

Joonas Nokso

# **Simatic IOT2040 -laitteen käyttöönotto ja ohjelmointi**

SeAMK

Opinnäytetyö

Kevät 2020

SeAMK Tekniikka

Automaatiotekniikan koulutusohjelma

**SeAMK** 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Automaatiotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Sähköautomaatio

Tekijä: Joonas Nokso

Työn nimi: Simatic IOT2040 -laitteen käyttöönotto ja ohjelmointi

Ohjaaja: Hietämäki Marko

Vuosi: 2020

Sivumäärä: 40

---

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi SeAMK. Työn tarkoitus oli käydä läpi SeAMKiin opetusta varten tuotujen Simatic IOT2040 -laitteiden käyttöä. Työssä tutkittiin IOT-laitteiden toimintaa teorian ja ohjelmistojen kautta. Tavoitteena oli tehdä opiskelijoita varten käyttöohjeet laitteen asennuksista ja käyttöönotosta. Lisäksi tavoitteena oli tehdä ohjeet laitteella TIA Portalin ja Node-RED-työkalun käyttöönotosta ja niillä ohjelmoinnista.

Molemmilla ohjelmilla otettiin yhteys laitteen I/O-moduuliin harjoitusta varten. Harjoituksessa käytettiin ohjelmien toimintojen lisäksi Lediä ja lämpötila-anturia ja Node-RED-työkalussa testattiin laitteen omaa MQTT-välittäjää. Tarkoituksena oli vielä lopuksi kasata ja asentaa kouluun tilatut laitteet luokkahuoneeseen.

Työn lopputuloksena saatiin aikaan valmiit käyttöohjeet Simatic IOT2040 -laitteen käytöstä. Laitteiden kasaus ja asennus luokkahuoneeseen jäi tekemättä koulun mentyä kiinni johtuen koronaviruspandemiasta.

Avainsanat: IoT, TIA Portal, Node-RED, ethernet, IP-osoite, I/O

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automation Engineering

Specialisation: Electric Automation

Author: Joonas Nokso

Title of thesis: Simatic IOT2040 Introduction and Programming

Supervisor: Hietamäki Marko

Year:2020

Number of pages:40

---

The client of the thesis was SeAMK. The function of the thesis was to study the usage of Simatic IOT2040-devices that were brought to SeAMK for teaching purposes. The thesis also investigated the theory, functions and programs related to the IOT2040. The goal was to make instructions for the installation and introduction of the devices for students to use. The instructions also had to be made for the installation of TIA Portal and Node-RED, and on their use for programming.

Both these programs had to be connected to an I/O module for exercise. In the exercises, in addition to basic programming functions, LEDs and a temperature sensor were used and, in the Node-RED, the MQTT broker of the device was tested. As the last stage, all the devices bought to the school had to be assembled to a classroom.

As the result of the thesis there were completed instructions on the usage of the Simatic IOT2040-device. Assembling the devices to a classroom could not be completed since, due to the coronavirus pandemic, the school was closed.

Keywords: IoT, TIA Portal, Node-RED, ethernet, IP address, I/O

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
Kuvaluettelo .....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	6
1 JOHDANTO .....	9
1.1 Taustaa .....	9
1.2 Tavoite .....	9
1.3 Rakenne.....	9
2 OHJELMOISTOT JA TEORIAA .....	10
2.1 Node-RED.....	10
2.2 TIA Portal .....	11
2.3 PuTTY.....	11
2.4 Win32 Disk Imager .....	12
2.5 WinSCP .....	13
2.3 VMware workstation Pro .....	14
2.3.1 Virtuaalikone .....	15
2.4 Simatic .....	15
2.4.1 Simatic IOT2000 .....	16
2.5 MQTT .....	17
2.6 TCP/IP-protokolla.....	18
2.6.1 TCP/IP-viitemalli .....	18
2.7 IoT.....	19
2.7.1 Turvallisuus.....	20
2.7.2 Yhdyskäytävä.....	20
2.8 Linux .....	21
2.9 SFTP.....	21
2.10 SSH .....	22
3 TOTEUTUS.....	23
3.1 Asennus.....	23

3.2 Ohjelmointi .....	26
3.3 Node-RED.....	27
3.4 TIA Portal .....	32
4 Yhteenveto.....	38
LÄHTEET .....	39

## Kuvaluettelo

Kuva 1. Node-RED. ....	10
Kuva 2. TIA Portal-ohjelma. ....	11
Kuva 3. PuTTY.....	12
Kuva 4. Win32 Disk Imager .....	13
Kuva 5. WinSCP. ....	14
Kuva 6. VMware Workstation pro.....	15
Kuva 7. IOT2040.....	17
Kuva 8. IoT (pixabay [viitattu 9.5.2020]).....	19
Kuva 9. Imagen lataus Win32 Disk Imagerin avulla. ....	24
Kuva 10. Etäyhteys PuTTY-ohjelmaa käyttämällä .....	25
Kuva 11. IP-osoitteen vaihto terminaalin kautta .....	26
Kuva 12. Function JavaScript-koodi.....	29
Kuva 13. Node-RED-harjoitustyö .....	30
Kuva 14. MQTTlens-ohjelman yhdistys välittäjään. ....	31
Kuva 15. MQTTlens-tilaus. ....	32
Kuva 16. WinSCP-yhteys laitteeseen. ....	33
Kuva 17. VMware Workstation -virtuaalikone. ....	34
Kuva 18. TIA Portal device manager. ....	35
Kuva 19. Ohjelman lataus laitteeseen.....	36
Kuva 20. Ohjelma online-tilassa.....	37

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Aliverkkopeite</b>	Aliverkkopeitteen avulla IP-osoite jaetaan kahteen osaan. Yksi tunnistaa isännän ja toinen verkon, johon se kuuluu. Esimerkiksi IP-osoitteesta: 192.169.200.1 on verkko-osuus: 192.168.200.0 ja isäntä: 0.0.0.1.
<b>Alusta</b>	Alustalla (eng. platform) tarkoitetaan ympäristöä, jonkin ohjelman käyttöä varten
<b>Analoginen signaali</b>	Analogisella signaalilla tarkoitetaan signaalia, jonka arvo voi vaihdella portaattomasti tietyllä välillä. Se on jatkuva signaali. Lämpötilan mittauksessa signaalin voimakkuus vaihtelee lämpötilan mukaan.
<b>Arduino</b>	Arduino on mikro-ohjain/elektroniikka-alusta, jonka pinneihin voi kytkeä erilaisia antureita, ledejä ja muita komponentteja.
<b>Etäyhteys</b>	Etäyhteydellä tarkoitetaan internetin välityksellä saatua yhteyttä laitteen kanssa.
<b>Flash-muisti</b>	Flash-muistiin voidaan tallentaa, muuttaa tai sieltä voidaan poistaa tietoa.
<b>Integraatio</b>	Integraatiolla tarkoitetaan kahden tai useamman kohteen yhdistämistä yhdeksi kokonaisuudeksi.
<b>Isäntä</b>	(eng. host) Laitte tai tietokone voidaan määrittää isännäksi, joka sitten kommunikoi muiden isäntien kanssa verkossa. Isäntä voi toimia palvelimena, joka tarjoaa palveluja käyttäjille ja muille isännille.
<b>Mosquitto</b>	Mosquitto on avoimeen lähdekoodiin perustuva MQTT-välittäjä. Se on saatavilla monenlaisille alustoille.

<b>I/O-Moduuli</b>	I/O-moduulilla tarkoitetaan osaa, johon voidaan koota input- ja output-signaaleja. Inputeilla tarkoitetaan signaalia, jota lähetetään laitteeseen, outputeilla tarkoitetaan laitteesta lähtevää signaalia.
<b>JavaScript</b>	Javascript on pääasiassa verkkoympäristössä käytettävä ohjelmointikieli.
<b>Käynnistyskuva</b>	Käynnistyskuva (eng. bootimage) on käynnistämiseen käytetty tiedosto, joka siirtyessään käynnistyslaitteelle antaa siihen yhteydessä olevan laitteiston käynnistyä.
<b>Laitekonfiguraatio</b>	Laitekonfiguraatiolla tarkoitetaan laitteen asetusten ja toiminnan hallintaa ja sen muokkaamista.
<b>MQTT</b>	MQTT-protokolla on kevyt yhteysprotokolla, jota voidaan käyttää laitteiden välisessä kommunikoinnissa
<b>MQTT-Lens</b>	MQTT-lens on Google Chromen sovellus, joka toimii MQTT-asiakkaana. Sillä saadaan yhteys välittäjään, jonka kautta voidaan vastaanottaa tai lähettää dataa muille asiakkaille.
<b>Protokolla</b>	Protokollalla tarkoitetaan säännöstöä, jonkinlaista tehtävää varten. Eli miten toimitaan ja mitä sääntöjä noudatetaan.
<b>Rajapinta</b>	Rajapinta (eng. Application programming interface, API) on määritelmä, jonka mukaan eri sovellukset tai ohjelmat voivat vaihtaa dataa keskenään. Tekniikan avulla voidaan ikään kuin liittää palveluita yhteen.
<b>Reititin</b>	On laite, joka yhdistää tietoverkkoja ja välittää tietoa niille. Reititin valitsee reitin tietoliikennettä varten.
<b>Todennus</b>	Todennus (eng. authentication) on turvallisuusprotokolla, jonka avulla varmistetaan, että kukaan ulkopuolinen henkilö ei pääse käsiksi sovellukseen tai laitteeseen



<b>Ulkoinen asema</b>	Ulkoisella asemalla (eng. external drive) tarkoitetaan asemaa, joka ei ole osa laitetta, esim. USB-tikku on ulkoinen asema.
<b>Virtualisointi</b>	Virtualisoinnilla tarkoitetaan prosessia, jossa luodaan kohteesta esim. sovelluksesta tai palvelimesta ohjelmistopohjaista tai virtuaalista esitystä.
<b>Yhdyskäytävä</b>	Yhdyskäytävällä (eng. gateway) tarkoitetaan osaa internetkommunikaatioon kuuluvasta laitteistosta, jolla data siirtyy verkon kautta paikasta toiseen.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Taustaa

Seinäjoen ammattikorkeakoululla hankittiin luokkahuoneeseen IOT2040-laitteita opetuskäyttöä varten. Ne ovat tarkoitettu opiskelukäyttöön. Opiskelijat harjoittelevat niillä laitteiden asennuksia, I/O-toimintoja ja ohjelmien tekoa.

## 1.2 Tavoite

Työn tavoitteena on luoda käyttöohjeet opiskelijoita varten tämän laitteen käyttöönotosta ja asennuksesta. Ohjeet täytyy tehdä myös laitteen ohjelmoinnista Node-RED-työkalulla ja TIA Portalilla, käyttäen laitteen I/O-moduulia. Työtä varten on saatu lämpötila-anturi ja ledejä. Node-RED-työkalulla testataan myös laitteiden välistä tiedonsiirtoa käyttämällä laitteeseen asennettua MQTT-välittäjää. Tavoitteena on saada käyttöohjeista mahdollisimman selkeät ja helpot seurata. Ohjeisiin pyritään saamaan kuvat joka kohdasta ja kertomaan miksi ja mitä tehdään. Lopuksi vielä tulisi koota koululle tilatut laitteet luokkahuoneeseen.

