

samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

ROOPE KUUSISTO

UL-propulsiolaitteen nosto-/las- kuohjausyksikön päivitys – Siemen- sin logiikan vaihto CanManiin

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN TUTKINTO-OH-
JELMA
2025

TIIVISTELMÄ

Kuusisto, Roope: UL-propulsiolaitteen nosto-/laskuohjausyksikön päivitys – Siemensin logiikan vaihto CanManiin
Opinnäytetyö, AMK
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Helmikuu 2025
Sivumäärä: 30

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli päivittää UL-propulsiolaitteen nosto-/laskuohjausyksikön logiikka Siemensin logiikasta toimeksiantajan käyttämään CanManin logiikkaan. Tavoitteena oli luoda kustannustehokas ratkaisu uudistuotantoon, yhtenäistää yrityksen sisäisiä prosesseja ja helpottaa huollon ja käyttöönoton työtä harmonisaation myötä. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Kongsberg Maritime Finland OY, joka valmistaa potkurilaitteita ja tarjoaa asiakkailleen kunnossapito- ja koulutuspalveluita.

Työ sisälsi piirikaavioiden, johdotus- ja kokoonpanokuvien, osaluettelon ja logiikkaohjelman päivityksen. Työssä hyödynnettiin toimeksiantajan tarjoamia välineitä ja ohjelmia, kuten AutoCAD Mechanical ja CanManager Start & View. Valmista työtä tullaan käyttämään toimeksiantajan uudistuotannossa nosto-/laskupotkureiden ohjauksessa.

Avainsanat: logiikkaohjelmointi, simulointi, sähkötekniikka, automaatiotekniikka, sähkösuunnittelu

ABSTRACT

Kuusisto, Roope: Update of the lifting/lowering control unit for the UL Propulsion system – Replacing Siemens logic with CanMan

Bachelor's thesis

Degree Programme in Electrical and Automation Engineering

February 2025

Number of pages: 30

The purpose of this thesis was to update the lifting/lowering control unit of the UL propulsion system by replacing the Siemens logic with CanMan logic, which is used by the principal. The goal was to create a cost-efficient solution for new production, standardize internal company processes and to facilitate maintenance and commissioning through harmonization.

The thesis was commissioned by Kongsberg Maritime Finland OY, a company that manufactures propulsion systems and provides maintenance and training services to its customers.

The work included updating circuit diagrams, wiring diagrams, assembly drawings, part list and the logic program. The project utilized tools and software provided by the principal, such as AutoCAD Mechanical and CanManager Start & View. The completed work will be used in the principal's new production for controlling lifting/lowering thrusters.

Keywords: logic programming, simulation, electrical engineering, automation engineering, electrical design

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 TOIMEKSIANTAJA	6
2.1 Aiheen valikoituminen.....	7
2.2 Työn tuloksen merkittävyys ja hyödyt	8
2.3 Aiheen rajaus	8
3 PROPULSIO- JA POTKURILAITE	9
3.1 Propulsio	9
3.2 UL-propulsio laite	10
3.3 Atsimuuttipotkuri	11
4 SÄHKÖ- JA AUTOMAATIO SUUNNITTELU	13
4.1 Logiikkaohjelmointi ja ohjelmitava logiikka	14
4.2 Siemens SIMATIC	17
4.3 Controller Area Network, CAN.....	17
4.4 CANOpen	19
4.4.1 Objektisanakirja	20
4.4.2 Profiiliperhe.....	21
4.4.3 Datansiirto ja verkonhallinta.....	22
4.5 CanMan Controller	23
4.6 Sähkösuunnittelu.....	24
4.6.1 Sähköturvallisuus ja sähkösuunnittelijan pätevyys	24
4.6.2 Suunnittelun määrittely	25
4.7 AutoCAD	26
5 TOTEUTUS.....	26
6 YHTEENVETO.....	27
LÄHTEET.....	29

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella ja toteuttaa UL-propulsiolaitteen nosto-/laskuohjausyksikön päivitys Siemensin logiikasta CanManin logiikkaan. Toimeksiantaja haluaa kehittää ja optimoida nykyistä laitteistoaan vastaamaan paremmin sisäisiä prosessejaan. Laitteen päivittämisestä on edeltävästi tehty jo muutama yrityksen sisäinen kehitysehdotus.

Ohjausyksikön päivityksen odotetaan tuovan merkittäviä hyötyjä, kuten osaan henkilöstön tehokkaampaa hyödyntämistä, järjestelmien harmonisointia sekä kustannussäästöjä pitkällä aikavälillä. CanManin logiikan käyttöönotto kyseisessä laitteistossa parantaa järjestelmän hallittavuutta ja huollettavuutta. Oma osaamiseni sähkö- ja automaatiotekniikassa tulee kehittymään merkittävästi työn edetessä.

Opinnäytetyössä kartoitetaan nykyisen Siemensin logiikan toiminnot ja ”siirretään” toiminnot CanManin logiikkaan, päivitetään piirikaavio, johdotuskuvat, kokoonpanokuva ja osaluettelo. Valmis tuotos tulee Kongsberg Maritimen käyttöön UL-propulsiolaitteeseen. Lopuksi arvioidaan päivityksen tuomia hyötyjä ja vaikutuksia yrityksen toimintaan.

2 TOIMEKSIANTAJA

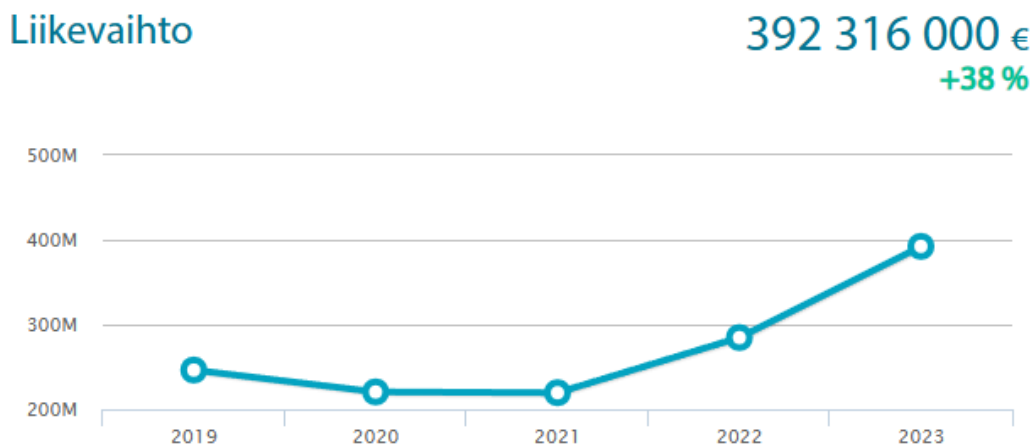
Kongsberg Gruppen on norjalainen pörssiyritys, joka on perustettu vuonna 1814. Yhtiö osti Rolls-Roycen meriteollisuuden toiminnot vuonna 2019. (Kongsberg Maritime, 2024.) Yhtiö on jaettu neljään kokonaisuuteen: digital, defence & aerospace, discovery ja maritime. Vuonna 2023, yhtiöllä oli 13 270 työntekijää ja toimintaa lähes 40:ssä eri maassa. (Kongsberg, 2023.)

Maritime on yksi neljästä Kongsberg Gruppenin kokonaisuudesta. Se työllistää 6700 henkilöä ja sillä on 117 toimistoa 34 eri maassa. Sen laitteistoa on yli 34 000 aluksessa. (Kongsberg Maritime, 2024a.)

