



PLC-kirjastojen kehittäminen PackML, PM-Quality ja PM- Control käyttöön

Lassi Lehtinen

OPINNÄYTETYÖ
Marraskuu 2021

Sähkö- ja automaatioalan insinööritutkinto
Automaatioala

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Automaatiotekniikka

LEHTINEN, LASSI:

PLC-kirjastojen kehittäminen PackML, PM-Quality ja PM-Control käyttöön

Opinnäytetyö 32 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Lokakuu 2021

Tässä opinnäytetyössä käytiin läpi Siemens TIA-Portal-ohjelman kirjastojen käyttö projektiin, joka sisältää useita laitevalmistajia, joiden koneet toimivat saman tuotannon eri osissa.

Laitevalmistajien koneet poikkeavat toisistaan, mutta reseptiikka, raportointi ja käyttö haluttiin samaistaa asiakkaan pyynnöstä. Reseptiikkaan käytetään Siemens PM-Control-ohjelmaa ja raportointiin Siemensin PM-Quality-ohjelmaa.

Tässä projektissa oli Asitek Oy integroimassa asiakkaalle kirjastoa käyttävät laitteet. PLC-kirjasto ja sen käyttöohje luotiin projektin yhtenäistämistä varten laitevalmistajille.

Kirjastojen teko aloitettiin kesällä 2020, ja ne luovutettiin asiakkaalle sekä laitevalmistajille vuoden 2021 alussa. Projekti ja laitteiden integrointi on edelleen käynnissä, mutta kirjastojen käyttöosuus on ohi ja projektista on saatu opettava palaute ja hyvä katsaus, miten luotua kirjastoa voisi käyttää jatkossa.

Asiasanat: projektikirjasto, integrointi, ohjelmoitavat logiikkaohjaimet

ABSTRACT

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

LEHTINEN, LASSI:

Creation of PLC-libraries for the use of PackML, PM-Quality and PM-Control

Bachelor's thesis 32 pages, appendices 2 pages

October 2021

In this thesis the Siemens TIA-Portal and its libraries are used in a project that includes multiple machine manufacturers. These devices work at different parts of the same production.

Even though the machine manufacturers differ, the batch recipe control, data collecting through historian and usage/control of the devices was made similar, at the request of the client. Siemens PM-Control was used for recipe control and PM-Quality for historian control.

Asitek Oy was integrating the use of this library on the devices. The PLC-library and its manual were released to combine the machines to function in the same manner.

The development of the libraries began in the summer of 2020, and they were released to the machine manufacturer and the client at beginning of 2021. The project and the integration of the devices is still ongoing, but the library and its use was beneficial for gaining an insight into how the library could be used in the future.

Key words: project library, integration, programmable logic controller

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	KEHITYSTYÖKALUT.....	7
	2.1 PackML	7
	2.1.1 Valotorni	13
	2.2 SCADA.....	15
	2.3 SIMATIC WinCC	16
	2.4 PM-Control.....	17
	2.5 PM-Quality	17
	2.6 TIA-Portal.....	17
	2.6.1 Ohjelmalohkot TIA-Portal	18
	2.6.2 Kirjastot TIA-Portal	19
	2.6.3 Lohkojen lukitukset TIA-Portal.....	21
3	LUODUN KIRJASTON SISÄLTÖ.....	22
	3.1 Hälytyspohja	22
	3.2 PackML	23
	3.3 PM-Quality & PM-Control.....	25
	3.4 Valotorni.....	26
4	KIRJASTON LUOMINEN.....	27
	4.1 Kirjaston luominen.....	27
	4.2 Testaus projekti pohjalle	28
	4.3 PLC – Kirjaston käyttöohje.....	28
5	POHDINTA	29
	LÄHTEET	30
	LIITTEET	31
	Liite 1. PLC-Kirjaston käyttöohjeen sisällysluettelo.....	31

ERITYISSANASTO

DCS	Distributed Control System, hajautettu ohjausjärjestelmä
ERP	Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä
HMI	Human-Machine Interface, Ihmisen ja koneen välinen käyttöliittymä
MES	Manufacturing Execution System, tuotannonohjaus
PackML	Packaging Machine Language, pakkauskoneiden ohjelmointistandardi
PLC	Programmable Logic Controller, ohjelmoitavat logiikkaohjaimet
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition, tietokoneohjelmistotyyppi
SCL	Structured Control Language, ohjelmointikieli
TIA-Portal	Totally Integrated Automation Portal, Siemens ohjelmointi työkalu

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoitus oli luoda yhtenäinen ja selkeä Siemens TIA-Portal-ohjelman käyttöön luotu globaalikirjasto, jota voi helposti käyttää erilaisilla tuotantokoneilla, jotka kykenevät PackML-mallin mukaiseen tuotantoon. Työntoteutus tehtiin asiakasprojektia varten, jossa samaan prosessiin oli tulossa useita koneita eri valmistajilta. Projekti kirjastojen luonti aloitettiin 2020 kesällä. Samaa kirjastoa voi käyttää myös tulevilla projekteilla, joissa PackML on mukana. Tämän kirjaston tukena julkaistiin laitevalmistajille PLC-kirjaston käyttöohje sekä tietoa kirjaston käytöstä ohjelmoijille. PLC-kirjasto ja sen käyttöohje julkaistiin tammikuussa 2021.

Siemensin ohjelinjaukset kehottavat käyttämään TIA-Portal:n globaaleja kirjastoja datan vaihtoon toisten käyttäjien kanssa tai tallennus tilana (Siemens 4, 2018, 78). Tämä antaa myös hyvän pohjan ja syyn yhtenäisen kirjaston muodostamiselle usealle eri tuotannon koneelle, joissa on toisistaan hyvinkin paljon poikkeavat toiminnot. Työssä tuli myös huomioida ohjelman salaus ja yksimuotoisuus. Tämä toteutettiin lukitsemalla tiettyjä kirjaston osia, jotta ne eivät ole laite-toimittajien muokattavissa.

Projektkirjaston PLC-osaan liitettiin Siemens SCADA järjestelmät PM-Control ja PM-Quality sekä niiden valmiit käyttölohkot. Näillä valmistetaan tuotannon yhtenevä reseptiikka ja työnhallinta.

Lisänä työhön tuli erillinen WinCC-projektkirjasto, jolla luotiin mallipohjat laitteen käyttöpaneelille. Näiden yhteiset tiedot tuli PLC-projektissa linkata valmiiksi oikein, jotta kaikkien koneiden paneelilla olisi yhtenäinen käyttöjärjestelmä.

2 KEHITYSTYÖKALUT

2.1 PackML

Luonnistaan asti PackML:n tarkoitus on ollut yhtenäistää ja standardisoida käsitystä automatisoitujen koneiden toiminnasta. Tämä johtaa yksinkertaiseen tuntuun ja käsitykseen koneista, joka johtaa kehitykseen ja innovaatioon. PackML on kansainvälisesti tunnettu ja sen käyttöä tukevat useat laitevalmistajat, yliopistot ja PackML-koneita käyttävät yritykset. (ISA 2008, 12)

PackML on mahdollistanut standardia noudattaville koneille seuraavat asiat:

- Käsitys koneen tiloista ja niiden tyypeistä
- Käsitys konetta hallitsevista moodeista
- Käsitys konetta hallitsevien moodien hallinnasta
- Tilojen mallit, kuvaukset ja siirtymät

(ISA 2008, 12)

PackML noudattaa tiloja, jotka mahdollistavat yksinkertaisen ja selkeän käsityksen koneen olotilasta. Taulukossa 1 PackML-tilat ja kuvaukset niistä.

