

Olli-Pekka Tuomaala

SIEMENS SMS-HÄLYTYSJÄRJESTELMÄSOVELLUKSEN KEHITYS

SIEMENS SMS-HÄLYTYSJÄRJESTELMÄSOVELLUKSEN KEHITYS

Olli-Pekka Tuomaala
Opinnäytetyö
Syksy 2024
Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikka, automaatiotekniikka

Tekijä(t): Olli-Pekka Tuomaala

Opinnäytetyön nimi: Siemens SMS-hälytysjärjestelmäsovelluksen kehitys

Työn ohjaaja(t): Aki Ronkainen, Timo Heikkinen

Työn valmistuslukukausi ja -vuosi: Syksy 2024

Sivumäärä: 62

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Ambit Oy:lle SMS-hälytysjärjestelmä, jota yritys voi soveltaa asiakkaidensa automaatiojärjestelmiin. SMS-hälytysjärjestelmän tehtävänä on havaita automaatiojärjestelmässä syntyneet hälytystilanteet ja muuntaa hälytystilanteisiin liittyvät hälytystekstit SMS-viesteiksi, jotka lähetetään automaatiojärjestelmästä vastaavien operaattoreiden mobiililaitteisiin. Lisäksi SMS-hälytysjärjestelmän tulee pystyä vastaanottamaan operaattoreilta kuittauksia lähetetyistä SMS-hälytyksistä.

Opinnäytetyön teoriaosassa käydään läpi automaatiojärjestelmän peruskomponentit, jotka liittyvät erilaisten hälytystilanteiden syntymiseen. Teoriaosa käsittelee myös miksi automaatiojärjestelmät tarvitsevat hälytysjärjestelmiä toimiakseen ja millä tavalla hälytysjärjestelmiä voidaan toteuttaa automaatiojärjestelmässä. Teoriaosan lopussa käydään läpi TIA Portal -kehitysympäristö, jolla tämä opinnäytetyö toteutettiin. TIA Portal -osuus käsittelee, miten se toimii, mitä ohjelmointityökaluja se tarjoaa ja miten sitä käytetään käyttöliittymän luomiseen.

Opinnäytetyön toteutusosassa käydään läpi mistä komponenteista SMS-hälytysjärjestelmä koostuu ja miten ne konfiguroidaan, jotta järjestelmä kykenee lähettämään ja vastaanottamaan SMS-viestejä. Toteutusosassa perehdytään myös SMS-hälytysjärjestelmän ohjelmalohkoihin, jotka vastaavat SMS-hälytysten ohjauksesta automaatiojärjestelmän ja SMS-hälytysjärjestelmän välillä sekä Siemensin kirjastofunktioihin, jotka mahdollistavat yhteyden luonnin mobiiliverkkoon. Toteutusosan lopussa käydään läpi SMS-hälytysjärjestelmän käyttöliittymä sekä demonstroidaan järjestelmän toimintaa simuloituilla hälytyksillä.

Työn tuloksena saatiin SMS-hälytysjärjestelmä, joka kykenee lähettämään SMS-hälytyksiä operaattoreille, sekä vastaanottamaan kuittauksia operaattoreilta. Työn aikana luotu SMS-hälytysjärjestelmä sisältää ohjelman, joka vastaa hälytysten lähettamisestä ja kuittausten vastaanottamisesta ja käyttöliittymän, jonka avulla operaattorit voivat olla vuorovaikutuksessa järjestelmän kanssa. Ambit Oy voi hyödyntää opinnäytetyön tuloksia tulevilla asiakasprojekteillaan.

Asiasanat: hälytysjärjestelmä, SMS, TIA Portal, Siemens, ohjelmointi, käyttöliittymäsuunnittelu

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering, Option of Automation Engineering

Author(s): Olli-Pekka Tuomaala
Title of thesis: Development of Siemens SMS-alarm system
Supervisor(s): Aki Ronkainen and Timo Heikkinen
Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2024
Number of pages: 62

The purpose of this thesis was to develop an SMS alarm system for Ambit Oy which can be used for their clients' automation systems. The task of the SMS alarm system is to detect activated alarm conditions of the automation system, transforming alarm texts related to activated alarms into SMS-messages. This SMS message will be sent to operators that are responsible for the automation system. Additionally, the SMS alarm system should be able to receive acknowledgements from the aforementioned SMS alarms it has sent to the operators.

The theory section of this thesis covers basic components of the automation system that are related to the development of different types of alarm conditions. The theory section also addresses why an automation system would need alarm systems to work optimally and how alarm systems can be implemented to automation systems. The end of the theory section examines TIA Portal development environment which was used to develop the SMS alarm system. The section on TIA Portal provides an overview of how it is used, what programming tools it offers and how to use it to create a user interface.

The execution section details the hardware components utilized in the development of the SMS alarm system, along with the configuration of each component to enable the system to send and receive SMS messages. It also describes the program blocks responsible for managing the communication between the automation system and the SMS alarm system, as well as the Siemens library functions that allow connection to the mobile network. At the end of the execution section the user interface is reviewed, alongside the functionality of the SMS alarm system is demonstrated by using simulated alarms.

As a result of this thesis an SMS alarm system was created, capable of sending SMS-alarms to operators and receiving acknowledgments from operators. The SMS alarm system developed during this project contains a program responsible for sending alarms and receiving acknowledgments, as well as a user interface that allows operators to interact with the system. Ambit Oy can utilize the results of this thesis in their future projects.

Keywords: alarm system. SMS, TIA Portal, Siemens, programming, user interface development

SISÄLLYS

SANASTO.....	7
1 JOHDANTO.....	8
2 AUTOMAATIOJÄRJESTELMIEN LAITTEISTO.....	10
2.1 Anturit.....	10
2.2 Toimilaitteet.....	10
2.3 Ohjelmoitavat logiikat.....	11
2.3.1 CPU-moduuli.....	11
2.3.2 Keskuskehikko ja väylä.....	12
2.3.3 Virtalähde.....	12
2.3.4 I/O-moduulit.....	12
3 HÄLYTYSJÄRJESTELMÄT AUTOMAATIOSSA.....	14
4 SIEMENS TIA PORTAL.....	16
4.1 Näkymät.....	16
4.2 Projektin luominen.....	19
4.3 Laitteen lisääminen projektiin.....	19
4.4 Laitteiden konfigurointi.....	21
4.5 PLC ohjelmointi ja ohjelmointikielet.....	22
4.5.1 Tikapuulogiikka (Ladder Logic, LAD).....	22
4.5.2 Lohkokaavio (Function Block Diagram, FBD).....	23
4.5.3 Structured Control Language (SCL).....	23
4.6 HMI kehitysympäristö.....	24
4.6.1 HMI-paneelin lisääminen.....	24
4.6.2 HMI-kehitysympäristön yleiskatsaus.....	26
4.6.3 Näytön visualisointi ja ohjaus.....	28
5 HÄLYTYSJÄRJESTELMÄSOVELLUKSEN KEHITYS JA TOIMINTA.....	31
5.1 Komponentit.....	31
5.1.1 Ohjelmoitavan logiikan ja paneelin konfigurointi.....	35
5.1.2 Reitittimen konfigurointi.....	36
5.2 Ohjelma.....	42
5.2.1 EscalationParamDB.....	43
5.2.2 SMS_AlarmBitsToWord.....	46

5.2.3	EscalationSms	47
5.2.4	LSmsSR_SndSms	50
5.2.5	LSmsSR_RcvSms	51
5.3	Käyttöliittymä ja ohjelman toiminta	52
5.3.1	Käyttäjät	52
5.3.2	Hälytysasetukset	55
5.3.3	Monikielisyys	56
6	POHDINTA	59
	LÄHTEET	61
	LIITTEET	23

SANASTO

HMI	Lyhenne sanoista Human Machine Interface, automaatiotekniikassa käytetty termi käyttöliittymälle, joka pyörii esimerkiksi kosketuspaneelilla, jonka avulla voi ohjata ja säätää automaatiojärjestelmää.
PLC	Lyhenne sanoista Programmable Logic Controller, ohjelmoitava logiikka on pieni tietokone, jota käytetään automaatiojärjestelmän ohjauksessa.
SMS	Lyhenne sanoista Short Message Service, matkapuhelinten tekstiviestijärjestelmä.
UDT	Lyhenne sanoista User-Defined Data Type on käyttäjän määrittämä tietotyyppi, joka edustaa tietuetta ja koostuu useista eri tietotyypeistä muodostuvista komponenteista.

1 JOHDANTO

Nykypäivän nopeasti kehittyvissä automaatiojärjestelmissä prosessin reaaliaikainen seuranta ja hälytysjärjestelmät ovat kasvaneet merkittävään rooliin, kun ajatellaan prosessin tehokkuutta, turvallisuutta sekä vakautta. Vaikka perinteiset paikallisesti toimivat hälytysjärjestelmät ovatkin tehokkaita, niihin sisältyy myös rajoitteita hälytysten saatavuuteen ja näin ollen myös hälytysten huomaamiseen operaattoreilta. Teknologian kehittyessä sitä tukevien järjestelmien tulee kehittyä teknologian mukana. (1.) Tässä opinnäytetyössä käsitellään SMS-hälytysjärjestelmäsovelluksen kehittämistä Siemensin automaatiojärjestelmiin Ambient Oy:n asiakkaille. Kyseessä on merkittävä päivitys, jossa hyödynnetään SMS (Short Message Service, tekstiviesti) -tekniikkaa hälytysten huomaamisen ja hälytyksiin liittyvien toimenpiteiden parantamiseksi.

Projektin ensisijaisena ideana on puuttua paikallisten hälytysjärjestelmien puutteisiin. Paikalliset hälytysjärjestelmät toimivat yleensä paikallispaneelin kautta automaatiojärjestelmän lähetyksillä tai valvomossa, joissa operaattori voi seurata prosessin reaaliaikaista tilaa. Tämä järjestely voi johtaa siihen, että kriittisiin tilanteisiin reagoidaan viiveellä varsinkin, mikäli operaattorit eivät ole paikalla. SMS-hälytysjärjestelmän avulla hälytykset voidaan lähettää suoraan operaattoreiden mobiililaitteisiin, jolloin tieto hälytyksestä saavuttaa oikeat henkilöt heidän sijainnistaan riippumatta. Tämä on erityisen hyödyllinen toiminto tilanteisiin, jotka vaativat kiireellisiä toimintoja operaattoreilta. (2.) Tällaisia tilanteita voivat olla esimerkiksi toimilaitteen hajoaminen tai liian suuri mittauspoikkeama antureilta.

Projektissa keskitytään SMS-hälytysjärjestelmän integrointiin Siemens-automatiojärjestelmiin. Projektin toteutukseen käytettiin Siemens S7 1215 DC/DC/DC ohjelmoitavaa logiikkaa, joka vastaa automaatiojärjestelmän prosessiparametrien valvonnasta ja hälytysten käynnistämisestä, ja Siemens SCALANCE M874-3 -teollisuusreitintä, joka vastaa havaittujen hälytysten lähettämisestä operaattoreiden mobiililaitteisiin sekä kuittausten vastaanottamisesta operaattoreiden mobiililaitteilta.

Projektin ohjelmistopuolella käytetään Siemensin kirjastofunktioita SMS-hälytysten hallintaan. LSmsSR_SndSms -funktiota käytetään SMS-hälytysten lähettämiseen ja LSmsSR_RcvSms -funktiota hälytysten kuittausten vastaanottamiseen. Siemens on luonut kyseiset kirjastofunktiot erityisesti käytettäväksi SCALANCE M800 -sarjan teollisuusreitittimillä ja nämä funktiot varmistavat

SMS-hälytysjärjestelmän integroinnin jo olemassa olevaan Siemensin automaatiojärjestelmään ja mahdollistavat tehokkaan tiedonsiirron ja -vastaanoton. (3.)

Kehitysprosessin aikana kiinnitettiin huomiota erityisesti järjestelmän luotettavuuteen, vakauteen, modulaarisuuteen ja käyttäjäystävällisyyteen. Tuloksena syntynyt SMS-hälytysjärjestelmäsovellus nopeuttaa automaatiojärjestelmässä tapahtuviin hälytyksiin vastaamista operaattoreilta ja tarjoaa lisäksi myös modulaarisen ratkaisun, jotta kyseinen hälytysjärjestelmäsovellus voidaan integroida mahdollisimman mutkattomasti eri käyttökohteisiin.

2 AUTOMAATIOJÄRJESTELMIEN LAITTEISTO

Tässä luvussa käydään läpi automaatiotekniikan ohjausjärjestelmien tyypillisimpiä komponentteja. Automaatiojärjestelmän laitteisto voidaan jakaa viiteen pääryhmään. Nämä pääryhmät ovat anturit, toimilaitteet, ohjelmoitavat logiikat (PLC), ohjelmistot ja verkostot (4, s. 10). Seuraavissa luvuissa kerrotaan tämän työn kannalta oleellisimmista ryhmistä sekä niiden roolista automaatiojärjestelmissä.

2.1 Anturit

Anturit voidaan jakaa kahteen pääryhmään: analogiset ja binääriset anturit. Binääriset anturit ovat näistä kahdesta yksinkertaisempia toimintaperiaatteeltaan, koska niistä saatava tieto perustuu kahden vaihtoehtoon, tosi/epätosi, suljettu/avoin virtapiiri. (5.) Binäärisiä antureita käytetäänkin tämän takia automaatiojärjestelmissä esimerkiksi havaitsemaan kappaleita (kappale havaittu/kappaletta ei havaittu) tai havaitsemaan, onko järjestelmän ohjaama sylinteri ulkona vai sisällä. Analogiset anturit vuorostaan toimivat monimutkaisemmin, mutta tarjoavat enemmän sekä tarkempaa tietoa ohjattavasta järjestelmästä. Analogisista antureista saatava tieto perustuu virta- tai jänniteviestihin. Analogista tietoa ovat mm. analogiset lämpötila-, paine- ja virtausmittaukset. (5.) Käytännön esimerkkinä voidaan pitää vaikkapa uunin sisälämpötilan mittausta väliltä 20–150 °C. Analoginen anturi pystyy mittaamaan tämän lämpötilan ja lähettämään tiedon mitatusta lämpötilasta ohjelmoitavalle logiikalle virtaviestin avulla, joka on esim. 4–20 mA. Tämä virtaviesti on skaalattu lineaarisesti mitattavasta lämpötilasta virtaviestiksi. Tässä esimerkissä 20 mA viesti tarkoittaisi 150 °C:n lämpötilaa ja 4 mA viesti puolestaan tarkoittaisi 20 °C:n lämpötilaa.

2.2 Toimilaitteet

Ohjelmoitavalta logiikalta lähtevät ohjaussignaalit tarpeen vaatiessa vahvistetaan ja lähetetään toimilaitteille. Tämän signaalin perusteella toimilaitteet suorittavat halutun toimenpiteen prosessissa. Nämä toimenpiteet voivat olla esim. tiettyjen liikesarjojen suorittaminen, kuten sylinterin ohjaaminen sisään ja ulos, kääntövarren ohjaus tai erilaiset mekaaniset, sähköiset tai termiset työtöimet. (4, s. 79.) Tyypillisiä toimilaitteita automaatiojärjestelmissä ovat erilaiset sylinterit, sähkömoottorit, servomoottorit ja solenoidit.

2.3 Ohjelmoitavat logiikat

Ohjelmoitava logiikka (PLC) on keskeinen osa useaa automaatiojärjestelmää. Ohjelmoitavaa logiikkaa voidaan ajatella automaatiojärjestelmän aivoina. Sen tuloihin (AI/DI) tyypillisesti kytetään järjestelmän tilaa havainnoivia analogisia/digitaalisia antureita, eli ns. "aistit". Ohjelmoitavan logiikan lähtöihin (AO/DO) kytketään järjestelmän ohjattavat toimilaitteet, kuten merkkilamput, releet, magneettiventtiilit tai edellisessä luvussa mainitut sähkömoottorit. PLC:n muistiin voidaan kirjoittaa ohjelma, joka valvoo automaatiojärjestelmän tilaa reaaliaikaisesti. (6, s. 243.) (Kuva 1.)

PLC:t voidaan jakaa karkeasti kahteen alakategoriaan: integroituihin PLC:ihin ja modulaarisiin PLC:ihin. Integroidut PLC:t sisältävät vakiona CPU-moduulin, virtalähteen ja vähintään yhden sisäänrakennetun I/O-moduulin. Jotkin integroidut PLC:t sisältävät myös laajennusliitäntöjä, joihin voi kytkeä lisää I/O-moduuleja tehden näistä osittain modulaarisia. Modulaarisissa PLC:issä CPU-moduuli, virtalähde ja I/O-moduulit ovat kaikki erillisiä komponentteja. Nämä kaikki voidaan kytkeä yhteen tai ne voidaan kytkeä samaan keskuskehikkoon. Jotkut laitevalmistajat myyvät CPU-moduuleja, joissa on joitakin sisäänrakennettuja nopeita I/O-toimintoja modulaaristen järjestelmien ohjauksyksiköinä, mikä tekee näistä osittain integroituja (7, s. 19).

Seuraavissa luvuissa esitellään tarkemmin ohjelmoitavaan logiikkaan kuuluvia moduuleita.

2.3.1 CPU-moduuli

CPU-moduuli sisältää PLC:n keskustietokoneen ja sen muistin. Tämä muisti pitää sisällään esiohjelmoitun ROM- eli lukumuistin, johon on tallennettuna PLC:n käyttöjärjestelmä, ajuriohjelmisto, sovellusohjelmisto sekä keskusmuisti (RAM), johon käyttäjän tekemät ohjelmat ja näiden työmuisti tallennetaan. Ohjelmoitaville logiikoille on myös saatavilla erityyppisiä tallentavia muisteja, joihin käyttäjän tekemät ohjelmat ja tiedot voidaan tallentaa tilanteita varten, jossa PLC:n virta katkeaa joko odottamattomasti esim. oikosulun takia tai suunnitellusti esim. huoltotoimenpiteen takia. Tällöin PLC:tä ei tarvitse uudelleenohjelmoida joka kerta, kun se uudelleen käynnistetään. Tästä syystä näppäimistön ja näytön kaltaiset oheislaitteet eivät kuulu jokaisen PLC:n vakio-osiin. (7, s. 20.)

2.3.2 Keskuskehikko ja väylä

Jokaisen ohjelman skannausjakson aikana CPU-moduuli lukee ja kirjoittaa dataa I/O-moduuleilta. CPU-moduuli on liitetty jokaiseen yksittäiseen I/O-moduuliin rinnakkaisväylän kautta. Joissakin modulaarisissa järjestelmissä väylä sijaitsee keskuskehikon takapaneelikortissa, jolloin kaikki PLC-moduulit kytetään keskuskehikon paikkoihin. Toinen yleinen tapa on kytkeä I/O-moduulit CPU-moduulin kylkeen rinnakkain, jolloin väylän johtimet yhdistyvät I/O-moduulien kautta.

Väylän tehtävänä on siis toimia tiedonsiirtovälineenä CPU-moduulin ja I/O-moduulien välillä. Keskuskehikko on puolestaan tila, yleensä kaappi, joka pitää sisällään väylän (7, s. 22).

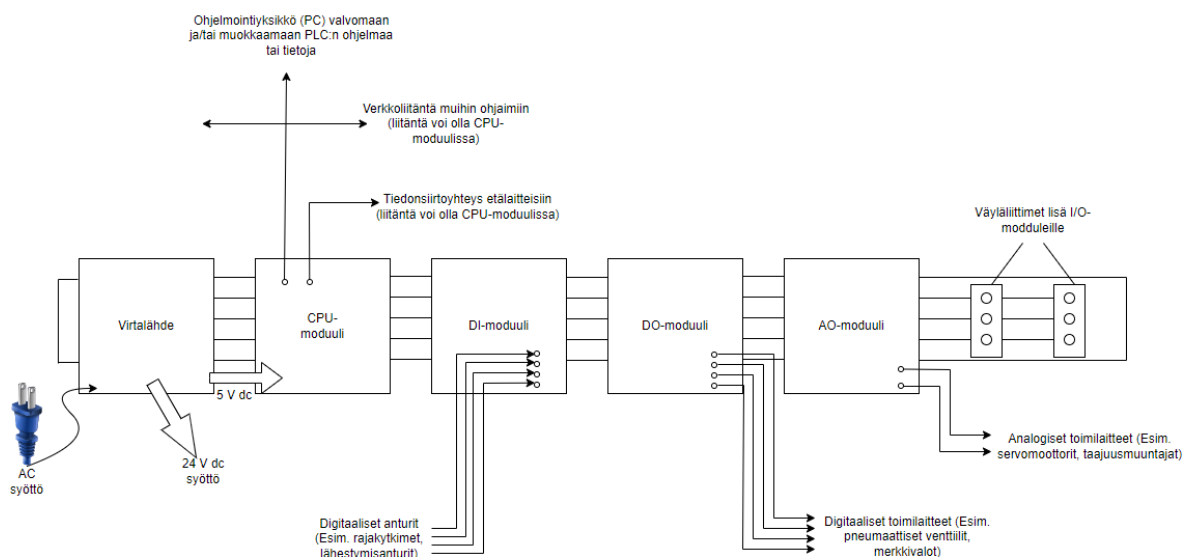
2.3.3 Virtalähde

Virtalähteen tehtävänä on muuntaa saatavilla oleva verkkovirta CPU- ja I/O-moduulien vaatimalle tasolle. Suomessa saatava verkkojännite on 230 V:n 50 Hz vaihtojännitettä. Markkinoilla on saatavana virtalähteitä myös muille tulojännitetasoille, esimerkiksi 24 V:n tasajännitteelle. Jotta voidaan antaa tulojännite CPU-moduulille virtalähteen kautta, virtalähde joko voidaan kytkeä keskuskehikossa sijaitsevaan väylään CPU-moduulin viereen tai johdottaa CPU-moduuliin hyppylankojen avulla suoraan tai riviliittimen kautta. Jotkin virtalähteet sisältävät myös tehonmuunnospieirit, joilla tuotetaan 24 V tasajännitettä ruuviliittimien kautta virtalähteessä. Tällaisten virtalähteiden teho riittää vain muutamien I/O-moduuleihin liitettyjen antureiden tai toimilaitteiden käyttöön. Suuremmat ohjausjärjestelmät, joissa antureita ja toimilaitteita on liitettyä enemmän, vaativat lisävirtalähteiden käyttöä. (7, s. 22.)

