Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Koneautomaatio

2017

Ville Varjonen

MODULAARINEN KENTTÄVÄYLÄ OCTOPUS-KÄÄRINTÄKONEISSA

TURKU AMK
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka | Koneautomaatio

2017 | 42

Timo Vaskikari

Ville Varjonen

MODULAARINEN KENTTÄVÄYLÄ OCTOPUS-KÄÄRINTÄKONEISSA

Opinnäytetyö tehtiin käärintäkoneita valmistavaan Oy M. Haloila Ab -nimiseen yritykseen. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää modulaarisen kenttäväylän tuomia mahdollisuuksia Haloilan valmistamissa Octopus-käärintäkoneissa. Ensisijaisena tavoitteena oli pohtia, miten käärintäkoneen ohjausjärjestelmiä saadaan yhdenmukaistettua ja kehitettyä. Työssä on myös selvitetty järjestelmän vaikutukset käärintäkoneen ohjausjärjestelmien hintarakenteeseen.

Teollisuuteen tarkoitetut kenttäväylät ovat alati kehittyvää tekniikkaa, ja uusia järjestelmiä luodaan kenties useammin kuin koskaan. Uudet tavat toteuttaa koneen ohjaus on mahdollistanut eri kenttäväylillä ja logiikoilla toimivien koneiden välille yhdenmukaisemman rakenteen. Yhdenmukaistamalla tuoteperheen rakenteita on mahdollista saavuttaa huomattavia säästöjä koko valmistusprosessin eri vaiheissa.

Aiheen esittelemisessä on hyödynnetty alan kirjallisuutta ja muita julkaisuja. Käärintäkoneen toiminnasta kirjoittajalla oli omakohtaista kokemusta, jota on hankittu usean vuoden työkokemuksella. Opinnäytetyötä varten haastateltiin Haloilan suunnittelijoita ja käärintäkoneen valmistusprosessissa mukana olevia ihmisiä, jolloin ohjausjärjestelmien kehityskohteista saatiin useita näkemyksiä.

Tehtyä opinnäytetyötä on tarkoitus käyttää apuna Octopus-tuoteperheen kehittämisessä, ja työn tekemisen tuotteena syntynyttä ohjausjärjestelmien hintarakennetta on mahdollista käyttää jatkossa käärintäkoneiden tuotekehityksessä. Opinnäytetyössä esitelty OctoBUS on tarkoitus ottaa käyttöön kaikissa Octopus-käärintäkoneissa kesällä 2017.

ASIASANAT:

Octopus, kenttäväylät, käärintäkone, automaatio, ohjausjärjestelmä

BACHELOR´S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering | Machine Automation

2017 | 42

Timo Vaskikari

Ville Varjonen

MODULAR FIELDBUS IN OCTOPUS WRAPPING MACHINES

This thesis was commissioned by company called Oy M. Haloila Ab which manufacturers wrapping machines. The objective of thesis was to investigate the opportunities of modular fieldbuses in Haloila's Octopus wrapping machines. The primary objective was to consider how to standardize and develop the control systems of a wrapping machine. The effects of the system on the cost structure of the wrapping machine's control systems were also investigated in this thesis.

Fieldbuses developed for industrial use are a constantly developing technology and new systems are created perhaps more than ever. New ways to execute the controlling of the machine have enabled a more uniform structure between machines which use different fieldbuses and logics. By standardizing the structures of the product family, it is possible to achieve considerable savings through the whole manufacturing process.

Literature and other publications of the industry have been used when presenting this topic. The author has work experience of multiple years on the operation of wrapping machines. For this thesis, employees of Haloila, for example designers and other people who are involved in the manufacturing process, were interviewed to get new perspective of issues in the control systems that need developing.

This thesis is going to be used in helping to develop the Octopus product family. The cost structure of the control system that was developed in this thesis, can be used in the product development of wrapping machines in the future. The OctoBUS, which was introduced in this thesis, is going to be launched during summer 2017 and it will be installed to all Octopus wrapping machines.

