

Usvatähti Kalttopää

## **HMI-KÄYTTÖLIITTYMÄN MODERNISOINTI**

# HMI-KÄYTTÖLIITTYMÄN MODERNISOINTI

Usvatähti Kalttopää  
Opinnäytetyö  
Syksy 2020  
Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Sähkö- ja automaatiotekniikka, Automaatiotekniikan suuntautumisvaihtoehto

---

Tekijä: Usvatähti Kalttopää

Opinnäytetyön nimi: HMI-käyttöliittymän modernisointi

Työn ohjaaja(t): Tero Hietanen, Samuli Paaso

Työn valmistuslukukausi ja -vuosi: Syksy 2020

Sivumäärä: 29

---

Opinnäytetyössä tavoitteena oli modernisoida vanhan kosketusnäytön käyttöliittymä kennorobottisolulle Oulun Valion palautuvan materiaalin varastossa. Käyttöliittymän toiminnot ja ohjelmitava logiikka säilytettiin samanlaisena. Käyttöliittymän ulkoasu modernisoitiin. Vanhan käyttöliittymän piirteet säilytettiin, jotta operoijien on helpompi sopeutua uuteen käyttöliittymään.

Vanhan kosketusnäytön ohjelma ei ole tallessa ja näytöstä lataamalla sitä ei saanut muokattavaan muotoon. Uudelle kosketusnäytölle täytyi rakentaa kokonaan uusi ohjelma. Logiikkaohjelmaa katsomalla ja samaan aikaan käyttämällä vanhaa kosketusnäyttöä sai selville vanhan käyttöliittymän toiminnallisuudet ja niin ne olivat tehtävissä uudelle käyttöliittymälle.

Tässä opinnäytetyössä kerrotaan, kuinka HMI-käyttöliittymä tehdään käyttämällä TIA Portal -ohjelmaa. Opinnäytetyössä myös kerrotaan yleisellä tasolla käyttöliittymien suunnittelusta sekä näytöistä, kosketusnäytöistä ja ohjelmitavista logiikoista sekä niiden kommunikaatiosta.

Uusi käyttöliittymä otettiin käyttöön opinnäytetyössä. Käyttöliittymä toimii tarkoituksensa mukaisesti, eli sillä voi ohjata kennorobottisolua ja sen operoijat ovat olleet tyytyväisiä uuteen käyttöliittymään.

---

Asiasanat: Automaatio, HMI, Siemens TIA Portal, kosketusnäyttö

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Electrical and Automation Engineering, Automation

---

Author: Usvatähti Kalttopää  
Title of thesis: Modernizing HMI  
Supervisor(s): Tero Hietanen, Samuli Paaso  
Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2020  
Number of pages: 29

---

The aim for this thesis was to modernize old touch screen human machine interface at Valio in Oulu. The functions of the interface and logic controller were kept unchanged. The appearance of the interface was to renovate. Similarities to old interface were preserved for easier adaptation for operators.

The software of the old touch screen is not available. By downloading the software from the screen it cannot be edited. Therefore, new software had to be created for the new interface. It was possible to resolve the functions of the old panel by monitoring the program of the logic controller while using the old touch screen.

This thesis explains how HMI's are made with TIA Portal software. The thesis also covers briefly general designing of HMI's and how screens, touchscreens, programmable logic controllers and their communications work.

The new interface was introduced during the thesis. The interface functions as intended and the operators are pleased with it.

---

Keywords: Automation, HMI, Siemens TIA Portal, touch screen

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	HMI-SUUNNITTELU .....	7
3	HMI-NÄYTÖT .....	9
3.1	Näyttötekniikat.....	9
3.2	Kosketusnäytöt.....	11
3.3	Projektiin valittu kosketusnäyttö .....	12
4	KENNOROBOTTISOLU .....	14
4.1	S7-logiikka.....	14
4.2	Robotin toiminta .....	15
4.3	Laitteiston kommunikaatio.....	15
5	PANEELIN ULKOASUN JA TOIMINNALLISUUKSIEN LUOMINEN.....	20
5.1	Ulkoasu .....	20
5.2	Informaatiot .....	22
5.3	Painikkeet.....	23
5.4	Hälytykset.....	25
5.5	Käyttöönotto .....	26
6	POHDINTA.....	27
	LÄHTEET.....	28

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli uusien ikääntyvä TP170B mono -kosketusnäyttö ja sen käyttöliittymä Valion palautuvan materiaalin varaston kennorobottisolulle. Käyttöliittymän toiminnallisuudet oli tarkoitus säilyttää samana ja luoda ne TP900 Comfort -kosketusnäyttöön.

Kennorobottisolulla oleva Siemensin TP170B mono -kosketusnäyttö uusitaan, koska kyseistä mallia ei ole enää saatavilla yhtä hyvin kuin aiemmin. Kosketusnäytön uusiminen on tärkeää sikäli, että tapauksessa, jossa se esimerkiksi hajoaa, on uusi kosketusnäyttö helppo vaihtaa samanlaiseen, ja tuotanto voi jatkua.

Korvaaviksi kosketusnäytöiksi kilpailutettiin Beijerin ja Siemensin kosketusnäyttöjä. Uudeksi kosketusnäytöksi valikoitui Siemensin TP900 Comfort. Kyseinen kosketusnäyttö valittiin sen takia, että ohjelman voi tehdä sille kätevästi TIA15 -ohjelmalla ja se oli kohtuullisen hintainen sekä hiukan isompi kuin vanha näyttö. Lisäksi näin operoijat näkevät näytöllä olevat asiat paremmin.

Aluksi tutkittiin, onko vanha paneeliohjelma järkevämpää konvertoida uuteen kosketusnäyttöön käyttäen Protools-ohjelmaa vai tehdä kokonaan uudelleen. Päädyttiin tekemään alusta uusi käyttöliittymä, koska vanha käyttöliittymä ei ollut missään tallessa. Käyttöliittymän olisi pystynyt lataamaan vanhasta kosketusnäytöstä, mutta vain sellaisena, että sen voi vain ladata samanlaiseen kosketusnäyttöön, josta se ladattiin, eikä sitä voi konvertoida uuteen.

Opinnäytetyön raportti toimii samalla ohjeena, jota hyödyntäen myös Valiolla olevat muut vanhentuneet samantyylliset kosketusnäytöt on helpompi modernisoida. Raporttia ei kuitenkaan kirjoitettu askel askeleelta ohjelmuotoon, koska sellaisella rakenteella olisi huonompi syventyä asioihin ja raportti olisi todella epäselvä.

## 2 HMI-SUUNNITTELU

HMI on englanniksi human machine interface ja se tarkoittaa ihmisen ja koneen välistä käyttöliittymää. HMI:n on tarkoitus olla mahdollisimman helppokäyttöinen koneen käyttäjälle. Käyttöliittymiä voi olla monenlaisia ja sisältää muun muassa painikkeita, säätönuppeja, mittareita, näyttöjä tai näiden yhdistelmiä. Kosketusnäyttöjä käytetään laajasti niiden monipuolisuuden takia. Kosketusnäyttöön voidaan ohjelmoida useita painikkeita, säätönuppeja, mittareita ja näyttöjä. Näyttöjen välillä voi navigoida käyttämällä eri sivuja. Suurten mahdollisuuksien ansiosta on mahdollista myös ope-roida suurta määrää eri laitteita. (1.)

Todella suurissa kokonaisuuksissa on kyseessä SCADA eli Supervisory Control And Data Acquisition, joka on ikään kuin HMI-käyttöliittymä, mutta laajempi valvomo-ohjelmisto. SCADA:lla voidaan ohjata suurempia kokonaisuuksia ja se voi sisältää useita HMI-käyttöliittymiä. (2.)

HMI:n toiminnan kannalta on välttämätöntä, että käyttöliittymä oikeasti toimii. Käytännössä sen pitää siis pystyä kommunikoimaan käytettävän koneen kanssa. Yksinkertaisimmillaan se voi toimia kytkimenä, joka katkaisee koneelta virran tai kytkee virran päälle. Kosketusnäytöt tosin toimivat usein olemalla yhteydessä ohjelmitavaan PLC-logiikkaan ja ohjelmitava logiikka ohjaa toimintaa kentällä. Kosketusnäytön ja ohjelmitavan logiikan on oltava yhteensopivia, että niiden välinen kommunikointi onnistuu. Kosketusnäytölle on myös luotava ohjelma yhteensopivalla ohjelmistolla, jonka avulla näytölle saadaan oikeanlaiset toiminnot.

HMI-suunnitteluohjelmilla voidaan luoda kosketusnäytölle sivuja, painikkeita, kuvia ja melkein mitä tahansa riippuen käytettävästä suunnitteluohjelmasta ja käytetystä näytöstä. Mahdollisuudet vaihtelevat käytettävän suunnitteluohjelman mukaan. Useimmilla ohjelmilla voidaan määrittellä, kuinka kosketusnäyttö kommunikoi muiden laitteiden kanssa, mitä käskyjä niille annetaan ja mitä tietoja voidaan tarkastella muilta laitteilta. Monilla ohjelmilla voidaan myös määrittellä esimerkiksi, että jokin rajatieto aiheuttaa hälytyksen tai mahdollisuuden kuitata hälytys. Käyttöliittymille voidaan luoda myös käyttöoikeuksia, joilla voidaan rajoittaa joidenkin käyttäjien toimintaa.

Useilla valmistajilla on oma HMI-suunnitteluun tarkoitettu ohjelma. Joillain valmistajilla on myös useita eri HMI-suunnitteluun tarkoitettuja ohjelmia. HMI-suunnitteluun sopivia ohjelmia ovat muun

muassa Siemensin SIMATIC WinCC ja TIA Portal, ABB:n Panel Builder Software, Schneider Electricin Vijeo Designer, PHOENIX CONTACT-yrityksen Visu+ ja monet muut. Tässä opinnäytetyössä keskitytään näistä vain Siemensin ohjelmiin, koska tarvitsin vain niitä tässä opinnäytetyössä.