2.3.4 I/O-moduulit

I/O-moduulit eli tulo/lähtömoduulit mahdollistavat PLC:n yhdistämisen antureihin ja toimilaitteisiin. I/O-moduulit eristävät PLC:n sisäiset pienjännite- ja piensähkösignaalit suurempitehoisista sähköpiireistä, joihin tyypillisimmät anturit ja toimilaitteet on kytketty. I/O-moduulit valitaan automaatiojärjestelmässä käytettävien antureiden ja toimilaitteiden mukaan, ja niitä voi liittää useita saman- tai erityyppisiä PLC:n väyliin. Laittevalmistajilta saatavat I/O-moduulit toimivat tyypillisesti vain saman laittevalmistajan CPU-moduulin kanssa, jolloin vältytään yhteensopivuusongelmilta. (7, s. 23–24.) Tyypillisesti I/O-moduulit voidaan jakaa kahteen kategoriaan, jotka ovat:

- Digitaaliset I/O-moduulit**, joilla yhdistetään PLC binääritiedolla toimiviin antureihin ja toimilaitteisiin. Tällaisia antureita (DI, digitaalitulo) ja toimilaitteita (DO, digitaalilähtö) voivat olla esimerkiksi liiketunnistimet (liikettä havaittu / ei havaittu) tai 0-1-kytkimellä ohjattava moottori (moottori päälle / moottori pois päältä). Tavallisesti jokaiseen digitaaliseen I/O-moduuliin liitetään useampi digitaalinen anturi tai toimilaite, joilla on samantyyppiset sähköiset ominaisuudet.
- Analogiset I/O-moduulit**, joilla yhdistetään PLC antureihin (AI, analogitulo), jotka toimittavat PLC:lle tietoa virta- ja jänniteviestien avulla, jotka vastaavat anturin mittaamaa arvoa tai toimilaitteisiin (AO, analogilähtö), joiden tehoa voidaan säätää analogilähdöstä saatavan virta- tai jänniteviestin avulla. Yksittäiseen analogiseen I/O-moduuliin on tyypillisesti liitetty vähemmän analogisia antureita tai toimilaitteita, joilla on samantyyppiset sähköiset ominaisuudet, kuin digitaalisissa I/O-moduuleissa (7, s. 24).



Kuva 1. Vuokaavio PLC:stä automaatiojärjestelmässä

3 HÄLYTYSJÄRJESTELMÄT AUTOMAATIOSSA

Automaatiotekniikassa hälytysjärjestelmän tehtävänä on ilmoittaa automaatiojärjestelmästä vastaaville operaattoreille prosessissa tapahtuneista epänormaaleista muutoksista tai häiriöistä. Operaattoreiden huomion kiinnittämiseen hälytyksiin voidaan käyttää esimerkiksi merkkivaloja, summereita tai hälytysnäyttöjä. Hälytysten tulostaminen näytölle, kuittaus ja poisto kuuluvat hälytysjärjestelmien tyypillisiin toimintoihin. (8, s. 2.)

Hälytysten avulla pidetään huolta siitä, että automaatiojärjestelmän toiminnot pysyvät haluttujen raja-arvojen sisällä ja ilmoitetaan raja-arvoista poikkeavista tilanteista. Kun prosessimuuttuja siirtyy sille asetetun raja-arvon ulkopuolelle, niin siitä annetaan hälytys ja useampi hälytys annetaan tilanteissa, joissa prosessi siirtyy suunnittelemattomasti useamman muuttujan raja-arvojen ulkopuolelle. Prosessi on tällaisissa tapauksissa potentiaalisesti vaarassa turvallisuusparametrien ja tuotannollisten tavoitteiden osalta. Hälytyksillä ilmaistaan näissä tilanteissa poikkeaman tai häiriön kohde, sekä paikallistetaan se. Näin voidaan välttyä häiriön tai vaaratilanteen syntymiseltä, eteneemiseltä tai prosessin toiminnan muutokselta. (8, s. 9.)

Hälytyksillä voidaan ilmoittaa automaatiojärjestelmästä vastaaville operaattoreille esimerkiksi järjestelmässä tapahtuvista

- häiriöistä
- analogia- tai digitaaliviestin muutoksista
- toimimattomista tai hajonneista toimilaitteista
- viallisista tai hajonneista antureista
- ohjausjärjestelmän toimimattomuudesta.

Hälytyksillä voidaan ilmoittaa edellä listattujen asioiden lisäksi myös erilaisia tilanteita ja tapahtumia. Tällaisia ovat mm. järjestelmän normaalitilaan siirtymiset ja toivotut tapahtumat, kuten toimilaitteiden käynnistymiset, venttiileiden avautumiset ja sulkeutumiset tai lukitusten päällä olo. Tällöin hälytyksistä käytetään termiä ilmoitus. Hälytyksistä voidaan käyttää myös termiä varoitus silloin, kun ne tapahtuvat ennen ei-toivottuja tapahtumia, kuvaavat epäonnistumisia kuten venttiili ei sulkeutunut tai tietyn suureen ylärajahälytystä edeltävä ylärajavaroitus. (8, s. 9–10.)

Hälytysten kuuluu näkyä muun prosessitiedon yhteydessä, koska näin operaattori pystyy hyödyntämään hälytystietoa mahdollisimman tehokkaasti. Hälytysten ilmenemisestä voidaan ilmoittaa operaattoreille monella eri tavalla viestin perillemenon varmistamiseksi. Käytettävissä olevia hälytyslaitteita ovat mm. hälytyssummerit, merkkivalot sekä hälytysnäyttö monitorilla tai paikallispaneelilla. (8, s. 11.) Nykypäivänä hälytysviestit voidaan saada perille myös ei-paikallisilla menetelmillä, kuten SMS- ja sähköpostiviesteillä, mikäli järjestelmästä vastaavat operaattorit eivät ole järjestelmän lähellä hälytysten syntyessä.

Hälytysten kuittaus operaattoreilta on toimenpide, jolla passivoidaan hälytyksen ääniefekti tai valoindikointi, joka on yleensä vilkkuminen. Kuittamistoiminnolla varmistetaan, että operaattori on havainnut hälytyksen. (8, s. 14.) Paikallisten hälytysten kuittaminen tapahtuu tyypillisesti painamalla kuittamiselle määritettyä kuittauspainiketta, joka sijaitsee paikallispaneelissa käyttöliittymässä. SMS- ja sähköpostihälytykset puolestaan voidaan kuitata lähettämällä järjestelmälle takaisin tietyllä formaatilla oleva teksti- tai sähköpostiviesti, jolloin järjestelmä osaa käsitellä operaattorilta saadun viestin ja merkitä hälytyksen kuitatuksi. Operaattoreilta lähetettävän kuittausviestin formaatti voi poiketa paljonkin eri SMS- ja sähköpostihälytysjärjestelmien välillä.

Pelkkä hälytysten kuittaminen ei kuitenkaan poista hälytyksiä hälytysjärjestelmästä, vaan hälytykset pysyvät hälytysjärjestelmän lokitiedoissa näkyvillä, kunnes hälytysten aiheuttajat ovat palautuneet normaalitilaan, jonka jälkeen hälytykset joko poistuvat automaattisesti tai operaattorit voivat poistaa ne manuaalisesti.

4 SIEMENS TIA PORTAL

TIA Portal on Siemensin kehittämä ohjelmisto- ja työkalupaketti, jossa on yhdistetty ja uudistettu useita aiemmin olemassa olevia ohjelmistoja, kuten Simatic Step 7, Simatic WinCC ja Sinamics Starter. Näitä ympäristöjä käytetään Siemensin ohjelmoitavien logiikoiden, HMI-paneelien ja taa-juusmuuttajien ohjelmointiin, kehittämiseen ja konfigurointiin.

Simatic Step 7-ohjelmaa käytetään Siemensin ohjelmoitavien logiikoiden ohjelmointiin, Simatic WinCC soveltuu Siemens automaatiojärjestelmien käyttöliittymien suunnittelemiseen ja luomiseen ja Sinamics Starter -ohjelmistoa käytetään ohjainten ja servokäyttöjen konfigurointiin, parametrien asettamiseen ja ohjauksen kehittämiseen. (9.) Tässä luvussa käydään läpi tämän opinnäytetyön kannalta keskeisimpiä asioita TIA Portalista.

4.1 Näkymät

Ennen projektin luomista on hyvä tutustua TIA Portal -ohjelmistoympäristön näkymiin. TIA Portalia voidaan käyttää ja tarkastella kahdessa eri tilassa, jotka ovat seuraavat:

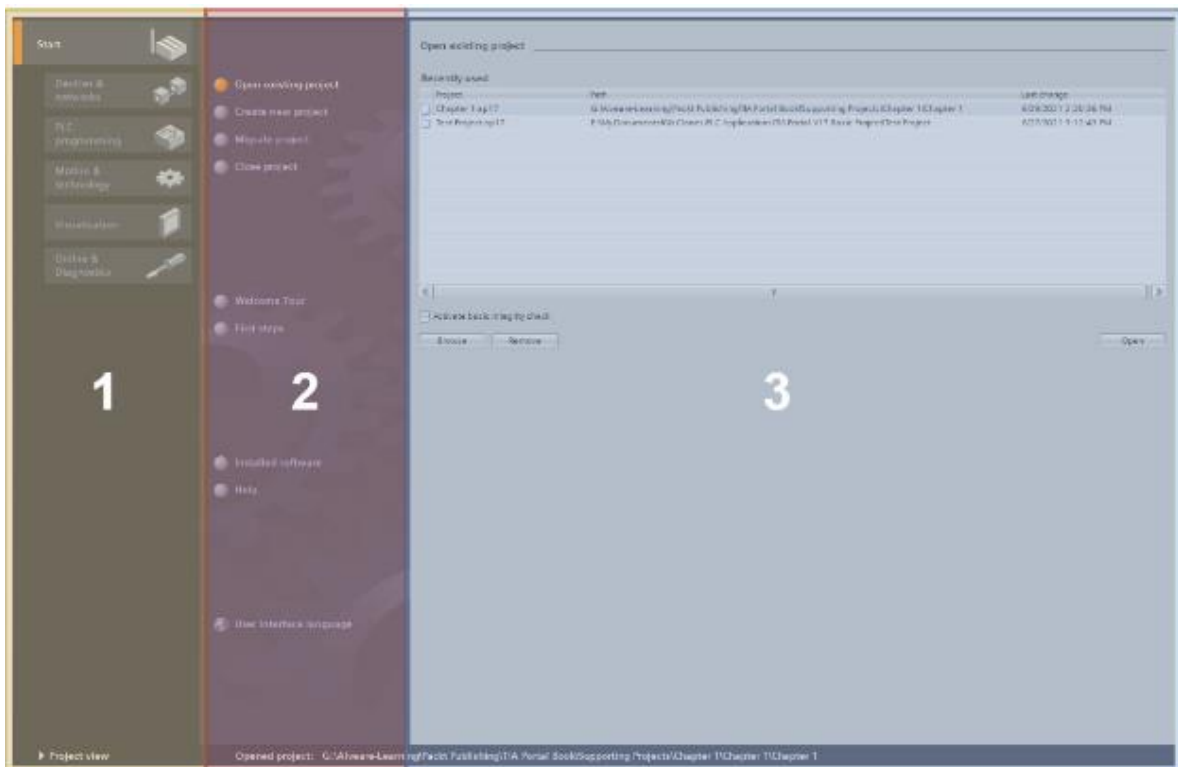
1. Portaalinäkymä (Portal View)

- mahdollistaa nopean laitteiston valinnan
- helppo navigoida kaikissa kehitysalueissa
- helppo pääsy diagnostiikka- ja verkkotyökaluihin

2. Projektinäkymä (Project View)

- perinteisempi lohko- ja koodinäkymä
- tarvitaan ohjelmoitavien logiikoiden (PLC) ohjelmointiin
- tarvitaan pääsyyn kehittyneempiin asetusten valintoihin.

Portaalinäkymä (kuva 2) on paljon yksinkertaisempi kuin projektinäkymä. Tämä näkymä on tarkoitettu korkeamman tason tehtäviin, kuten laitteiden lisäämiseen.

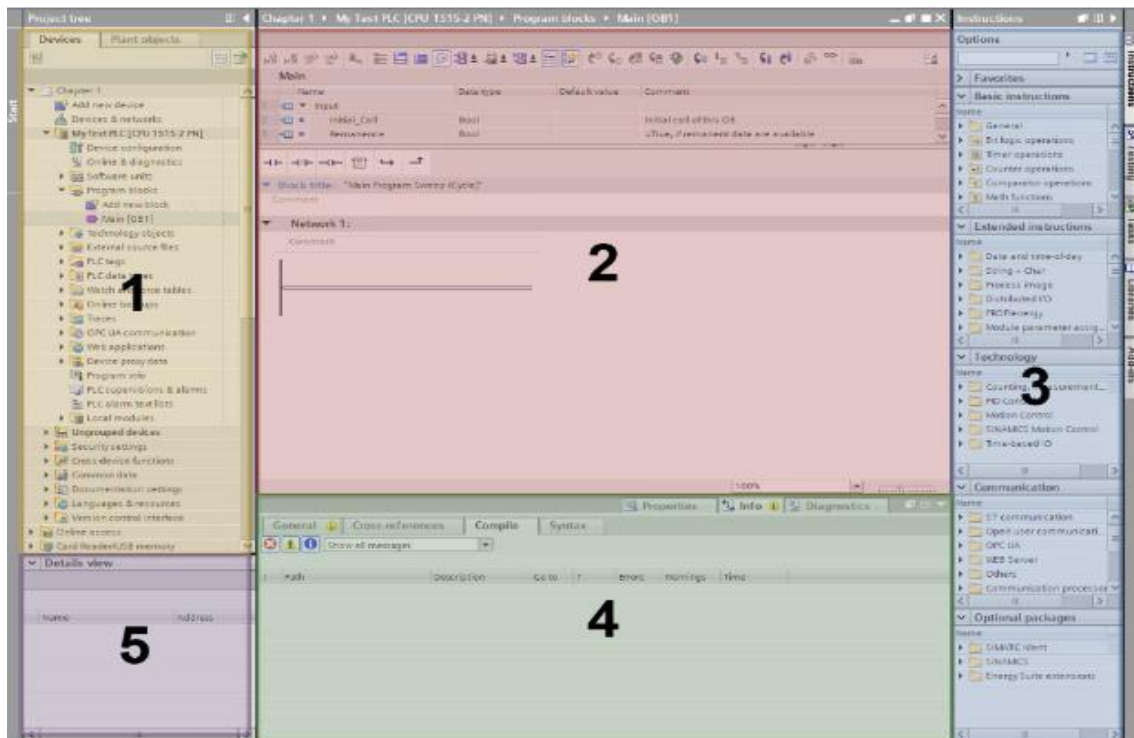


Kuva 2. (10.) TIA Portalin portaalinäkymä

Kuvassa 2 on numeroituna portaalinäkymän pääalueet, jotka ovat seuraavat:

1. **Päävalikko:** Tämä sisältää TIA Portalin korkeimman tason alueet. Lähes kaikki kehitystyön osa-alueet kuuluvat johonkin näistä kategoriosta.
2. **Alavalikko:** Täällä voidaan selata tarkemmin päävalikossa valitun kategorian toimintoja. Päävalikossa valittu kategoria muuttaa alavalikon sisältämät valinnat.
3. **Toiminta-alue:** Tällä alueella tapahtuu vuorovaikutus valittujen prosessien kanssa, kuten uuden projektin luominen tai PLC-ohjelmointilohkojen selaaminen.

Projektinäkö (kuva 3) on hieman sekalaisempi kuin portaalinäkö. Se ei ole yhtä yksinkertainen, ja valikot sekä näkymässä liikkuminen voivat muuttua sen mukaan, mikä projektin osa on tarkastelussa. (10, luku 1.1.)



Kuva 3. (10.) TIA Portalin projektinäkömä

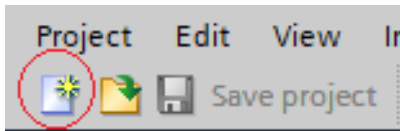
Kuvassa 3 on numeroituna projektinäkömän viisi keskeisintä aluetta, jotka ovat seuraavat:

- 1. Projektipuut:** Tässä ikkunassa voidaan navigoida laitteiden ja niihin liittyvien asioiden, kuten ohjelmien välillä. Tässä ikkunassa projektiin voi myös lisätä laitteita ja ohjelmia.
- 2. Päätoimita-alue:** Tämä on tarkoitettu TIA Portalissa suoritettaville tehtäville, kuten PLC-ohjelmoinnille ja verkkokonfigurointien tekemiselle.
- 3. Tukityökalut:** Tämä ikkuna sisältää useita välilehtiä, jotka sisältävät erilaisia työkaluja suoritettavan toiminnan mukaan. Ikkunassa näkyvät välilehdet vaihtuvat käynnissä olevan toiminnon mukaan.
- 4. Ominaisuudet, Info ja Diagnostiikka:** Tämä ikkuna muuttuu usein ja sisältää useamman välilehden, joissa kaikissa on tietoa eri kategorioissa. Suunnittelu- ja kehitystyön aikana tämä ikkuna näyttää tietoa esimerkiksi ohjelmoidun ohjelman kääntämisestä tai ominaisuudet, joilla voi määritellä erilaisia objekteja.
- 5. Yksityiskohtanäkymä:** Tässä ikkunassa on listattuna projektipuussa valitun objektin aliobjektit. Tämä ikkuna on myös kätevä tapa tutkia muuttujia datalohkossa tai tagi- eli tunnistelilistassa ilman, että niitä täytyy avata erikseen.

Projektinäkömää on TIA Portalin näkymistä se, jota ohjelmoijat käyttävät enemmän. Vaikka portaalinäkömässä on puolensa yksinkertaisuutensa takia, niin projektinäkömää on pakollinen ja tarjoaa lähes kaikki samat toiminnot kuin portaalinäkömäkin tarjoaa. (10, luku 1.1.)

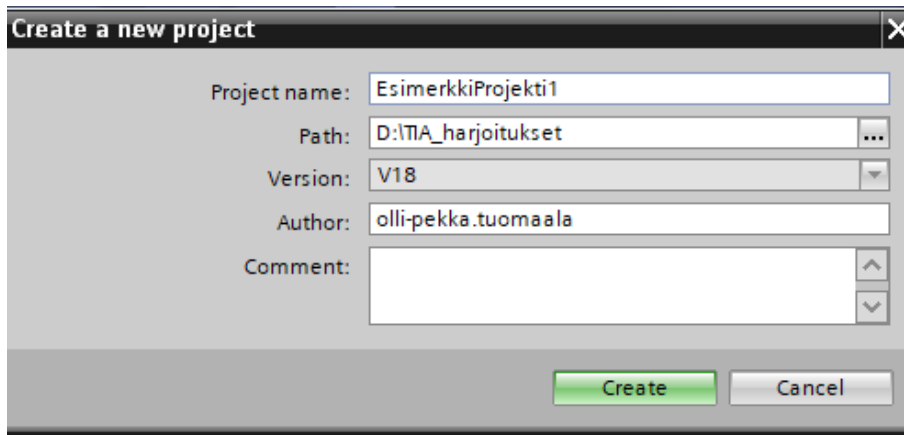
4.2 Projektin luominen

Projektinäkömässä TIA Portal olettaa, että projekti on jo käytettävissä, jotta mitään projektiin liittyvää voidaan näyttää. Mikäli projektia ei ole käytettävissä, niin voidaan sellainen luoda painamalla "New Project" -painiketta projektinäkömän ylälaudassa olevassa työkalupalkissa, joka on ympyröitynä kuvassa 4.



Kuva 4. "New Project" -painike TIA Portalin työkalupalkissa

Kun "New Project" -painiketta on painettu, avautuu seuraavanlainen ikkuna (kuva 5).