KEYWORDS:

Octopus, field bus, wrapping machine, automation, control system

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO **6**

1 JOHDANTO **7**

2 TOIMEKSIANTO **8**

2.1 Oy M. Haloila Ab 8

2.2 Opinnäytetyön tavoitteet 9

3 OCTOPUS-KÄÄRINTÄKONE **10**

3.1 Mekaaninen rakenne 10

3.1.1 Alumiinirunkoiset koneet 11

3.1.2 Teräsrunkoiset koneet 12

3.2 Sähköinen rakenne 12

3.2.1 Alumiinirunkoiset koneet 13

3.2.2 Teräsrunkoiset koneet 15

3.3 Käärintäkonemallit 16

3.4 Lisälaitteet 17

3.4.1 Puristin 18

3.4.2 Päällikalvolaite 18

3.4.3 Manipulaattori 19

3.4.4 Rypytin 19

3.4.5 Kulmatukilaite 20

3.4.6 Kuljettimet 20

3.4.7 Lavanostin 20

4 KENTTÄVÄYLÄT **21**

4.1 Ethernet/IP 24

4.2 Profinet 26

5 OCTOPUS-KÄÄRINTÄKONEEN OHJAUJÄRJESTELMÄT **29**

5.1 Nykyisten ohjausjärjestelmien haasteet 30

6 OCTOBUS **33**

6.1 LioN-Link 33

6.2 Cube67 34

6.3 OctoBUS-kenttäväylän käyttö Octopus-käärintäkoneessa 36

7 YHTEENVETO 40

LÄHTEET 42

LIITTEET

Liite 1. Nykyinen Octopus-käärintäkonemallisto.
Liite 2. OctoBUS-käärintäkonemallisto.

KUVAT

Kuva 1. Haloila (Haloila 2016). 8
Kuva 2. Octopus, pakkausalan tunnetuimpia brändejä (Haloila 2016). 10
Kuva 3. Kalvonjakokelkka (OctoBook 2016, 29). 11
Kuva 4. Alumiinirunkoinen Octopus-käärintäkone (Haloila 2016). 14
Kuva 5. Teräsrunkoinen Octopus-käärintäkone (Haloila 2016). 15
Kuva 6. Octopus-käärintäkonemallit (ODTmotion 2016). 16
Kuva 7. Puristin (OctoBook 2016, 67). 18
Kuva 8. Manipulaattori 19
Kuva 9. OSI-malli Ethernet/IP-kenttäväylälle (Advatech 2016). 25
Kuva 10. Profinet-protokollan logo (Profibus 2016). 26
Kuva 11. Profinet ISO/OSI-mallissa (Profibus 2016). 27
Kuva 12. LioN-Link (Lumberg Automation 2017). 33
Kuva 13. Cube67-moduuli (Murrelektronik Power Oy). 35
Kuva 14. Cube67-järjestelmä (Murrelektronik Power Oy 2017). 36
Kuva 15. Aliväylän toimintaperiaate 38

TAULUKOT

Taulukko 1. Octopus-käärintäkonemallit 17
Taulukko 2. ISO/OSI-tasomalli 22

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

B-sarja	Alumiinirunkoiset käärintäkoneet
C-sarja	Matalan kapasiteetin käärintäkoneet
I/O	Tulot ja lähdöt (Input/Output)
Movimot	Oikosulkumoottori integroidulla taajuusmuuttajalla
RCS	Reel Change System, automaattinen käärintäkalvonvaihto-järjestelmä
RPM	Rounds Per Minute, pyörimisnopeus
S-sarja	Teräsrunkoiset käärintäkoneet
T-sarja	Kahdella käärintäkelkalla varustetut käärintäkoneet

1 JOHDANTO

Automaation järjestelmäarkkitehtuuri on muuttunut huomattavasti tekniikan kehittyessä. Ennen lähes kaikki mittaus- ja ohjaustiedot johdotettiin yksittäisillä kaapeleilla suoraan logiikalle, jolloin järjestelmät olivat työläitä valmistaa. Kenttäväylien kehittyessä oli mahdollista kytkeä anturit kenttäväylän välityksellä logiikkaan, jolloin suuri määrä antureita ja niiden kytkentätietoja saatiin yhdistettyä yhteen kaapeliin.