TAULUKKO 1. PackML-tilat, niiden tyypit ja kuvaukset (Muokattu OMAC 2006, 10–11)

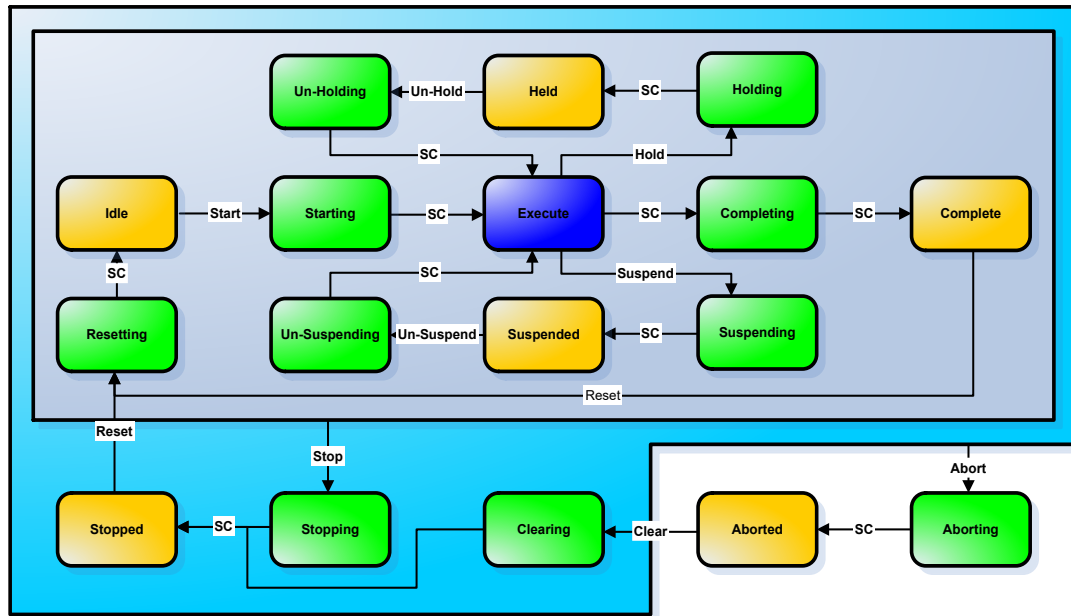
Tilan nimi (Vaihtoehtoinen nimi) (Vaihtoehtoinen nimi)	Kuvaus
STOPPED (DOWN)	Tilan tyyppi: Odottava Kone on sähköistetty ja ei toiminnassa. Kone kykenee kommunikointiin.
STARTING (STARTUP)	Tilan tyyppi: Toiminta Tässä tilassa kone suorittaa kaikki toiminnalliset liikkeet, joista seuraa koneen käyminen. Tämä tapahtuu paikallisesti tai etänä koneen käynnistys pyynnöstä. Tätä tilaa seuraa Execute-tila.

Tilan nimi (Vaihtoehtoinen nimi) (Vaihtoehtoinen nimi)	Kuvaus
IDLE (READY)	Tilan tyyppi: Odottava Tila, joka kertoo resetoinnin olevan valmis. Pitää yllä koneen tilaa, joka saavutettiin Resetting-tilassa.
SUSPENDING	Tilan tyyppi: Toiminta Tila, jossa koneen ulkoinen ehto koneen tai operaattorin asettamana laittaa koneen Execute-tilasta pysähtymään hallitusti. Vaaditaan ennen Suspended-tilaa. Asettaa koneen valmiiksi pysäytystä varten pysäyttämällä kaikki tarpeelliset prosessit.
SUSPENDED (RUNNING) (STANDBY)	Tilan tyyppi: Odottava Kone voi tässä tilassa käydä asetusarvoisella nopeudella, mutta tuotetta ei valmistetta. Tämä tila saavutetaan koneen sisäisillä pyynnöillä. Poikkeaa Held-tilasta, siten, että Held-tila on yleisesti operaattorin pyytämä.
UNSUSPENDING	Tilan tyyppi: Toiminta Tässä tilassa kone siirtyy Suspended-tilasta takaisin Execute-tilaan. Tilassa nostetaan koneen kokonaisvalmius täyteen tuotantoon.
EXECUTE (PRODUCING) (RUN)	Tilan tyyppi: Kaksi tilainen Tuotanto tila, jossa kone tuottaa materiaalia tai käy muuten moodin ilmoittamalla tavalla.
STOPPING (RUNOUT)	Tilan tyyppi: Toiminta Tämä askel suorittaa logiikan, joka tuo koneen turvalliseen ja rauhalliseen pysähdystilaan.
ABORTING	Tilan tyyppi: Toiminta Tämän tilan voi operaattori tai kone asettaa esimerkiksi vian tai vaarallisen tilanteen ilmetessä. Pysäyttää koneen nopeasti ja hallitusti mahdollisimman turvalliseen pysähdys tilaan.

Tilan nimi (Vaihtoehtoinen nimi) (Vaihtoehtoinen nimi)	Kuvaus
ABORTED	Tilan tyyppi: Odottava Tila, jossa ylläpidetään informaatiota, joka on olennaista näyttää Aborting-tilassa. Stop komento tästä tilasta asettaa koneen Stopping-tilaan.
HOLDING	Tilan tyyppi: Toiminta Koneen ollessa tuotannon Execute-tilassa asettaa Hold-komento koneen Holding-tilaan. Tästä tilasta siirrytään Held-tilaan Koneesta riippuen tämä tila voi pysäyttää koneen tai asettaa sen spesifikaation mukaiseen odottavaan tilaan.
HELD	Tilan tyyppi: Odottava Tila, jossa tyypillisesti voi poistaa tukoksia, tehdä pieniä muutoksia, tai lopettaa tuotanto, kunnes linjan seuraavista vaiheista saa tukokset ratkaistua. Ei pysäytä siis konetta täyteen Stop-tilaan, josta olisi vaikeampi käynnistää kone takaisin Execute-tilaan.
UNHOLDING	Tilan tyyppi: Toiminta Tila, joka tyypillisesti syntyy operaattorin pyynnöstä siirtyä Held-tilasta takaisin Execute-tilaan. Kone jatkaa tuotantoa ja siirtyy takaisin Execute-tilaan.
COMPLETING	Tilan tyyppi: Toiminta Tila, johon siirrytään automaattisesti, kun koneen normaali operointi tulee päätökseen esimerkiksi materiaalin loputtua sisääntulossa.
COMPLETE	Tilan tyyppi: Odottava Kone on viimeistellyt Completing-tilan kaikki vaiheet ja odottaa Stop-komentoa, josta kone siirtyy Stopped-tilaan.

Tilan nimi (Vaihtoehtoinen nimi) (Vaihtoehtoinen nimi)	Kuvaus
RESETTING	Tilan tyyppi: Toiminta Operaattorin kuittaus eli Reset-komento Stopped-tilassa asettaa koneen Resetting-tilaan. Tämä yleisesti ilmoitetaan äänimerkillä. Asettaa koneen tilaan, jossa komponentit ovat valmiustilassa odottamassa Start-komentoa.
CLEARING	Tilan tyyppi: Toiminta Toteuttaa komentoa, joka on annettu Aborted-tilassa. Komennolla poistetaan Aborting-tilan aiheuttaneet viat ja palataan Stopped-tilaan, mikäli viat ovat poistuneet ja Clearing-tila saa suoritettua toimintonsa.

PackML:n täydellinen tilojen lohkokaaavio esitetty kuvassa 1. Keltainen väri kuvastaa odottavaa tilaa, jossa odotetaan komentoa. Vihreä väri kuvastaa toimivaa tilaa, jossa kone siirtyy automaattisesti seuraavaan tilaan toiminnan ollessa valmis. Sininen on tuotannon tai muun moodin valitsema toiminta tila, jossa esimerkiksi tuotetta tuotetaan, tai siivousta suoritetaan automaattiajolla. Siirtymät on merkitty nuolin. Tässä SC on automaattinen tilasiirtymä, kun tilan toiminto on suoritettu (engl. State Completed).



