



IMO ohjelmoitava logiikka opetus- käytössä

Tuukka-Petteri Mäkinen

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2025

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Automaatiotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Automaatiotekniikka

MÄKINEN, TUUKKA-PETTERI:
IMO ohjelmoitava logiikka opetuskäytössä

Opinnäytetyö 34 sivua, joista liitteitä 1 sivu
Toukokuu 2025

Tässä opinnäytetyössä toteutettiin harjoitustyö IMO:n logiikalle yhteistyössä Kivenvuori Oy:n kanssa. Työssä käytettiin IMO SMT4-ED-R20 ohjelmoitava -logiikkaa sekä IMO:n IV204E-SOCP HMI näyttöä. Työ kohdistuu oppilas käyttöön, jossa luodaan yksinkertaiset ohjeet sekä helppo harjoitustyö logiikalle ja HMI-käyttöliittymään.

Työssä perehdyttiin kuinka saada tehtyä yksinkertaiset ohjeet IMO:n logiikalle, sekä HMI:lle, työn avulla opiskelijat voivat tehdä harjoitusta. Työssä esitellään IMO:n omat sovellukset sekä niiden käyttäminen. Työssä on painotettu HMI:n sekä logiikan yhteyksien luontiin sekä käytössä olevien sovelluksien käyttöön. Tämä työ voi toimia hyvänä pohjana erilaisille logiikka ja HMI ohjelmoinnin harjoituksille.

Logiikkaohjausohjelma luotiin käyttämällä IMO:n omaa ohjelmistoa. Ohjelmiston avulla käyttäjä voi valita LADDER- ja FBD-ohjelmointikielien välillä - tässä projektissa käytettiin FBD-menetelmää (Function Block Diagram).

Tuloksena työstä saadaan selville IMO- laitteiden haasteet sekä helppous opetuskäytössä. Työtä voidaan hyödyntää erilaisiin esimerkkeihin, kuten tässä työssä sähkömoottorin ohjaukseen. Työtä voidaan jatko kehittää esimerkiksi IMO- laitteiston integroiminen muihin opetuslustoisiin.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering
Automation Engineering

MÄKINEN, TUUKKA-PETTERI:
IMO PLC in teaching use

Bachelor's thesis 35 pages, appendices 1 page
May 2025

This thesis presents a practical exercise designed for the IMO logic controller in collaboration with Kivenvuori Oy. The equipment used includes the IMO SMT4-ED-R20 programmable logic controller and the IMO IV204E-SOCP HMI display. The goal of the work is to create clear instructions and a simple exercise for student use, focusing on both the logic controller and the HMI interface.

The thesis explains how to prepare easy-to-follow instructions for both devices, enabling students to independently complete the exercise. The work introduces IMO's own software tools and demonstrates how to use them efficiently. Special attention is given to establishing communication between the logic controller and the HMI display, as well as utilizing the available applications.

A logic control program was created using IMO's dedicated software. The software allows the user to select between LADDER and FBD programming languages – in this project, the Function Block Diagram (FBD) method was used.

As a result, the work identifies both the challenges and the user-friendliness of IMO equipment in an educational context. The exercise, which includes an example of electric motor control, can be adapted for various teaching applications. Furthermore, the work provides a good foundation for future development, such as integrating IMO devices with other educational platforms.

Key words: imo, plc, hmi, ismart, ladder, fbd

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	IMO AUTOMATION	7
	2.1 IMO ISMART SMT4-ED-R20	8
	2.2 IMO IV204E-SOCP HMI NÄYTTÖ	9
	2.3 YHTEYKSIEN LUONTI	10
	2.4 SMT CLIENT V4 ohjelma	13
	2.5 HMI IVIEW	15
	2.5.1 HMI YHTEYS VERKKOKYTKIMELLÄ.....	17
3	LOGIIKKAOHJELMAN LUONTI	20
	3.1 OHJELMOITAVAN LOGIIKAN RAKENNE.....	20
	3.1.1 TULOT SEKÄ LÄHDÖT.....	20
	3.1.2 KESKUSYKSIKKLÖ CPU.....	21
	3.1.3 TARVITTAVAT ASETUKSET	21
	3.1.4 OHJELMAN LUONTI.....	22
	3.1.5 OHJELMAN LATAAMINEN LOGIIKALLE	22
	3.1.6 TESTAUS.....	23
4	HMI IVIEW OHJELMAN LUONTI	24
	4.1 HMI RAKENNE.....	24
	4.2 TARVITTAVAT ASETUKSET.....	24
	4.2.1 TOIMINTOJEN LISÄYS.....	26
	4.2.2 LATAAMINEN HMI NÄYTÖLLE	27
	4.2.3 NÄYTÖN TESTAUS.....	28
	4.3 HMI PANEELIN JA LOGIIKAN VÄLINEN YHTEYS	30
5	VALMIS KOKONAISUUS	31
6	POHDINTA	32
	LÄHTEET.....	33
	LIITTEET	35

ERITYISSANASTO JA TERMIT

TAMK	Tampereen ammattikorkeakoulu
PLC	programmable logic controller
HMI	Human machine interface
FBD	Function block diagram (toimintolohkokaavio)
T&K	Tutkimus & kehitys
V	Voltage = Jännite
A	Ampeeria = Virta
MAC-osoite	Media Access Control Address
GUI	Graphical user interface
RAM-muisti	Random-Access Memory
CPU	Central Processing Unit

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Kivenvuori Oy:n kanssa. Kivenvuori Oy tarjoaa kattavat sähköasennus-, logiikkaohjelmointi-, sähkö/automaatiosuunnittelu- sekä komponenttipalvelut asiakkailleen. Kivenvuorelta löytyy myös K Automaatiokoulutus palvelu sekä K Automaatiokoti palvelut. Yritys sijaitsee Ylöjärven Ylisissä.

Opinnäytetyössä tavoitteena oli tehdä toimiva ratkaisu IMO:n ohjelmoitavalle logiikalle sekä pieni IMO:N HMI näytölle, jota käytettäisiin toisen asteen opintoja suorittavilla opetus tarkoitukseen. Ensimmäiseksi sain tarvittavat komponentit työtä varten ja kokosin ne alustalle, jossa niitä on helppo käsitellä sekä kytkennät ovat selvät. Käytössä oli ohjelmoitavan logiikkana IMO iSmart SMT4-ED-R20. Tämä on hyvin kompaktin kokoinen logiikka, jossa on hyvät ominaisuudet.

2 IMO AUTOMATION

IMO Precision Controls on perustettu vuonna 1972 Yhdistyneestä kuningaskunnasta, joka on kasvanut maailmanlaajuisesti teollisuuden ohjaus- ja elektroniikkakomponentteja ja järjestelmiä valmistajaksi ja toimittajaksi. IMO ei ole lyhenne mistään erityisistä sanoista. Joskus yritysten nimet voivat olla lyhteitä jostain, mutta IMO tapauksessa nimi toimii itsenäisenä tunnuksena. Myyntitoimistoja löytyy todella monesta maasta mm. Ranskasta, Italiasta, Australiassa ja Pohjois-Amerikasta. Logistiikkakeskuksia on edellä mainittujen lisäksi Kiinassa. IMO on ollut myös edelläkävijä innovatiivisten ratkaisujen käyttöönotossa erilaisiin markkinoiden tarpeisiin.

Ensimmäinen tehdas valmistui IMO:lle Pohjois-Lontooseen, tehdas valmisti pistokkeellisia tehoreleitä. Nykyään IMO:n tuotteet suunnitellaan sekä valmistetaan IMO:n omissa tehtaissa tai tiiviissä yhteistyössä T&K- ja valmistuskeskusten kanssa eri puolilla maailmaa. IMO:n pääkonttori sijaitsee tällä hetkellä Yhdysvalloissa. Kuvassa 1. on tuotteita jota IMO Automation valmistaa sekä toimittaa. (About IMO 2025).



Kuva 1. IMO:N TUOTTEITA (IMO 2025)

2.1 IMO ISMART SMT4-ED-R20

Työssä käytettiin IMO Ismart SMT4-ED-R20 ohjelmoitavaa logiikkaa. Laite on iS-mart- sarjaa, joka tarjoaa joustavan ja tehokkaan ratkaisun erilaisiin teollisuuden sovelluksiin. Kyseessä on todella kompaktin kokoinen ja helppo asennettava logiikka, joka on suunniteltu erityisesti automaatiojärjestelmien hallintaan. Logiikan voi käytännössä kiinnittää mihin vain, johon saa DIN- kiskon asennettua. Logiikalle syötetään erilliseltä virtalähteeltä 24V. Virtalähteenä työssä toimi Phoenix contact valmistama virtalähde, joka muuntaa 100–230 vaihtosähkö jännitteen 24V tasajännitteeseen. Virtaa virtalähde tuottaa tasajännite puolelta 1.25A.