Käärintäkoneen ohjausjärjestelmä käsittää laitteen antureiden ja toimilaitteiden ohjauksen. Ohjausjärjestelmä on koneen toimintaan suoraan vaikuttava järjestelmä, joka toimii koneen ohjauksen selkärankana. Käärintäkonemalleja yhdenmukaistamalla on mahdollista saada aikaan huomattavia säästöjä aina koneen suunnittelusta sen valmistamiseen ja elinkaaren loppuun saakka. Tuoteperheen yhdenmukaistuminen parantaa vääjäämättä tuotteiden laatua, kun hallittavana on vähemmän rakenteita ja ohjelmia.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää modulaarisen kenttäväylän käyttämistä Haloilan valmistamissa Octopus-käärintäkoneissa. Modulaarisella kenttäväylällä on mahdollista hallita koneisiin liitettäviä optioita helpommin ja yhtenäistää konemallistoa.

Opinnäytetyössä esitellään aluksi Haloilan valmistamat käärintäkoneet ja niiden lisälaitteet, sillä opinnäytetyön aihe vaikuttaa suoraan etenkin käärintäkoneen sähköiseen rakenteeseen, kuten myös koneisiin saatavien optioiden liittämiseen. Käärintäkoneiden ohjausjärjestelmien kustannusrakenteen tarkastelu on rajoitettu vain B-sarjan käärintäkoneisiin. Opinnäytetyössä on myös esitelty Haloilan käärintäkoneissaan nykyisin käyttämät ohjausjärjestelmät ja kenttäväylät, sillä nykyisten ohjaustapojen rajoitteet ovat osaltaan aloittaneet selvitystyön ohjausjärjestelmien kehittämisestä.

Uudella OctoBUS-väyläksi kutsuttavalla järjestelmällä on mahdollista saavuttaa huomattavasti helpompi siirtyminen eri logiikoiden ja kenttäväylien välillä. OctoBUS-järjestelmän toimintaa on esitelty luvussa kuusi. Uuden ohjausjärjestelmän hyväksyttämiseksi tulee myös laskea sen kustannusvaikutukset käärintäkonemallien kustannusrakenteisiin, jonka jälkeen voidaan tehdä päätös järjestelmän käyttöönottamiseksi. Opinnäytetyön luvussa seitsemän onkin käsitelty nykyisten ohjausjärjestelmien kustannusrakennetta ja verrattu sitä OctoBUS-järjestelmän kustannusrakenteeseen.

2 TOIMEKSIANTO

2.1 Oy M. Haloila Ab

Oy M. Haloila Ab (jatkossa Haloila) on suomalainen, maailman johtava täysautomaattisia lavakuorman käärintäkoneita valmistava yritys. Yrityksellä on toimipiste Maskussa, jossa valmistetaan täysautomaattisia lavakäärintäkoneita, ja Bulgarian Kardjalissa, jossa valmistetaan pienempiä puoliautomaattisia käärintäkoneita. Yritys työllistää Suomessa noin 60 henkilöä ja vuonna 2015 sen liikevaihto oli 39.9 miljoonaa euroa. Haloilalla on työntekijöitä yli kymmenessä maassa, yhteensä noin 160.

Vuonna 1972 Matti Haloila perusti metalliteollisuuden alihankintaan keskittyneen yrityksen, Haloilan. Yritys etsi alkuvaiheessa aktiivisesti uusia markkinoita, ja vuonna 1976 lanseerattiinkin ensimmäinen pyöriväpöytäinen, puoliautomaattinen käärintäkone, Rolle. Puoliautomaattisella käärintäkoneella tarkoitetaan konetta, joka vaatii ihmisen lastaamaan ja käynnistämään koneen.