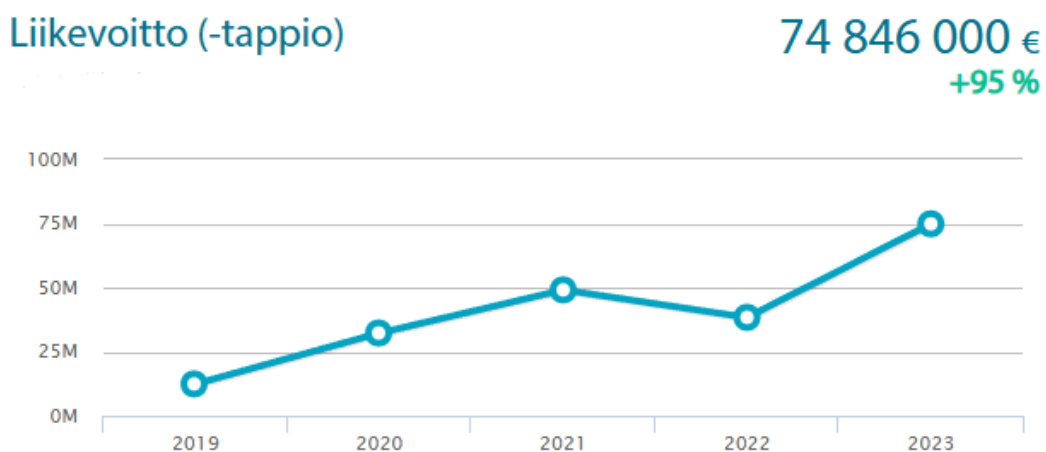
Kongsberg Maritime Finland OY on Suomen alahaara, jolla on toimintaa kolmessa eri kaupungissa: Raumalla, Turussa ja Kokkolassa. Yritys on perustettu Suomessa vuonna 1995 ja se laajeni huomattavasti vuonna 2019, kun Kongsberg Group osti silloisen Rolls-Roycen marine-liiketoiminnan. Alun perin Hollming Oy, perustettu vuonna 1945, alkoi suunnittelemaan ja valmistamaan ruoripotkureita Raumalla 1960-luvun alkupuolella. Tämä yritys myytiin myöhemmin Rolls-Roycellle. Kongsberg Maritime Finland OY työllisti vuonna 2023 531 työntekijää Suomessa, joista valtaosa työskenteli Raumalla. Raumalla suunnitellaan ja valmistetaan ruoripotkureita ja kansilaitteistoa. Yhtiö tarjoaa myös kunnonvalvontapalveluja, koulutusta ja teknistä tukea. Turku on keskittynyt laivan etäoperointiratkaisuihin ja Kokkolassa yritys suunnittelee ja valmistaa suihkuturbiiniperämoottoreita. (Hollming, 2024; Kongsberg Maritime, 2024b; Kongsberg Maritime, 2024c.)

Kongsberg Maritime Finland OY:n liikevaihto oli vuonna 2023 392,3 miljoonaa euroa, liikevoittoprosentti 19,0% (liikevoitto 74,8 miljoonaa euroa) ja

omavaraisuusaste 40%. Vuodesta 2022 liikevaihto nousi 37,8% (kuva 1) ja liikevoitto 95% (kuva 2). (Asiakastieto, 2024.)



Kuva 1. Liikevaihdon kehitys. (Asiakastieto, 2024)



Kuva 2. Liikevoiton kehitys. (Asiakastieto, 2024)

2.1 Aiheen valikoituminen

Toimeksiantajalla oli tarjolla useampia aiheita, ja keskustelujen jälkeen opinnäytetyön aiheeksi valikoitui Kongsberg Maritimen UL-propulsio laitteen nosto- ja laskujärjestelmän komponenttien päivittäminen. Tällä hetkellä Kongsberg Maritime toteuttaa UL-propulsio laitteen nosto- ja laskuohjauksen Siemensin logiikalla. Toteutus on itsessään toimiva, mutta se vaatii työntekijöiltä

Siemensin osaamista ja lisenssimaksuja. Kongsberg Maritime toteuttaa monia muita automaattioratkaisujaan itselleen kehitetyllä CanManin logiikalla.

Potkurilaitteiden myynnissä on kovaa kilpailua ja laitteiden myyntihinnat ovat yksi ratkaiseva tekijä myynnin osalta (Marketing Eye, 2024). Laitteiden tuotanto- ja ylläpitokustannuksia tulee saada laskettua, jotta kokonaishinta saadaan yhä kilpailukykyisemmäksi. Mikäli tarjolla on kaksi identtistä tai lähes identtistä laitetta, yritykset päätyvät monesti edullisempaan vaihtoehtoon. (Hyperlean, 2024.) Työn tuotoksen avulla yhtiö saa pienennettyä sekä suoria että välillisiä kustannuksia, harmonisoimalla tuotantoa ja laskemalla lisenssikustannuksia.

2.2 Työn tuloksen merkittävyys ja hyödyt

Työn tuloksen odotetaan pienentävän UL-käynnistimien kustannuksia, parantavan vikadiagnostiikkaa ja käyttöönottoja. Tulosta tulevat tarvitsemaan Kongsberg Maritimen suunnittelu- ja huolto-osasto sekä tuotanto. Saatavia hyötyjä ovat muun muassa:

- toimeksiantaja ei ole riippuvainen Siemensin lisenssipäivityksistä
- CanManin ylläpito ja tietotaito on jo olemassa suunnittelussa, huollossa ja tuotannossa – helpottaa ajanhallintaa
- parempi vianhaku-diagnostiikka
- käyttöönotto ja huolto tehokkaampaa tutuilla komponenteilla
- varaosatoimitus helpompaa.

2.3 Aiheen rajaus

Työssä korvataan olemassa oleva Siemensin logiikka CanManin logiikalla. Työ sisältää siis logiikkaohjelman, piirikaavion, kokoonpanokuvan, johdotuskuvan ja osaluettelon luomisen. Mahdolliset käyttöliittymät tai vastaavat eivät sisälly työhön. Työn tuotos testataan simuloimalla, tai mikäli sopiva potkurilaitte

on testattavana työn valmistumisen aikana, sitä voidaan testata myös oikeassa potkurilaitteessa.

Työn tulosten perusteella voidaan myös jatkotutkia mahdollisuuksia esimerkiksi kosketusnäytön liittämiseen ja lasku-/nosto-ohjausyksikön ja ”control unitin” yhdistämistä. Nämä eivät kuitenkaan kuulu varsinaiseen opinnäytetyön tulokseen.

3 PROPULSIO- JA POTKURILAITE

Propulsiojärjestelmillä, voimansiirrolla ja laivan konehuoneen laitteilla ja järjestelmillä on keskeinen rooli aluksen luotettavan ja keskeytyksettömän toiminnan varmistamisessa. Järjestelmät toimivat usein ankarissa sääolosuhteissa ja noudattavat samalla tiukkoja ympäristösäädöksiä ja päästövaatimuksia. Korkean suorituskyvyn moottorit ja generaattorit tuottavat voimaa propulsiota varten, kun taas vaihteistot muuntavat moottorin tehon työntövoimaksi. (Ship Technology, 2024.)

3.1 Propulsio

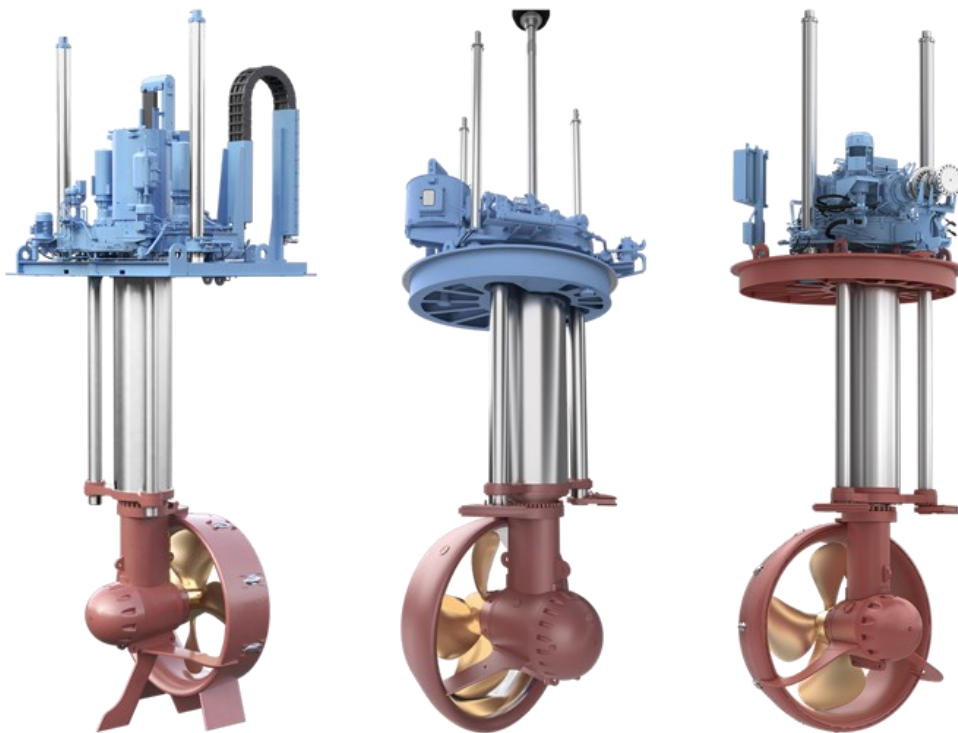
Sana propulsio tarkoittaa esineen eteenpäin työntämistä tai ajamista. Sana tulee latinan kielen sanoista *pro* (ennen tai eteenpäin) ja *pellere* (ajaa, työntää tai pakottaa liikkumaan). Propulsiojärjestelmä tuottaa työntöä, joka saa aikaan liikkeen eteenpäin. (NASA, 2021.)

