

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Koneautomaatiotekniikka

2018

Teemu Koivusalo

VIRTUAALISTEN SIMULOINTIYMPÄRISTÖJEN VERTAILU

Teemu Koivusalo

VIRTUAALISTEN SIMULOINTIYMPÄRISTÖJEN VERTAILU

Opinnäytetyö tehtiin Turun ammattikorkeakoulun toimeksiantona. Työn tarkoituksena oli tutkia Siemensin simulointiohjelmistojen, SIMIT ja NX: mechatronics concept designer, soveltuvuutta koulun opetustyökaluiksi. Lähtökohtana oli selvittää, onko näillä ohjelmistoilla mahdollista toteuttaa täysin tietokoneohjattu simulointiympäristö ilman fyysisiä laitteita.

Työssä esitellään alkuun SIMIT ja MCD ja kuvaillaan toteutukseen tarvittavia muita ohjelmistoja ja työkaluja. Lisäksi keskitytään kommunikointiin ja vaatimuksiin, joita laitteiden/ohjelmien ja automaatiolaitteiston välille vaaditaan. Lopuksi tarkastellaan SIMIT:n ja Mechatronics concept designerin teknisiä eroavaisuuksia, jotta saadaan selville, kumpi olisi parempi vaihtoehto opetuskäyttöön.

Kerättyjen tietojen perusteella, ja ottaen huomioon koulun nykyisen kaluston, voitiin todeta, että kummatkin simulointiohjelmistot ovat soveltuvia käyttökohteesta riippuen.

ASIASANAT:

Siemens, SIMIT, Mechatronics concept designer, OPC, TIA portal.

Teemu Koivusalo

COMPARISON OF THE VIRTUAL SIMULATION ENVIRONMENTS

This thesis was commissioned by Turku University of Applied Sciences and the purpose was to examine the benefits of Siemens SIMIT and Siemens NX: mechatronics concept designer in education. The objective was to find out if it was possible to make a completely virtually simulated education environment without any real hardware using either of these programs.

In this thesis both SIMIT and MCD are first briefly introduced and then the other necessary programs and tools, which are needed to make the system work, are explained. This study also focuses on connections and how these programs are coupled with the automation system. Lastly a technical comparison between SIMIT and Mechatronics concept designer was made to see which one the best option would be considering the needs and software already available.

Based on this information, the suggestion of which system would be the best option at this moment, was made.

KEYWORDS:

Siemens, SIMIT, Mechatronics concept designer, OPC, TIA portal

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	7
2 SIMULIOINTIOHJELMISTOJEN ESITTELY	8
2.1 Siemens SIMIT -simulointiohjelmisto	8
2.1.1 Kommunikointi PLC:n ja SIMITin välillä	8
2.1.2 SIMITin simulointimallit	8
2.2 PLM – Tuotteen elinkaaren hallinta	9
2.3 Siemens NX 3D-suunnitteluohjelmisto	10
2.3.1 Mechatronics concept designer -simulointiohjelmisto	10
2.3.2 Kommunikointi PLC:n Mechatronics Concept Designerin välillä	11
2.4 TIA Portal – PLC ohjelmointiympäristö	11
2.5 OPC tiedonsiirtorajapinta	12
2.6 Simulointimalleja ohjaavat logiikat	13
2.6.1 PLCSIM – PLC:n simulointiohjelmisto	14
2.6.2 Siemens S7-1200- ja 1500-sarjan ohjelmoitavat logiikat	14
3 OHJELMISTOJEN TEKNINEN VERTAILU	16
3.1 Hissin simulointi SIMIT ohjelmistolla	16
3.1.1 Hissin toiminta	16
3.1.2 Hissin ohjaus	17
3.1.3 Yhteyden muodostaminen logiikan kanssa	18
3.1.4 Hissin signaalien testaaminen	18
3.1.5 Hissin koneiston simulointimalli	19
3.1.6 Hissin oven simulointi	20
3.1.7 Hissin liikkeen simulointimalli	20
3.1.8 Hissin sensorien simulointimalli	21
3.1.9 Simulointimallien visualisointi	21
3.2 Simulointi Mechatronics concept designerissä	23
3.3 Esimerkki: Kappaleiden fyysiset ominaisuudet simulointiympäristössä	23
3.4 Mallien eroavaisuudet	26
3.5 Ohjelmoitavien logiikoiden vaikutus ja erot	27
4 YHTEENVETO	29

LIITTEET

Liite 1. Hissin logiikkaohjauksen symbolitaulukko.

KUVAT

Kuva 1 SIMITillä luotu tehdaslaitoksen graafinen käyttöliittymä.	9
Kuva 2. Tuotteen elinkaaren vaiheet (Pragnam Solutions 2018).	10
Kuva 3. TIA Portaliin sisältyvät ohjelmointi- ja suunnittelutyökalut (Siemens 2018d)... ..	12
Kuva 4. OPC konfigurointi (Siemens 2017b).	13
Kuva 5. Logiikoiden yhdistäminen SIMITin kanssa.	15
Kuva 6. Kaavio hissin ohjauksen toiminnasta (Siemens 2017b).	17
Kuva 7. Hissin nopeuden säätö SIMITissä (Siemens 2017b).	19
Kuva 8. Oven ohjaus simuloitusti (Siemens 2017b).	20
Kuva 9. Kerroksen määrittely nopeuden arvosta (Siemens 2017b).	21
Kuva 10. Sensorien ohjaus simulointimallilla (Siemens 2017b).	21
Kuva 11. Esimerkki "drag & drop" -menetelmästä (Siemens 2017b).	22
Kuva 12. Hissin käyttöliittymän yksinkertainen mallinnus (Siemens 2017b).	22
Kuva 13. Output-indikaattorit sekä kerrostalo ja hissi suurpiirteisesti mallinnettuna (Siemens 2017b).	23
Kuva 14. Laatikon "rigid body" -määrittely (AlvaresTech 2018).	24
Kuva 15. Objektien "collision body" -määrittely (AlvaresTech 2018).	25
Kuva 16. Kuljettimien määrittely (AlvaresTech 2018).	25
Kuva 17. Esimerkki 3D-mallista kummassakin ohjelmistossa. SIMIT vas. (Siemens 2015) ja MCD oik. (Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. 2018b). ...	26

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

CAD	Computer-aided design. Tietokoneavusteinen suunnittelu.
CAE	Computer-aided engineering. Tietokoneavusteinen tekniikan suunnittelu.
CAM	Computer-aided manufacturing. Tietokoneavusteinen valmistus.
DP	Decentralised peripherals
DP	Decentralised peripherals. Profibusin väylämalli.
IO	Input/Output. Automaatiojärjestelmän tulevat ja lähtevät signaalit

MCD	Mechatronics concept designer
NX	Siemensin 3D-suunnitteluohjelmisto.
OPC	OLE for process control. Teollisuuden avoin tiedonsiirto standardi
PC	Personal computer. Henkilökohtainen tietokone.
PID	Proportional-integral-derivative. Prosessisäätö, joka koostuu kolmesta toiminnosta: suhde, integrointi ja derivointi.
PLC	Programmable logic controller. Ohjelmoitava logiikka.
PLCSIM	Siemensin PLC-simulointiohjelmisto
PLM	Product Lifecycle Management eli tuotteen elinkaaren hallinta
Profibus	Process field bus. Automaatiossa käytettävä tiedonsiirtoväylä laitteiden väliseen kommunikointiin.
Profinet	IEEE 802.xx -standardiin pohjautuva teollisuuden ethernet-kenttäväylä.
SHM	Shared memory gateway
SIMIT	Siemensin simulointiohjelmisto.
TIA Portal	Totally Integrated Automation Portal

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksianto saatiin Turun ammattikorkeakoululta. Tarkoituksena on tutkia virtuaalisen simuloinnin käyttömahdollisuutta osana opiskelua. Toteutus tulisi koskemaan ensisijaisesti kone- ja tuotantotekniikan automaatiolinjan opiskelijoita. Lähtökohtana on vertailla kahta Siemensin kehittämää simulointityökalua, jotka ovat SIMIT ja NX: Mechatronics concept designer. Tavoitteena on myös selvittää, saisiko näillä ohjelmilla aikaiseksi täysin virtuaalisen harjoitusympäristön, jolloin opiskelijoiden olisi mahdollista itsenäisesti tai pienissä ryhmissä suorittaa harjoitustöitä yhdeltä tietokoneelta käsin.

Automaatiosovelluksen simulointi ennen käyttöönottoa on ennen kaikkea taloudellisesti kannattava ratkaisu, koska laitteisto on mahdollista testata ennen mitään hankintoja. Mahdolliset ohjelmistoon tai käyttöön liittyvät virheet on myös mahdollista havaita jo aikaisessa vaiheessa, joka myös lisää kustannustehokkuutta ja varmuutta.

Virtuaalisella simuloinnilla tarkoitetaan todellisuuden, tässä tapauksessa tuotteen tai ympäristön, jäljittelyä tietokoneohjatusti. Tuotteesta tai prosessista voidaan mallintaa nykyaikaisilla suunnitteluohjelmistoilla hyvin yksityiskohtaisia malleja vastaamaan todellista valmistetta. Lisäksi sovelluksien ohjelmointia, konfigurointia ja parametrintia pystytään testaamaan samaan tapaan kuin todellisessa käyttöönotossakin. Virtuaalisesti simuloitu ympäristö on täysin ihmiselle tai ympäristölle vaaraton tapa testata prosessin tai laitteiston toimivuutta. Simulointi soveltuu lisäksi hyvin esimerkiksi operaattoreiden tai opiskelijoiden koulutukseen.