## 1.3 Rakenne

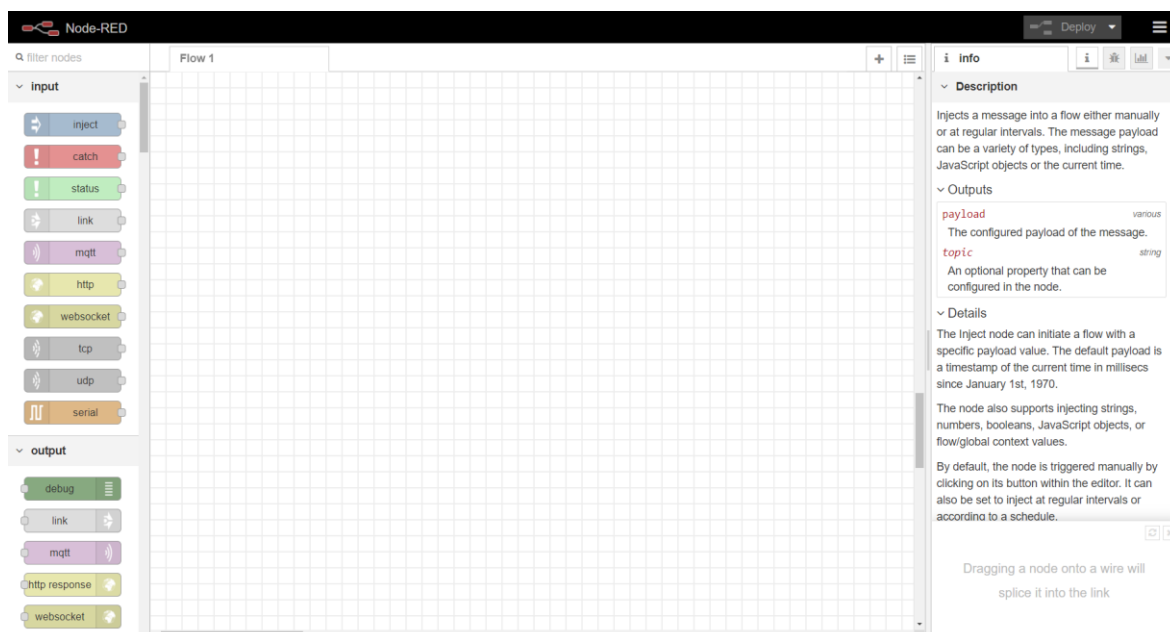
Työ alkaa johdannolla, jossa kerrotaan lyhyesti työn tavoitteista ja taustasta. Työn teoriaosuudessa käydään läpi ohjelmassa käytettyjen ohjelmistojen toimintaa ja käyttöä ja niissä käytettävien teknologioiden teoriaa ja toimintaa. Teoriaosuudessa myös käsiteltiin IOT2040-laitetta, siihen liittyviä ja sillä käytettäviä asioita. Ohjelmointiosuudessa käydään läpi laitteen käyttöönottoa ja sen asennusta. Ohjelmointiosuudessa käsitellään myös TIA Portalin ja Node-RED-työkalun ohjelmointia ja käyttöönottoa. Ohjelmistot yhdistettiin laitteeseen, sen I/O-moduulin ohjausta varten ja laitteen MQTT-välittäjän testausta varten. Lopuksi käydään läpi työvaiheita ja niiden toteutusta, samalla mietitään tavoitteiden saavuttamista.

## 2 OHJELMOISTOT JA TEORIAA

### 2.1 Node-RED

Node-RED on verkkoselaimessa toimiva avoimen lähdekoodin omaava ohjelmointityökalu (kuva 1). Sitä käytetään yhdistämään laitteita, ohjelmointirajapintoja ja verkkopalveluita keskenään. Sen selaimessa sijaitsevan editorin ansiosta sillä on helppo luoda vuo-yhteyksiä, käyttäen Node-RED-työkalun monenlaisia nodeja. JavaScriptillä voidaan luoda erilaisia toimintoja nodeille, käyttäen text editoria. Ohjelman sisäänrakennetun kirjaston avulla saadaan editoriin tuotua erilaisia toimintoja. (Node-RED [Viitattu 5.4.2020].)

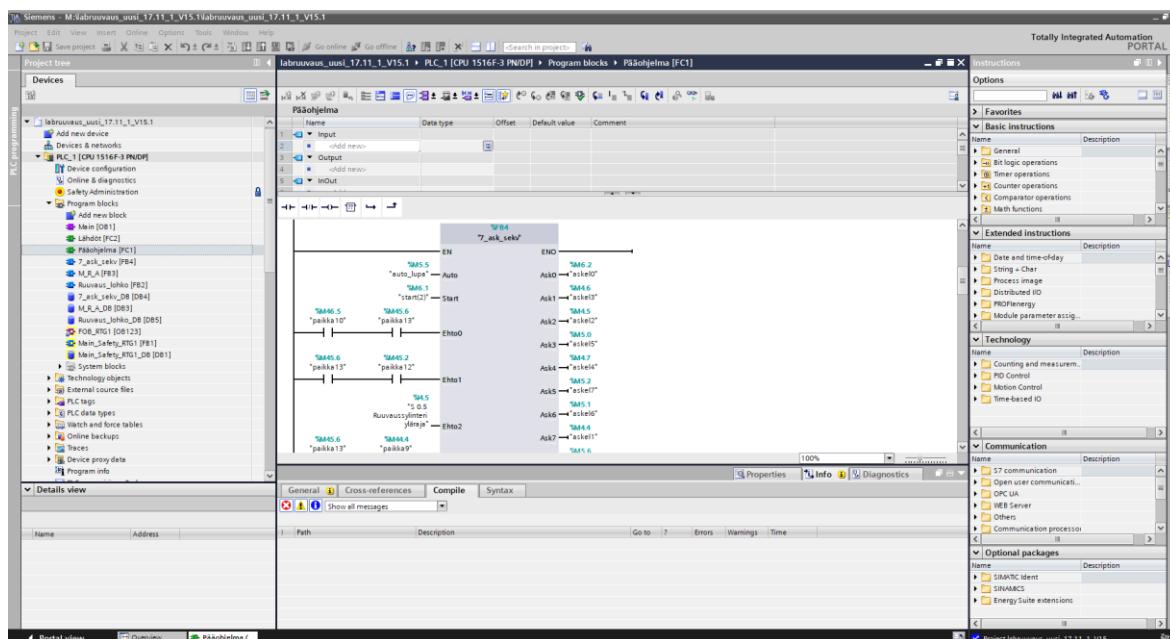
Vuokaaviopohjaisen ohjelmoinnin kehitti Paul Morrison 1970-luvulla tapana kuvailla sovelluksen käyttäytymistä nodien avulla. Kaikilla nodeilla on oma tehtävänsä. Datan saapuessa nodeen se vaikuttaa dataan halutulla tavalla ja lähettää sen eteenpäin vuokaavion mukaan seuraavalle nodelle. (Node-RED [Viitattu 6.4.2020].)



Kuva 1. Node-RED.

## 2.2 TIA Portal

TIA Portal eli "Totally integrated Automation Portal" on Siemensin kehittämä maksullinen suunnitteluohjelmisto automaatiojärjestelmille (kuva 2). Sillä on mahdollista suunnitella ja ohjelmoida Siemensin automaatiolaitteistoa. Siemens lupaa, että TIA Portalin avulla saavutetaan mm. lyhyempiä aikoja tuotteiden markkinoille tuomiseksi, tuotannon lisääntymistä ohjelmiston lisäominaisuuksien ansiosta ja parempaa joustavuutta johtuen koordinoidusta tiimityöskentelystä ohjelmiston yhteistyöominaisuuksien ansiosta. Suunnitteluohjelmistona se on kätevä, koska sen avulla voidaan integroida projektin tärkeät osat, joihin kuuluu: suojaus- ja turvatoiminnot, ohjaus, HMI, hajautettu I/O, asemat, liikeohjaus ja sähköjakelu. (Siemens 2017.)

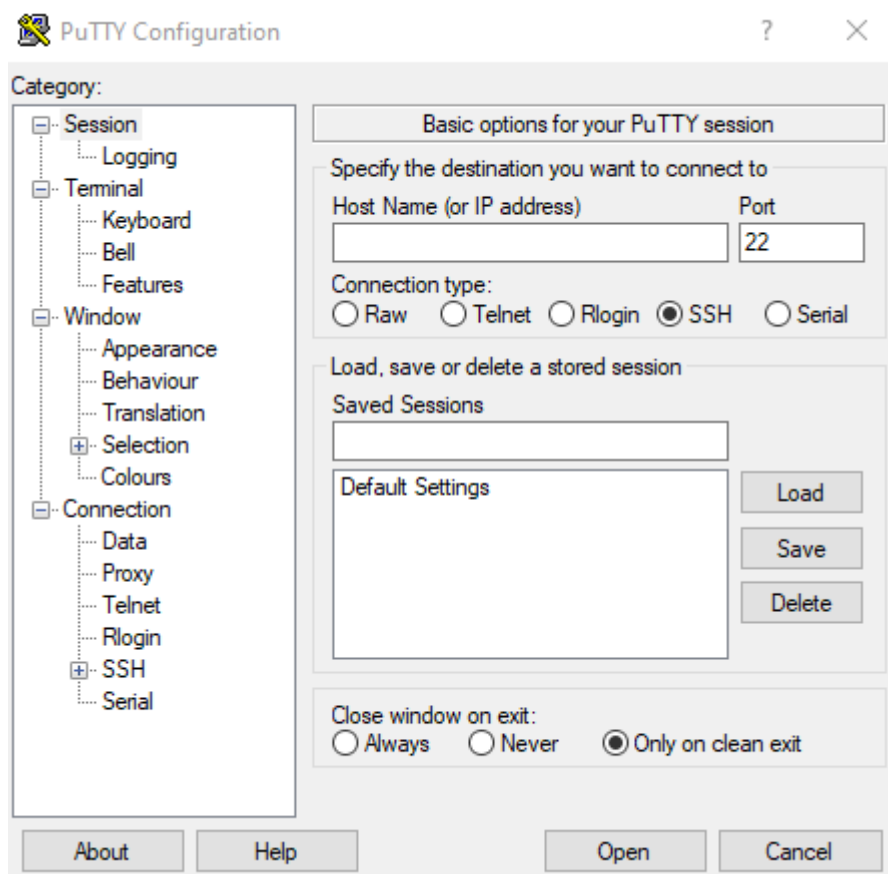


Kuva 2. TIA Portal-ohjelma.

## 2.3 PuTTY

PuTTY on etähallintaan tarkoitettu pääteohjelma Windows-käyttöjärjestelmälle. Ohjelma tukee SSH-, telnet- ja raw socket -yhteyksiä (kuva 3). Ohjelman pääominaisuus on sen pääteikkuna. Sillä on hyvä pääte-emulointi, konfiguroitavuus

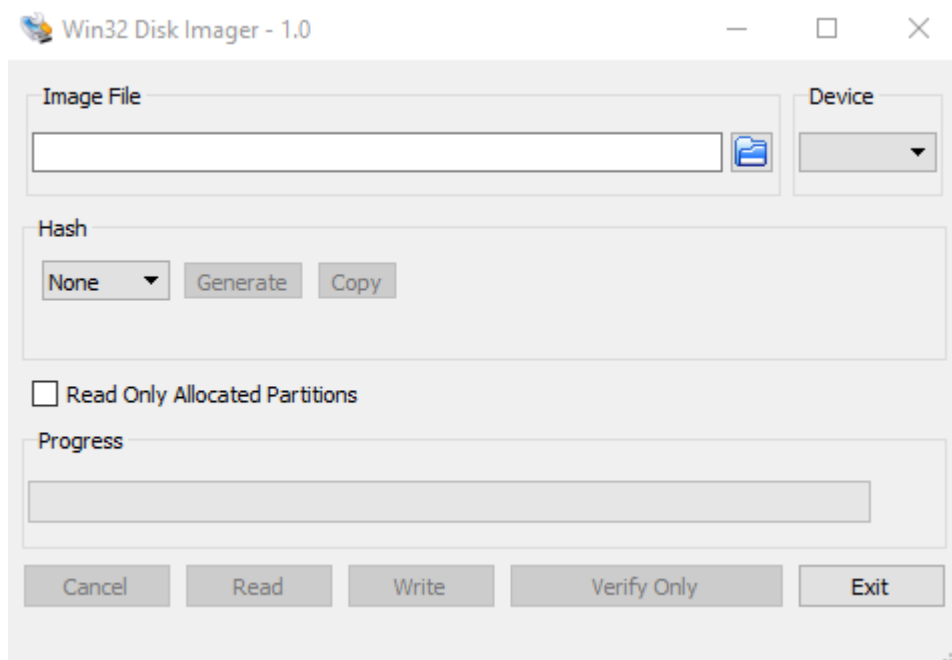
ja hyvä tuki erilaisille salausalgoritmeille. (SSH.com [Viitattu 22.3.2020].) PuTTY on avoimen lähdekoodin omaava ohjelmisto, jota kehittää ja tukee ryhmä vapaaehtoisia (PuTTY [Viitattu 22.3.2020]).