KUVA 1. PackML-tilasiirtymien esimerkki automaattimoodista (OMAC 2006, 9)

Kuvassa 1 esitetyn sinisen tilan toiminta valitaan yksikkömoodeilla. PackML-Yksikkömodit kertovat mitä kone suorittaa sillä hetkellä, kun moodi on aktiivinen. Eri moodit kertovat koneelle, mitä sen tulee sillä hetkellä suorittaa kontrolli elementeillään Execute-tilassa. Yksikkömoodin vaihto tapahtuu, joko operaattorin pyynnöstä tai koneen sisäisistä ehdoista. Moodin vaihtoja voi ohjelmoida koneen eri osiin automaattisiksi, mikäli kone sen sallii. Yleisesti koneiden moodi on vaihdettava Idle-tilassa. Toisin kuin tilat, joita on koneella rajattu määrä, voi koneella olla useita moodeja. Näitä on kuitenkin tyypillisesti vain muutama ohjelman yksinkertaistamiseksi. (OMAC 2006, 7)

Automaattimoodi:

Tämä moodi on tarkoitettu rutiinituotannolle, jota koneella tullaan suorittamaan. Kone suorittaa automaattiajtoa, joko ilman operaattoria tai operaattorin tukemana. Tämän moodin nopeudet ja asetusarvot hoidetaan parametreissa. Tyypillisesti eri moodeja ei tehdä eri tuotannon nopeuksille. (OMAC 2006, 8)

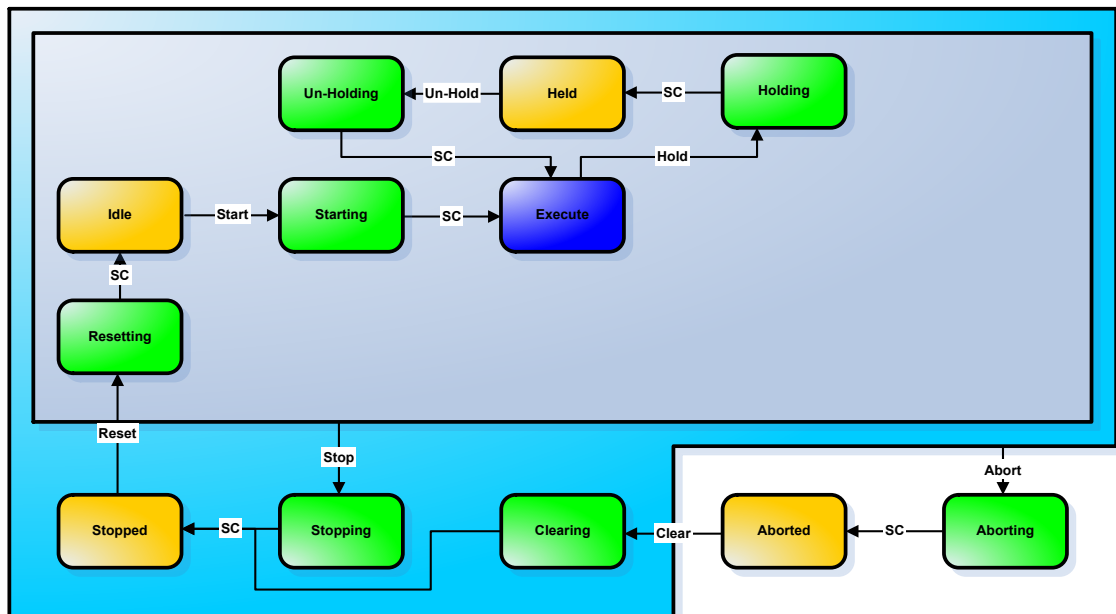
Huoltomoodi:

Huollossa voi esimerkiksi ajaa yksittäistä osaa, koskematta muun linjan toimintaan. Tämä mahdollistaa tarkemman koneen tarkastelun. Huoltomoodi on usein myös turvallisuus vaatimuksiltaan erilainen ja tämä moodi on tarkoitettu vain koneen teknilliselle henkilökunnalle. (OMAC 2006, 8)

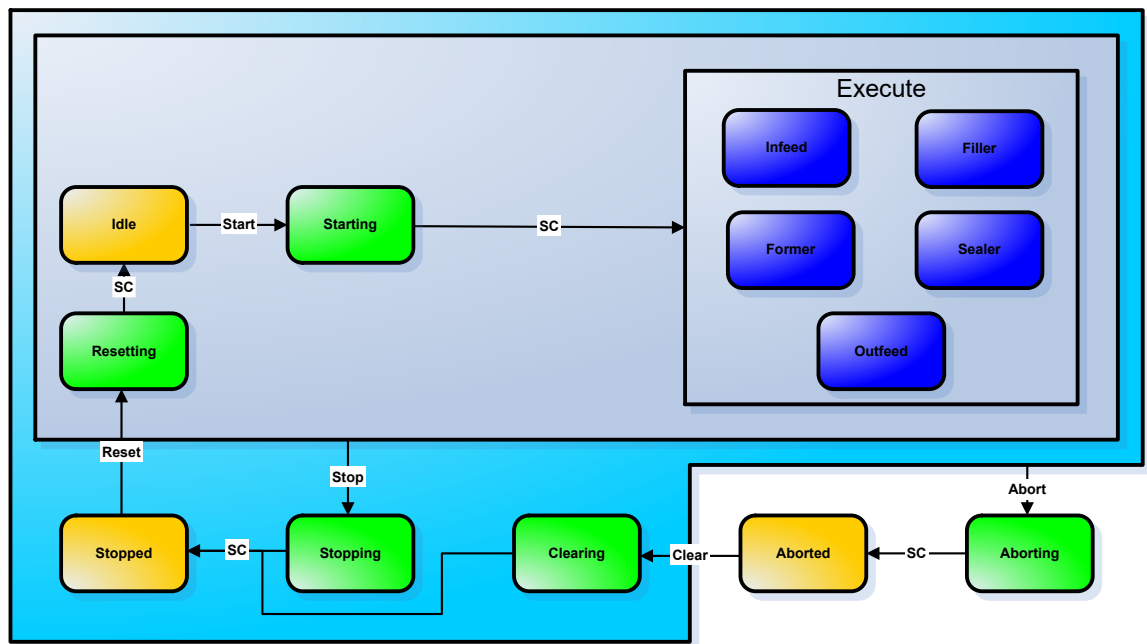
Manuaalimoodi:

Tämä sallii yksittäisten koneen osien liikuttelua, kuten akselien ja paineilmaventtiilien. Näiden liikkeiden lukitus tulee+++ olla koneen logiikassa erikseen määriteltä niin, ettei turvallisuus tai laatuvaurioita synny. Käytetään tyypillisesti vianetsinnän apuna ja komissio vaiheessa. (OMAC 2006, 8)

Kuvan 1 (s.12) mukainen tilasiirtymä lohkokaavio on yksi esimerkki automaattimoodin tilasiirtymistä. Kuvassa 2 esitetty mahdollisen huoltomoodin tilasiirtymät ja kuvassa 3 manuaalimoodin.



KUVA 2. PackML-tilasiirtymät esimerkki huoltomoodista (OMAC 2006, 15)

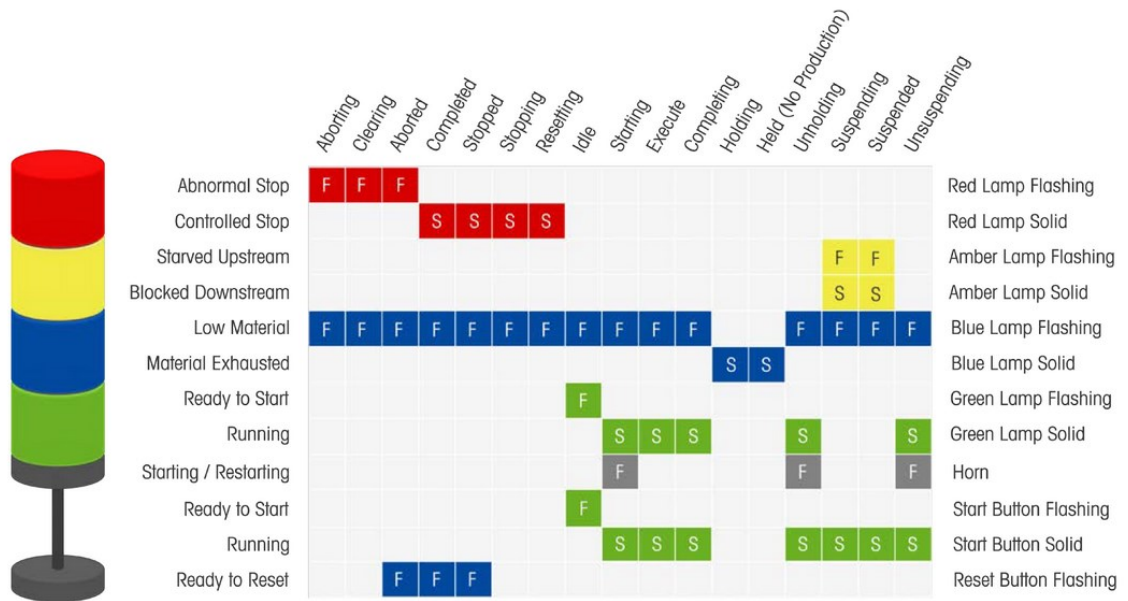


KUVA 3. PackML-tilasiirtymät esimerkki manuaalimoodista (OMAC 2006, 16)