Ominaisuuksia IMO:n logiikasta löytyy kattavasti. Digitaaliset ja analogiset tulot sekä lähtöliitännät. SMT4-ED-R20 mallissa on 8 digitaalista tuloa ja 4 digitaalista relelähtöä, tämä tekee logiikasta hyvin joustavan vaihtoehdon monenlaisiin ohjaustarpeisiin. Ohjelmointi kielinä toimii IMO:ssa LADDER (tikaslogiikka) sekä FBD (Function Block Diagram), laite tukee myös erilaisia liitäntöjä kuten Modbus RTU- protokollaa, joka mahdollistaa integroinnin muihin automaatiojärjestelmiin. Logiikka on yhteensopiva myös HMI (Human-machine Interface) - näyttöjen kanssa, joka on tärkeää työn etenemisen kannalta ja siksi tähän työn valikoituikin IMO:n IV204E-SOCP näyttö. Näyttö helpottaa huomattavasti järjestelmän ja käyttäjän välistä vuorovaikutusta, tästä voidaan seurata prosessia sekä muuttaa parametreja tarpeen tullen reaaliaikaisesti.



Kuva 2. IMO iSmart Logiikka

2.2 IMO IV204E-SOCP HMI NÄYTTÖ

Työhön valikoitui IMO:n valmistama HMI näyttö IV204E-SOCP. HMI eli Human-machine Interface- näyttö, joka on suunniteltu teollisuus ympäristöön automaatiojärjestelmien sekä ohjelmoitavien logiikkaohjainten (PLC) käyttäjäystävälliseen valvontaan ja hallintaan. Näyttö on yksinkertainen käyttää sekä selkeät valikot millä edetä. Näytölle syötetään myös 24V jännite sekä data kaapeli logiikalta. Turvallisuus on myös tärkeää ja tämä näyttö on IP- luokitukseltaan IP65. IP-luokitus on kansainvälisessä käytössä oleva järjestelmä, jossa määritetään sähkölaiteiden sekä laitekoteloiden tiiveys. Luokitus tulee kertoa laitteen suojuuksista, kuten kuinka se torjuu pölyn tai veden. Standardissa SFS-EN 60529 on kerrottu asiasta tarkemmin ja sieltä löytyvät erilliset määräykset jokaisesta IP- luokituksesta. (Wikipedia IP- luokitukset 2025).

Näytöllä on hyvät ominaisuudet, kompaktin kokoinen näyttö 4,3-tuumainen, jonka resoluutio on 480x272 pikseliä. Koostaan huolimatta näyttö on todella hyvä teol-

lisuuteen, se tarjoaa hyvän näkyvyyden ja riittävän tarkkuuden. Näyttö on varustettu resistiivisellä kosketusnäytöllä, joka on hyvin kestävä muovimainen pinta. Näyttö on huomattavasti erilainen kosketus tuntuma kuin laadukkaassa puhelimien näytössä, mutta tämä johtuukin useasti siitä, että puhelimissa käytetään yleisesti kapasitiivista näyttöä. IMO IV204E-SOCP on suunniteltu toiminaan todella jouhevasti IMO:n tuotteiden kanssa kuten työssä käytetyn SMT4-ED-R20 logiikkaohjaimen kanssa. Ohjelmointi tapahtuu Imon omalla iView- ohjelmistolla, joka on helppokäyttöinen HMI- projektien luonnissa sekä muokkaamisessa.



Kuva 3. IMO iView HMI

2.3 YHTEYKSIEN LUONTI

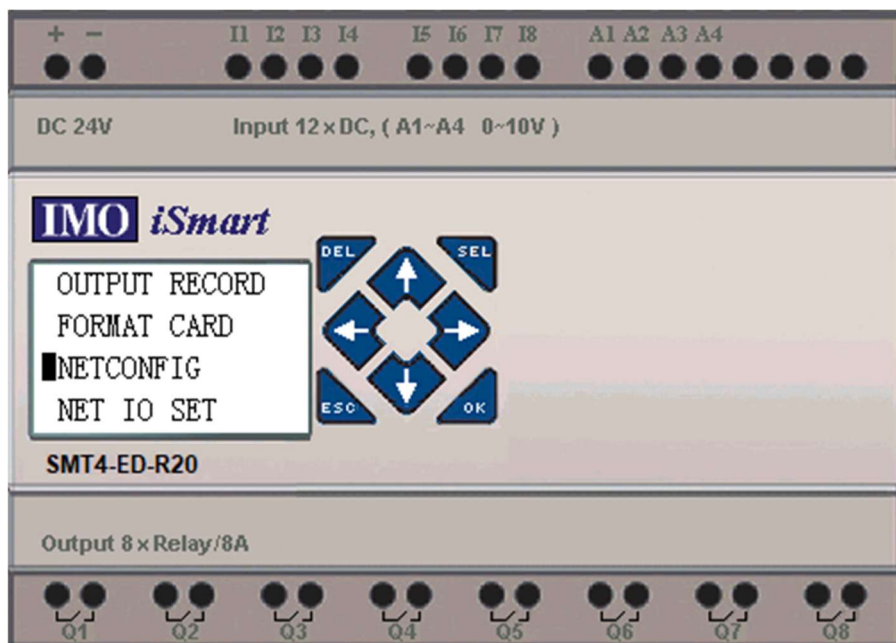
Yhteyksien luonnin aloitin lataamalla ohjelmat IMO:n sivuilta. Ohjelmoitavalle logiikalle ladattavissa on SMT CLIENT V4 iSmart ohjelma, jonka löytää helposti kotisivuilta. HMI:lle löytyy samoilta sivuilta ohjelmisto nimeltä iView developer. IMO:n kotisivuilta voidaan ladata sekä tarvittavat ohjelmat sekä kattavat oppaat

laitteiston käyttöön. Näiden ladattavien tiedostojen lisäksi tarvitaan Ethernet RJ45 kaapeli, jolla saadaan luotua sujuva yhteys tietokoneen, ohjelmoitavan logiikan sekä HMI näytön välille. Ethernet RJ45 kaapeleita tarvitaan yhteensä kolme kappaletta, jotka liitetään tietokoneen ja verkkokytkimen välille sekä verkkokytkimeltä lähtee yksi kaapeli logiikalle ja yksi HMI paneelille. Ethernet kaapeli on hyvä olla CAT 5 tai nopeampaa kaapelia. Kuvassa 4. huomataan Ethernet kaapeleiden tyyppejä, työssä käytössä on CAT5e kaapeleita.

UTP Categories - Copper Cable				
UTP Category	Data Rate	Max. Length	Cable Type	Application
CAT1	Up to 1Mbps	-	Twisted Pair	Old Telephone Cable
CAT2	Up to 4Mbps	-	Twisted Pair	Token Ring Networks
CAT3	Up to 10Mbps	100m	Twisted Pair	Token Rink & 10BASE-T Ethernet
CAT4	Up to 16Mbps	100m	Twisted Pair	Token Ring Networks
CAT5	Up to 100Mbps	100m	Twisted Pair	Ethernet, FastEthernet, Token Ring
CAT5e	Up to 1 Gbps	100m	Twisted Pair	Ethernet, FastEthernet, Gigabit Ethernet
CAT6	Up to 10Gbps	100m	Twisted Pair	GigabitEthernet, 10G Ethernet (55 meters)
CAT6a	Up to 10Gbps	100m	Twisted Pair	GigabitEthernet, 10G Ethernet (55 meters)
CAT7	Up to 10Gbps	100m	Twisted Pair	GigabitEthernet, 10G Ethernet (100 meters)

Kuva 4. CAT luokitukset

Laitteiden fyysinen yhteys luotu siirrytään ohjelman puolelle, jossa valitaan PLC käyttämään oikeaa protokollaa. Asetuksiin syötetään laitteen IP- osoitteet, jotka löytyvät logiikan asetuksista (Netconfig). PLC asetuksista aukeaa kuvan 5. mukainen valikko, josta käydään noutamassa osoitteet tietokoneelle IMO:n ohjelmaan. Selaamalla valikkoa alaspäin tulee vastaan kohta netconfig.



Kuva 5. PLC netconfig asetukset.

HMI iView sovelluksen lataaminen tapahtuu samalla tavalla kuin PLC ohjelman lataus. Kun ohjelma on ladattu IMO:n sivuilta, päästään antamaan tietoja. Tietojen antaminen onkin hieman tarkempaa kuin PLC:lle. Ohjelma kysyy ensimmäisenä User Name, johonka voidaan syöttää oma nimi. Toisena kysytään Company Name, johonka laitetaan yhtiön nimi, jossa työskennellään. Työn tapauksessa Kivenvuori Oy. Kolmantena kysytäänkin Serial Number, tämä sarja numero löytyy laitteesta, mutta ohjelma ei hyväksy laitteesta otettua sarja numeroa. Oikea sarja numero tulee ladatussa tiedostossa teksti tiedostona, tämän syöttämällä pääsee jatkamaan. Kuvassa 6. löytyy esimerkki syöttämistäni tiedoista.

iView Developer Version 4.0.7.10 - InstallShield Wizard

Customer Information
Please enter your information.

User Name:
Tuukka

Company Name:
Kivenvuori Oy

Serial Number:

Install this application for:

Anyone who uses this computer (all users)

Only for me (Tuukka)

InstallShield

< Back Next > Cancel

Kuva 6. IMO Iview alku asetukset

2.4 SMT CLIENT V4 ohjelma

Ohjelmien latauksen jälkeen avataan SMT CLIENT V4 ohjelma, kun ohjelma on aukaistu, avataan uusi työ. Kuvassa 7. on Auennut ikkuna, jossa valitaan laite tyyppi, tähän valitaan ohjelmoitava logiikka, tässä tapauksessa valittiin SMT4-ED-R20. Samassa laite tyyppi valikossa valitaan ohjelmointi kieli, joko LADDER tai FBD. Työssä käytettiin FBD ohjelmointi kieltä. Ohjelmointi kieltä voidaan vaihtaa myös jälkeinpäin, sekä laite tyyppin voi valita myös jälkeinpäin.