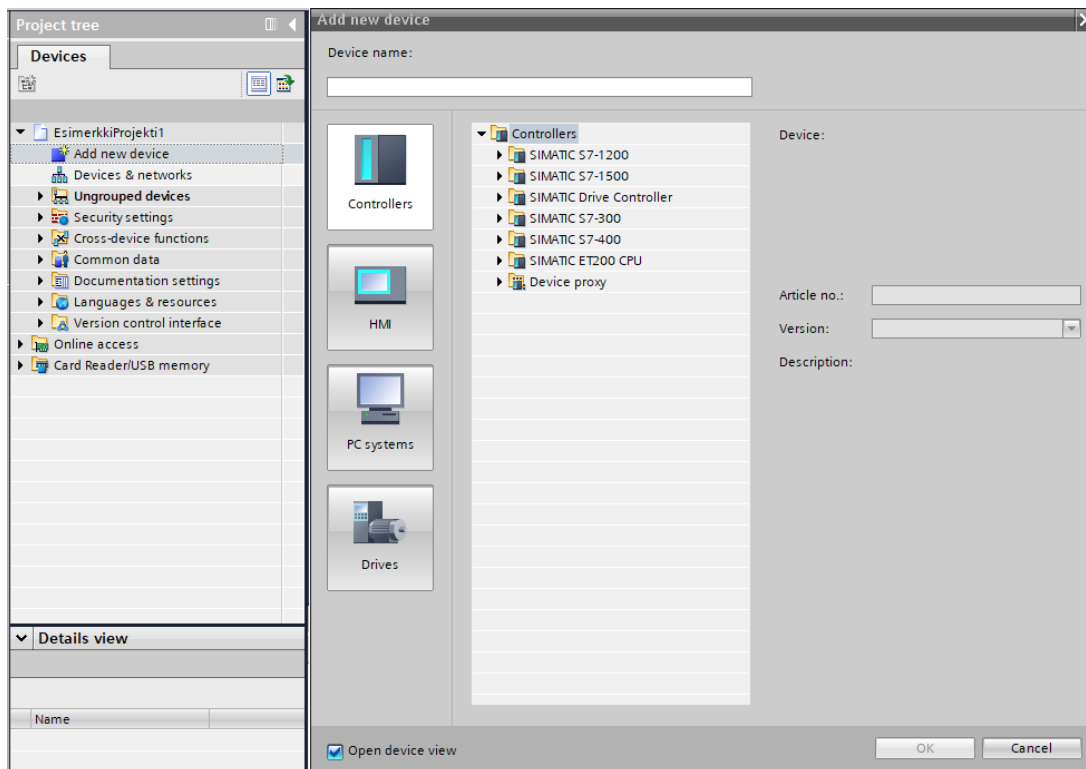


Kuva 5. Uuden projektin luonti-ikkuna

Avautuvasta ikkunasta voidaan valita projektin nimi, tallennuspaikka ja kirjoittaja sekä kirjoittaa kommentteja projektista (10, luku 1.2.).

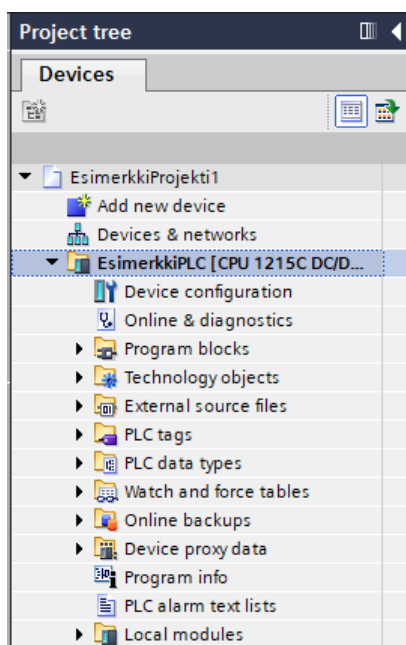
4.3 Laitteen lisääminen projektiin

Projektinäkömässä laitteen, kuten PLCn lisääminen projektiin tapahtuu klikkaamalla projektipuusta ylintä vaihtoehtoa "Add new device", joka avaa laitekatalogin (kuva 6).



Kuva 6. TIA Portalin projektipuuvä vvasemmalla ja laitekatalogi oikealla

Kun haluttu laite, esim. PLC, on valittu ja nimetty, niin painamalla laitekatalogin alaosassa olevaa "OK"-näppäintä laite ilmestyy projektipuuhun (kuva 7).

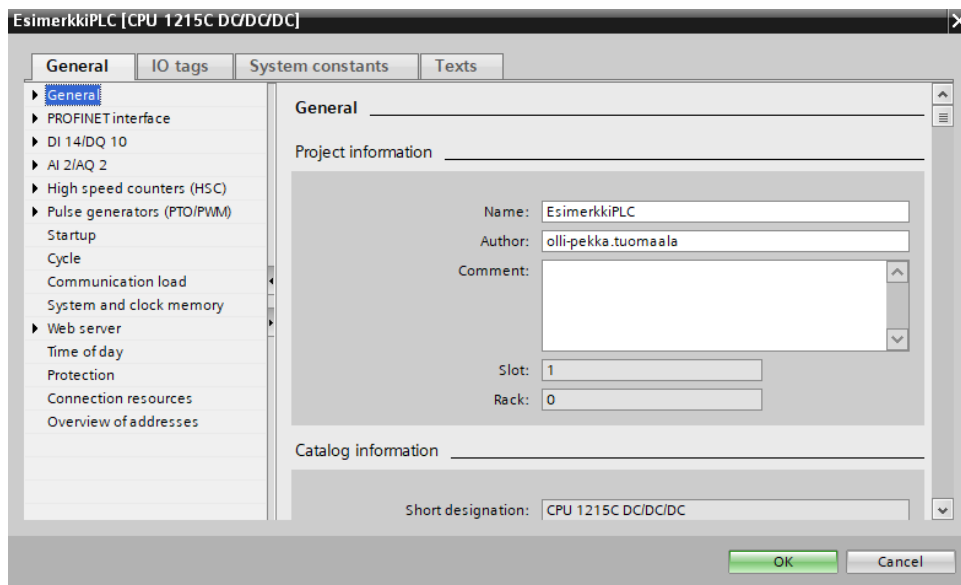


Kuva 7. Projektipuuvä, johon on lisätty uusi PLC laajennetuussa näkymässä

Mikäli uusi laite avataan laajennetuussa näkymässä, niin avautuu pudotusvalikko, jossa kaikki laitteeseen liittyvät aliohjektit näkyvät. (10, luku 1.2.)

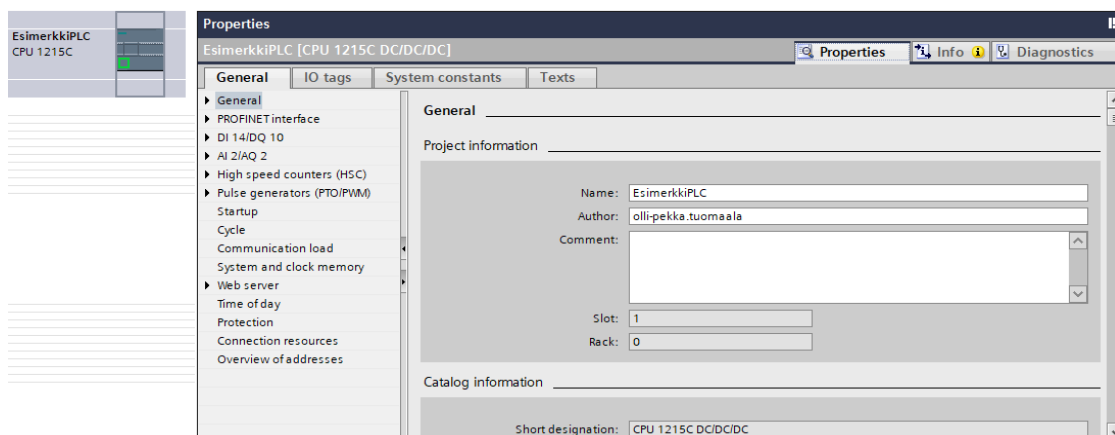
4.4 Laitteiden konfigurointi

Jokainen laite, joka lisätään TIA Portalin, vaatii jonkinlaista perustason konfigurointia, kuten IP-osoitteen määrittämistä tai laajennusmoduulien lisäämistä. Laitekonfiguraatioon pääsee painamalla projektipuussa oikealla hiirinäppäimellä konfiguroitavaa laitetta ja valitsemalla avautuvasta pudotusvalikosta vaihtoehdon ”Properties”, joka avaa konfigurointi-ikkunan (kuva 8).



Kuva 8. PLC:n konfigurointi-ikkuna TIA Portalissa

Konfigurointiasetuksiin pääsee myös valitsemalla projektipuusta vaihtoehdon ”Devices & networks”, tämä avaa ikkunan, jossa näkyy kaikki projektiin määritetyt laitteet ja niiden väliset yhteydet. Valitsemalla halutun laitteen tästä ikkunasta, konfigurointiasetukset avautuvat Ominaisuudet, Info ja Diagnostiikka -ikkunaan (kuva 9). (10, luku 1.2.)



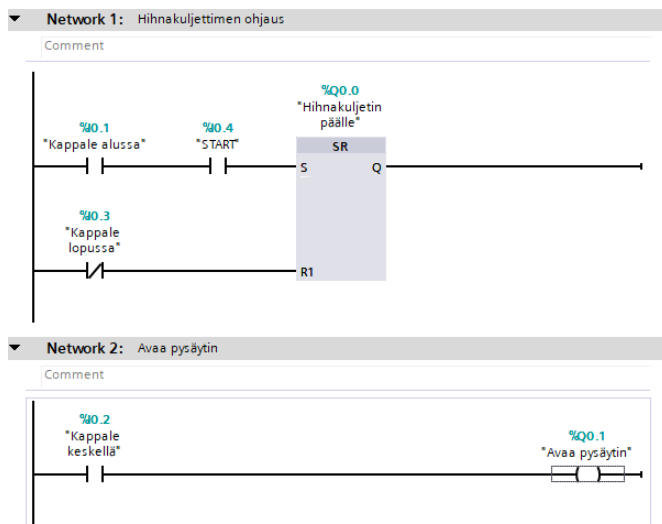
Kuva 9. Konfigurointiasetukset avattuna ”Devices & networks” -ikkunassa

4.5 PLC ohjelmointi ja ohjelmointikieliet

Ohjelmoitavia logiikoita pystyy ohjelmoimaan useilla eri kielillä, ja logiikoiden valmistajilla on hie-
man toisistaan poikkeavia versioita näistä kielistä. Kun Siemensin logiikoita ohjelmoidaan TIA Por-
talissa, on valittavissa useita eri kieliä. (10, luku 4.1.) Seuraavissa luvuissa esitellään tarkemmin
yleisimmät TIA Portalissa käytettävät ohjelmointikieliet.

4.5.1 Tikapuulogiikka (Ladder Logic, LAD)

Tikapuulogiikka (kuva 10) on graafinen ohjelmointikieli, joka perustuu sähköisiin symboleihin, kuten
keloihin ja koskettimiin sekä käskylohkoihin.



KUVA 10. Hihnakuljettimen ohjausohjelma ohjelmoituna tikapuulogiikalla

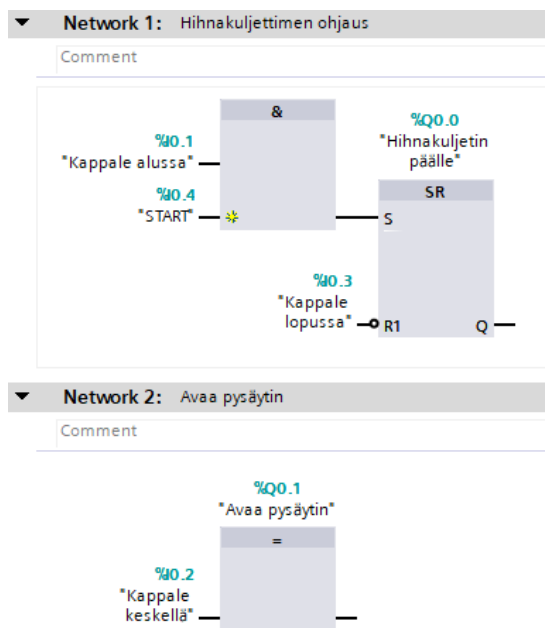
Käytettävissä on useita erityyppisiä kosketin- ja kela-symboleja. Koskettimet lukevat dataa ja kelat kirjoittavat dataa. Näiden toimintatapa on riippuvainen siitä, miten niihin liitetty data käyttäytyy.

Tikapuulogiikka on käytetyin ohjelmoitavien logiikoiden ohjelmointikieli. Sitä suositetaan siksi, koska tikapuuhjelman lukeminen muistuttaa sähköpiirrosten lukemista. Ajatus koskettimien avautumisesta tai sulkeutumisesta, jotta logiikka saadaan kulkemaan keloille lähtöjen aktivoimista varten, on hyvin samanlaista kuin relekeskusten johdotus.

Tikapuulogiikka on yksi helpoiten opittavista ohjelmointikielistä ja mahdollisesti parhaiten dokumentoitu. Se soveltuu parhaiten Boolean logiikkaan, mutta sillä voidaan myös ohjelmoida kokonaisia järjestelmiä, koska yhdellä kielellä ohjelmointi helpottaa ylläpitoa. (10, luku 4.1.)

4.5.2 Lohkokaavio (Function Block Diagram, FBD)

TIA Portal -kehitysympäristössä lohkokaaviot sivutetaan usein tikapuulogiikan suosimisen takia. Se on hyvin samantyyppinen kieli kuin tikapuulogiikka, koska ohjelman toiminnot on jaettu verkkoihin ja siinä on samanlainen vasemmalta oikealle kulkeva ohjelman suoritusjärjestys kuin tikapuulogiikassakin. Toisin kuin tikapuulogiikassa, jossa on kosketin- ja kelasymboleja, lohkokaavio-ohjelmat koostuvat lohkoista, joissa lohkon edustama toiminto ilmoitetaan lohkon yläosassa. (10, luku 4.1.) Kuvassa 11 on ohjelmoituna kuvan 10 ohjelma lohkokaaviolla.



KUVA 11. Hihnakuuljettimen ohjausohjelma ohjelmoituna lohkokaavioilla

Vaikka lohkokaavio-ohjelmointi on graafinen niin kuin tikapuulogiikkakin, sen ulkoasu on hyvin erilainen. Kukin lohko kuvaa toimintoa ja toimii samoin kuin ohjelmalohko, jossa vasemmalla on tulot ja oikealla lähdöt. Käskyjä käytetään arvojen asettamiseen, kun taas AND- ja OR-lohkoja käytetään signaalin tilan määrittämiseen. (10, luku 4.1.)

4.5.3 Structured Control Language (SCL)

SCL (kuva 12) on monipuolinen tekstipohjainen ohjelmointikieli. SCL vaatii myös enemmän opetusta, koska se sisältää laajemman käskykannan ja syntakseja, jotka pitää hallita.

```

1 // Silmukassa lasketaan kokonaislukujoukon parilliset arvot yhteen, mikäli parillisen luvun arvo on alle 100
2 FOR #i := 1 TO 10 DO
3     IF (#Taulukko[#i] MOD 2 = 0) AND (#Taulukko[#i] < 100) THEN
4         #parillistenSumma := #parillistenSumma + #Taulukko[#i];
5     END_IF;
6 END_FOR;
7
8 //Tallenna parillisten lukujen summa muistiin
9 #MW0 := #parillistenSumma;

```

KUVA 12. TIA Portalin SCL-kielillä toteutettu laskuohjelma

SCL:ssä hyödynnetään laajasti käskyjä, joita ei ole saatavilla muissa kielissä, kuten IF-lause tai FOR-silmukka. Nämä lisäkäskyt mahdollistavat monimutkaisen tai toistuvan logiikan toteuttamisen paljon helpommin kuin esimerkiksi lohkokaavio- tai tikapuuohjelmoinnilla.

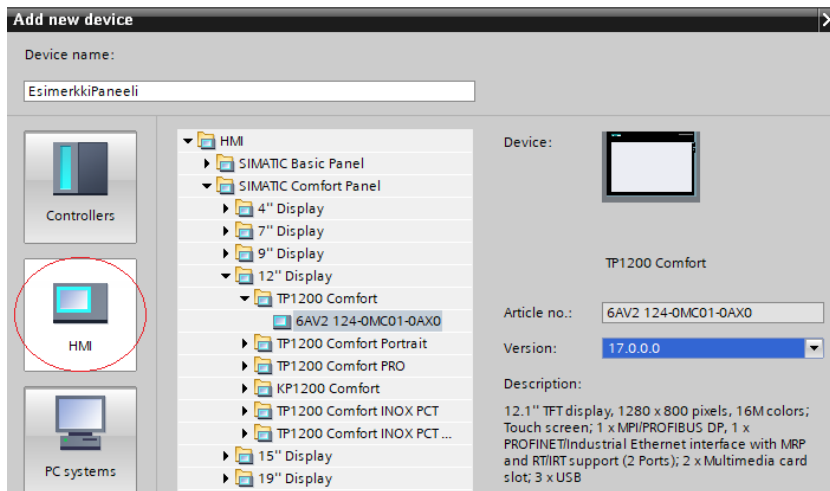
SCL sopii parhaiten pieniin toimintoihin, joissa käsitellään matemaattisia laskuja tai itseään toistavaa logiikkaa, mutta yleensä sitä voi käyttää melkein kaikkeen. SCL:n suosio johtuu myös sen modulaarisuudesta. SCL-kielillä kirjoitettu ohjelma on helppo siirtää ohjelmointiympäristöstä toiseen, koska se on pelkkää tekstiä. (10, luku 4.1.)

4.6 HMI kehitysympäristö

Tässä luvussa käydään läpi TIA Portalin visualisointipuolta, eli käyttöliittymän (HMI) luomista ja miten tietoa voidaan siirtää HMI:n ja siihen liittyvän PLC:n välillä. HMI:t ovat tärkeä osa projektin kokonaisuutta, koska niiden avulla ihmiset voivat olla vuorovaikutuksessa automaatiojärjestelmän kanssa. (10, luku 9.1.)

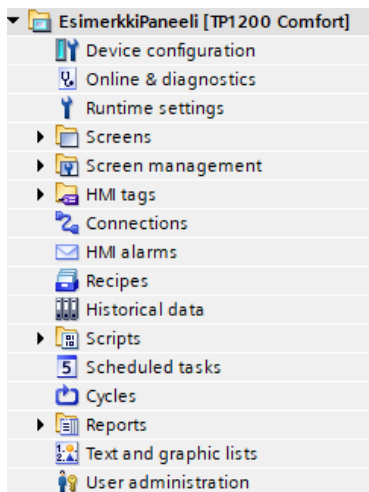
4.6.1 HMI-paneelin lisääminen

Käyttöliittymän kehittäminen aloitetaan lisäämällä projektiin HMI-paneeli. HMI-paneeli lisätään PLC:n tavoin projektipuun ”Add new device” -valinnasta ja valitaan avautuvan laitekatalogin (kuva 13) vasemmalta puolelta ”HMI”, jonka jälkeen valitaan paneelin tyyppi, näytön koko ja versio. Paneelin version valitsemisessa tulee huomioida, että version tulee olla sama siihen liitettävän PLC:n version kanssa. Esim. mikäli käytössä on TIA Portal V17 -versiolla luotu PLC, niin valitaan paneelin versioksi V17.0.0.0.



KUVA 13. TIA Portalin laitekatalogin HMI-paneelien valintaikkuna

Kun sopiva paneeli on valittu projektiin, se ilmestyy projektipuhun ja sitä painamalla avautuu paneeliin liittyvät aliohjeet (kuva 14).



KUVA 14. HMI-paneelin aliohjeet

Näistä aliohjeista tärkeimpiä ovat:

- **Screens:** Täällä luodaan käyttöliittymän visuaaliset elementit, jotka loppupään käyttäjä näkee HMI-paneelin kautta.
- **HMI tags:** Nämä toimivat rajapintana PLC:lle, jotta dataa voidaan kirjoittaa ja lukea HMI:n ja PLC:n välillä.
- **Connections:** Nämä ovat yhteysasetuksia, joissa määritellään esim. laitteen IP-osoitteet ja muut protokollat, jotka mahdollistavat HMI:n yhteyden muihin projektin laitteisiin.

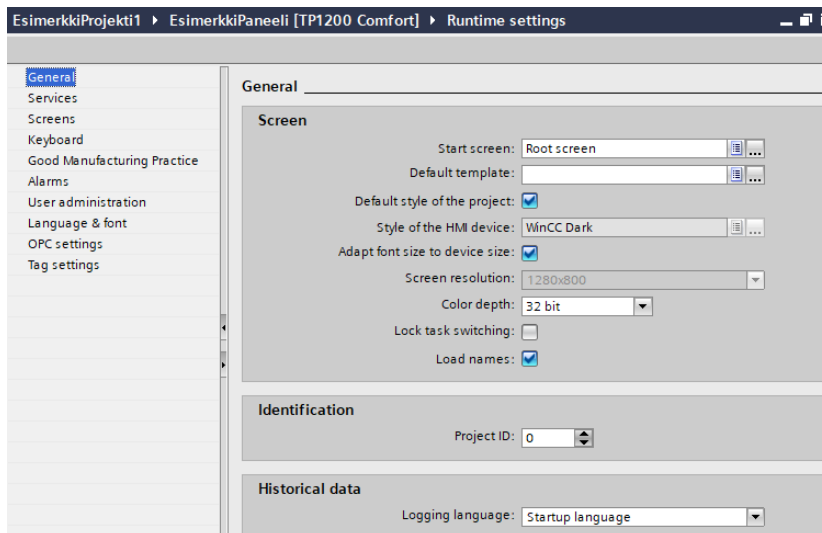
- **Runtime settings:** Ajonaikaiset asetukset antavat ohjelmoijalle mahdollisuuden määrittää käyttöliittymän toiminnan ja käyttökokemuksen, kun projekti on ladattu laitteistolle ja projektin ajo on aktiivinen.

Näiden aliohjainten kokonaisuutta käytetään HMI:n konfigurointiin. (10, luku 9.2.)

4.6.2 HMI-kehitysympäristön yleiskatsaus

HMI muodostuu useammasta eri osa-alueesta, joten sen keskeiset piirteet sekä työkalut, joita sen suunnitteluun ja rakentamiseen on Tia Portalissa tarjolla, on hyvä ymmärtää.

Ajonaikaisissa asetuksissa (Runtime settings) (kuva 15) konfiguroidaan, miten HMI käyttäytyy, kun se on ladattu laitteistoon (10, luku 9.3).



KUVA 15. HMI:n ajonaikaiset asetusten yleisasetukset TIA Portalissa

Ajonaikaisissa asetuksissa voidaan määrittää esimerkiksi käyttöliittymän aloitusnäyttö, oletusmalli, HMI-laitteen tyyli ja muita yleistä yleisasetuksissa (General).