2 SIMULIOINTIOHJELMISTOJEN ESITTELY

2.1 Siemens SIMIT -simulointiohjelmisto

SIMIT on Siemensin kehittämä simulointiohjelmisto, jolla voidaan virtuaalisesti jäljitellä reaaliaikaisia, automatisoituja ohjelmia, koneita ja prosesseja. SIMIT-ohjelmistoa käytetään erilaisten automaattioratkaisujen testaamiseen, suunnitteluun ja kehitykseen ilman varsinaista kenttä- tai tuotantolaitteistoa. (Siemens 2018c.)

2.1.1 Kommunikointi PLC:n ja SIMITin välillä

Kommunikointiin tarvitaan ohjelmointirajapinta SIMITin ja ohjelmoitavan logiikan välille. Rajapinta tarkoittaa määritelmää, jonka mukaan eri ohjelmistot tarjoavat tietoja tai palveluita toisilleen eli kommunikoivat keskenään. SIMIT on mahdollista yhdistää automaatiojärjestelmään kahdeksan eri rajapinnan kautta.

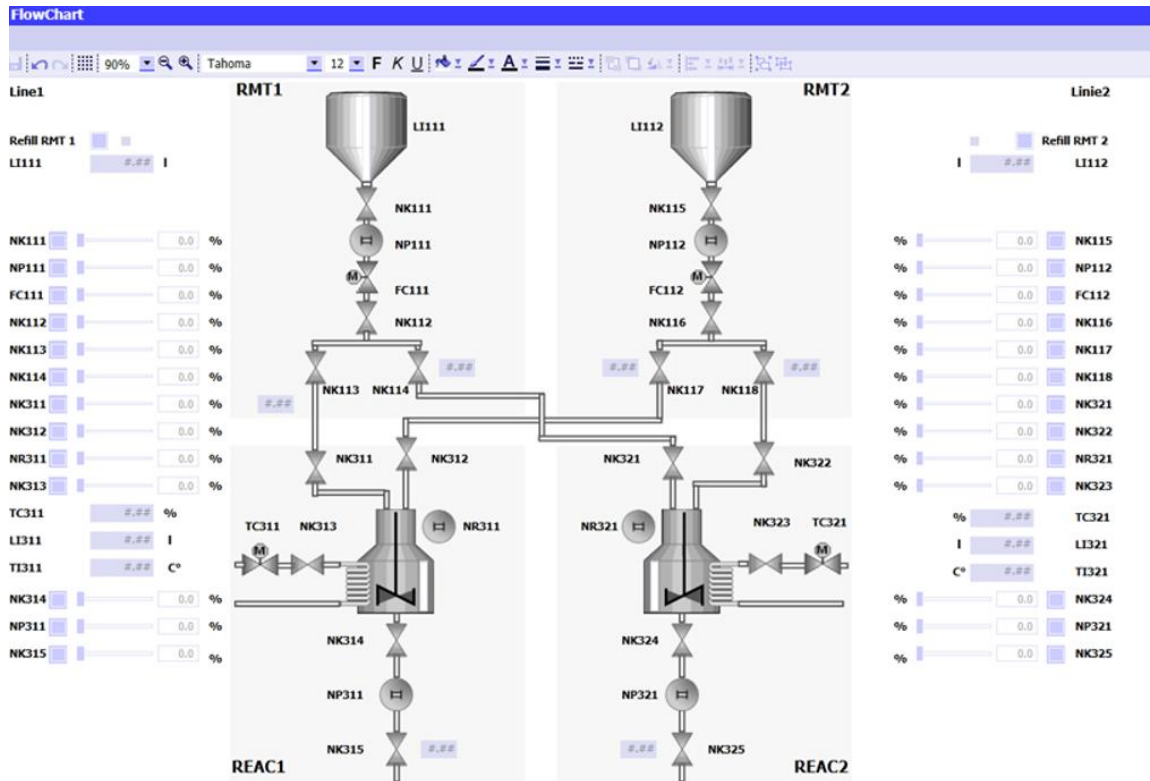
Kommunikointivaihtoehtoja PLCSIM ja Virtual controller ovat täysin virtuaaliseen simulointiin tarkoitettuja ohjelmia. Tämä tarkoittaa sitä, että ulkoisia automaatiolaitteita ei näiden ohjelmien kanssa tarvita. Virtual controllerilla emuloidaan Siemensin ohjelmoitavaa logiikkaa. (Siemens 2018f). Sillä on kuitenkin mahdollista emuloida vain Siemensin S7-300- ja S7-400-sarjan logiikoita, jotka eivät ole yhteensopivia koulun laitteiston kanssa.

SIMITiin on integroitu suora rajapinta PLCSIM v5:n kanssa, jolloin yhteyden muodostaminen onnistuu, kunhan molemmat ohjelmat on asennettu samalle tietokoneelle. Toistaiseksi tukea ei kuitenkaan uusimpien PLCSIM-versioiden (v11 ylöspäin) ja SIMITin välillä ole. Siemensin edustajan mukaan tuki on kuitenkin tulossa lähitulevaisuudessa. Näin ollen yhteys on muodostettava käyttäen OPC-teknologiaa. (Siemens 2018b).

2.1.2 SIMITin simulointimallit

SIMITillä on mahdollista simuloida sekä 2D- että 3D-malleja. Ohjelma sisältää laajan kirjaston valmiita malleja, tai niitä on mahdollista luoda myös itse. 3D-mallinnus ei kui-

tenkaan ole mahdollista, joten mallit on luotava erillisellä ohjelmalla, jos niitä halutaan simuloida. Grafiikkaa on myös mahdollista animoida halutulla tavalla, joka auttaa havainnollistamaan simuloinnin vaiheita.



Kuva 1 SIMITillä luotu tehdaslaitoksen graafinen käyttöliittymä.

2.2 PLM – Tuotteen elinkaaren hallinta

Tuotteen elinkaaren hallintaan suunniteltujen ohjelmistojen tarkoituksena on kerätä dataa nimensä mukaisesti tuotteen elinkaaren eri vaiheilta lähtien suunnittelusta, ja jatkuena mm. tuotantoon, jakeluun, huoltoon ja käytöstä poistamiseen. PLM toimii tuotetta koskevan informaation säilytyspaikkana ja eri sidosryhmien, kuten markkinoinnin, suunnittelun, tuotannon ja huollon kommunikointivälineenä. (Active sensing, inc. 2018.)

Kuvasta 2 nähdään tuotteen elinkaaren eri vaiheet. Simulointiohjelmistojä hyödynnetään ympyrän suunnittelu- ja testausvaiheissa, ennen itse tuotantoon siirtymistä.



Kuva 2. Tuotteen elinkaaren vaiheet (Pragnam Solutions 2018).

2.3 Siemens NX 3D-suunnitteluohjelmisto

NX on Siemensin kehittämä suunnittelutyökalu ja toimii osana Siemensin PLM-ratkaisua. NX tarjoaa CAD-, CAE- ja CAM-palveluita integroidusti yhdessä ohjelmistossa. Sillä pystytään samaan aikaan simuloimaan sovelluksen rakennetta, liikettä, lämpövaikutuksia, virtausta ja tarkastelemaan useamman mallin samanaikaista fyysistä käyttäytymistä. (Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. 2018a.)

2.3.1 Mechatronics concept designer -simulointiohjelmisto

Mechatronics concept designer (MCD) on Siemensin NX-ohjelmistoon saatavilla oleva laajennus. Ohjelma on konseptisuunnitteluun tarkoitettu työkalu, joka hyödyntää 3D-malleja simulointiin. Malleja voidaan luoda joko NX:llä, tai tuoda ulkopuolisella CAD-sovelluksella (kuten Catia tai SolidWorks) suunniteltuja kappaleita. MCD:a käytetään SIMITin tapaan laitteiden ja signaalien testaamiseen sekä suunnitteluun ennen fyysisen tuotteen rakentamista tai käyttöönottoa. (ISILOG GROUP 2017a.)

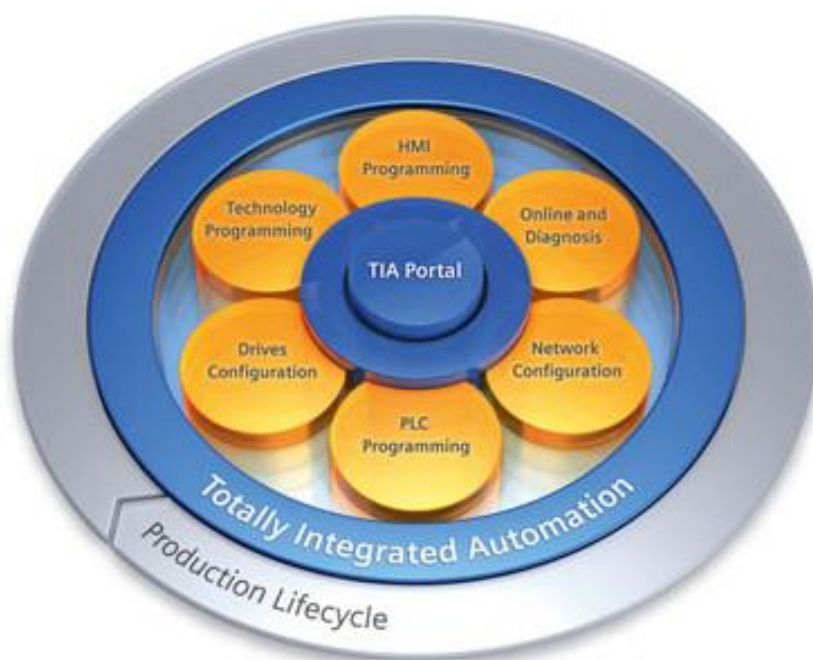
Mechatronics concept designerin simulaatioteknologia perustuu fysiikkamoottoriin, jota käytetään muun muassa videopeleissä. Tämän johdosta oikean maailman fysikaalisia vaikutuksia voidaan tarkastella virtuaalisessa ympäristössä. (Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. 2018b.)

