

Teemu Laine
TURVALOGIIKAN OHJELMOINTI

Omron G9SP-turvalogiikan ohjelmointi

Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Tieto- ja viestintäteknikan koulutusohjelma
Toukokuu 2020

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

| | | |
|---|------------------------------|--------------------------------------|
| Centria-ammattikorkeakoulu | Aika Toukokuu 2020 | Tekijä/tekijät Teemu Laine |
| Koulutusohjelma Tieto- ja viestintätekniikka | | |
| Työn nimi TURVALOGIIKAN OHJELMOINTI Omron G9SP-turvalogiikan ohjelmointi | | |
| Työn ohjaaja Hannu Ala-Pönttiö | | Sivumäärä 23 |
| Työelämäohjaaja Jani Mäkiopas | | |
| <p>Tämä opinnäytetyö käsittelee turvalogiikka ja sen ohjelmoimista. Turvalogiikkaa käytetään tehdas- ja teollisuusympäristöissä tavallisen logiikan turvamekanismina. Turvalogiikka on itsenäinen osa järjestelmää ja sen tarkoituksena on estää tapaturmat laitevian tai muun vastaavan ongelman ilmetessä. Tässä työssä ohjelmitava ohjelma kontrolloi sähköistä turvalukkoa ja magneettianturia, joiden tehtävänä on estää pääsy käynnissä olevan betonimyllyn sisälle. Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Consolis Parma Kangasala.</p> <p>Opinnäytetyö alkaa teoriaosuudella. Teoriaosuudessa käydään läpi, mitä on turva-automaatio, miten turvalogiikka ja logiikka ovat osana turvallisuutta tehdasympäristössä. Teoriaosassa esitellään sekä käydään läpi käytetty logiikka, näyttö ja niiden ohjelmointi. Lopuksi käydään läpi ohjattavien laitteiden toiminta ja järjestelmän toiminta kokonaisuutena.</p> <p>Käytännön osuudessa esitellään tarkemmin, miten ohjelmointityö eteni ja miten laitteet saatiin kommunikoidaan keskenään, sekä millaisia ongelmia työssä ilmeni.</p> <p>Valmis ohjelma todettiin hyväksi ja käyttökelpoiseksi. Ohjelmaa ei valitettavasti saatu kohteessa koskaan käyttöön tehtaan sulkemisen vuoksi.</p> | | |
| Asiasanat Automaatio, Ethernet, Logiikka, Omron, ohjelmointi, sarjaväylä, turva-automaatio, turvalogiikka | | |

ABSTRACT

| | | |
|---|-----------------------------|------------------------------|
| Centria University of Applied Sciences | Date October 2019 | Author Teemu Laine |
| Degree programme Industrial Management | | |
| Name of thesis PROGRAMMING OF SAFETY LOGIC | | |
| Instructor Hannu Ala-Pönttiö | Pages 23 | |
| Supervisor Jani Mäkiopas | | |
| <p>This thesis is about safety programmable logic controller and its programming. Safety programmable logics (plc) are used in factory and industrial environments as normal plc systems' safety mechanism. Safety plc is independent system that is meant to prevent all accidents when device malfunction or other problem with the system occurs.</p> <p>In this thesis safety pls is programmed to control magnetic sensor and electric safety lock that are meant to prevent access to concrete mixer while it is running. The system was developed for Consolis Parma's factory located in Kangasala.</p> <p>The thesis starts with theory explaining how plc and safety plc work as improvement in safety of factory and industrial environment and explains all the equipment and how they function.</p> <p>The next part tells about implementation in which programming and the systems functioning is explained. This part also explains problems that were encountered during the Thesis.</p> <p>Final program was approved by automation experts, but unfortunately the program was never implemented due to closing of Kangasala's Factory.</p> | | |

Key words

Automation, Ethernet, Omron, logic, programming, safety automation, safety logic, serial

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

| | |
|-------------|------------------------------------|
| AND | Looginen operaatio |
| COM | Sarjakommunikaatio |
| HMI | Kosketusnäyttö |
| LCD | Nestekidenäyttö |
| PLC | Ohjelmoitava logiikkaohjain |
| SI | Safety input, turvalogiikan tulo |
| SO | Safety output, turvalogiikan lähtö |
| SPLC | Ohjelmoitava turvalogiikkaohjain |

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS**

| | |
|---|-----------|
| 1 JOHDANTO | 1 |
| 2 LOGIIKKA OSANA TEHDASTURVALLISUUTTA..... | 2 |
| 2.1 TURVALOGIIKKA | 3 |
| 2.1.1 Kytkenä..... | 4 |
| 2.1.2 Ohjelmointi | 5 |
| 2.2 Näyttöpääte..... | 12 |
| 2.2.1 Kytkenä..... | 12 |
| 2.2.2 Ohjelmointi | 13 |
| 2.3 Ongelmien esittäminen | 13 |
| 3 TURVALAITTEIDEN OHJAUS | 14 |
| 3.1 Ohjauksen yleiskuvaus | 14 |
| 3.2 Käytetyt laitteet | 15 |
| 4 JOHTOPÄÄTÖKSET | 17 |
| LÄHTEET | 21 |

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tutustuttiin turva-automaatioon sen toimintaan tehdasympäristössä ja turvalogiikan ohjelmointiin. Työn tarkoituksena oli saada selville, mitä turva-automaatio on ja miten sitä hyödynnetään teollisuudessa ja erityisesti tehdasympäristössä. Työssä tutkittiin myös, miten turva-automaatiojärjestelmät ja niiden käytössä edellytettävät vaatimukset eroavat tavallisista automaatiojärjestelmistä.

Työn tavoitteena oli luoda turvajärjestelmä betonimyllyn sekoittajan luukulle Omronin turvalogiikalla. Työssä tutustuttiin myös syvemmin turvalogiikkaan ja siihen, millä tavalla se ja sen ohjelmointi eroavat normaaleista ohjelmoitavista logiikoista ja minkälaisia ongelmatilanteita turvalogiikan testaamisen yhteydessä ilmeni.

Tässä työssä tehty turvalogiikkaohjelma on itsenäinen järjestelmä, joka toimii ilman ympäröivää järjestelmää, ja sen on tarkoitus estää kaikki käyttäjälle ja ympäristössä työskenteleville vaaralliset toiminnot vika- ja käyttötilanteissa estämällä käyttäjän pääsy vaarallisiin paikkoihin, tässä tapauksessa avonaiselle betonimyllyn sekoittajalle.

Työ suoritettiin tietokoneella ohjelmoiden. Työhön sisältyi turvalogiikan ohjelmointi, käyttöliittymän luominen näyttöpäätteeseen ja niiden yhdistäminen. Ohjelmoitavaksi laitteistoksi valittiin Omronin näyttöpääte ja turvalogiikka, koska järjestelmän haluttiin kommunikoidan saumattomasti keskenään, joten järkevimmäksi ratkaisuksi valikoitui samalta valmistajalta olevat laitteet. Työssä luodun järjestelmän oli tarkoitus päätyä Consolis Parman Kangasalan tehtaalle, mutta tehtaan sulkemisen vuoksi järjestelmä jätettiin ottamatta käyttöön.