Select Type

SMT4

Station name Station

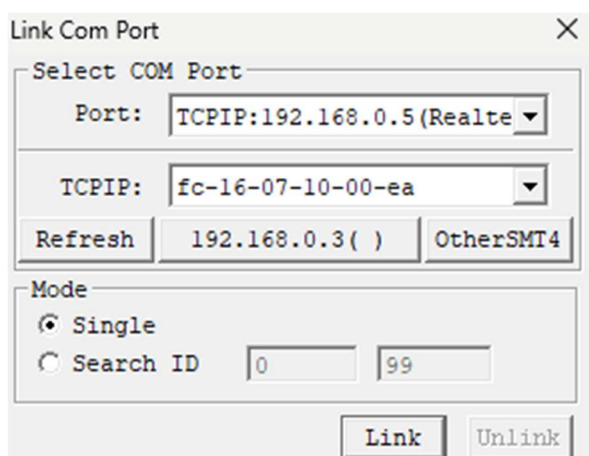
New SMT4-ED-R20 LADDER

SMT4 SMT

OK Cancel

Kuva 7. Laite tyyppin valinta

Tämän asetuksen jälkeen valitaan sivun yläkulmasta operation → Link com port. Näiden klikkauksien jälkeen aukeaa kuvan 8. mukainen ikkuna, johon valitaan portti, jota käytetään yhdistääkseen tietokone ohjelmoitavaan logiikkaan, kun tämä on saatu selville, voidaan painaa Link. Windowsin asetuksista verkko ja internet → verkonlisäasetukset ja sieltä valitaan käytettävissä oleva yhteys. Tämän IP-määrittäminen voi olla automaattilla, mutta voidaan määrittää myös IP-osoite, tämän suosittelemme tekemään, jotta voidaan ohjelmoida sekä tarkastella molempia laitteita yhtä aikaan. HMI yhteys ei toiminut automaattilla laisinkaan. Linkitys saatu tehtyä voidaan varmistaa onnistuminen sivun vasemmasta alareunasta, jossa luki aikaisemmin offline nyt lukee online.



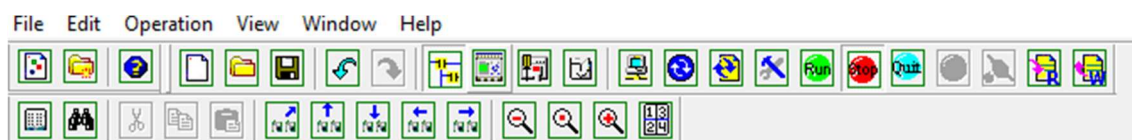
Kuva 8. Portin valinta

Edellisten asetuksien jälkeen aukeaa tyhjä työpohja, johon voidaan ruveta rakentamaan logiikka ohjelmaa. Logiikka ohjelman työkalut löytyvät vasemmasta alakulmasta kuvan 9. mukaisesti. Työkalu rivistä saadaan luotua logiikalle ohjelma. Ohjelmaa tehdessä on hyvä olla auki ohje sivu, joka aukeaa Help → How to... Ohje sivulta on hyvä katsella mitä mikäkin toiminto tarkalleen tekee ja mikä symboli se on ala palkin työkalurivissä. Sieltä löytyy myös useasti ongelmiin ratkaisuja sekä helpotuksia ohjelma luontiin.



Kuva 9. Logiikka ohjelman työkalut

Luonti on suoritettu ja saatu toimiva logiikka ohjelmaa valmiiksi kokeiluun voidaan toiminta testata simuloimalla toiminto palkista Run painiketta painamalla, painike näkyy kuvassa 10. Ohjelman toiminta on testattu ja toimii, tämän jälkeen voidaan ladata logiikalle. Logiikalle lataaminen tapahtuu toiminto palkista aivan oikeanpuoleinen ylhäältä W painike eli Write, vierestä löytyy Read painike, jolla voidaan lukea valmis ohjelma logiikalta.



Kuva 10. Toiminto palkki

2.5 HMI IVIEW

HMI iView ohjelman latauksen jälkeen puretaan tiedostot koneelle, jolloin päästään aukaisemaan ohjelma. Laitetaan tarvittavat tiedot kuvan 6. mukaisesti, jonka jälkeen valitaan ketkä tietokoneella voi käyttää ohjelmaa, tämän jälkeen voidaan mennä eteenpäin, jos sarjanumero on oikein. Työssä oli haasteita saada sarjanumero oikeaksi, mutta vaikeuksien kautta sain jatkettua eteenpäin. Sarjanumero löytyi lopulta ladatuista tiedostoista teksti tiedostona, joka sitten soveltui kenttään ja pääsi jatkamaan.

Seuraavaksi iView kysyy tarkempia tietoja HMI paneelistä. Ensimmäinen aukeava ikkuna haluaa tiedoston tallennus sijainnin sekä projektin nimen. Toisena aukeaa kuvan 11. mukainen ikkuna, jossa ohjelmaan syötetään tietoa HMI paneelistä mm. Näytön koko, näytön asento pysty/vaaka, näytön malli sekä näytön tarkkuus.

New Panel Application

Application Name: Ohjaus paneeli

Display Size or Product Type: 4.3"

Display Orientation: Landscape

Model: IV204E

Display Resolution: 480 x 272

Kuva 11. HMI paneelin asetuksia

Onnistuneeseen yhdistämiseen tarvitsee asettaa kuvan 12. mukaisesti Link name, Link type sekä Device/server. Link type määräytyy siitä millä halutaan yhdistää tietokone ja HMI:n yhteys. Työn tapauksessa se luotiin Ethernet kaapelilla, joten tässä kohdassa valitaan kuvasta havaittu Direct Link (Ethernet).

Link Properties

General Parameter

Link Number: 1

Link Name: Link 1

Link Type: Direct Link (Ethernet)

Device/Server: IMO iSmart Series (Modbus TCP)

Disable the link initially

Record communication status in operation log

The duration of showing a communication error message: 5 second(s)

OK Peruuta Ohje

Kuva 12. Link asetukset

Asetteluiden jälkeen voidaan luoda HMI:lle objekteja. Objektien luonti onnistuu yläpalkista valitsemalla object, jos aukeaa pitkä lista erilaisia objekteja. Näihin kannattaa tutustua kokeilemalla itselleen parhaat vaihtoehdot. Objektien valintaan on lyhyempiäkin reittejä kuten ylhäällä työkalu rivissä pikanäppäimet tietyille objektille kuten kuvassa 13. näkyy.



Kuva 13. Työkalurivi

Työhön valikoitui perinteinen Bit Button, nappia voidaan ohjelmoida monia toimintoja kuten kuvassa 17. näkyy kyseiset asetukset. Write address kirjoitetaan napin toiminto tässä tapauksessa merkki valon ohjaus (Bit Lamp). Asetukset ovat laajat, mutta tärkeimpänä asetuksena on Write Address, sekä address type. Napin asetuksista voidaan valita, toimiiko nappi ON/OFF tyylinen katkasiija tai sitten esimerkkinä, antaako nappi vain ON tai OFF pulssin. Työssä käytössä on kuvan 17. mukaisesti asetetus Set ON.

Bit Lamp asetukset ovat hyvin samankaltaiset, mutta siellä määritellään vain monitor address kuvan 18. mukaisesti. Tässä kohtaa voidaan myös lisätä valolle värikoodit. Työssä käytössä on punainen (OFF) sekä vihreä (ON) tiloja kuvassa.

2.5.1 HMI YHTEYS VERKKOKYTKIMELLÄ

Yhteyksien luonti HMI:lle on helppoa, jos vain saadaan kaikki asetukset kerralla kuntoon. Työtä suorittaessa meni todella paljon aikaa HMI yhteyksien luontiin. HMI vaatii yhteyden saamiseksi kytkentään Ethernet kaapeleiden väliin kytkimen. Työhön valikoitui Phoenix Contact FL switch 1004N-SFX kuva 14. Kytkimelle kytketään 24 Voltin jännite, maadoitus sekä suojamaadoitus. Tietokoneesta tuleva Ethernet kaapeli ja HMI näytöltä Ethernet kaapeli kytketään kytkimelle, tämän jälkeen kytkin on toiminta valmis.