Kuva 3. PuTTY

## 2.4 Win32 Disk Imager

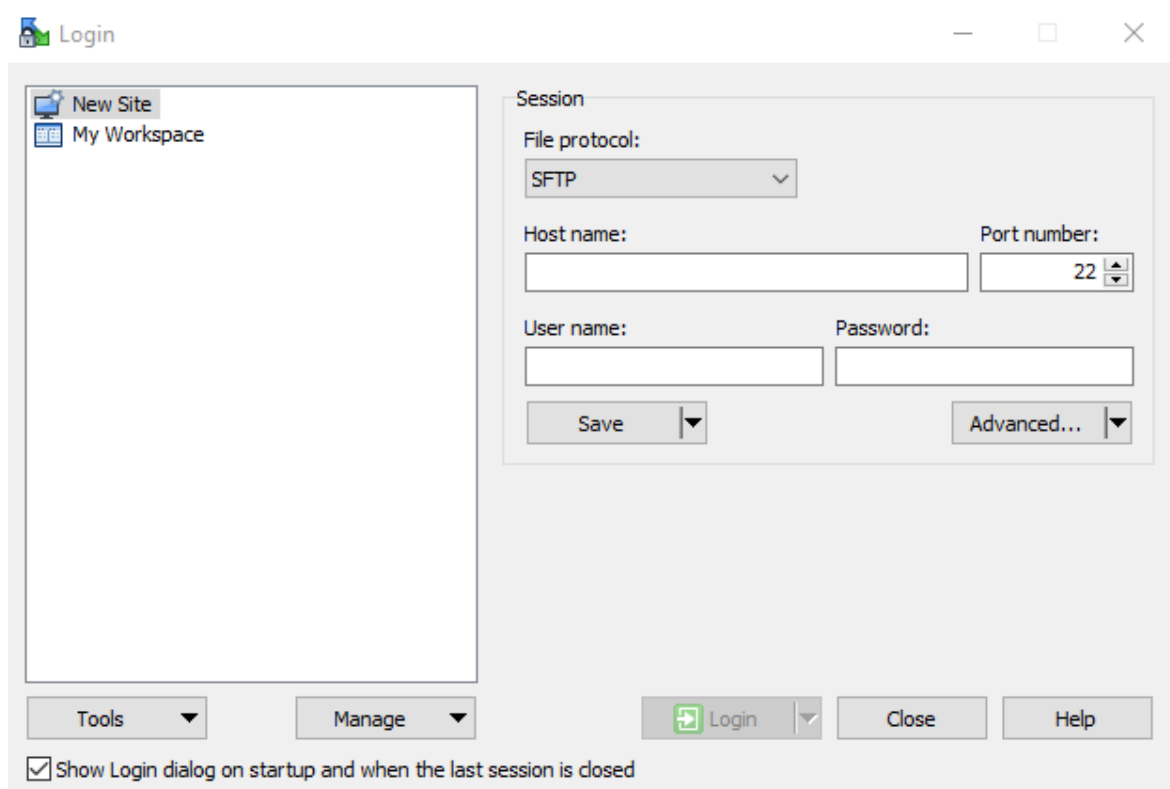
Win32 Disk Imager on windows-ohjelma, jolla palautetaan tai tallennetaan tiedostoja tietokoneelta ulkoiseen asemaan (eng. removable drive) (kuva 4). Disk Imager-ohjelmalla voidaan kirjoittaa käynnistyskuvia flash -tyyppisille SD korteille tai USB-muistille, jotka tekevät asemasta käynnistettävän (eng. bootable). (Sourceforge [Viitattu 20.3.2020].)



Kuva 4. Win32 Disk Imager

## 2.5 WinSCP

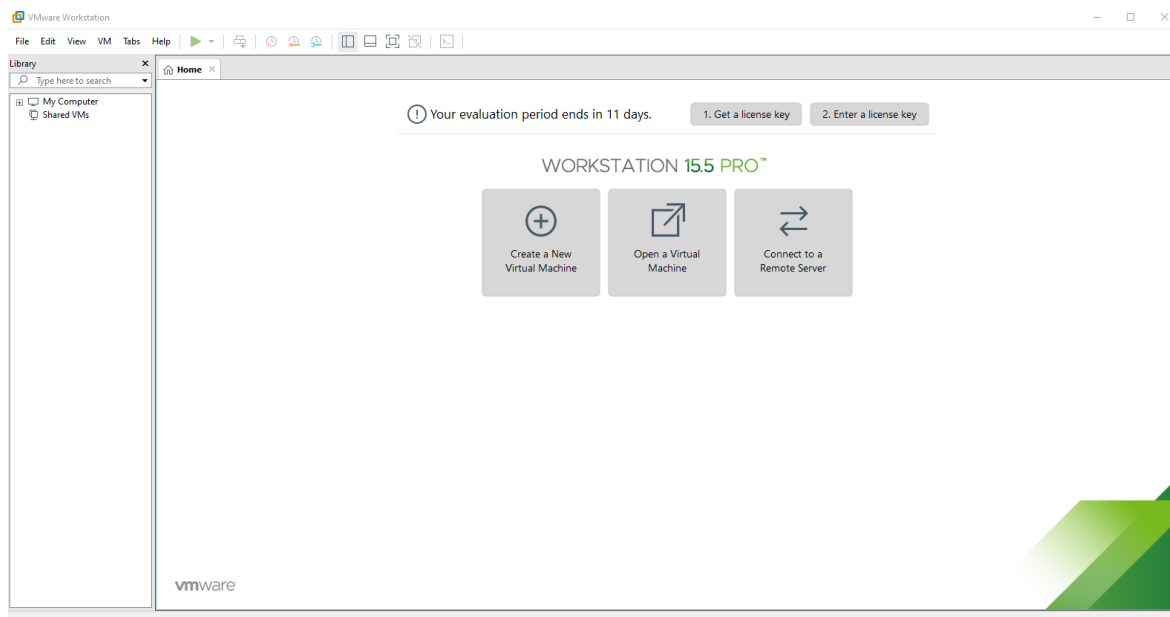
WinSCP on ilmainen tiedonsiirtoon tarkoitettu asiakasohjelma Windows käyttöjärjestelmälle, joka toimii etäyhteydellä laitteiden välillä (kuva 5). Ohjelman monien tiedonsiirtoprotokollien lisäksi sen ominaisuuksiin kuuluvat myös suunnittelu (eng. scripting) ja tiedostonhallintatoiminnot. (WinSCP 21.12.2017.)



Kuva 5. WinSCP.

### 2.3 VMware workstation Pro

VMware Workstation Pro on ohjelmisto virtuaalikoneen (eng. virtualmachine) käyttöön (kuva 6). Sen avulla voidaan käyttää yhtä tai useampaa virtuaalikonetta samaan aikaan. Ohjelmisto on tarkoitettu mm. Yrityksille ja kehittäjille, jotka kehittelevät tai testaavat ohjelmistoa, mille tahansa laitteelle, pilveen tai alustalle. (VMware [Viitattu 9.4.2020].)



Kuva 6. VMware Workstation pro

### 2.3.1 Virtuaalikone

Virtuaalikone on virtuaalinen tietokonejärjestelmä. Sillä tarkoitetaan eristettyä ohjelmistoa, joka sisältää käyttöjärjestelmän ja sillä toimivan sovelluksen. Yhden fyysisen palvelimen tai laitteen avulla on mahdollista suorittaa montaa virtuaalikonetta samanaikaisesti. Virtuaalikoneet toimivat täysin itsenäisesti. Ohut ohjelmistokerros nimeltään hypervisor erottaa virtuaalikoneet isännästä ja jakaa laskentaresurssit dynaamisesti virtuaalikoneiden kesken. (VMware [Viitattu 8.4.2020].)

### 2.4 Simatic

Simatic on Siemensin automaatiotekniikan brändi. Siemens lupaa, että käyttämällä simatic-laitteita saadaan aikaan paras mahdollinen integraatio ja että järjestelmän skaalautuvuuden ansiosta käyttäjät voivat muokata ratkaisuja heidän omien tarpeiden mukaan. Simatic-brändiin kuuluu monenlaista teknologiaa, automaation ohjaimista ja I/O-järjestelmistä ohjelmistoihin ja käyttöliittymiin. (Siemens [Viitattu 22.3.2020].)



### 2.4.1 Simatic IOT2000

Simatic IOT2000 on älykäs rajapinta (eng. interface) erilaisille laitteille tai tehtaille. Siitä on saatavana kahta eri tuotetta: IOT2020 ja IOT2040. Laite kehitettiin erityisesti teollisuuteen käytettäväksi IoT-yhdyskäytävänä. (Siemens [Viitattu 7.4.2020].)

Laitteen avulla voidaan kerätä dataa useista erilaisista automaatiotekniikan laitteista. Laite tukee monenlaisia protokollia, joihin kuuluu mm. S7, OPC UA, TCP/IP, MQTT-tilaaja, Modbus TCP ja -RTU. Tämä onnistuu erilaisten rajapintojen avulla, joihin kuuluu RS232/422/485, Serial USB interface, Ethernet ja Wifi mPCIe. Laitteen I/O-kilpien avulla saadaan helposti yhdistettyä ei-kriittiset anturitiedot suoraan laitteeseen. (Siemens [Viitattu 7.4.2020].)

Laitteen avulla tietojenkäsittelyä voidaan ohjelmoida yksitellen käyttäen korkean tason ohjelmointikieliä. Tämän ansiosta tietoja voidaan käsitellä käyttäen erilaisia algoritmeja, visualisoida mm. Node-RED dashboardin tai HMI-paneelien avulla tai tallentaa käyttäen MySQL-tietokantoja tai yhdistettyä USB-kiintolevyä. (Siemens [Viitattu 7.4.2020].)

Suojatulla ja joustavalla tiedonsiirrolla dataa voidaan muuntaa ja sitten siirtää ylemmän tason IT-järjestelmiin tai pilveen. Laite tukee erilaisia pilvipalveluita, MES/ERP- ja SCADA-järjestelmiä. (Siemens [Viitattu 7.4.2020].)

Simatic IOT2000 -laitteilla hyötyy laajennettavasta laitteistosta: PCIe- ja Arduino Uno R3 -yhteensopivasta rajapinnasta, Linux-pohjaisesta käyttöjärjestelmästä ja mahdollisesta EDU-versiosta. Laitteen EDU-versio on opiskelukäyttöön tarkoitettu versio, johon kuuluu ohjelmistosäädin TIA Portalin käyttöä varten. IOT2040 -laitteeseen kuuluu oman prosessori, 1 GB RAM-muistia ja monenlaisia rajapintoja (kuva 7). (Siemens [Viitattu 24.3.2020].)



Kuva 7. IOT2040

## 2.5 MQTT

MQTT on viestiprotokolla. Se on erittäin kevyt protokolla, jolla pyritään minimoimaan sitä käyttävien laitteiden resurssivaatimukset sekä sen käyttämä kaistanleveys tiedonsiirrossa. Se on yleisesti käytössä IoT-sovelluksissa. MQTT-protokollan avulla voidaan mm. komentaa ohjauksessa käytettäviä lähtöjä tai lukea ja lähettää dataa antureilta tai muilta laitteilta. (Random nerd tutorials [Viitattu 28.3.2020].)

MQTT-protokollan neljä peruskäsitettä ovat julkaise/tilaa, viestit, aihe ja välittäjä. Julkaise/tilaa-menetelmässä voidaan lähettää laitteella tietoja tiettyyn aiheeseen tai tilata tietty aihe, jotta päästään käsiksi tähän aiheeseen lähetettyihin tietoihin. Viestit ovat tietoa, jota voidaan välittää muille laitteille, esim. komentoja tai anturilta saatua dataa. Aiheilla tarkoitetaan asiaa, josta halutaan saada laitteelle tietoa tai johon halutaan lähettää tietoa laitteelta. Aiheet esitetään käyttämällä merkkiä: / jokaisesta tasosta. Välittäjän tehtävä on vastaanottaa viestejä, suodattaa niitä ja selvittää, kuka on tilannut aiheelle tulleet viestit ja lähettää ne eteenpäin tilaajille. (Random nerd tutorials [Viitattu 28.3.2020].)