Meriteollisuudessa propulsiojärjestelmät ovat avainasemassa tuhansien laivojen toiminnassa ympäri maailman. Niiden suorituskyky on elintärkeää tehokkuudelle, ympäristöystävällisyydelle ja laivojen turvallisuudelle. Suorituskyky on tärkeää myös henkilökunnan ja matkustajien mukavuuden kannalta. Kehitteillä on jatkuvasti uusia järjestelmiä, jotka ovat entistä ”vihreämpiä” ja monipuolisempia. Tietokoneiden ja mallinnuksen kehittyminen mahdollistaa entistä

monipuolisempaa mahdollisuutta kehitykselle ja datankeruu järjestelmistä on helpottunut. (Steen & Koushan, 2018, s. 1.)

3.2 UL-propulsio-laite

UL-propulsio-laite (kuva 3) on sisäänvedettävä potkurilaite, joka voidaan nostaa ylös laivan ”sisään” laivan runkoon, kun sitä ei käytetä, ja vastaavasti laite voidaan laskea, kun sitä tarvitaan. Tämä potkurilaite parantaa ohjauskykyä lisäämättä syväästä tai vastusta navigoinnin aikana. Sisäänvedettävän potkurilaitteen tarjoamia hyötyjä ovat: parempi ohjauskyky ja dynaaminen paikannus-kapasiteetti, yhdistetty ohjaus ja propulsio matalilla nopeuksilla, vähäinen syväys ja hydrodynaaminen vastus sekä se tarjoaa lisävarmistusta ja ”vie minut kotiin” -toiminnon alukselle pääpropulsio-ongelmatilanteissa. (Kongsberg Maritime, 2024d.)



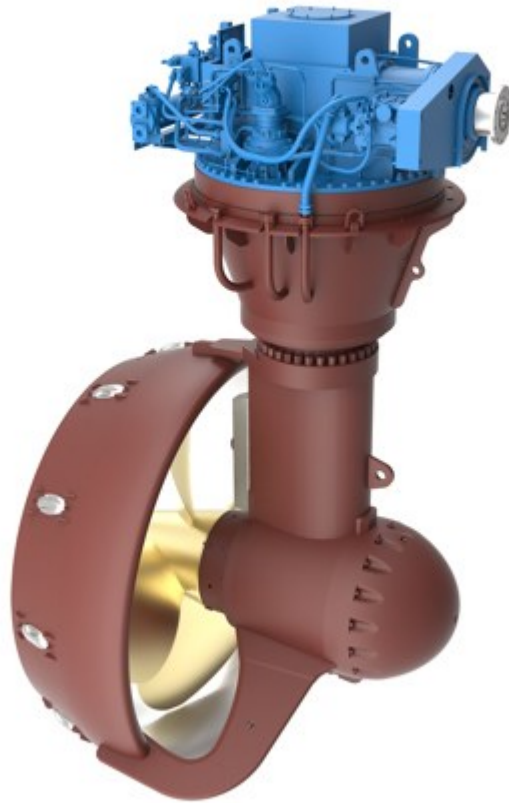
Kuva 3. UL-propulsio-laite. (Kongsberg Maritime, 2024d)

Kongsberg on alan kokenein sisäänvedettävien vaakasuuntakulmapotkureiden valmistaja. Yritys on toimittanut satoja sisäänvedettäviä potkurilaitteita aina 1970-luvulta lähtien. Tyypillisiä käyttökohteita ovat merellä toimivat

huolto- ja rakennustöitä tekevät alukset, kalastusalukset, tutkimusalukset, monikäyttöalukset ja rahtialukset. Laite on helposti asennettavissa ja ylläpidettävissä. Se on myös kustannustehokas ratkaisu, kun haetaan lisäkapasitanssia propulsioon. (Kongsberg Maritime, 2024e.)

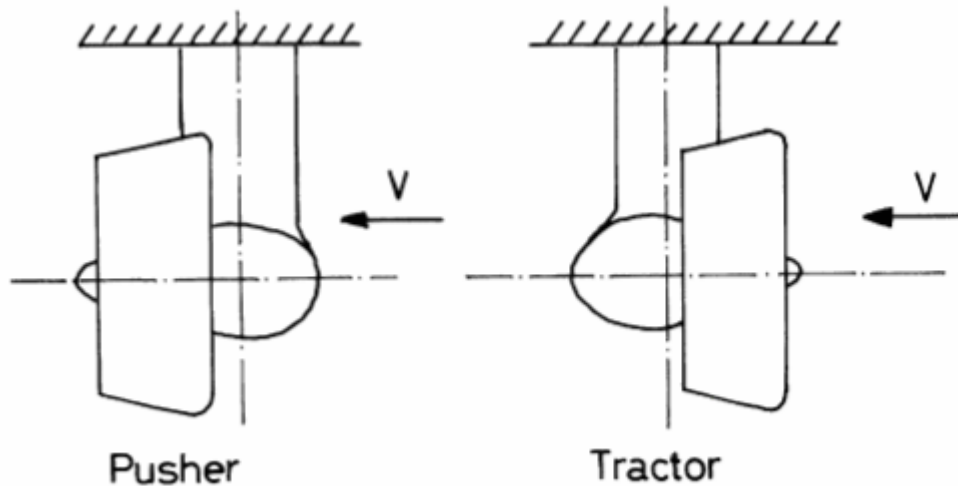
3.3 Atsimuuttipotkuri

Atsimuutti-, eli vaakasuuntakulmapotkuri (kuva 4), on laivan potkurikonfiguraatio, jota hyödynnetään monissa meriteollisuuden sovelluksissa. Se yhdistää potkurin ja ohjausjärjestelmän yhdeksi yksiköksi. Ero tavalliseen potkuriin on sen kyky pyöriä täydet 360 astetta pysty akselinsa ympäri. Potkurilla pystytään siis tuottamaan työntöä mihin tahansa suuntaan, jonka vuoksi se parantaa merkittävästi laivan ohjattavuutta ja hallintaa. (Predict Wind, 2024.)



Kuva 4. US-vaakasuuntakulmapotkuri. (Kongsberg Maritime, 2024f)

Atsimuuttipotkurit ovat olleet laajassa käytössä jo pitkään. Nämä potkurit voidaan jakaa edelleen vetäviin ja työntäviin potkureihin (kuva 5). Atsimuuttipotkuria ajava moottori sijaitsee sen yläpuolella, laivan rungossa. (Carlton, J. S., 2012, s. 16.)



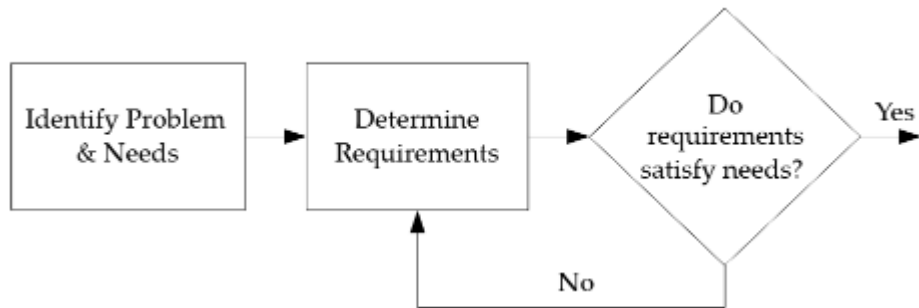
Kuva 5. Työntävä ja vetävä potkuri (Carlton, J. S., 2012)

4 SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOSUUNNITTELU

Onnistuneen suunnittelun takana on yleensä kolme tärkeää osa-aluetta:

- suunnitteluprosessin ymmärtäminen
- suunnittelutyökalujen käytön osaaminen
- ammatillisten taitojen onnistunut soveltaminen. (Coulston & Ford, 2024.)