2.3.2 Kommunikointi PLC:n Mechatronics Concept Designerin välillä

Mechatronics concept designer on mahdollista yhdistää ohjausjärjestelmään SIMITin tapaan joko Profinet-väylällä, jolloin tarvitaan OPC-rajapinta, tai SHM-teknologiaa hyväksi käyttäen. Työssä käsitellään kuitenkin vain OPC:tä, koska se toimii myös SIMITin kommunikointiin.

2.4 TIA Portal – PLC ohjelmointiympäristö

TIA (Totally Integrated Automation) Portal on niin ikään Siemensin kehittämä ohjelmointityökalu. Ohjelmisto yhdistää Siemensin Simatic STEP 7 -logiikkaohjelmoinnin ja WinCC-käyttöliittymäsuunnittelun, sekä uusimpana ominaisuutena StartDive-taajuusmuuttajien ohjelmoinnin saman suunnittelu ympäristön alle (kuva 3). (Siemens 2018d.)



Kuva 3. TIA Portaliin sisältyvät ohjelmointi- ja suunnittelutyökalut (Siemens 2018d).

Koulun automaatiolaboratoriossa on käytössä TIA Portal V13 Basic -lisenssejä, jotka soveltuvat opinnäytetyön toteutukseen, sillä SIMIT ja MCD ovat molemmat Siemensin tuotteita. TIA Portal Basic -lisenssin ongelmaksi muodostuu kuitenkin se, ettei se sisällä PLCSIM logiikkasimulaattoria toisin kuin TIA Portal Professional -lisenssi. TIA Portal Basic -lisenssissä on myös ohjelmointi rajoitettu vain S7-1200-sarjan logiikoihin (Siemens 2018e).

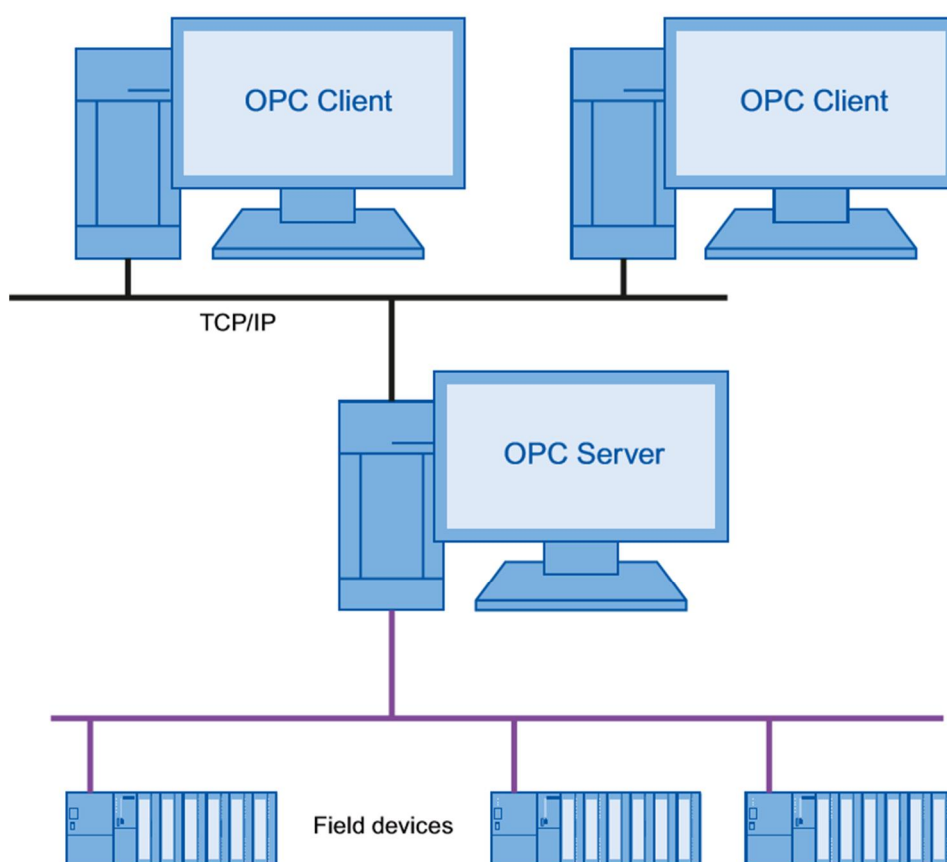
Näiden rinnalle on kuitenkin hankittu opiskelukäyttöön muutamia TIA Portal V14 Professional -lisenssejä, joita on mahdollista asentaa opiskelijoiden henkilökohtaisille tietokoneille.

2.5 OPC tiedonsiirtorajapinta

OPC on automaatioalalla laajalti käytetty avoimen tiedonsiirron standardi, jonka ylläpidosta vastaa OPC Foundation. OPC-yhteys perustuu OPC-palvelimen ja OPC-asiakkaan väliseen keskusteluun. Palvelinta ja asiakasta voidaan ohjata paikallisesti samalta tietokoneelta, tai jakaa ne eri tietokoneiden välille. (Siemens 2017b.)

OPC:lle on olemassa erilaisia määrittelyjä, kuten DA (Data Access), A&E (Alarms and Events) ja HDA (Historical Data Access). DA:ta käytetään prosessidatan siirtoon prosessilaitteista ja ohjausjärjestelmistä, A&E soveltuu hälytys- ja tapahtumatiedonsiirtoon, ja HDA on historiatietojen kyselyyn ja analysointiin tarkoitettu sovellus. Nämä ovat vain yleisimmät OPC:n määritelmät, mutta olemassa on myös muitakin rajapintoja. (Suomen Automaatioseura ry 2018.)

Uusin työn alla oleva määritelmä on OPC UA (Unified Architecture), jonka on tarkoitus yhdistää kaikki edellä mainitut yhden rajapinnan taakse. (Suomen Automaatioseura ry 2018.)



Kuva 4. OPC konfigurointi (Siemens 2017b).

2.6 Simulointimalleja ohjaavat logiikat

Simuloitavien mallien ohjaamiseen, niin SIMIT- kuin MCD-ympäristössä, tarvitaan ohjelmoitava logiikka. Opinnäytetyön toteutuksen kannalta vaihtoehtoja on kaksi: PLCSIMillä virtuaalisesti simuloitu ohjelmoitava logiikka, tai Siemensin S7-sarjan perinteinen

fyysinen logiikka. Kumpikin näistä on mahdollista ohjelmoida käyttäen Siemensin TIA Portal- ohjelmistoa.

2.6.1 PLCSIM – PLC:n simulointiohjelmisto

PLCSIM mahdollistaa Siemensin ohjelmoitavien logiikoiden simuloimisen virtuaalisesti, ilman perinteisiä fyysisiä laitteita. Ohjelma tukee myös S7-sarjan uusimpien ohjainten simulointia. Virtuaalinen logiikka vastaa ominaisuuksiltaan täysin fyysistä logiikkaa ja sitä pystytään ohjelmoimaan TIA Portaalin avulla tietokoneen sisäisesti ilman erillistä väyläyhteyttä. (Siemens 2018a.)

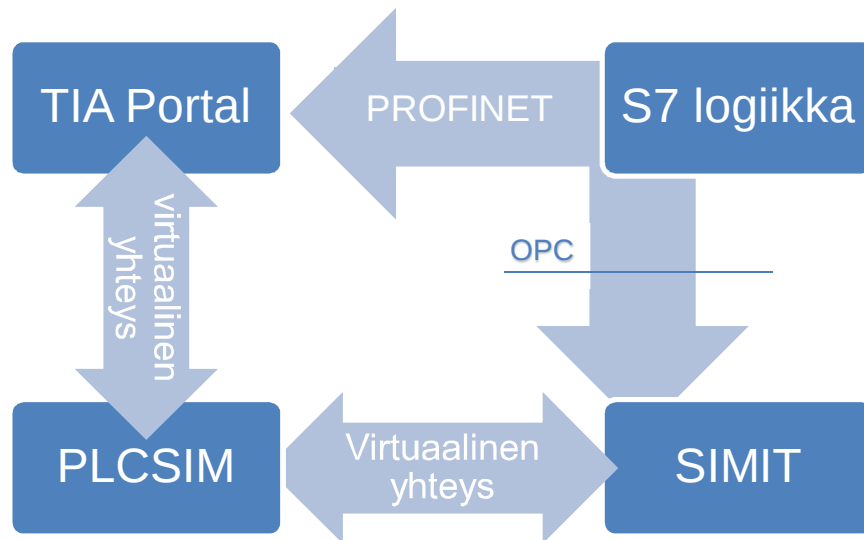
PLCSIM sisältyy vakiona TIA Portal Professional -tuotepakettiin.

2.6.2 Siemens S7-1200- ja 1500-sarjan ohjelmoitavat logiikat

S7-1200- ja 1500-sarjan logiikat ovat Siemensin nykyaikaisimpia tuotteita ohjelmoitavien logiikoiden sarjalta, joista 1500-sarja on viimeisin. 1200-sarjan logiikat ovat tarkoitettu pienien ja keskisuurien laitteiden ohjelmointiin. Niitä on kuitenkin mahdollista yhdistää suurempiin kokonaisuuksiin. Logiikalla on mahdollista tehdä myös PID-säätöjä ja liikkeenohjauksia perinteisen ohjelmoinnin lisäksi (Siemens 2017a). 1500-sarjan malleista löytyy vaihtoehtoja pienemmistä laiteohjauksista aina monimutkaisiin ja suurta laskentatehoa vaativiin kohteisiin (Siemens 2017d). Osa ohjaimista sisältää myös näytön, josta voi seurata diagnostiikkaa ja joka helpottaa muun muassa käyttöönottoa (Siemens 2017c).