## 2.6 TCP/IP-protokolla

Internetprotokolla IP on protokolla, joka päättää datan päätepisteen sille annetun IP-osoitteen avulla. Kun data on perillä, käytetään tietoliikenneprotokollaa (eng. transport protocol), joka päättää, että mitä datalle seuraavaksi tapahtuu. IP-osoite on sarja numeroita. Se on laitteen ja verkkotunnuksen uniikki merkintä, jolla otetaan yhteys internetiin. Yhteyden aikaan saamiseksi tarvitaan yhdistettävän laitteen ja kohteen IP-tunnukset. IPv4 julistettiin 1983, mutta ajan kuluessa käytettävissä olevat IPv4-osoitteet ovat loppuneet. IPv6-osoite on uudempi ja se eroaa IPv4-protokollasta siten, että sillä on enemmän tilaa merkeille. Sitä ei kuitenkaan vielä ole otettu käyttöön monissa paikoissa, joten IPv4 on edelleen yleisin IP-protokollan versio. (Cloudfare [Viitattu 26.3.2020].)

TCP on tietoliikenneprotokolla. Se päättää tavan, jolla dataa lähetetään ja vastaanotetaan. Ennen datan siirtoa se avaa yhteyden toisen osapuolen välille ja varmistaa, että kaikki data saapuu järjestyksessä. Datana saapuminen oikeassa järjestyksessä on sen tärkein toiminto, jonka takia protokolla joutuu uhraamaan hieman nopeutta. (Cloudfare [Viitattu 26.3.2020].)

TCP/IP on tietoverkkoprotokolla. Se on IP- ja TCP-protokollan yhdistelmä, eli se valitsee yhdistettävän kohteen ja avaa yhteyden lähetystä tai vastaanottoa varten. (Cloudfare [Viitattu 26.3.2020].)

### 2.6.1 TCP/IP-viitemalli

Tähän TCP/IP-viitemalliin kuuluvat sovellus-, kuljetus-, verkko-, siirtoyhteys-, ja fyysinen kerros. Sovelluskerros määrittelee sovellusten vuorovaikutuksen niiden kommunikoidessa. mm. sähköpostin, verkkoselailun ja pikaviestinnän protokollat kuuluvat tähän. (Yksityisyyden suoja [Viitattu 26.3.2020].)

Kuljetuskerroksessa protokollat tarjoavat tietokoneen sovellukselle yhteyden toisen tietokoneen sovellukseen. Ne määrittelevät mm. Vastaanotetun datan tiedonsiirtonopeuden, estävät ruuhkia ja tarkastavat, että kaikki data vastaanotetaan oikeassa järjestyksessä. (Yksityisyyden suoja [Viitattu 26.3.2020].)

Verkkokerroksessa protokollat määrittelevät tietokoneiden välisen viestinnän internetin kautta, internetin osoiterakenteen ja internetissä liikkuvien pakettien muodon. (Yksityisyyden suoja [Viitattu 26.3.2020].)

Siirtoyhteyskerroksessa protokollat määrittelevät yksityiskohdat viestinnälle ylempien kerrosten protokollille. Niihin kuuluu mm. tekniset tiedot verkko-osoitteista ja verkon tukemista pakettien maksimikoista. (Yksityisyyden suoja [Viitattu 26.3.2020].)

Fyysinen kerros sisältää taustalla olevat lähetysten välineet sekä laitteiston. Tämän kerroksen protokollat eivät varsinaisesti kuulu TCP/IP-protokollaperheeseen, mutta ovat toisinaan mukana viitemallin kuvauksessa. TCP/IP-toteutuksessa kerrokset ovat yhteydessä toisiinsa, jotta tiedot voidaan siirtää eteenpäin seuraavaan kerrokseen. (Yksityisyyden suoja [Viitattu 26.3.2020].)

## 2.7 IoT



Kuva 8. IoT (pixabay [viitattu 9.5.2020])

Esineiden internetillä (eng. IoT, Internet of things) tarkoitetaan eri laitteiden ja järjestelmien kytkemistä verkkoon. Näitä voidaan sitten joko ohjata tai niiden tilaa voidaan lukea internetin välityksellä (kuva 8). Yksi suuri edellytys nykyiselle esineiden internetille oli internetosoitteiden määrän suurentuminen IPv6-standardin ansiosta. Esineiden internet on laaja käsite. Sitä voidaan käyttää mm. teollisuudessa valvonnassa ja ohjauksessa, käyttäen antureita ja ohjelmia tai vaikka logistiikkasektorilla, jossa liikennejärjestelmiä voidaan valvoa ja seurata havainnointi- ja ohjauslaitteistoilla. Niistä saatuja tietoja voidaan välittää eteenpäin, vaikka kansalaisille verkkopalveluiksi. IoT-palvelut voivat siis olla käytössä teollisuudessa tai kansalaisilla mobiili- ja verkkopalveluina. (Logistiikan maailma [Viitattu 6.4.2020].)

### **2.7.1 Turvallisuus**

Turvallisuus on yksi suurimmista esineiden internetin rajoittavista tekijöistä mahdollisten internetiin yhdistettyjen elämän kannalta tärkeiden laitteiden vuoksi. Monet laitteet sisältävät suunnitteluvirheitä, jotka antavat mahdollisuuden verkkohyökkääjille ottaa laite haltuun. Hyvä esimerkki on henkilön vakoilu laitteen mikrofoniin tai kameran kautta. Toinen suuri turvallisuushuoli johtuu laitteiden suuresta määrästä. Ne voidaan ohjelmoida lähettämään dataa tiettyyn kohteeseen, kun miljoonat laitteet tekevät samaa samanaikaisesti, kohde ruuhkaantuu, eikä pysty enää toimimaan kunnolla. Tätä kyseistä hyökkäystä kutsutaan DDoS-hyökkäykseksi (eng. Distributed Denial-of-Service attack). (SSH.com [Viitattu 6.4.2020].)

### **2.7.2 Yhdyskäytävä**

Reitittimen tavoin IoT-yhdyskäytävällä mahdollistetaan kommunikointi laitteiden tai laitteen ja pilvipalvelun kesken. Yhdyskäytävän perustehtävä on muodostaa yhteys datan ja sen määränpään välille ja turvata yhteys. Tämän lisäksi sillä voi myös tehdä paljon muuta, tietojen suodattamisesta visualisointiin ja monimutkaisiin analyyseihin.

Monipuolinen yhdyskäytävä voi suorittaa seuraavia tehtäviä:

- Viestinnän helpottaminen (eng. facilitating) vanhoilla tai muihin kuin internetiin kytketyillä laitteilla
- Tietojen välimuisti (eng. caching), puskurointi ja suoratoisto.
- Tietojen esikäsittely, suodatus, puhdistus ja optimointi.
- Tietojen yhdistämistä (eng. data aggregation).
- Laitteelta laitteelle kommunikointi (M2M).
- Verkko-ominaisuudet ja live data hosting.
- Tietojen visualisointi ja perustietoanalyysit IoT-yhdyskäytäväsovellusten avulla.
- Lyhytaikaiset datahistorian ominaisuudet.
- Suojaus: hallita käyttäjän liikkumista ja verkon suojausominaisuuksia.
- Laittekonfiguraation hallinta.
- Järjestelmädiagnostiikka. (OAS [Viitattu 6.4.2020].)

## 2.8 Linux

Linux on avoimen lähdekoodin käyttöjärjestelmä. Käyttöjärjestelmällä tarkoitetaan ohjelmistoa, joka hallitsee kaikkia laitteen laitteistoresursseja. Käyttöjärjestelmä hallitsee viestintää ohjelmiston ja laitteiston välillä. Erytystä Linuxissa on sen luotettavuus. Sen pitäisi toimia ilman ongelmia niin kauan kuin se vain on käytössä. Se on myös täysin ilmainen järjestelmä käyttää. Virusten ja muiden haittojen, kuten ohjelmien kaatuilun kannalta, se on edelläkävijä muihin verrattuna. (Linux.com [Viitattu 15.4.2020].)

## 2.9 SFTP

SFTP on tiedonsiirtoprotokolla, jonka avulla voidaan käsitellä tiedostoja SSH-protokollan yli. Se on FTP-protokollan turvallinen vaihtoehto, jota FTP:n tavoin voidaan myös käyttää tiedonsiirron lisäksi muihinkin tehtäviin. Sillä voidaan tukea montaa samanaikaista operaatiota kerrallaan. Sen operaatioihin kuuluu mm. luku: jolla luetaan dataa tiedostosta, kirjoitus: jolla kirjoitetaan dataa tiedostoon, poisto: jolla poistetaan tiedosto, ja monia muita tiedostojen lukuun ja muuttamiseen liittyviä

toimintoja. Sille ei ole erillistä SFTP-porttia, vaan se toimii SSH-portin kautta. (SSH.com [Viitattu 26.3.2020].)

## 2.10 SSH

SSH-protokolla on yhteys, jota käytetään turvalliseen etäyhteyteen laitteesta toiseen. Yleisiä käyttötapoja yhteydelle ovat turvallinen yhteys käyttäjän ja automaatioprosessin tai laitteen välillä, etäkomentojen anto ja tiedostonsiirto. Tietoliikenneprotokollana se on turvallinen todennuksen (eng. authenticationin) ja kommunikoinnin kannalta. Protokollaa käytetään mm. turvalliseen yhteyteen käyttäjän ja laitteen välillä, tiedostojen ja komentojen lähettämistä varten. Sen toiminta perustuu asiakas-palvelin-arkkitehtuuriin eli yhteyden aikaansaamiseksi asiakas yhdistää palvelimeen, jonka jälkeen se ajaa yhteysasetukset, ja käyttää yleisavainta (eng. public key) varmistamaan SSH-palvelimen identiteetin. Yhteyden aikana SSH käyttää vahvaa symmetristä salausta ja hajautusalgoritmeja varmistamaan yksityisyyden. (SSH.com [Viitattu 20.3.2020].)

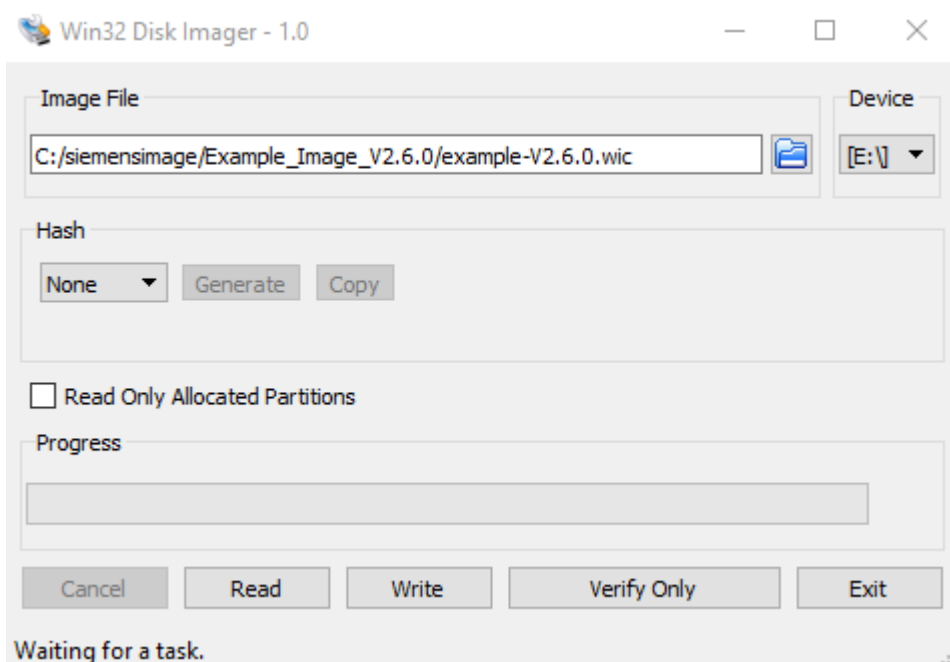
## 3 TOTEUTUS

### 3.1 Asennus

Simatic IOT2040 -laitteen käyttöönotossa, asennuksessa ja ohjelmoinnissa käytettiin apuna Siemensin dokumentteja ja foorumeita. Laitteen käyttöönottoa varten siihen tuli asentaa Linuxin image, jonka avulla laite käynnistyy ja toimii. Sen mukana saadaan myös laitteeseen ohjelmistoja ja sovelluksia. Jotta image saadaan asennettua laitteeseen, se tulee laittaa ensin SD-kortille, joka taas laitetaan sisään laitteeseen. Uusin imagen versio 2.6 Node-RED-työkalua varten saatiin ladattua ilmaiseksi Siemensin sivuilta. TIA Portalin käyttöön tarvittiin vanhempi versio imagesta, koska uudistetut versiot eivät enää tukeneet sen käyttöä. Image-versio 2.2 saatiin koululta. Ennen kuin image saatiin ladattua SD-kortille, se täytyi tyhjentää. Kortti laitettiin adapterin avulla kiinni tietokoneeseen ja sen tyhjennys onnistui Windowsin disk managementin avulla. Kortin tyhjäyksen jälkeen siihen voitiin ladata image, jota varten avattiin Win32 Disk Imager-ohjelma yhteyden saamiseksi SD-korttiin (kuva 9). Imagen valitsemisen jälkeen valittiin Device-valikosta SD-kortin asema ja Write-napilla saatiin ladattua image kortille.