2 LOGIIKKA OSANA TEHDASTURVALLISUUTTA

Turva-automaatio on tavallisen automaatiojärjestelmän rinnalla käytettävä turvallisuusratkaisu, joka estää ja ehkäisee riskien syntymistä, mikäli käytössä olevan automaatiojärjestelmän tai käytettävän laitteiston toiminnassa ilmenee häiriötä tai vikoja. Turva-automaatioksi ei kelpaa mikä tahansa logiikka ja ohjelmisto, vaan turva-automaation on täytettävä sille asetetut vaatimukset, jotta sen toimintaa voidaan pitää luotettavana.

Turva-automaatio on suunniteltu toimimaan muista laitteista riippumattomana osana, jotta sen toiminta ei lakkaa, vaikka ympäröivässä järjestelmässä ilmenisi vikoja tai sen toiminta lakkaisi. Turva-automaatiojärjestelmä pitää siis huolen siitä, ettei turvallisuusriskejä pysty syntymään, vaikka kohdelaitteiston toiminta olisi virheellistä tai se menisi rikki. Turvallisuuteen liittyvien sähköisten ohjausjärjestelmien turvallisuusluokituksen määrittelemiselle on olemassa yleisstandardi IEC 61508. (Tukes 2017.)

IEC 61508 on standardi, jonka mukaan turvallisuuteen liittyen elektronisten ja ohjelmoitavien turvajärjestelmien tulee toimia. Tätä standardia käytetään teollisuusautomaation pohjana ja sitä käytetään pohjana, kun halutaan tietää, täyttääkö automaatiojärjestelmä sille asetetut vaatimukset. Jotta järjestelmä täyttäisi standardille asetetut vaatimukset ja se voitaisiin sertifioida, tarvitsee sen täyttää standardin mukaiset analyysit turvasertifiointia varten. (Sesko Teollisuusautomaation standardit – Osio 3.)

Kuvassa 1 esitellään turvalogiikan toimintaperiaate. Ensimmäisenä tulee ottaa asiakkaan toivomukset järjestelmän toiminnalle. On tärkeää ottaa huomioon asiakkaan toivomukset, jotta voidaan määrittää mahdolliset rajat järjestelmälle, jotta voidaan valita käytettävä turvalogiikka, jolla on mahdollista toteuttaa halutut ratkaisut. Järjestelmille on kohteesta riippuen erilaisia vaatimuksia turvallisuuden ja toiminnan suhteen, joten on tärkeää etukäteen huomioida, minkälaisia vaatimuksia tulevassa projektikohteessa voi tulla vastaan, jotta ne voidaan ratkaista jo suunnitteluvaiheessa.

Turvalogiikkaohjelmaa suunniteltaessa käydään läpi asiakkaan toivomukset ja järjestelmän toiminnan asettamat vaatimukset. Kaikissa projekteissa ei välttämättä ole mahdollista täyttää asiakkaan toiveita turvallisuuden vaatimusten puitteissa, joten on suositeltavaa pyrkiä ratkaisuun, joka vastaisi asiakkaan toiveisiin ja turvavaatimuksiin mahdollisimman hyvin tilanteesta riippuen. Kun ohjelma ja järjestelmän suunnitteluosuus ovat valmiita, voidaan ryhtyä toteuttamaan järjestelmän ohjelmointia ja

laitteiston rakennusta. Lopuksi projekteissa on aina käyttöönotto, jolloin testataan lopullisessa ympäristössä laitteiston ja ohjelmiston toimintaa ja perehdytetään asiakas ja käyttäjät siihen. (Tukes 2017.)



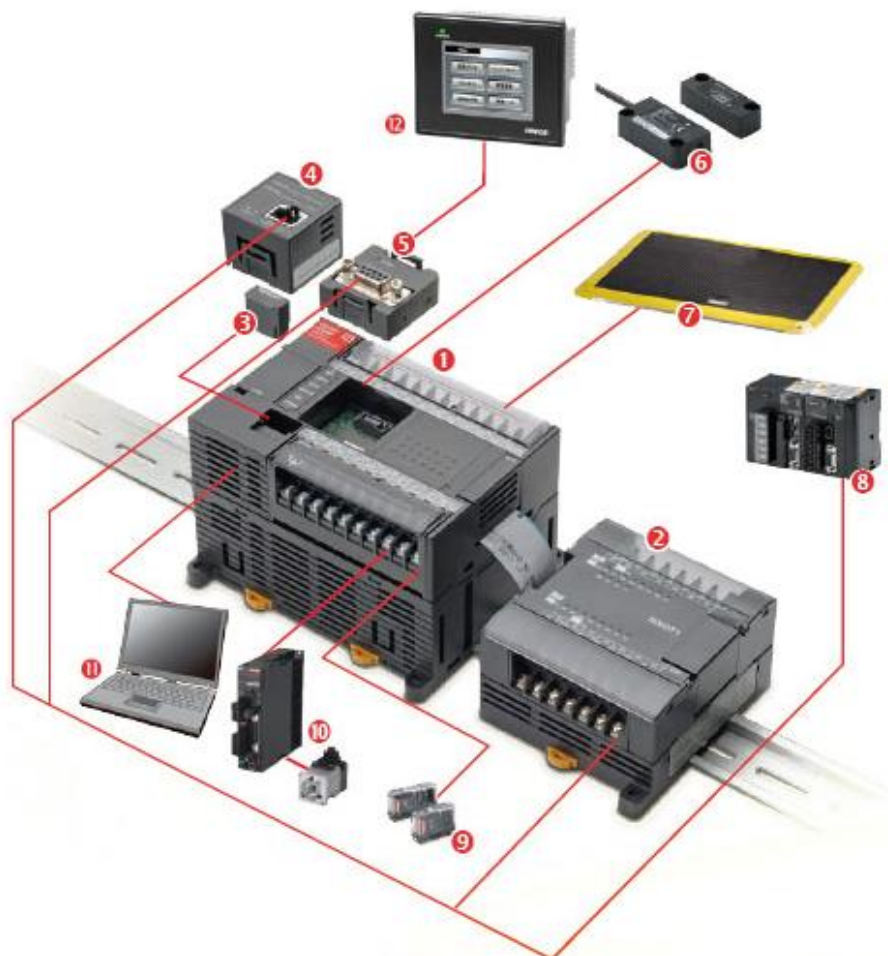
KUVA 1. Turva-automaation määrittely. (mukaihen Tukes 2017.)

2.1 TURVALOGIIKKA

G9SP on Omronin suunnittelema turvalogiikka, jossa on safety inputteja eli turvasisääntuloa ja safety outputteja eli turvaostuloa. Logiikassa on myös testisisääntuloja, joilla voidaan lähettää ja vastaanottaa pulsseja, jolloin voidaan tarkastella kohdelaitteiden toimintaa ja lähettää niille toimintakäskyjä. Tällä kyseisellä turvalogiikalla ohjataan mekaanisia turvalaitteita, joilla estetään varsinaisen automaatio-ohjelman ja järjestelmän toiminta, mikäli siinä ilmenee vikoja tai vaarallisia elementtejä. Logiikkaan saa kytkettyä erillisen muistikorttipaikan, Ethernet-yhteyspalikan ja tarvittaessa lisäpaloja, joilla voidaan lisätä logiikkaan sisään- ja ulostuloja niitä tarvittaessa. Kuvassa 2 esitellään Omronin G9SP -turvalogiikka ja siihen liitettäviä lisävarusteita. Siinä on eriteltyä logiikan omia lisävarusteita ja turvalaitteita, joista voidaan ottaa analoginen signaali turvalogiikalle ja ohjata järjestelmässä toimivia laitteita niiden antaman signaalin perusteella.