Ajonaikaiset asetukset sisältävät myös muita hyödyllisiä osioita, jotka ovat listattuna vasemmalla asetusikkunassa. Tässä esitellään muutama näistä tarkemmin:

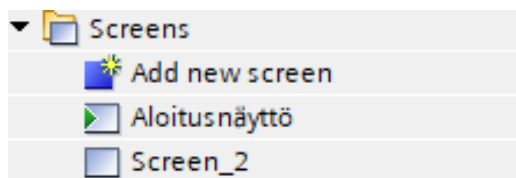
- **Hälytykset (Alarms):** Täällä voidaan muokata hälytysten vakiotekstejä ja muita hälytyksiin liittyviä asetuksia.

- **Kieli & fontti (Language & font):** Täällä voidaan määrittellä projektin ajonaikaiset kielet. Kielet kuitenkin määrittellään Kieli ja resurssit (Languages & resources) -objektissa projektituossa ja ovat koko projektin laajuisia.
- **Tallennusjärjestelmä (Storage system):** Täällä voidaan määrittää, minne tiedot tallennetaan esim. USB-muistitikulle tai SD-muistikortille ja mitä tallennusvälinettä käytetään projektin tunnisteen ja hälytysten kirjaamiseen.
- **Tagi asetukset (Tag settings):** Näillä asetuksilla määritetään, miten HMI synkronoi projektin tagit siihen liitetyn PLC:n kanssa.

Nämä asetukset jätetään tyypillisesti oletusasetuksiksi, mutta joissakin projekteissa on tarpeen muokata niitä. (10, luku 9.2.)

Näyttö (Screen) on visuaalinen alue, joka sisältää erilaisia elementtejä, jotka näkyvät loppupään käyttäjälle fyysisessä HMI-laitteessa esim. paneelissa. HMI voi koostua useasta eri näytöstä, jotka sisältävät projektin eri alueita tai osia ja niiden välillä liikkuminen vaatii navigointimenetelmiä. (10, luku 9.2.)

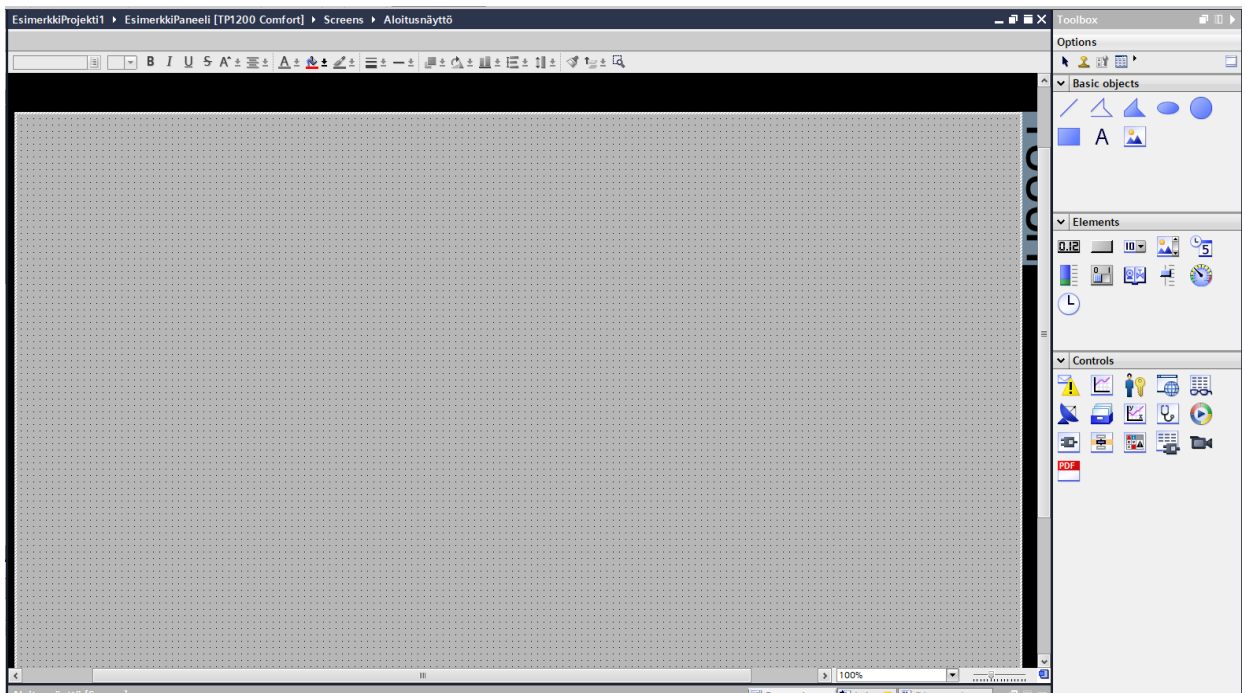
Jotta HMI voidaan käynnistää oikein TIA Portalissa, täytyy olla lisättyä vähintään yksi näyttö, joka toimii aloitusnäyttönä. Aloitusnäyttö on ensimmäinen näyttö, joka avautuu, kun HMI käynnistyy ja se on merkitty TIA Portalin projektituossa pienellä vihreällä nuolella (kuva 16).



Kuva 16. HMI-näytöt TIA Portalin projektituossa

Aloitusnäyttöä voidaan käyttää navigointiin projektin muiden näyttöjen välillä tai se voi sisältää ikkunoita, joissa näkyy muita näyttöjä. (10, luku 9.2.)

Kun haluttu näyttö avataan tuplaklikkaamalla sitä projektituossa, niin avautuu uusi ikkuna, joka sisältää näytön ja siihen liittyvät työkalut (Toolbox), jotka sijaitsevat ikkunan oikeassa laidassa (kuva 17).

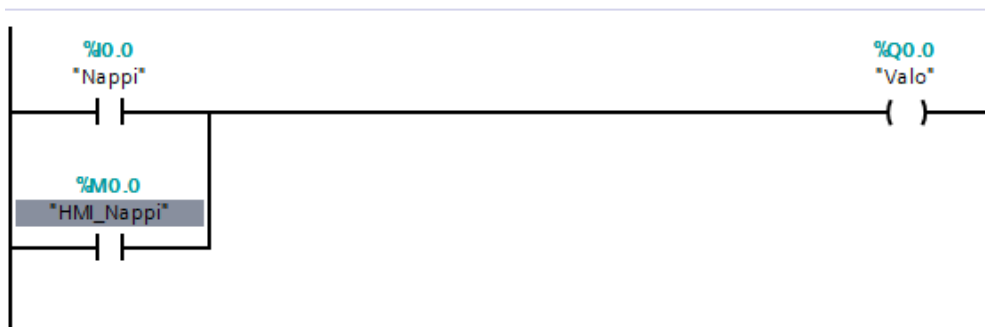


Kuva 17. Näytön kehitystyökalu TIA Portalissa

Työkalut sisältävät kaikki tarvittavat elementit, joilla voidaan rakentaa visuaalinen käyttöliittymä valitulle näytölle. Työkalut on jaettu eri kategorioihin, jotka sisältävät niin peruselementit kuin myös älykkäät komponentit ja ohjaukset sekä Siemensin omat grafiikat ja pienoisohjelmia. (10, luku 9.2.)

4.6.3 Näytön visualisointi ja ohjaus

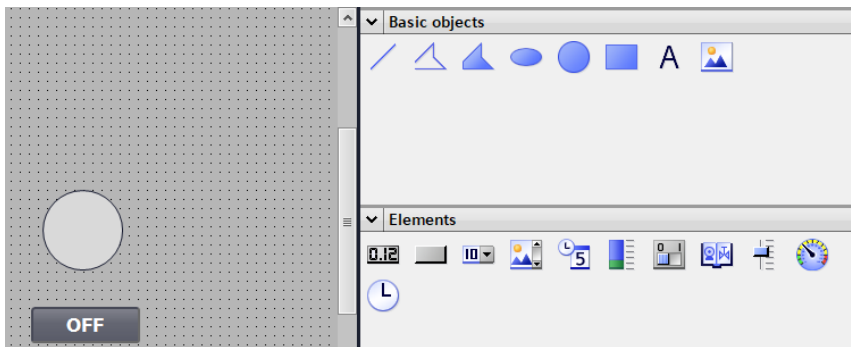
Esimerkkinä näytön visualisoinnista voidaan käyttää yksinkertaista painonapilla toimivaa lamppua. Ensimmäisenä luodaan tikapuulogiikalla ohjelma painonapin ja lampun ohjaamiselle (kuva 17).



Kuva 18. Lampun ohjausohjelma

Ohjelma toimii niin, että kun käyttäjä painaa joko fyysisestä tai HMI-paneelissa sijaitsevasta napista, niin HMI-ikkunassa sijaitseva lamppu syttyy ja napin vapautuessa lamppu sammuu.

Seuraavaksi avataan näytön kehitystyökalu ja siirretään tarvittavat elementit työkaluista näytölle (kuva 19). Halutut elementit saadaan näytölle raahaamalla ne työkaluista ja pudottamalla ne näyttöikkunaan.

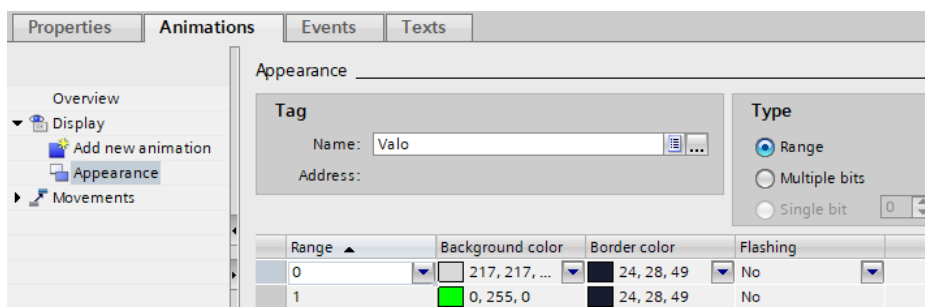


Kuva 19. Lampun ohjausohjelman näytön elementit näyttöikkunassa

Tähän ohjelmaan tarvitaan vain kaksi elementtiä: ympyrä, jota käytetään indikoimaan lampua ja painonappi, jota painettaessa lamppu syttyy ja vapauttamalla napin lamppu sammuu.

Kun elementit ovat näytöllä, täytyy niihin määritellä toiminnot ja liittää niihin liittyvät PLC-tagit. Tämä tapahtuu painamalla oikeanpuoleisella hiirinäppäimellä haluttua elementtiä ja valitsemalla vaihtoehto ”properties”, jolloin valitun elementin asetukset avautuvat ominaisuudet, info ja diagnostiikka-ikkunaan.

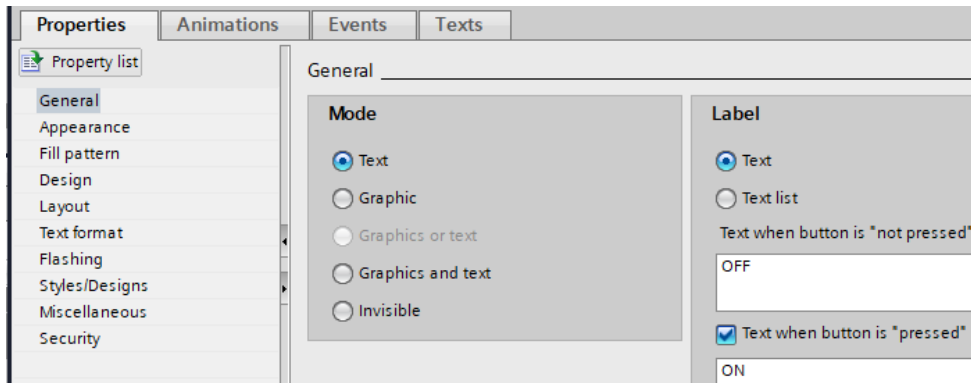
HMI-näytöllä olevalle lampulle täytyy tässä tapauksessa valita ”Animations”-välilehti, jonka vasemmalla laidalla olevasta valikosta valitaan vaihtoehto ”Display” ja ”Add new animation”. Tämä avaa uuden ponnahdusikkunan, josta valitaan vaihtoehto ”Appearance”, jonka avulla voidaan muokata elementin ulkonäköä. (Kuva 20.)



Kuva 20. Elementin ulkonäköasetukset

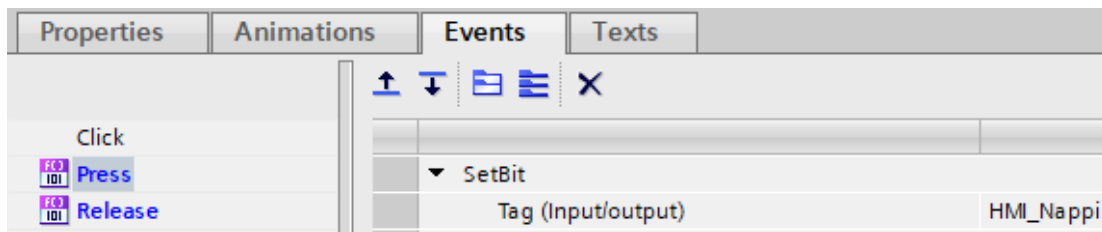
Lampun elementille liitetään ulkonäköasetuksissa PLC-tagin ”Valo”, joka kertoo lampun tilatiedosta, eli onko lamppu päällä vai ei. Mikäli lamppu ei ole päällä, niin elementti näkyy HMI-näytössä harmaana, ja lampun ollessa päällä elementti näkyy vihreänä.

Painonapin elementille voidaan määrittellä ominaisuuksista "Properties"-välilehdeltä teksti, jotka muuttuvat, kun nappia painetaan tai ei paineta (Kuva 21).



Kuva 21. Elementin "Properties"-välilehti

Lisäksi painonapille täytyy valita "Events"-välilehdeltä toiminnot, joissa määritellään mitä tapahtuu, kun nappia painetaan tai se vapautetaan (kuva 22).



Kuva 22. Painonapin "Events"-välilehti

Tässä tapauksessa halutaan, että kun nappia painetaan, muuttuu PLC-tagin "HMI_Nappi" arvoksi 1 SetBit-komennolla. Tämä tapahtuu valitsemalla välilehden vasemmalta vaihtoehto "Press" ja sen vieressä olevaan taulukkoon valitaan haluttu komento sekä PLC-tagi, johon komento vaikuttaa. Tämän jälkeen määritellään samalla tavalla vielä napin vapautumiselle toiminto "Release" välilehdellä, jossa käytetään komentoa "ResetBit", joka palauttaa PLC-tagin "HMI_Nappi" takaisin arvoon nolla, kun nappia ei enää paineta.



Kuva 23. Lampun valo-ohjaus visualisoituna HMI-näytöllä

5 HÄLYTYSJÄRJESTELMÄSOVELLUKSEN KEHITYS JA TOIMINTA

Projektin ytimenä oli luoda hälytysjärjestelmäsovellus, joka kykenee tunnistamaan automaatiojärjestelmästä päälle menneitä hälytyksiä ja lähettämään hälytystä vastaava tekstiviesti (SMS) automaatiojärjestelmästä vastaavalle operaattorille. Tekstiviestin vastaanotettuaan operaattori voi halutessaan kuitata hälytyksen lähettämällä tekstiviestin takaisin automaatiojärjestelmälle.

Hälytysjärjestelmäsovelluksen kehitys lähti käyntiin aloituspalaverilla, jonka aikana käytiin läpi mitä sovellukselta halutaan, jotta se voidaan tuottaa Ambit Oy:n asiakkaille. Palaverin päätyttyä tulitiin lopputulokseen, että hälytysjärjestelmän tulee olla modulaarinen, selkeäkäyttöinen operaattoreille ja monikielinen, jotta huomioidaan yrityksen kansainväliset asiakkaat. (2.)

Haasteellisin asia toteuttaa kyseisessä projektissa oli hälytysjärjestelmän modulaarisuus. Tämä johtuu siitä, että automaatiotekniikassa on hyvin hankalaa, ellei jopa mahdotonta, tehdä yhden laitevalmistajan ohjelmistolla ohjelmaa, joka on suoraan siirrettävissä toisen laitevalmistajan järjestelmään. Esimerkiksi Siemensin TIA Portal -ohjelmointiympäristössä tehtyä ohjelmaa ei voida suoraan siirtää vaikkapa Schneider Electricin järjestelmään. Lopulta päädyttiin ratkaisuun, että hälytysjärjestelmästä tehdään modulaarinen, mutta vain erilaisten Siemensin automaatiojärjestelmien välille, koska tämä kattaa suurimman osan Ambit Oy:n asiakaskunnasta.

5.1 Komponentit

Projektin konkreettinen osuus alkoi SMS-hälytysjärjestelmäsovelluksen fyysisten komponenttien valinnalla. Toimiakseen sovellus tarvitsee vähintään PLC:n, HMI-paneelin ja reitittimen. SMS-hälytysjärjestelmän kehitysvaiheessa edellä mainittujen komponenttien lisäksi tarvittiin myös 24 VDC virtalähdettä ja verkkokytkintä.

PLC:n tehtävänä on pyörittää varsinaista SMS-hälytysjärjestelmän ohjelmaa. Hälytysjärjestelmäsovelluksen kehittämistyöhön valittiin SIMATIC S7-1215C DC/DC/DC PLC (Kuva 24). Kyseinen PLC valittiin siksi, että Ambit Oy:lla oli juuri sopivanlainen asiakkaalle menevä VOC polttolaitoksen

ohjelma ohjelmoituna valitulle PLC:lle, jonka avulla projektissa luotua SMS-hälytysjärjestelmää pystyi testaamaan.

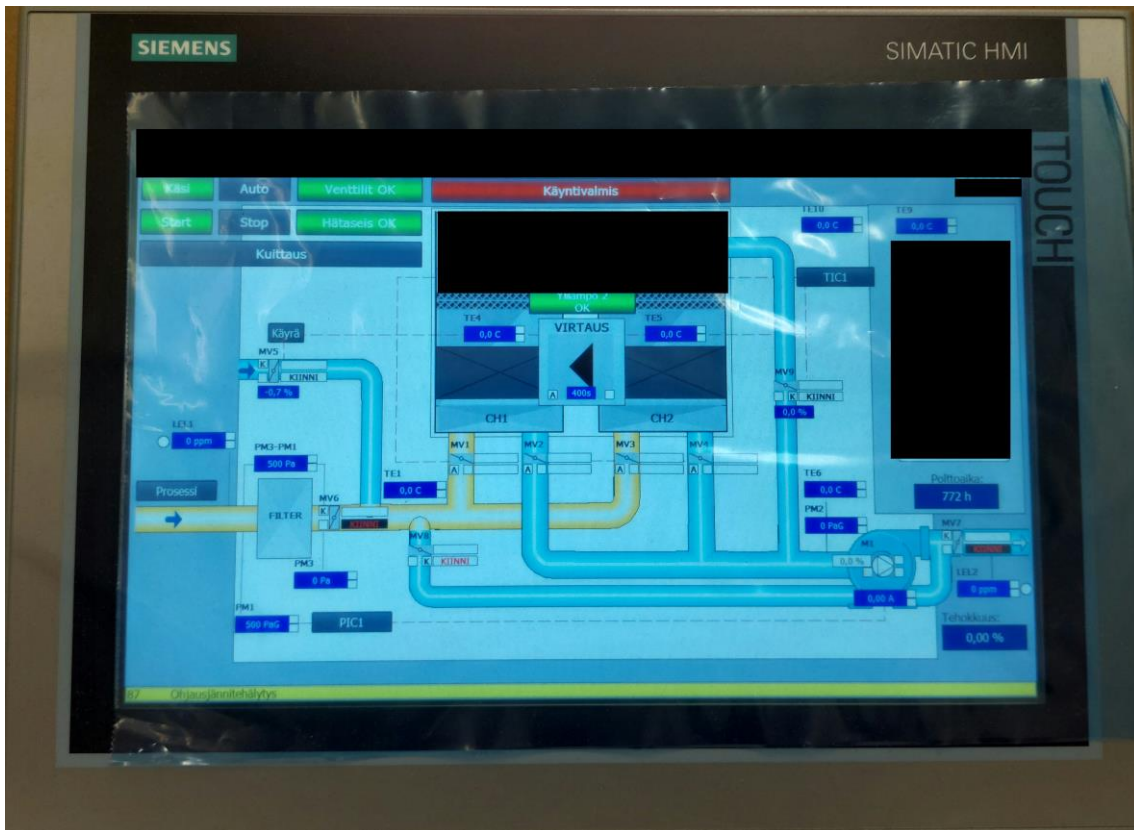


Kuva 24. SMS-hälytysjärjestelmän testaukseen käytettävä SIMATIC S7-1215C DC/DC/DC PLC

SIMATIC 1215C DC/DC/DC ohjelmoitavassa logiikassa on integroituna I/O-moduuli, joka sisältää 14 24 V digitaalituloa (DI), 10 24 V digitaalilähtöä (DO), 2 0–10 V jänniteviestillä toimivaa analogituloa (AI) ja 2 0–24 mA virtaviestillä toimivaa analogilähtöä (AO). Tämän lisäksi logiikassa on 2 PROFINET porttia tiedonsiirtoa varten. SMS-hälytysjärjestelmän kehitysvaiheessa toinen porteista oli kytketty suoraan HMI-paneeliin ja toinen verkkokytkimen kautta reitittimeen. Logiikka toimii 24 V syöttöjännitteellä, joka tarkoittaa, että erillistä 24V virtalähdettä on käytettävä, eikä syöttöjännitettä tule ottaa suoraan pistorasiasta. Logiikka sisältää yhteensä 200KB muistia, johon voidaan tallentaa logiikkaan ohjelmoitavat ohjelmat. (11.) Tässä projektissa käytettävän logiikan muisti sisälsi VOC polttolaitoksen ohjausjärjestelmän ohjelman sekä SMS-hälytysjärjestelmän ohjelman.

