaisuus. Oppimisympäristöstä tulee olemaan vielä paljon hyötyä aihetta opettaville opettajille opetusmateriaalina sekä tietenkin alaa opiskeleville opiskelijoille. Käyttöohje (liite 1) siirtyy opettajien käyttöön sekä sähköisenä että kuvatiedostona, joten esimerkiksi ohjeiden tulostus paperiseksi versioksi tai muuttaminen PowerPoint-esitykseksi olisi mahdollista.

Työn tilaajalta tuli lopuksi vielä jalostusidea käyttöohjeille. Jotta opiskelijat pääsisivät paremmin perille ohjelman kulusta, olisi helpottavaa, kun tunnisteille voisi kirjoittaa jonkin tietyn merkin, esimerkiksi kirjaimen. Kun tämän tietty kirjain on kirjoitettu tunnisteelle ja sen jälkeen luettu lukijalla, voitaisiin ohjelman rakennetta muuttaa niin, että tietty kirjain käynnistäisi kytkimen tapaan jonkin tietyn toiminnon. Lopullisessa ohjelmassa tunnisteelle pystyi kirjoittamaan vain tietyn määrän dataa, muttei määrittelemään, mitä data sisälsi. Tällä jalostuksella oppimistilanne olisi täydellinen, sillä mukaan tulisi rajapinta RFID-järjestelmästä suuremmille toimilaitteille, esimerkiksi kuljettimille. Monien haasteiden ja hidasteiden takia kehitysidea päätettiin jättää pois opinnäytetyöstä ja työn tilaaja saattaa itse tehdä tämän pienen muutoksen ohjelmaan ja käyttöohjeisiin.

Toivon, että oppimisympäristön ohjelma ei sisällä mitään virhettä, mitä en itse olisi huomannut ja minkä yli ei pääse kirjoittamalla käyttöohjeella. Opinnäytetyön tekeminen oli mielenkiintoinen projekti, joka kuvaa varmasti hyvin tulevia projektejani työelämässä. Opinnäytetyön tekeminen on ollut hyvä oppimistilanne: laaja ja haastava.

## LÄHTEET

KAAVIO 1. SCALANCE XB-005 esimerkkikytkentä. Nähty 2017. [https://w3.siemens.com/mcms/industrial-communication/en/ie/IE\\_switches\\_media-converters/scalance-x-200-managed/tabcardpages/Documents/Brochure-Industrial-Ethernet-switches-english.pdf](https://w3.siemens.com/mcms/industrial-communication/en/ie/IE_switches_media-converters/scalance-x-200-managed/tabcardpages/Documents/Brochure-Industrial-Ethernet-switches-english.pdf)

KUVA 1. Aktiivinen RFID-järjestelmä. Nähty 2017. <https://www.elprocus.com/rfid-basic-introduction-simple-application/>

KUVA 2. Erilaisia RFID-lukijoita. The RFID shop. Nähty 2017. <http://www.therfidshop.com/index.php?cPath=23>

KUVA 3. Kapseli-, kiekko- ja ranneketunnistin. The RFID shop. Nähty 2017. <http://www.therfidshop.com/index.php?cPath=23>

KUVA 4. LF-taajuisten tunnisteen silmukka-antenni. Nähty 2017. <https://ja.aliexpress.com/cheap/cheap-rfid-antenna-125khz.html>

KUVA 5. Korkeampitaajuinen UHF-tunnisteen dipoliantenni. Nähty 2017. <https://www.prisma.fi/fi/prisma/qnect-fm-dipoliantenni-18m>

Penttilä, E. Lipeärekannan täytön automatisointi ja RFID-tekniikan soveltaminen lastausprosessissa. Opinnäytetyö. Joulukuu 2014. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Raskinen, A. RFID-tekniikka ja kulunvalvontajärjestelmät. Kandidaatintyö. Joulukuu 2013. Lappeenranta teknillinen yliopisto.