SIMATIC WinCC on Siemensin vuonna 1996 julkaistu SCADA- ja HMI-käyttöliittymien suunnitteluohjelma. WinCC on tarkoitettu käytettäväksi Windows-käyttöjärjestelmällä ja sen eri versiot toimivat useissa eri Windows-käyttöjärjestelmissä. WinCC:n tällä hetkellä uusin versio V7.5 SP1 on hyvin moderni ja siinä on nykyaikainen käyttöliittymä. SIMATIC WinCC:llä on mahdollista luoda ohjelmia myös monille muille kuin Siemensin kosketusnäytöille. (3.)

Opinnäytetyössäni käytin TIA Portal -ohjelmaa HMI-käyttöliittymän tekemiseen. TIA tarkoittaa totally integrated automation eli täysin integroitua automaatiota. TIA Portal on kokonaisvaltainen ohjelma, joka sisältää seuraavat ohjelmat: SIMATIC S7-PLCSIM Advanced, TIA Portal Cloud Connector, TIA Portal Teamcenter Gateway, SIMATIC Target 1500S for SIMULINK, TIA Portal Multiuser Engineering, SIMATIC ODK 1500S, SIMATIC STEP 7 Safety, SIMATIC Visualization Architect SiVArc, SIMATIC OPC UA, SIMATIC Energy Suite, SIMATIC ProDiag, WinCC/Web UX ja TIA User Management Component. Osa näistä on valinnaisia lisäosia ja näillä on mahdollista luoda koko automaatioympäristö alusta loppuun. (4.)



### 3 HMI-NÄYTÖT

HMI-kosketusnäytöt ovat tietokoneita ja sisältävät tietokoneille tyypilliset osat kuten prosessori, keskusmuisti, I/O-paneeli ja näyttö. HMI-kosketusnäytöissä on usein pöytätietokoneisiin verrattuna heikkotehoiset osat. Tämä johtuu siitä, että käyttöliittymät eivät yleensä vaadi valtavia tehoja ja näin saadaan pidettyä kustannukset, sähkönkulutus ja hukkalämpö matalina. Järeämpi laskeminen on tarkoitus tehdä kosketusnäytön ulkopuolella. Osat myös usein valitaan kestävämpään teollisuudessa olevia rajuja olosuhteita, kuten tärinää, pölyä ja kosteutta.

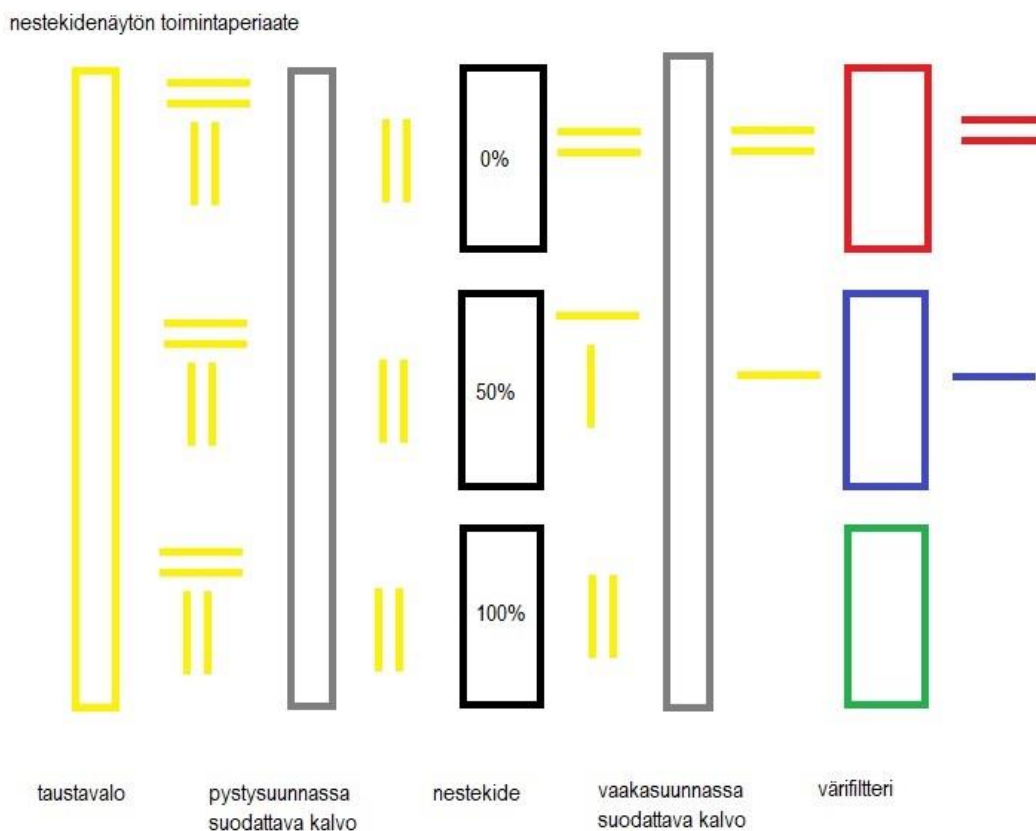
#### 3.1 Näyttötekniikat

Näyttöjä valmistetaan usealla eri tekniikalla eri tarkoituksiin. Yleisimpiä tekniikoita ovat LCD, OLED, CRT ja PDP. Plasmapaneelinäyttö eli PDP sisältää soluja, joiden sisällä on eri jalokaasuja. Luomalla jännite-ero solun eri puolille saadaan jalokaasut plasmaksi. Virtaavien elektronien ja jalokaasujen törmäyksestä syntyy ultraviolettivaloa. Syntynyt ultraviolettivalo saa solun takaosassa olevan loisteaineen hohtamaan. Eri loisteaineilla saadaan eri värejä. Teollisuuskäyttöön tällaisia näyttöjä ei ole otettu, koska kuva palaa niihin helposti kiinni ja ne vievät paljon sähköä. (5.)

CRT eli putkinäytössä ammutaan korkean jännitteen avulla elektroneja loisteaineeseen. Elektronisädettä ohjataan magneettisesti. Elektronisäde juoksee koko ajan näytön poikki rivi kerrallaan. Kuva muodostuu muuttamalla elektronien intensiteettiä ja pikselien kirkkaus määräytyy näin. Putkinäyttöjä ei paljon enää nykyisin käytetä teollisuudessa, koska ne ovat paksuja johtuen vakuumputkesta, jolla elektronit ammutaan. (6.)

OLED-tekniikka on yleistyneistä näyttötekniikoista uusin. OLED-näytöissä on useita erilaisia orgaanisia kalvoja katodin ja anodin välissä. Kun orgaaniseen kalvoon johdetaan sähköä, se hohtaa valoa. OLED-näyttöjä on tekniikaltaan useita erilaisia. OLED-näyttöjen valmistus on nykyisin kallista, koska ne valmistetaan höyrystystekniikalla tyhjiössä. Teollisuuskäyttöön OLED-näytöt yleistyvät todennäköisesti vasta, kun niiden kehitteillä ollut tulostaminen onnistuu. (7.)

LCD-näyttöjä eli nestekidenäyttötekniikalla toimivia näyttöjä on useita erilaisia, mutta niiden perusperiaate on sama. Nestekidenäyttö (kuva 1) sisältää taustavalon tai ympäristöstä valoa heijastavan kalvon. Taustavalon jälkeen on polarisoiva kalvo, joka suodattaa valon. Polarisoivan kalvon jälkeen on nestekide, jolla voidaan ohjata, kuinka suuri osa valosta käännetään takaisin vasta pois suodatetun valon suuntaiseksi. Nestekiteillä voidaan ohjata, kuinka kirkas kukin pikseli on. Tämän jälkeen on uusi suodattava kalvo ja tämä suodattaa pois kaiken ei-käännetyn valon. Värinäytöissä viimeiseksi valo menee valofilterin läpi, jolla suodatetaan kaikki ei-halutut aallonpituudet pois. (8.) LCD-näytöt ovat kaikkein käytetyimpiä teollisuudessa ja myös kuluttajilla. Tämä johtuu niiden edullisesta hinnasta, pitkästä käyttöiästä ja monipuolisuudesta.



KUVA 1. Nestekidenäytön toimintaperiaate

Nestekidenäyttö voi olla valaistu myös heijastavalla kalvolla, jonka valo heijastuu ympäristöstä. Taustavalaja voi olla useita eri tyylisiä: CCFL eli cold cathode fluorescent lamp, LED eli hohtodiodi ja QLED. (9.) Useimmat ei-valaistut nestekidenäytöt ovat passiivimatriisiohjattuja. Tällaisten näyttöjen pikselien tulee säilyttää tilansa ennen kuin annetaan uusi käsky. Passiivimatriisia käytetään

muun muassa STN- eli superkierteinen nematiikka -näytöissä. TFT LCD eli thin-film-transistor liquid-crystal display on aktiivimatriisinäyttö. TFT-näytöissä on ohut transistorikalvo nestekiteiden vieressä ja niiden avulla pikseliä voidaan ohjata aktiivisesti samaan aikaan, kun muita pikseleitä päivitetään. (10.)

LCD-näyttöjen yhteydessä käytettävät termit TN, VA ja IPS viittaavat nestekiteiden toimintaan TFT LCD-paneeleissa. Kun nestekiteeseen johdetaan sähköä, TN-paneelissa kierretyt nestekiteet suoristuvat. VA-paneelissa puolestaan nestekiteet kääntyvät 90 astetta eli kohtisuorasta poikittain paneeliin nähden. IPS-paneelissa nestekiteet polarisoituvat eli kääntyvät 90 astetta, mutta pysyvät poikittain paneeliin nähden. IPS-paneelin suodattavat kalvot ovat keskenään saman suuntaiset. (11.)

### **3.2 Kosketusnäytöt**

Kosketusnäyttö on konseptina jo vanha, mutta yleistyy koko ajan näyttöjen ja kosketuksen mahdollistavan tekniikan valmistuskustannusten pienentymisen ansiosta. Jo 1970-luvulla kehitettiin infrapunakosketusnäyttö. Tämä toimii infrapunavaloristikolla. Koskettaessa näyttöä vaaka- ja pystyriivillä oleva valosäde ei pääse perille ja sen avulla pystyy päättämään kosketuksen sijainnin. (12.) DST- eli Dispersive Signal Technology -kosketusnäytöt ja APR- eli Acoustic Pulse Recognition -kosketusnäytöt tunnistavat kosketuksen mekaanisen liikkeen aiheuttamasta värähtelystä pietsosähköisellä anturilla (13; 14). SAW eli Surface Acoustic Wave -kosketusnäyttö lähettää ääniaaltoja ja laskee niiden heijastusten avulla kosketuksen sijainnin. Nykyisin kosketusnäytöt toimivat yleensä joko resistiivisinä tai kapasitiivisinä kosketusnäyttöinä. (15.)