Configurations matrix

- (1) Safety controller G9SP
- (2) Expansion I/O Units
- (3) Memory cassette
- (4) Ethernet option board
- (5) RS-232C option board
- (6) Compact non-contact door switch
- (7) Safety mats
- (8) CJ1/PLC
- (9) Relays with forcibly guided contacts
- (10) AC Servomotor/Drives G5 series
- (11) Configurator
- (12) Programmable terminal NB series



KUVA 2. Omron G9SP-turvalogiikka (Omron 2016.)

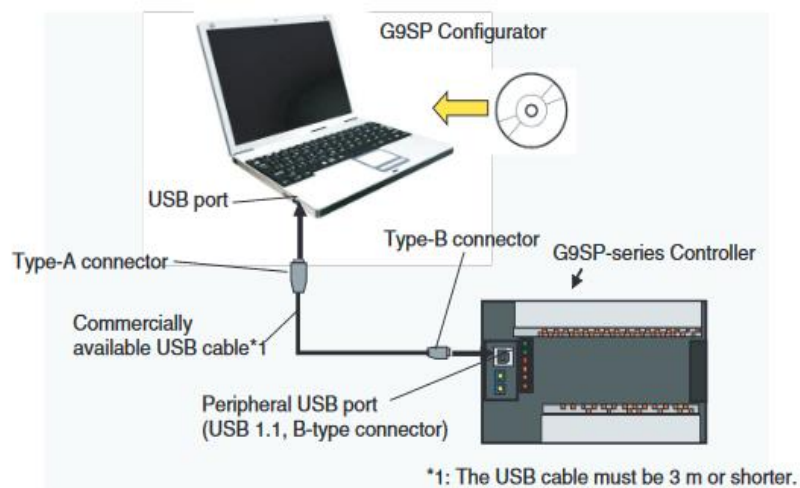
2.1.1 Kytkenä

Omronin G9SP-turvalogiikka tarvitsee toimiakseen 24 voltin (V) jännitteen. Tässä tapauksessa jännite tuotiin erilliseltä virtalähteeltä suoraan logiikalle. Logiikka sijoitetaan sähkökaappiin sille määritetylle paikalle, jolloin siitä otetaan yhteys johdoilla sen ohjaamiin laitteisiin. On tärkeää huomioida logiikkaa sijoittaessa, että se päätyy kohteeseen, jossa se ei kerää teollisuuspölyä tai muuta kuonaa, jottei sen toiminta esty ulkoisista tekijöistä.

2.1.2 Ohjelmointi

Omronin G9-logiikkojen ohjelmointiohjelmana toimii G9 configurator, jolla pystytään ohjelmoimaan kaikkia Omronin valmistamia turvalogiikoita. Ohjelmoinnin aloittamiseen ei tarvitse fyysistä logiikkaa, joten ohjelmoinnin aloittaminen on helppoa. Turvalogiikan ohjelmoinnin ongelmana on, ettei sille luotua ohjelmaa pysty koeajamaan ilman logiikan yhdistämistä ohjelmassa määriteltyihin lähtöihin ja tuloihin. Eli ohjelman toimivuuden testaamiseksi logiikkaoperaatioina siis tarvitaan kaikki fyysiset laitteet, jotta voitaisiin testata tiedon kulkemista tuloista lähtöihin. Yrittäessäni koeajaa tekemääni ohjelmaa pelkän logiikan ollessa kytkettynä logiikka ei suorittanut annettuja käskyjä, vaan meni Error-tilaan.

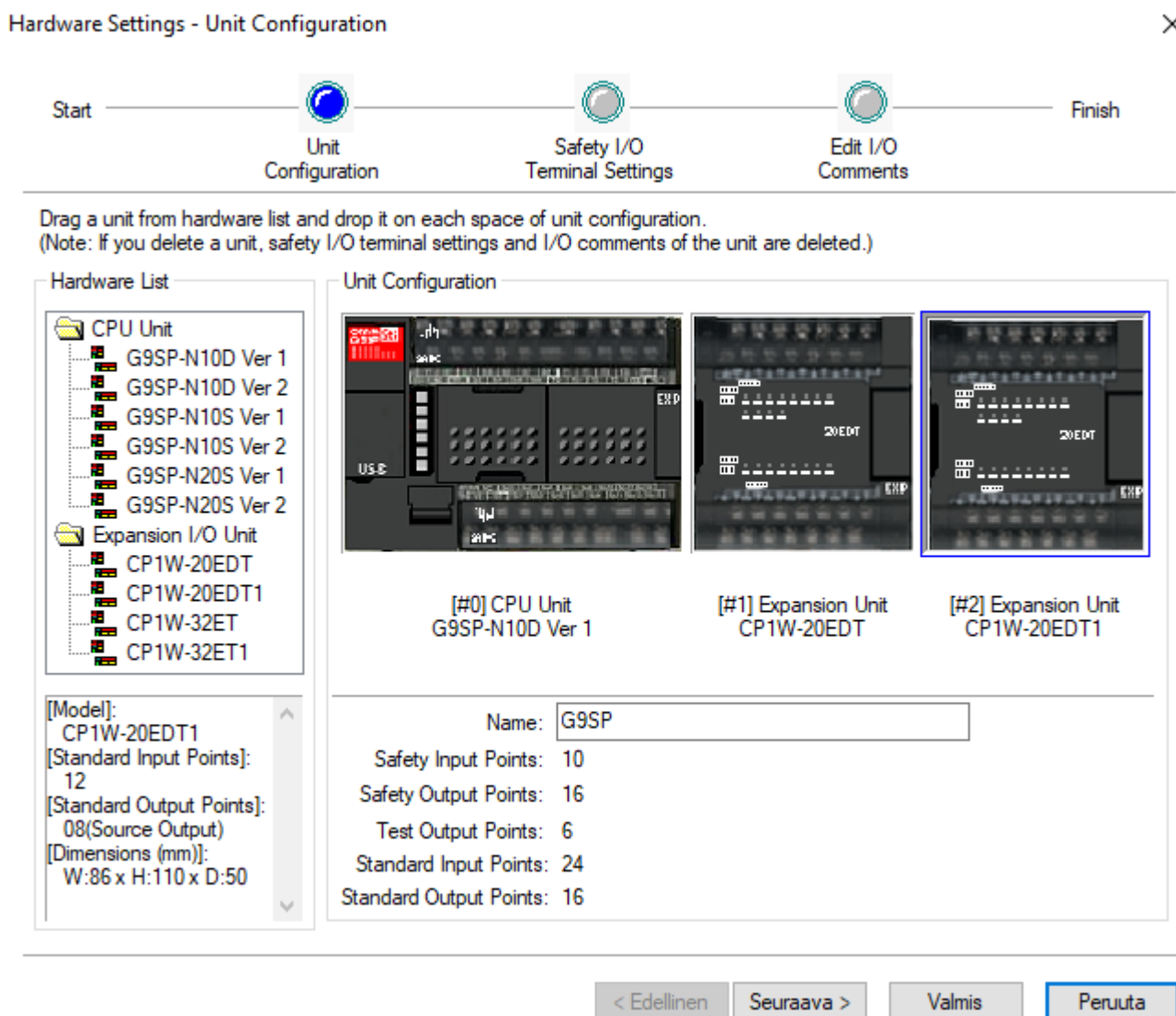
Kuvassa 3 esitellään, kuinka ohjelmointiohjelma asennetaan tietokoneelle ja kuinka logiikka yhdistetään siihen. Ensiksi ohjelma tulee asentaa halutulle tietokoneelle ja varmistetaan, että tarvittavat ajurit logiikka varten ovat asennettuna. Ohjelman ja ajurien asennuksen jälkeen logiikan voi yhdistää tietokoneeseen usb-kaapelilla, jonka jälkeen logiikka on valmis ohjelmoitavaksi. Logiikan ohjelmiston asentaminen käy myös internetin kautta; ohjelmaa asentaessa tarvittavat vain tuotteen mukaan tulleet tuotenumeron ja sarjanumeron. Yhdistäessä tietokonetta on kuitenkin huomioitava, ettei kaapeli ole kolmea metriä pidempi, koska käytettäessä pidempiä kaapeleita signaali heikkenee ja yhteys tietokoneen ja logiikan välillä saattaa pätkiä.