RFIDLab <http://www.rfidlab.fi/>

SFS-käsikirja. 2010. RFID. Osa 1: Opas. Johdatus tekniikkaan. 1. painos. Helsinki: SFS Siemens. Industry Mall. Luettu 2017. <https://mall.industry.siemens.com>

TAULUKKO 1-4 Kirsti Hyppönen Lähde: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/central/Catalog/Products/>

W3. Siemens. Industrial Ethernet switches. Luettu 2017. [https://w3.siemens.com/mcms/industrial-communication/en/ie/IE\\_switches\\_media-converters/scalance-x-200-managed/tabcardpages/Documents/Brochure-Industrial-Ethernet-switches-english.pdf](https://w3.siemens.com/mcms/industrial-communication/en/ie/IE_switches_media-converters/scalance-x-200-managed/tabcardpages/Documents/Brochure-Industrial-Ethernet-switches-english.pdf)



**LIITTEET**

Liite 1. RFID-oppimisympäristön käyttöohje

1 (16)

**RFID-OPPIMISYMPÄRISTÖ**

Käyttöohje

Kirsti Hyppönen

## SISÄLLYS

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | JOHDANTO .....                                    | 3  |
| 2     | LAITTEISTO .....                                  | 4  |
| 3     | KÄYNNISTYS .....                                  | 5  |
| 4     | LUKIJAN YHDISTÄMINEN LAITTEISTOLLE .....          | 6  |
| 4.1   | Ohjelman lataus keskusyksikölle .....             | 6  |
| 4.1.1 | “Extended download to device” .....               | 7  |
| 4.1.2 | ”Load Preview” .....                              | 8  |
| 5     | LUKIJAN YHDISTÄMINEN KOMMUNIKOINTIMODUULIIN ..... | 9  |
| 5.1   | ControllingInterface-näkymä .....                 | 10 |
| 5.2   | Lukijan resetointi .....                          | 11 |
| 6     | LUKIJALLE KIRJOITTAMINEN .....                    | 14 |
| 7     | TUNNISTEELTA LUKEMINEN .....                      | 15 |

## 1 JOHDANTO

Oppimisympäristön tarkoituksena on tutustuttaa opiskelija RFID-komponenttien ominaisuuksiin ja TIA Portal V13- ohjelmaan. Tutustuttuaan käyttöohjeeseen, opiskelija osaa käyttää TIA Portal V13-ohjelman käsky-ikkunaa (Watch and force tables). Käyttöohjeessa käydään selkeästi läpi, kuinka RFID-lukijoiden tiloja muutetaan online-tilassa PC:ltä käsin. Laitteisto toimii harjoittelussa hyvänä havainnointivälineenä.

TIA Portal- ohjelman käsky-ikkunassa tutustutaan lukijoiden käskyihin ja ohjataan lukijoita reaaliajassa PC:ltä käsin. Kun opiskelija on käynyt käyttöohjeen läpi, hänellä on käsitys, kuinka järjestelmää voi käyttää manuaalisesti.

## 2 LAITTEISTO



KUVA 1. Oppimisympäristön laitteisto

- S7-1200-keskusyksikkö
- RF120C- ja RF180C-kommunikointimoduulit
- Scalance XB005-kytkin
- RF340R-, RF310R- ja RF240R-lukijat
- Erilaisia tunnisteita

Laitteiston yhdistämisessä käytetään Ethernet-kaapeleita. Kommunikointimoduuleilta lukijoille kulkee niille tarkoitetut kaapelit pyöreällä 8-pinnisellä liitinpäällä. Virtalähteenä on Siemens PS307.

### TUNNISTEET:



MDS D124



MDS D423



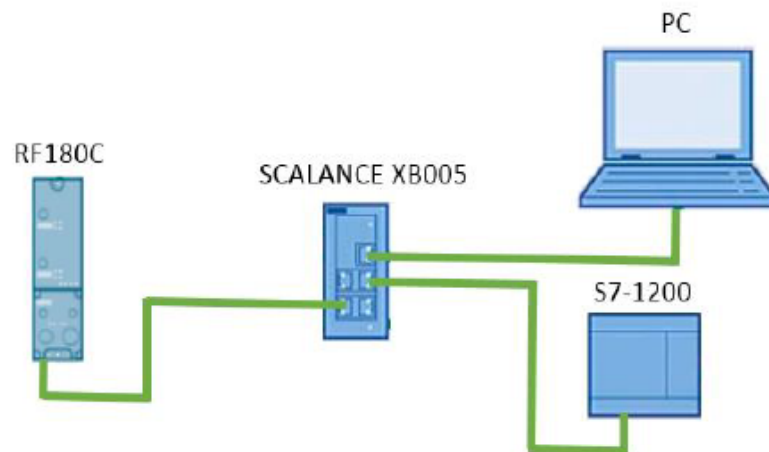
MDS D460



MDS D400

### 3 KÄYNNISTYS

- Tarkista, että Ethernet-kaapelit (3 kpl) yhdistävät Scalance-kytkimen välityksellä
  - tietokoneen
  - S7-1200 keskusyksikön ja
  - RF180C-moduulin (KUVA 2)