Logiikat on mahdollista yhdistää Profinetin välityksellä TIA portaliin, jossa varsinainen ohjelmointi ja käyttöliittymäsuunnittelu suoritetaan. SIMIT on mahdollista yhdistää logiikkaan Profibusin, Profinetin ja OPC rajapinnan avulla. MCD puolestaan toimii vain OPC-yhteyden kanssa. Koulun testilaitteistosta löytyy kuusi kappaletta 1200-sarjan logiikoita.

Kuvasta 5 nähdään SIMITin ja TIA Portalin yhteys eri logiikkatyyppeihin. TIA Portal, SIMIT ja PLCSIM voidaan asentaa samalle PC:lle, jolloin niiden yhteys muodostetaan PC:n sisäisesti. Ulkoista logiikkaa käytettäessä, kytketään PC ja PLC toisiinsa PROFINET-väylällä, jota pitkin tieto siirtyy niin TIA Portalista logiikalle, kuin logiikasta takaisin PC:lle SIMITiin.



Kuva 5. Logiikoiden yhdistäminen SIMITin kanssa.

3 OHJELMISTOJEN TEKNINEN VERTAILU

3.1 Hissin simulointi SIMIT ohjelmistolla

SIMIT ohjelmiston asennus CD sisältää kolme yksinkertaista valmiiksi luotua malliprojektia. Nämä projektit demonstroivat simulointipohjaista testausta eri näkökulmista käyttäen SIMITiä. Projektien tarkoituksena on operoida mallinnettua hissiä ohjelmoitavan logiikan avulla. Tähän sisältyy myös valmiiksi luotu Siemens STEP 7 ohjelma logiikan ohjausta varten, joten käyttäjän harteille jää vain yhteyden konfigurointi SIMITin ja käytettävän PLC:n välille.

Hissin simulointiin liittyvän logiikkaohjauksen symbolitaulukko löytyy liitteestä 1. Tässä luvussa mainitut IO-signaalit on viitattu kyseisestä taulukosta.

3.1.1 Hissin toiminta

Malliprojektin tarkoituksena on simuloida hissiä, joka sijaitsee viisikerroksisen rakennuksen sisällä. Jokaisessa kerroksessa on nappi, jolla hissi kutsutaan kyseiseen kerrokseen.

Hissin sisällä olevasta ohjauspaneelistä voidaan määrittää, mihin kerrokseen hissi halutaan. Paneelissa on myös digitaalinen näyttö, joka osoittaa, missä kerroksessa hissi milloinkin on. Tämän lisäksi hissin ovi voidaan avata tai sulkea napin painalluksella.

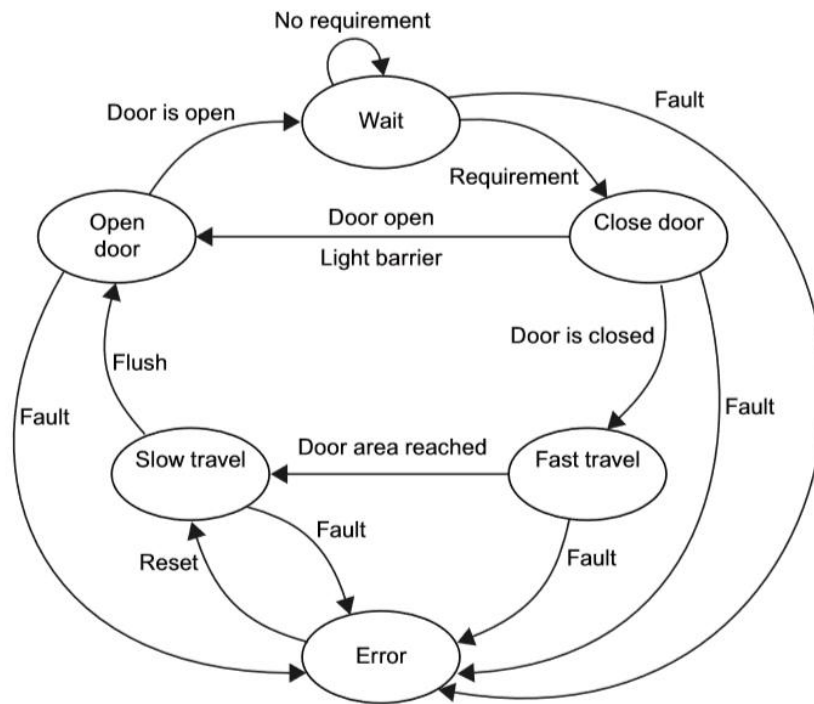
Hissiä liikuttavaa koneistoa voidaan ohjata kahdella eri nopeudella kumpaankin suuntaan. Koneistosta löytyy koodain, jolla voidaan määrittää hissin paikka kerroslaskuria varten.

Jotta tiedetään, milloin hissin on hidastettava vauhtia ennen määränpään saavuttamista, on oven alueelle asennettu sensori. Toinen sensori tarvitaan tunnistamaan, milloin hissi on samassa tasossa oviaukon kanssa.

Pääsulakkeen kytkennän jälkeen hissi on toimintavalmis. Punainen valo ilmaisee häiriötä toiminnan aikana ja ohjelma pystytään nollaamaan painonapilla häiriötilanteissa. Kun ohjelma ensimmäisen kerran käynnistetään, tai se palautetaan alkutilaansa, hissi

liikkuu pohjakerrokseen ja ovet avautuvat. Tämän jälkeen se on taas toimintavalmiudessa normaalisti.

3.1.2 Hissin ohjaus



Kuva 6. Kaavio hissien ohjauksen toiminnasta (Siemens 2017b).

Hissin ohjaus on jaettu viiteen yksinkertaiseen peräkkäiseen ohjelmistoon, jotka ovat:

- Wait

Ohjelma on tässä tilassa niin kauan, kun käyttäjältä ei tule käskyjä. Odotustila päättyy, kun hissi tilataan johonkin kerrokseen.

- Close door

Oven sulkeuduttua kunnollisesti ohjelma siirtyy tähän tilaan. Tämän jälkeen tilaksi muuttuu "fast travel". Jos taas ovenavausnappia painetaan, siirtyy ohjelma tästä tilasta "open door" -tilaan

- Fast travel

Hissi liikkuu tässä tilassa täydellä nopeudella halutun kerroksen suuntaan. Hissin lähestyessä määränpäättä, muuttuu tilaksi "slow travel".

- Slow travel

Tätä tilaa käytetään hissin tarkkaan asemointiin oviaukon kanssa. "open door" -tila ei aktivoidu, ennen, kun hissi on tasan oviaukon kanssa.

- Open door

Ovi avautuu ja ohjelma palautuu "wait" -tilaan.

Näiden lisäksi ohjelma sisältää "falut" -tilan häiriöiden varalta. Häiriön ilmaantuessa ohjelma siirtyy vikatilaan riippumatta siitä, missä tilassa se aiemmin oli. Nollauksen jälkeen "slow travel" aktivoituu ja hissi siirtyy pohjakerrokseen.

3.1.3 Yhteyden muodostaminen logiikan kanssa

Hissiä ohjaamaan tarvitaan ohjelmoitava logiikka. Tähän soveltuu parhaiten kohdassa 2.6 mainitut PLCSIM tai Siemensin S7-sarjan logiikat.

Yhteys PLCSIMin ja SIMITin välille on luotu jo kyseisissä simulointiprojekteissa. Tämä tarkoittaa sitä, että projekteja päästään käyttämään suoraan, ilman erikoisempaa konfigurointia. Tämä on kuitenkin mahdollista ainoastaan, jos käytössä on SIMIT PROFESSIONAL tai SIMIT ULTIMATE -versio. Jos siis käytettävissä on vain SIMIT STANDARD -versio, tulee yhteys muodostaa käyttäen PROFIBUS DP -liityntämenetelmää.

Yhdistäminen PROFIBUS DP:n avulla vaatii pieniä muutoksia, jotta laitteiston ja ohjelmiston asetukset täsmäävät. SIMITin puolella on myös varmistettava, että signaalin lähteen nimet vaihdetaan täsmäämään käytettävää yhdistämistapaa.

3.1.4 Hissin signaalien testaaminen

Olettaen, että yksi yhteys on onnistuneesti muodostettu ohjelmoitavan logiikan ja SIMITin välille, voidaan signaalien toimintaa testata askel askeleelta alkaen käynnistyksestä, ja päättyen hissin kutsumiseen.

Ennen hissin käynnistämistä, muutamia PLC:n inputarvoja täytyy muuttaa käynnistykseen kannalta sopiviksi. "FeedbackStop" ja "DoorClosed" ON-tilaan. Sekä "Increments" arvoksi 1000.

Hissin voi nyt kytkeä päälle vaihtamalla "MainSwitch" -signaalin ON-tilaan. PLC:n pitäisi nyt asettaa signaali "InOperation".

Tämän jälkeen määritetään hissin paikka asettamalla "CabinNearDoor" ja "Cabin-Flush". PLC aktivoi tällöin komennon "CommandOpenDoor".

Nyt hissin oven voi avata vaihtamalla inputit "DoorOpened" ON-tilaan ja "DoorClosed" OFF-tilaan. Tämän johdosta logiikka peruuttaa ovenavauskomennon "CommandOpenDoor".

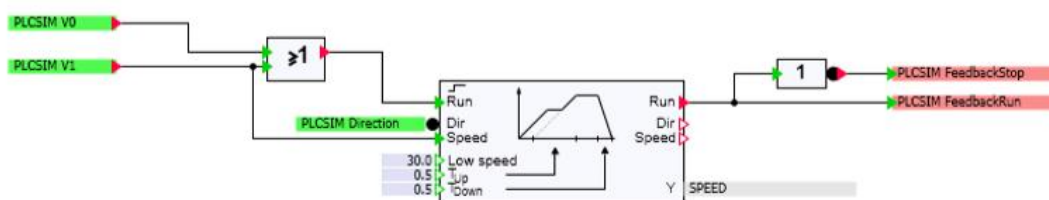
Hissiä voidaan nyt liikuttaa vaihtamalla halutun kerroksen painokytimen tilaksi ON. Tällöin PLC määrää käskyn "CommandCloseDoor".