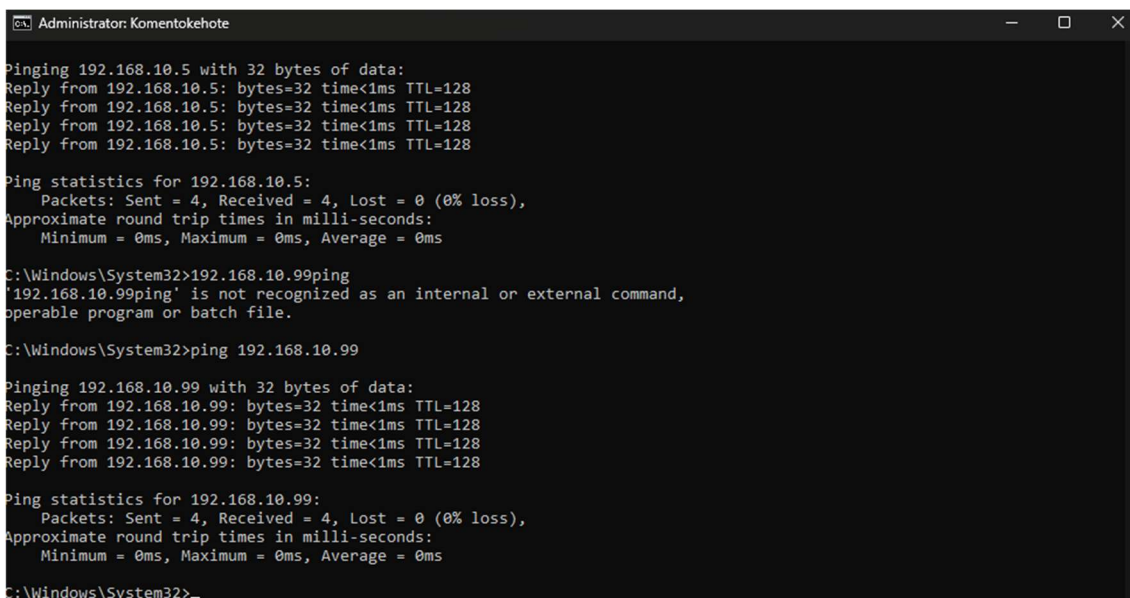
Verkkokytkin on laite, jolla voidaan yhdistää useita laitteita samaan tietoverkkoon ja hallita niiden välistä liikennettä. Toimintana on yksinkertainen se vastaanottaa dataa, tunnistaa vastaanottajan MAC-osoitteen ja lähettää datan suoraan oikealle vastaanottajalle. Toiminta tapa vähentää huomattavasti verkko liikennettä, koska data ei mene jokaiselle verkon laitteelle vaan vain tietyille kohteelle, mikä parantaa verkon nopeutta sekä suorituskykyä.



Kuva 14. Verkkokytkin. (Phoenix Contact)

Kytkimen asennuksen jälkeen siirrytään iView developer ohjelmistoon takaisin, jossa tehdään kuvan 11. sekä 12. mukaiset asetukset. Näiden asetusten jälkeen voi ruveta luomaan ohjelmaa tai yhteyttä tietokoneen ja HMI:n välille. Työssä tehtiin ensimmäinen koe versio ohjelma, joka ladattiin sitten HMI:lle yhteyden saatua.

Yhteyden luonti kannattaa aloittaa laittamalla laitteisto päälle, menemällä tietokoneella komentokehoteeseen (CMD), avataan CMD järjestelmänvalvojana painamalla kuvakkeen kohdalla hiiren vasenta ja valitsemalla "Avaa järjestelmänvalvojana". Seuraava vaihe on syöttää CMD tekstikenttään Ping ja haettava IP- osoite esimerkkinä Ping 192.168.10.10. Näin varmistutaan, että yhteys on varmasti luotu, jos mitään virhe ilmoitusta ei tule kuten kuvassa 15.



```
Administrator: Komentokehote

Pinging 192.168.10.5 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.10.5: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.10.5: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.10.5: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.10.5: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.10.5:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\Windows\System32>192.168.10.99ping
'192.168.10.99ping' is not recognized as an internal or external command,
operable program or batch file.

C:\Windows\System32>ping 192.168.10.99

Pinging 192.168.10.99 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.10.99: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.10.99: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.10.99: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.10.99: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.10.99:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\Windows\System32>
```

Kuva 15. CMD komentokehote ikkuna.

3 LOGIIKKAOHJELMAN LUONTI

3.1 OHJELMOITAVAN LOGIIKAN RAKENNE

Ohjelmoitava logiikka (programmable logic controller). PLC on kuin pieni tietokone, jota käytetään automaatioprosessissa ohjauksena. Tässä työssä simuloidaan moottorin ohjausta PLC:n avulla ja tällaista ohjausta löytyy useastakin paikasta mm. prosessiteollisuudesta. Aikaisemmin enne kuin ohjelmoitavaa logiikkaa oli keksitty, käytettiin useita releitä yhtä toimintoa kohden. (Wikipedia PLC 2025)

Ohjelmoitavan logiikan toimintaa hallitsee mikroprosessori ja käyttöjärjestelmä, jotka varmistavat viestinnän muiden laitteiden kanssa. Suuremmissa logiikoissa on usein useita prosessoreita nopeuden takaamiseksi, ja erityisyksiköissä on omat suorittimensa. Käyttöjärjestelmä on talletettu ROM-muistiin, kun taas sovel-lusohjelma sijoitetaan paristovarmennettuun RAM-muistiin tai Flash-ROM. Logiikan eri muistialueet on varattu tuloyksiköille, lähtöyksiköille, sekä analogisille ja binäärisille liittynöille. (Yleistä logiikkaohjelmoitavasta logiikasta 2009a)

3.1.1 TULOT SEKÄ LÄHDÖT

Esimerkiksi 24VDC-tuloihin voidaan kytkeä PNP- tai NPN-antureita, joissa on yhteinen COM-liitin useammalle tulobitille. Yksi COM-liitin voi siis tukea vain joko PNP- tai NPN-antureita, mutta sekaisin käytettäessä voidaan asentaa ylös- tai alasvetovastuksia (esim. noin 1 kOhm) COM-piiriin. Digitaalisissa ohjauksissa PNP- ja NPN-antureiden lisäksi voidaan hyödyntää myös relälähtöjä. Lähtöyksiköiden kuormitettavuus kannattaa aina tarkistaa, sillä se voi koskea joko yksittäisiä lähtöjä, COM-liitintä tai koko yksikköä. (Digitaaliset tulot sekä lähdöt 2009b)

PNP- ja NPN-anturit ovat transistoreihin perustuvia kytkentätyppejä, joita käytetään erityisesti teollisuusantureissa. NPN-antureissa anturin signaalijohto kytkeytyy maaliitännään (0V), kun anturi aktivoituu, joten se sopii erityisesti ohjausjärjestelmiin, joissa tarvitaan maajohdon yhteyttä. PNP-antureissa signaalijohto

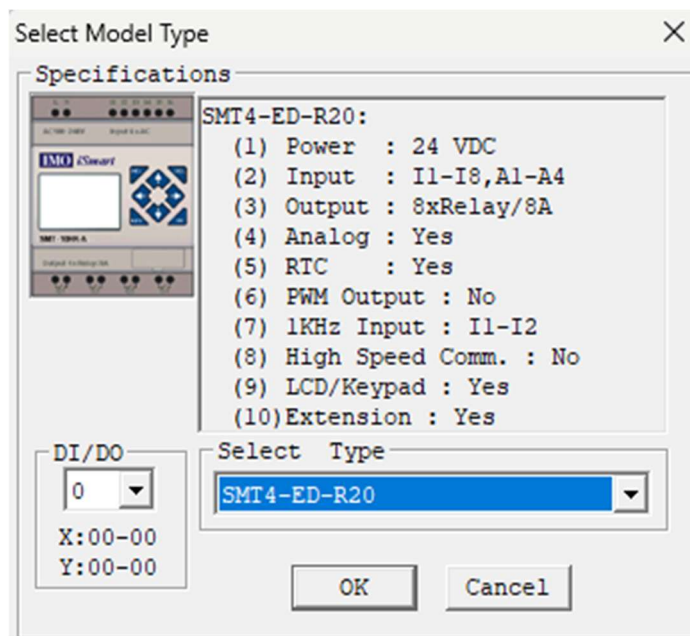
puolestaan yhdistyy positiiviseen jännitteeseen (yleensä +24V), kun anturi aktivoituu, joten niitä käytetään usein ohjausjärjestelmissä, joissa tarvitsee positiivisen yhteyden. (Ero PNP- ja NPN- anturin välillä 2021)

3.1.2 KESKUSYKSIKKÖ CPU

Keskusyksikkö (Central processing unit) CPU toteuttaa logiikalle ohjelmoituja käskyjä. Uusimmissa ja nykyaikaisissa CPU:ssa on toteutettu mikroprosessorilla, tämä mahdollistaa loogisen operaatioiden ohella myös aritmeettiset laskutoimitukset. Aritmeettiset laskutoimitukset ovat aivan peruslaskutoimituksia kuten yhteen- ja vähennyslaskut. (Wikipedia CPU 2024)

3.1.3 TARVITTAVAT ASETUKSET

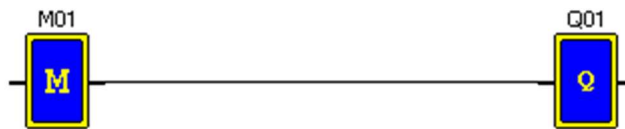
Tarvittavia asetuksia on vähän ja ne tulee hyvin esille heti ohjelman avautuessa. Alussa voidaan valita ohjelmointi kieli FBD (Function block diagram) tai LADDER. Jotta yhteyksien luonti onnistuu, tarvitsee valita malli kuten kuvassa 16.