KUVA 2. Ethernet-liitännät

- Ei ole merkitystä, mitä kytkimen viidestä portista käytetään.
- RF180C-moduulissa on kaksi Ethernet-porttia. Käytetään PN1/X03-porttia.
- Käynnistä virtalähde.
- Kaikissa kytketyissä laitteissa syttyy merkkivalo seuraavan laisesti:
  - S7-1200 vihreä valo (RUN/STOP)
  - RF120C vihreä valo (DIAG)
  - Kytkimen käytössä olevat portit: vihreä valo
  - RF180C: Vihreä valo (LINK) ja vilkkuva oranssi (RX/TX), kaksi vihreää valoa (ON ja DC24V) ja kaksi vilkkuvaa punaista (ERR\_1 ja ERR\_2).
  - Lukijat: Kun laitteistolla on virta, lukijat vilkuttavat vihreää LED-valoa  
→ Virta kulkee moduulien kautta lukijoille, mutta niitä ei ole "yhdistetty" laitteistoon.

#### 4 LUKIJAN YHDISTÄMINEN LAITTEISTOLLE

- Käynnistä TIA Portal V13 tietokoneella ja lataa opettajalta saamasi valmis ohjelma
- Kun ohjelma on latautunut, paina "Project view" ohjelmaikkunan vasemmasta alakulmasta

*"Project view"- näkymässä voit tutustua mm. ohjelman rakenteeseen. Siellä voit ladata ohjelman keskusyksikölle. Näkymässä pääset myös muokkaamaan ja ohjaamaan lukijoita Online-tilassa.*

##### 4.1 Ohjelman lataus keskusyksikölle

- Napauta projektipuusta (Project tree) "PLC1 [CPU 1214C DC/DC/DC]" aktiiviseksi
- Napauta yläpalkissa olevaa "Compile"-symbolia (KUVA 3).  
(Ohjelma käännetään ja tarkistetaan virheistä)

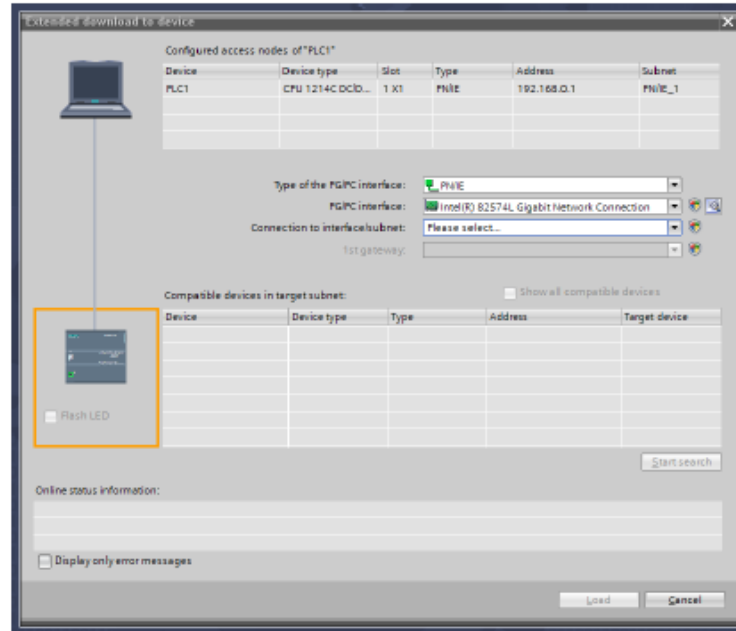


KUVA 3. Ohjelman tarkistus

- Mene ikkunan yläpalkin "Online"-kohtaan (KUVA 3)  
→ "Download and reset PLC program"
- Aukeaa joko "Extended download to device" (KUVA 4) tai "Load Preview" (KUVA 5) riippuen siitä, yhdistetäänkö PC ensimmäistä kertaa PLC:n kanssa.