PackML voi siis sisältää useita yksikkömoodeja ja niiden välinen vaihto voi olla automaattista tai manuaalista. Jokainen yksikkömoodi on mallinnettu vastaamaan oman moodin tilasiirtymän lohkokaaaviota. Moodimanageri on korkean tason hallintaohjelma PackML-ohjelmassa, joka huolehtii eri moodien mahdollisista vaihtumista ja siitä, että ne toteutetaan koneelle ja operaattorille turvallisesti. Esimerkki tästä on, jos kone halutaan automaattimoodin tuotannosta huoltomoodiin, jotta voidaan ajaa eri koneen osia kerrallaan. Koneen tulee tässä moodimanagerin määrittämällä tavalla käydä vaaditussa Stopped-tilassa, jotta moodin muutos on mahdollista. (OMAC 2006, 8)

2.1.1 Valotorni

Normaalin PackML-standardin mukainen valotorni sisältää seuraavat värit: punainen, keltainen, sininen ja vihreä. Tähän on yleisesti otettu mukaan myös käynnistys napin valo ja äänimerkki. Kuvassa 4 esitetty PackML-standardia noudattava valotornin toiminta, jossa F kertoo välkkyvän valon ja S staattisesti palavan valon tilan. (Toohey, 10)



KUVA 4. PackML-standardin mukainen valotornin ohjaus. (Toohey, 10)

Valotorni mahdollistaa tuotannossa operoijille helpon ja yksinkertaisen tavan lukea koneen toimintaa. Mikäli kaikki tuotannon koneet noudattavat valotornien tilailmoitusta on operoijien helppo selvittää mitä kone tekee tuotannossa sinä hetkenä.

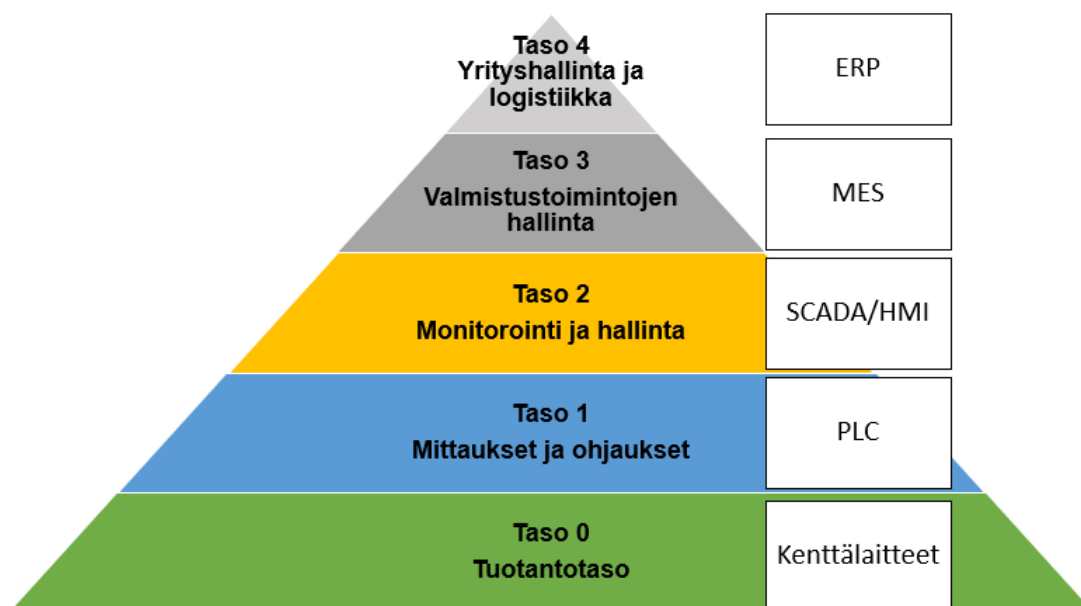
2.2 SCADA

SCADA akronyympi tulee englannin kielestä ”Supervisory Control and Data Acquisition”. Suomen kielessä yleensä tunnettu nimellä valvomo-ohjelmisto tai PC-ohjelmisto.

SCADA:n määritellään olevan teknologia, joka mahdollistaa datan talletuksen yhdestä tai useasta kaukaisesta tuotantolaitoksesta ja samalla mahdollisesti hoitamaan näiden tuotantolaitosten hallintaa etänä. SCADA on kehitetty monitorimaan ja hallitsemaan hyvinkin suuria tehtaita ja järjestelmiä. Usein SCADA:a ei käytetä pienten, yksittäisten tehtaiden järjestelmien hallinnassa. Näissä pienemmissä applikaatioissa ohjelmoitavat logiikka kontrollerit PLC:t tai hajautetut hallintajärjestelmät DCS:t tekevät usein saman asian. (A.Boyer, 2009, 25)

On hyvä huomata, että SCADA järjestelmä sisältää sanan Supervisory eli valvoja. Hyvä valvontajärjestelmä ei mikromanageroi vaan hallitsee ja ohjaa tuotantoa tiettyihin tuotantotuloksiin. SCADA siis hallitsee järjestelmää isosti yhtenäisillä maaleilla ja nämä pyritään eri valmistusmalleilla toteuttamaan lattiatasolla tehtaalla. Tätä SCADA tuotantoa järjestelmä sitten monitoroi. Usein tehtailla käytetty termi SCADA järjestelmästä saattaa siis oikeasti olla iso DCS järjestelmä. (A.Boyer, 2009, 25)

SCADA mahdollistaa tuotannon hallinnan yhdestä pisteestä, kun prosessin koko on suuri ja manuaalinen operointi toimilaitteilla olisi hankalaa. Lisäksi SCADA mahdollistaa asetuservojen muokkauksen prosessiin nopeasti ja etänä. (A.Boyer, 2009, 27). Kuvassa 5 esitetty ISA-95-mallin mukainen automaatio hierarkia, jossa eri laitehallinta järjestelmät esitettynä.



KUVA 5. Automaation pyramidi ISA-95-mallin mukaisesti. (Åkerman, 2018, 2, muokattu)

Kuvan 5 automaation pyramidi asettaa eri automaation laitehallinta/hallintasovellukset omille tasoilleen ja antaa käsityksen niiden sijainnista. Tason 1 ja 2 hallinta oli tämän projektin kohdealueena, kun puhutaan SCADA-järjestelmästä.

2.3 SIMATIC WinCC

WinCC on Siemensin tarjoama skaalautuva prosessin visualisointi työkalu, jossa on funktiot automaattisten prosessien hallintaan. SIMATIC WinCC sisältää Windows-käyttöjärjestelmän pohjaan rakennetut operointi ja hallinta paneelit yksittäis- sekä monikäyttäjien tarpeisiin. Näissä on lisäksi mahdollisuus redundanttisiin servereihin ja koko prosessin etähallintaan. (Siemens 1, 2016, 2)

Yksi WinCC:n suurimpia etuja on sen täysi avoimuus. Sitä voi käyttää suoraan käyttäjän sovellusten kanssa. Tämä luo mahdollisuuden HMI ratkaisuihin, jotka täyttävät käytännön tarpeet. (Siemens 1, 2016, 2)

2.4 PM-Control

PM-Control mahdollistaa tuotantospesifikaatioiden, -reseptien ja -parametrien asettamisen käyttäen tuotannolle annettuja asetusarvoja. Tämä onnistuu kaikentyyppisissä tuotannoissa ja sitä pystyy hallitsemaan ja monitoroimaan muutosten varalta tietokannassa. Tästä se voidaan selkeästi esittää käyttäjälle sekä varmistua tuotannon laadukkuudesta. Työtilaukset asetetaan tuotannolle käyttäen näitä asetusarvoja, jotta saavutetaan selkeä ja toteutettava työsuoritus tehtaan lattia-tasolla. (Siemens 2)