Vuonna 1983 julkaistu Octopus oli maailman ensimmäinen täysautomaattinen, kehärakennetta hyödyntävä käärintäkone. Octopus teki Haloilasta tunnetun, ja se on yhä edelleen eräs pakkausalan tunnetuimmista brändeistä, yhdessä Haloilan kanssa. Octopus-käärintäkoneita on myyty yhteensä yli 6000 kappaletta, yli 60 eri maahan.

Kuva 1. Haloila (Haloila 2016).

Haloila myytiin ranskalaiselle Newtec Internationalille vuonna 1988 ja vuonna 1995 Haloila siirtyi yhdysvaltalaisen Illnois Tool Works -yhtiön omistukseen. Vuonna 2012 Haloilaan liitettiin yhdysvaltalainen käärintäkoneita valmistanut ITW-Muller. Fuusion myötä Haloila sai nimeään tunnetummaksi Pohjois-Amerikan käärintäkonemarkkinoilla.

Haloilan on nykyään osa yhdysvaltalaista Signode Industrial Groupia, johon kuuluu yli sata muuta pakkauskoneita -ja materiaaleja valmistavaa yritystä ympäri maailman. Signode Industrial Group kuuluu osaksi pääomasijoitusyhtiö Carlyle Groupia. Carlyle Group on eräs maailman suurimmista yksityisistä sijoitusyhtiöistä, ja se hallinnoi lähes 170 miljardin euron varoja. Carlyle Groupin omistamat yritykset työllistivät vuonna 2014 maailmanlaajuisesti yli 415 000 työntekijää.

2.2 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää modulaarisen kenttäväylän tuomia mahdollisuuksia käärintäkoneiden sähköisten rakenteiden yksinkertaistamisessa ja yhdenmukaistamisessa, jolloin siirtymä eri kenttäväylien ja logiikoiden välillä saadaan mahdollisimman joustavaksi ja helpoksi. Osana opinnäytetyötä oli myös tehdä kustannusvertailua olemassa olevien ohjausjärjestelmien ja mahdollisesti käyttöönotettavan uuden järjestelmän välillä.

Tavoitteena on saada käärintäkoneessa käytettävästä kenttäväylästä modulaarisempi, siirtää ohjauksia tehtäväksi kentälle väylään, jolloin optioiden lisääminen käy helpommin, ja yhdenmukaistaa eri käärintäkonemallien välisiä ohjausjärjestelmiä. Ohjausten siirtäminen väylään mahdollistaa myös vakioidumman sähkökaapin käyttämistä. Kentälle sijoitettavien komponenttien tulee myös olla helposti asennettavia, jotta käärintäkoneen kokoonpanosta saadaan yksinkertaisempaa kuin tällä hetkellä.

Järjestelmälle on esitetty opinnäytetyön tilaajan osalta muutamia vaatimuksia. Järjestelmän tulee olla:

- Modulaarinen, helposti laajennettava
- Kentälle soveltuva (>IP55)
- Soveltuva yleisimpiin kenttäväyliin
- Hyvä saatavuus
- Mahdollisuus moottoriohjauksiin
- Kustannustehokas

3 OCTOPUS-KÄÄRINTÄKONE

Haloilan tunnetuin tuote on kehärakennetta hyödyntävä Octopus-käärintäkone. Haloilan pääkonttori sijaitsee Maskussa, jossa valmistetaan kaikki Octopus-käärintäkoneet. Octopus on maailman ensimmäinen kehärakennetta hyödyntävä käärintäkone, ja se on yhä edelleen yksi pakkausalan tunnetuimmista brändeistä.

Kuva 2. Octopus, pakkausalan tunnetuimpia brändejä (Haloila 2016).