Suunnittelu on systeemin, komponentin tai prosessin luomista, jossa hyödynnetään matematiikkaa ja teknistä osaamista. Realistiset ongelmat ovat yleensä monimutkaisia ja niille on olemassa useita eri ratkaisuja. Suunnittelun tarkoituksena onkin löytää paras mahdollinen lopputulos. Onnistunut suunnittelu vaatii ongelmanratkaisukykyä, päätöksentekotaitoa, kriittistä ajattelua ja kärsivällisyyttä. Tavoitteena on kehittää lopputulos, joka täyttää vaatimukset ja joka on toteutettu sille annettujen rajoitusten mukaan. Hyvä suunnittelu noudattaa kaavaa (kuvio 1): tunnista ongelmat ja tarpeet, määrittele vaatimukset ja arvioi, tyydyttävätkö vaatimukset tarpeet. (Coulston & Ford, 2024, s. 3-5.)

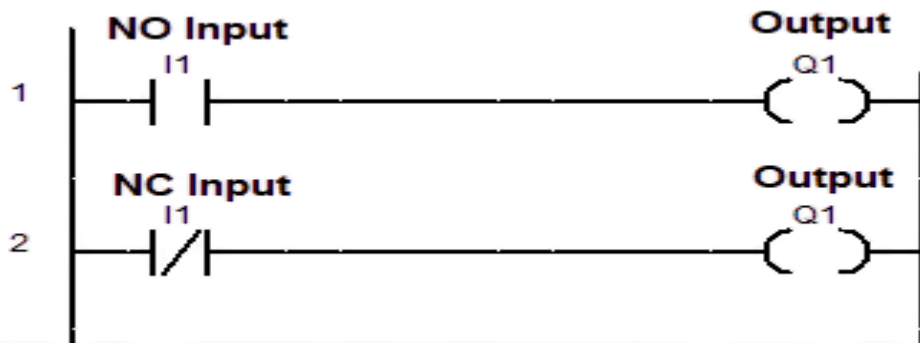


Kuvio 1. Suunnitteluprosessi (Coulston & Ford, 2024, s. 5)

Tässä opinnäytetyössä hyödynnettäviä suunnitteluohjelmia ovat Siemens TIA Portal, AutoCAD mechanical ja CanManager Start & View.

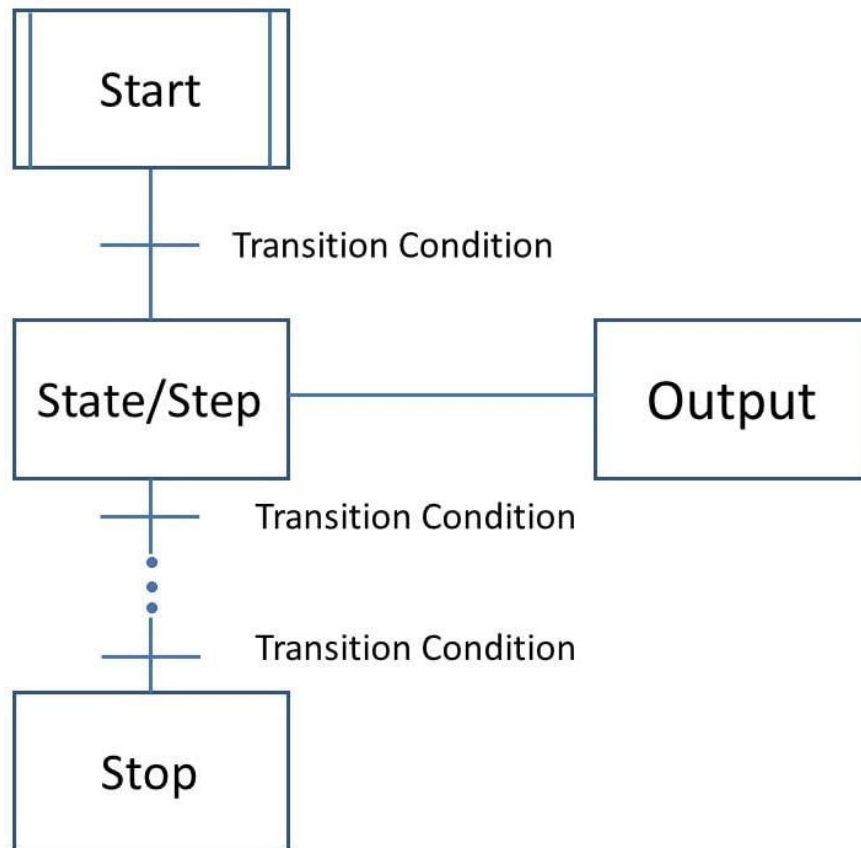
4.1 Logiikkaohjelmointi ja ohjelmitava logiikka

PLC (= programmable logic controller), eli ohjelmitava logiikka, on tärkeä osa teollisuusautomaatiota. Ohjelmitavat logiikat on esitelty ensimmäisen kerran 1980-luvun alkupuolella, ja ne ovat sittemmin vallanneet alaa vauhdilla. Ne ovat alkujaan kehitelty helpottamaan asentajien työtä. Vuosien aikana ohjelmitavien logiikkojen toiminnot ja mahdollisuudet ovat kasvaneet eksponentiaalisesti, ja niistä on tullut myös helpommin ohjelmitavia ja integroitavia. General Motors oli yksi ensimmäisistä yrityksistä, joka tunnisti tarpeen ohjelmitaville logiikoille. He halusivat ohjelmitavan laitteen, jonka sisällä on ohjelma, jota voidaan muokata systeemin tarpeen mukaan. He halusivat laitteen olevan myös helposti liitettävissä muihin laitteisiin ja helppo käyttää ilman ohjelmointikielen opettelua. Ensimmäiset logiikat olivat hyvin yksinkertaisia ja niiden pääkäyttö olikin korvata tiettyjä johdotettuja releitä. Ohjelmointiin kehitettiin myös helppo kieli, "ladder logic", eli tikapuukieli (kuva 6). Kielen graafinen ulkomuoto muistutti sähköisiä piirikaavioita, jotta sähköasentajien oli helppo ymmärtää kieltä. (Stenerson & Deeg, 2019, s. 1.)

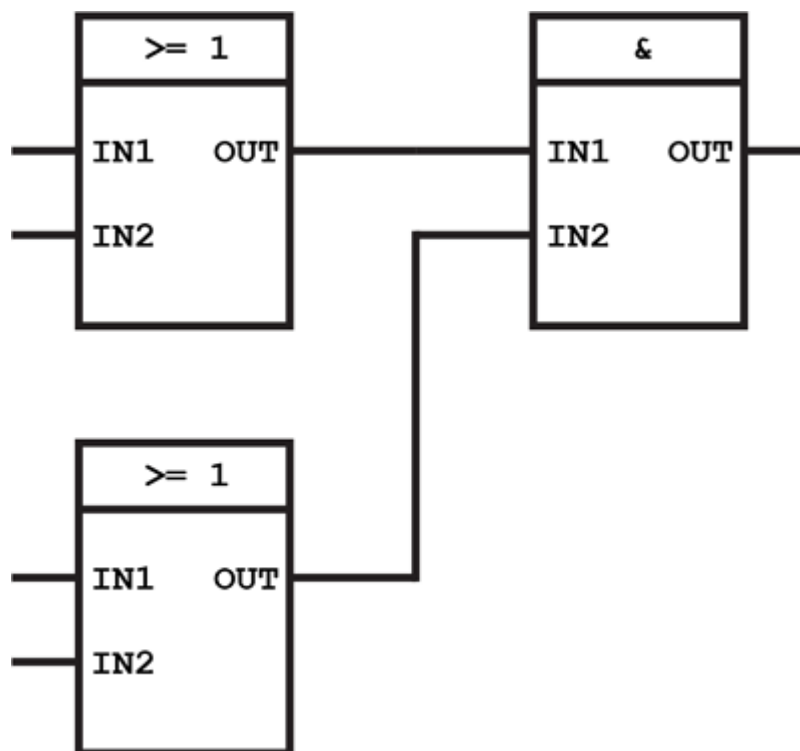


Kuva 6. "Ladder logic" (Norvi, 2024)

Ohjelmoitavat logiikat ovat kehittyneet huimasti. Tänä päivänä ne ovatkin merkittävä osa teollisuutta niiden monikäyttöisyyden ja tehokkuuden vuoksi. Niiden avulla yritys pystyy toimimaan hyvin nopeasti ja kustannustehokkaasti. Uusia ohjelmointikieliä on vuosien varrella kehitetty, muutamia käytetyimpiä tikapuukielen lisäksi ovat "instruction list", "sequential function chart (kuva 7) ja "function block diagram" (kuva 8). Ohjelmoitavien logiikoiden toimintamalli on hyvin yksinkertainen, ohjaimessa on "inputteja" (tuloja) ja "ouputteja" (lähtöjä). Logiikan sisälle rakennetaan ohjelma, joka ohjaa lähtöjen aktivoitumista. Lähtöjen kautta voidaan siis hallita sovelluksen laitteita, kuten moottorinkäynnistimiä tai indikaattoreita. (Stenerson & Deeg, 2019, s. 2-3.)