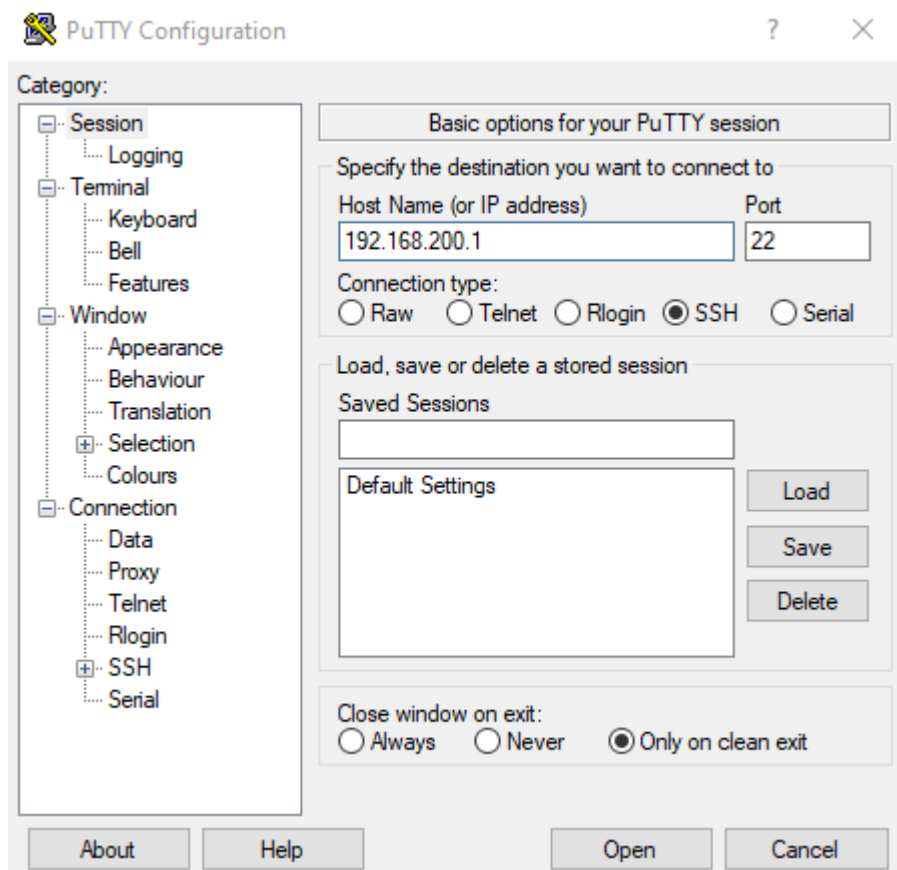
Ennen etäyhteyden muodostamista täytyi vaihtaa tietokoneen ja reitittimen IP-osoitteiden verkko-osuudet vastaamaan laitteelle määritettyä osoitetta, jotta siihen saatiin muodostettua yhteys. Laitteen oletus-IP-osoite on 192.168.200.1. Reitittimen IP-osoite vaihdettiin sen asetuksista, joihin päästiin internetselaimen kautta. Tietokoneelle annettiin uusi IPv4-osoite sen Network-asetuksista.





Kuva 9. Imagen lataus Win32 Disk Imagerin avulla.

Laite saatiin käynnistettyä kytkemällä siihen 20 V DC:n kannettavan tietokoneen laturi. Käynnistämisen jälkeen odotettiin, että SD-ledi lopetti vilkkumisen, jonka jälkeen laite on valmis käytettäväksi. Ethernet-piuha kytkettiin X1-porttiin, jossa IP-osoite on oletuksena 192.168.200.1. Tämän jälkeen käynnistettiin PuTTY etäyhteyden muodostamiseksi laitteeseen (kuva 10). PuTTY-ohjelmaan lisättiin laitteen IP-osoite, porttina käytettiin oletusta: 22 ja yhteydeksi valittiin SSH.



Kuva 10. Etäyhteys PuTTY-ohjelmaa käyttämällä

Open-napilla muodostettiin yhteys ja avattiin terminaali-ikkuna. Terminaalin avulla voitiin komentoja antamalla päästä käsiksi laitteessa sijaitseviin tiedostoihin. Laitteen hakemistoon päästiin kirjautumaan sisään komennolla: `root`, jossa kaikki ohjelmat ja tiedostot sijaitsevat. Ensimmäinen tehtävä oli vaihtaa laitteen IP-osoite, jonka täytyi vastata reitittimen alkuperäistä IP-osoitteen verkko-osuutta, jotta reitittimen osoite voitiin vaihtaa takaisin. IP-osoite on mahdollista vaihtaa laitteen asetukset-apuohjelmalla, terminaalin kautta tai ottamalla laitteeseen yhteys WinSCP-ohjelmalla ja muokkaamalla interfaces-tiedostoa, jossa IP-osoite sijaitsee. Osoite saatiin vaihdettua terminaalissa siirtymällä tiedoston polkuun komennolla: `nano /etc/network/interfaces` (kuva 11). Porttiin X2 vaihdettiin uusi IP-osoite ja aliverkkopeitelle lisättiin osoite `255.255.255.0`.

```

GNU nano 3.0 interfaces
# /etc/network/interfaces -- configuration file for ifup(8), ifdown(8)

# The loopback interface
auto lo
iface lo inet loopback

auto eth0
iface eth0 inet static
    address 192.168.200.1
    netmask 255.255.255.0

auto eth1
iface eth1 inet static
    address 192.168.0.52
    netmask 255.255.255.0

[ Read 16 lines ]
^G Get Help  ^O Write Out ^W Where Is  ^K Cut Text  ^J Justify   ^C Cur Pos
^X Exit      ^R Read File ^\ Replace   ^U Uncut Text ^T To Spell  ^_ Go To Line

```

Kuva 11. IP-osoitteen vaihto terminaalin kautta

Laite tuli käynnistää uudelleen, jotta uudet asetukset saatiin käyttöön. Ennen käynnistämistä reitittimen ja tietokoneen IP-osoitteet vaihdettiin takaisin ja ethernet-kaapeli kytkettiin porttiin X2.

### 3.2 Ohjelmointi

Käyttöohjeet täytyi tehdä myös Node-RED-työkalun ja TIA Portalin käyttöönotosta ja ohjelmoinnista. Molemmista tuli tehdä opiskelijoita varten käyttöohjeet ja pieni ohjelma, jonka tarkoituksena on tutustuttaa ohjelmaan ja auttaa testaamaan laitteen ja asennuksien toiminta. Ohjelmalla otetaan yhteys laitteen I/O-moduuliin. I/O-moduuli on erillinen osa, joka yhdistettiin laitteen Arduino-pinneihin.

Työtä varten oli saatu ledejä, vastus ja lämpötila-anturi. Anturina käytettiin NTC-termistoria ja 4,7 k $\Omega$ :n vastusta, jonka avulla saatiin analogiasignaali skaalattua lämpötilaksi.

### 3.3 Node-RED

Linux-image versiossa 2.6 oli jo valmiina asennettuna Node-RED, joten se piti vain käynnistää komennolla terminaalia käyttämällä tai asettaa käynnistymään automaattisesti laitteen käynnistyessä. Tätä varten avattiin PuTTY, jossa Node asetettiin automaattisesti käynnistymään setup-apuohjelman kautta. `lot2000setup`-komennolla aukesi asetukset-apuohjelma, jossa software-asetusten kautta päästiin autostart-asetuksiin. Täältä aktivoitiin Node-RED ja Mosquitto-välittäjä harjoitusta varten. Nodeen päästiin sisään verkkoikkunan kautta. Selaimen kirjoitettiin osoitteeksi: `http://”laitteen IP-osoite” : 1880`, esimerkiksi, <http://192.168.0.52:1880>.

Node-RED-työkalussa on keskellä editor, jossa nodien yhdistäminen ja ohjelmointi tapahtuu. Vasemmalta löytyy nodet, joita saa raahattua editoriin. Oikealta löytyy tietoa nodeista.

Harjoitustyössä käytettiin GPIO nodeja, jotka on tarkoitettu laitteen I/O-moduuliin yhdistämiseksi. Nodeja klikkaamalla päästiin niiden asetuksiin, josta ne saatiin yhdistettyä I/O-moduuliin. Editoriin tuotiin GPIO output node lediä varten ja kaksi inject nodea, joilla outputille saatiin arvot true tai false. Input nodet sitten yhdistettiin output nodeen vetämällä viiva niiden välille. Ohjelma saatiin ladattua laitteeseen oikealta yläpalkista Deploy-napista. Nyt klikkaamalla inject nodeja saatiin niistä lähetettyä true- tai false arvo outputille ja ledi saatiin laitettua päälle tai pois.

Seuraavaksi tehtiin tehtävä käyttäen analogia-anturia ja laitteen Mosquitto-MQTT-välittäjää (kuva 13). Termistori kytkettiin jännitteenjakajan lailla syöttöjännitteeltä inputtiin ja vastus kytkettiin I/O-moduuliin inputin ja maan väliin. Editoriin tuotiin GPIO analog input-, 2 debug-, function- ja mqtt output node. Functio noden avulla oli tarkoitus skaalata analogia inputtiin tullut signaali näyttämään oikeaa lämpötilaa (kuva 12). Analogia inputiin tuleva jännite näkyi Node-RED-työkalussa 9-bittisenä, eli se sai jännitteen mukaan arvon väliltä 0–512, joten tämä tuli myös skaalata. Lämpötilan laskenta tapahtui laskemalla ensin termistorin resistanssi, jonka avulla sitten saatiin laskettua sen mukainen lämpötila. Laskuja varten tarvittiin termistorin nimellisresistanssi tietyllä lämpötila-asteella ja beta-arvo. Nämä saatiin termistorin datasheetistä.