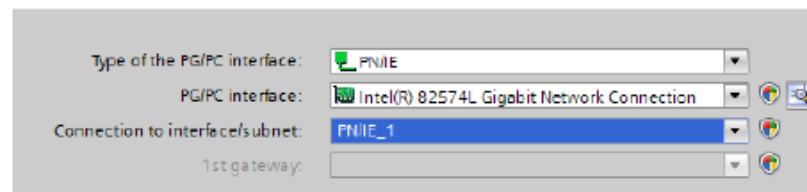
#### 4.1.1 “Extended download to device”

Kun PC yhdistetään ensimmäistä kertaa PLC:n kanssa



KUVA 4. Extended download to device

- Muuta interface-tiedot seuraavasti (KUVA 5) ja paina “Start search”

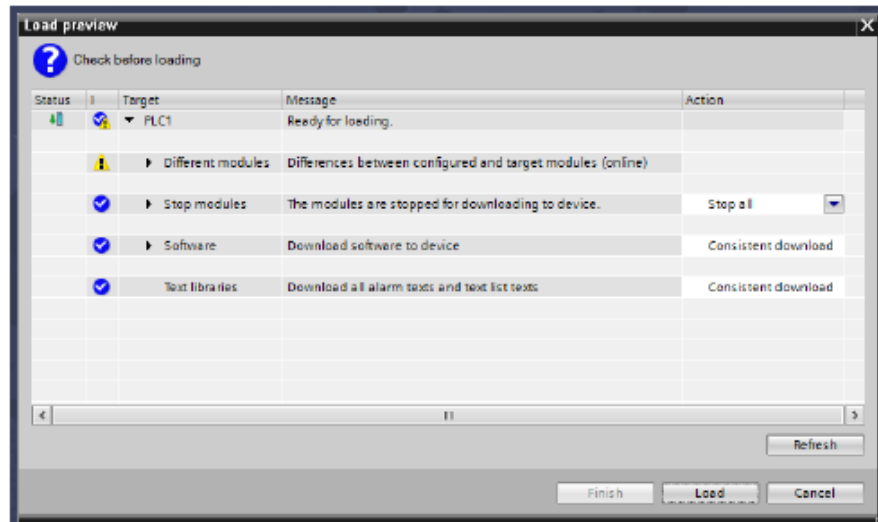


KUVA 5. Interface-tietojen valinta

- Kun yhdistetty laite on löytynyt, valitse “Load” ja “Finish”

#### 4.1.2 "Load Preview"

Kun PC on jo aikaisemmin yhdistetty kyseisen PLC:n kanssa.



KUVA 6. Load Preview

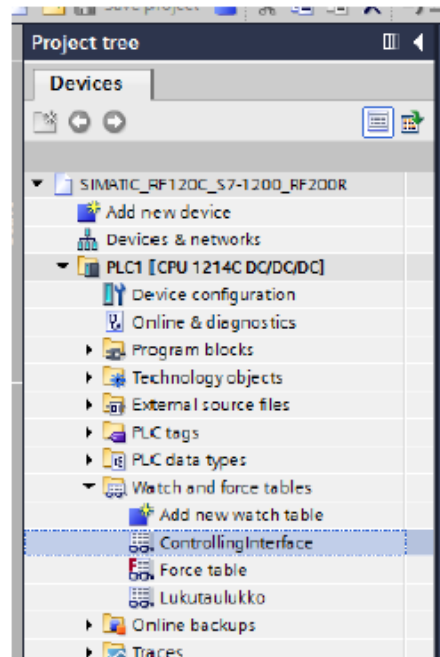
- Varmista, että "Stop modules"-rivillä on valittuna "Stop all"
  - Load
  - Finish

- Nyt ohjelma on ladattu keskusyksikölle.



## 5 LUKIJAN YHDISTÄMINEN KOMMUNIKOINTIMODUULIIN

- Avaa projektipuusta "PLC1"
  - "Watch and force tables"
  - ControllingInterface (KUVA 7)



KUVA 7. Projektipuun

*"ControllingInterface"-ikkunassa on käskyt/toiminnot lukijalle. Niiden avulla voi nol-  
lata/resetoida ("Reset") lukijan ja muuttaa lukijoiden tilaa luku- tai kirjoitustilaksi*