Kuva 3. Logiikan yhdistäminen. Omron G9SP-käyttöohje. (Omron 2016.)

Kuvassa 4 esitellään G9SP Configuratorin aloitusvalikko, josta käyttäjän tulee valita logiikka, jolle ohjelmaa ollaan tekemässä, jotta voidaan määrittää tarkka määrä sisään- ja ulostuloja.

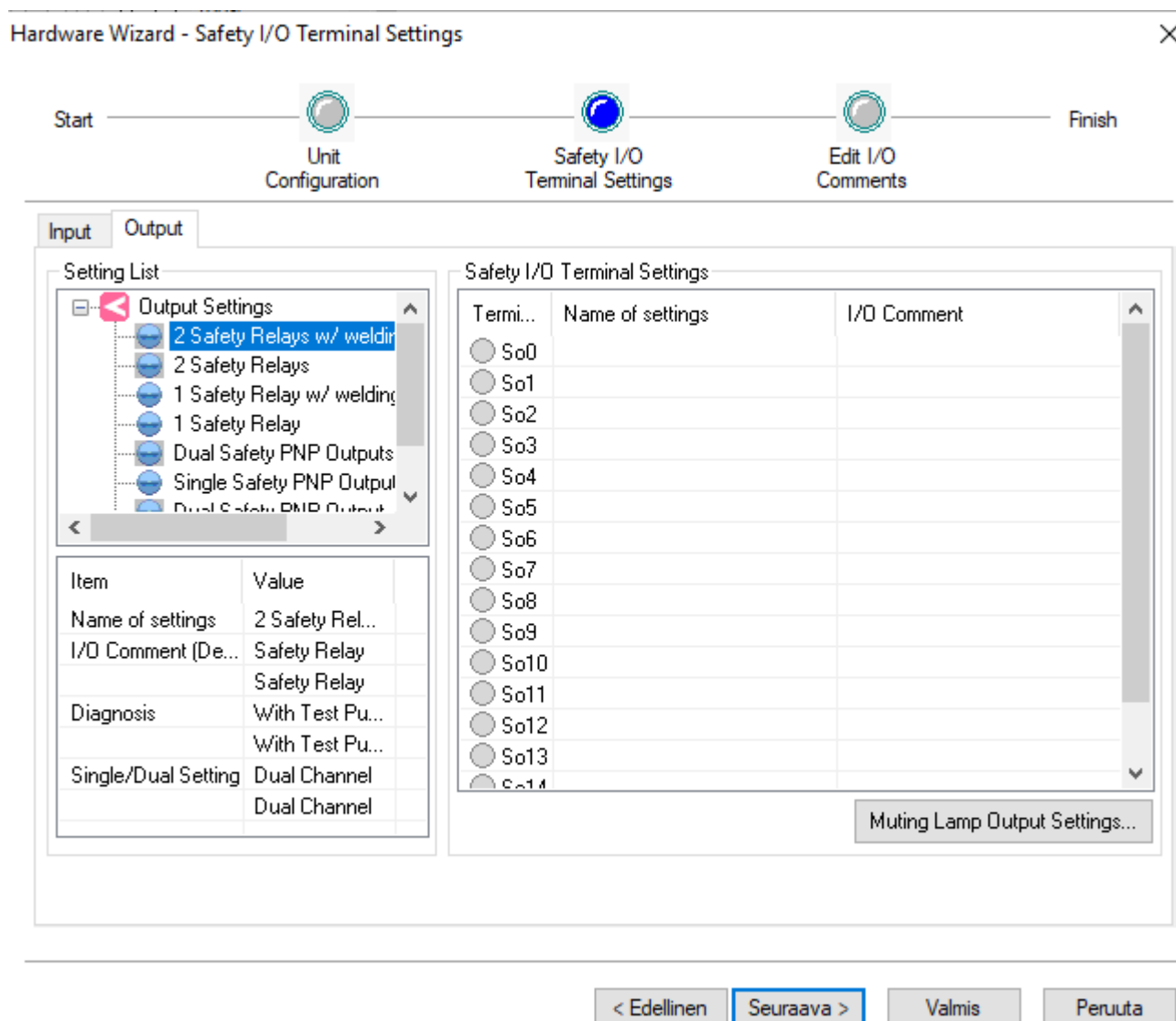
Ohjelmassa tulee olla järjestelmään suunniteltu logiikka valittuna, sillä se rajaa ohjelmassa valittavat toiminnot ja osat logiikalle sopiviksi. Logiikan ollessa ohjelmassa väärä voi käyttöönotossa ilmetä suuria ongelmia. G9SP configurator tukee vain Omronin omia turvalogiikoita ja niille suunniteltuja lisämoduuleja, joten järjestelmää suunniteltaessa on hyvä määrittää etukäteen, minkälaisia ominaisuuksia tavoitejärjestelmältä vaaditaan, jotta voidaan räätälöidä asianmukainen ja toimiva laitteisto projektille.



KUVA 4. Omron G9SP Configurator -valintapaneeli.