Termistorin resistanssi laskettiin kaavalla:

$$R1 = (Vout \cdot R) / (Vin - Vout) \quad (1)$$

, jossa R1 = Termistorin resistanssi

Vout = Ulostulojännite

R = Vastuksen resistanssi

Vin = Syöttöjännite

Vout = Ulostulojännite

Lämpötila saatiin kaavalla:

$$1/T = 1/nL + (1/b) \cdot \ln(R1/nR) \quad (2)$$

, jossa T = Lämpötila

nL = Termistorin nimellis lämpötila kelvineinä

b = Termistorin beta-arvo

ln = Luonnollinen logaritmi

R1 = Termistorin resistanssi

nR = Termistorin nimellis resistanssi tietyssä lämpötilassa

## Function

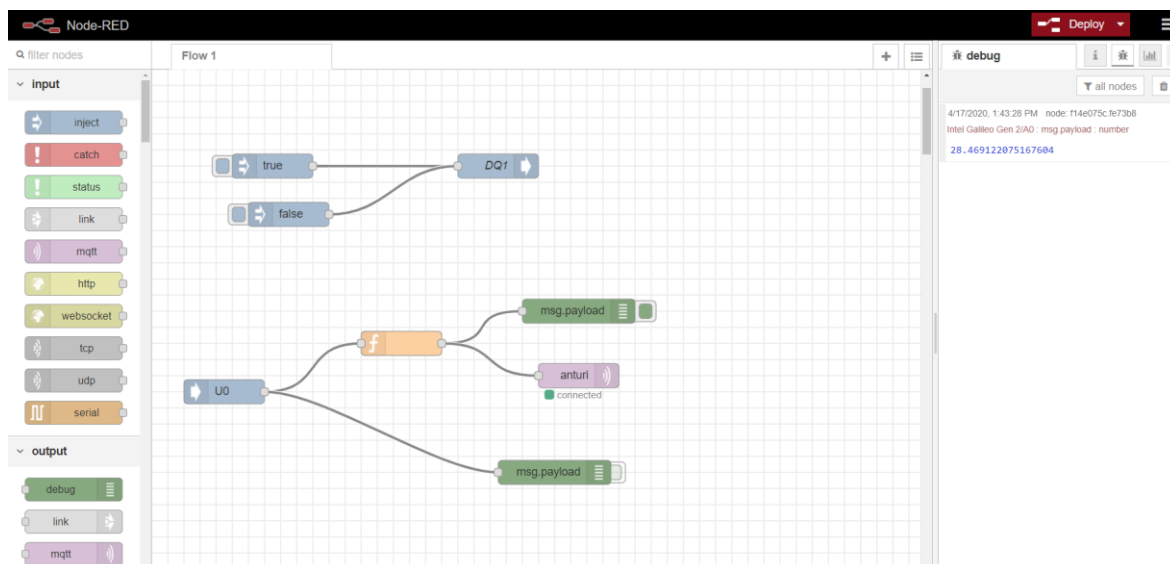
```

1 // Termistorin resistanssin laskenta
2 Vin = 5.1 // Syöttöjännite
3 R=4.7 // Vastuksen resistanssi kOhm
4 V = msg.payload
5 Vout = (V/512)*Vin // Node saa analogia inputin jännite tiedon
6 //9-bittisenä eli 0-512.
7
8 R1 = (Vout * R)/(Vin-Vout) // Termistorin resistanssin laskenta
9
10 // Lämpötilan laskenta
11 b=4100 // Beta arvo skaalaukseen
12 nR=10 //Termistorin nimellis resistanssi
13 nL=298.15 //Termistorin nimellis lämpötila kelvineinä
14
15 function arvo(ero){
16     return Math.log(ero);
17 }
18
19 ero= R1/nR
20 l=(arvo(ero))
21 l1=l*(1/b)+1/nL
22 l2=1/l1
23 l3=l2-273,15 //Muutetaan näyttämään Celsiusasteita
24
25 msg.payload=l3
26 return msg;

```

Kuva 12. Function JavaScript-koodi

Nyt nodien asetusten ja niiden yhdistelyjen jälkeen saatiin harjoitus valmiiksi. Deploy-nappia painettua voitiin nähdä debug nodien avulla oikeassa palkissa analogia-inputiin tullut jännite tai skaalattu lämpötila. Sitten testattiin laitteen MQTT-välittäjää. Välittäjän osoite on sama kuin laitteen IP-osoite. Mqtt node saatiin yhdistettyä siihen sijoittamalla sen asetuksiin palvelimelle osoite: 192.168.0.52, aiheeksi annettiin: anturi ja porttiin: 1883, joka on MQTT-yhteydelle tarkoitettu portti.




Kuva 13. Node-RED-harjoitustyö

Tämän jälkeen yhteyttä testattiin käyttämällä Chromen MQTTlens-sovellusta, joka toimi asiakkaana (kuvat 14 ja 15). Ohjelmaan lisättiin yhteys antamalla samat tiedot kuin nodelle. Tämän jälkeen node voitiin tilata lisäämällä sen aihe tilauskenttään. Nyt deploy-nappia painaessa node lähettää lämpötilatiedon anturiiheseeseen, jota MQTTlens saa vastaanotettua.

## Add a new Connection ✕

---

### Connection Details

<b>Connection name</b>	<input type="text" value="node testi"/>	<b>Connection color scheme</b>	
<b>Hostname</b>	<input data-bbox="328 600 459 645" type="text" value="tcp://"/> <input type="text" value="192.168.0.52"/>	<b>Port</b>	<input type="text" value="1883"/>
<b>Client ID</b>	<input type="text" value="lens_XLmwdRt6FnyNbJb6tSR47OxgZ58"/>	<input type="button" value="Generate a random ID"/>	
<b>Session</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Clean Session	<b>Automatic Connection</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Automatic Connection
		<b>Keep Alive</b>	<input type="text" value="120"/> seconds

### Credentials

<b>Username</b>	<input type="text" value="Enter username"/>	<b>Password</b>	<input type="text" value="Enter password"/>
-----------------	---	-----------------	---

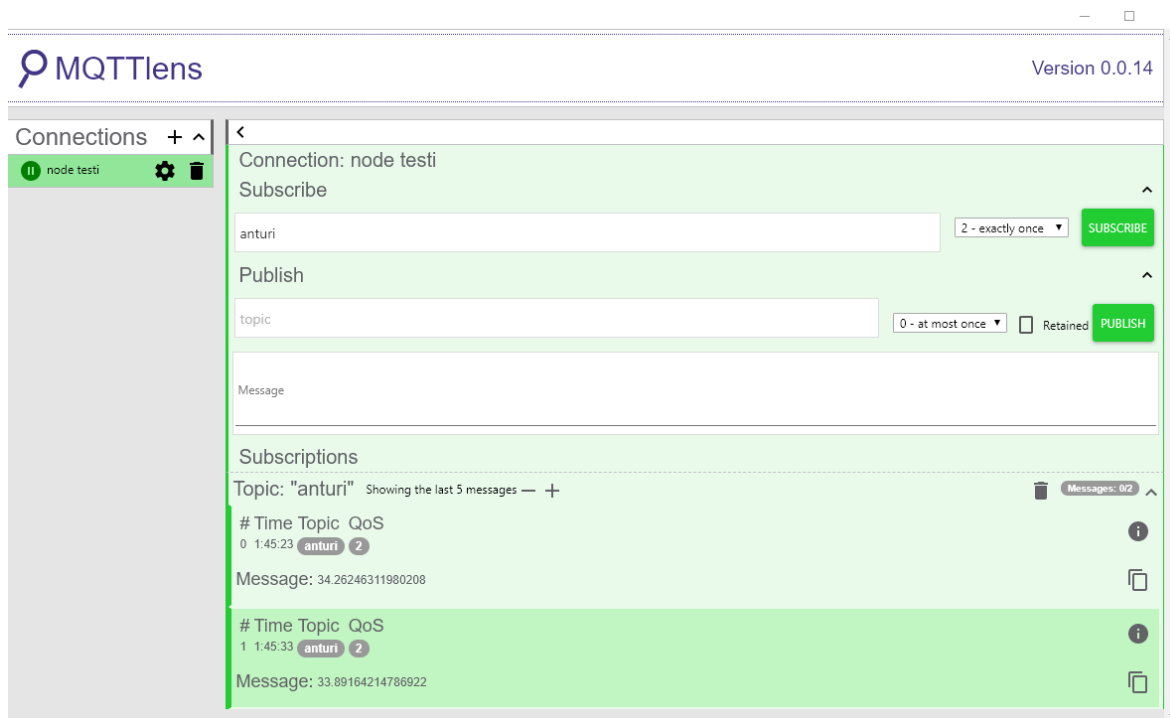
Last-Will ▼

---

<input type="button" value="CANCEL"/>	<input type="button" value="SAVE CHANGES"/>
---------------------------------------	---

Kuva 14. MQTTlens-ohjelman yhdistys välittäjä.

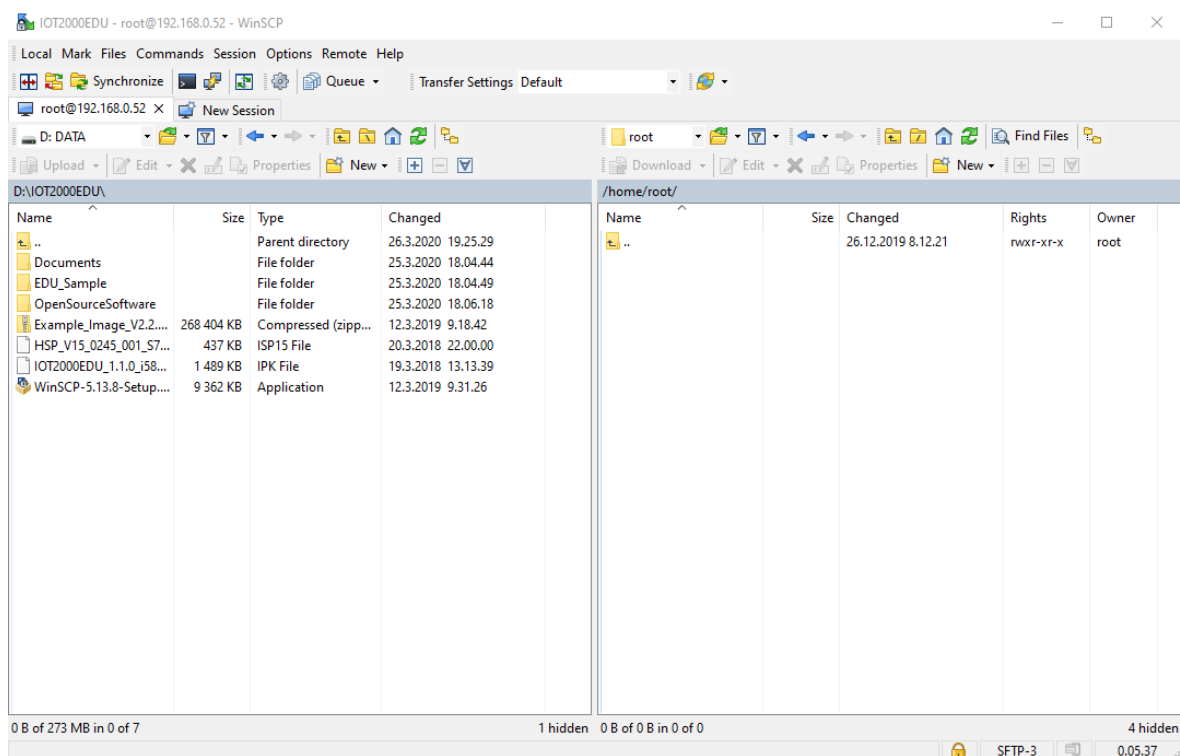




Kuva 15. MQTTlens-tilaus.