SMS-hälytysjärjestelmän käyttöliittymän testausta varten valittiin SIMATIC HMI 1200 Comfort -paneeli (Kuva 25). Kyseinen Siemensin paneelisarja on suunniteltu käytettäväksi vaativissa teollisuusympäristöissä, kun käyttöliittymä vaatii jatkuvaa käyttöä. Paneelin näyttökoko on 12", mutta kyseisen sarjan näyttöjä saa myös 4–22" kokoisina. Keskikokoisen näytön valinta käyttöliittymän suunnittelun kannalta oli ihanteellinen ratkaisu, koska käyttöliittymän modulaarisuutta ajatellen käyttöliittymän ominaisuuksien ja toimintojen tulee olla helposti skaalattavissa myös pienemmille

näytöille ilman, että operaattoreiden käyttökokemus kärsii liikaa. Suunnitteluvaiheessa 12” näyttö tarjosi kuitenkin sopivasti työskentelytilaa käyttöliittymän kehittämistä ja testauksia varten.



Kuva 25. SIMATIC HMI TP1200 Comfort -paneeli, jossa on auki SMS-hälytysjärjestelmän testausta varten valitun VOC polttolaitoksen käyttöliittymän aloitusikkuna

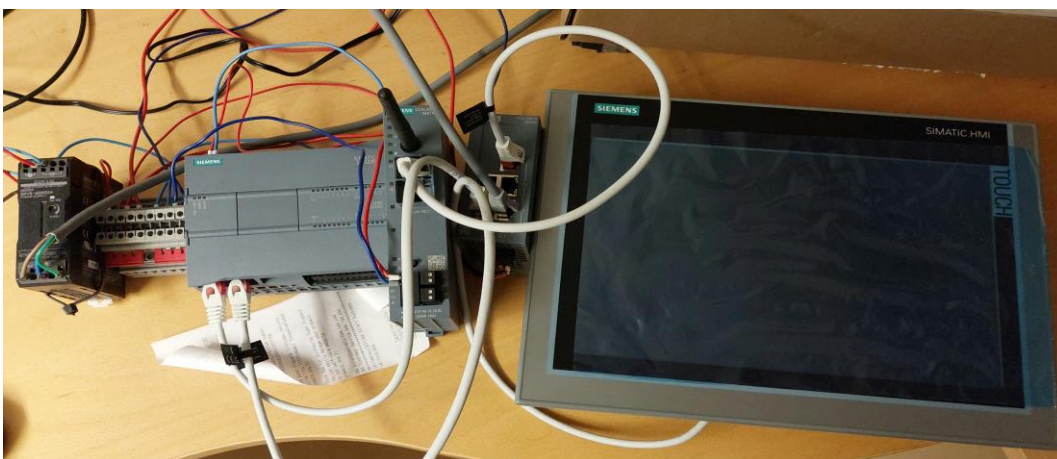
SIMATIC TP1200 Comfort on täysin kosketusnäyttölinen paneeli, joka ei sisällä fyysisiä painikkeita. Paneelin näyttö on TFT LCD (Thin-Film-Transistor Liquid Crystal Display), joka kykenee näyttämään 16 miljoonaa väriä. Tiedonsiirto PLC:n ja HMI-paneelin välillä tapahtuu PROFINETin välityksellä. Paneeli sisältää vakiona 12 MB muistia käyttöliittymän ja muun tarvittavan tiedon tallennusta varten, ja muistin määrää voi laajentaa muistikortin avulla. Paneelin käyttöjärjestelmä on Windows CE 6.0 ja visualisointijärjestelmänä toimii WinCC Comfort V11. (12.)

Varsinaiseen SMS-hälytysten lähettämiseen ja kuittausten vastaanottamiseen tarvitaan myös reititin, joka mahdollistaa langattoman tiedonsiirron PLC:n ja päätelaitteen, eli tässä tapauksessa puhelimen, välillä. Reitittimeksi tähän projektiin valittiin Siemens SCALANCE M874-3 3G reititin (Kuva 26). Reitittimen valinnan perustana on se, että SCALANCE-reitittimet toimivat molemmissa Siemensin isoissa PLC-tuoteperheissä, eli S7-1200- ja S7-1500-sarjoissa, jolloin tämä tukee järjestelmän modulaarisuutta entisestään.



Kuva 26. Siemens SCALANCE M874-3 reititin

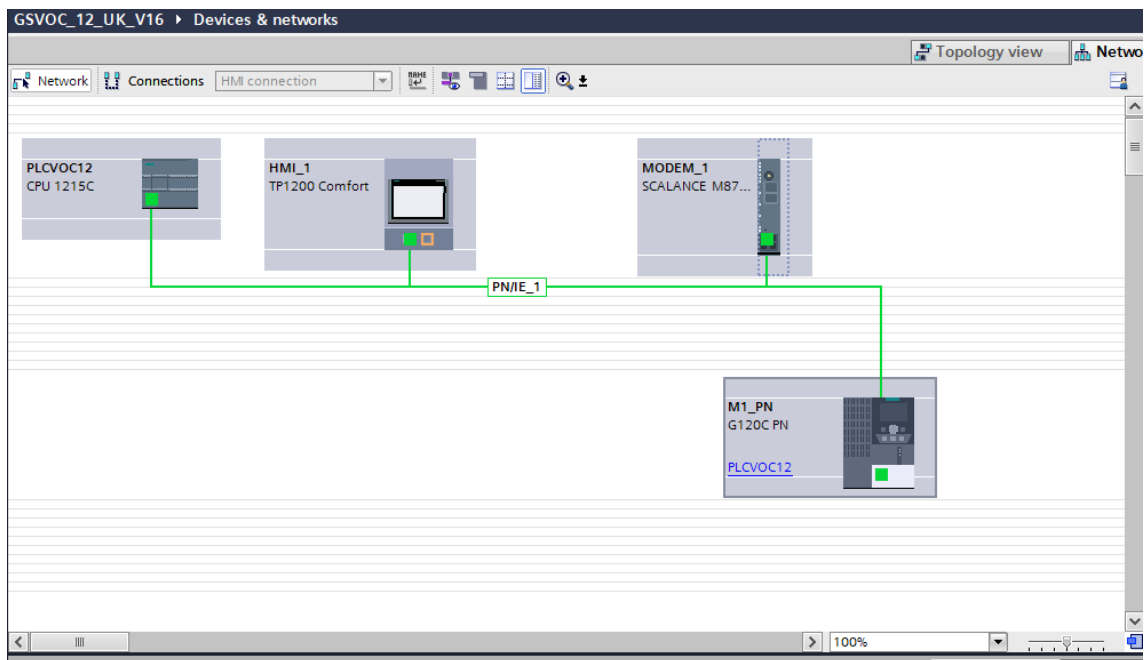
Siemens SCALANCE M874-3 mahdollistaa langattoman IP-viestinnän Ethernet-pohjaisille ohjelmoitaville logiikoille 3G-matkapuhelinverkkojen (HSPA+) kautta. Tämä reititin sisältää VPN-, palomuurin ja NAT (Network Address Translation) -ominaisuudet sekä 2-porttisen verkkokytkimen tiedonsiirtoa varten, yhden digitaalitulon ja -lähden, joita voi hyödyntää esimerkiksi etävalvonnassa ja -ohjauksessa. (13.)



Kuva 27. SMS-Hälytysjärjestelmän fyysiset komponentit vasemmalta oikealle: virtalähde, riviliitin, PLC, reititin, verkkokytkin ja HMI-paneeli

5.1.1 Ohjelmoitavan logiikan ja paneelin konfigurointi

Ohjelmoitavan logiikan ja HMI-paneelin konfigurointi olisi suoritettu tavallisesti TIA Portal -ohjelmointiympäristössä ”Devices & networks” -ikkunassa, mutta koska projektissa kehitettävään SMS-hälytysjärjestelmäsovellukseen käytettiin valmiista VOC-polttolaitoksen ohjausjärjestelmän ohjelmaa, niin suurin osa laitteiston konfiguroinneista oli jo valmiiksi tehtynä. Kehitystyön aikana TIA Portalin laitekonfiguraatioon piti lisätä vain projektissa käytettävä SCALANCE M874-3 reititin, jota ei ennestään kyseisessä VOC-polttolaitoksessa käytetty. Reitittimen varsinainen konfiguraatio suoritettiin erillisessä selainpohjaisessa sovelluksessa, josta kerrotaan tarkemmin luvussa 5.1.2. PLC ja HMI-paneeli löytyivät jo valmiiksi konfiguroituina, mutta tiettyjä laitekonfiguraatioasetuksia näiden osalta piti kuitenkin muuttaa. Kuvassa 28 näkyy kaikki projektiin liittyvän VOC-polttolaitoksen konfiguroidut komponentit.



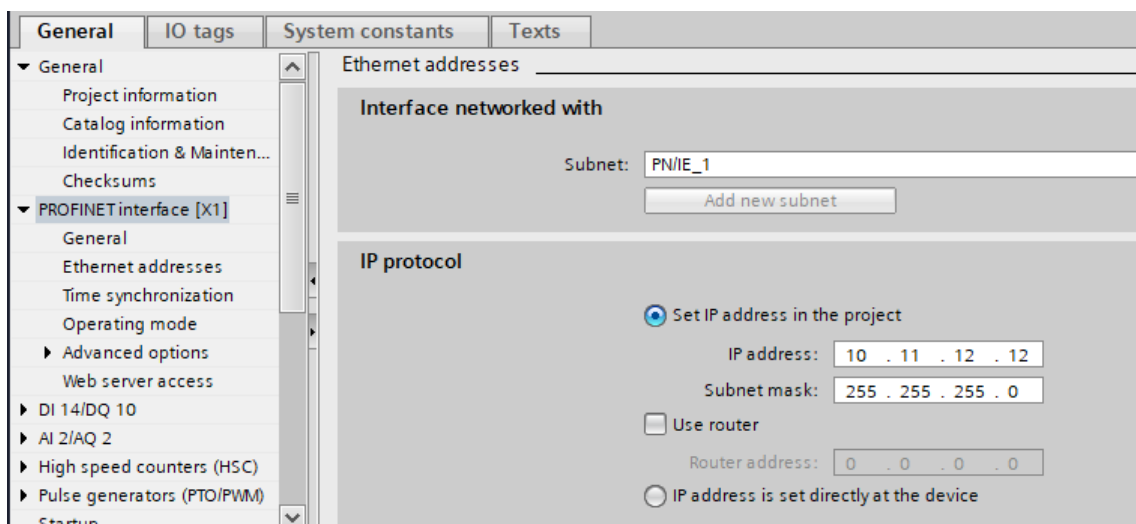
Kuva 28. SMS-hälytysjärjestelmän kehitystyöhön käytettävän VOC-polttolaitoksen komponentit TIA Portalin ”Devices & networks” -ikkunassa

PLC:n ja HMI-paneelin konfigurointimuutokset sisälsivät laitteiden IP-osoitteiden muuttamisen testiympäristöön mukaiseen LAN-verkkoon, jolloin esimerkiksi palomuri ei ollut hälytysjärjestelmäsovelluksen testauksen ja kehityksen tiellä.

Taulukko 1. Testauksessa käytetyt laitteet ja niiden IP-osoitteet

Laite	IP-osoite
S7-1215C (PLC)	10.11.12.12
TP1200 Comfort (HMI-paneeli)	10.11.12.11
SCALANCE M874-3 (reititin)	10.11.12.1
Simatic Field PG (PC)	10.11.12.15

TIA Portalissa projektiin konfiguroidun laitteen IP-osoitteen muuttaminen tapahtuu ”Devices & networks” -ikkunassa painamalla oikealla hiirinäppäimellä haluttua laitetta ja valitsemalla listasta alhaalta vaihtoehdon ”properties”. Tämä avaa laitteen ominaisuusasetukset, jossa sijaitsee vaihtoehto ”PROFINET interface [X1]”, jossa laitteen Ethernet-portin IP-osoite määritellään. (Kuva 29.)

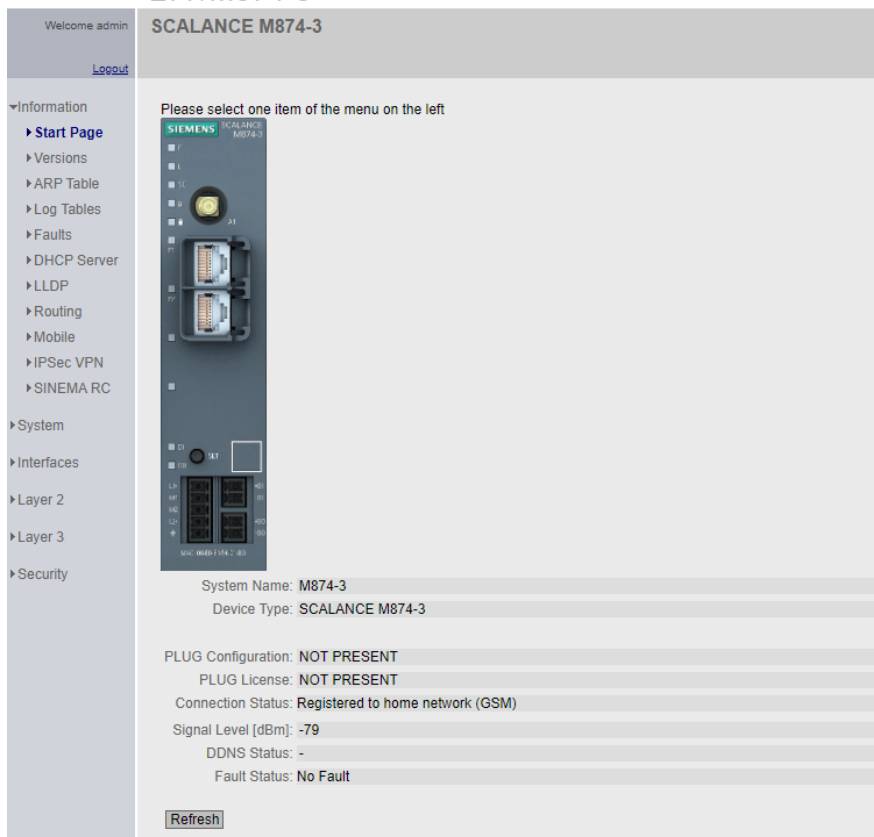


Kuva 29. Ohjelmoitavan logiikan Ethernet-asetukset TIA Portalissa

5.1.2 Reitittimen konfigurointi

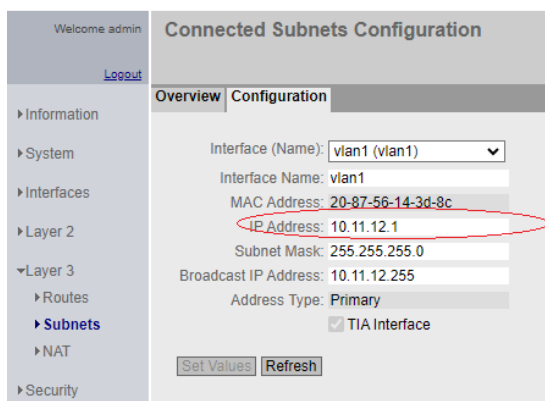
Siemens SCALANCE M874-3 -reitittimen konfigurointi tapahtuu erillisissä selainpohjaisessa hallintasovelluksessa (WBM, Web Based Management), johon pääsee kirjoittamalla reitittimen IP-osoitteen selaimen URL (Uniform Resource Locator, verkko-osoite) -kenttään. Reitittimelle on määritelty tehtaalla vakio IP-osoitteeksi 192.168.1.1, jolloin myös tietokoneen, jolla reitittimen konfigurointi suoritetaan, tulee olla samassa LAN-verkossa, kunnes reitittimen IP-osoite on muutettu taulukon 1 mukaiseksi. Tässä tapauksessa tietokoneelle määriteltiin IP-osoitteeksi 192.168.1.20.

Reitittimen WBM-sivulle kirjautuessa ensimmäistä kertaa kirjautumistunnukset pitää muuttaa turvallisemmiksi, jonka jälkeen pääsee sovelluksen aloitusnäkyeseen (kuva 30).



Kuva 30. SCALANCE M874-3 konfigurointisovelluksen aloitusnäkömää

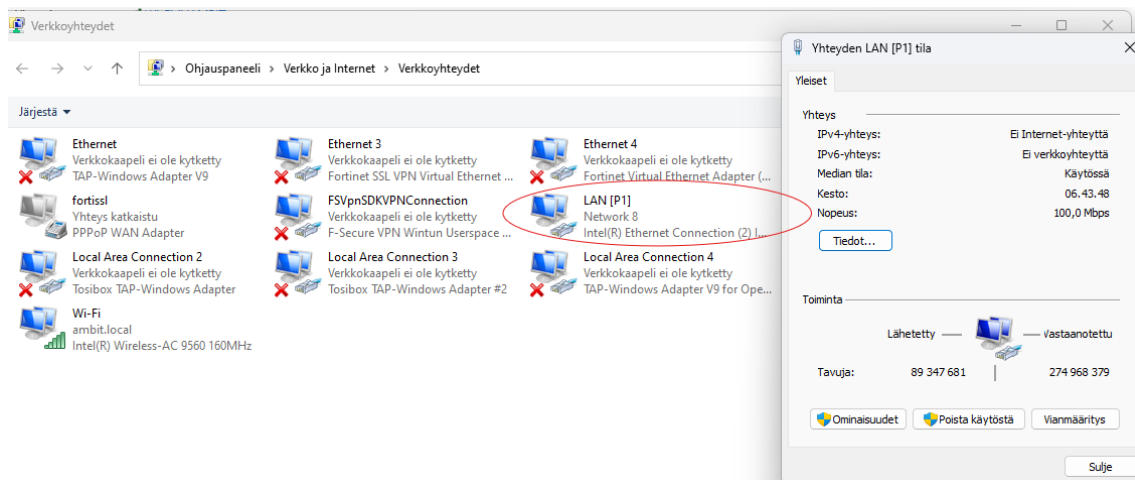
Reitittimen IP-osoite voidaan vaihtaa valitsemalla aloitusnäkömää vasemmalla puolella olevasta valikosta vaihtoehto "Layer 3", jonka jälkeen valitaan vaihtoehto "Subnets", joka avaa reitittimen verkkoasetukset. Verkkoasetuksista valitaan ikkunan yläpalkista konfigurointiasetukset "Configuration", jossa reitittimelle voidaan määrittää uusi IP-osoite (kuva 31).



Kuva 31. SCALANCE M874-3 reitittimen IP-asetukset, jossa uusi IP-osoite on ympyröitynä

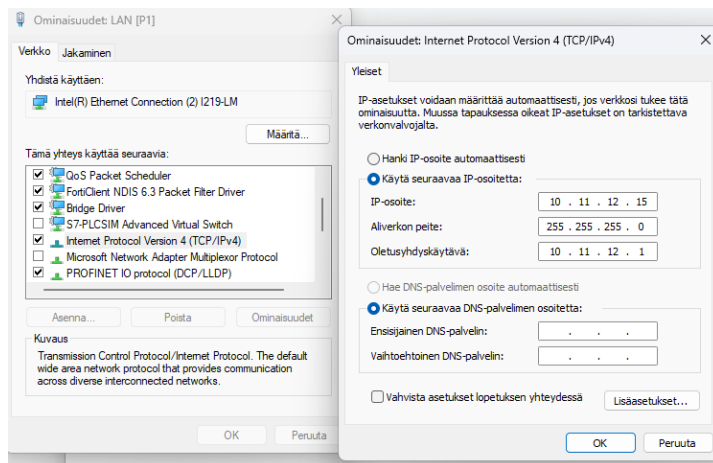
Kun reitittimen IP-osoite on muutettu eri LAN-verkkoon, niin myös siihen yhdistetyn PC:n Ethernet-portin IP-osoite pitää muuttaa samaan LAN-verkkoon, jotta tietokeen kommunikointi järjestelmän muiden laitteiden kanssa on mahdollista.

Tietokoneen Ethernet-portin IP-osoitteen muuttaminen Windows-pohjaisissa käyttöjärjestelmissä tapahtuu menemällä ohjauspaneeliin ja valitsemalla sieltä ”Verkko- ja jakamiskeskus”. Verkko- ja jakamiskeskuksesta valitaan vasemmalla olevasta valikosta vaihtoehto ”Muuta sovittimen asetuksia”, jossa valitaan liitin eli portti, jonka IP-osoite halutaan muuttaa, joka on tässä tapauksessa ”LAN [P1]”. (Kuva 32.)



Kuva 32. Windowsin verkkoyhteyksien asetukset ohjauspaneelissa, jossa ympyröitynä Ethernet-portti, joka on yhdistettynä muihin projektin laitteisiin verkkokytkimen välityksellä.

Kun liitin on valittu, avautuu kyseisen liittimen tila -ikkuna, josta valitaan vaihtoehto ”ominaisuudet” vasemmalta alhaalla. Tämä avaa vielä uuden ikkunan, josta pääsee käsiksi portin ominaisuuksiin, jonka sisältämästä valikosta valitaan vaihtoehto ”Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4)”, jonka ominaisuuksista voidaan määrittää portille kiinteä IP-osoite. (Kuva 33.)



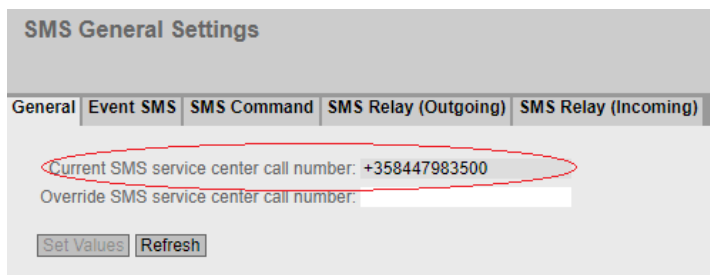
Kuva 33. Vasen ikkuna sisältää portin ominaisuudet yleisesti ja oikealla portin IP-asetukset

Kun tietokoneen IP-osoite on taas samassa LAN-verkossa projektin muiden komponenttien kanssa, niin voidaan palata takaisin WBM-sivulle suorittamaan reitittimen konfigurointi loppuun.