Kuva 7. "Sequential function chart" (Control, 2024)



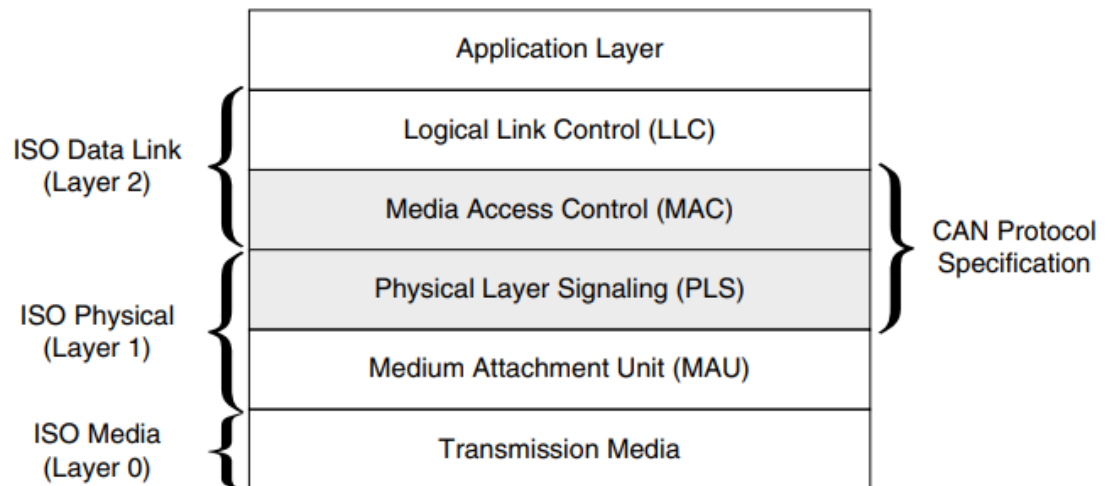
Kuva 8. "Function block diagram" (Edrawsoft, 2024)

4.2 Siemens SIMATIC

SIMATIC on Siemensin kehittämä ohjelmoitavien logiikkaohjaimien ja automaatiojärjestelmien sarja. Yritys haki ensimmäiselle SIMATIC-ratkaisulleen patenttia jo vuonna 1958 ja esitteli sen vuotta myöhemmin Pariisissa ja sai osakseen valtavasti huomiota sen nopeuden ja pienikokoisuutensa vuoksi. Varsinainen ohjelmoitava logiikka esiteltiin vuonna 1973 ja 1979 syntyi läpimurto. Tästä lähtien Siemens on ollut yksi merkittävimmistä automaatiotarkaisuja tarjoava yritys ja se uudistaa tuotteitaan jatkuvasti. Vuonna 2018 Siemens SIMATIC juhlisti 60-vuotispäiväänsä. (Siemens, 2024.)

4.3 Controller Area Network, CAN

CAN-väylä on korkealaatuinen sarjaväyläjärjestelmä laitteiden väliseen kommunikointiin. CAN-väylää ja laitteita käytetään erityisesti autoteollisuudessa. CAN-liitäntälaitteen avulla voidaan kehittää sovelluksia, jotka kommunikoivat CAN-verkon välityksellä. CAN-väylän historia ulottuu noin 40 vuoden taakse, kun autoteknologian parantamisen tarve lisäsi elektronisten ohjausjärjestelmien käyttöä toimintoihin, kuten lukkiutumattomiin jarrutusjärjestelmiin. Ennen CAN-väylää ajoneuvojen elektroniset laitteet yhdistettiin pisteestä pisteeseen kaapeloimalla, ja elektroniikan määrän kasvaessa kaapeloinnista tuli liian tilaa vievää, raskasta ja kallista. Vastaamaan näihin haasteisiin Bosch kehitti CAN-väylän, josta on sittemmin tullut standardi ajoneuvoissa. (Shaoshan, 2020, s. 13.)

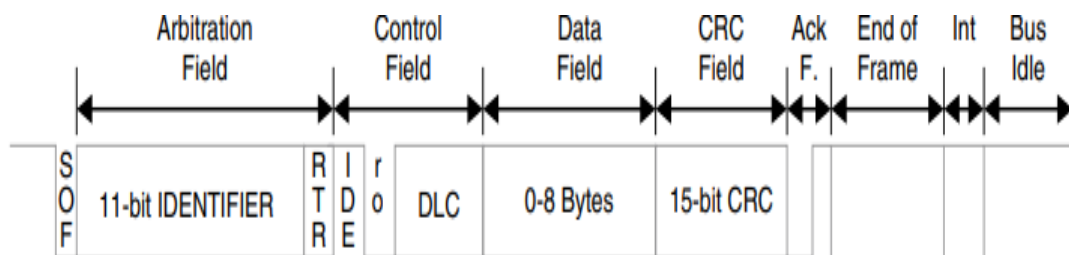


Kuva 9. CAN protokollakerrokset (Shaoshan, 2020, s. 15)

CAN-väylä on edullinen ja kestävä, joka mahdollistaa laitteiden kommunikoinnin elektronisten ohjausyksiköiden kautta. CAN mahdollistaa ohjausyksikölle yhden CAN-liitännän käyttöönottamisen sen sijaan, että jokainen järjestelmän laite vaatisi analogisia tuloja. Jokaisessa verkon laitteessa on CAN-ohjainpiiri, joka tekee niistä älykkäitä. Väylän kautta lähetetty viesti on kaikkien laitteiden käytettävissä ja jokainen laite voi itse päättää, onko viesti sille relevanttia vai suodatettavissa. CAN-tekniikan yleistyessä, korkeanopeuksinen CAN standardoitiin kansainvälisesti ISO 11898 -standardiksi. Myöhemmin on kehitetty myös matalanopeuksinen CAN. 1990-luvun puoliväliin mennessä CAN toimi monien teollisuuden laiteverkkoprotokollien perustana, esimerkkinä CANopen. (Shaoshan, 2020, s. 14.)

CAN-verkot ovat yleensä melko lyhyitä ja suuremmilla nopeuksilla kaapelin pituudet ovatkin usein alle 100 metriä. Tämä johtuu siitä, että 500 kbps:n nopeudella bittiaika on 2000ns, mikä jättää vain vähän aikaa välittimen ja kaapelin viiveille. CAN-lähetykset toimivat tuottaja/kuluttaja -mallilla. Laitteen lähettäessä viestejä, niitä ei kohdisteta tietyille laitteelle, vaan viestin sisältö määritellään tunnistekentässä. Tunnistekenttä ilmaisee viestin sisällön lisäksi myös sen prioriteetin. Jo aiemmin mainittiin relevantista viestistä ja suodattamisesta. Hyväksyntäsuodattimen avulla voidaan siis hylätä viestit, jotka eivät täytä hyväksyntäkriteerejä. Tämän vuoksi vastaanottavat laitteet käsittelevät vain niitä viestejä, jotka ovat niille merkityksellisiä. Kuvassa 10 on esitettyä CAN-viestin

rakenne. Väylän sisällä on mahdollista, että useampi laite aloittaa viestin lähettämisen samaan aikaan. Kun lähettimet lähettävät dataansa väylään, ne kuuntelevat samanaikaisesti, että data välittyy oikein. Jos havaitaan, että jonkun hallitseva bitti korvasi niiden passiivisen bitin, on se osoitus siitä, että väylässä on korkeamman prioriteetin omaava viesti ja matalamman prioriteetin viestin lähettänyt laite lopettaa lähetyksen ja siirtyy vastaanottotilaan vastaanoton loppuun saattamiseksi. Tällä menetelmällä estetään datan tuhoutuminen, joka osaltaan parantaa tiedonsiirron tehokkuutta. Matalamman prioriteetin viesti yritetään lähettää uudestaan seuraavassa mahdollisessa paikassa. Menetelmän ongelmana on se, että kaikkien laitteiden on tuotava datansa väylään samassa bittiajassa ja ennen "näytteenottopistettä" tai data voidaan vastaanottaa virheellisesti, ellei jopa tuhota. (Shaoshan, 2020, s. 14-15.)