PM-Control-järjestelmää voidaan käyttää yhdessä muiden Siemens PM-järjestelmien kanssa, tai siihen yksittäin omassa integroidussa ohjelmointirajapinnassa. PM-Control soveltuu hyvin korkean tason MES ja ERP ratkaisuihin. (Siemens 2)

2.5 PM-Quality

PM-Quality hoitaa erädatan vastaanoton, prosessoinnin ja arkistoinnin. Tähän voi sisältyä esimerkiksi trendiviivat, hälytykset, prosessin asetus- ja mittausarvot, jäljitysketju ja laboratorio arvot osana suurta laadunvalvonta managerointi systeemiä. Tämä käsittää PM-Qualityn suurimman käyttötarkoituksen. PM-Quality voi ottaa dataa useilta eri sovelluksilta, kuten WinCC:ltä, PCS 7:ltä, OPC UA:ltä, tai tuoda dataa kokonaan ulkoisista järjestelmistä. Nämä voidaan yhdistää yhtenäiseksi ja selkeiksi tuotanto raporteiksi. (Siemens 2)

2.6 TIA-Portal

TIA-Portal on Windows tietokoneille tarkoitettu kattava suunnittelu ja ohjelmointityökalu. TIA-Portaalilla voi konfiguroida SIMATIC ohjaimia olivat ne sitten PLC, PC tai HMI (WinCC) pohjaisia. Sitä voidaan käyttää niin laitepuolen kuin ohjelmistopuolen muutoksiin. (Siemens 3, 2009)

2.6.1 Ohjelmalohkot TIA-Portal

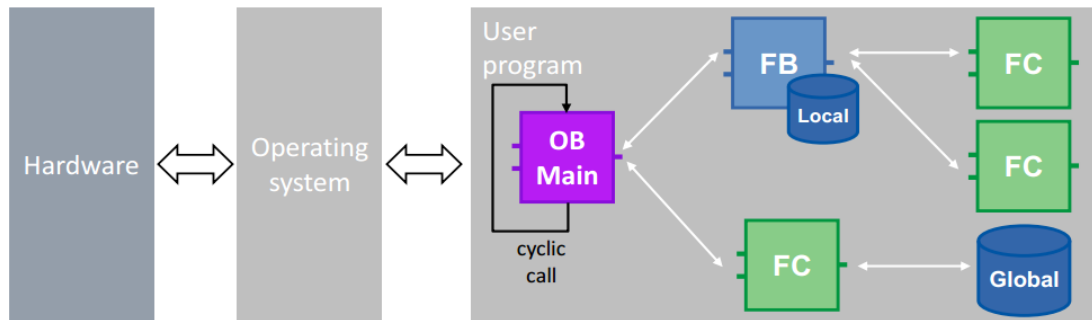
TIA-Portal-ohjelmassa ohjelmointilohkot on jaettu neljään eri tyyppiin: Organisoitilohko (OB), Datalohko (DB), Funktio (FC) ja Funktiolohko (FB). Näillä luodaan suunnittelijan tekemään ohjelmaan selkeä ja yksinkertainen ohjelma pohja, jota on helppo seurata. Kuvassa 6 esitetty laitepuolen, käyttöjärjestelmän ja käyttäjänohjelman yhteys. (Siemens 4, 2018, 42)

Organisoitilohkot ovat rajapinta käyttöjärjestelmän ja ohjelman välillä. Niitä kutsutaan usein ohjelman käynnistyessä, ohjelmakierroissa, keskeytysprosesseissa ja vikojen hallinnoissa. Organisoitilohkoista kutsutaan funktiot ja funktiolohkot. (Siemens 4, 2018, 43–44)

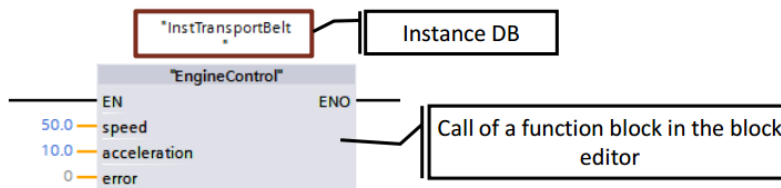
Datalohkot voivat muodostua globaaleihin datalohkoihin (engl. Global datablocks) tai instanssidatalohkoihin (engl. Local datablocks). Instanssidatalohkot voivat myös olla multi-instansseja, joissa samaa datalohkopohjaa voi käyttää toisen instanssilohkon sisällä pitäen sen kuitenkin saman funktiolohkon ja sen oman datalohkon alla. (Siemens 4, 2018, 48–52)

Funktio on ohjelma lohko, jolla ei ole omaa muistia. Funktio suorittaa oman lohkon koodin. Ohjelmakierron jälkeen funktion välimuisti tyhjenee. (Siemens 4, 2018, 45–46)

Funktiolohko poikkeaa funktiosta sisältämällä oman instanssimuistinsa. Tämän instanssimuistin sisältö säilyy ohjelmakiertojen välillä. Kuvassa 7 esitetty funktiolohkon tyypillinen kutsu ja sen muodostama instanssidatalohko. (Siemens 4, 2018, 47)



KUVA 6. Laittepuolen, käyttöjärjestelmän ja käyttäjänohjelman yhteys (Siemens 4, 2018, 42)

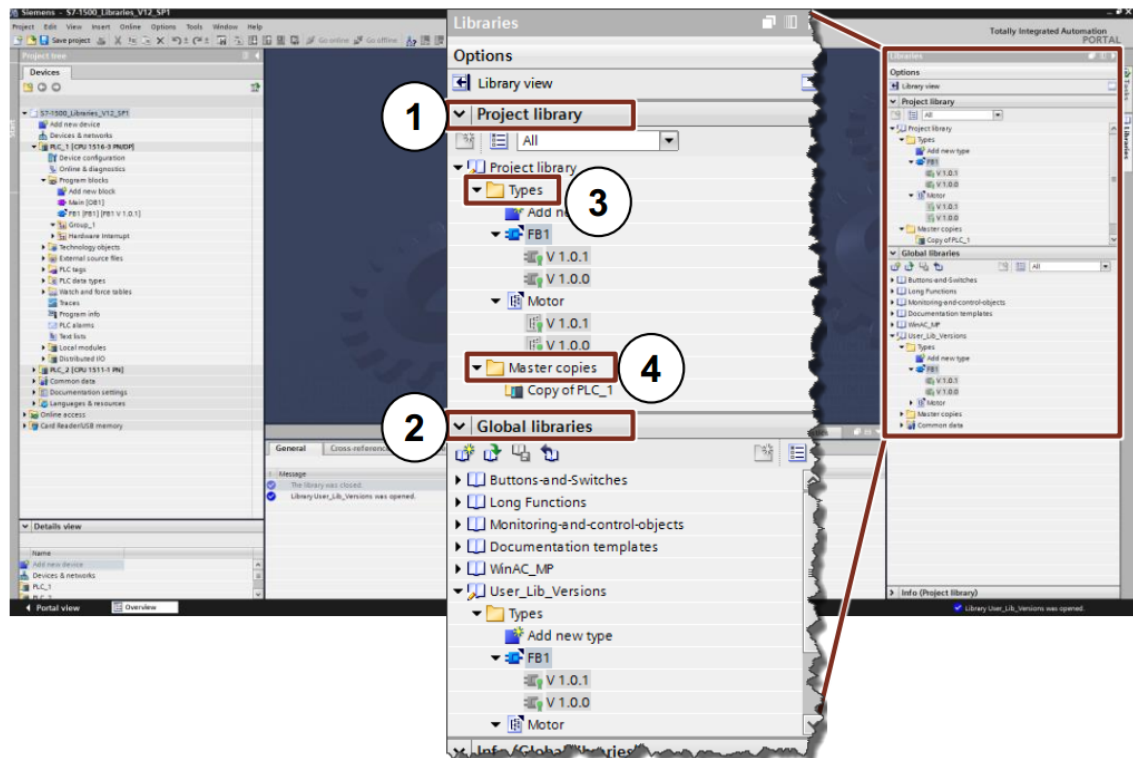


KUVA 7. Funktiolohkon tyypillinen kutsu ja sen yhteydet (Siemens 4, 2018, 47)

Funktiolohko voi kirjoittaa dataa ulos suoraan omaan instanssiin, josta se kutsutaan tai globaaliin datalohkoon.