3.1 Mekaaninen rakenne

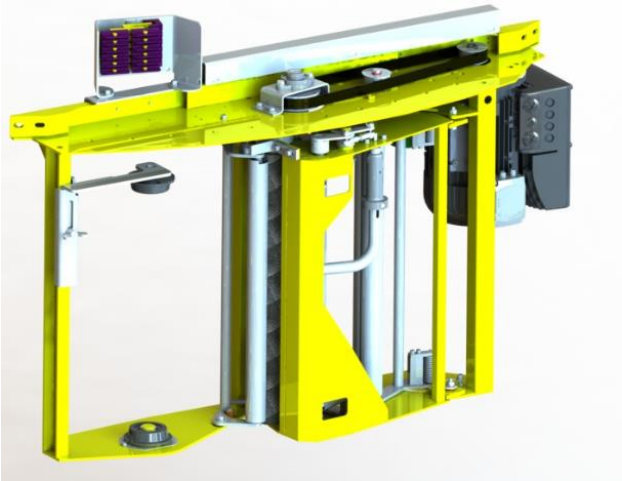
Octopus-käärintäkoneen mekaaninen rakenne on pysynyt toimintaperiaatteeltaan lähes muuttumattomana, mutta sitä on kehitetty ajan saatossa asiakkaiden tarpeiden mukaan. Mekaanisesti Octopus voidaan jakaa neljään pääkomponenttiin: runkoon, käärintäkehään, kalvonjakokelkkaan ja tarraimeen.

Runko on nelijalkainen, joko alumiinista tai teräksestä valmistettu. Nopeampien koneiden rungot ovat terästä ja hitaampien alumiinia. Teräksinen runko kestää paremmin suurempien pyörimisnopeuksien aiheuttamat voimat ja rasitukset.

Runkoon liitetään käärintäkehä, jota liikutellaan vertikaalisesti nostomoottorin avulla. Nostomoottori pyörittää nostoakselia, jolloin käärintäkehä nousee nostohihnojen avulla. Ensimmäiset Octopus-käärintäkoneet olivat ketjunostoisia, mutta hihnat korvasivat kuitenkin ketjut niiden helpomman asennuksen, pidemmän käyttöiän ja hiljaisemman äänen takia. Käärintäkehällä sijaitsee suurin osa koneen antureista ja toimilaitteista.

Käärintäkehään on liitetty kalvonjakokelkka, jota pyöritetään horisontaalisesti käärittävän paketin ympärillä. Käärintäkehää pyöritetään sähkömoottorilla, lattahihnan välityksellä. Kalvonjakokelkka syöttää käärintäkalvoa, joka kääritään tuotteen ympärille. Käärintäkalvo esikiristetään eli venytetään, jolloin lavakuorman tukemisessa käytetään hyväksi käärintäkalvon palautuvaa ominaisuutta. Kalvo pyrkii palaamaan esikiristyksen jälkeen

takaisin vanhaan mittaansa, joten näin se tukee ja kiristää käärittävää kuormaa. Esikiristyksen jälkeen kalvon paksuus on enää muutama mikromilli, kun esikiristämättömän kalvon paksuus on kalvotyypistä riippuen kymmeniä mikromillejä. Esikiristyksellä kalvon kulutusta pystytään pienentämään huomattavasti. Esikiristystä voidaan säätää käärittävän tuotteen ja käytettävän kalvolaadun mukaan vaihtamalla esikiristyksen välityssuhdetta. (Hurme 2016.)



Kuva 3. Kalvonjakokelkka (OctoBook 2016, 29).

Tarrain on liitetty käärintäkehään, ja sen tarkoitus on katkaista ja saumata kalvo käärinnän päätteeksi. Käärintäkalvo katkaistaan ja saumataan paketin kylkeen joko lämmittämällä tai pujottamalla, saumainmallista riippuen. Lämmittämällä saumaaminen on huomattavasti pujottamista yleisempää, mutta pujottaminen on säilyttänyt suosionsa etenkin käärittäessä rakennusalan tuotteita. Saumauksella varmistetaan, että kalvon pää pysyy kiinni paketissa eikä kääritty muovi ala purkaantua tuotteen ympäriltä.