Jotta reititin saadaan lähettämään ja vastaanottamaan SMS-viestejä, niin se tarvitsee liittymän ja SIM-kortin. Hälytysjärjestelmäsovelluksen kehitystä ja testausta varten reitittimelle ostettiin prepaid-liittymä. Edellä mainittujen asioiden lisäksi reitittimelle tulee asettaa vielä seuraavat asetukset reitittimen WBM-sivulla

- syöttää viestikeskuksen puhelinnumero
- konfiguroida pääsy tiedot matkapuhelinverkkoon
- konfiguroida SMS-välitys lähteville viesteille
- konfiguroida SMS-välitys saapuville viesteille.

Jotta reitittimen kautta voidaan lähettää SMS-viestejä, on reitittimelle syötettävä palveluntarjoajan eli tässä tapauksessa liittymän viestikeskuksen puhelinnumero. Tämä tapahtuu valitsemalla reitittimen WBM-sivun vasemmalla puolella olevasta valikosta "system", jonka jälkeen avautuvasta valikosta valitaan vaihtoehto "SMS" ja siitä heti avautuvaan "general" välilehdellä (kuva 34) olevaan tekstikenttään syötetään viestikeskuksen puhelinnumero, joka on liittymäkohtainen.



Kuva 34. Reitittimen WBM-sivun SMS-viestien yleisasetukset, jossa ympyröitynä DNA-liittymän viestikeskuksen puhelinnumero

Reitittimellä tulee olla myös pääsy matkapuhelinverkkoon ja mobiiliviestintäpalveluihin, jolloin reitittimelle pitää syöttää SIM-kortin PIN-koodi ja APN (Access Point Name) -yhteystiedot. Tämä tehdään valitsemalla reitittimen WBM-sivun valikosta vaihtoehto "Interfaces", jonka jälkeen valitaan vaihtoehto "Mobile", joka avaa reitittimen mobiiliverkkoliittymän asetukset (Kuva 35). Mobiiliverkkoasetusten SIM-välilehdellä sijaitsevaan PIN-kenttään syötetään SIM-kortin PIN-koodi ja otetaan mobiiliverkon liitäntä käyttöön painamalla ruutua "Enable Mobile Network Interface", joka on ympyröitynä kuvassa 35.

SIM Operator Connection Check

Enable Mobile Network Interface

PIN:

Radio Mode: Auto

Authentication Method: Auto

Allow Data Roaming

Set Values Refresh

Kuva 35. Reitittimen mobiiliverkkoasetusten SIM-välilehti

Seuraavaksi avataan mobiiliverkkoasetusten "Operator"-välilehti (kuva 36), jonne syötetään liittymän nimi ja APN, joka mahdollistaa yhteyden operaattorin verkon sekä internetin välille.

SIM Operator Connection Check

Manual APN

APN: internet

User Name: admin

Password:

Password Confirmation:

PLMNID:

Select	PLMNID	Operator Name	APN	User Name	Password	Password Confirmation	Enabled
<input checked="" type="checkbox"/>	24412	DNA	internet	admin	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	26201	T-Mobile	internet.t-mobile	guest	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	26202	Vodafone	web.vodafone.de	guest	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	26203	Eplus	internet.eplus.de	guest	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	26207	O2	internet	guest	<input type="checkbox"/>

5 entries.

Create Delete Set Values Refresh

Kuva 36. Reitittimen mobiiliverkkoasetusten Operator-välilehti

Kuvassa 36 näkyy ympyröitynä projektissa käytetyn palveluntarjoajan nimi, DNA sekä liittymän APN.

Viimeisimpänä täytyy vielä konfiguroida reitittimen SMS-välitykset lähteville ja tuleville viesteille. Tämä onnistuu valitsemalla WBM-sivun valikosta vaihtoehto "System" ja siitä avautuvasta valikosta vaihtoehto "SMS". Lähtevien viestien konfiguroinneille avataan välilehti "SMS Relay (Outgoing)" (kuva 37) ja sieltä otetaan käyttöön SMS välitys painamalla ruutua "Enable SMS Relay", joka mahdollistaa SMS-viestien lähetyksen paikallisesta verkosta. Samassa välilehdessä olevaan kenttään "Server Port Number" syötetään palvelimen porttinumero, jotta tietoliikenne ohjautuu oikeaan sovellukseen.

General | Event SMS | SMS Command | SMS Relay (Outgoing) | SMS Relay (Incoming)

Enable SMS Relay

User: admin

Password: ****

Server Port Number: 26864

Kuva 37. SMS Relay (Outgoing) välilehti reitittimen SMS asetuksissa

Jotta reititin kykenee vastaanottamaan SMS-viestejä ja lähettämään ne SMS-hälytysjärjestelmäsovellukseen, pitää reitittimelle antaa ne puhelinnumerot, jotka voivat lähettää tietoa reitittimelle SMS-asetusten "SMS Command" -välilehdellä (kuva 38). Kyseisellä välilehdellä painetaan ruutua "Enable Command SMS", joka ottaa reitittimelle käyttöön SMS-komennot ja saman ruudun alla olevaan taulukkoon määritellään ne puhelinnumerot, joilla SMS-komentoja voi reitittimelle lähettää.

General | Event SMS | SMS Command | SMS Relay (Outgoing) | SMS Relay (Incoming)

Enable Command SMS

Phone Number:

Select	No.	Phone Number	System	Relay
<input type="checkbox"/>	1	+358 [redacted]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	2	+358 [redacted]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	3	+358 [redacted]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

3 entries.

Kuva 38. Reitittimen SMS-asetusten "SMS Command" -välilehti

Lopuksi vielä konfiguroidaan SMS-välitys reitittimeen tuleville viesteille välilehdellä "SMS Relay (Incoming)" (kuva 39).

General | Event SMS | SMS Command | SMS Relay (Outgoing) | SMS Relay (Incoming)

Connection Name:

IP Address:

Port Number: 26864

Username:

Password:

Password (Confirmation):

Select	Connection Name	IP Address	Port Number	Username
<input type="checkbox"/>	Operaattori	10.11.12.12/0	26864	admin
<input type="checkbox"/>	Yht1	10.11.12.12/0	26864	admin
<input type="checkbox"/>	Yht2	10.11.12.12/0	26864	admin

3 entries.

Kuva 39. Reitittimen SMS-asetusten "SMS Relay (Incoming)" -välilehti

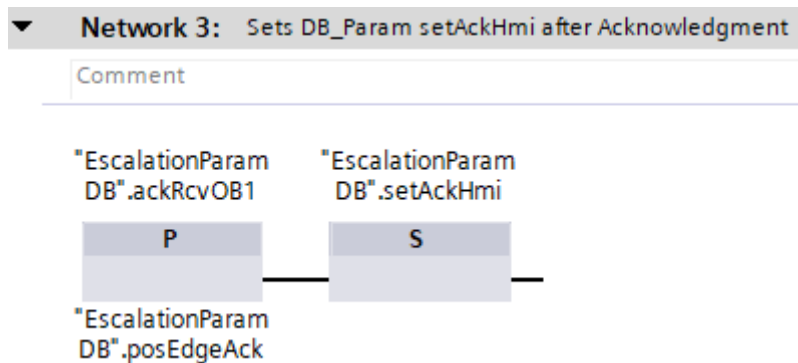
Välilehdellä sijaitsevaan "Connection Name" -kenttään syötetään jokaiselle puhelinnumerolle, joka voi lähettää reitittimelle SMS-viestejä, uniikki yhteyden nimi. "IP Address" -kenttään syötetään sen laitteen IP-osoite, johon reitittimen vastaanottama SMS-viesti välitetään, eli tässä tapauksessa

PLC:n ja "Port Number" -kenttään syötetään sama palvelimen porttinumero, joka määriteltiin aiemmin konfiguroidessa reitittimeltä lähtevien viestien välityksiä, eli 26864.

Nyt reitittimen asetukset on konfiguroitu lähettämään ja vastaanottamaan SMS-viestejä.

5.2 Ohjelma

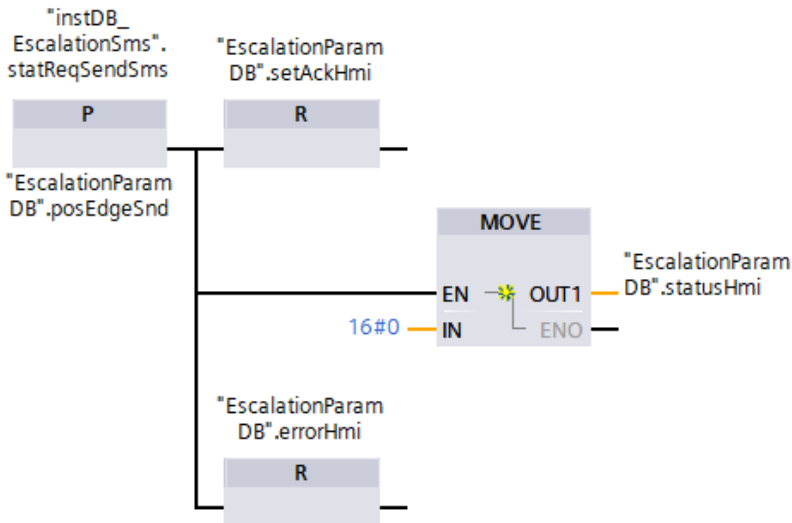
Varsinainen SMS-hälytysjärjestelmän pääohjelma "SMS Alarms" on ohjelmoitu FBD-kielellä. Ohjelma sisältää kaksi aliohjelmaa, joista ensimmäinen on "SMS_AlarmBitsToWord", jonka tehtävänä on liittää automaatiojärjestelmän hälytysbitit hälytyssanoihin, jotka ovat määriteltynä ohjelman lähdöiksi. Nämä lähdöt syötetään tulona toiselle aliohjelmalle "EscalationSms", jonka tehtävänä on suorittaa varsinainen SMS-hälytysten lähetys ja vastaanottaa kuittaukset. Kyseinen ohjelma on Siemensin nettisivuilta ladattu sovellusesimerkki, jota on muokattu hälytysjärjestelmäsovelluksen kehityksen aikana. Näiden lisäksi pääohjelma vastaa myös tietyistä käyttöliittymän parametrien ohjauksista, joita ovat kuittausvalon sytytys, kun järjestelmä on vastaanottanut kuittauksen (kuva 40), tilatietoikkunan resetointi uuden SMS-hälytyksen alkaessa (kuva 41) ja virhekoodin siirtäminen käyttöliittymän tilatietoikkunaan tilanteissa, joissa ohjelma on kohdannut virheen (kuva 42).



Kuva 40. SMS alarms -ohjelman verkko kuittausvalon sytyttämiseen

▼ **Network 4:** Resets HMI-parameters when new SMS-alarm has started

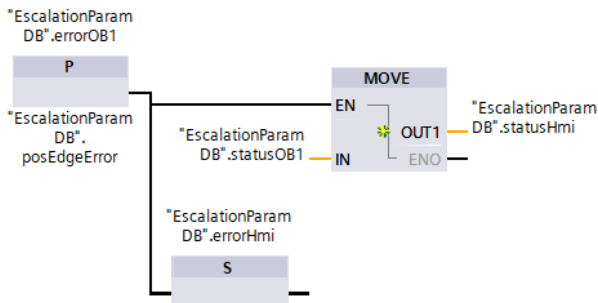
Comment



Kuva 41. SMS-alarms -ohjelman verkko tilatiedon resetointiin

▼ **Network 5:** In case of an error sets the errorHmi in EscalationParamDB and copies the status into statusHmi in Escalatio...

Comment



Kuva 42. SMS-alarms -ohjelman verkko virhekoodin siirtämiseen tilatietoikkunaan

Ennen kun käydään tarkemmin läpi SMS Alarms -ohjelman aliohjelmat, on hyvä tutustua näihin kaikkiin ohjelmiin liittyvään globaaliin datalohkoon "EscalationParamDB".

5.2.1 EscalationParamDB

EscalationParamDB (kuva 43) on datalohko, joka sisältää tärkeitä SMS-hälytysjärjestelmän ohjelmiin ja käyttöliittymään liittyviä parametreja ja muuttujia.

EscalationParamDB									
	Name	Data type	Start value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint	Comment
1	Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	smsSndParam	"LSmsSR_typeSmsSnd"		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	smsRcvParam	"LSmsSR_typeSmsRcv"		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	escalationParam	"typeEscalation"		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	alarmWord	Array[0..5] of Word		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	doneOB1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	toggleSms	Array[1..160] of Bool		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	busyOB1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	errorOB1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	statusOB1	DWord	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	ackRcvOB1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	posEdgeAck	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	posEdgeSnd	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	posEdgeError	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	setAckHmi	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	errorHmi	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	statusHmi	DWord	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	sndSmsOB1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	smsAlarmsOn	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Enables escalation function

Kuva 43. EscalationParamDB -datalogin sisältämät muuttujat ja parametrit

Tässä luvussa esitetään näistä parametreista ja muuttujista SMS-hälytysjärjestelmäsovelluksen toiminnan kannalta tärkeimmät.

SMS-hälytyksen lähettämiseen tärkeä UDT-muuttuja on lohossa sijaitseva smsSndParam (kuva 44), joka sisältää Siemensin LSmsSR_SndSms kirjastofunktiolle syötettävät parametrit

- ipAddress eli reitittimen IP-osoite heksadesimaalimuodossa
- InterfaceID eli ohjelmoitavan logiikan paikallisen Ethernet-portin laitteistotunniste
- remotePort eli reitittimen porttinumero, jonka on vastattava luvussa 5.1.1 konfiguroitua SMS Relay (outgoing) porttinumeroa
- Username eli käyttäjätunnus, jolla tarkistetaan oikeus lähettää SMS-viesti; tämän on vastattava luvussa 5.1.1 WBM:ään syötettyä käyttäjätunnusta
- Password eli käyttäjätunnukseen liittyvä salasana, jonka on vastattava WBM:ään syötettyä salasanaa
- telNo eli SMS-hälytyksen vastaanottajan puhelinnumero
- smsText eli lähetettävä hälytysteksti (3, s. 19–20).

■	▼ smsSndParam	"LSmsSR_typeSmsSnd"	
■	ipAddress	DWord	DW# 16#0A0B0C01
■	interfaceId	HW_ANY	64
■	remotePort	UInt	26864
■	username	String[10]	'admin'
■	password	String[10]	■■■■■■■■■■
■	telNo	String[40]	''
■	smsText	String[160]	''

Kuva 44. smsSndParam UDT-muuttujan parametrit

Lohkossa on myös kuittauksien vastaanottamiseen oma UDT muuttuja smsRcvParam (Kuva 45), joka sisältää Siemensin kirjastofunktiolle LSmsSR_RcvSms syötettävät parametrit

- interfaceId joka on sama kuin smsSndParam muuttujassa
- localPort, eli ohjelmoitavan logiikan porttinumero, jonka on vastattava luvussa 5.1.1 konfiguroitua SMS Relay (Incoming) porttinumeroa
- rcvTelNo, eli kuittauksen lähettäjän puhelinnumero
- rcvMessage, eli vastaanotettu SMS-viestin teksti (3, s. 25).

smsRcvParam		"LSmsSR_typeSmsRcv"	
interfaceId	HW_ANY		64
localPort	UInt		26864
rcvTelNo	String[40]		"
rcvMessage	String[160]		"

Kuva 45. smsRcvParam UDT-muuttujan parametrit

Varsinaiselle hälytysten ohjausohjelmalle EscalationSms:lle syötetään kahden edellisten UDT:n lisäksi myös UDT muuttuja escalationParam (Kuva 46), joka sisältää seuraavat parametrit:

- Users on lista käyttäjistä, joka sisältää rivit n = käyttäjännumero (1–10) ja sarakkeissa (1–3) seuraavat tiedot käyttäjistä
 - Käyttäjä[n,1] = Operaattorin nimi
 - Käyttäjä[n,2] = Operaattorin puhelinnumero
 - Käyttäjä[n,3] = Operaattorin yhteyden nimi, joka määriteltiin kappaleessa 5.1.2 SMS-Relay (Incoming) asetuksissa.
- UserNo, jolla määritellään käyttäjien määrä, eli monelleko käyttäjälle SMS-hälytys lähetetään
- smsMessage on lista järjestelmän hälytysteksteistä
- rcvAckUser on lista, johon tallennetaan hälytyksen kuitanneen operaattorin tiedot, eli nimi, puhelinnumero ja yhteyden nimi
- escalationTime on muuttuja, jolla määritetään kuittausaika, eli se aika kuinka pitkään SMS-hälytyksen vastaanottajalla on aikaa lähettää kuittaus hälytyksestä takaisin järjestelmälle.

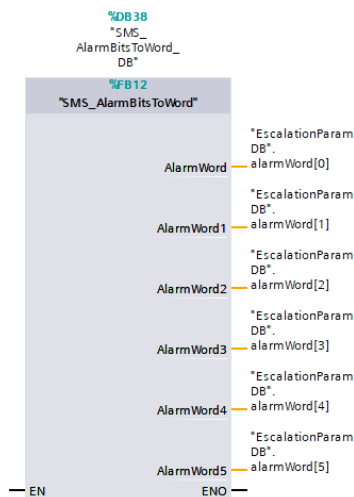
escalationParam		"typeEscalation"	
Users	Array[1..10, 1..3] of String[40]		
UserNo	Int		5
smsMessage	Array[1..160] of String[40]		
rcvAckUser	Array[1..3] of String[40]		
escalationTime	Time		T# 60s

Kuva 46. escalationParam UDT-muuttujan parametrit

Edellä mainittujen UDT-muuttujien lisäksi EscalationParamDB datalohko sisältää muitakin SMS-hälytysjärjestelmäsovelluksen toiminnan kannalta tärkeitä muuttujia, kuten alarmWord, joka on taulukko sanoja, joihin liitetään automaatiojärjestelmän hälytysbitit, ja toggleSMS, joka on taulukko bittejä, joilla määritetään, mitkä hälytykset ovat paikallisia ja mitkä ovat SMS-hälytyksiä.

5.2.2 SMS_AlarmBitsToWord

SMS_AlarmBitsToWord (kuva 47) ohjelman tehtävänä on yhdistää yksittäisistä hälytysbiteistä hälytys sanoja. Ohjelma sisältää BIT_TO_WORD ohjelmalohkoja, joiden tuloihin liitetään manuaalisesti raahaamalla ja pudottamalla automaatiojärjestelmän hälytysbitit.



Kuva 47. SMS_AlarmBitsToWord ohjelmalohko SMS Alarms ohjelmassa

Jotta SMS-hälytysjärjestelmä toimii oikein, näiden hälytysbittien tulee olla oikeassa järjestyksessä BIT_TO_WORD ohjelmalohkoissa hälytysten ID-numeroiden mukaisesti, eli siinä järjestyksessä miten ne ovat aseteltuna escalationParam.smsMessage parametrissa. Tämä onnistuu parhaiten seuraavilla askeleilla:

1. Tarkista escalationParamDB datalohkossa UDT escalationParam.smsMessage listasta SMS-hälytysten järjestys.
2. Etsi TIA Portal -kehitysympäristöstä listalla olevien hälytysten hälytysbitit.
3. Raahaa ja pudota hälytysbitit hälytysbittien ID-numeroiden mukaisessa järjestyksessä BIT_TO_WORD lohkojen tuloihin esim. escalationParam.smsMessage[1] liitetään ensimmäisen BIT_TO_WORD lohkon tuloon X0.0. (Kuva 48.)

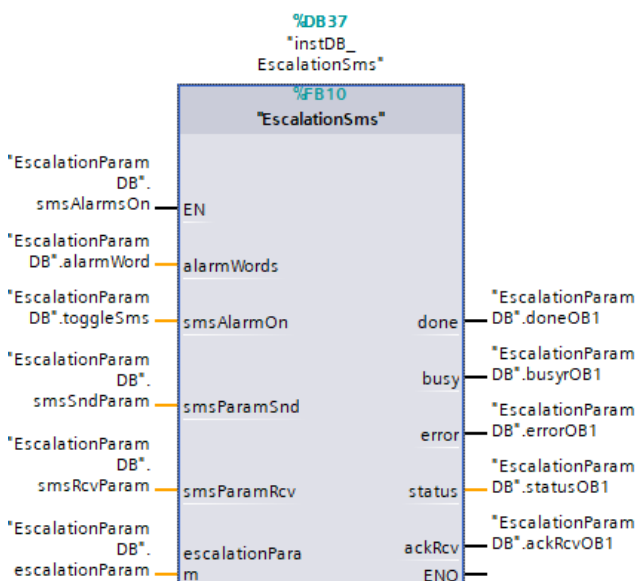
Name	Offset	Data type
FAULT	58.0	Bool
Q_HH	58.1	Bool

Kuva 48. Hälytysbitin liittäminen BIT_TO_WORD lohkkoon

Jokaisen BIT_TO_WORD ohjelmalohkon lähtöön on liitetty alarmWord muuttuja, joka pitää sisällään 16 hälytysbittiä. Nämä alarmWord muuttujat toimivat myös SMS_AlarmBitsToWorld aliohjelman lähtöinä, jotka ovat liitettyinä EscalationParamDB datalohkon alarmWord taulukkoon, jonka sisältämät alkiot ovat liitettyinä SMS-hälytysten ohjauksesta vastaavaan aliohjelman EscalationSms.