2.6.2 Kirjastot TIA-Portal

TIA-Portal-ohjelmassa on kahden tyyppiset kirjastot: projekti- ja globaalit kirjastot. Näihin kumpaakin tulee kaksi tallennustyyppiä: tyypit (engl. Types) ja isäntä kopiot (engl. Master copies). Kirjastot mahdollistavat yksinkertaisen paikan TIA-Portal:issa, johon voidaan tallentaa data. Näihin voi tallettaa esimerkiksi kokonaisten laitteiden konfiguraatiot ja ohjelmat, sekä erikseen ohjelmointilohkot, tagitaulut, datatyytit, HMI-ruudut ja HMI-tagit. Kuvassa 8 esitetty TIA-Portal:in kehitys näkymä, jossa isonnettuna kirjaston osat. (Siemens 4, 2018, 78–79)



KUVA 8. Kirjastojen kehitysnäkymä TIA-Portal, numeroituna (1) Projektkirjasto, (2) Globaalikirjasto, (3) Tyypit ja (4) Isäntä kopiot (Siemens 4, 2018, 79)

Projektkirjasto kuvassa 8 kohdassa 1 on kirjasto, joka on integroitu osa auki olevaa projektia ja sitä hallitaan projektin osana. Tämä sallii osien uudelleenkäytön ja versioinnin projektin sisällä. Globaali kirjasto kuvassa 8 kohdassa 2 on yksittäinen kirjasto, jota voi käyttää useissa projekteissa. (Siemens 4, 2018, 79)

Tyypit kuvassa 8 kohdassa 3 ovat yhteydessä projektiin, jossa niitä käytetään. Kun tyyppiin tulee muutos, voi tyyppiä käyttävät projektissa olevat lohkot päivittää automaattisesti. Tuetut tyypit ovat funktiot ja funktiolohkot. Lisäksi tuettuja ovat myös PLC-datatyypit, HMI-näytöt, HMI-näyttöjen valmispohjat, HMI-datatyypit ja HMI-skriptit. (Siemens 4, 2018, 79–80)

Isäntä kopiot kuvassa 8 kohdassa 4 mahdollistaa kokonaisten elementtien kopioinnin kirjastoihin ja kirjastosta. Tämä mahdollistaa ohjelmointilohkojen, laiteasetusten ja tagi taulujen kopioinnin projektiin. Nämä kopiot eivät ole yhteydessä projektiin, eivätkä sisällä versiohallintaa. Kopiot voi kuitenkin aina tuoda projektiin ja niitä voi käyttää pohjana muutoksille. (Siemens 4, 2018, 79)

2.6.3 Lohkojen lukitukset TIA-Portal

TIA-Portal mahdollistaa kaksi lukitustyyppiä lohkoille. Tietotaito lukittuihin ohjelmointilohkoihin voivat tehdä muutoksia vain salasanan omaavat henkilöt. Lukitut funktiot, funktiolohkot ja organisointilohkot eivät ole muokattavissa, ja ainoastaan niiden instanssi datalohkoa voi tarkastella. Tietotaito lukitut lohkot voi ohjelman kääntäjä kääntää ainoastaan salasanalla. (Siemens 5, 2017, 76)

Kirjoituksenesto lukitut lohkot asettavat funktion, funktiolohkon tai organisointilohkon tilaan, jossa niiden toimintaa voi tarkastella ja lukea. Muutoksia ei pysty tekemään, muuten kuin salasanaa vastaan. Kirjoituksenestolla lukitut lohkot voi kääntää ohjelmalla ilman salasanaa. Tämä ja tietotaito lukitus eivät voi olla samaan aikaan lohkoissa. (Siemens 5, 2017, 77)

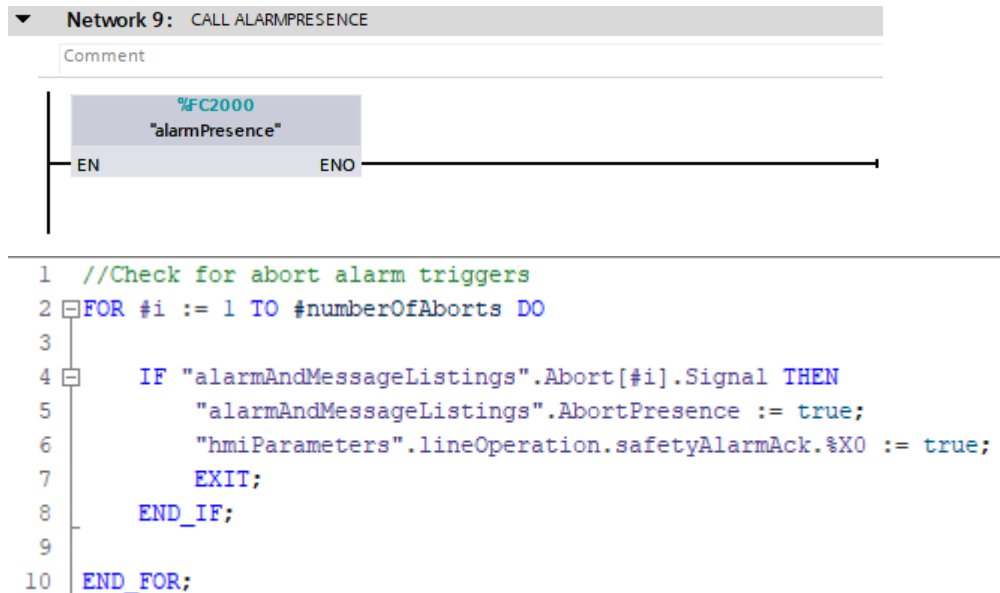
3 LUODUN KIRJASTON SISÄLTÖ

3.1 Hälytyspohja

Valmiiksi spesifioidut pysäyttävät tilat ja niiden luokat tehtiin hälytyslohkoihin valmiina pakettina laitetoimittajia varten. Nämä sovitettiin PackML-ohjelmassa jo valmiina olevaan Stop-, Abort-, Suspend- ja Hold-tiloihin (OMAC 2006, 10–11). Näihin asiakkaan pyynnöstä tuli vielä lisänä tuotteenlaatukriittiset hälytykset StopCritical ja AbortCritical. Näissä kahdessa hälytyksessä tuotteen laatu saattaa olla muuttunut, ja nämä vaativat asiakkaan spesifioimien kriteerien kuittaamiseen.

Hälytysten ilmaamista varten rakennettiin SCL-koodilla funktio, joka tarkistaa for-silmukoilla hälytyksen tilan. Kuvassa 9 alarmPresence-lohkon kutsu ja esimerkki Abort-hälytyksen for-silmukasta. Vakio numberOfAborts on funktion sisällä annettu vakio, jonka laitteen toimittaja vaihtaa täsmäämään oman koneensa Abort-signaalien määrää.

Kullakin eri pysäyttävällä tilalla on oma for-silmukka. Näiden kuittauksat tapahtuvat sitten omasta paikasta, johon koneenvalmistaja tuo oman kuittausbittinsä kenttälaitteelta.