Kuva 16. Mallin valitseminen

3.1.4 OHJELMAN LUONTI

Ohjelman luonnissa on tärkeää mitä tehdään eli suunnitelma ohjelman tekemiseen. Onnistuneen suunnitelman jälkeen voi ruveta työstämään logiikka ohjelmaa. Ohjelman luomisen voi aloittaa asettamalla inputit sekä outputit paikalleen, näiden väliin on sitten mukava lisäillä tarvittavia elementtejä.



Kuva 17. Logiikkaohjelma FBD

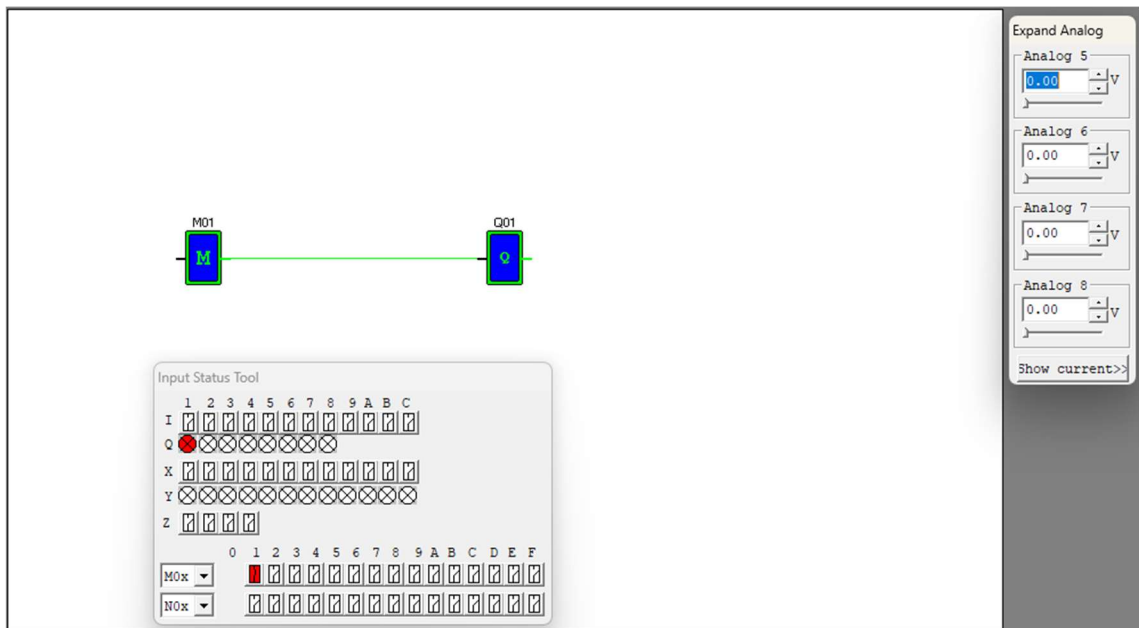
3.1.5 OHJELMAN LATAAMINEN LOGIIKALLE

Ohjelman lataaminen logiikalle tapahtuu käytännössä samalla tavalla kuin HMI:lle lataaminen, mutta muutama asia täytyy tapahtua ainakin tämän työn osalta eri tavalla. PLC yhteys toimii myös ilman verkkokytkintä toisin kuin HMI paneeli yhteys. Käytetään verkkokytkin, jotta voidaan olla yhteydessä molempiin laitteisiin saman aikaisesti. IP- osoitteen määrittäminen Windows asetuksista kuten edellä on mainittu sekä logiikalle täytyy määrittää oma IP- osoite. Link Com asetukset pitää näyttää kuvan 8. mukaiselta ja siitä seuraava askel onkin vain painaa Link.

Operation valikosta löytyy linkittämisen jälkeen ala otsikko write. Write painamisen jälkeen ohjelma latautuu PLC:lle, jonka jälkeen ohjelma on käytettävissä logiikalla.

3.1.6 TESTAUS

Logiikkaohjelmaa voidaan testata ilman HMI näyttöä. Yhteys on luotu Link Com portin kautta logiikan ja tietokoneen välille voidaan logiikkaohjelman toimivuus testata ajamalla logiikkaa tietokoneen kautta painamalla "RUN" tehtävä palkista ylhäältä.



Kuva 16. Simulointi Offline tilassa

4 HMI IVIEW OHJELMAN LUONTI

4.1 HMI RAKENNE

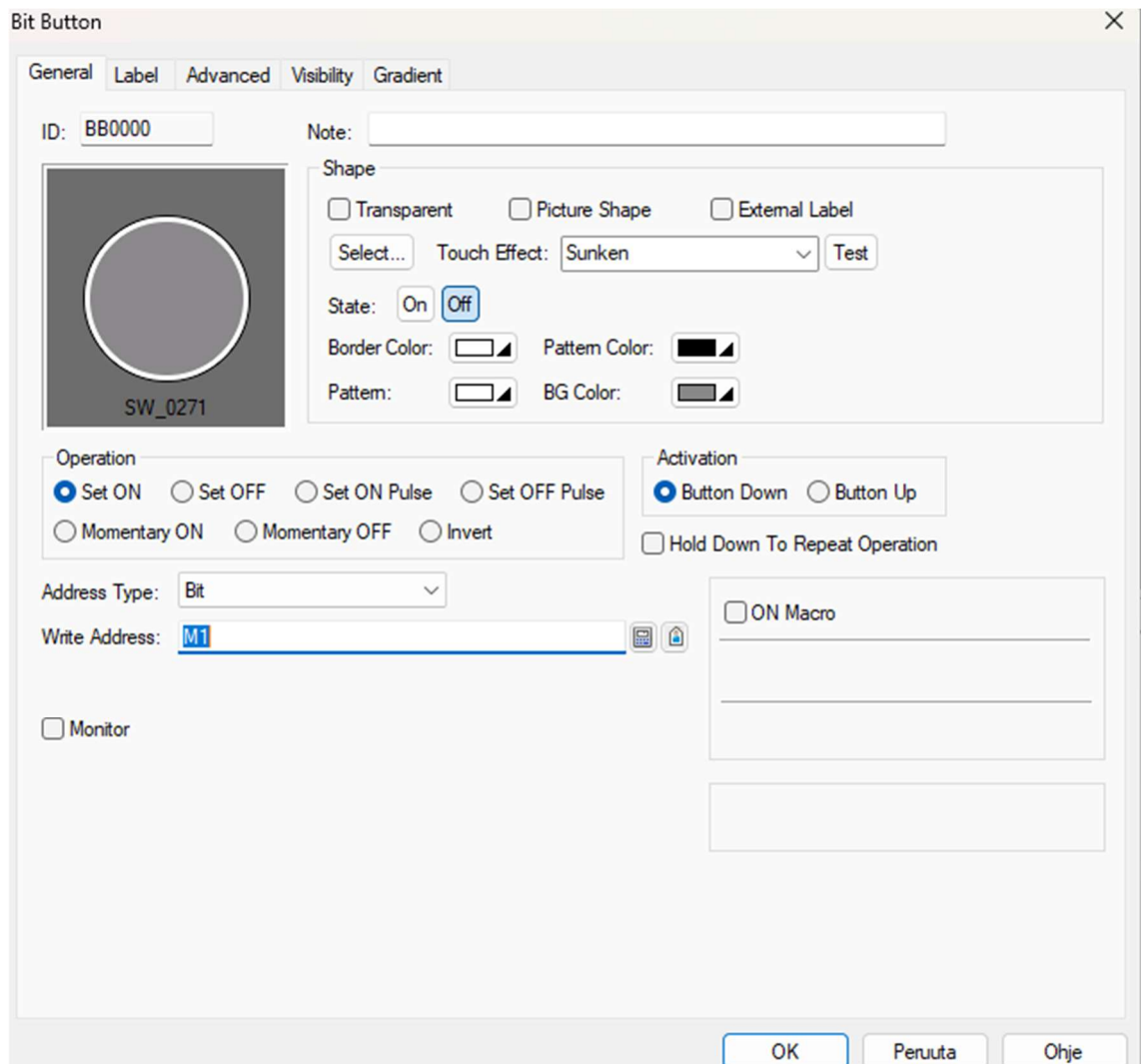
HMI (Human-Machine Interface) -näytön rakenne koostuu useista keskeisistä komponenteista, jotka mahdollistavat tehokkaan yhteydenpidon käyttäjän ja ohjattavan järjestelmän välillä. HMI:ssä yleisimmin kosketusnäyttö, joka tarjoaa graafisen käyttöliittymän (GUI). Näytöltä voidaan tarkistella hälytyksiä, reaaliaikaisia kaavioita sekä tilatietoja. HMI sisältää suorittimen eli prosessorin, jolla käsitellään käyttäjän syötteet ja kommunikaatiot. Muistiyksikkö (RAM- muisti) tukee tätä toimintaa tallentamalla sovelluksen käynnistyksen aikana ladattavat tiedot. Flash-muistia käytetään tietojen säilyttämiseen, kun virrat on kytketty pois päältä. Flash-muisti on puolijohdemuisti, joka tallentaa tietoa muistisoluihin, jotka taas muodostavat kelluvan portin transistoreista. (Flash-muisti toimintaperiaate 2006).