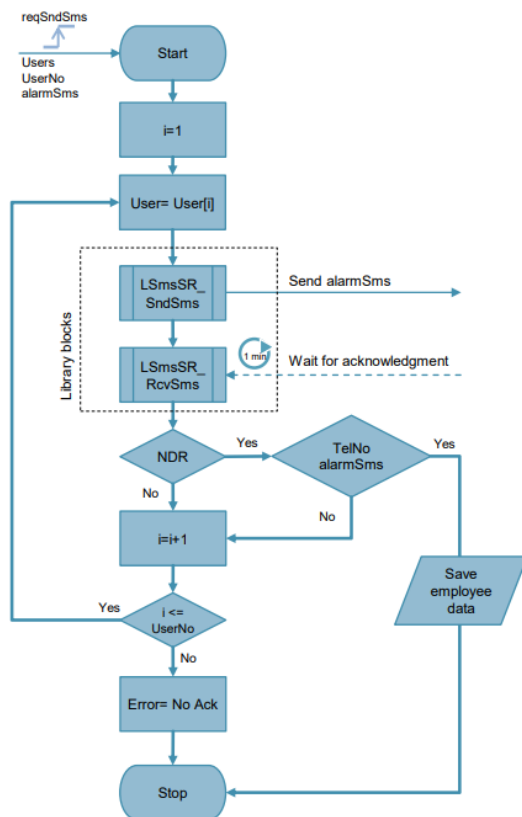
5.2.3 EscalationSms

EscalationSms (kuva 49) SCL-kielellä ohjelmoitu aliohjelma, joka vastaa varsinaisesta SMS-hälytysten ohjauksesta. Ohjelma hyödyntää Siemensin tarjoamia kirjastofunktioita LSmsSR_SndSms ja LSmsSR_RcvSms SMS-hälytysten lähettämiseen ja hälytysten kuittausten vastaanottamiseen. EscalationSms aliohjelman tehtävänä on havaita aktivoituneet hälytykset, aktivoida edellä mainitut kirjastofunktiot tarvittaessa sekä toimia rajapintana SMS-hälytysjärjestelmän ohjelmiston ja käyttöliittymän välillä.



Kuva 49. EscalationSms ohjelmalohko SMS Alarms ohjelmassa

EscalationSms on Siemensin tarjoama sovellusesimerkki (3) SCALANCE M-sarjan reitittimien hyödyntämiseen SMS-viestien lähetyksessä. Kyseinen sovellusesimerkki käynnistyy manuaalisesti HMI:ssä sijaitsevan painonapin avulla, joka lähettää ennalta määritetyn SMS-viestin operaattoreille. Tämä toiminto tekee kyseisestä sovellusesimerkistä kätevän työkalun konfigurointiasetusten tarkastamiseen, mutta hälytyksien tunnistamiseen oikeasta automaatiojärjestelmästä ja hälytyksiä vastaavien hälytystekstien lähettämiseen ohjelma vaatii paljon koodin muokkaamista. Alla näkyvä vuokaavio (kuva 50) kuvaa kyseisen ohjelman toimintaa.



Kuva 50. escalationSms sovellusesimerkin toiminta vuokaavioesityksenä

Ohjelma aloittaa SMS-hälytyksen lähettämisen, kun se havaitsee pyynnön (reqSndSms) SMS-viestin lähettämiseen. Alkuperäisessä sovellusesimerkissä tämä tapahtuu operaattorin painaessa HMI:ssä sijaitsevaa painonappia. Tämän jälkeen järjestelmä asettaa käyttäjäindeksiksi i numeron 1, joka viittaa käyttäjälistan ensimmäiseen operaattoriin. Ohjelma lukee tämänhetkisen käyttäjän (User[i]) puhelinnumeron käyttäjälistalta ja lähettää luetulle numerolle SMS-hälytyksen LSmsSR_SndSms kirjastofunktion avulla. Lähettämisen jälkeen järjestelmä jää odottamaan kuitausta operaattorilta LSmsSR_RCVSms kirjastofunktion avulla. Edellä mainittuja kirjastofunktioita käsitellään tarkemmin luvuissa 5.2.4 ja 5.2.5. Järjestelmä odottaa kuitausta operaattorilta ennalta

määritellyn ajan esim. minuutin. Mikäli järjestelmä vastaanottaa kuittauksen operaattorilta kuittausajan sisällä, järjestelmä tallentaa kuittajan tiedot, eli nimen, puhelinnumeron ja yhteyden nimen sekä tulostaa nämä tiedot käyttöliittymään. Mikäli SMS-hälytysjärjestelmä ei ole vastaanottanut kuittausta kuittausajan päätyttyä, järjestelmä kasvattaa käyttäjäindeksiä yhdellä ja lähettää SMS-hälytyksen käyttäjälistan seuraavalle operaattorille. Tilanteessa, jossa SMS-järjestelmä on lähettänyt SMS-hälytyksen käyttäjälistan kaikille operaattoreille vastaanottamatta kuittausta, järjestelmä menee vikatilaan sekä käynnistää vikavalon vilkuttamisen käyttöliittymässä ja tulostaa virhekoodin käyttöliittymän tilatietoikkunaan. Käyttöliittymää käsitellään tarkemmin luvussa 5.3.

Projektin aikana escalationSms-ohjelman muokatussa versiossa SMS-hälytysjärjestelmän toiminta ei enää perustu ennalta määriteltyyn SMS-viestiin ja manuaaliseen painonappiin käyttöliittymässä, vaan järjestelmä lukee ja havaitsee aktiiviset hälytykset automaattisesti automaatiojärjestelmästä. Tämä tapahtuu analysoimalla hälytysbittejä escalationSms-ohjelmalle syötettyjen hälytysanojen sisällä. Nämä hälytysbitit edustavat erilaisia hälytystiloja esim. antureiden ylä- ja alarajahälytykset tai toimilaitteen epätavallinen käyttäytyminen. Järjestelmä tarkkailee näitä bittejä ja havaitsee nousivat reunat, jotka ilmaisevat uusista hälytystilanteista ja käynnistää edellisessä kappaleessa kuvattun SMS-hälytysprosessin automaattisesti havaituille hälytyksille, mikäli ne ovat määriteltynä SMS-hälytyksiksi käyttöliittymän hälytysasetuksissa. Alkuperäinen sovellusesimerkki ei myöskään kykene käsittelemään kuin yhden hälytyksen kerrallaan, jolloin tilanteissa, joissa automaatiojärjestelmässä aktivoituu useampi samanaikainen hälytys alkuperäinen sovellusesimerkki ei toimi. Muokattu escalationSms-ohjelma ei käsittele hälytyksiä yksi kerrallaan, vaan järjestelmä kokoaa SMS-hälytykseksi määritetyt aktiiviset hälytykset ohjelman sisäiseen lähetyspuskuriin, josta ne käsitellään peräkkäin. Puskurin avulla varmistetaan, että kaikki aktiiviset SMS-hälytykset käsitellään, eikä yksikään jää välistä tai huomioimatta. Myös hälytysten kuittauksille on nyt myös oma puskuuri, jolloin ohjelma ei sammu heti ensimmäisen vastaanotetun kuittauksen jälkeen. Toisin kuin alkuperäinen escalationSms-ohjelma, muokattu escalationSms ei lähetä yksittäistä ennalta määritettyä SMS-hälytystekstiä, vaan hakee havaittuihin hälytyksiin sopivat hälytystekstit escalationParam.smsMessage listalta. Tämä tapahtuu laskemalla kaavalla 1 jokaiseen havaittuun aktiiviseen hälytysbittiin sopiva hälytysteksti

$$ATI = (AWI \times 16) + ABI + 1$$

KAAVA 1

jossa muuttujat

ATI = Alarm Text Index eli hälytystekstin indeksi

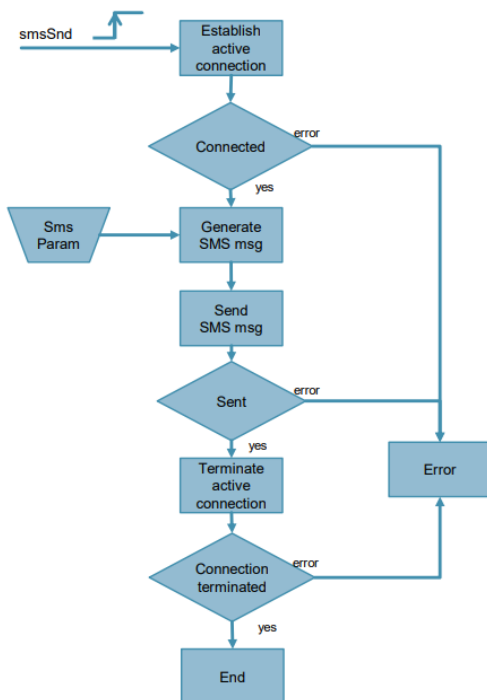
AWI = Alarm Word Index eli hälytysanan indeksi

ABI = Alarm Bit Index eli hälytysbitin indeksi.

Vakioluku 16 viittaa hälytyssanojen sisältämään bittien määrään ja vakioluvulla 1 korjataan hälytysanalistan alarmWord ja escalationParam.smsMessage listan välinen indeksointiero. Kaavan 1 avulla varmistetaan, että jokainen yksilöllinen hälytystilanne lähettää oikean SMS-hälytystekstin, joka vastaa kyseisen hälytyksen ID-numeroa. Muokattu escalationSms-ohjelma kaiken lisäksi seuraa mitkä SMS-hälytykset on jo lähetetty kullekin operaattorille, jolloin estetään saman aktivoituneen SMS-hälytyksen jatkuva lähetys operaattoreille. Puskureiden lisäyksen myötä ohjelman vika-tila käsittelee nyt myös lähetys- ja kuittauspuskureiden tyhjennyksen ja nolaa lähetettyjen hälytysten bitit sekä valmistelelee SMS-hälytysjärjestelmän lähettämään seuraavia havaittuja SMS-hälytyksiä.

5.2.4 LSmsSR_SndSms

LSmsSR_SndSms on Siemensin tarjoama kirjastofunktio SCALANCE M-sarjan reitittimille, joka mahdollistaa SMS-viestien lähettämisen edellä mainitulla reititinsarjalla. Funktion toimintaprosessi on esitettyä alla olevassa vuokaaviossa (kuva 51).

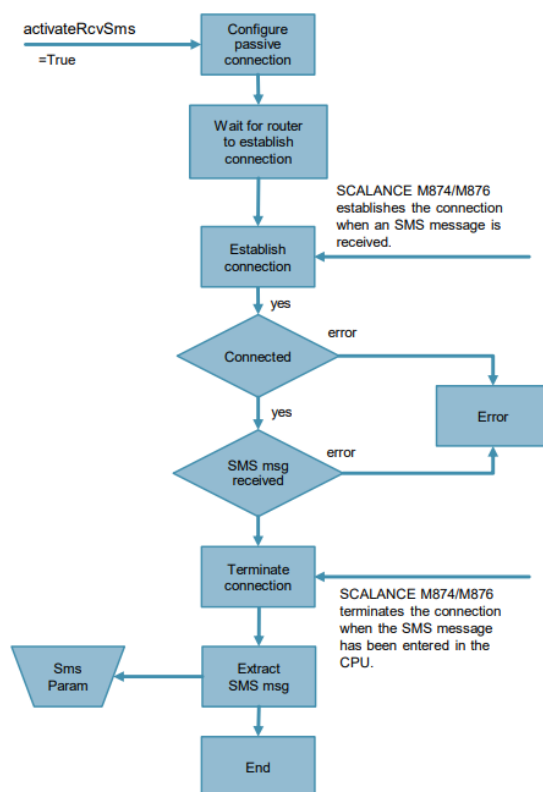


KUVA 51. (11) *instLSmsSR_SndSms* kirjastofunktion toiminta vuokaavioesityksenä

Vuokaavio kuvaa LSmsSR_SndSms kirjastofunktion toimintaprosessia SMS-viestin lähettämiseen. Ohjelma muodostaa ensin TC/IP-yhteyden reitittimelle Ethernet-portin kautta. Yhteyden muodostamisen jälkeen escalationSms-ohjelman syöttämät smsSndParam parametrit ja SMS-hälytysteksti lähetetään reitittimelle, joka välittää tiedot SMS-viestinä eteenpäin. Sisäisesti LSmsSR_SndSMS kirjastofunktio käyttää Siemensin tarjoamia TCON-, TSEND- ja TDISCON-käskyjä yhteyden muodostamis-, viestin lähetys- ja yhteyden katkaisuvaiheiden hallintaan. Mahdolliset viat missä tahansa vaiheessa johtavat vikatilaan. (3.)

5.2.5 LSmsSR_RcvSms

LSmsSR_RcvSms on Siemensin tarjoama kirjastofunktio, joka vastaa SMS-viestien vastaanottamisesta reitittimen Ethernet-liitännän kautta. Funktion toimintaprosessi on esitettyä alla näkyvässä vuokaaviossa (kuva 52).



KUVA 52. (11) *instLSmsSR_RcvSms kirjastofunktion toiminta vuokaavioesityksenä*

Aluksi SMS-hälytysjärjestelmä konfiguroi passiivisen TCP/IP-yhteyden reitittimelle aktivoimalla escalationSms-ohjelman sisäisen bitin activateRcvSms, jolloin reititin on valmis vastaanottamaan

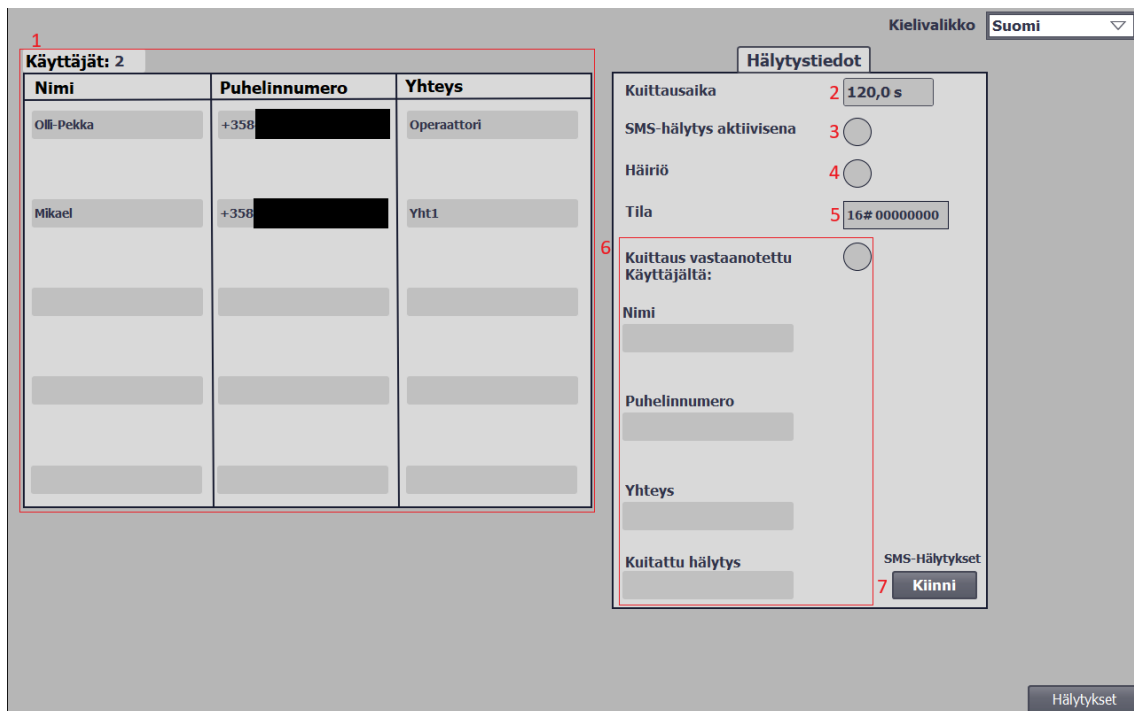
saapuvia SMS-viestejä. Kun konfigurointi on valmis, LSmsSR_RcvSms kirjastofunktio odottaa reitittimen muodostavan siihen yhteyden vastaanotettuaan SMS-viestin. Kun reititin on vastaanottanut SMS-viestin onnistuneesti, niin reititin muodostaa TCP/IP-yhteyden LSmsSR-RcvSms kirjastofunktiolle. Yhteyden vakaus tarkistetaan, ja mikäli tarkastuksen aikana ilmenee ongelmia, aktivoidaan virhetila. Muussa tapauksessa yhteys pysyy aktiivisena, ja järjestelmä jatkaa SMS-viestin vastaanottamista. Jos viesti vastaanotetaan ilman virheitä, reititin katkaisee yhteyden järjestelmään ja TCP/IP-yhteys päätetään SMS-viestin siirron jälkeen. Kun SMS-viesti on vastaanotettu, LSmsSR_RcvSms kirjastofunktio purkaa SMS-viestin sisällön ja jatkaa sen käsittelyä, kunnes se on valmis lähetettäväksi escalationSms-ohjelmalle. LSmsSR_RcvSms kirjastofunktio käyttää sisäisesti Siemensin tarjoamia TCON- ja TRCV-käskyjä kommunikointiin reitittimen kanssa. LSmsSR_RcvSms kirjastofunktion toimintaprosessi päättyy, kun vastaanotettu SMS-viesti on käsitelty ja siirretty escalationSms-ohjelmalle onnistuneesti. (3.)

5.3 Käyttöliittymä ja ohjelman toiminta

SMS-hälytysjärjestelmän käyttöliittymä sisältää kaksi ikkunaa, joista toinen on operaattoreita varten ja toinen hälytysasetuksia varten. Tässä luvussa käydään läpi molemmat ikkunat ja tutustutaan samalla ohjelman toimintaan hälytys- ja virhetilanteissa.

5.3.1 Käyttäjät

”Käyttäjät”-ikkuna (kuva 53) on SMS-hälytysjärjestelmän ikkuna, jossa suurin osa vuorovaikutuksesta operaattoreiden ja järjestelmän välillä tapahtuu. Tähän ikkunaan kirjataan operaattoreiden tiedot, määritetään aika kuittaukselle, tulostetaan vastaanotetun kuittauksen hälytysteksti ja kuittauksen lähettäjän tiedot sekä kytketään SMS-hälytysjärjestelmä päälle tai pois päältä.



Kuva 53. SMS-hälytysjärjestelmän ”käyttäjät”-ikkuna

Kuvassa 53 on esiteltyä SMS-hälytysjärjestelmän ”käyttäjät”-ikkuna, johon on numeroituna ikkunan keskeisimmät elementit, jotka ovat:

1. **Käyttäjälista.** Tähän syötetään automaatiojärjestelmän operaattoreiden nimet, puhelinnumerot ja yhteyden nimi sekä operaattoreiden määrä.
2. **Kuittausaika.** Tähän kenttään syötetään aika sekunteina, jonka sisällä operaattoreiden on lähetettävä kuittaus vastaanotetusta SMS-hälytyksestä.
3. **SMS-hälytysvalo.** Tämä on indikointivalo, joka palaa vihreänä, mikäli järjestelmässä on vähintään yksi kuittaamaton SMS-hälytys aktiivisena.
4. **Häiriövalo.** Tämä on indikointivalo, joka vilkkuu punaisena, mikäli SMS-hälytysjärjestelmä päätyy virhetilaan.
5. **Tilaikkuna.** Tämä on ikkuna, johon SMS-hälytysjärjestelmä tulostaa virhetilaan liittyvän virhekoodin.
6. **Kuittaustiedot.** Kun järjestelmä on vastaanottanut kuittauksen SMS-hälytyksestä, niin kuittausvalo palaa vihreänä ja kuittausvalon alla oleviin kenttiin tulostetaan kuittauksen lähittäneen operaattorin tiedot ja kuitatun hälytyksen hälytysteksti.
7. **ON/OFF-painike.** Tämän painikkeen avulla voidaan kytkeä SMS-hälytysjärjestelmä päälle/pois.

Kuvassa 53 SMS-hälytysjärjestelmää ei ole kytketty päälle. Seuraavaksi tarkastellaan tilannetta, jossa SMS-hälytysjärjestelmä on kytketty päälle ja järjestelmässä on havaittu aktiivinen SMS-hälytys (kuva 54).

Käyttäjät: 2			Hälytystiedot	
Nimi	Puhelinnumero	Yhteys	Kuittausaika	120,0 s
Olli-Pekka	+358 [redacted]	Operaattori	SMS-hälytys aktiivisena	<input checked="" type="radio"/>
Mikael	+358 [redacted]	Yht1	Häiriö	<input type="radio"/>
			Tila	16# 00000000

Kuva 54. Käyttäjälista (vasemmalla) ja hälytystiedot (oikealla) aktiivisen SMS-hälytyksen aikana

Aktiivisen SMS-hälytyksen aikana järjestelmä syyttää aktiivisen SMS-hälytyksen indikointivalon ja korostaa käyttäjälialta vihreällä värillä käyttäjän, jolle SMS-hälytys on viimeksi lähetetty ja keneltä odotetaan kuittausta. Operaattori voi SMS-hälytyksen vastaanotettuaan kuitata sen lähettämällä järjestelmälle takaisin SMS-viestin, joka on kirjoitettu muodossa "RLY yhteyden nimi SMS-hälytysteksti". Kuittauksen vastaanotettuaan järjestelmä tulostaa kuittaajan tiedot ja kuitatun hälytystekstin "käyttäjät"-ikkunaan (kuva 55).

Kuittaus vastaanotettu ●
Käyttäjältä:

Nimi
Mikael

Puhelinnumero
+358 [redacted]

Yhteys
Yht1

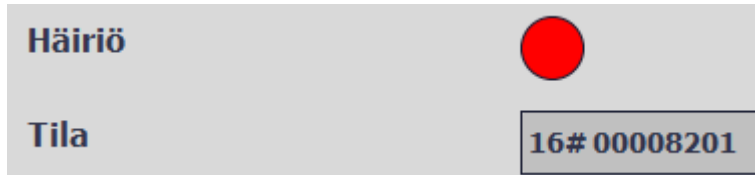
Kuitattu hälytys
MV6, Kiinnihairio

SMS-Hälytykset
Päällä

Kuva 55. Kuittaustiedot "käyttäjät"-ikkunassa

Kuittauksen on tässä tapauksessa lähettänyt käyttäjälialtan toinen operaattori ja kuitattu hälytys liittyy automaatiojärjestelmässä sijaitsevan magneettiventtiin häiriöön.