Resistiivisessä kosketusnäytössä on näytön päällä kaksi sähköä johtavaa kalvoa, joiden välissä on eristävä kerros. Kun näyttöä koskettaa, ylempi sähköä johtava kalvo painuu eristeen läpi ja sähköä johtavat kalvot koskettavat toisiaan. 4-johdinmenetelmällä näytön akseleilla on aina yksi johdin. Ylemmässä sähköä johtavassa kalvossa vasemmassa laidassa on positiivinen y-akseli ja oikeassa laidassa puolestaan negatiivinen y-akseli. Alemmassa sähköä johtavassa kalvossa on ylhäällä negatiivinen x-akseli ja alalaidassa taas negatiivinen x-akseli. 5-johdinmenetelmässä ylemmässä sähköä johtavassa kalvossa on mittajohdin ja alemmassa sähköä johtavassa kalvossa jokaisessa kulmassa elektrodi. 8-johdinmenetelmä on muuten samanlainen, mutta jokaisella akselilla on kaksi

johdinta. Johdinten välisen resistanssin avulla voidaan laskea kosketuksen sijainti joko 4-, 5- tai 8- johdinmenetelmällä. Resistiiviset näytöt ovat suosittuja, koska niitä voi koskettaa millä tahansa ja näyttö tunnistaa kosketuksen. Myös niiden halpa hinta ja pieni sähkönkulutus ovat hyviä puolia. Ongelmia tuottaa näytön paksuus ja näin kuvanlaadun heikkeneminen. Näytön koskettamiseen ei riitä pelkkä hipaisu vaan näyttöä pitää painaa. (16.)

Kapasitiivisen surface capacitive -kosketusnäytön päällä on sähköä johtava kerros, jota suojaa lasi. Näytön jokaisessa nurkassa on johtimet ja pieni jännite. Näyttöä koskettaessa pieni sähkövirta virtaa kosketuspisteeseen ja aiheuttaa jännitealeneman ja sen avulla voidaan laskea kosketuspiste. (17.) Kapasitiivinen projected capacitive -kosketusnäyttö sisältää matriisin, jossa on useita rinnakkain olevia kerroksia johtavaa materiaalia, usein indium tin oxidea ja eristettä, joka on usein lasi. Sormen koskettaessa lasia, jännitteen alenema voidaan mitata hyvin tarkasti matriisin sisältämien useiden pisteiden ansiosta. (18.) Kapasitiivinen mutual capacitive -kosketusnäyttö muodostuu riveistä ja sarakkeista, joiden risteämiskohdassa on tietty sähköinen varaus. Kun kosketetaan näin muodostettujen risteämäkohtien lähelle, rivien ja sarakkeiden muodostama sähköstaattinen kenttä muuttuu, ja kosketuspiste pystytään määrittämään tarkasti. (19.) Kapasitiivisessa self-capacitive-kosketusnäytössä rivit ja sarakkeet toimivat itsenäisesti, ja jokaisen rivin jännitettä tai taajuutta voidaan tarkkailla (20). Kapasitiivisten kosketusnäyttöjen etuja ovat, että vaaditaan kevyempi kosketus ja näyttö on ohut ja siksi kuva on parempi. Huonoja puolia on, että kosteassa olosuhteessa näyttö toimii huonosti ja sitä pitää koskettaa johtavalla materiaalilla.

### **3.3 Projektiin valittu kosketusnäyttö**

Kennorobottisolun käyttöliittymänä oli TP170B mono, joka on Siemensin valmistama kosketusnäyttö. TP170B mono käyttää 5.7" STN LCD -kosketusnäyttöä CCFL-taustavalolla. Näytössä on 320x240 pikseliä 116x87 millimetrin alueella. Kosketusnäytöllä on 786 KB keskusmuistia. Kosketusnäytössä on 24 voltin virtaliittimen lisäksi kaksi RS232-liitintä ja yksi RS422/485-liitin. RS232-liitintä on tarkoitettu PC:ltä ohjelman lataamista, muiden valmistajien ohjelmoitavia logiikkoja tai tulostinta varten. RS422/485-liitännän kautta kosketusnäytön voi yhdistää muiden valmistajien logiikoihin. Liitännän ollessa RS485-tilassa kosketusnäytön voi yhdistää SIMATIC S7/M7 -logiikoihin ja RS422-tilassa puolestaan SIMATIC 500/505 -logiikoihin. Liitännän tilaa voi muuttaa DIL-kytkimillä. Kosketusnäytölle olisi myös mahdollista lisätä muistikortti.

TP170B mono -kosketusnäytössä on käyttöjärjestelmänä MS Windows CE. Käyttöjärjestelmän alaisuudesta löytyy control panel -painike, jonka kautta voi muuttaa näytön asetuksia ja varmuuskopioida käytössä olevan Runtime-ohjelman. Kosketusnäytölle voi luoda Runtime-ohjelman ja ladata sen PC:ltä kosketusnäytölle transfer-tilassa. Jos käyttöjärjestelmä huomaa, että siihen on ladattuna Runtime-ohjelma, käynnistyy Runtime automaattisesti kolmen sekunnin kuluttua siitä, kun näyttöön on laitettu virrat. Jos Runtime-ohjelmaa ei löydy, näkyy näytössä Loader-näkymä, josta pääsee tiedonsiirtotilaan, voi käynnistää Runtime tai voi mennä näytön asetuksiin. (21.)

TP170B mono -näytön tilalle valittiin TP900 Comfort, joka on myös Siemensin valmistama kosketusnäyttö. TP900 Comfort käyttää 9" TFT LCD -kosketusnäyttöä. Näytössä on 800x480 pikseliä 195x117 millimetrin alueella. Kosketusnäytöllä on 12 MB keskusmuistia. Kosketusnäytössä on 24 voltin virtaliittimen lisäksi yksi RS422/485-liitin, kaksi USB A -liitintä, yksi USB mini B-liitin, kaksi Ethernet-liitäntää ja yksi audioliitäntä. RS422/485- ja Ethernet-liitännöillä voi olla yhteydessä erilaisiin ohjelmitaviin logiikkoihin ja PC:hen. USB-yhteyden kautta voi varmuuskopioida paneeliohjelman tai tallentaa lokidataa. Audioliitännän avulla olisi mahdollista lisätä myös operaattorille tietoa äänen muodossa.

TP900 Comfort -paneelin käyttöjärjestelmänä toimii Windows CE 6.0. Tämä on toimiltaan samanlainen kuin TP170B mono -kosketusnäytön käyttöliittymä, mutta lisänä on joitain mahdollisia asetuksia ja toimintoja. Kosketusnäytölle Runtime-ohjelma on tarkoitettu tehtäväksi WinCC Comfort (TIA Portal)-, WinCC Advanced (TIA Portal)- ja WinCC Professional (TIA Portal) -ohjelmia käyttämällä. (22.)

## 4 KENNOROBOTTISOLU

Valiolta toimitetaan tavaraa muun muassa vähittäiskauppoihin, joista Valiolle palautuvan materiaalin varastoon palautetaan takaisin pakkausmateriaalina käytetyt kennot ja laatikot. Kennorobottisolu on palautuvan materiaalin varastossa Valion tehtaalla. Kennorobottisolun tarkoitus on purkaa muun muassa vähittäiskaupoista palautetut laatikkopinot sekä kuljettaa ja lajitella laatikot ja kennot pesukoneelle. Laatikot ja kennot on tärkeää saada yksitellen liukuhihnalle, että ne puhdistuvat kunnolla pesukoneessa. Pesukoneelta ne menevät kuivaimen ja siitä varastoon tai suoraan tuotannon jälkipakkaukseen.

Kennorobottisolu koostuu pinopurkajasta, tarkastusasemasta, hakupisteestä, robotista ja kennokuljettimesta. Kennoja täynnä olevat laatikkopinot saapuvat kuljettimella pinopurkajalle, jossa pinopurkaja purkaa pinon. Pinopurkaja nostaa pinon ja päästää aina alimman laatikon jatkamaan matkaa. Seuraavaksi on tarkastusasema, jossa laatikko pysäytetään ja tarkastustyönnin työntää metallipuikot kennojen läpi. Jos tarkastustyönnin ei jostain syystä pääse työntymään kennojen reikien läpi, kennot eivät ole suorassa ja hylkypukkari työntää kyseisen laatikon takaisin hylkyradalle, josta sen voi tarkastaa manuaalisesti. Muissa tapauksissa laatikot jatkavat matkaa hakupisteelle, jossa ne pysäytetään siistiin riviin kahden stopparin ja yhden kaiteen avulla. Tästä robotin on helppo poimia kennot kerros kerrokselta. Laatikoiden ollessa tyhjiä ne jatkavat matkaa pesuun. Robotti siirtää kennot kennokuljettimelle, josta ne jatkavat matkaa pesuun.

### 4.1 S7-logiikka

Kennorobottisolu on automatisoitu järjestelmä, jota ohjaa tietty logiikka. Ohjelmoitavat logiikat eli PLC:t ohjaavat automatisoidun järjestelmän toimintaa. Ohjelmoitavilla logiikoilla on I/O- moduuleita eli input/output -moduuleita. I/O-moduulilta ohjelmoitava logiikka saa input-tiedon, esimerkiksi anturitiedon, että hihnalle on saapunut tavaraa. Tämän ja useiden muiden kentältä saatujen tietojen perusteella PLC voi ohjata kentällä olevia toimilaitteita toimimaan, esimerkiksi käynnistämään kuljettimen muutamalla output-tiedon arvoa. Ohjelmoitavat logiikat voivat myös vaihtaa tietoa muiden logiikoiden tai kosketusnäyttöjen kanssa.