Ohjelmistoalusta tarjoaa ohjelmointi- ja suunnittelutyökalut HMI:lle. Sovellusten luomiseksi, kuten valvonta- sekä hallintakäyttöliittymät. Ohjelmisto tukee ohjelmointikieliä, Ladder ja FBD. Alustalla pystytään simuloimaan offline:ssa sekä online:ssä.

4.2 TARVITTAVAT ASETUKSET

Ohjelman luonti alkaa luomalla uusi pohja työlle. Ohjelmassa ei tarvita sen ihmeellisempiä asetteluita, että päässe luomaan ohjelmaansa. Työkalu rivistä vain tarvittavat työkalut luomiseen. Tässä työssä käytettiin perinteistä Bit Buttonia sekä Bit Lamppua. Näissä on sitten omat asetuksensa, jotka ovatkin hiukan hankalahoitot sekä osakseen jopa monimutkaiset. Tarvitsee kärsivällisyyttä sekä koikeilun halua, jos aikaisempaa kokemusta ei löydy. Työssä oli hieman hankalaa löytää oikeita asetuksia, kun ohjeet ovat netissä suppeat ja ohjelmiston omat ohjeet ovat todella laajat sekä sieltä on hankala löytää ongelmaan ratkaisua.

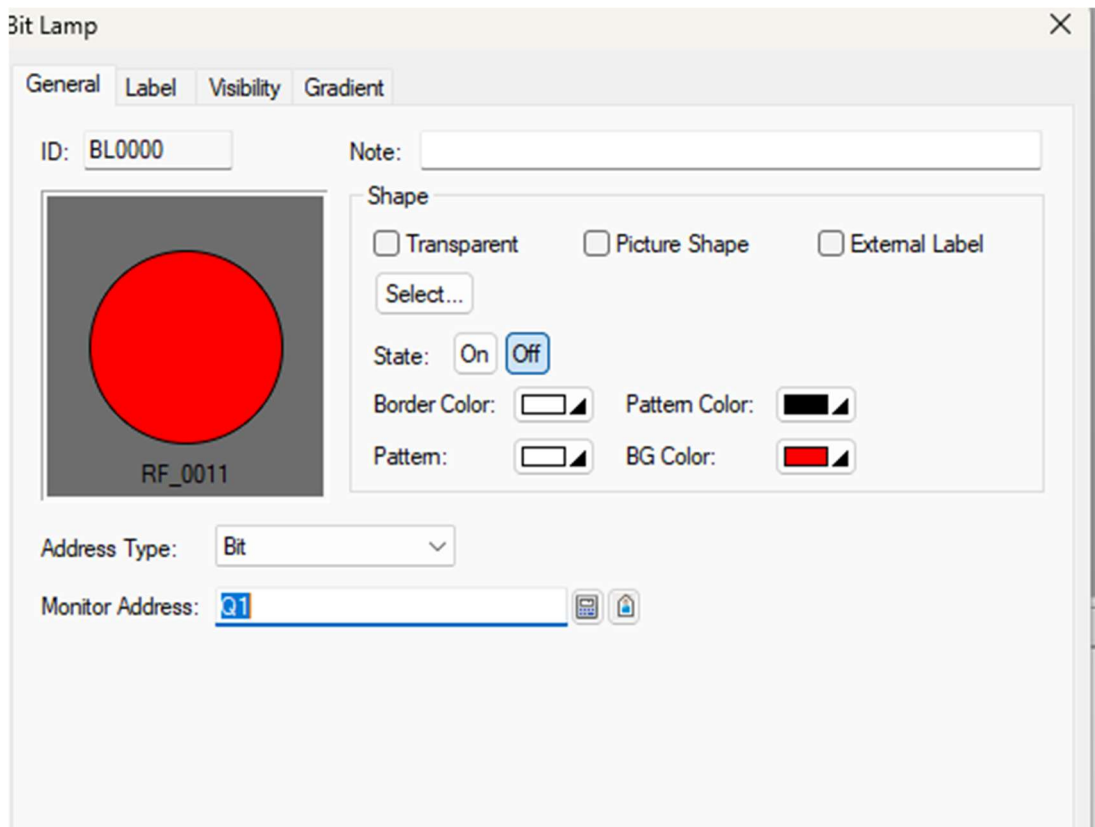
Aikaisemmin mainittiin tärkeimmät asetukset eli Write Address sekä Monitor Address, näillä asetuksilla päästään jo pitkälle. Täytyy tietää mitä ja milloin halutaan ohjata paneelilla. Työssä ohjasimme M1 nappia, joka oli suorassa yhteydessä logiikkaohjelmaan.



Kuva 17. Napin asetukset

Työssä käytettiin kahta samanlaista Bit Button nappia ja käytännössä samoilla asetuksilla kuin kuvassa 17. OFF kytkimen asetuksissa on yksi asetusta eri tavalla kuin kuvassa 17. se löytyy ikkunasta General kohdasta Operation. Kuvassa käsitellään ON kytkimen asetuksia, mutta toinen nappi onkin OFF asento nappi ja tällöin Operation ikkunasta valitaan kohta "Set OFF".

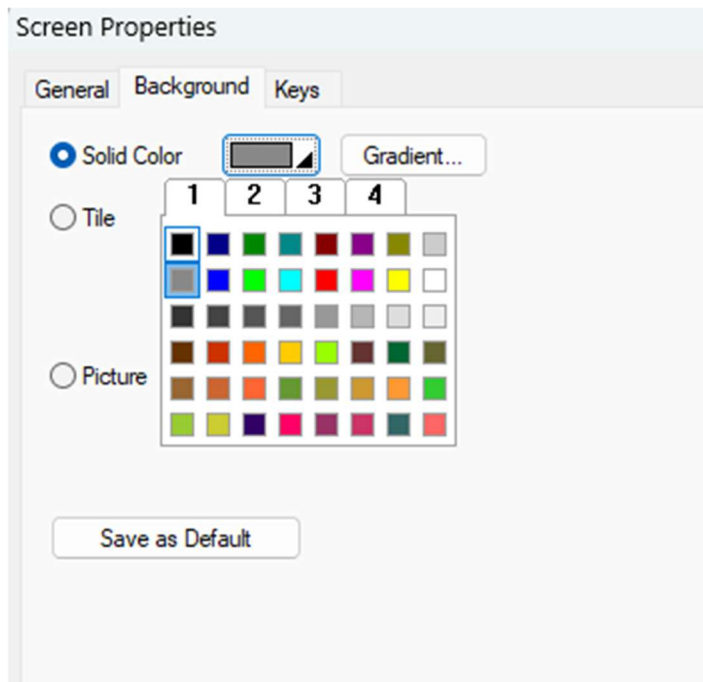
Lisäksi työssä käytettiin Bit Lamp lamppua kertomaan Q1 outputin tila. Tämä lamppu kertoo vihreällä, että Q1 on ON tilassa ja punaisella kertoo OFF tilaa. Kuvassa 18. huomataan Bit Lamp asetukset.



Kuva 18. Bit Lamp asetukset

4.2.1 TOIMINTOJEN LISÄYS

Kaikki nämä edellä mainitut napit (Bit Button) sekä valo (Bit Lamp) voidaan lisätä tehtävä palkista tai etsimällä tarvittavat toiminnot object valikon alta, sieltä löytyy kattava valikoima mm. mittareita, katkaisijoita sekä saat lisättyä kellon ja päivämäärän valikosta, jotka lisättiin myös työhön. Työssä pidettiin myös tärkeänä selkeys, musta tausta tuo selkeyttä mukavasti näyttöön, jolloin kytkimet sekä värit erottuu näytöstä paremmin. Tämän mustan tauista pystyy valitsemaan näytön asetuksista kuvan 19. mukaisesti väri vaihtoehtoja on paljon.