3.1.1 Alumiinirunkoiset koneet

Alumiinirunkoisten koneiden rungon teleskooppinen rakenne mahdollistaa helpomman kokoonpanon, pakkaamisen ja asentamisen kuin teräsrunkoisten koneiden kiinteä palkkirakenne. Alumiinikoneiden runko muodostuu pursotetusta alumiiniprofiilista. Pursotettuun alumiiniprofiiliin on helppo kiinnittää käärintäkoneessa tarvittavia antureita ja toimilaitteita. Alumiinirunkoisia käärintäkonemalleja ovat 1825B, 1835B, 1845B ja 2325B. Alumiinirunkoisten koneiden kapasiteettialue on laaja, ja ne soveltuvat useille eri teollisuuden aloille. (Haloila 2016.)

Muita alumiinirunkoisia koneita ovat Compact, 1717 ja MD. Ne ovat matalamman kapasiteetin koneita, jotka eroavat sekä mekaaniselta että sähköiseltä rakenteeltakin Octopus-käärintäkoneesta. Hitaampia, C-sarjan koneita ei käsitellä tässä opinnäytetyössä.

3.1.2 Teräsrunkoiset koneet

Teräsrunkoisten koneiden runko muodostuu kahdesta osasta: vakioidusta ylärungosta ja koneen korotuksesta riippuvaisista jatkojaloista. Koneen korotus määräytyy muun muassa käärittävän tuotteen korkeudesta ja kuljettimien korkeudesta. Jatkojalat ovat irrotettavissa olevia, jotta kone on mahdollista kuljettaa asiakkaalle. Käärintäkehän rakenne on alumiini -ja teräsrunkoisissa koneissa samanlainen, mutta teräsrunkoiset koneet ovat yleensä korkeamman kapasiteetin tai suuremman kehähalkaisijan omaavia koneita. Teräsrunkoisia konemalleja ovat 1835S, 1845S, 2335S, 2830S, 1850T, 2340T ja T200. Mallimerkintä T200 tulee koneen maksimaallisesta kapasiteetista, joka on 200 lavaa tunnissa. Kone on kirjoitushetkellä Haloilan suurimman kapasiteetin omaava käärintäkone. Tuoteperheen nopeimmat koneet myydään usein juomateollisuuteen ja halkaisijaltaan suurimmat rakennusteollisuuteen.

3.2 Sähköinen rakenne

Käärintäkoneen sähköiset rakenteet voidaan jaotella suoraan ohjattuihin ja väyläohjattuihin. Suoraan ohjatuissa malleissa koneen anturit on johdotettu kytkentärasioihin, jossa antureiden signaalit yhdistetään yhteen kaapeliin. Kaapelin toinen pää on kytketty riviliittimien välityksellä logiikan tuloihin ja lähtöihin. Kentällä sijaitsevat anturit ovat yhdistetty kytkentärasiaan M12-liittimillä. Moottoreita ja venttiileitä ohjataan suoraan logiikasta digitaalisilla ja analogisilla lähdöillä.

Väyläohjatuissa koneissa paineilmaventtiiliyksikkö ja anturit yhdistävä kytkentärasia on aina kenttäväylään kytketty, mutta moottoreiden ohjaustapa riippuu konemallista. Väyläohjatuissa koneissa käärintäkehällä sijaitseva venttiiliyksikkö ja anturit keräävä kytkentärasia on yhdistetty yhdeksi venttiiliyksiköksi, jossa on tarvittava määrä tuloja antureille.

3.2.1 Alumiinirunkoiset koneet

Alumiinirunkoisten koneiden moottorit ovat Movimot-käyttöisiä sähkömoottoreita. 1845B-konetta lukuun ottamatta moottoreiden ohjaus on toteutettu suoraan ohjatusti. 1845B-kone on vain Euroopan markkinoille tarkoitettu, suurimman kapasiteetin alumiinirunkoinen käärintäkone. Siinä moottoreita ohjataan kenttäväylämoduulien avulla, jolloin niiden ohjaus on joustavaa. Moottoreiden portaattoman ohjauksen myötä koneeseen on mahdollista liittää kaikki lisälaitteet. 1845B-kone suunniteltiin aluksi vain Euroopan markkinoille, koska moottoreiden ohjaukseen tarvittavia kenttäväylämoduuleja ei ollut saatavilla Pohjois-Amerikassa tavallisesti käytettäviin kenttäväyliin. Nykyisin kenttäväylämoduuleja on kuitenkin saatavilla lähes kaikille teollisuudessa yleisesti käytettäville kenttäväylille.