Kennorobottisolun toimintaa ohjaa SIMATIC S7-300 CPU315-2 DP, joka on Siemensin valmistama prosessori. Logiikan tietojen prosessointi tapahtuu prosessorissa. Ohjelmoitava logiikka sisältää prosessorin lisäksi CP 342-5 -kommunikaatioprosessorin. Kommunikaatioprosessori mahdollistaa prosessorin kommunikoinnin PROFIBUSS-väylällä. Ohjelmoitava logiikka sisältää myös kolme I/O-korttia, jotka luovat yhteydet inpuuteille ja outpuuteille.

S7-sarjan logiikat ohjelmoidaan käyttämällä STEP 7 -järjestelmää. STEP 7 -järjestelmää käytetään jo aiemmin mainitussa TIA Portal -ohjelmassa. Käytössä olevan S7-300-logiikan ohjelmointi onnistuisi hyvin käyttämällä TIA Portal -ohjelmaa, mutta se on tehty myös STEP 7 -järjestelmää käyttävällä SIMATIC Manager -ohjelmalla. Kennorobottisoluohjelma on tehty käyttäen Function Block Diagram -ohjelmointikieltä.

## **4.2 Robotin toiminta**

Teollisuusrobotteja on lineaarisia ja nivelrobotteja. Lineaariset robotit liikkuvat vain lineaarisesti. Nivelrobotteja on monenlaisia ja niissä on useita liikkuvia akseleita. Kiertymänivelisessä robotissa on kuusi akselia ja ne soveltuvat useisiin erilaisiin tehtäviin. Robotteja käytetään teollisuudessa monissa tehtävissä, joissa ennen käytettiin ihmistyövoimaa. Robotti selviytyy näistä tehtävistä väsymättä ja huomattavasti tarkemmin kuin ihminen. Robotit ovat yleistyneet teollisuudessa koko ajan. (23.)

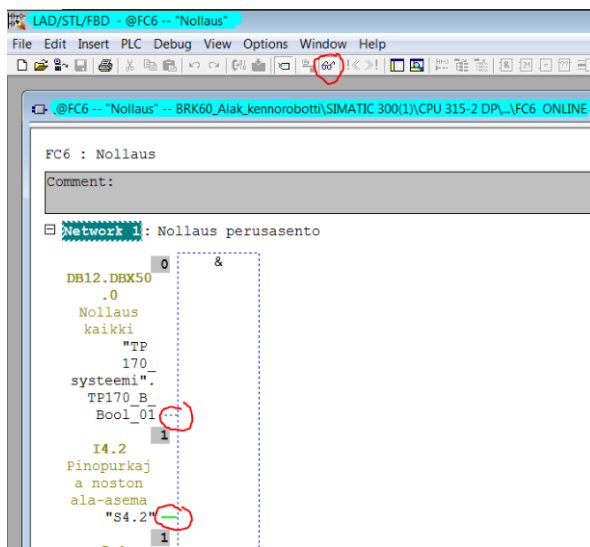
Kennorobottisolulla on 6-akselinen ABB:n IRB 4400 -kiertymänivelrobotti. Robotilla on oma IRC5-kontrolleri ja oma ohjelma. Robotti kommunikoi S7-300-logiikan kanssa ja robotti osaa hakea kennon hakupisteeltä ja siirtää ne kuljettimelle S7-300-logiikan käskystä. Robotilla on koura ja sen toimintaa ohjataan suoraan S7-300-logiikalla. (24.)

## **4.3 Laitteiston kommunikaatio**

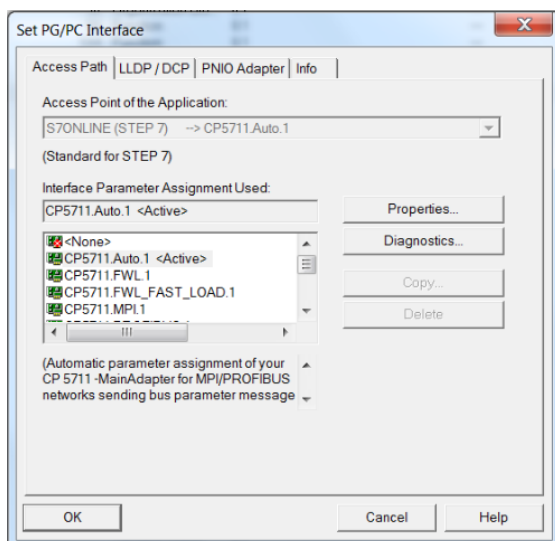
Kommunikaatio laitteiden välillä on äärimmäisen tärkeää ja sillä saa automaatiolaitteet pelaamaan yhteen. Kommunikaatiotapoja laitteiden välillä on useita. Käytettävät laitteet määrittelevät usein, mikä kommunikaatioprotokolla on oikea. Yksittäiselle anturille ei voi yleensä vaivattomasti vetää Ethernet -yhteyttä, kun taas PC:n ja PLC:n välille se voi olla järkevin vaihtoehto.

Kennorobottisolu käyttää MPI/DP-väylää S7-300-logiikan, robotin ja HMI:n välillä. MPI/DP-väylä käyttää EIA-485-standardin mukaista RS485-signaalia ja yleensä käytetään DB-9-liitäntää. MPI/DP-väylä voidaan asettaa joko MPI- tai DP-tilaan. DP-tilassa se toimii master/slave-liittymänä.

SIMATIC Manager -ohjelmalla voi tarkastella PLC:n toimintaa reaaliajassa (kuva 2). Yhdistäminen onnistuu helpoiten kytkemällä DB-9-liitin PLC:hen ja asetuksissa olevan PG/PC interface -asetuksen ollessa Auto-tilassa (kuva 3). Näiden ollessa kunnossa online-tila aukeaa painamalla ylhäällä olevaa silmälasien kuvaa. Online-tilassa näkee kätevästi logiikalla olevat oikeat arvot. Arvon ollessa 0 näkyy sininen katkoviiva ja arvon ollessa 1 on viiva vihreä. (Kuva 2.)



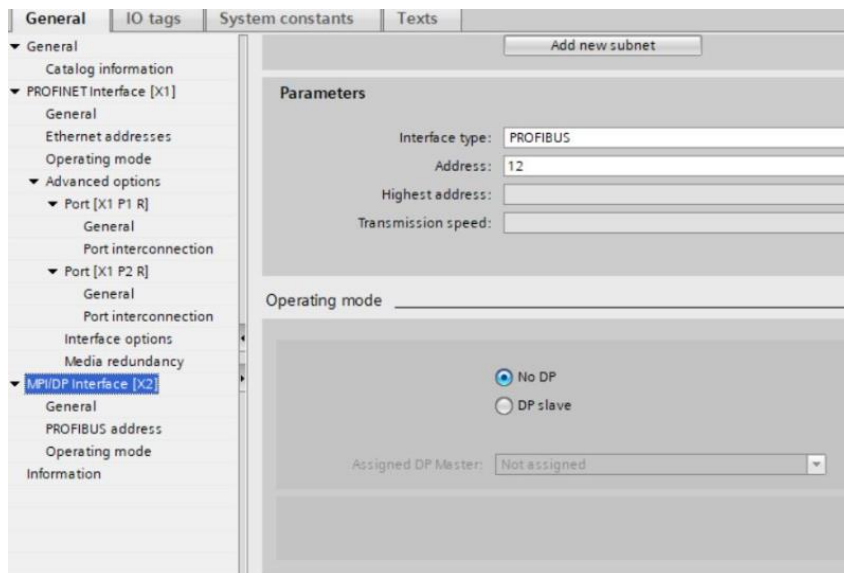
KUVA 2. Logiikkaohjelma tarkastelussa online-tilassa



KUVA 3. Yhteyden luominen logiikkaan SIMATIC Manager -ohjelmalla

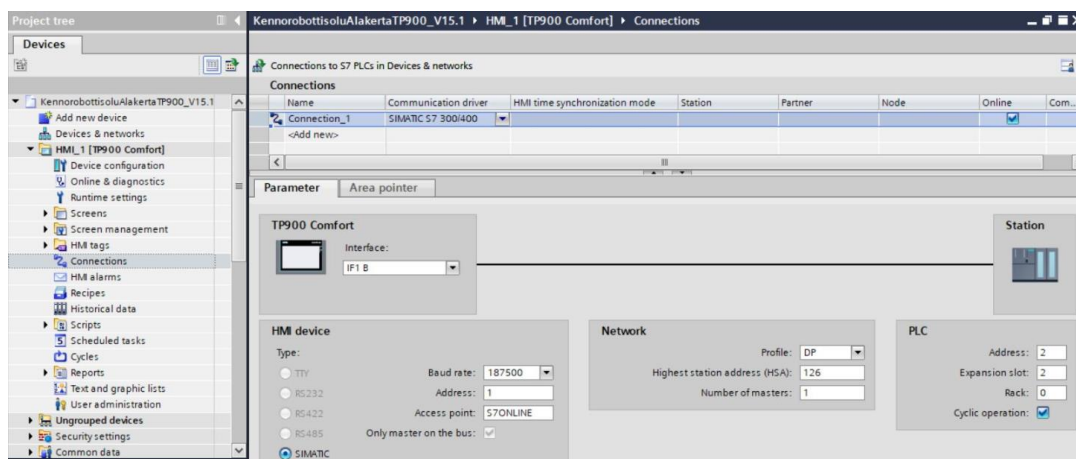


TP900 Comfort -kosketusnäytön ja PLC:n välinen kommunikaatio toimii MPI/DP-yhteydellä ja samalla DB-9-liittimellä kuin vanha kosketusnäyttö. Asetetaan Device configuration -näkyvässä TP900 Comfort -kosketusnäytön MPI/DP Interface -osoitteeksi 12 ja yhteydeksi PROFIBUS ja operating mode -kohdasta valitaan No DP. (Kuva 4.) Nämä ovat samat kuin vanhalla TP170B mono -kosketusnäytöllä, eikä PLC edes tiedä näytön olevan uusi.