Kuva 10. CAN-viestin rakenne (Shaoshan, 2020, s.14)

4.4 CANOpen

CANOpen on automaatiossa käytettyihin sulautettuihin järjestelmiin tarkoitettu viestintäprotokolla ja laiteprofiilin määrittely. OSI-mallin (kuva 11) mukaan CANOpen toteuttaa verkkokerroksen yläpuolella olevat kerrokset. CANOpen -standardi sisältää osoitejärjestelmän, pieniä viestintäprotokollia ja sovelluskerroksen, joka määrittellään laiteprofiilin avulla. Tämä viestintäprotokolla tukee verkonhallintaa, laitteiden seuranta ja solmujen välistä viestintää, mukaan luettuna yksinkertaisen kuljetuskerroksen viestien pilkkomista ja kokoamista varten. Datalinkki- ja fyysiset kerrokset toteutetaan yleensä CANilla, mutta muutkin viestintätavat ovat mahdollisia CANOpen-laiteprofiilin toteuttamisessa, kuten EtherCAT tai Powerlink. CAN in Automation -järjestö on

määritellyt CANOpenin perus laite- ja viestintäprofiilit CiA 301 -määrittelyssä. Erikoistuneemmille laitteille tarkoitetut profiilit rakentuvat näiden perusprofiilien päälle ja näitä on määritelty muissa CiA:n julkaisemissa standardeissa. Jokaisessa CANOpen -laitteessa on toteuduttava tietyt standardoidut ominaisuudet. Viestintäyksikkö toteuttaa protokollat viestintään muiden verkon solmujen kanssa. Laitteen käynnistys ja nollaus tapahtuvat tilakoneen kautta, jonka on sisällettävä seuraavat tilat: initialization (alustus), pre-operational (esitoiminnassa), operational (toiminnassa) ja stopped (pysäytetty). Siirtymä tilojen välillä toteutuu lähettämällä laitteelle network management -viestintäobjekti. Objektisanakirja on muuttujien taulukko, jossa jokaisella muuttujalla on 16-bittinen indeksi. Lisäksi näistä jokaisella muuttujalla voi olla 8-bittinen ali-indeksi. Näitä muuttujia käytetään laitteen konfigurointiin ja esimerkiksi mittausdatan tallentamiseen. Laitteessa sovellusosa suorittaa varsinaisen laitteen halutun toiminnon sen jälkeen, kun kone on asetettu ”operational” tilaan. Data lähetetään ja vastaanotetaan viestintäkerroksen kautta. (Shaoshan, 2020, s. 18-19.)



Kuva 11. OSI-mallin kerrokset (Wikipedia, 2024)

4.4.1 Objektisanakirja

CANOpen-laitteiden on ylläpidettävä ns. objektisanakirjaa, jota käytetään laitteen konfigurointiin ja viestintään. Objektisanakirja on jaettu kahteen osaan,

ensimmäisessä osiossa ovat yleiset laitetiedot ja toisessa osiossa on kuvattu laitteen erityistoiminnallisuus. Objektisanakirjan merkintä määritellään seuraavasti:

- indeksi: 16-bittinen osoite, joka määrittää objektin sijainnin sanakirjassa
- objektin tyyppi/koko: symbolinen tyyppi, joka kuvaa objektia, esimerkiksi yksinkertainen muuttuja
- nimi: merkkijono, joka kuvailee merkintää
- tyyppi: määrittää muuttujan tietotyyppin
- attribuutti: antaa tiedon käyttöoikeuksista tälle merkinnälle
- pakollinen/vapaaehtoinen: määrittää, onko laitteen standardin mukaisesti pakko toteuttaa kyseinen objekti vaiko ei.

Objektisanakirjan perusdatatyyppit ovat määritettyjä standardissa ja ne sisältävät esimerkiksi Boole-arvot ja liukulukuarvot. Näiden tietotyyppien koko biteissä voidaan valinnaisesti tallentaa liittyvään tyyppimäärittelyyn. Yhdistelmädatatyypeillä voi olla 8-bittinen alaindeksi. Taulukon alaindeksin arvo 0 ilmaisee tietorakenteen elementtien lukumäärän, ja se on tyypiltään "unsigned8". (Shaoshan, 2020, s. 19.)

4.4.2 Profiiliperhe

CANOpen määrittelee standardoidun sovelluksen hajautetuille teollisuusautomaatiojärjestelmille, jotka perustuvat CAN-väylään. CANOpen-profiiliperhe perustuu viestintäprofiiliin, joka määrittelee perustason viestintämekanismit sekä standardoidun tavan kuvailla laitteiden toiminnallisuutta. Laiteprofiileissa on kuvattu keskeisimmät laitteet, kuten digitaaliset I/O-moduulit ja anturit. Näissä profiileissa määritellään vastaavan tyyppisten standardilaitteiden toiminnallisuus, parametrit ja data. Standardoitujen profiilien ansiosta eri valmistajien laitteita voidaan käyttää väylässä niiden tarkoitusten mukaisesti, mikä tekee laitteista siis yhteensopivia ja modulaarisia. CANOpen-laitteen toiminnallisuutta ja ominaisuuksia voidaan kuvata sähköisen tietueen, EDS, avulla. EDS (electronic data sheet) toimii eräänlaisena mallina, joka kuvaa laitteen

kaikki verkosta käsin saavutettavat tiedot ja ominaisuudet. Laitteen konfiguraatiotiedosto, DCF (device configuration file), kuvaa laitteen varsinaiset asetukset. Molemmat näistä voidaan toimittaa ladattavina datatiedostoina ja tallentaa laitteen sisälle. (Shaoshan, 2020, s. 19.)

4.4.3 Datansiirto ja verkonhallinta

CANopen, kuten muutkin kenttäväyläjärjestelmät, erottaa kaksi perinteistä datansiirtomenetelmää: objektisanakirjan merkintöihin pääsy tapahtuu "Service Data Object":n (SDO) avulla ja prosessidatan vaihto tapahtuu "Process Data Object":n (PDO) avulla. PDO-objektit lähetetään "producer-consumer"-periaatteella yleislähetysviesteinä, jotka voivat olla tapahtumapohjaisia (event triggered), sykleittäin lähetettyjä (cyclically transmitted) tai solmun (node) pyytämiä ilman ylimääräistä protokollan ylikuormitusta. PDO-objekti voi sisältää enintään 8 tavua dataa. (Shaoshan, 2020, s. 20.)

Synkronointiviestin yhteydessä PDO-objektien lähetys ja vastaanotto voidaan synkronoida koko verkossa. Sovellusobjektien sijoittelu PDO:n datakenttään määritetään PDO Mapping -tietorakenteen avulla, joka on tallennettu objektisanakirjaan. Tämä mahdollistaa laitteen dynaamisen konfiguroinnin sovelluksen erityisvaatimuksen mukaisesti. (Shaoshan, 2020, s.20.)

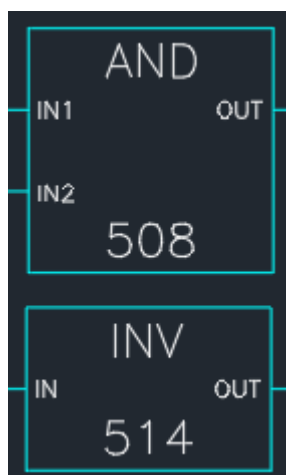
Datansiirto SDO-kanavan kautta tapahtuu "client-server"-suhteena kahden noden välillä. Objektisanakirjan merkintöjen osoittaminen tapahtuu antamalla merkinnän indeksi ja alaindeksi. Lähetetyt viestit voivat myös olla erittäin pitkiä ja yli 8 tavun SDO-viestin siirto edellyttää ositusprotokollan käyttöä. Standardoidut, tapahtumapohjaiset ja korkean prioriteetin hätäviestit ovat varattu laitehäiriöiden raportointiin. Järjestelmäaika voidaan tarjota järjestelmäaikaviestillä. (Shaoshan, 2020, s. 20.)