### 3.4 TIA Portal

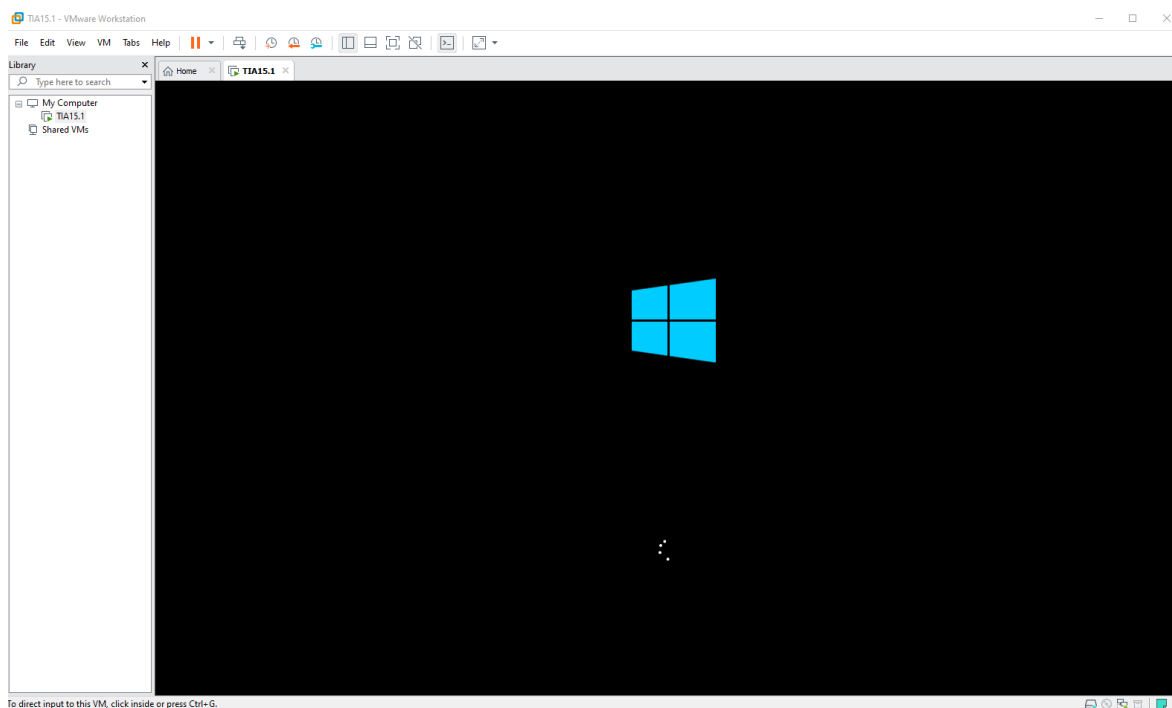
TIA Portalia asentaessa laitteeseen huomattiin, että uusin versio Linux-imagesta ei tue TIA Portalin toimintoja. Uusin Linux-imagen versio on 2.6, mutta TIA Portali toimii vain versiossa 2.2. Tämä saatiin opettajalta. Tämä versio taas asennettiin SD-kortille, kuten aiempi image. Kun laite saatiin toimimaan, piti yhteyden saamiseksi laitteelta TIA Portaliin asentaa ohjelma, joka simuloi S7-ohjainta laitteessa. TIA Portalin käyttöä varten tarvittavat tiedostot opetusta varten saatiin Siemensiltä. Ne tulivat laitteen edu-version mukana. Tämä tiedosto saatiin laitteelle käyttämällä WinSCP-ohjelmaa, jonka avulla saatiin SFTP-yhteys SSH-yhteyden yli laitteeseen (kuva 16). WinSCP-ohjelmalla saatiin tiedosto tuotua omalta koneelta laitteen root/home/root-polkuun, jonka jälkeen se voitiin asentaa, terminaalia käyttämällä. Terminaalissa varmistettiin, että oltiin /home/root-asemassa pwd-komennolla ja syötettiin komento: `opkg install IOT2000EDU_1.1.0_586.ipk`. Asennuksen jälkeen varmistettiin vielä, että ohjelma asentui oikein: `opkg info IOT2000EDU` -komennolla.



Kuva 16. WinSCP-yhteys laitteeseen.

Tämän jälkeen tiedoston, joka määrää I/O-moduulille osoitteet, nimi täytyi vielä muuttaa. WinSCP-ohjelmaa käyttäen tehtiin kopio io.conf.sample-tiedostosta. Uuden tiedoston polku pidettiin samana, mutta nimestä otettiin "sample" pois, että saatiin kopio tiedostosta oikealla nimellä. Laitteen uudelleen käynnistyksen jälkeen TIA Portalin asennus oli valmis ja ohjelma saatiin päälle komennolla: IOT2000EDU.

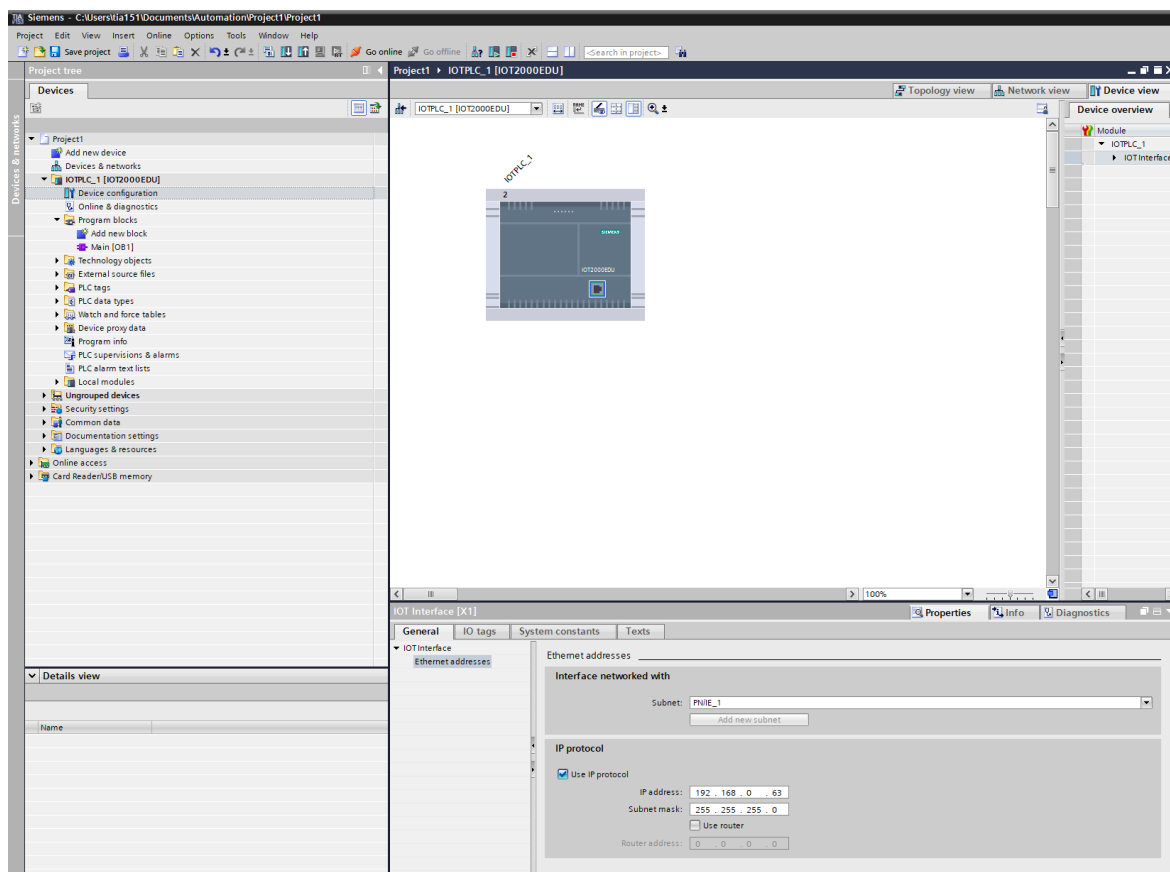
TIA Portalin käyttöä varten siitä ja Windows-käyttöjärjestelmästä oli tehty virtuaalikone, jota käytettiin VMwaren Workstation-ohjelman avulla (kuva 17). Workstation pro saatiin ladattua ilmaiseksi VMwaren sivuilta. Workstationin asennuksen ja asetusten jälkeen saatiin sen avulla virtuaalikoneessa sijaitseva käyttöjärjestelmä käynnistettyä ja päästiin käsiksi siellä sijaitsevaan TIA Portaliin.



Kuva 17. WMware Workstation -virtuaalikone.

TIA Portaliin taas tarvittiin support package, jolla IOT2000 saatiin tuotua ohjelman device manageriin ja ohjelmoitavaksi. Support package saatiin myös Siemensiltä laitteen edu-version mukana. Kun portaali ei löytänyt tiedostoa, ymmärrettiin tämänkin tiedoston vanhentuneen TIA Portal version uudistuessa 15.1-versioon. Siemensille lähetettiin tämän jälkeen koulun puolesta kysely uudesta tiedostoa TIA Portalin 15.1-versiota varten. Uuden tiedoston saavuttua support package päästiin asentamaan. Tiedosto haettiin Support packages -ikkunasta klikkaamalla add from file system -painiketta ja saatiin asennettua se. Tämän jälkeen otettiin yhteys laitteen I/O-moduuliin.

Harjoitus alkoi valitsemalla device managerista IOT2000EDU-laite, josta valittiin versio 1.1. Laitteen avauduttua ohjelmaan sen IP-asetuksiin päästiin klikkaamalla sen Ethernet-porttia (kuva 18). Alapalkkiin tulevista asetuksista sille lisättiin uusi aliverkko, IP-osoite vaihdettiin laitteen IP-osoitteen mukaan ja voitiin antaa reitittimen IP-osoite.

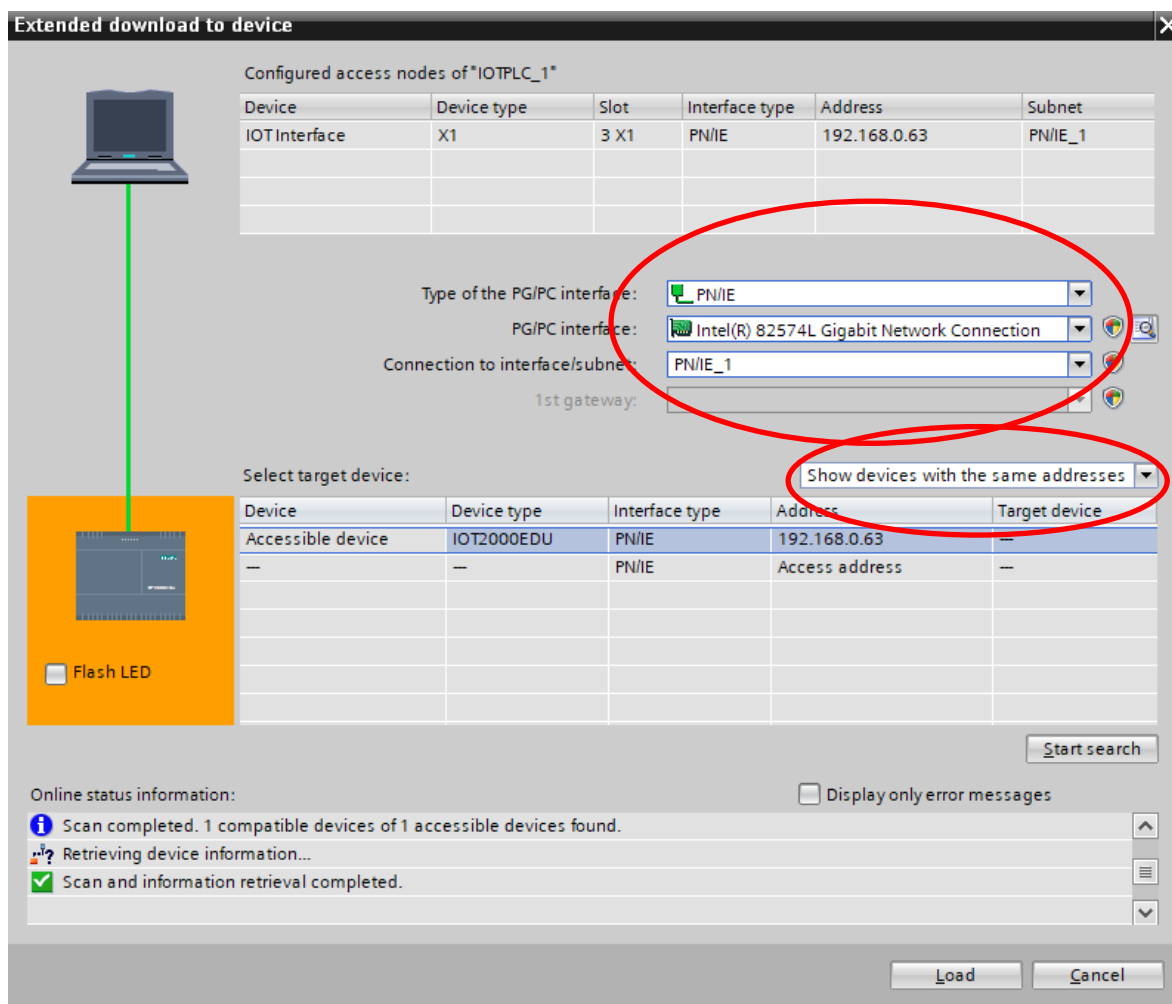


Kuva 18. TIA Portal device manager.