Logiikan määrittämisen jälkeen tulee käyttäjän määrittellä logiikalle halutut sisään- ja ulostulot. Tässä osuudessa asetetaan osoitteet releille ja apubiteille sekä kommentoidaan tuloihin ja lähtöihin niiden tarkoituskohde. On tärkeää jo tässä vaiheessa kommentoida tarkentavasti lähtöjä ja tuloja, ettei

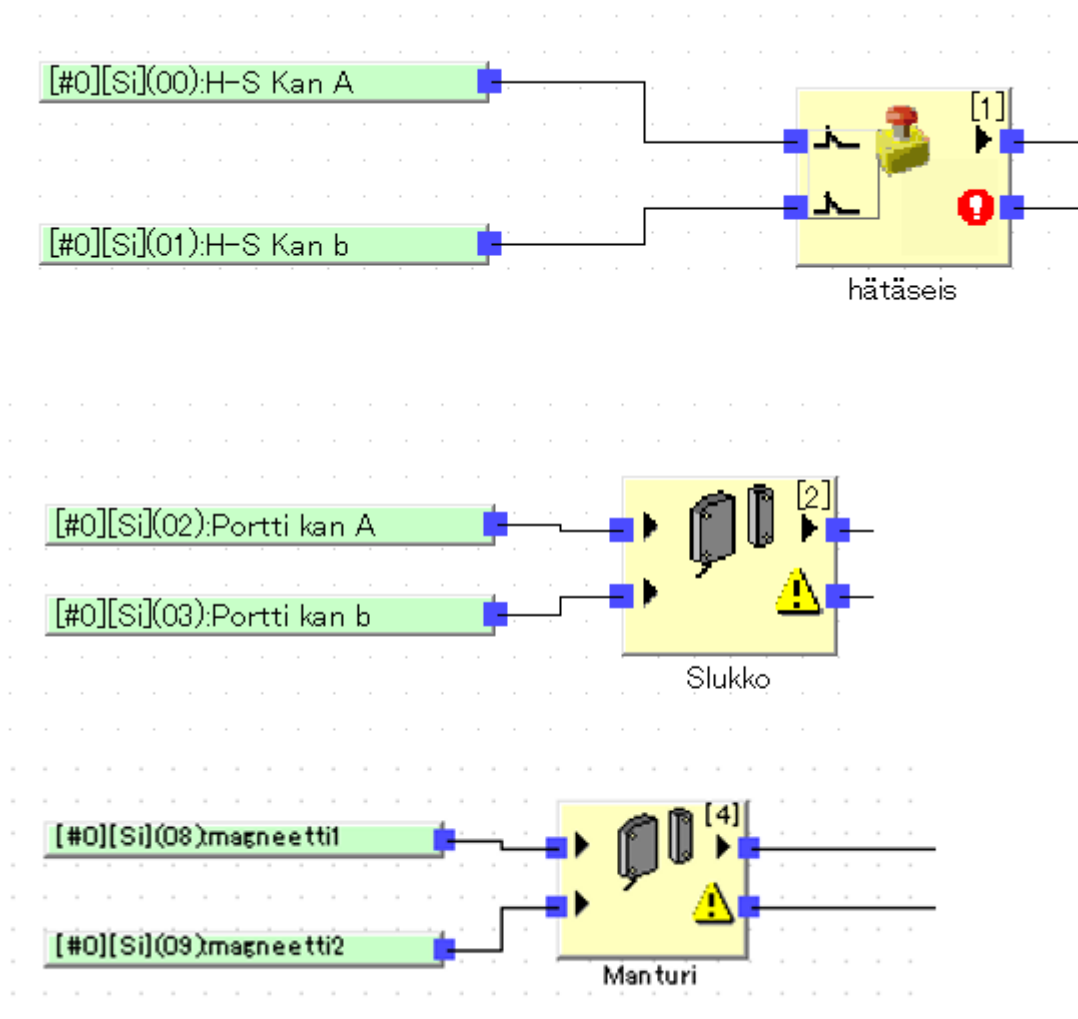
ohjelmoitaessa esimerkiksi käytetään valmiiksi luotuja releitä väärin turvalaitteiden ohjaamiseen . Kuvassa 5 esitellään ohjelmaruutu, jossa määritetään sisään- ja ulostulojen osoitteet ja kommentit.



KUVA5 . Omron G9SP Configurator -valintapaneeli.

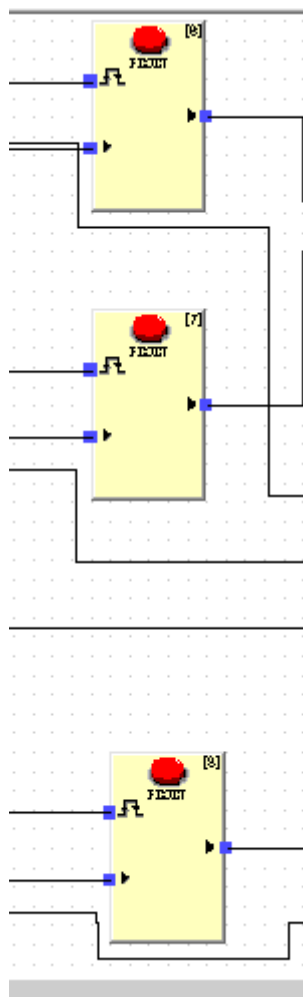
Tarvittavien lähtöjen ja tulojen määrittelyn jälkeen voidaan alkaa rakentamaan varsinaista ohjelmaa. Turvalaitteiden ohjaamiseen vaaditaan kaksi turvarelettä eri kanaviin. Kuvassa 6 esitellään ohjelmassa käytetyt turvalaitteet ja niille määritellyt turvareleet. Kuvassa näkyy, kuinka jokaiselle laitteelle on sisääntulot kahdessa kanavassa. Mikäli toinen sisääntuloista eli releistä ei toimi, kyseinen turvalaite

alkaa hälyttämään. Jokaisessa turvalaitteessa on ohjelmallisesti kytketty päälle virrehälytys, josta viedään lähtötieto apubitille, joka ilmoittaa häiröstä näyttöpäätteessä.



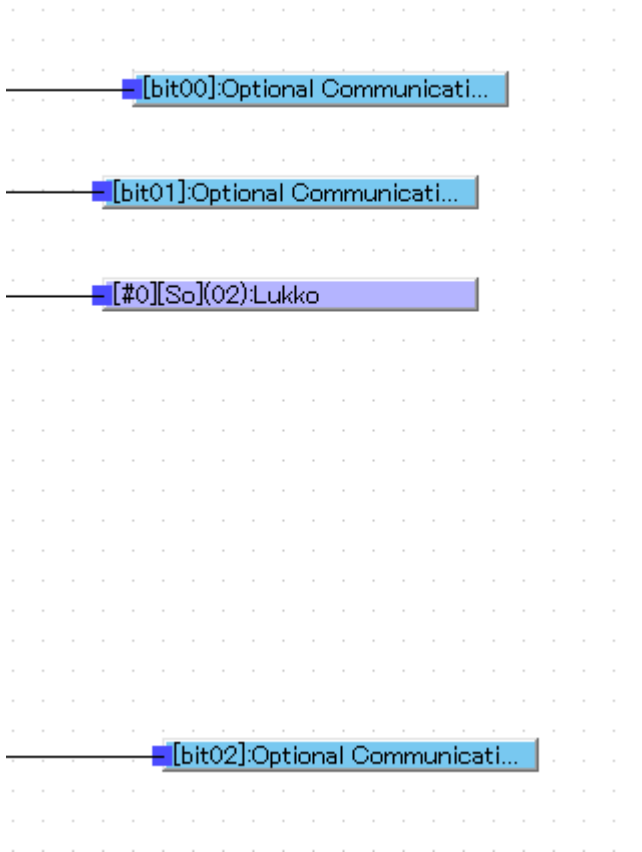
KUVA 6. Omron G9SP Configurator -ohjelmakoodi.