"DoorOpened" arvoksi voidaan vaihtaa OFF ja "DoorClosed" ON. PLC muuttaa ohjauksen fast travel-tilaan.

Seuraava vaihe olisi asettaa koneiston "FeedbackStop" OFF-tilaan ja "FeedbackRun" ON-tilaan. Tämä kuitenkin aiheuttaa vikatilanteen logiikkaohjaimeen, koska molemmat käskyt eivät voi olla edes hetkellisesti samassa tilassa. Jotta ohjauksesta saataisiin toimiva, on logiikkaohjelmaa muutettava, tai hissin koneistoa on pystyttävä simuloimaan, jotta siltä saadaan ohjelman toiminnan kannalta tarvittava feedback.

3.1.5 Hissin koneiston simulointimalli

SIMIT asennus CD:n malliprojektikansiossa löytyy esimerkkiprojektit, joissa on valmiiksi rakennettu simulointi koneistoa varten.

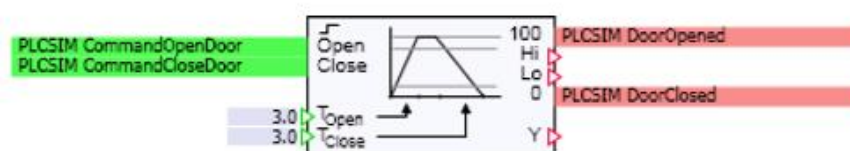


Kuva 7. Hissin nopeuden säätö SIMITissä (Siemens 2017b).

Koneiston "Run"-output asettaa "FeedbackRun" ON-tilaan. "FeedbackStop" on invertoitu samasta outputista, jolloin se siirtyy vastaavasti ON-tilaan outputin ollessa pois päältä. Hissin kulkusuunta määräytyy "Dir"-inputin mukaan. Koneikon käyntiä ohjaa logiikan muuttujat "PLCSIM V0" ja "PLCSIM V1", joista "V1" on hidas liike. "V1" ohjaa "Speed"-inputia, jonka ollessa päällä hissi liikkuu 30% normaalista nopeudesta.

Koneiston simulointi käynnistyy, kun signaali "V0" tai "V1" on aktiivinen. Näin saadaan "FeedbackRun" ja "FeedbackStop" vaihtamaan tilaa samanaikaisesti.

3.1.6 Hissin oven simulointi



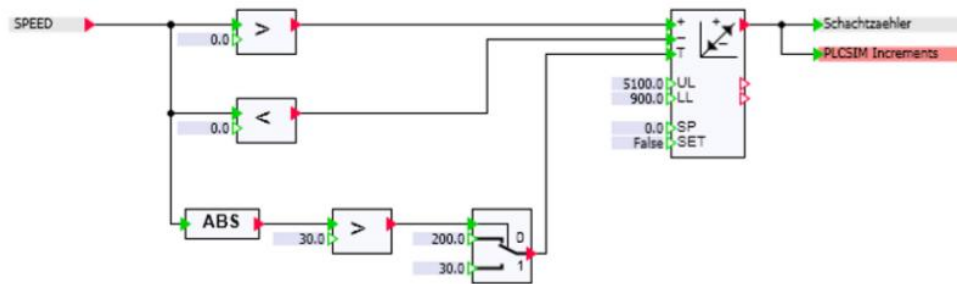
Kuva 8. Oven ohjaus simuloidusti (Siemens 2017b).

Toiminnan kannalta hissien oven avautumista ja sulkeutumista on myös pystyttävä simuloimaan. PLC tarvitsee tiedon, milloin ovi on auki tai kiinni, jotta se pystyy määrittämään oven avautumaan komennolla "CommandOpenDoor" tai vastaavasti sulkeutumaan komennolla "CommandCloseDoor". Avautumis- ja sulkeutumisajaksi on määritetty 3 sekuntia.

3.1.7 Hissin liikkeen simulointimalli

Pelkkä koneiston ja oven liikkeen simulointi ei riitä yksin hissien toiminnan simuloimiseen. On pystyttävä tarkastelemaan myös hissien liikkeitä ja sen sensorien signaaleja. Tähänkin on löydettävissä malliprojekteista valmiit ratkaisut.

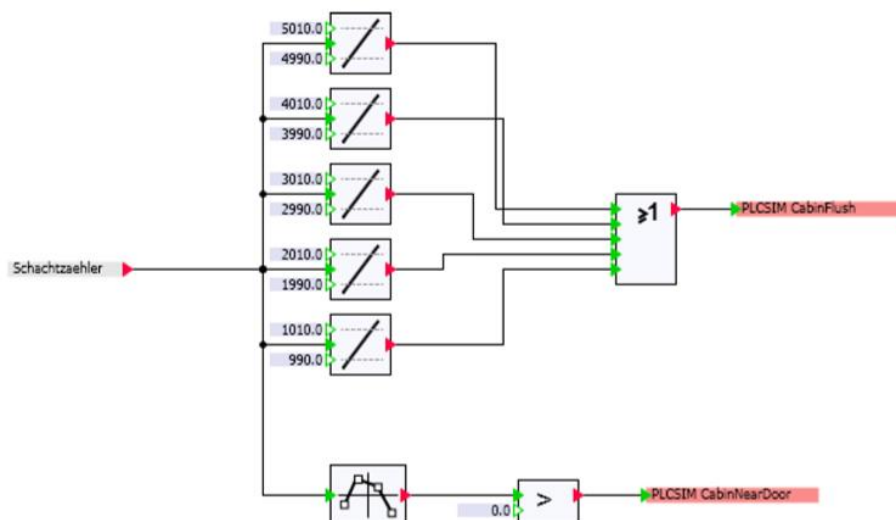
Yksinkertaista asematasomallia voidaan käyttää hissien paikan määrittämiseen. Paikka määritetään koneiston "SPEED"-inputarvosta tuhannen yksikön välein asteikolla 900-5000, josta 5000 vastaa viidettä kerrosta.



Kuva 9. Kerroksen määrittäminen nopeuden arvosta (Siemens 2017b).

3.1.8 Hissin sensorien simulointimalli

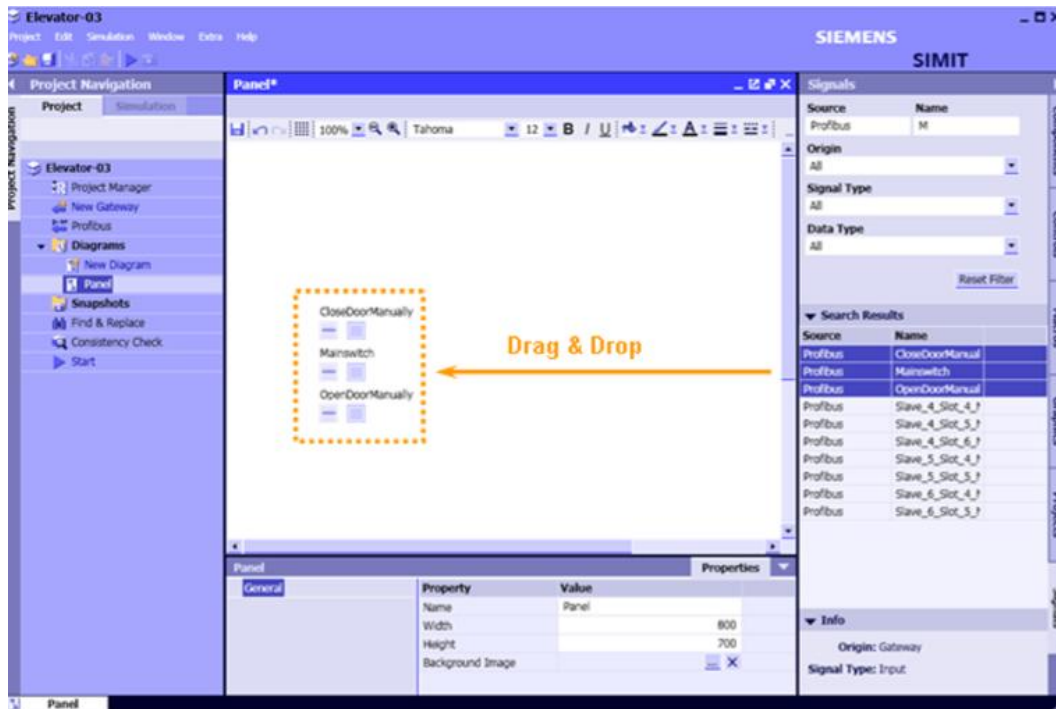
Edellä määritetyn hissien paikan perusteella määritetään, onko hissi oviaukon tasalla ± 10 toleranssilla. Mallista saadaan myös tieto, milloin hissi lähestyy oviaukkoa ± 100 arvon toleranssilla.



Kuva 10. Sensorien ohjaus simulointimallilla (Siemens 2017b).