KUVA 4. Uuden käyttöliittymän yhdistäminen logiikkaan

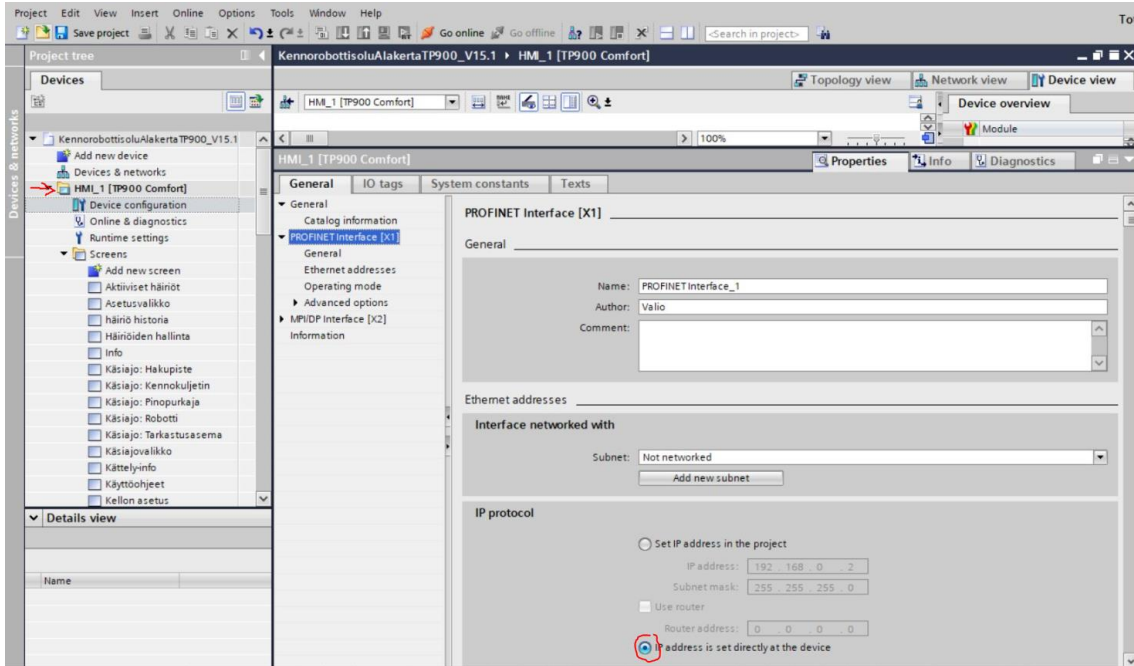
Connections-välilehdellä luodaan yhteys näytön ja PLC:n välille. Pitää huomata valita Communication driver -kohtaan SIMATIC S7 300/400 ja asettaa Network-kohtaan profiiliksi DP ja PLC:n osoitteeksi 2. (Kuva 5.)



KUVA 5. TP900 Comfort -paneelin yhdistäminen S7-logiikkaan

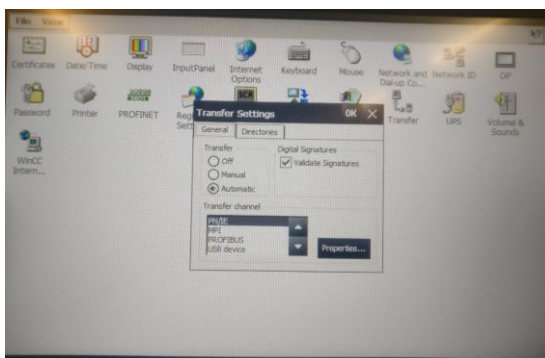
Ethernet eli IEEE 802.3 -standardin mukainen protokolla tekee LAN- eli lähiverkkoyhteyksien luomisen mahdolliseksi. Profinet on teollinen internet-protokolla ja se sisältää IEEE 802.3 -standardin lisäksi monia muita protokollia teollisuuden tarpeen mukaan.

Paneeliohjelma ladataan kosketusnäyttöön Profinetin avulla. Lataus onnistuu helpoiten valitsemalla, että kosketusnäyttö valitsee itse IP-osoitteen. Tätä varten tarvitsee TIA Portal -ohjelmassa mennä Profinet Interface-asetuksiin ja valita IP Protocol -kohdasta "IP address is set directly at the device". (Kuva 6.)

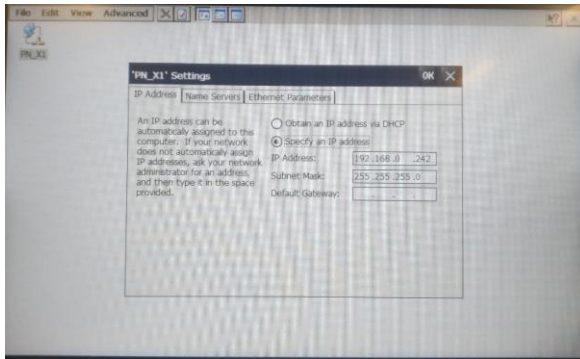


KUVA 6. Kosketusnäytön IP-osoitteen valitseminen

TP900 Comfort -kosketusnäytössä pitää olla myös valittuna, että IP-osoite valitaan siellä. Tämä löytyy asetuksista Transfer settings -valikosta (kuva 7). Valitaan PN/IE ja sieltä valitaan Properties. Uudesta auenneesta ikkunasta valitaan PN\_X1 ja täältä auenneesta valikosta voidaan määrätä haluttu IP-osoite ja Subnetmask. (Kuva 8.) Valitulla IP-osoitteella ei ole väliä, koska käyttöliittymän ja ohjelmoitavan logiikan välinen kommunikaatio tapahtuu Profibus-väylällä. Kosketusnäytön ja tietokoneen IP-osoite pitää tuki valita samalta Subnetmask-alueelta

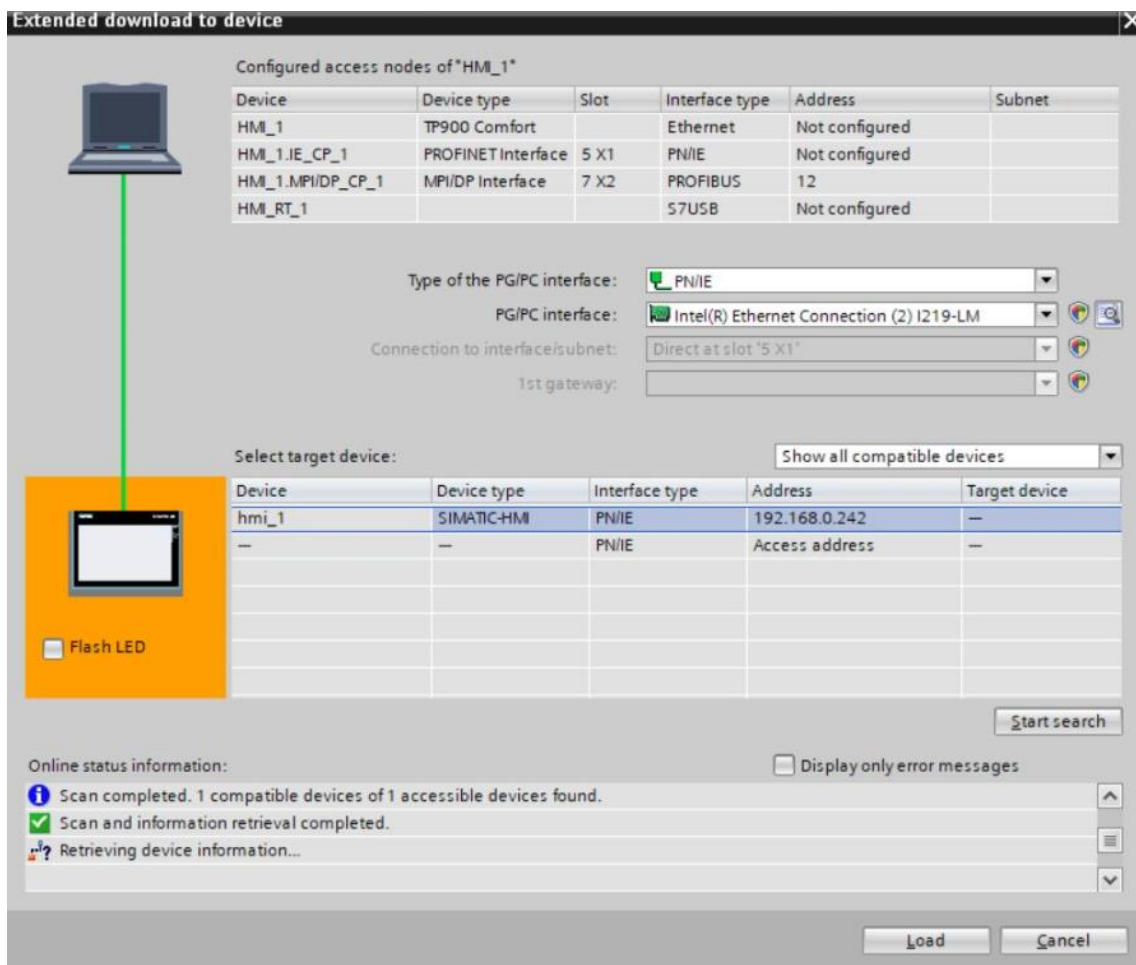


KUVA 7. Transfer settings



KUVA 8. PN\_X1 settings

Ladattaessa ohjelmaa kosketusnäytölle kannattaa olla TIA Portal -ohjelman vasemmassa laidassa laite valittuna, koska lataaminen ei onnistu, jos on vaikkapa screen valittuna. Ohjelma ladataan kosketusnäyttöön ylhäällä olevasta valikosta valitsemalla Online ja Download to device. Avautuvasta näytöstä valitaan Ethernet-portti, johon kosketusnäyttö on kytkettynä ja Start search -painikkeen avulla kosketusnäyttö, johon ohjelma halutaan ladata, löytyy (kuva 9). Tämän jälkeen eri koh-tien hyväksymisellä ja ok-painikkeella ohjelman saa ladattua kosketusnäyttöön.