Ohjelman turvalaitteet kulkevat reset-portin kautta. Turvalaitteiden ja toiminnallisen kohdelaitteen välissä on reset-portti turvatekijänä, ettei kohdelaite lähtisi käyntiin virhetilanteessa välittömästi uudelleenkäynnistyksen jälkeen. Tällä tavoin turvalaitteiden reset-portit täytyy aina nollata ennen kuin kyseinen kohdelaite voidaan käynnistää uudelleen. Reset-portit resetoidaan niille määritetyllä sisääntulolla. Kuvassa 7 esitellään ohjelmaan luodut kolme reset-porttia.



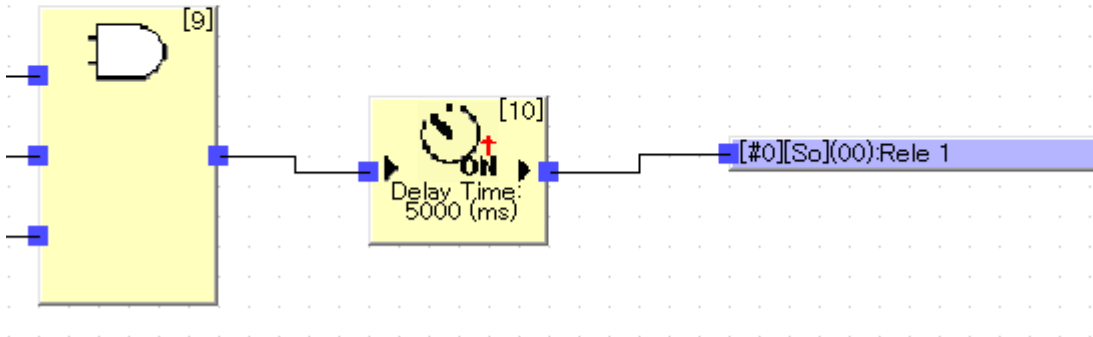
KUVA 7. Omron G9SP Configurator -ohjelmakoodi.

Kuvassa 8 esitellään ohjelmassaan luodut hälytysbitit, joille on luotu hälytysvalo näytön ohjelmaan. Nämä apubitit lukevat käytetyistä turvalaitteista välittyviä analogisia signaaleja, joten laitteiden toimiessa virheellisesti ja pysähtyessä ilmoittavat apubitit käyttäjälle ruudun välityksellä, että turvalaitteisto on vioittunut. SO2 on määritelty käytetylle sähkölukolle, ja se tulkitsee ohjelmasta, että kaikki osat ovat toiminnassa, ja lukitsee sähkölukon sen perusteella.



KUVA 8. Omron G9SP Configurator -ohjelmakoodi.

Kuvassa 9 on esitetty ohjelmaan luotu ajastin, jolla luodaan viiden sekunnin käynnistysviive ohjattavalle käynnistysreleelle, joka viestittää betonimyllyn ohjauslogiikalle turvapuolen logiikassa kaiken olevan kunnossa. Käynnistysviive on lisätty sähkökatkosten ja käyttäjävirheistä aiheutuvien ongelmien takia. Ohjelmassa on tärkeää olla käynnistymisviive sen takia, että kaikki laitteet kytkeytyvät pois päältä ja mekaaniset osat pysähtyvät sammumisen ja uudelleenkäynnistymisen välissä. Mikäli laitteessa ei olisi käynnistymisviivettä, virtanapista kytkettäessä on-tilaan ohjelma yrittäisi käynnistää laitteiston heti, jolloin se lähtisi käyntiin nolatilasta, vaikka jotkin mekaaniset osat olisivat vielä päällä, ja täten laitteet voivat rikkoutua ja voi myös syntyä tarpeettomia ja kalliita häiriöitä. Kuvassa näkyy myös AND-portti, johon kaikki ohjelman turvalaitteet ovat yhdistettynä. AND on looginen operaatio, joka toteutuu kaikkien merkittävien signaalien arvojen ollessa yksi (1). Tämä tarkoittaa sitä, ettei ajastin tai rele pysty käynnistymään, mikäli jonkin laitteen signaalin arvo on nolla (0). Taulukossa 1 havainnollistetaan AND-portin toiminta työn ohjelmassa. Jokaiselle turvalaitteelle on määriteltävä signaalin arvo, ja tulos-kohdassa on kaikkien signaalien antama tulos ajastimelle ja releelle. Tuloksen arvon ollessa yksi (1) ajastin ja rele voivat käynnistyä, muuten ohjelma ei anna käyntilupaa.

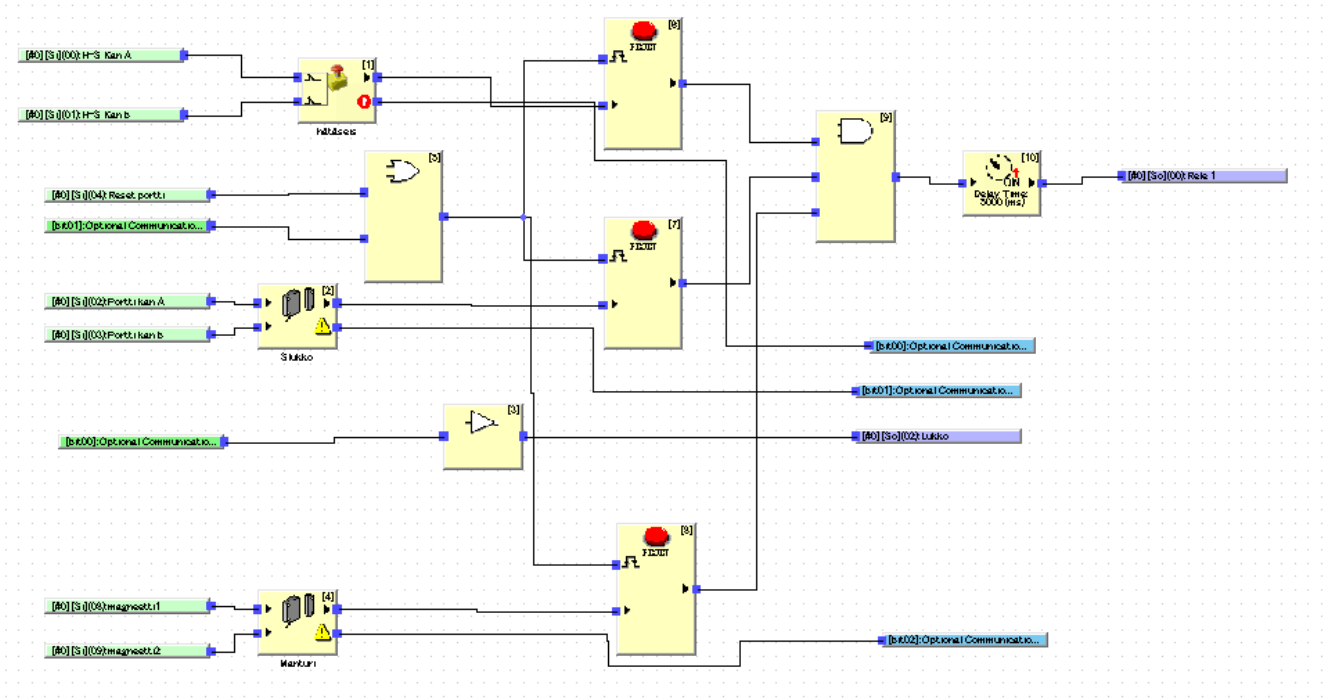


KUVA 9. Omron G9SP Configurator -ohjelmakoodi.