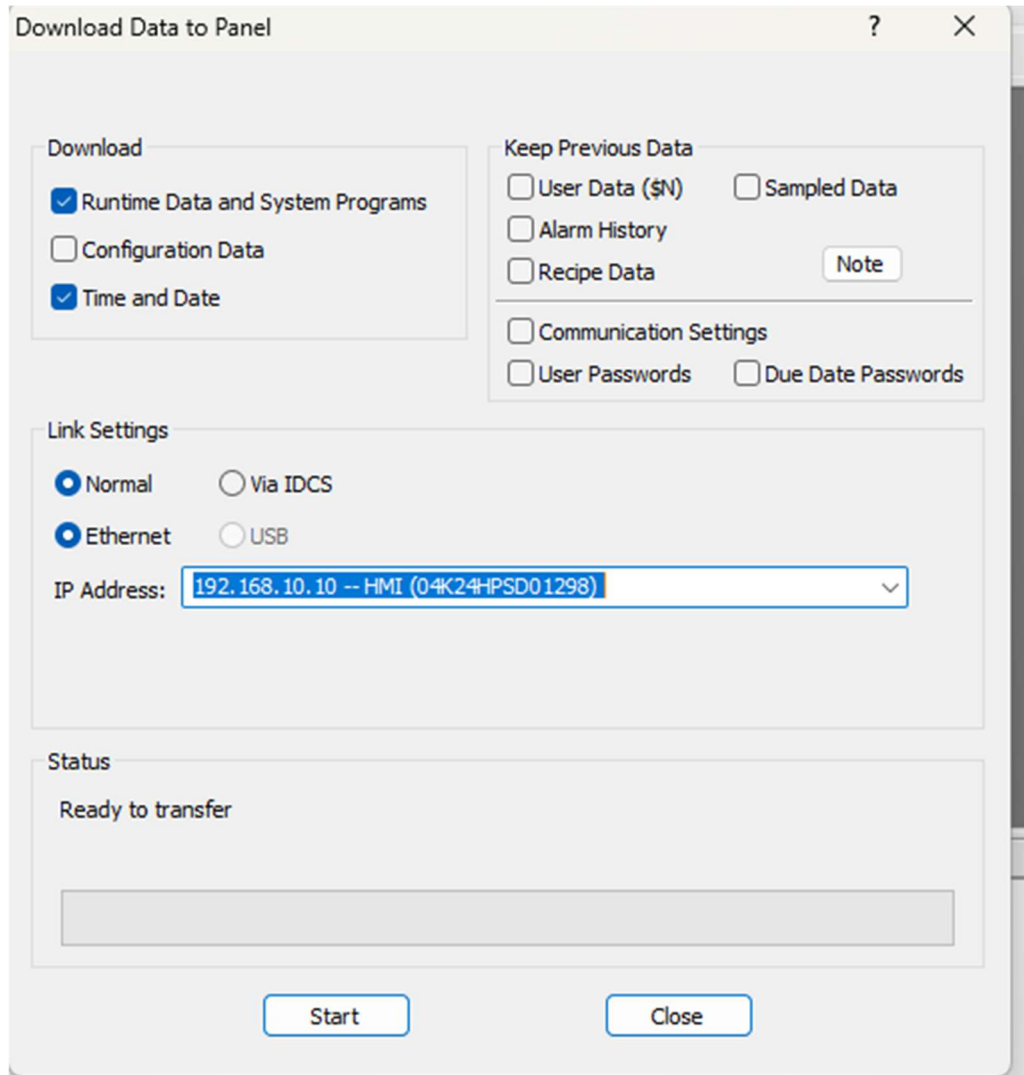
Kuva 19. Paneelin asetukset

4.2.2 LATAAMINEN HMI NÄYTÖLLE

HMI näytölle lataaminen on helppo homma, kun siihen pääsee jyvälle. Ensimmäisenä varmistetaan, että yhteydet on luotu ja ovat vakaat. Tämä tapahtui kuvan 15. mukaan komentokehotteesta. Näyttö on saatu ”pingattua” voidaan siirtyä ohjelman pariin. Kuvan 20. mukaisesti ohjelma löytää itsestään paneelin, jos vain IP- osoitteet ovat oikein, tämän huomaa IP- osoitteen perään tulee lukemaan paneelin tiedot. Tallennetaan luotu työ ja painetaan sivun ylhäältä Compile nappia, joka katsoo, että ohjelma on ok. Jos ohjelmassa on jotain korjattavaa, ohjelma kertoo sen alhaalla olevaan Build list ikkunaan, jos ei ole mitään virheitä voidaan siirtyä simuloimaan. Simulointi tapahtuu yläpalkista tools → Run online simulation. Tämä avaa toisen ikkunan, josta painetaan vain RUN. Online simulointi ohjaa logiikkaa ja paneelia oikein tehdyllä ohjelmalla reaaliaikaisesti. Ohjelmaa avaa simulaatio tilan ja pääset kokeilemaan luomaasi ohjelmaa, jos kaikki toimii sen voi ladata HMI näytölle.

Näytölle lataaminen tapahtuu ohjelman etusivulta Panel → Download... Tästä aukeaa kuvan 20. mukainen ikkuna. Työssä valittiin Ethernet linkki ja valikosta

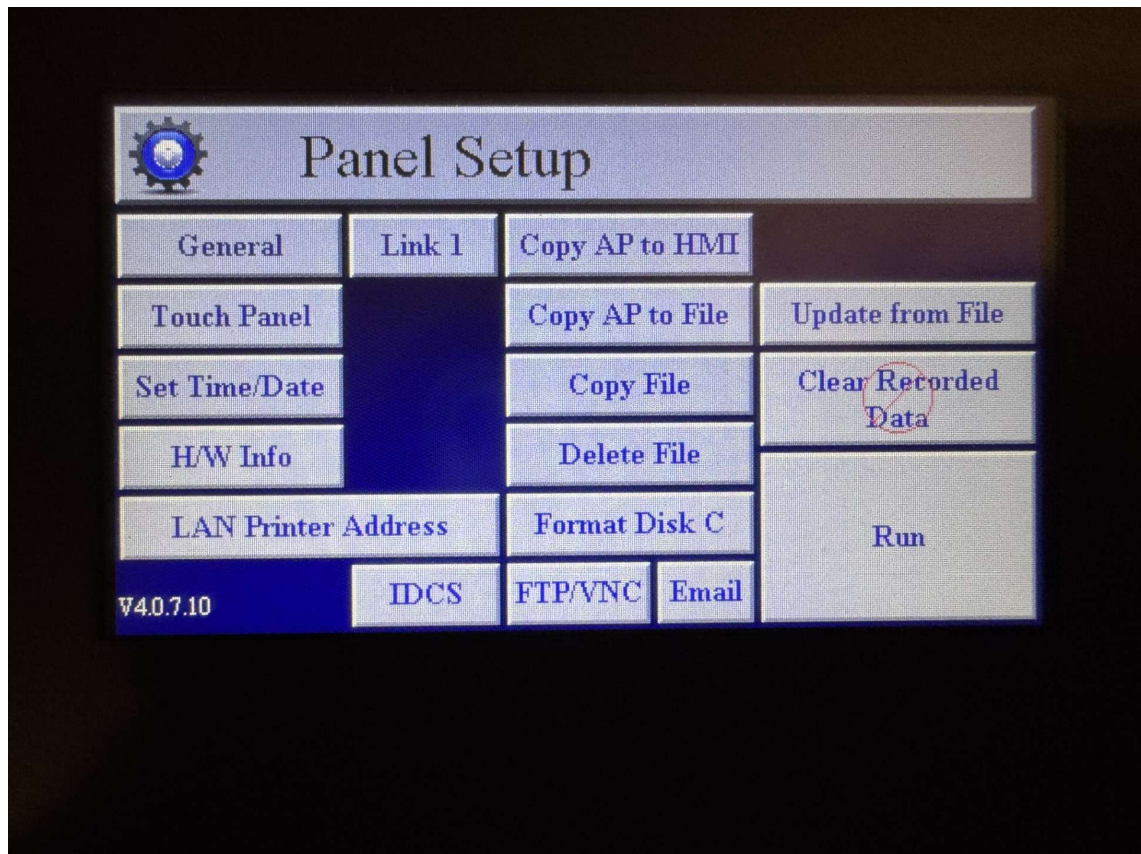
oikea IP. Tämän jälkeen vain start ja ohjelma latautuu HMI näytölle. Näytölle ladattu ohjelma toimii kuten Online simulaatiossa.



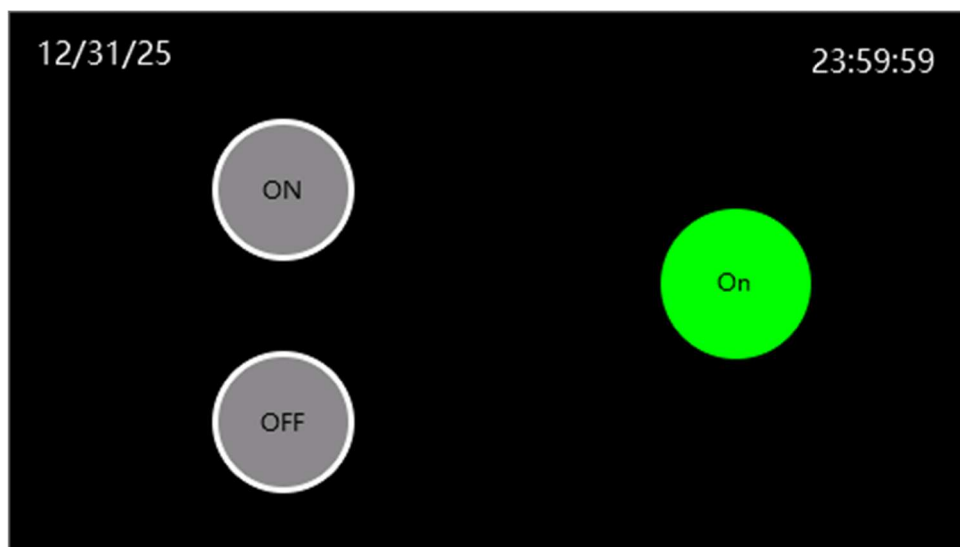
Kuva 20. Download ikkuna

4.2.3 NÄYTÖN TESTAUS

Näytön testaus voidaan suorittaa monella eri tapaa, mutta helpoin ja yksinkertaisin tapa on lataamalla ohjelma HMI:lle ja testata toiminnallisesti, kuinka näyttö toimii. Testaus tapahtuu aikaisemmin kerrotun ohjelman lataamisen lisäksi seuraavasti. Näyttö luultavammin päivittää itselleen uuden päivityksen ja tämän jälkeen saadaan auki kuvan 21. mukainen aloitus näyttö. Täältä löytää kaiken tarvittavan paneelin asetteluun, jos sille tarvetta myöhemmin. Painaessa RUN aukeaa HMI:lle tehty ohjelma kuvassa 22. näkyy työn ON/OFF napit ja näille valo näyttö, joka näyttää onko päällä vai pois.