Laitteen asetusten jälkeen oikealta palkista laitetta klikkaamalla valittiin compile. Nyt harjoitusta varten tehtiin ohjelma, jolla testattiin ohjelman yhteys I/O-moduuliin anturilla ja ledillä. TIA Portaliin tutustumiseksi harjoituksessa testattiin myös sen yleisiä toimilohkoja. Toimilohkot saatiin ohjelmaan nimeämällä tyhjä toimilohko tai tuomalla sellainen vasemmalta instructions-valikosta. Ohjelmaa varten tehtiin laskuri, ajastin, komparaattori ja SR-lohko. Niille annettiin arvot ja niitä ohjaavat koskettimet. Lediä varten ohjelman loppuun tuotiin output, jolle saatiin oikea osoite edellä mainitun io\_conf-tiedoston mukaan samoin kuin anturille. Ohjelma tehtiin (kuvan 20) mukaisesti. Lohkojen tilan vaihtuessa niistä lähtevän signaalin tila vaihtuu. Tämä tilan vaihdos voitiin sitten tuoda alempaan network-ikkunaan linkittämällä halutun lohkon- tai ohjelman output sinne.

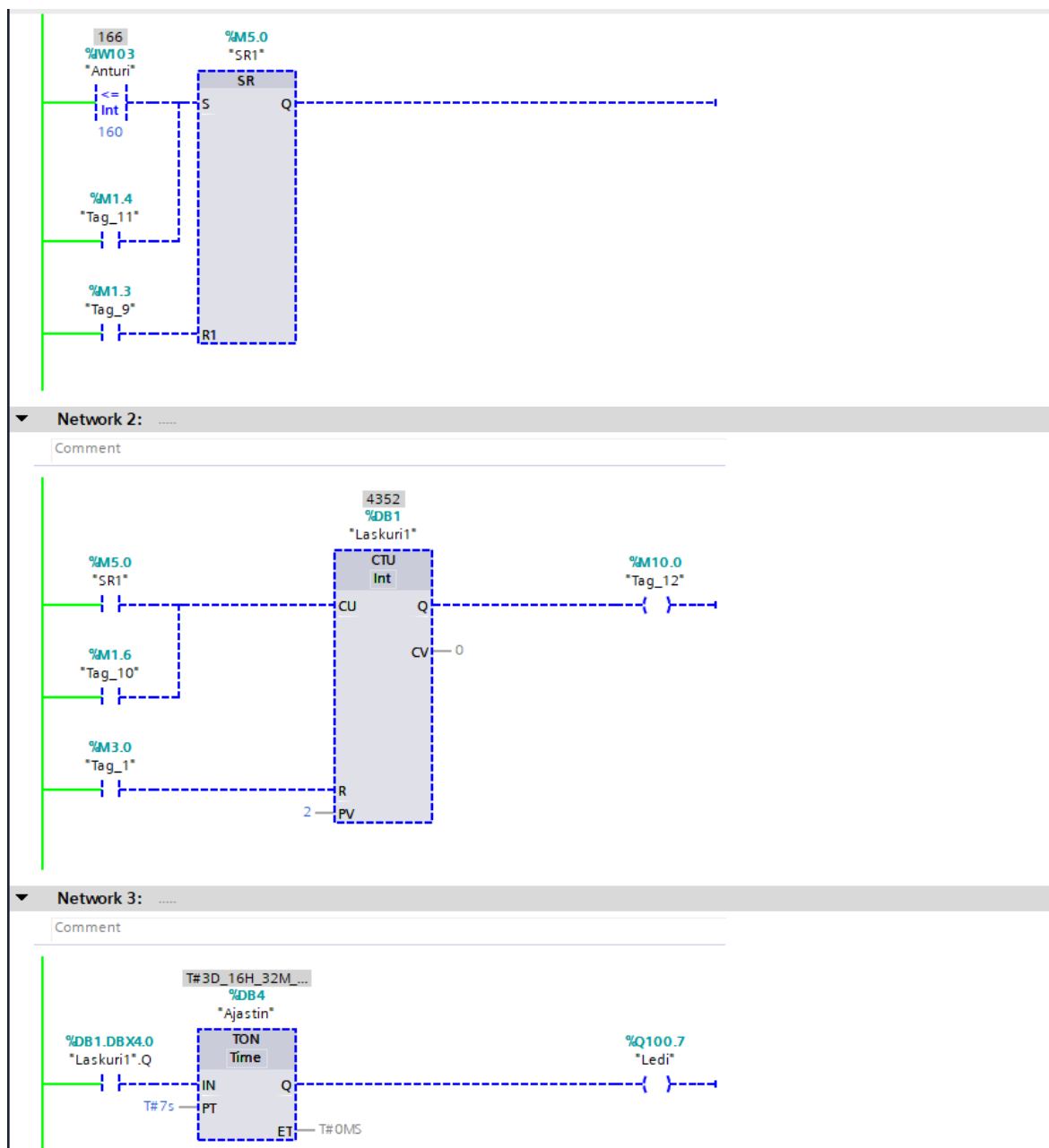
Nyt ohjelman ollessa valmis valittiin hiirellä valikosta compile ja ohjelma oli valmis ladattavaksi laitteeseen. Kun ikkunan yläpalkissa klikkaa kuvaketta download to device, avautuu ikkuna ohjelman latausasetuksia varten. Laite löydettiin

valitsemalla asetukset kuvan 19 mukaan. Tämän jälkeen start search -nappia klikkaamalla ohjelma etsi laitteen asetusten mukaan. Sen löydyttyä saatiin load-napilla ohjelma ladattua laitteelle.



Kuva 19. Ohjelman lataus laitteeseen.

Load preview- ja results-ikkunoiden jälkeen laite oli saatu ohjelmaan. Klikkaamalla go online -nappia ja silmälasit-kuvaketta päästiin ohjelman online-näkymään, jossa nähtiin signaalien ja lohkojen tilat. Ledin outputin ollessa päällä ohjelmassa sen pitäisi palaa myös laitteen I/O-moduulissa.



Kuva 20. Ohjelma online-tilassa.

## 4 Yhteenveto

Työn kaikista vaiheista tehtiin ohjeet opiskelijoita varten. Työssä tehtiin IOT2040-laitteelle asennus ja käyttöönotto. Siihen syötettiin Linux-imagen omaava SD-kortti, jonka avulla laite toimi, ja saatiin käyntiin 20V:n jännitteen avulla.

Sitten laite käyttöönotettiin TIA Portali ja Node-RED-ohjelmointia varten. Tätä varten tuli tehdä kahteen SD-korttiin image, koska TIA Portali ei toimi imagen uusimmalla versiolla. Laitteen I/O-moduuliin liitettiin harjoitusta varten ledi ja lämpötilanmittausta varten asennettiin vastus ja transistori. Harjoituksen tarkoitus oli testata molempien ohjelmien toimivuus ja tutustua niiden toimintaan. Node-RED-työkalussa tehtiin harjoitus I/O-moduulia ja laitteen omaa MQTT-välittäjää käyttämällä. Tällöin myös skaalattiin lämpötila-anturilta saatu arvo lämpötilaksi. TIA Portalia testattiin ottamalla yhteys I/O-moduuliin ja testaamalla ohjelmoinnissa käytettäviä yleisimpiä toimilohkoja.

Käyttöohjeet tehtiin työn kaikista vaiheista, jotta opiskelijat voivat myös tutustua laitteen toimintaan ja asennukseen. Käyttöohjeista pyrittiin tekemään mahdollisimman selkeät. Niihin lisättiin kuvat jokaisesta eri vaiheesta ja ohjeissa kerrottiin miksi ja miten, kukin vaihe tehdään.

Tavoitteisiin ei täysin päästy johtuen koronaviruspandemiasta. Tavoitteisiin kuului koulun tilaamien IOT2040-laitteiden kokoaminen luokahuoneisiin, mutta koulun ovien mentyä kiinni, tätä ei päästy toteuttamaan.

## LÄHTEET

Cloudflare. Ei päiväystä. What is the Internet Protocol. [Verkkosivu]. [Viitattu 26.3.2020]. Saatavana:

<https://www.cloudflare.com/learning/ddos/glossary/internet-protocol/>

Linux.com. Ei päiväystä. What is linux? [Verkkosivu]. [Viitattu 15.4.2020].

Saatavana: <https://www.linux.com/what-is-linux/>

Logistiikan maailma. Ei päiväystä. Esineiden internet. [Verkkosivu]. [Viitattu 6.4.2020]. Saatavana:

<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/digitalisaatio/esineiden-internet/>

Node-RED. Ei päiväystä. About Node-RED. [Verkkosivu]. [Viitattu 6.4.2020].

Saatavana: <https://nodered.org/about/>

Node-RED. Ei päiväystä. Node-RED. [Verkkosivu]. [Viitattu 5.4.2020]. Saatavana:

<https://nodered.org/>

OAS. Ei päiväystä. What is an IoT gateway. [Verkkosivu]. [Viitattu 6.4.2020].

Saatavana: <https://openautomationsoftware.com/blog/what-is-an-iot-gateway/>

pixabay. Ei päiväystä. Internet Of Things. [Verkkosivu]. [Viitattu 9.5.2020].

Saatavana: <https://pixabay.com/vectors/network-iot-internet-of-things-782707/>

Putty. Ei päiväystä. Download putty. [Verkkosivu]. [Viitattu 22.3.2020]. Saatavana:

<https://www.putty.org/>

Random nerd tutorials. Ei päiväystä. MQTT – How it works. [Verkkosivu]. [Viitattu 28.3.2020]. Saatavana:

<https://randomnerdtutorials.com/what-is-mqtt-and-how-it-works/>

Siemens. Ei päiväystä. SIMATIC – The automation brand by Siemens.

[Verkkosivu]. [Viitattu 22.3.2020]. Saatavana:

<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/topic-areas/simatic.html>

Siemens. Ei päiväystä. Simatic IOT2000. [Verkkosivu]. [Viitattu 7.4.2020].

Saatavana: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/pc-based/iot-gateways/iot2000.html>

Siemens. Ei päiväystä. Simatic IOT2000 education. [Verkkosivu]. [Viitattu 24.3.2020].

Saatavana: <https://new.siemens.com/global/en/company/sustainability/education/sce/iot2000.html>



- Siemens. 2017. Your gateway to automation in the Digital Enterprise. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 24.3.2020]. Saatavana: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:b162e69c1d3096427ca402b8a82a8d8d3c4fe802/version:1511345326/tia-portal-ipdf-dffa-b10461-00-7600-en.pdf>
- Sourceforge. Ei päiväystä. Win32 Disk Imager. [Verkkosivusto]. [Viitattu 20.3.2020]. Saatavana: <https://sourceforge.net/projects/win32diskimager/>
- SSH.com. Ei päiväystä. PuTTY – world’s most popular free SSH client. [Verkkosivu]. [Viitattu 22.3.2020]. Saatavana: <https://www.ssh.com/ssh/putty/>
- SSH.com. Ei päiväystä. SFTP – SSH Secure file transfer protocol. [Verkkosivu]. [Viitattu 26.3.2020]. Saatavana: <https://www.ssh.com/ssh/sftp/>
- SSH.com. Ei päiväystä. IoT security for connected devices and systems. [Verkkosivu]. [Viitattu 6.4.2020]. Saatavana: <https://www.ssh.com/iot/>
- SSH.com. Ei päiväystä. SSH Protocol. [Verkkosivu]. [Viitattu 20.3.2020]. Saatavana: <https://www.ssh.com/ssh/protocol/>
- VmWare. Ei päiväystä. Virtualization. [Verkkosivu]. [Viitattu 8.4.2020]. Saatavana: <https://www.vmware.com/fi/solutions/virtualization.html>
- VmWare. Ei päiväystä. Workstation Pro. [Verkkosivu]. [Viitattu 9.4.2020]. Saatavana: <https://www.vmware.com/fi/products/workstation-pro.html>
- WinSCP. 21.12.2017. Introducing WinSCP. [Verkkosivu]. [Viitattu 22.3.2020]. Saatavana: <https://winscp.net/eng/docs/introduction>
- Yksityisyydensuoja. Ei päiväystä. TCP/IP. [Verkkosivu]. [Viitattu 26.3.2020]. Saatavana: <https://www.yksityisyydensuoja.fi/tcpip>