TAULUKKO 1. AND-portin työkohtainen totuustaulu.

| Sähkölukko | Magneettianturi | Hätäseis | Tulos |
|------------|-----------------|----------|-------|
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |

Kuvassa 10 esitellään valmis ohjelmakoodi. Ohjelman lukeminen alkaa vasemmalta turvasisäntuloista, joille on määritetty releet. Sisäntulot johtavat turvalaitteille ja reset-portille. Jokainen turvalaite kulkee reset-portin kautta AND-portille ja sen kautta ajastimelle ja varsinaiselle lähdölle.



KUVA 10. Omron G9SP Configurator -ohjelmakoodi.

2.2 Näyttöpäätte

Järjestelmään valittiin näyttöpäätteeksi Omronin NB-sarjan näyttö, sillä kohdetehdas oli ennenkin käyttänyt Omronin automaatiojärjestelmiä. Omronin NB-näytöt ovat LCD-näyttöjä, joita ohjataan käsin koskettamalla. Logiikkaohjelman ohjaaminen näytöllä toimii sarjaliikenteellä, eli sarjakaapelin slave-pää kytketään logiikkaan ja master-pää näyttöpäätteen sarjaporttiin, jolloin näyttö toimii turvalogiikan masterina ja ohjaa niiden välillä kulkevaa sarjaliikennettä.

2.2.1 Kytkentä

Näyttö tarvitsee toimiakseen 24 voltin (v) jännitteen ja usb-kaapelin ohjelmointia varten. Näyttö pystytään yhdistämään logiikkaan vain sarjaliitännällä. Yhteen näyttöön voidaan samanaikaisesti yhdistää maksimissaan kaksi eri logiikkaa tai turvalogiikkaa. Näytölle luotua ohjelmaa voidaan käyttää tietokoneella yhdistämällä näyttö ethernet-portin kautta ethernet-kaapelilla verkkoon, johon kohdetietokone on kytketty.

2.2.2 Ohjelmointi

Näyttöpäätteen ohjelmointi suoritettiin NB designer -ohjelmalla, joka on suunniteltu Omronin NB-näyttöjen ohjelmointia varten. Molemmat ohjelmointiohjelmat ja ohjelmointilaitteet ovat Omronin valmistamia, joten ne on suunniteltu toimimaan keskenään. NB designerilla on myös mahdollista luoda näyttöohjelmia muiden valmistajien logiikalle, joten sitä on mahdollista käyttää monipuolisesti eri projekteissa logiikasta riippumatta. Ohjelmointi aloitetaan valitsemalla ohjelmasta haluttu laite ja yhdistetään se virtuaalisesti käytettävään logiikkaan. Ohjelmointi suoritetaan rakentamalla haluttu käyttöliittymä näytölle, minkä jälkeen painikkeille ja kytkimille määritetään bittiarvot, joilla ohjataan plc-ohjelman prosesseja. Työtä varten tehdyssä ohjelmassa näytöltä ohjataan vahvistusbittejä, joilla varmistetaan, ettei ohjelma käynnisty itsestään, mikäli laitteistosta katkeaa sähkö tai syntyy vikatilanne, joka vaatii uudelleenkäynnistyksen. Käyttöliittymä jätettiin todella yksinkertaiseksi aikaongelmien takia, eikä sen käyttötarkoitus vaatinut yksityiskohtaista käyttöliittymää.

2.3 Ongelmien esittäminen

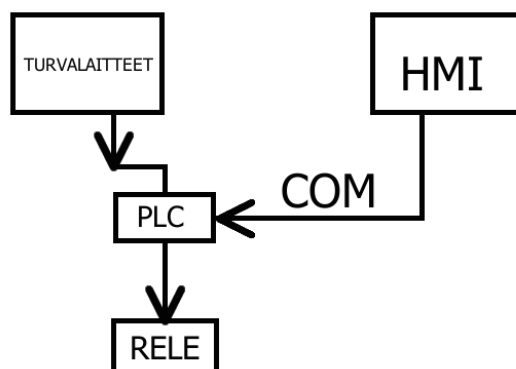
Työ vaikutti aluksi erittäin yksinkertaiselta, mutta ohjelmointiprosessin edetessä näytön ohjelmointiin tuli vastaan useita erilaisia ongelmia. Ohjelmassa tuli määrittää käytetty näyttö ja logiikka. Tämä prosessi sujui erittäin hyvin, mutta painikkeita luodessa heräsi useita kysymyksiä, kuten mitkä napit olisivat sopivia tähän työhön ja käyttötarkoitukseen. Lopulta päädyttiin ratkaisuun, jossa on/off-kytkennöille oli molemmille kaksi painiketta, joista toinen käynnistäisi toiminnon ja toinen lopettaisi sen, jolloin painikkeet aina resetoisivat toisensa. Puuttellisen kokemuksen vuoksi toiminnot suoritettiin erittäin alkeellisesti, eikä näytön käyttöliittymän tekemiseen käytetty paljoa resursseja. Myös merkkivalojen käyntitietojen saaminen turvalogiikalta näytölle oli ongelmallista, mutta lopulta ne saatiin määritettyä ja valot alkoivat indikoimaan turvalogiikkaohjelmassa määriteltyjen hälytysvalojen toimintaa.

3 TURVALAITTEIDEN OHJAUS

Omronin turvalogiikalle tehdyt ohjelmat eivät pysty operoimaan pelkästään ohjelmatasolla, vaan ne tarvitsevat mekaaniset laitteet ohjattaviksi. Tässä järjestelmässä käytettiin sähköistä turvalukkoa, magneettianturia ja tarvittavia kytkimiä, kuten hätä seis -kytkintä ja erinäisiä releitä. Turvalogiikka vastaanottaa turvalaitteilta signaalia, jolla määritetään, missä tilassa turvalaitteet ovat. Ohjelman tarkoitus on antaa varsinaiselle toimivalle automaatiojärjestelmälle käyntisignaali yksi (1) eli tieto siitä, että turvalaitteet toimivat oikein. Turvalaitteet kulkevat ohjelmassa AND-portin kautta, jolloin kaikkien laitteiden signaalin on oltava 1, että turvalogiikka antaa käyntiluvan automaatiojärjestelmälle ja täten estää vaaratilanteet ja mahdollisen vaarallisen käynnistymisen.

3.1 Ohjauksen yleiskuvaus

Kuvassa 11 esitellään turvajärjestelmä, mikä koostuu näyttöpäätteestä, turvalogiikasta ja turvalaitteista. Ohjelmaa ohjataan näyttöön tehdyn käyttöliittymän ja tietokoneen kautta. Turvalogiikalle tuodaan analogitiedot käytetyistä turvalaitteista, jotka toimivat turvareleillä ja toimintaperiaatteensa mukaisesti. Ohjelma lukee turvalaitteista tulevat signaalit, ja mikäli laitteita ohjaavissa releissä tai laitteiden toiminnassa on virheitä, turvalogiikka estää kohdelaitteiston toiminnan. Turvalaitteiden ja releiden toimiessa oikein yhtäaikaisesti turvalogiikka välittää tiedon tästä tavalliselle logiikalle ja käynnistää betonimyllyn.



KUVA 11. Järjestelmän yleiskuvaus.