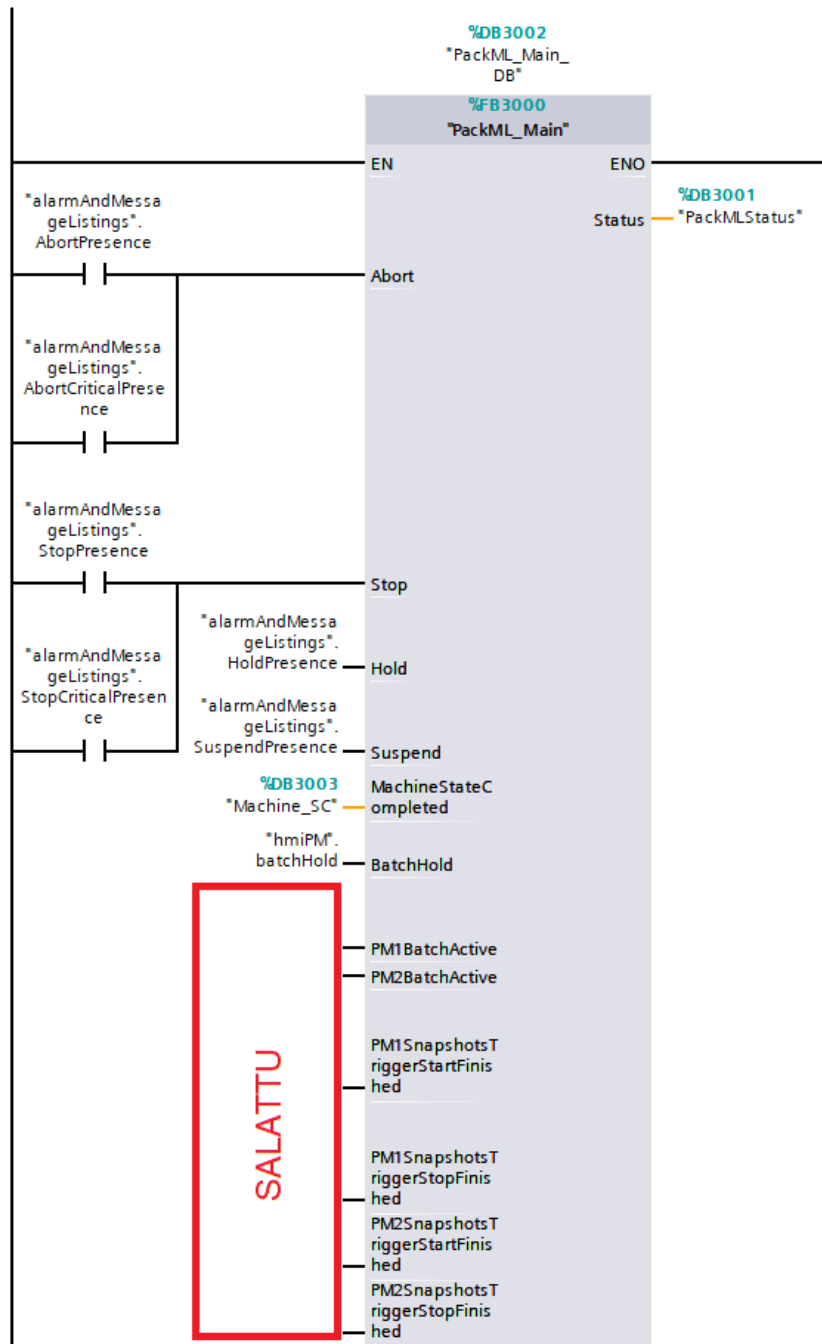


KUVA 9. Abort-hälytyksien signaalien tarkistus alarmPresencelohkossa ja sen kutsu

Kuvan 9 hälytysgeneroinnit PackML-ohjelman puolelle on generoitu siten, että niistä tulisi mahdollisimman vähän kuormaa PLC:lle asettamalla ne poistumaan for-silmukoista, mikäli hälytys on jo päällä.

3.2 PackML

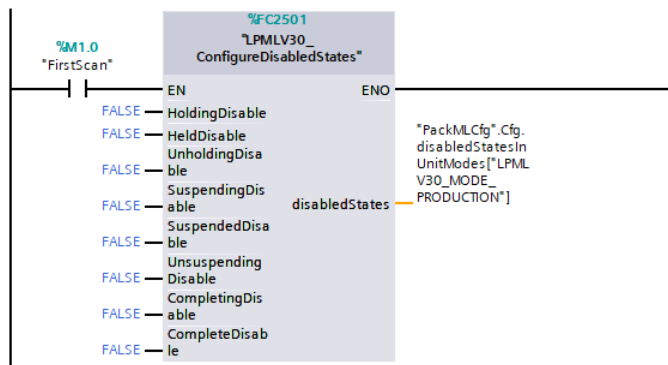
PackML-lohkon kutsuun liitetään valmiit Abort-, Stop-, Hold- ja Suspend-ehdot, jotka kirjoitetaan valmiiksi tehdyllä abortPresence-lohkolla. On tärkeää huomata, ettei PackML ole turvaohjaus vaan sen pääasiallinen tarkoitus on indikoida operoijille koneen tila. Näin ollen koneen toimittajat rakentavat pysäyttävät turvatoiminnot PLC:n turvapuolen logiikkaan. Näistä toiminnoista tuodaan signaalit indikoimaan PackML-ohjelman puolelle pysäyttävät tilat. Kuvassa 10. Esitetty PackML_Main-lohkon kutsu. Tämä lohko toimii PackML:n sisäisen logiikan funktiolohkona, sen sisällä on erilliset PackML toiminnot moodien ja tilojen välillä.



KUVA 10. PackML-lohkon kutsu

Asiakkaalla oli tarve tuotantokoneeseen, joka noudatti PackML-mallia, mutta sisälsi sisällään kaksi PM-Control, ja kaksi PM-Quality toimintoa. Tämä rakennettiin PackML-lohkon sisälle. Toiminnon saa otettua valinnaisesti päälle. Yksi tuotannonkone voisi siis sisältää kahden eri erän tuote- ja reseptitiedot noudattaen samalla PackML-toimintamallia. Toteutus on rajattu pois tästä opinnäytetyöstä, sillä se on salattu.

Tilat eri yksikkömoodeille saatiin asiakkaalta ja ne noudattivat jokaisen koneen kohdalla samoja tiloja. Näitä sallittuja tiloja pystyisi myös myöhemmin vaihtamaan, mikäli sille olisi tarve. Kuvassa 11 esitetty Siemens LPMLV30_ConfigureDisabledStates-funktion kutsu, joka asettaa halutut tilat estetyiksi kyseisellä moodilla. Tässä esimerkissä tuotantomoodi, jossa kaikki tilat ovat sallittuja. Sallitut tilat asetetaan aina PLC:n ensimmäisellä syklillä.



KUVA 11. LPMLV30_ConfigureDisabledStates-funktion kutsu

3.3 PM-Quality & PM-Control

PM-Quality ja PM-Control on laitettu ohjelmaan siten, että ne saa kytkettyä pois päältä halutessaan. Lisäksi on mahdollisuus kytkeä kaksi PM-Quality:n ja PM-Control:in instanssia.

Reseptiikan ja raportoinnin toiminta oli asiakasyritykselle erittäin tärkeää, ja raportointi työkalulla piti olla jatkuva yhteys palvelimille. Ohjelmaan kytkettiin PackML:n puolelle pysäytykset, mikäli PM-Quality-yhteys katkeaisi kesken tuotannon. Nämä pysäyttävät tuotannon Hold-tilaan. Tämä varmistaa jatkuvan datan keräämisen ja jäljitettävyyden tuotelaadun varmistamiseksi.

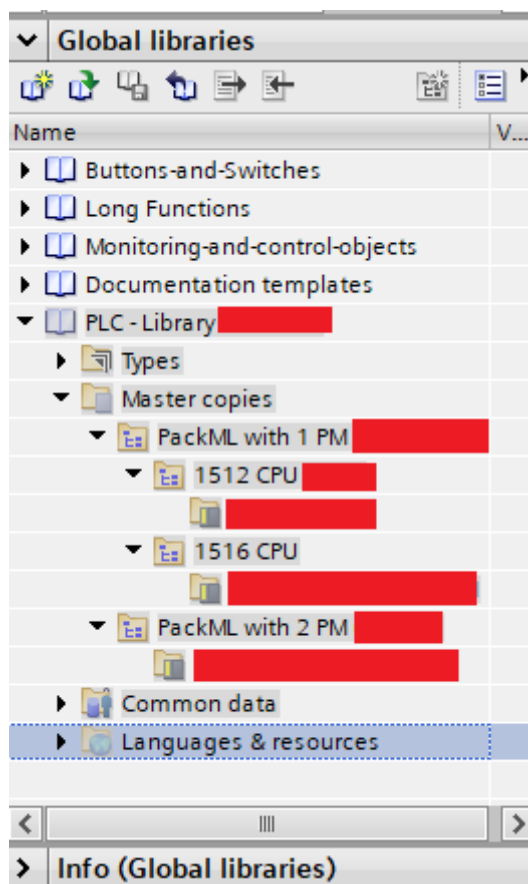
3.4 Valotorni

Valotornin lohko mahdollisti laitevalmistajalle suoran liitynnän lähtöihin, joilla ohjata omia kentällä olevia indikoivia valoja. Valojen tilasiirrot tapahtuu jo PackML-tilojen mukaisesti, jotka on määritetty kuvassa 4. Valotornin ohjelma jätettiin luokitsematta, mahdollisten tulevien muutoksien takia. PackML mukaiseen valotornin ohjaukseen lisättiin myös valkoinen valo, joka indikoi virran päällä olon.