### 5.1 ControllingInterface-näkymä

Päivitys      Monitorointi      Valvottava arvo/tila      Muutettava arvo/tila

| Name                           | Display format | Monitor value | Modify value |
|--------------------------------|----------------|---------------|--------------|
| Reset Reader                   | Bool           |               | FALSE        |
| *Interface*.executeResetReader | Bool           |               |              |
| *Interface*.doneResetReader    | Bool           |               |              |
| *Interface*.errorResetReader   | Bool           |               |              |
| *Interface*.statusResetReader  | Hex            |               |              |
| Read transponder               | Bool           |               | FALSE        |
| *Interface*.executeRead        | DEC            | 0             |              |
| *Interface*.addrTagRead        | DEC            | 10            |              |
| *Interface*.lenDataRead        | Bool           |               |              |
| *Interface*.doneRead           | Bool           |               |              |
| *Interface*.errorRead          | Bool           |               |              |
| *Interface*.statusRead         | Hex            |               |              |
| Write transponder              | Bool           |               | FALSE        |
| *Interface*.executeWrite       | DEC            | 0             |              |
| *Interface*.addrTagWrite       | DEC            | 10            |              |
| *Interface*.lenDataWrite       | Bool           |               |              |
| *Interface*.doneWrite          | Bool           |               |              |
| *Interface*.errorWrite         | Bool           |               |              |
| *Interface*.statusWrite        | Hex            |               |              |
| Set Antenna                    | Bool           |               | FALSE        |
| *Interface*.executeAnt         | Bool           |               | FALSE        |
| *Interface*.antennaAnt         | Bool           |               |              |
| *Interface*.doneAnt            | Bool           |               |              |
| *Interface*.errorAnt           | Bool           |               |              |
| *Interface*.statusAnt          | Hex            |               |              |

Resetointi-käskey

Luku-käskey

Kirjoitus-käskey

KUVA 8. ControllingInterface- ikkunan näkymä

Lukijoita voi ohjata muuttamalla käskeyjen tiloja FALSE-tilasta TRUE-tilaan ja takaisin FALSE-tilaan. "Valvottava arvo/tila"-sarakkeesta voidaan tarkastaa, että käskey on suoritettu.

## 5.2 Lukijan resetointi

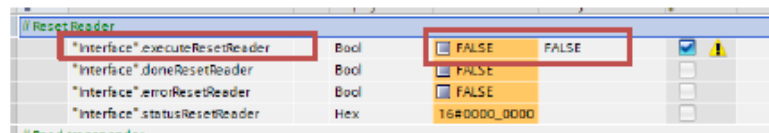
- Lukija pitää resetoida/nollata, jotta se yhdistyy kommunikointimoduuliin:
  - Napauta monitorointi-symbolia "ControllingInterface"-ikkunan yläpalkista (KUVA 9)



KUVA 9. Monitorointi- ja päivitys-symbolit

*Monitorointi-tilan avulla voidaan tarkkailla käskyjen toteutumista. Samalla käynnistyy koko ohjelmaan Online-tila.*

- Alkutilassa käsky "executeResetReader" on FALSE (ei-tosi, 0). Tällöin resetointia ei tapahdu. Tila täytyy muuttua TRUE (tosi, 1) (KUVA 10).



KUVA 10. ResetReader-käsky

12 (16)

- Klikkaa hiiren oikeaa painiketta käskyn "ExecuteResetReader" kohdalla
  - Modify
  - Modify to 1
  - "ExecuteResetReader"- ja "doneResetReader"-käskyjen "Monitor value" muuttuu TRUE-tilaan (KUVA 11)

|                 | Name                           | A... | Display format | Monitor value                            | Modify va |
|-----------------|--------------------------------|------|----------------|--|-----------|
| // Reset Reader |                                |      |                |  |           |
|                 | "Interface".executeResetReader |      | Bool           | <input checked="" type="checkbox"/> TRUE | TRUE      |
|                 | "Interface".doneResetReader    |      | Bool           | <input checked="" type="checkbox"/> TRUE |           |
|                 | "Interface".errorResetReader   |      | Bool           | <input type="checkbox"/> FALSE           |           |
|                 | "Interface".statusResetReader  |      | Hex            | 16#0000_0000                             |           |

KUVA 11. Onnistunut resetointi

- Jos "errorResetReader"-rivi muuttuu TRUE-tilaan, on tapahtunut virhe:
  - Status-rivillä näkyy virhekoodi
  - Suorita resetointi uudestaan, ensin vaihtamalla "ExecuteResetReader"-käsky tilaan FALSE (Modify to 0).

- Klikkaa päivitys-symbolia

→ Lukijan vilkkuva vihreä LED-valo jää palamaan yhtäjaksoisesti, jos resetointi ja yhdistäminen onnistui.

→ Jos LED-valo vilkuttaa punaista, toista resetoinnin toimenpiteet ensin muuttamalla "ExecuteResetReader"-käsky FALSE-tilaan (Modify to 0).

Päivitä.