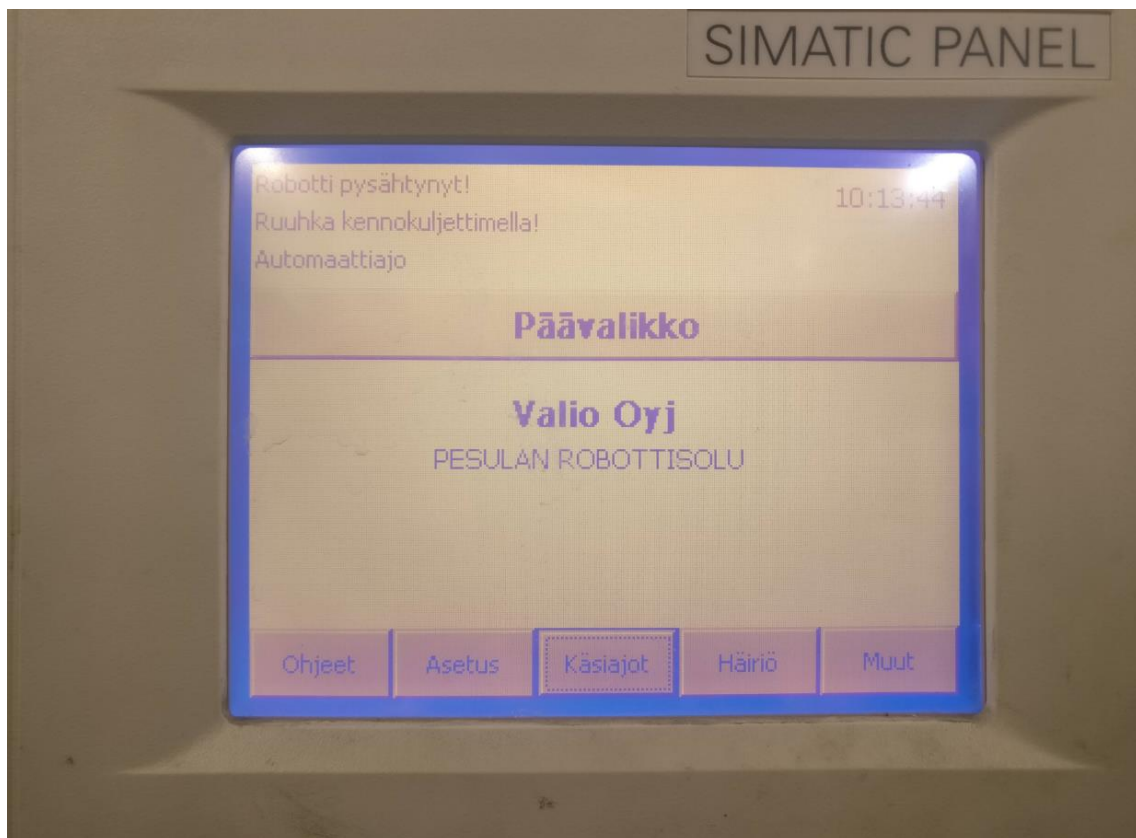
KUVA 9. Käyttöliittymän lataaminen kosketusnäyttöön

## 5 PANEELIN ULKOASUN JA TOIMINNALLISUUKSIEN LUOMINEN

Käyttöliittymän suunnittelussa on tärkeää saada käyttöliittymästä selkeä ja yksinkertainen niin, että sillä voi operoida ja indikoida kaiken tarvittavan. Värien on hyvä olla johdonmukaisia ja niillä on hyvä olla suuri tumman ja vaalean ero. Ihmisen silmä erottaa parhaiten tummuuserot ja vaihtamalla tummuutta voi olla myös varma siitä, että värisokeakin näkee eron. Selkeyden kannalta on myös tärkeää, että käyttöliittymä on mahdollisimman johdonmukainen. Käyttöliittymää on vaikeaa käyttää, jos esimerkiksi painikkeet vaihtavat aina paikkaa ja samasta painikkeesta tapahtuu eri asioita.

### 5.1 Ulkoasu

Tällä kertaa oli myös tarkoitus pitää käyttöliittymä hyvin samanlaisena kuin se aiemmin oli. Näin operoijien ei tarvitse opetella käyttämään täysin uudenlaista käyttöliittymää. Ulkoasu on pitkälti sama kuin aiemmin, mutta kaikki painikkeet ja tekstit ovat suurempia ja selkeämmän värisiä. (Kuva 10; Kuva 11.)



KUVA 10. Vanhan käyttöliittymän päävalikko



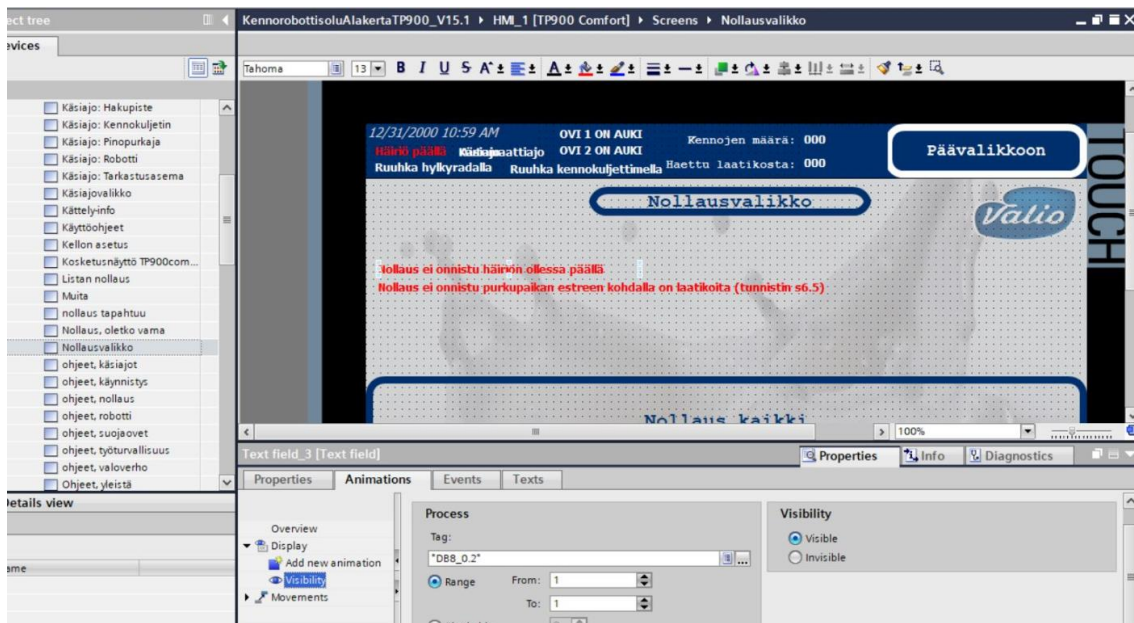
KUVA 11. Uuden käyttöliittymän päävalikko

Ulkoasun ja painikkeet olisi voinut tehdä pitkälti template-pohjilla, mutta silloin osa painikkeista olisi ollut pienempiä, tai olisi joutunut tekemään monia template-pohjia ja tämä olisi ollut työläämpää kuin kopiaimalla tehdä yksittäisiä painikkeita. Näin teinkin vain muutaman template-pohjan eri näkymien taustoja varten ja painikkeiden ulkomuoto on tehty painikkeiden asetuksilla. Template-pohjaan saa lisättyä kuvia oikealla olevasta kuvaikonista ja template-pohjat saa käyttöön eri näkymille General-asetuksista. Template-pohjat saa aktiiviseksi näyttöön Properties-valikosta tai käyttämällä Events-välilehteä.

Painikkeille on luotu ulkoasu painikkeiden Properties-välilehdellä. General-asetuksista on valittu "Graphics and text", jolloin painikkeelle on saatu teksti ja painettaessa painike vaihtaa väriä, jotta operoija näkee, että näyttö reagoi.

Kosketusnäytölle täytyy luoda eri näkymiä. Näkymät ovat vaihtuvia näyttöjä, joita voi navigoida ja jokaisella näkymällä on erilaisia toimintoja. Näkymän voi luoda Project tree -sivupalkista Add new

screens -kohdasta. Näkymä on tärkeää nimetä kuvaavasti, että sellaisen löytää helposti, kun niitä halua muokata. (Kuva 12.)



KUVA 12. Nollausvalikko-näkymä valittuna

## 5.2 Informaatiot

Projektille pitää luoda I/O-luettelo Project tree -sivupalkin HMI tags -kohdassa. Osan tageista voi kopioida SIMATIC Manager -ohjelmasta. Ennen kopioimista tosin on hyvä miettiä, mitkä tagit ovat tarpeellisia ja luoda tageille omia Tag table -listoja. Käytössä olevien tagien kanssa on huomattavasti helpompi työskennellä, kun ne on järjestetty omiin listoihin. Tageille pitää myös valita Connection-kohdasta sama yhteys, joka on luotu HMI:n ja logiikan välille. Tagien kommentointi on myös järkevää ja helpottaa niiden käyttöä ja kommentit kannattaa kopioida logiikkaohjelmasta, jos ohjelmassa niitä on.