4 KIRJASTON LUOMINEN

4.1 Kirjaston luominen

Työn kirjastot luotiin globaalien kirjastojen puolelle. Tämä mahdollistaa kokonaisten ohjelmien ja PLC-laitteiston asettamisen kirjastoon kaikille valmiiksi. Laitevalmistajien PLC-tyypit olivat ennalta tiedossa ja tämän tiedon avulla luotiin jokaiselle laitevalmistajan omille PLC:eille valmiit konfiguroinnit. Kuvassa 12 esitetty avatun PLC-kirjaston pohja, jossa jokaiselle laitevalmistajalle on oman PLC:n mukainen pohja.



KUVA 12. Globaalikirjasto avattuna

Kirjaston PLC:t testattiin kääntäjästä läpi meneväksi, jottei laitevalmistajilla tulisi ongelmia integroinnissa. Suurin työ laiteintegroijilla jäi hälytysten linkkauksiin, PackML-tilasiirtojen StateCompleted-statuksien linkkauksiin ja datalohkojen nimeämiseen. Nämä neuvottiin kirjaston kanssa julkaistussa PLC-Kirjaston käyttöohjeessa.

4.2 Testaus projekti pohjalle

Ohjelmalle rakennettiin testiympäristö, jossa PackML-tilasiirtymiä ja moodivaihtoja testattiin runsaasti. Testiympäristössä asetettiin yhteen PLC:hen useampi PackML simuloimaan useampaa tuotantokonetta. Tällä varmistettiin SCADA järjestelmän toimivuus sekä tagien toimivuus WinCC-projektin puolella, jossa yhdistyi kolmen PLC:n datalohkot paneelien toiminnallisuutta varten.

4.3 PLC – Kirjaston käyttöohje

Kirjaston käyttöohjeen tarkoitus oli antaa laitevalmistajille hyvä pohja, josta pääsee helposti tekemään tarvittavat muutokset ja lisäykset. PLC – Kirjaston sisällysluettelo esitetty liitteessä 1. Käyttöohje kattoi siis kaikki PackML, PM-Quality ja PM-Control tuotteisiin liitettävät asiat. Lisäksi käyttöohje sisälsi liittämisen hyvän käytännön ohjeet toiminnat sekä suojausten ja globaalien datalohkojen sisällöt. Lisäksi käyttöohje kuvasi laitteen valojen ohjauksen PackML-standardin mukaisesti. Käyttöohjeessa pidettiin myös muutoskirjaa, johon merkittiin muutoksia tai korjauksia projektin edetessä kirjastojen ollessa jo luovutettu laitetoimittajille ja asiakkaalle.

5 POHDINTA

Työn lopputuloksen ulostuontia tähän opinnäytetyöhön haittasi vaihtoehtoisuus, joka rajaa esille tuotavuutta. Laittevalmistajille luovutetut kirjastot saatiin valmiiksi ja niihin tuli vain muutamia versiopäivityksiä. Kirjastojen käytöstä ei saatu laitevalmistajilta lähes lainkaan palautetta. Tässä projektissa laitevalmistajilla oli kattava ymmärrys Siemens TIA-Portal-ohjelmasta, joka auttoi projektin etene- mistä.

Yksi ongelma ilmeni TIA-Portal-ohjelman kääntäjän kanssa lukittuja lohkoja kääntäessä. Osa valmiiksi luoduista lohkoista, eivät menneet onnistuneesti laite- valmistajien ohjelmistoissa kääntäjän läpi, mikäli niiden kutsua oli muutettu. Li- säksi PackML-lohkojen toiminnoista löydettiin tiettyjä virheitä, jotka piti korjata projektin edetessä. Nämä muutokset saatiin tehtyä TIA-Portal:in globaaliin kirjas- toon ja muutokset kirjattiin kirjaston käyttöohjeeseen.

Yhden yhtenäisen PLC-kirjaston päivittämisestä kaikille luovuttiin, sillä oli nope- ampaa ja helpompaa luovuttaa muutokset laitevalmistajalle yksittäisinä ohjelma- lohkoina. Lisäksi laitevalmistajilla oli koneissa erittäin yksittäiset ongelmat, joten olisi turhaa tehdä korjaus yksittäisiin asioihin koko kirjastoon.

Tämä ei kuitenkaan poista PLC-kirjaston kätevyyttä. PLC-kirjastoa voi käyttää tulevissa projekteissa, joissa SCADA, PM-Quality, tai PM-Control on käytössä. Lisäksi tässä työssä tehtyjä hälytysgenerointeja voi myös käyttää helposti tule- vissa projekteissa.

Jatkokehityksenä työlle olisi hyvä lisätä enemmän joustavuutta liitettävyyteen te- kemällä paremmat rajapinnat lohkoille. Tämä poistaisi suurimmat ongelmat loh- kojen käänös ongelmassa. Tulevissa projekteissa tulee kanssa ottaa huomioon asiakkaan pyynnöstä PM-Quality ja PM-Control lohkojen joustavuus ja kuinka yk- sinkertaista ne olisivat poistaa kokonaan koodista ylimääräisinä.

LÄHTEET

ISA. Machine and Unit States: An Implementation Example of ISA-88. Julkaistu 1.8.2008. https://sesam-world.com/pdf/make2pack/mode/2010-11-29/Materiale/TR_880002.pdf

Magnus Åkerman. Implementing Shop Floor IT for Industry 4.0. 6.7.2021.

OMAC. Packaging Machine Language V3.0 Mode & States Definition Document. Julkaistu 6.2006.

Patrick Toohey. PackML Implementation Guide. Luettu 3.8.2021.

Siemens 1. SCADA System SIMATIC WinCC The scalable and open SCADA system for maximum plant transparency and productivity. Julkaistu 2016. <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:70cd7167-050a-47d0-b6f5-a4e1aa02113e/ipdf-wincc-systemuebersicht-eng.pdf>

Siemens 2. PM-Addons for WinCC. Luettu 6.3.2021 <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/scada/pm-add-ons.html>

Siemens 3. Your gateway to the automation in the digital enterprise Totally Integrated Automation Portal. Luettu 21.7.2021. <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:0c66eeeb-b67d-4c98-aa0d-290f82d5c0d2/7801-09-tia-p-ipdf-en-181029-1.pdf>

Siemens 4. Programming Guideline for S7-1200/1500 V1.6. Julkaistu 12.2018.

Siemens 5. Guideline for library handling in TIA Portal V1.0. Julkaistu 11.2017.

Stuart A.Boyer. SCADA Supervisory Control and Data Acquisition 4th Edition. ISBN-13: 978-1936007097. Julkaistu 6.2009.

LIITTEET

Liite 1. PLC-Kirjaston käyttöohjeen sisällysluettelo

1(2)

Contents

1. References	4
2. Signatures.....	4
3. PLC – Library contents.....	7
4. System and clock memory	8
5. Protection.....	9
6. Naming conventions	10
7. HMI-Pushbutton linkages	10
8. PackML_LAD_OB.....	10
8.1 Network 1 Call FB PackML_Main	11
8.2 Network 2	12
8.3 Network 3	12
8.4 Network 4	13
8.5 Network 5	13
8.6 Network 6	13
8.7 Network 7	13
8.8 Network 8	14
8.9 Network 9	14
8.10 Network 10	14
8.11 Network 11	14
8.12 Network 12	14
9. Light stack (Machine and units).....	15

9.1	LightStackControl FB	15
9.2	OPL_VD_LIGHTSTACK	17
9.3	LightStack	18
10.	Alarms	19
10.1	Program_Alarms: Example usage	20
11.	Messages	25
12.	Global Data blocks	25
12.1	PackML	25
12.2	Global data	26
12.3	Alarms	36
12.4	HMI operation	38
12.5	Control, Quality and Process order	40
12.6	PM	41
12.7	Document version history	42