## 6 LUKIJALLE KIRJOITTAMINEN

”Write Transponder”

- Kun lukija on yhdistetty kommunikointimoduuliin, sillä voi kirjoittaa tietoa tunnisteeille
- Muuttamalla käskyn ”executeWrite” (KUVA 13) FALSE-tilasta TRUE-tilaan (Modify to 1), lukijassa käynnistyy kirjoitustila (TRUE).

| // Write transponder     |      |   |       |                                     |                                     |  |
|--------------------------|------|---|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| "Interface".executeWrite | Bool | <input checked="" type="checkbox"/> FALSE | FALSE | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |  |
| "Interface".addrTagWrite | DEC  | 0   | 0     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |  |
| "Interface".lenDateWrite | DEC  | 0   | 10    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |  |
| "Interface".doneWrite    | Bool | <input checked="" type="checkbox"/> FALSE |       | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |  |
| "Interface".errorWrite   | Bool | <input checked="" type="checkbox"/> FALSE |       | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |  |
| "Interface".statusWrite  | Hex  | 16# 0000_0000                             |       | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |  |

KUVA 13. Write transponder

- Kun tunniste vietään lukuetaisyydelle lukijasta ja kirjoitustila (”executeWrite”) on TRUE:
  - Lukija siirtää annetun tiedon tunnisteele
  - Rivi ”doneWrite” muuttaa tilansa TRUE
  - Tunniste on vastaanottanut tietoa

*Riveillä ”addrTagWrite” ja ”lenDateWrite” voidaan asettaa kirjoitettavan tiedon pinuden ja aloitusosoitteen*

- Muuta ”executeWrite” tilaan FALSE

## 7 TUNNISTEELTA LUKEMINEN

"Read transponder"

- Muuta ikkunanäkymä kahteen osaan kuvan 14 merkitystä symbolista, ohjelmaikkunan yläpalkista



KUVA 14. Näkymän jako kahteen osaan

- Avaa projektipuusta "Watch and Force tables"  
→ Lukutaulukko
- Pidä Lukutaulukko ja ControllingInterface rinnakkain
- Käynnistä myös Lukutaulukon monitorointi-tila
- Muuta ControllingInterface-ikkunassa käsky "executeRead" (KUVA 15) FALSE-tilasta TRUE-tilaan (Modify to 1)

| // Read transponder     |      |   |       |                                     |                                     |
|-------------------------|------|---|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| *Interface*.executeRead | Bool | <input checked="" type="checkbox"/> FALSE | FALSE | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| *Interface*.addrTagRead | DEC  | 0   | 0     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| *Interface*.lenDataRead | DEC  | 0   | 10    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| *Interface*.doneRead    | Bool | <input checked="" type="checkbox"/> FALSE |       | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| *Interface*.errorRead   | Bool | <input checked="" type="checkbox"/> FALSE |       | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| *Interface*.statusRead  | Hex  | 16#0000_0000                              |       | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |

KUVA 15. Read transponder

- Vie tietoa sisältävä tunniste lukuetaisyydelle  
→ Rivi "doneRead" muuttaa tilansa TRUE  
→ Tieto tunnisteealta on luettu

16 (16)

- Lukutaulukko-ikkunassa (KUVA 16) muuttuu "readData"-rivien "Monitor value"-arvot juoksevaksi numeroinniksi.

| Name                     | Address   | Display format | Monitor value | Modify value |
|--------------------------|-----------|----------------|---------------|--------------|
| "IdentData".readData[0]  |           | DEC            | 1             | 0            |
| "IdentData".readData[1]  |           | DEC            | 2             | 0            |
| "IdentData".readData[2]  |           | DEC            | 3             | 0            |
| "IdentData".readData[3]  |           | DEC            | 4             | 0            |
| "IdentData".readData[4]  |           | DEC            | 0             | 0            |
| "IdentData".readData[5]  |           | DEC            | 0             | 0            |
| "IdentData".readData[6]  |           | DEC            | 0             | 0            |
| "IdentData".readData[7]  |           | DEC            | 0             | 0            |
| "IdentData".readData[8]  |           | DEC            | 0             | 0            |
| "IdentData".readData[9]  |           | DEC            | 0             | 0            |
| "IdentData".readData[10] |           | DEC            | 0             | 0            |
|                          | <Add new> |                |               |              |

KUVA 16. Lukutaulukko

*"Monitor value"-sarakeeseen ilmaantuu niin monta riviä arvoja, kuin ControllingInterface-ikkunassa on merkittynä "lenDataRead"-riville. (Valmiissa ohjelmassa tallettuna 10 riviä). Päivittämällä Lukutaulukko-ikkunan, saat nollattua lukutiedot.*