Verkonhallintatoiminnot, kuten nodejen viestintätilan hallinta ja valvonta, toteutetaan verkonhallintaominaisuuden avulla. Tämä ominaisuus on järjestetty "master-slave" periaatteen mukaan. Nodejen valvontaan tarjotaan kaksi

vaihtoehtoista mekanismia: "node-guarding" ja "heartbeat-messaging". CAN-viestin tunnisteiden liittäminen PDO- ja SDO-objekteihin on mahdollista joko muokkaamalla tunnisteita suoraan objektisanakirjan tietorakenteessa tai yksinkertaisten järjestelmärakenteiden kohdalla käyttämällä ennalta määrättyjä tunnisteita. Laiteprofiilien lisäksi saatavilla on useita sovelluskohtaisia profiileja, jotka ovat kehitetty sidosryhmien toimesta ja laaja joukko valmistajia tukee CANopenia laitteiden, konfigurointi- ja testausvälineiden sekä sertifioidujen CANopen-protokollapinojen muodossa. (Shaoshan, 2020, s. 21.)

4.5 CanMan Controller

CanMan controller on kehitetty Kongsbergille ja sen hallinnointi on yrityksen sisäistä. Ohjaimen toiminta perustuu ohjelmitavaan logiikkaan. Ohjelma rakentuu kootuista prosesseista, jotka suunnitellaan Autocadin avulla käyttäen FBD kieltä (kuva 12). Ohjelman käyttämät blockit ovat koodattu C-kielellä ja ohjelman valmistuttua function blockit kootaan C-kielellä ohjelmiston sisäisesti, jolloin ne ovat valmiita siirtoon ohjaimelle.



Kuva 12. CanManin function blockkeja

CCN11 (CanMan controller) on ohjelmitava logiikka, joka suorittaa ohjelman. CCN11:sta yhdistetään erillisiä I/O-yksiköitä, SLIOja. Yhdessä SLIOssa on 12 tulokanavaa, 12 lähtökanavaa, 6 PWM-kanavaa venttiilien ohjaukseen, 8

AI/O-kanavaa ja kierrosluvun mittamiseen tarkoitettu kanava. (Kongsberg Maritime Finland OY:n sisäinen tietokanta, 2025.)

4.6 Sähkösuunnittelu

Suunnittelussa suunnittelijan tehtävä on toimia asiantuntijana omalla osa-alueellaan. Suunnittelussa tulee etsiä oikea-aikaisesti ratkaisuja, jotka täyttävät asetetut ominaisuus- ja olosuhdevaatimukset, ja esittää ne. Suunnittelussa tulee seurata alan kehitystä ja tuoda esille myös uusia ja innovatiivisia vaihtoehtoja. Suunnittelussa suunnitellut ratkaisut eivät saa olla ristiriidassa muiden suunnitelmien kanssa. Suunnittelun aikana tulee ymmärtää suurempi kokonaisuus ja löytää edellytykset täyttävä ratkaisu. Sähkösuunnittelussa korostuvat erityisesti sähköturvallisuus, käyttäjän tarpeet, energian tarpeenmukainen käyttö ja yritystoiminnan etiikka. (Autio ym., 2004, s. 92-93.)

4.6.1 Sähköturvallisuus ja sähkösuunnittelijan pätevyys

Sähköteknillisille laitteille ja laitteistoilla on asetettu turvallisuusvaatimuksia. TUKES:n [www-sivuilta](http://www.tukes.fi) on saatavilla voimassa olevat säädökset. Säädökset löytyvät luetteloituna myös Sähkötieto Ry:n julkaisemassa ST-kortistossa. Sähköturvallisuuslain mukaan laitteet ja laitteisto tulee suunnitella, rakentaa, valmistaa ja korjata, huoltaa ja käyttää seuraavasti:

- ne eivät aiheuta vaaraa kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle
- ne eivät aiheuta kohtuutonta sähköistä tai sähkömagneettista häiriötä
- niiden toiminta ei ole helposti häiriintyvissä sähköisesti tai sähkömagneettisesti.

Sähköturvallisuuslain mukaan sähkösuunnittelu ei ole sähkötyötä. Sähkösuunnittelijalle ei ole asetettu erillisiä pätevyysvaatimuksia eikä se ole ilmoituksenvaraista toimintaa. Suunnittelussa ei myöskään edellytetä sähkötöiden johtajaa. Sähkösuunnittelijan on kuitenkin tunnettava sähköturvallisuuteen ja siihen liittyvät seikat, jotta suunnitelmien toteuttaminen voidaan tehdä turvallisesti ja lopputulos noudattaa säädöksiä. Suunnitellut tarvikkeet, laitteet ja järjestelmät tulee olla sellaisia, jotka täyttävät sähkölaitteille asetetut vaatimukset. Sähkösuunnitelma ei saa myöskään olla määräysten vastainen. (Autio ym., 2004, s. 93.)

4.6.2 Suunnittelun määrittely

Suunnittelutyön lähtökohdat tulee selvittää, jotta voidaan määrittää suunnitteluhankkeen laajuus, kustannukset, aikataulu ja resurssitarve. Ainakin seuraaviin asioihin on haettava vastauksia:

- Mikä kohde?
 - Kohteen tyyppi, laajuus ja tavoitetaso määrittävät suunnittelijan osaamisen vaatimukset työtehtävään.
- Miksi tehdään?
 - Pyritään löytämään tarve suunnittelulle, jonka mukaan suunnittelutyötä lähdetään toteuttamaan ja etsimään ratkaisua.
- Mitä tehdään?
 - Määritellään selkeästi, onko kyseessä esimerkiksi huolto- tai päivitystyö.
- Miten tehdään?
 - Sovitaan esimerkiksi, mitä ohjelmia suunnittelussa käytetään, miten dokumentointi hoidetaan ja mikä on esitystapa.
- Mikä on suunniteltava alue?
 - Suunnittelu voi kattaa kaiken yksittäisestä laitteesta kokonaiseen rakennukseen tai järjestelmään.
- Milloin tehdään?

- Asetetaan selkeä aikataulu työlle ja sen toteutukselle.
- Mitkä ovat tavoitteet?
 - Jokaisella työllä on omat laadulliset, aikataululliset ja taloudelliset tavoitteet, jotka pyritään saavuttamaan.
- Kuka tekee päätöksiä?
 - Suunnittelijalle tulee olla selvää, keneen olla yhteydessä päätöksiä vaativissa tilanteissa ja kenelle on annettun ajan puitteissa esitettävä ratkaisuja. (Autio ym., 2004, s. 100-103.)

4.7 AutoCAD

AutoCAD on noin 40 vuotta vanha (1982) suunnitteluohjelma. CAD tarkoittaa tietokoneavusteista suunnittelua, englanniksi computer aided design tai drafting. AutoCAD on ohjelmana erittäin laaja, ja onkin arvioitu, että yksittäinen käyttäjä käyttää vain 10 prosenttia ohjelman ominaisuuksista. (Grabowksi, 2022, s. 3.)

5 TOTEUTUS

Työ lähti liikkeelle toimeksiantajan tarpeesta päivittää heidän käyttämänsä ohjelmoitava logiikka toiseen. Olemassa olevat sähkösuunnitelmat (piirikaavio, johdotuskuva, kokoonpanokuva ja osaluettelo) päivitettiin vastaamaan uutta ohjelmoitavaa logiikkaa. Piirikaavion tekeminen tapahtui suoraviivaisesti, sillä tulot ja lähdöt eivät muuttuneet, ainoastaan Siemensin logiikka korvattiin Can-Manilla (CCN11 ja SLIO). Tämä aiheutti vain pieniä muutoksia piirikaavioon, kuten potentiaalien vaihtaminen ja yhden uuden releen lisääminen. Johdotuskuvia päivittäessä tehtiin myös huollon esittämä ehdotus johdotuksen paremmasta toteutuksesta.