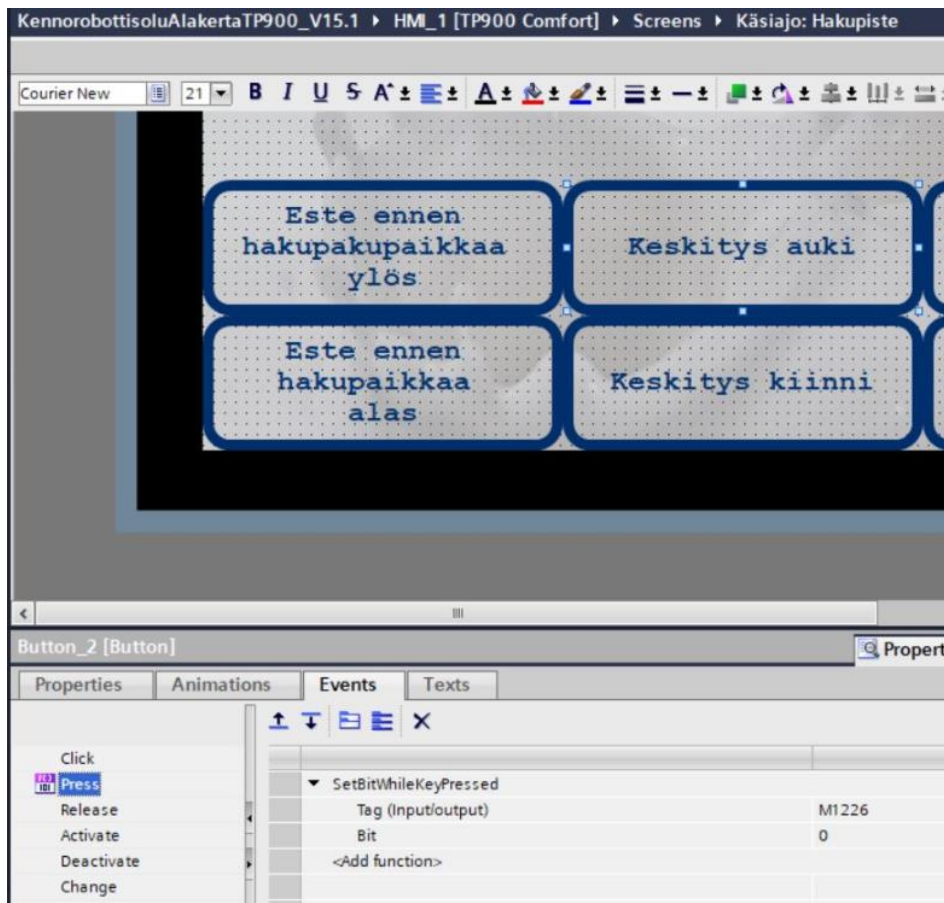
Address kertoo tagien osoitteen. Input-tiedot merkitään %I ja sen perään kyseisen input-tiedon numero. Output-tiedot merkitään %Q ja sen jälkeen kyseisen output-tiedon numero. Muistipaikat merkitään %M ja sen jälkeen muistipaikan numero. Data block -lohkossa sijaitseva osoite merkitään seuraavassa järjestyksessä: %DB, kyseisen Data block -lohkon numero, piste ja DB. Lisäksi loppuun merkitään X, mikäli kyseessä on yksittäinen bitti, ja sen perään bitin numero. Jos taas tieto on Byte-, Double word - tai word-muotoinen, lisätään ennen kyseisen osoitteen numeroa kirjain B, D tai W.

Paneeliin on tehty myös näkymä, josta näkee monia tietoja muistipaikoista, inputeista ja datablockeista. Näiden avulla voi nähdä esimerkiksi, montako kennoa on otettu laatikosta tai syitä sille, että ohjelma ei käynnisty tai muuten ei tapahdu, mitä operoija haluaa. Näiden tietojen näyttämisen luomiseen voi käyttää Toolbox-valikosta löytyvää I/O-filediä. Joitain tärkeimpiä informaatioita on lisätty myös näytön koko ajan näkyvillä olevaan yläpalkkiin. Koko ajan näkyvillä olevan palkin voi luoda Project tree -sivupalkin Permanent area -kohdasta.

### 5.3 Painikkeet

Kaikille toiminnoille täytyy luoda oma painike, jopa näytöltä toiselle siirtymiselle. Painikkeita voi lisätä Toolbox-valikosta. Painikkeiden luomisessa tärkein välilehti on Events. Täällä painikkeet ohjelmoidaan tekemään haluttuja asioita.

Tärkeimpiä toimintoja on ActivateScreen, jonka ominaisuudella päästään halutulle näytölle. SetBit-ominaisuudella voidaan muokata bitin arvo ykköseksi. Vastaavasti ResetBit-ominaisuudella se saadaan nolaksi. SetBitWhileKeyPressed-ominaisuudella bitin arvo on yksi, kun painiketta painetaan. SetTag-ominaisuudella voidaan kirjoittaa koko tagin arvo halutuksi. SetBitInTag-ominaisuudella voidaan muokata yksittäistä bittiä tagissa. StopRuntime-toiminnalla voi sulkea Runtime ohjelman. (Kuva 13.) Painikkeelle voi luoda useita toimintoja niin halutessaan.



KUVA 13. Toimintojen luominen painikkeille

Toiminnot täytyy valita sen mukaan, miten ja mitä tagia halutaan ohjata. Vanha paneelin ohjelma ei ollut nähtävissä ja sen takia monet valittavat tagit piti tarkastaa painamalla painiketta TP170B mono-paneelistä ja katsoa SIMATIC Manager -ohjelmalla, mitkä bitit painallukseen reagoivat. Monet painikkeisiin valittavat tagit pystyi myös päättämään niiden kommentoinnista tai sijainnista STEP 7 -ohjelmassa. Osasta tageja tosin puuttui kommentit ja osaan oli laitettu sama kommentti monelle samantapaiselle tagille. Esimerkiksi kaikki eri käsiajo-tagit oli kommentoitu ”Käsiajo;”. Ohjelmasta päättämällä ja vanhaa paneelia ajamalla sai selville, mikä käsiajo on mikäkin.

Painikkeiden tekstiä ja ulkonäköä voi muokata Properties-välilehdestä. Painikkeisiin voi laittaa myös kuvan, mutta tällä kertaa pysyttiin tekstissä, että näyttö tuntuu tutummalle operaattoreista ja on näin helpompi käyttää ilman suurta perehtymistä. Suuri teksti ja taustaväriin muuttuminen painiketta painettaessa tuo myös selkeyttä ja antaa operaattorille palautetta näytön reagoimisesta.



Myös nollaustoiminta luotiin painikkeilla. Nollauksessa painikkeilla käynnistetään logiikassa nollaustoiminta, jonka edistuksen näkee ohjelmassa olevasta int-luvusta ja tämä edistys näytetään paneelissa palkin edistysenä. Palkkeja voi lisätä ohjelmaan Toolbox-valikosta. Toolbox-valikosta voi myös lisätä kellon käyttöliittymään.

#### 5.4 Hälytykset

Hälytykset toimivat siten, että PLC antaa tiedon, että hälytystieto on aktiivinen. Tämän erillinen muistipaikka menee aktiiviseksi ja kennorobottisolun toiminta lakkaa. Häiriön muistipaikka aktivoi myös punaisen tekstin näytön ylälaitaan, jossa lukee "Häiriö Päällä". Tällainen teksti voidaan tehdä valitsemalla oikeassa laidassa oleva tekstilaatiko ja kirjoittamalla teksti ja sitten Visibility-välilehdellä teksti muokataan näkymättömäksi, kun häiriö ei ole aktiivisena.

Häiriöt pitää luoda Project tree -sivupalkin HMI alarms -kohdassa Discrete alarms -välilehdellä (Kuva 14). Tämä ei tosin suoraan onnistu, jos logiikkaohjelmassa olevat häiriöt ovat bool-muodossa, koska Discrete alarms -sivu ei hyväksy niitä. Häiriöt pitää laittaa HMI:n I/O-luetteloon word-muodossa ja aina viitata triggerbit-kohdassa hälytykseen, joka lukee logiikalla. Tämän jälkeen omalle näkymälle tehdään häiriöluettelo ja valitaan häiriöluetteloon halutut Alarm class -kohdassa olevat hälytykset. Häiriöluetteloon voi asetuksista asettaa myös painikkeen, että häiriöt on huomioitu. Omaan näkymäänsä laitoin myös häiriöiden kuittauspainikkeen, jolla voi kirjoittaa häiriösanojen arvoksi nolla. Häiriön arvoiksi toki palaa yksi, jos häiriö on yhä voimassa.

ID	Name	Alarm text	Alarm class	Trigger tag	Trigger address	HMI acknowl...	HMI a...	HMI ackn...
1	0.0Hätäseis; sähkök.	Hätäseis; sähkökeskus	Errors	Errorword0	%DB10.DBX0.0	-No tag-	0	0
2	0.1Hätäseis; OP1	Hätäseis; OP1	Errors	Errorword0	%DB10.DBX0.1	-No tag-	0	0
3	0.2Hätäseis; OP2	Hätäseis; OP2	Errors	Errorword0	%DB10.DBX0.2	-No tag-	0	0
4	0.3Hätäseis; robotti	Hätäseis; robotti	Errors	Errorword0	%DB10.DBX0.3	-No tag-	0	0
5	0.4	0.4	Errors	Errorword0	%DB10.DBX0.4	-No tag-	0	0
6	0.5Suojaovi 1, auki	Suojaovi1, auki	Errors	Errorword0	%DB10.DBX0.5	-No tag-	0	0
7	0.6Suojaovi 2,auki	Suojaovi2, auki	Errors	Errorword0	%DB10.DBX0.6	-No tag-	0	0
8	0.7Valoverho häiriö	Valoverho häiriö	Errors	Errorword0	%DB10.DBX0.7	-No tag-	0	0
9	1.0 Laatikko ei ole t...	Laatikko ei ole tyhjä	Errors	Errorword0	%DB10.DBX1.0	-No tag-	0	0
10	1.1Pääkontaktorin ...	Pääkontaktorin etusulake	Errors	Errorword0	%DB10.DBX1.1	-No tag-	0	0
11	1.2CPU etusulake	CPU etusulake	Errors	Errorword0	%DB10.DBX1.2	-No tag-	0	0
12	1.3 TP190 etusulake	TP190 etusulake	Errors	Errorword0	%DB10.DBX1.3	-No tag-	0	0
13	1.4 CP345-2 etusulak...	CP345-2 etusulake	Errors	Errorword0	%DB10.DBX1.4	-No tag-	0	0
14	1.5 Repeater etusul...	Repeater etusulake	Errors	Errorword0	%DB10.DBX1.5	-No tag-	0	0
15	1.6 HS-piirin etusul...	HS-piirin etusulake	Errors	Errorword0	%DB10.DBX1.6	-No tag-	0	0
16	1.7 Turvaovilukkoje...	Turvaovilukkojen etusulake	Errors	Errorword0	%DB10.DBX1.7	-No tag-	0	0
17	2.0 Turvaaloverho...	Turvaaloverhon etusulake	Errors	Errorword2	%DB10.DBX2.0	-No tag-	0	0
18	2.1 Tulomoduulin ...	Tulomoduulin A00 etusulake (tulot0)	Errors	Errorword2	%DB10.DBX2.1	-No tag-	0	0
19	2.2 Tulomoduulin ...	Tulomoduulin A00 etusulake (tulot4)	Errors	Errorword2	%DB10.DBX2.2	-No tag-	0	0
20	2.3 Lähtömoduulin...	Lähtömoduulin A08 etusulake (läht0)	Errors	Errorword2	%DB10.DBX2.3	-No tag-	0	0
21	2.4	2.4	Errors	Errorword2	%DB10.DBX2.4	-No tag-	0	0
22	2.5 Lämpösuoja FB.0	Lämpösuoja FB.0	Errors	Errorword2	%DB10.DBX2.5	-No tag-	0	0
23	2.6 Lämpösuoja FB.1	Lämpösuoja FB.1	Errors	Errorword2	%DB10.DBX2.6	-No tag-	0	0
24	2.7 Lämpösuoja FB.2	Lämpösuoja FB.2	Errors	Errorword2	%DB10.DBX2.7	-No tag-	0	0
25	3.0	3.0	Errors	Errorword2	%DB10.DBX3.0	-No tag-	0	0
26	3.1 Turvakytin Q8.0	Turvakytin Q8.0	Errors	Errorword2	%DB10.DBX3.1	-No tag-	0	0
27	3.2 Turvakytin Q8.1	Turvakytin Q8.1	Errors	Errorword2	%DB10.DBX3.2	-No tag-	0	0
28	3.3 Turvakytin Q8.2	Turvakytin Q8.2	Errors	Errorword2	%DB10.DBX3.3	-No tag-	0	0