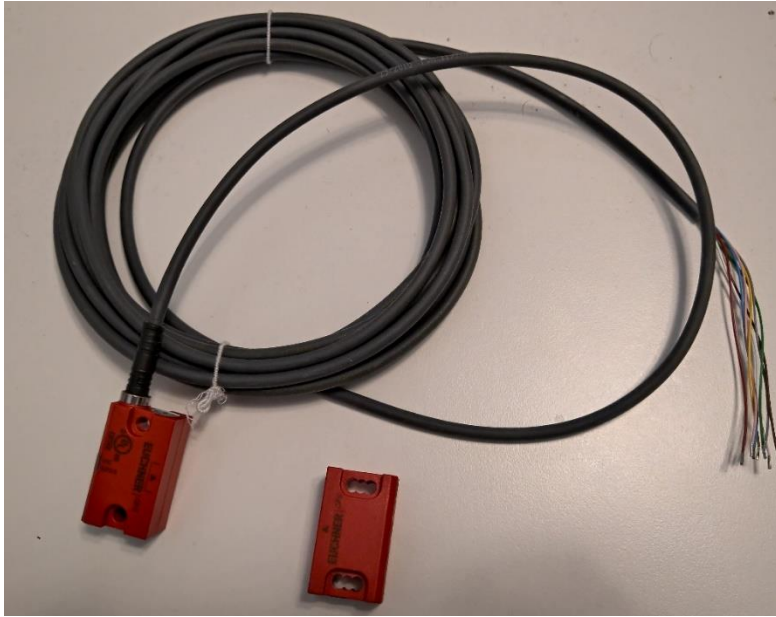
3.2 Käytetyt laitteet

Järjestelmään tarvittiin betonimyllyn kannelle lukko. Lukoksi valittiin sähköinen turvalukko. Turvalukko muistuttaa toiminnaltaan tavallista mekaanista lukkoa, mutta avaimen sijasta lukon avaaminen toimii sähköisesti. Turvalukkoa ohjataan kahdella turvareleellä, joiden läpi lukolle kulkee sen toimintaan tarvittava jännite. Lukossa on kaksi painiketta, joiden toiminta on ennalta määriteltävissä. Toisesta voidaan avata ja sulkea lukko, ja toisesta voidaan lähettää haluttaessa manuaalisesti hälytyksiä. Lukon toiminnasta luetaan analogisignaalia turvalogiikan tuloilla, jotta tiedetään missä asennossa lukko on milläkin hetkellä ja toimiiko se. Kuvassa 12 esitellään järjestelmään valittu sähköinen turvalukko.



KUVA 12. Sähköinen turvalukko.

Kannelle valittiin toiseksi turvamekanismiksi magneettianturi. Nimensä mukaan anturi toimii magneetilla ja se lähettää signaalia sen mukaan, missä asennossa anturin magneetti on vastakappaleeseensa nähden. Mikäli anturin molemmat magneetit ovat kosketuksissa, anturi lähettää 1-signaalia, josta ohjelma lukee kannen olevan kiinni ja anturin olevan toiminnassa. Mikäli laitteita käynnistäessä anturin vastakappaleet eivät ole yhdessä, viestittää anturi 0-signaalia ja estää kohdelaitteen käynnistymisen ja aiheuttaa häiriöhälytyksen. Kuvassa 13 esitellään järjestelmään suunniteltu magneettianturi.



KUVA 13. Magneettianturi.

Ohjelman kolmanneksi turvalaitteeksi valittiin tavallinen kaksikanavainen hätäseis-painike. Kuvassa 14 esitellään hätäseis-painike. Painikkeen sisällä kulkee kaksi kanavaa, joiden läpi kulkee releiden käyntisignaali. Painiketta painettaessa se katkaisee kanavassa kulkevan signaalin, jonka seurauksena turvalogiikka ja ohjelma eivät enää vastaanota 1-signaalia hätäseis-painikkeen kanavista ja kohdelaitteen toiminta lakkaa ja syntyy häiriöhälytys.



KUVA 14. Hätäseis-painike.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa turvajärjestelmä Consolis Parman Kangasalan elementtitehtaalle. Työn ohessa oli tarkoitus tutustua turvalogiikkaan ja sen ominaisuuksiin verrattuna tavallisen ohjelmoitavaan logiikkaan. Työtä tehdessä selvisi, että turvalogiikka on itsenäinen osa varsinaisen automaatiojärjestelmän ohella, ja se takaa järjestelmän turvallisuuden mahdollisten laitevikojen tai käyttäjävahinkojen sattuessa. Työssä onnistuttiin turvalogiikan ohjelmoinnin osuudelta melko hyvin ja aikaiseksi saatiin käyttökelpoinen ohjelma. Koska laitteisto ja ohjelmistot olivat tekijälle täysin uusia, tarve avulle oli merkittävä, mutta apua työn tekoon ei ollut riittävästi saatavilla.

Työn etenemisen oli äärimmäisen hidasta, sillä ongelmatilanteiden syntyessä avun saaminen saattoi kestää. Laitteiden ja välineiden saapumisessa ilmeni myös ongelmia, ja opinnäytetyötä piti tehdä teorian tasolla useita viikkoja. Opinnäytetyön tekemisen kannalta olisi ollut tärkeää, jos tekijälle olisi tarjottu perinpohjaista perehdytystä käytettävään laitteistoon ja ohjelmistoon, ennen kuin työ jätettiin tehtäväksi. Omalta osaltani olisin myös voinut olla aktiivisempi avun tarpeen tullen, mutta useiden viikkojen odotus vastauksia varten ja viime hetkillä perutut palaverit eivät luoneet uskoa avun saamiseen.

Työn teon aikana toimeksiantajan kohdetehdas suljettiin, joten käyttöönotto jäi kyseisestä työstä kokonaan tekemättä, joten opinnäytetyön kirjallinen osa käsittelee vain ohjelmapuolta työstä ja perehtyy käytettyyn laitteistoon. Puutteellisen viestinnän ja opastuksen takia työstä jäi puuttumaan suuri osa, mikä vaikutti myös työmotivaatioon, jonka seurauksena opinnäytetyön eteneminen kirjoitusvaiheessa pysähtyi täysin. Lopulta olisi ollut tärkeää, että ongelmat työn suhteen olisi tuotu vahvasti aikaisemmin esille ja oltu yhteydessä koulun henkilökuntaan ja opinnäytetyöohjaajaani ja mahdollisesti vaihdettu aihetta ja työtä sopivammaksi.

LÄHTEET

Tukes 2017. Saatavissa:

<https://tukes.fi/documents/5470659/6409383/Turva-automaatio+prosessiturvallisuuudessa/e159a62f-a1c2-4de9-a063-7050349d5081/Turva-automaatio+prosessiturvallisuuudessa.pdf?version=1.0>.

Viitattu: 20.11.2019.

Omron 2016 G9SP-käyttöohje. Saatavissa:

https://assets.omron.eu/downloads/manual/en/v2/z922_g9sp_series_safety_controller_operation_manual_en.pdf

Viitattu: 5.4.2020.

Omron 2016. Saatavissa:

<http://www.ia.omron.com/products/family/2937/>

Viitattu: 8.4.2020

Sesko Teollisuusautomaation standardit Saatavissa:

https://www.sesko.fi/files/95/osio_3.pdf

Viitattu: 17.5.2020