Ohjelman päivitys aloitettiin piirikaavion valmistumisen jälkeen ja muiden opastuksella opettelin ohjelmoimaan toimeksiantajan työkaluilla. TIA Portalin

ohjelmaa käytettiin vahvasti apuna päivitystyössä ja lisäksi hyödynnettiin laitteen toimintaa kuvaavaa askelkaaviota. Ohjelmaa ei voinut suoraan siirtää sellaisenaan CanManiin, sillä kaikkia ohjelmassa käytettyjä toimintoja ei ole olemassa CanManissa. Tämä oli selkeästi työläin vaihe päivitystyössä ja haastoi itseäni merkittävästi, mutta opin valtavasti toimeksiantajan ohjelmasta ja käytännöistä. Ohjelmaa testattiin monesti simuloimalla erillisellä ohjelmalla, jolla voidaan pakottaa signaaleja päälle ja seurata toimintaa. Kun simulointi ohjelmalla toimi kuten askelkaaviossa oli kuvattu, ohjelmaa testattiin vielä erikseen ohjelmoitavilla logiikoilla syöttämällä sähköistä signaalia haluttuihin tuloihin ja seuraamalla toimeksiantajan ohjelmalla, että halutut toiminnot tapahtuvat logiikan sisällä.

Viimeisenä vaiheena päivitin kokoonpanokuvaan uuden ohjelmoitavan logiikan ja tarvittavat muutokset, kuten ylimääräisen releen ja riviliittimet. Uuden ja vanhan kokoonpanokuvan sekä osaluettelon avulla luotiin uusi osaluettelo vastaamaan päivitettyä kokonaisuutta.

6 YHTEENVETO

Työssä pääsin hyödyntämään opintojani laaja-alaisesti ja kokonaisvaltaisesti. Työssä tarvittiin sekä sähkötekniikan että automaatiotekniikan osaamista ja työn mielekkyyttä lisäsi se, että työlle oli selkeä tarkoitus ja tavoite. Opinnäytetyötä tehdessäni erityisesti logiikkaohjelmoinnin taitoni kehittyivät ja ohjelman tekeminen vaati ongelmanratkaisutaitoa ja luovuutta. Vaikka piirikaaviota ei tarvinnut juurikaan muokata, lisäsi sen päivittäminen silti ymmärrystäni ja taitojani sähkösuunnittelusta. Työ toteutettiin toimeksiantajan laitteilla ja ohjelmilla, mikä kasvatti osaamistani toimeksiantajan sisäisiin prosesseihin ja suunnittelutapoihin.

Työ tulee toimeksiantajan käyttöön uusissa toimituksissa. Tällä hetkellä toimeksiantajalla on muutamia Siemensin lisenssejä TIA Portaliin kyseessä olevan laitteen vuoksi, mutta laitteen päivityksen jälkeen toimeksiantaja voi harkita lisensseistä luopumista, kunhan toimitettujen laitteiden osalta suunnitelmat saadaan selviksi. Yksi työn merkittävistä hyödyistä on lisenssimaksuissa säästäminen. Lisäksi suurimpana hyötynä on tutun ohjelman ja laitteiston käyttäminen, mikä helpottaa suunnittelua, huoltoa ja käyttöönottoa, sillä päivitettyä (CanMan) logiikkaa käytetään yrityksen muissa tuotteissa ja osaaminen sen kanssa on erinomaisella tasolla. Myös varaosatoimitus helpottuu, sillä toimeksiantaja ei tule olemaan enää riippuvainen Siemensin komponenteista.

Tässä opinnäytetyössä suunnitelmat toteutettiin simulointivaiheeseen asti. Seuraavassa vaiheessa laitekokonaisuutta tullaan testaamaan toimeksiantajan harjoitustiloissa UL-propulsiolaitteen simulaattorilla, jonka jälkeen suunnitelmia testataan oikealla potkurilaitteella. Testaaminen on tarkoitus toteuttaa tämän vuoden aikana, ja onnistuneiden testien jälkeen toimitus uusilla suunnitelmilla voi alkaa.

LÄHTEET

Autio, I., Harsia, P., Leskinen, M., Piikkilä, V., Savuoja, P. & Välimäki, E. (2004). Sähkösuunnittelun käsikirja. Sähköinfo Oy.

Asiakastieto. (2024). Kongsberg Maritime Finland OY. Haettu 20.11.2024 osoitteesta <https://www.asiakastieto.fi/yritykset/fi/kongsberg-maritime-finland-oy/10076287/yleiskuva>

Carlton, J. S. (2012). Marine propellers and propulsion (3rd edition). Amsterdam, Elsevier.

Control. (2024). An Overview of Sequential Function Chart (SFC) Programming. Haettu 9.12.2024 osoitteesta <https://control.com/technical-articles/an-overview-of-sequential-function-chart-sfc-programming/>

Coulston, C. & Ford, M. (2024). Design for Electrical and Computer Engineers. Ralph Ford and Christopher Coulston.

Deeg, D. & Stenerson, J. (2019). Programming Siemens Step 7 (TIA Portal), a Practical and Understandable Approach (2nd edition). Jon Stenerson & Dave Deeg.

Edrawsoft. (2024). What is a Functional Block Diagram? Haettu 9.12.2024 osoitteesta <https://www.edrawsoft.com/article/what-is-functional-block-diagram.html>

Grabowski, R. (2022). AutoCAD For Dummies (19th edition). John Wiley & Sons.

Hollming Oy. Hollming-historia. Haettu 20.11.2024 osoitteesta <https://www.hollming.fi/fin/yritys/historia/15>

Hyperlean. (2024). Cost management and its role in defining competitive advantage. Haettu 21.11.2024 osoitteesta <https://hyperlean.eu/en/cost-management-and-its-role-in-defining-competitive-advantage/>

Kongsberg Maritime. (2024d). Retractable azimuthing thruster. Haettu 21.11.2024 osoitteesta <https://www.kongsberg.com/maritime/products/propulsors-and-propulsion-systems/thrusters/retractable-azimuthing-thruster/>

Kongsberg Maritime Finland OY. (2025). CanMan Help & View. Sisäinen tietokanta.

Kongsberg. (2023). Annual and Sustainability Report. https://www.kongsberg.com/globalassets/kongsberg-asa/5.-investors/1.3.-reports-and-presentations/1.3.1.-annual-report/documents/kog_report_updated_220324.pdf

Kongsberg Maritime. (2024a). Kongsberg Maritime. Haettu 20.11.2024 osoitteesta <https://www.kongsberg.com/maritime/>

Kongsberg Maritime. (2024b). Our History. Haettu 20.11.2024 osoitteesta <https://www.kongsberg.com/maritime/contact/about-us/who-we-are-kongsberg-maritime/Our-history/>

Kongsberg Maritime. (2024c). Kongsberg Maritime Finland OY. Haettu 20.11.2024 osoitteesta <https://www.kongsberg.com/maritime/contact/our-offices/finland-rauma-oy/>

Kongsberg Maritime. (2024e). UL/ULE. <https://www.kongsberg.com/contentassets/94df82555db54f6bbe4e123a79943095/retractable-thruster-type---ul-ule-fact-sheet-25.03.2024.pdf>

Kongsberg Maritime. (2024f). US type azimuthing thruster. Haettu 21.11.2024 osoitteesta <https://www.kongsberg.com/maritime/products/propulsors-and-propulsion-systems/thrusters/us-azimuthing-thruster/>

[Kuva OSI-mallista]. (2024). Wikipedia, OSI-malli. Haettu 19.12.2024 osoitteesta <https://fi.wikipedia.org/wiki/OSI-malli>

Marketing Eye. (2024). How does price impact marketing strategy in B2B industries? Haettu 21.11.2024 osoitteesta <https://www.marketingeye.com.au/marketing-blog/how-does-price-impact-marketing-strategy-in-b2b-industries.html>

National Aeronautics and Space Administration. (2021). Welcome to the beginner's guide to propulsion. Haettu 21.11.2024 osoitteesta <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/bgp.html>

Norvi. (2024). What is PLC? Haettu 9.12.2024 osoitteesta <https://norvi.lk/ladder-logic-programming-in-norvi-controllers/>

Predict Wind. (2024). Azimuth Thruster Definition and Examples. Haettu 21.11.2024 osoitteesta <https://www.predictwind.com/glossary/a/azimuth-thruster>

Shaoshan, L. (2020). Engineering autonomous vehicles and robots: the DragonFly modular-based approach (1st edition). Wiley-IEEE Press.

Ship Technology. (2024). Marine propulsion systems: Transmission and Ship engine room equipment for the shipping industry. Haettu 21.11.2024 osoitteesta <https://www.ship-technology.com/buyers-guide/propulsion-transmission-and-engine-room-equipment/>

Siemens. (2024). How an automation system changed the world. Haettu 19.12.2024 osoitteesta <https://www.siemens.com/global/en/company/about/history/specials/60-years-of-simatic.html>

Steen, S. & Koushan, K. (2018). Marine Propulsors. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.