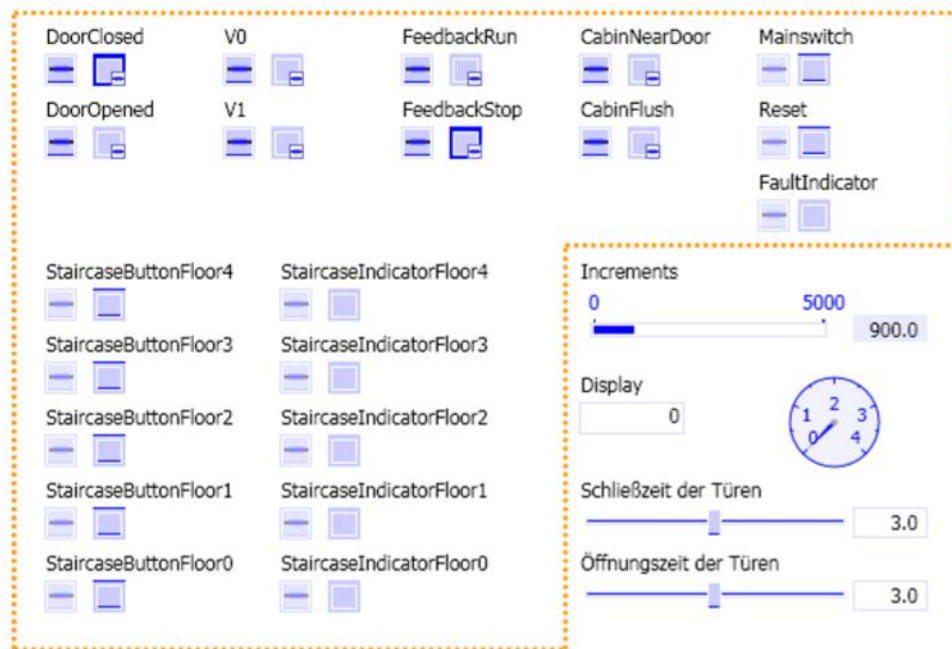
3.1.9 Simulointimallien visualisointi

SIMIT mahdollistaa myös graafisen esityksen simulointimallista. Käyttöliittymä on myös mahdollista mallintaa, jolloin hissiä saadaan ohjailtua manuaalisesti käsin. Tämä onnistuu yksinkertaisesti "drag & drop" -menetelmällä, eli halutut signaalit "vedetään" vastaavan funktion (esim. käsikytin) päälle.



Kuva 11. Esimerkki "drag & drop" -menetelmästä (Siemens 2017b).

Käyttöliittymää voidaan havainnollistaa mm. lukuisilla erilaisilla liukukytkimillä, painonapeilla, indikaattoreilla ja näytöillä, joita löytyy valmiiksi mallinnettuna SIMITin kirjastosta. Nämä helpottavat simulaation seuraamista ja operointia.



Kuva 12. Hissin käyttöliittymän yksinkertainen mallinnus (Siemens 2017b).

Itse hissien simulointia havainnollistamaan voidaan SIMITissä luoda suurpiirteinen malli ohjelman omilla mallinnustyökaluilla. Mallia on mahdollista myös animoida, jolloin siitä nähdään reaaliaikaisesti hissien käyttäytyminen ajon aikana.



Kuva 13. Output-indikaattorit sekä kerrostalo ja hissi suurpiirteisesti mallinnettuna (Siemens 2017b).

3.2 Simulointi Mechatronics concept designerissä

Siemens tarjoaa Mechatronics concept designerin “Quick Start” -ohjeen mukana useita erilaisia valmiiksi luotuja malleja, joilla pääsee tutustumaan ohjelmiston ominaisuuksiin. Malleihin tulee käyttäjän itse määrittää objektien ominaisuudet, jotta kukin sovellus toimii halutulla tavalla.

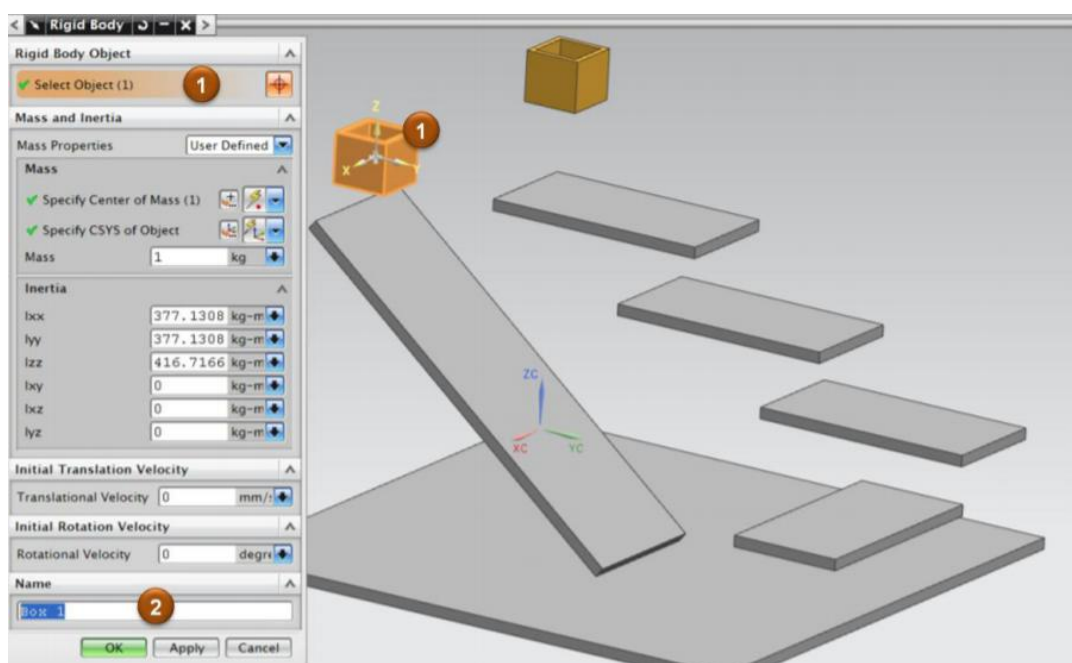
3.3 Esimerkki: Kappaleiden fyysiset ominaisuudet simulointiympäristössä

Yksi esimerkkimalleista, joka manuaalin mukana saadaan, on luotu tarkastelemaan ohjelman fysiikkamoottorin vaikutusta laatikolle kahdessa eri tilanteessa. Sovellus on yksinkertainen ja malli hyvin pelkistetty. Sen tarkoitus onkin vain tutustuttaa käyttäjä siihen, miten kappaleiden eri fyysiset ominaisuudet vaikuttavat niihin MCD:n simulointiympäristössä.

Kappaleen rakenteen määrittely vaikuttaa sen fyysiseen käytökseen sovelluksen sisällä. Tässä kyseisessä esimerkissä käytetään ainoastaan "Collision Body" tai "Rigid Body" komentoja määrittelemään kappaleen rakennetta.

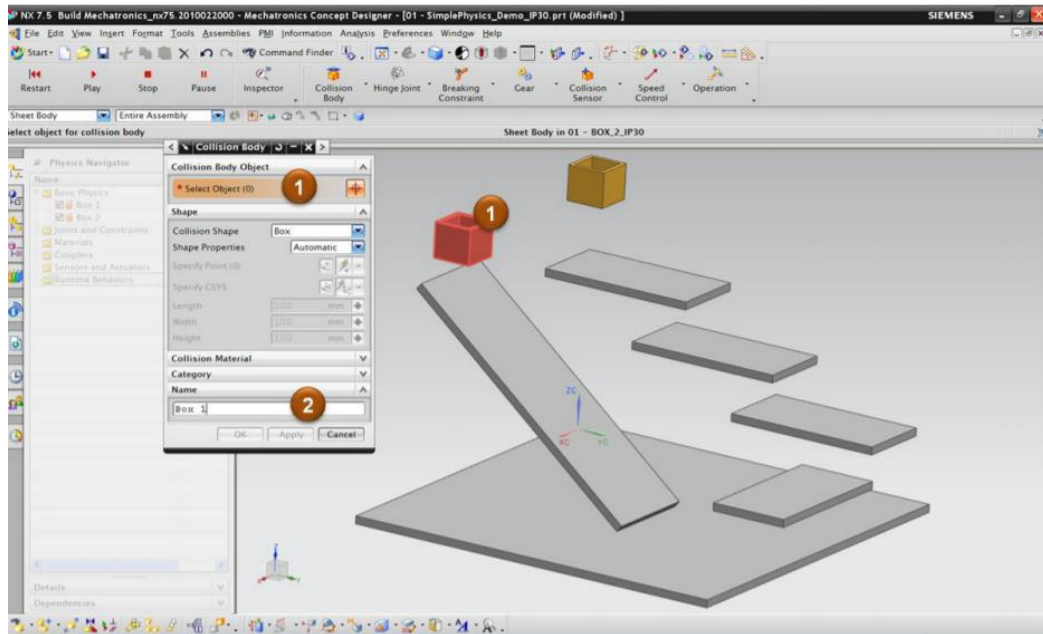
- "Rigid body" eli jäykkä kappale määrittää sen, että kappale pystyy liikkumaan sovelluksessa ja siihen vaikuttaa fyysiset voimat kuten painovoima.
- Kappaleet joille on määritetty "collision body", vaikuttavat toinen toisiinsa. Objektit ilman tätä määritelmää kulkevat vain toistensa lävitse, ilman fyysisiä vaikutuksia.

Ensimmäisenä määritetään kummankin laatikon tyypiksi "rigid body". Jos simulointi tämän jälkeen käynnistetään, alkavat ne tippumaan painovoiman vaikutuksesta.