Mikäli SMS-hälytysjärjestelmä päätyy virhetilaan esim. epäonnistuneen TCON-käskyn takia ohjelman kirjastofunktioissa tai kuittaamattoman hälytyksen seurauksena, niin käyttäjät ikkunan häiriövalo aktivoituu, ikkunalla olevat kuittaustiedot nollataan ja SMS-hälytysjärjestelmä tulostaa tilaikkunaan virheeseen liittyvän häiriökoodin (kuva 56).



Kuva 56. Häiriövalo ja tilaikkuna järjestelmän ollessa virhetilassa

Kuva 56 demonstroi SMS-hälytysjärjestelmän virhetilaa, jossa järjestelmälle on määriteltynä suurempi käyttäjämäärä, mitä käyttäjälistassa on käyttäjiä. Toisin sanoen sovellus on yrittänyt lähettää SMS-hälytystä, mutta ei ole löytänyt käyttäjälistalta puhelinnumeroa mihin lähettää hälytyksen, joten se on mennyt virhetilaan ja tulostanut virhekoodin, josta operaattorit voivat lukea mistä kyseinen virhetila johtuu.

5.3.2 Hälytysasetukset

"Hälytysasetukset" ikkunassa (kuva 57) operaattorit voivat määrittellä, mitkä automaatiojärjestelmään konfiguroiduista hälytyksistä ovat paikallisia hälytyksiä ja mitkä lähetetään SMS-hälytyksinä.

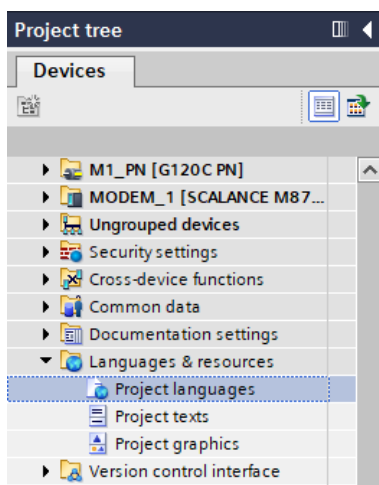
HÄLYTYSASETUKSET						Kielivalikko		
ID	Hälytys	Tila	ID	Hälytys	Tila	Suomi		
1	TE1, Ylarajahalytys	Paikallinen	13	TE5, Ylarajahalytys	Paikallinen	25	Z1, Ei kaynnisty vika	Paikallinen
2	TE1, alarajahalytys	Paikallinen	14	TE5, alarajahalytys	Paikallinen	26	Z2, Ei kaynnisty vika	Paikallinen
3	TE1, mittausvika	Paikallinen	15	TE5, mittausvika	Paikallinen	27	PM1, Ylarajahalytys	Paikallinen
4	TE2, Ylarajahalytys	SMS	16	TE6, Ylarajahalytys	Paikallinen	28	PM1, alarajahalytys	Paikallinen
5	TE2, alarajahalytys	Paikallinen	17	TE6, alarajahalytys	Paikallinen	29	PM1, mittausvika	Paikallinen
6	TE2, mittausvika	Paikallinen	18	TE6, mittausvika	Paikallinen	30	PM2, Ylarajahalytys	Paikallinen
7	TE3, Ylarajahalytys	SMS	19	TE9, Ylarajahalytys	Paikallinen	31	PM2, alarajahalytys	Paikallinen
8	TE3, mittausvika	Paikallinen	20	TE9, alarajahalytys	Paikallinen	32	PM2, mittausvika	Paikallinen
9	TE3, alarajahalytys	Paikallinen	21	TE9, mittausvika	Paikallinen	33	PM3 - PM1, Ylarajahalytys	Paikallinen
10	TE4, Ylarajahalytys	Paikallinen	22	TE10, Ylarajahalytys	Paikallinen	34	PM3 - PM1, alarajahalytys	Paikallinen
11	TE4, mittausvika	Paikallinen	23	TE10, alarajahalytys	Paikallinen	35	PM3 - PM1, mittausvika	Paikallinen
12	TE4, alarajahalytys	Paikallinen	24	TE10, mittausvika	Paikallinen	36	AI0801B, Ylarajahalytys	Paikallinen

Kuva 57. SMS-hälytysjärjestelmän "Hälytysasetukset"- ikkuna

"Hälytysasetukset" ikkunassa on listattuna kaikki automaatiojärjestelmään konfiguroidut hälytykset ID-numeroiden mukaisessa järjestyksessä. Ikkunassa näkyvät ID-numerot ovat kiinteää tekstiä, mutta niiden vieressä sijaitsevat hälytystekstit ovat I/O-kenttiä, jotka ovat linkitettyinä escalationParam.smsMessage listaan. Jokainen yksittäinen I/O-kenttä tulostaa edellä mainitusta listasta yhden alkion tekstin indeksin mukaan. Tämä tukee SMS-hälytysjärjestelmän modulaarisuutta, koska tällöin jokaista hälytystekstiä ei tarvitse uudelleen kirjoittaa "Hälytysasetukset" ikkunaan, kun SMS-hälytysjärjestelmä otetaan käyttöön uudessa automaatiojärjestelmässä. Hälytystekstien vieressä olevista painonapeista operaattorit voivat määrittää mitkä automaatiojärjestelmän hälytyksistä ovat paikallisia hälytyksiä ja mitkä SMS-hälytyksiä. Nämä painonapit ovat linkitettyinä luvussa 5.2.1 mainittuun bittilistaan "toggleSMS", joka toimii syötteenä escalationSms-ohjelmalle. Edellä mainittu bittilista on indeksoitu samalla tavalla, kuin hälytystekstitkin. Hälytyksen ollessa paikallinen painonapin väri on harmaa ja siinä lukee teksti "paikallinen". Kun hälytys on määritelty SMS-hälytykseksi, niin painonappi palaa vihreänä ja siinä lukee teksti "SMS". Suurin osa teollisuusautomaatiojärjestelmistä sisältää reilusti yli 100 hälytystä, joten kaikki automaatiojärjestelmän hälytystekstit eivät mahdu samaan ikkunaan. "Hälytysasetukset" ikkunan alareunasta voi navigoida muihin "Hälytysasetukset" ikkunoihin, koska yksi ikkuna kykenee pitämään sisällään vain 36 eri hälytystä, jolloin hälytysasetukset pitää jakaa useampaan eri ikkunaan.

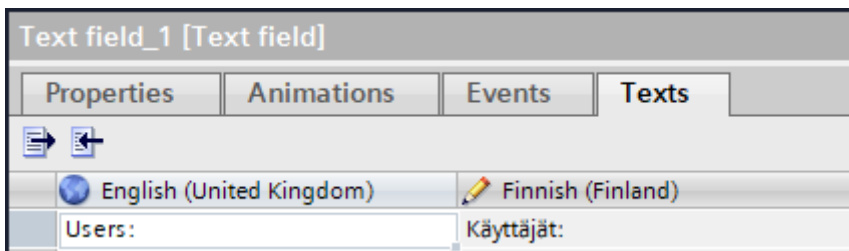
5.3.3 Monikielisyys

SMS-hälytysjärjestelmän monikielisyys on toteutettu TIA Portalin projektipuusta löytyvällä objektilla "Languages & resources" (kuva 58).



Kuva 58. "Languages and resources" -objekti TIA Portalin projektipuussa

SMS-hälytysjärjestelmän kehitystyön aikana käytettyyn VOC polttolaitokseen oli valmiiksi määriteltynä suomen kielen lisäksi mm. englanti. Tämä tarkoittaa, että projekti tukee tässä tapauksessa suomen kielen lisäksi myös mm. englantia, mutta projektin sisältämien tekstien kääntäminen täytyy tehdä manuaalisesti teksti kerrallaan. SMS-hälytysjärjestelmän HMI:n tekstikenttiin kehitystyön aikana määriteltiin myös englanninkieliset tekstit ”Ominaisuudet, Info ja Diagnostiikka” -ikkunassa ”Texts”-välilehdellä (kuva 59).



Kuva 59. TIA Portalin monikielisten tekstien määrittely

Projektin kielen vaihtaminen ajon aikana onnistuu SMS-hälytysjärjestelmän HMI:n oikealla ylä-laidalla sijaitsevasta pudotusvalikosta ”kielivalikko” (kuva 60).



Kuva 60. SMS-hälytysjärjestelmän kielivalikko

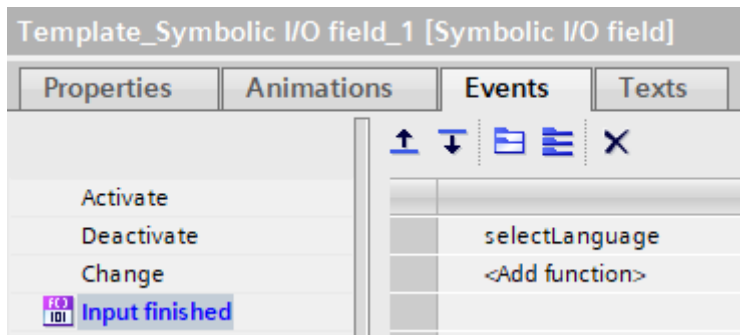
SMS-hälytysjärjestelmän kielivalikko toimii visual basic -ohjelmointikielellä luodun ohjelman avulla, joka lukee syötteenä tekstilistaa (kuva 60), johon on listattuna SMS-hälytysjärjestelmän tukemat kielet.

Text lists		
Name	Selection	
Alarm_mode	Bit (0, 1)	
Language_Options	Value/Range	
ON/OFF	Bit (0, 1)	
<Add new>		

Text list entries			
Default	Value	Text	
<input type="radio"/>	0	Suomi	
<input type="radio"/>	1	Englanti	

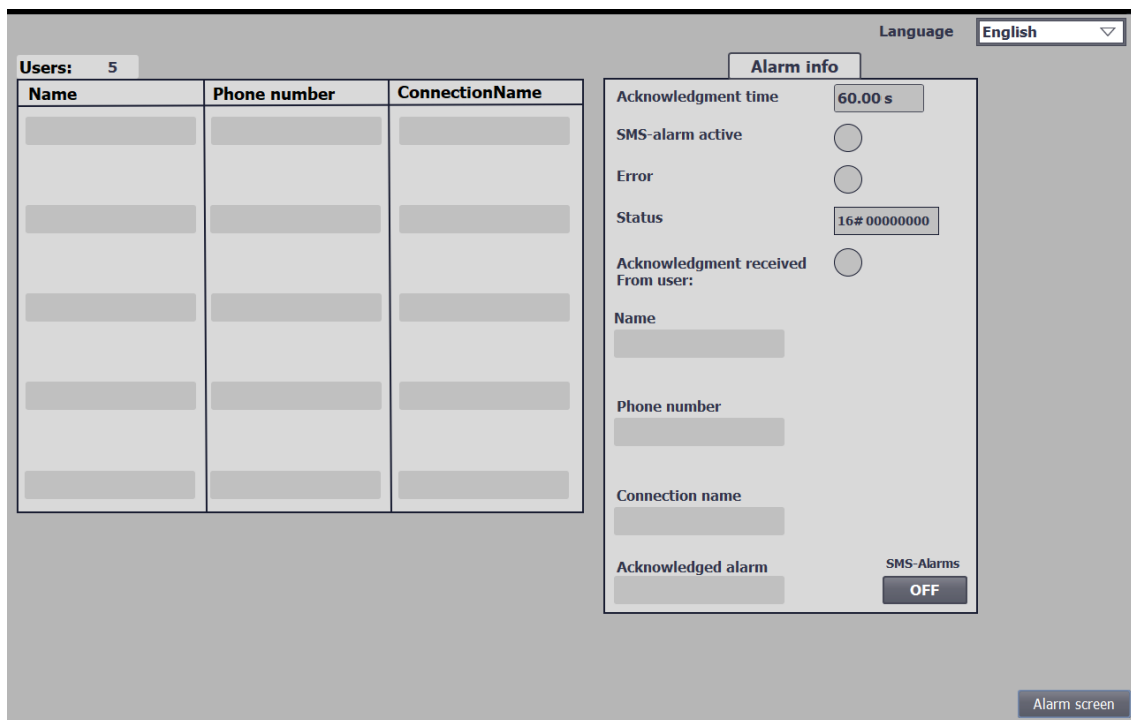
Kuva 61. Tekstilista SMS-hälytysjärjestelmän tukemille kielille

Kielivalinnasta vastaavalle pudotusvalikolle on määritetty ”Ominaisuudet, Info ja Diagnostiikka” -ikkunan ”Events”-välilehdeltä (kuva 62) ”Input finished” -toiminto, joka aktivoi kielen vaihdosta vastaavan ohjelman ”selectLanguage”, kun se on lukenut sille syötetyn syötteen arvon.



Kuva 62. SMS-hälytysjärjestelmän kielen valinnasta vastaavan ohjelman kutsun määrittäminen TIA Portalissa

Mikäli ”selectLanguage”-ohjelma lukee syötteenä arvon 0, niin ohjelma asettaa järjestelmän kieleksi suomen ja mikäli syötteen arvo on 1, niin ohjelma asettaa järjestelmän kieleksi englannin (kuva 63).



Kuva 63. SMS-hälytysjärjestelmän ”Käyttäjät”-ikkuna englanninkielisenä

6 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön päätavoitteena oli kehittää modulaarinen SMS-hälytysjärjestelmä, joka pystyy lähettämään automaatiojärjestelmässä syntyneistä hälytyksistä SMS-viestin operaattoreille sekä vastaanottamaan kiittauksen operaattoreilta lähetetyistä SMS-hälytyksistä. Työn tavoitteisiin sisältyi myös käyttöliittymän luominen SMS-hälytysjärjestelmälle, jotta operaattorit voivat olla vuorovaikutuksessa SMS-hälytysjärjestelmän kanssa ja hallita lähetettävien SMS-hälytysten määrää.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin toimiva SMS-hälytysjärjestelmä, joka sisältää SMS-hälytysten ohjaamisesta vastaavan pääohjelman ja siihen liittyvän HMI:n. HMI tarjoaa operaattoreille selkeän käyttöliittymän SMS-hälytysjärjestelmän seurantaan ja hallintaan. Järjestelmä täyttää opinnäytetyön alussa asetetut vaatimukset ja toimii tarkoituksensa mukaisesti.

SMS-hälytysjärjestelmän kehitystyössä yksi suurimmista haasteista oli luotettavan ja vakaan SMS-hälytysjärjestelmän luomiseen kulunut aika. Kehitystyö vei enemmän aikaa, mitä projektin alussa odotettiin. Tämä johtuu pääasiassa SMS-hälytysten ohjaamisesta vastaavaan ohjelmaan luotujen puskureiden monimutkaisuuden takia. Toimivien puskureiden luominen oli kuitenkin järjestelmän toimivuuden kannalta pakollista, jotta kaikki havaitut SMS-hälytykset saadaan lähetettyä operaattoreille. Tämän toiminnon lisääminen oli erityisen haastavaa vähäisen kokemukseni takia TIA Portalin SCL-ohjelmoinnista projektin alussa. Tästä suoriutuminen vaati paljon ylimääräistä aikaa opetelemiseen ja vikadiagnostiikkaan, jotta puskurit saatiin toimimaan halutulla tavalla. Lisäksi, vaikka opinnäytetyön aikana luotu SMS-hälytysjärjestelmä on toimintakykyinen, siihen on jäänyt muutamia pieniä ohjelmointivirheitä, jotka eivät vaikuta järjestelmän perustoimintoihin mutta voivat aiheuttaa ajoittaisia hankaluuksia operaattoreille.

SMS-hälytysjärjestelmän modulaarisuuteen liittyy myös rajoitteita. Kun SMS-hälytysjärjestelmä otetaan käyttöön uudessa automaatiojärjestelmässä, niin SMS-hälytysjärjestelmälle pitää liittää automaatiojärjestelmän hälytysbitit manuaalisesti ”SMS_AlarmBitsToWord” -ohjelmalle, joka rajoittaa SMS-hälytysjärjestelmän täyttä modulaarisuutta. Lisäksi, jos järjestelmän kieliasetuksia vaihdetaan käytön aikana, niin käyttöliittymässä ”Hälytysasetukset” ikkunassa ja SMS-viesteissä näkyvät hälytystekstit eivät vaihdu uuteen kieleen automaattisesti. Hälytystekstien päivittäminen vaatii uuden kielen hälytystekstien siirtämistä TIA Portalista esim. Excelliin ja niiden palauttamista järjestelmään

kopioimalla ne escalationParam.smsMessage listaan, jolloin ne korvaavat edeltävän kielen hälytystekstit.

Tässä opinnäytetyössä kehitetty SMS-hälytysjärjestelmä soveltuu hyvin Siemensin automaatiojärjestelmiin, jotka käyttävät S7 1200- tai 1500-sarjan ohjelmoitavia logiikoita. Se on erityisen hyödyllinen miehittämättömissä tai etäkäyttöisissä automaatiojärjestelmissä, joissa paikalliset hälytykset voivat jäädä huomaamatta ilman paikalla olevia operaattoreita. Koska SMS-hälytysten ja kuittausten ohjauksesta vastaava pääohjelma escalationSMS on ohjelmoitu SCL-kielillä, se tarjoaa joustavuutta tulevaa käyttöä varten. SCL-ohjelmointikielillä toteutettu ohjelma on suhteellisen helppo siirtää myös muihin, kuin Siemensin automaatiojärjestelmiin, jos ne tukevat SCL-kielisiä ohjelmia ja omaavat tarvittavat käskyt ja laitteiston mobiiliverkkoyhteyden luomiseen SMS-hälytysten lähettämistä ja kuittausten vastaanottamista varten. Tämä lisää ohjelman hyödyllisyyttä teollisuusautomaatiojärjestelmissä, jotka toimivat jollakin muulla, kuin Siemensin automaatiolaitteistolla.

Opinnäytetyön aikana kehiteltyä SMS-hälytysjärjestelmää voi jatkossa kehittää useilla tavoilla. Tässä luvussa aiemmin mainittu hälytystekstien kielenvaihtoon liittyvän ongelman ratkaiseminen parantaisi huomattavasti järjestelmän käytettävyyttä. Tämä voisi korjaantua lisäämällä järjestelmään toiminto, joka muuttaa hälytystekstit halutulle kielelle suoraan järjestelmän sisältä ilman manuaalista väliintuloa. Lisäksi järjestelmään voidaan lisätä ominaisuus kriittisimmille hälytyksille, jossa havaittu hälytys lähetetään kaikille käyttäjälistan operaattoreille samanaikaisesti. Nykyisessä järjestelmässä hälytys lähetetään seuraavalle operaattorille vasta, kun edellisen operaattorin kuittausaika on päättynyt ja järjestelmä ei ole vastaanottanut kuittausta lähetetystä hälytyksestä. Tämän ominaisuuden lisääminen nopeuttaisi operaattoreiden reagointia kriittisiin hälytyksiin ja samalla varmistetaan, että kaikki käyttäjälistan operaattorit saavat tiedon automaatiojärjestelmän kriittisestä tilasta. Lopuksi SMS-hälytysjärjestelmän HMI:n ”Käyttäjät” ikkunassa sijaitsevan tilaikkunaan voitaisiin lisätä toiminto, joka näyttää myös reitittimen mahdolliset virheet. Tällä hetkellä se näyttää ainoastaan virheet, jotka liittyvät escalationSms ohjelmaan sekä LSmsSR_SndSms ja LSmsSR_RcvSms kirjastofunktioihin.

LÄHTEET

1. GM International 2020. How to manage alarms in 9 steps. Luettavissa: <https://news.gminternational.com/how-manage-alarms-9-steps> Luettu: 16.10.2024
2. Ronkainen, A. 8.4.2024. Toimitusjohtaja. Ambit Oy. Keskustelu.
3. Siemens 2019. Sending and Receiving SMS Messages via a SCALANCE M Router. Luettavissa: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/54361177/sending-and-receiving-sms-messages-via-a-scalance-m-router?dti=0&lc=en-FI>. Luettu: 25.9.2024.
4. Bernd, Bocksnick 1987. Ohjaustekniikan perusteet. Vantaa: Festo Oy.
5. Stenerson, Jon 1993. Fundamentals of programmable logic controllers, sensors and communications. New Jersey: Simon & Schuster.
6. Keinänen, Toimi, Kärkkäinen, Pentti, Metso, Tommi & Putkonen, Kari 2002. Logiikat ja ohjausjärjestelmät. Koneautomaatio 2. Porvoo: WS Bookwell Oy.
7. Morriss, S. Brian 2000. Programmable Logic Controllers. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
8. Virkkula, Marjo 1994. Prosessihälytysten kehittäminen. Diplomityö. Oulun yliopisto. Prosessiteknikan osasto.
9. Lins, Letácio. The Complete Practical Guide To Siemens TIA Portal Programming. Luettavissa: <https://www.solisplc.com/tutorials/a-practical-guide-to-siemens-tia-portal-programming>. Luettu: 16.9.2024
10. Bee, Liam. 2022. PLC and HMI Development with Siemens TIA Portal. Packt Publishing Ltd. Brimingham. E-kirja. Luettu: 15.9.2024.
11. Siemens 2024. CPU 1215C, DC/DC/DC, 14DI/10DO/2AI/2AO. Luettavissa: <https://support.industry.siemens.com/cs/pd/142915?pdtd=td&dl=en&lc=en-FI>. Luettu: 31.7.2024.

12. Siemens 2024. 6AV2124-0MC01-0AX0. Luettavissa: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/6AV2124-0MC01-0AX0> Luettu: 31.7.2024.

13. Siemens 2024. SCALANCE M874-3. Luettavissa: <https://support.industry.siemens.com/cs/pd/345192?pdtdl=en&lc=en-FI>. Luettu: 31.7.2024.