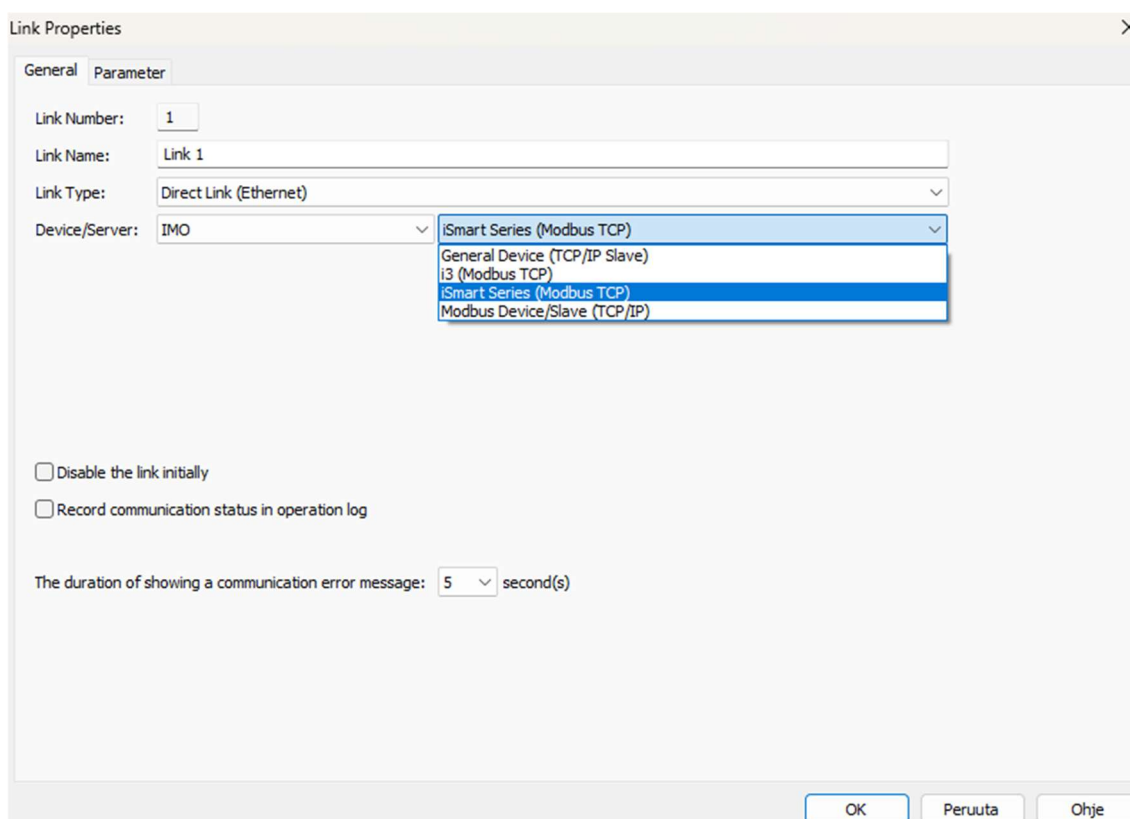
Kuva 21. HMI aloitus näyttö



Kuva 22. HMI Ohjelma

4.3 HMI PANEELIN JA LOGIIKAN VÄLINEN YHTEYS

Paneelin ja logiikan välinen yhteys oli haasteellinen pitkän aikaa, mutta yhteyden luonti näiden kahden välille ei ole vaikea työ. Yhteyksien luontiin vaaditaan HMI paneelin asetuksista seuraavat. Link Type työssä käytettiin Direct Link (Ethernet) yhteyttä. Tämä yhteys valitaan, kun käytetään Modbus väylää. Seuraavaksi valitaan laite/serveri, mennään kohtaan Device/Server. Valitaan laitteeksi IMO ja Serveriksi iSmart Series (Modbus TCP) Kuvan 23. mukaisesti. Tämän asetuksen jälkeen voi siirtyä Parameter sivulle. Parameter sivulle asetetaan IP- osoite ja painetaan "Use Default Port", jos tämä siis ei ole vielä painettuna, muita asetuksia ei vaadita HMI paneelin kanssa.



Kuva 23. Link asetukset.

5 VALMIS KOKONAISUUS

Työ aloitettiin kokoamalla vanerille kaikki tarvittavat komponentit. Tästä saadaan sitten muokattua tarpeiden mukaan opetus käyttöön helppo siirreltävä ohjelmoitava logiikka yksikkö. Tähän voidaan liittää mm. ohjattavia laitteita tai mahdollisesti opetus tarkoitukseen rajakytkimiä, joita voidaan ohjata logiikalla.

Tässä työssä on kerrottu helpotetusti ja tarkasti ohjatusti, kuinka saadaan luotua IMO:n omilla ilmaisilla sovelluksilla, logiikka sekä HMI paneelin ohjelmat ja näiden laitteiden yhdistäminen toisiinsa, jotta toimivat oikein. Työssä kerrotaan kuinka mikäkin komponentti toimii ja mikä sen tehtävä on.

6 POHDINTA

Työ oli mielenkiintoinen ja todella opettavainen itselle ja toivottavasti tulevaisuudessa alan opiskelijoille. Projektin parissa kului paljon aikaa pelkästään opiskeluun, vaikka luuli tietävänsä jo paljon asiasta etukäteen tutkimalla, mutta todella paljon uutta asiaa tuli opittua. Yksi iso haaste tuli työn aikana, jossa joutui ottamaan yhteyttä laitteen myyjään, jotta sai ratkottua ongelman. Ongelmanhan oli yhteyden luonti logiikan ja HMI paneelin välille, joka olikin sitten todella yksinkertainen. Koulun automaation labra kurssit auttoivat paljon ja niitä oppeja käytinkin suurimmaksi osaksi.

Työssä käytetyt IMO:n iSmart- logiikka sekä IMO:n iView HMI- käyttöliittymä ovat todella miellyttävät käyttää ja asentaa, sekä niiden laajentaminen on mahdollista. Käytössä olevien IMO:n tuotteiden hinta-laatusuhde on todella hyvä, joka kannattaa ottaa huomioon tulevaisuudessa muissakin projekteissa.

LÄHTEET

About IMO 2025. IMO automation company. Artikkele. Viitattu 10.1.2025.
https://imoautomation.com/imo_us_usd_view/company/about-imo.html

IMO 2025. IMO control. Artikkele. Viitattu 15.1.2025.
<https://componentsincontrol.com.au/about/>

Wikipedia IP- luokitukset 2025. Wikipedia IP- luokitukset. Viitattu 14.3.2025.
<https://fi.wikipedia.org/wiki/IP-luokitus>

Phoenix Contact verkkokytin 2025.
<https://www.phoenixcontact.com/fi-fi/tuotteet/switch-fl-switch-1004n-sfx-1085177>

Wikipedia graafinen käyttöliittymä 2024.
https://fi.wikipedia.org/wiki/Graafinen_k%C3%A4ytt%C3%B6liittym%C3%A4

Wikipedia Hajasaantimuisti RAM 2024.
<https://fi.wikipedia.org/wiki/Hajasaantimuisti>

Flash-muisti toimintaperiaate2006. Mäntymaa, J. Flash-muisti (s11-20). PDF-dokumentti. Viitattu 11.1.2025.
https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/12484/URN_NBN_fi_jyu-200746.pdf?sequence=1

Wikipedia PLC 2025. Wikipedia ohjelmitava logiikka. Viitattu 25.3.2025.
https://fi.wikipedia.org/wiki/Ohjelmitava_logiikka

Yleistä ohjelmitavasta logiikasta 2009a. CX- One ja logiikkaohjelmointi. PDF-dokumentti. Viitattu 15.3.2025. [Microsoft Word - CX-One ja logiikkaohjelmointi 2009 2.doc](#)

Digitaaliset tulot sekä lähdöt 2009b. CX- One ja logiikkaohjelmointi. PDF- Dokumentti. Viitattu 15.3.2025. [Microsoft Word - CX-One ja logiikkaohjelmointi 2009 2.doc](#)

Ero PNP- ja NPN- anturin välillä 2021. Eptlevel, difference of npn and npn. Artikkel. Viitattu 16.3.2025. <http://fi.eptlevel.com/news/the-difference-of-npn-and-pnp-42188130.html>

Wikipedia CPU 2024. Wikipedia suoritin. Viitattu 1.4.2025.
<https://fi.wikipedia.org/wiki/Suoritin>

LIITTEET



ismartv4-user-manu
al.pdf

Ohjelmoitavan logiikan ladattava ohjelma. Tiedosto.

https://imoautomation.com/imo_us_usd_view/downloads/ismart-intelligent-re-lays/ismart-software-downloads.html

HMI paneelin ladattava ohjelma. Tiedosto.

https://imoautomation.com/imo_us_usd_view/downloads/human-machine-inter-faces/hmi-software-downloads.html