KUVA 14. Discrete alarms

Häiriöhistorian luominen muistikortille onnistuu lisäämällä Historical data -välilehdelle lokitiedosto, joka viittaa muistikorttiin. Luomalla omalle scenille häiriöhistorialuettelon, voi sen asetuksista valita, että se toimii häiriöhistoriana.

## 5.5 Käyttöönotto

Käyttöönnotossa paneelille tarvitsi suurentaa sähkökaapin ovesta olevaa aukkoa, johon näyttö tulee. Kaapeleita ei tarvinnut muuttaa tai lisätä, koska uusi näyttö käyttää samanlaista virtaliitintä ja samaa DB-9-liitintä. Käyttöönoton jälkeen oli lyhyt koekäyttöjakso, jonka aikana huomattiin muutamia kehityksenkohteita. Koekäytön jälkeen muutamia käsiajoja muutettiin toisinpäin ja painikkeiden painaminen antoi operaattorille selkeämmin palautetta painalluksesta.

## 6 POHDINTA

Projekti aloitettiin valitsemalla tapa, jolla vanha kosketusnäyttö modernisoidaan ja valitsemalla korvaavaksi kosketusnäytöksi tuleva TP900 Comfort. Näiden pohjalta päädyttiin tekemään käyttöliittymä kokonaan uusiksi käyttämällä TIA Portal -ohjelmaa. Vanhan käyttöliittymän toiminnan perinpohjainen tutkiminen oli edellytys samojen toiminnallisuuksien luomiselle uuteen käyttöliittymään.

Alussa loin yhteyden uuden käyttöliittymän ja logiikan välille ja kokeilin, että yhteys varmasti toimii. Tämän jälkeen pystyin tekemään käyttöliittymän toiminnallisuuksia, kuten hälytyksiä, informaatioita ja painikkeita käyttöliittymälle. Toiminnallisuuksien toimimisen varmistaminen oli myös tärkeässä osassa projektia. Viimeisenä viilasın käyttöliittymän ulkonäön kuntoon.

Projekti valmistui suunnitellussa aikataulussa. Opinnäytetyön aihe oli sopivan haastava ja pieni, joten pystyin toteuttamaan opinnäytetyön itse käyttöliittymän uusimisen suunnittelusta sen käyttöönottoon saakka. Kosketusnäytön käyttöönotto onnistui ja uusi käyttöliittymä on käytössä kenno-robotisolulla. Uuden käyttöliittymän ominaisuudet pysyivät suunnitellun mukaisesti samana kuin vanhassa käyttöliittymässä.

Minulla oli jo hiukan kokemusta TIA Portal -ohjelman käytöstä, mutta käyttöliittymän suunnittelu oli täysin uutta. Suurimman haasteen loi käyttöliittymän toiminnallisuuksien selvittäminen vajaasti kommentoidun logiikkaohjelman avulla. Toiminnallisuuksien selvittäminen helpottui huomattavasti, kun alkoi vain painella vanhan käyttöliittymän painikkeita ja katsoi, mikä muuttui logiikkaohjelmassa.

## LÄHTEET

1. Inductive automation. What is HMI? Hakupäivä 4.11.2020. Saatavissa: <https://www.inductiveautomation.com/resources/article/what-is-hmi>
2. Office of the Manager: National Communications System. Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems. Hakupäivä 4.11.2020. Saatavissa: [https://web.archive.org/web/20150714225002/https://scadahacker.com/library/Documents/ICS\\_Basics/SCADA%20Basics%20-%20NCS%20TIB%2004-1.pdf](https://web.archive.org/web/20150714225002/https://scadahacker.com/library/Documents/ICS_Basics/SCADA%20Basics%20-%20NCS%20TIB%2004-1.pdf)
3. Siemens. SCADA System SIMATIC WinCC. Hakupäivä 4.11.2020. Saatavissa: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:70cd7167-050a-47d0-b6f5-a4e1aa02113e/ipdf-wincc-systemuebersicht-eng.pdf>
4. Siemens. Your gateway to automation in the Digital Enterprise. Hakupäivä 17.11.2020. Saatavissa: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:b162e69c1d3096427ca402b8a82a8d8d3c4fe802/tia-portal-ipdf-dffa-b10461-00-7600-en.pdf>
5. HowStuffWorks. How Plasma Displays Work. Hakupäivä 21.11.2020. Saatavissa: <https://electronics.howstuffworks.com/plasma-display.htm>
6. ThoughtCo. Television History and the Cathode Ray Tube. Hakupäivä 21.11.2020. Saatavissa: <https://www.thoughtco.com/television-history-cathode-ray-tube-1991459>
7. HowStuffWorks. How OLEDs Work. Hakupäivä 21.11.2020. Saatavissa: <https://electronics.howstuffworks.com/oled1.htm>
8. Explainthatstuff, LCDs (liquid crystal displays). Hakupäivä 21.11.2020. Saatavissa: <https://www.explainthatstuff.com/lcdtv.html>
9. PC Monitors. The Evolution of LED Backlights. Hakupäivä 21.11.2020. Saatavissa: <https://pcmonitors.info/articles/the-evolution-of-led-backlights/>
10. HowStuffWorks. How LCDs Work. Hakupäivä 21.11.2020. Saatavissa: <https://electronics.howstuffworks.com/lcd.htm>
11. Voltcave. LCD PANEL TYPES EXPLAINED: IPS VS. TN VS. VA. Hakupäivä 21.11.2020. Saatavissa: <https://voltcave.com/ips-vs-tn/>
12. TouchSystems. INFRARED TECHNOLOGY (IR). Hakupäivä 22.11.2020. Saatavissa: <https://www.touchsystems.com/resources/infrared-technology/>
13. TouchSystems. 3M DISPERSIVE SIGNAL TECHNOLOGY (DST). Hakupäivä 22.11.2020. Saatavissa: <https://www.touchsystems.com/resources/3m-dispersive-signal-technology/>

14. TouchSystems. ACOUSTIC PULSE RECOGNITION TECHNOLOGY (APR). Hakupäivä 22.11.2020. Saatavissa: <https://www.touchsystems.com/resources/acoustic-pulse-recognition-technology/>
15. TouchSystems. SURFACE ACOUSTIC WAVE TECHNOLOGY (SAW). Hakupäivä 22.11.2020. Saatavissa: <https://www.touchsystems.com/resources/surface-acoustic-wave-technology/>
16. MakeUseOf. Capacitive vs. Resistive Touchscreens: What Are the Differences? Hakupäivä 22.11.2020. Saatavissa: <https://www.makeuseof.com/tag/differences-capacitive-resistive-touchscreens-si/>
17. DMC Co., Ltd. Technologies of Touch Screen: Surface Capacitive. Hakupäivä 22.11.2020. Saatavissa: <https://www.dmccoltd.com/english/museum/touchscreens/technologies/Surface.asp>
18. DMC Co., Ltd. Technologies of touch screen: Projected Capacitive. Hakupäivä 22.11.2020. Saatavissa: <https://www.dmccoltd.com/english/museum/touchscreens/technologies/Projected.asp>
19. EN-touch. What is Mutual Capacitance Touchscreen Technology? Hakupäivä 22.11.2020. Saatavissa: <https://www.en-touch.com/what-is-mutual-capacitance-touchscreen-technology/>
20. EN-touch. Mutual Capacitance vs Self-Capacitance Touchscreen Technology. Hakupäivä 22.11.2020. Saatavissa: <https://www.en-touch.com/mutual-capacitance-vs-self-capacitance-touchscreen-technology/>
21. Siemens. SIMATIC HMI: Touch Panel TP 170A, TP 170B: Operator Panel OP 170B. Hakupäivä 4.11.2020. Saatavissa: [http://www.apiel.com/Data\\_sheet/Tp170b.pdf](http://www.apiel.com/Data_sheet/Tp170b.pdf)
22. Siemens. SIMATIC HMI: HMI devices: Comfort Panels. Hakupäivä 4.11.2020. Saatavissa: [https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/49313233/hmi\\_comfort\\_panels\\_operating\\_instructions\\_enUS\\_en-US.pdf?download=true](https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/49313233/hmi_comfort_panels_operating_instructions_enUS_en-US.pdf?download=true)
23. Tuunanen, Tommi. Teollisuusrobotin käyttöönotto ja ohjelmointi. Hakupäivä 24.11.2020. Saatavissa: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/75698/Tuunanen\\_Tommi.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/75698/Tuunanen_Tommi.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
24. ABB. Product specification: IRB 4400. Hakupäivä 24.11.2020. Saatavissa: <https://library.e.abb.com/public/db8278d8785246a8aa6811d160ded41d/3HAC042478-en.pdf>