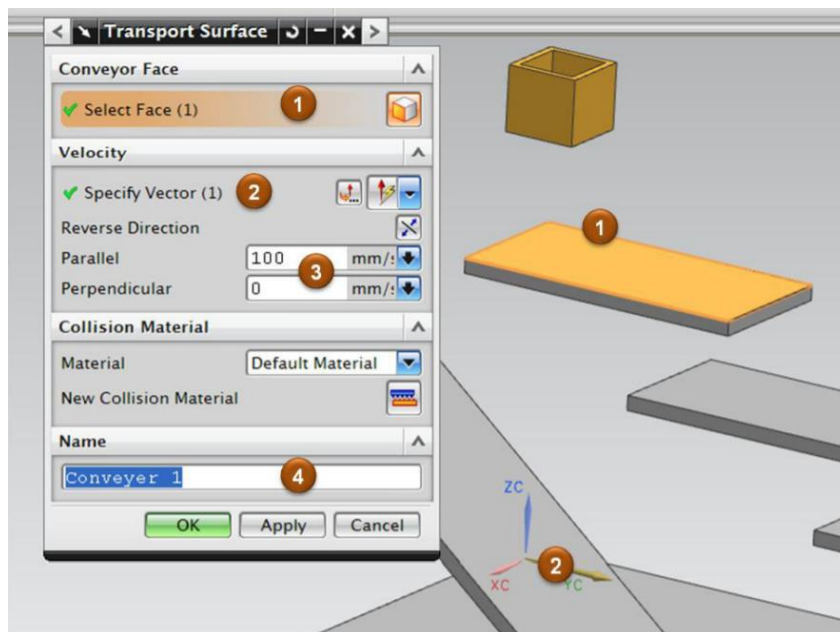
Kuva 14. Laatikon "rigid body" -määrittely (AlvaresTech 2018).

Seuraavaksi tulee saada kappaleet vaikuttamaan törmäyksestä muuhun ympäristöön. Laatikoiden määrittämiseksi "rigid body" lisäksi "collision body". Sama tulee toistaa myös muille 3D-objekteille sovelluksen sisällä, jottei laatikot kulkisi vain niiden läpi. Kun määritelmät on annettu, voidaan jälleen mallin simulointia testata. Laatikoiden pitäisi nyt törmätä muihin objekteihin, jotka painovoiman johdosta asettuvat niiden tielle.



Kuva 15. Objektien "collision body" -määrittely (AlvaresTech 2018).

Mallissa olevien porrastettujen tasojen on tarkoitus demonstroida kuljetinlinjastoa. Viimeinen vaihe on määrittellä tasojen yläpinta "transport surfaceksi". Vektorin suunnalla määritetään, mihin kuljetin liikuttaa laatikkoa. Myös kuljettimen nopeutta on mahdollista muuttaa haluttaessa.

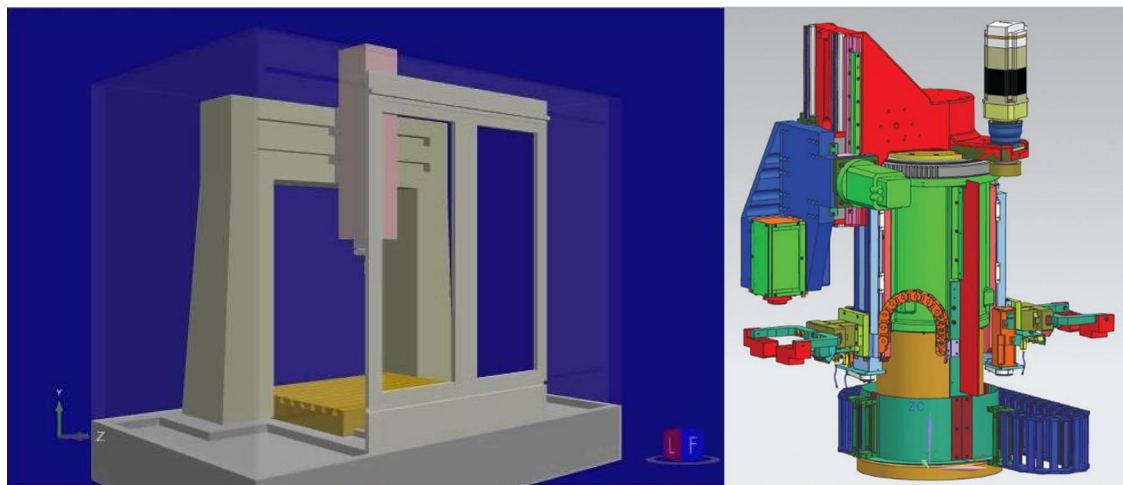


Kuva 16. Kuljettimien määrittely (AlvaresTech 2018).

Kun tämä toistetaan jokaiselle kuljetintasolle, laatikon pitäisi kulkeutua linjaa pitkin lattialle mallia simuloitaessa. Simuloinnin ollessa käynnissä, voi hiirellä liikutella laatikoita ympäriinsä ja esimerkiksi koittaa, miten eri korkeuksista pudottaminen vaikuttaa niiden fyysiseen käytökseen.

3.4 Mallien eroavaisuudet

MCD käyttää toiminnassaan aina 3D-malleja ja tarkastelee niiden käyttäytymistä simuloinnin aikana. Malleja on helppo luoda käyttäen joko NX:n omaa mallinnustyökalua, tai vaihtoehtoisesti muita CAD-ohjelmistoja. SIMIT puolestaan on enemmänkin keskittynyt 2D-malleihin. Esimerkiksi PI-kaavion kaltainen malli on yleinen. Vaikka SIMITissä on mahdollista simuloida myös 3D-malleja, on tämä ominaisuus enemmän liikkeiden havainnollistamista varten. Grafiikkamoottori ei ole samaa tasoa MCD:n kanssa ja näin mallit eivät ole kovin yksityiskohtaisia. Kuvasta 17 nähdään, kuinka Mechatronics concept designerillä toteutettu laite on hyvin yksityiskohtainen, kun taas SIMIT-malli on kovin suurpiirteinen ja sen tarkoitus onkin kuvata vain systeemin liikeratoja. Lisäksi 3D-mallien muokkaaminen jälkeenpäin on Mechatronics concept designerissä huomattavasti helpompaa, koska NX-ohjelmistolla mallinnetun kappaleen muutokset päivittyvät suoraan ohjelmistosta toiseen integraation vuoksi.



Kuva 17. Esimerkki 3D-mallista kummassakin ohjelmistossa. SIMIT vas. (Siemens 2015) ja MCD oik. (Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. 2018b).

Kun mietitään simulointia simulointimallien näkökulmasta, SIMIT on selkeästi parempi vaihtoehto suurempien prosessien ja prosessiyksiköiden mallinnukseen, jossa itse toi-

milaitteita ja niiden fyysistä käyttäytymistä ei ole välttämättä tarvetta tarkastella kovin-kaan tarkasti. MCD puolestaan on parempi vaihtoehto, kun halutaan tarkka ja yksityiskohtainen visuaalinen kuva laitteista ja sen komponenteista, sekä niiden käyttäytymisestä. Jos MCD:lla puolestaan lähdetään mallintamaan ja simuloimaan suurta pienemmistä yksiköistä koostuvaa prosessia tai tuotantolinjaa, kuluu tähän huomattavasti enemmän aikaa, kuin yksinkertaistetulla mallilla. Suurten kokonaisuuksien pikkutarkka mallinnus ei ole myöskään usein tarpeellista, jos yksinkertaistettu malli riittää. Lisäksi komponenttien lisääntyessä tietokoneelta vaadittavat grafiikka- ja suoritusominaisuudet kasvavat huomattavasti. Näin ollen kummankin ohjelman käytön kannattavuus tai paremmuus on simuloitavasta sovelluksesta riippuvainen.

3.5 Ohjelmoitavien logiikoiden vaikutus ja erot

Alkuperäisen vision mukaan toteutuksen tulisi olla täysin virtuaalisesti simuloitavissa oleva opiskeluympäristö. Opiskelijat voisivat siis jakaantua luokassa omille tietokoneilleen ja suorittaa annetut simulointiharjoitukset itsenäisesti tai pienissä ryhmissä yhdellä koneella. Tähän asti ohjelmointi on suoritettu laboratoriotöinä ryhmissä, koska ohjelmoitavia logiikoita ja muuta tarvittavaa laitteistoa on vain rajoitettu määrä.

Tähän kyseenomaiseen tarkoitukseen olisi parasta käyttää Siemensin PLCSIM-ohjelmaa, joka sisältyy TIA Portal professional -lisenssiin. PLCSIM on helppokäyttöinen vaihtoehto, jota voidaan käyttää OPC-yhteyden kautta riippumatta siitä, päätetäänkö käyttää SIMITä vai Mechatronics concept designeria. Ohjelmistolla voidaan simuloida Siemensin eri sarjojen logiikoita, jolloin ei olla sitouduttu vain yhden logiikkamallin ominaisuuksiin, vaan se voidaan valita aina käyttötarkoituksen mukaan. Tätä ominaisuutta voitaisiin käyttää myös hyödyksi logiikkasuunnittelussa osana opiskelua. Lisäksi PLCSIMiä käyttämällä päästään luonnollisesti eroon fyysisistä laitteista ja niiden tuomista rajoitteista.

Tällä hetkellä OPC-yhteys vaaditaan Mechatronics concept designerin osalta keskustelemaan PLCSIMin kanssa. Uusin SIMIT V9 pystytään puolestaan suoraan yhdistämään PLCSIMiin. Tällöin SIMIT voisi olla parempi, tai ainakin yksinkertaisempi vaihtoehto, sillä haluttu rajapinta valitaan heti projektin luonnin yhteydessä, ja se on näin suoraan yhteydessä logiikkajärjestelmään.

Perinteisten fyysisten logiikoiden käyttö ei myöskään ole täysin pois suljettu vaihtoehto. Koululta löytyy koneautomaatiolaboratoriosta testilaitteisto, johon kuuluu Siemensin 1200-sarjan logiikka, SIMATIC HMI (Human-machine interface) -kosketusnäyttöpaneeli, sekä TIA Portal basic -lisenssillä varustettu tietokone. Asentamalla näille koneille haluttu simulointijärjestelmä voitaisiin hyödyntää jo olemassa olevaa kalustoa. Tämä vaihtoehto tosin pakottaa opiskelijat jälleen isompiin ryhmiin suorittamaan harjoituksia nykyiseen tapaan laitteiston niukkuuden vuoksi.

4 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tutkia Siemensin SIMIT- ja Mechatronics concept designer -simulointiohjelmistojen käyttömahdollisuuksia opetuskäytössä. Lisäksi tuli selvittää, mitä muita ohjelmistoja tähän toteutukseen tarvittaisiin, jotta saataisiin aikaan täysin virtuaalinen simulointiympäristö.

Tutkimuksen aikana selvisi, että kumpikin ohjelmistoista soveltuisi annettujen kriteerien perusteella opetuskäyttöön Turun ammattikorkeakoulussa. Suurin vaikuttava tekijä näiden kahden ohjelmiston välillä tulee simulointimalleja vertailla. Karkeasti voitaisiin sanoa, että SIMIT soveltuu paremmin prosessiautomaatiosuunnitteluun, kun taas MCD on parempi tarkempien malliensa puolesta koneautomaation sovelluksissa. Mikään, muu kuin käyttäjän taidot ja tietokoneen tehokkuus, ei toki estä käyttämästä ohjelmistoja haluttuun käyttötarkoitukseen.

Kommunikoinnin ja yhteyksien puolesta ei myöskään tällä hetkellä ole suuria eroja, sillä molemmat vaativat yhteyden muodostamiseksi automaatiojärjestelmään OPC -rajapinnan, jos halutaan käyttää Profinet-väylää. SIMIT V9 -lisenssissä käytettävä integroitu SIMIT – PLCSIM -rajapinta helpottaa kuitenkin huomattavasti SIMITin yhdistämistä virtuaalisessa simuloinnissa.

Johtopäätökset perustuvat vain internetistä löytyneisiin lähteisiin ja niistä tehtyihin johtopäätöksiin. Itse simuloinnin toimivuutta ei ole voitu siis käytännössä testata. Jatkossa, ennen varsinaista toteutusta, olisi hyvä suorittaa demo kummankin ohjelmiston kanssa, jotta saataisiin todellinen kuva siitä, kumpi soveltuisi varsinaiseen opetuskäyttöön.

Jos aihetta halutaan jatkossa viedä vielä eteenpäin seuraavalle tasolle, iSilog.de -sivusto kertoo virtuaalisesta käyttöönotosta, jossa käytetään hyväksi sekä SIMITiä että Mechatronics concept designeriä. Tässä IO-komponenttien toimintaa simuloidaan SIMITin avulla ja MCD:llä tarkastellaan mallin kinematiikkaa ja fyysistä käyttäytymistä (ISILOG GROUP 2017b).

LÄHTEET

Active sensing, inc. 2018. Product Lifecycle Management (PLM). Viitattu 22.5.2018.
<http://www.product-lifecycle-management.com/>

AlvaresTech 2018. Mechatronics Concept Designer Quick Start and User Manual. Viitattu 22.5.2018.
http://www.alvarestech.com/temp/PDP2011/SiemensNXMechatronicsConceptDesigner/MCD_Quick_Start.pdf

ISILOG GROUP 2017a. Mechatronics concept designer. Viitattu 20.4.2017.
<http://www.isilog.de/en/products/products/mechatronics-concept-designer.html>

ISILOG GROUP 2017b. SIMIT. Viitattu 20.4.2017
<http://www.isilog.de/en/produkte/produkte/mechatronics-concept-designer/simit.html>

Pragnam Solutions 2018. Product Lifecycle Management. Viitattu 22.5.2018.
<https://www.pragnam.net/product-lifecycle-management/>

Siemens 2015. SIMIT Simulation Framework: 3D visualization. Youtube-videopalvelu, julkaistu 10.2.2015. <https://www.youtube.com/watch?v=PfHDRxoOhb4>

Siemens 2017a. Helppoa automaatio-ohjelmointia S7-1200-logiikalla. Viitattu 20.4.2017.
http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat_simatic/s7_1200.htm

Siemens 2017b. SIMIT Simulation Framework (SF) - Getting Started (V8.0). Viitattu 20.4.2017.
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/538/93842538/att_7000/v1/SIMIT_-_Getting_Started_V8.0_enUS_en-US.pdf

Siemens 2017c. Tehokasta automaatio-ohjelmointia S7-1500-logiikalla. Viitattu 20.4.2017.
http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat_simatic/s7_1500.php

Siemens 2017d. Uusia sovelluskohteita S7-1500 logiikoille. Viitattu 20.4.2017
http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuus/tuoteuutiset/uusia_sovelluskohteita_s7-1500_logiikoille.htm

Siemens 2018a. SIMATIC S7-PLCSIM Advanced. Viitattu 22.5.2018.
<http://w3.siemens.com/mcms/automation-software/en/tia-portal-software/step7-tia-portal/simatic-step7-options/s7-plcsim-advanced/Pages/Default.aspx>

Siemens 2018b. SIMIT (V9.0 SP1) Operating Manual. Viitattu 23.5.2018.
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/047/109741047/att_892901/v1/SIMIT_enUS_en-US.pdf

Siemens 2018c. Simulation with SIMIT and SIMATIC PCS 7 using a practical example. Viitattu 23.5.2018. <https://support.industry.siemens.com/cs/document/77362399/simulation-with-simit-and-simatic-pcs-7-using-a-practical-example?dti=0&lc=en-WW>

Siemens 2018d. TIA Portal - teollisuusautomaation ohjelmistotalusta. Viitattu 29.5.2018
http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/tia_portal.php

Siemens 2018e. TIA Portal (SIMATIC STEP 7). Viitattu 29.5.2018.
http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat_simatic/ohjelmistot/tia_portal_step7.htm

Siemens 2018f. SIMIT 7 Gateways. Viitattu 30.5.2018.
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/299/73123299/att_28106/v1/SIMIT_Gateways_e.pdf

Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. 2018a. NX. Viitattu 22.5.2018.
<https://www.plm.automation.siemens.com/en/products/nx/about-nx-software.shtml>

Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. 2018b. Mechatronics Concept Designer Fact Sheet. Viitattu 22.5.2018.
https://www.plm.automation.siemens.com/en_us/Images/Siemens-PLM-NX-Mechatronics-Concept-Designer-fs_tcm1023-111907.pdf

Suomen Automaatioseura ry 2018. OPC-toimikunta. Viitattu 22.5.2018.
<https://www.automaatioseura.fi/sas/jaostot/opc/>

Hissin logiikkaohjauksen symbolitaulukko

Signal name	Address	Type	Comment
StaircaseIndicatorFloor0	Q32.0	BOOL	Feedback for staircase call button, ground floor
StaircaseIndicatorFloor1	Q32.1	BOOL	Feedback for staircase call button, 2nd floor
StaircaseIndicatorFloor2	Q32.2	BOOL	Feedback for staircase call button, 3rd floor
StaircaseIndicatorFloor3	Q32.3	BOOL	Feedback for staircase call button, 4th floor
StaircaseIndicatorFloor4	Q32.4	BOOL	Feedback for staircase call button, 5th floor
InOperation	Q32.5	BOOL	Feedback for operation
Direction	Q32.6	BOOL	Drive direction 1= up, 0 = down
V0	Q32.7	BOOL	Travel with low velocity
CabinIndicatorFloor0	Q33.0	BOOL	Feedback for selection of ground floor
CabinIndicatorFloor1	Q33.1	BOOL	Feedback for selection of 2nd floor
CabinIndicatorFloor2	Q33.2	BOOL	Feedback for selection of 3rd floor
CabinIndicatorFloor3	Q33.3	BOOL	Feedback for selection of 4th floor
CabinIndicatorFloor4	Q33.4	BOOL	Feedback for selection of 5th floor
V1	Q33.5	BOOL	Travel with high velocity
CommandOpenDoor	Q33.6	BOOL	Open door command
CommandCloseDoor	Q33.7	BOOL	Close door command
CabinIndicatorUp	Q34.0	BOOL	Interior display Up
CabinIndicatorDown	Q34.1	BOOL	Interior display Down
FaultIndicator	Q34.2	BOOL	Display operational fault
Display	QW40	WORD	Interior display for floor
StaircaseButtonFloor0	I32.0	BOOL	Staircase call button, ground floor
StaircaseButtonFloor1	I32.1	BOOL	Staircase call button, 2nd floor
StaircaseButtonFloor2	I32.2	BOOL	Staircase call button, 3rd floor
StaircaseButtonFloor3	I32.3	BOOL	Staircase call button, 4th floor
StaircaseButtonFloor4	I32.4	BOOL	Staircase call button, 5th floor
Mainswitch	I32.5	BOOL	Operation on
Reset	I32.7	BOOL	Reset pushbutton
CabinButtonFloor0	I33.0	BOOL	Cabin interior selection, first floor
CabinButtonFloor1	I33.1	BOOL	Cabin interior selection, 2nd floor
CabinButtonFloor2	I33.2	BOOL	Cabin interior selection, 3rd floor
CabinButtonFloor3	I33.3	BOOL	Cabin interior selection, 4th floor
CabinButtonFloor4	I33.4	BOOL	Cabin interior selection, 5th floor
FeedbackRun	I33.5	BOOL	Drive is running
FeedbackStop	I33.6	BOOL	Drive is stopped
DoorOpened	I33.7	BOOL	Door open sensor
DoorClosed	I34.0	BOOL	Door closed sensor
OpenDoorManually	I34.1	BOOL	Open door manually
CloseDoorManually	I34.2	BOOL	Close door manually
CabinFlush	I34.4	BOOL	Cabin is flush
CabinNearDoor	I34.6	BOOL	Cabin is near door
Increments	IW40	WORD	Shaft counter

(Siemens 2017b)