Kenttäväylämoduulilla moottorille tuotu kenttäväylä muunnetaan RS485-sarjaliikenneväyläksi, jonka avulla Movimot-moottoria voidaan ohjata kenttäväylän välityksellä portaattomasti, sen kaikkia ominaisuuksia hyödyntäen.

Movimot on sähkömoottorivalmistaja Sew-Eurodriven valmistama oikosulkumoottori, johon on integroitu taajuusmuuttaja (Sew-Eurodrive). Movimot-moottoreita käytetään Octopus-käärintäkoneissa yleensä suoraan ohjattuina, jolloin moottoria voidaan ohjata kahteen suuntaan, kahdella eri pyörimisnopeudella ja yhdellä nopeudenmuutos rampilla. Movimot-moottoreita voidaan ohjata myös RS485-sarjaliikenneväylällä, jolloin moottoreiden käyttö on lähes yhtä joustavaa kuin taajuusmuuttaja ohjattujen moottoreiden. RS485-väylää käyttämällä saadaan käyttöön Movimot-moottoreiden kaikki ominaisuudet. Moottoreista saadaan diagnostiikkaa, sitä voidaan ohjata portaattomasti useilla eri rampeilla, ja esimerkiksi moottorin jarru saadaan moottorin ollessa pysähtyneenä avattua.

Kuva 4. Alumiinirunkoinen Octopus-käärintäkone (Haloila 2016).

Osa käärintäkoneen moottoreista sijaitsee käärintäkehällä, jota liikutetaan vertikaalisesti. Kehälle kytkettyjen sähköjohtojen tulee tällöin kulkea energiansiirtoketjun läpi, jolloin kehälle vietävien kaapeleiden määrä pyritään pitämään pienenä. Kaikissa Movimot-moottoreissa sähkönsyöttö voidaan ketjuttaa, mutta suoraan ohjatuissa moottoreissa jokaiseen moottoriin tulee kytkeä erikseen ohjauskaapeli. Kenttäväylään kytketyn moottorin ohjauksetkin voidaan ketjuttaa. Tavallisimmissa Ethernet-pohjaisissa kenttäväylissä käytettävissä kaapeleissa, kuten Cat5, ei voida kuljettaa kuin laitteen kommunikointiin vaadittavaa dataa. Tämä tarkoittaa sitä, että jokaiselle kenttäväylään kytkettävälle laitteelle tulee viedä erikseen käyttöjännite, sekä useimmiten vielä erikseen 24VDC-ohjausjännite. Kenttäväylään kytketty Movimot-moottori vaatiikin toimiakseen kenttäväylän, kolmivaihesyötön ja 24VDC-ohjausjännitteen.

Suuri osa koneen paineilmakäytöistä ja venttiileistä sijaitsee myös käärintäkehällä. Hitaammissa koneissa venttiileitä ohjataan suoraan logiikan lähdöillä, jolloin niiden ohjaus vaatii erillisen kaapelin kehältä sähkökaapille. Väyläohjatun venttiiliyksikön ohjaus voidaan ketjuttaa läheisten moottoreiden kanssa.

3.2.2 Teräsrunkoiset koneet

Teräsrunkoisten koneiden moottoreita ohjataan useimmiten taajuusmuuttajilla, jotka sijaitsevat sähkökaapissa. Taajuusmuuttajat mahdollistavat suurempien moottoreiden ohjauksen joustavasti eri nopeuksilla ja erilaisilla kiihtyvyyden muutoksilla. Suurimmat Movimot-moottorit ovat vain neljän kilowatin suuruisia ja suurimmat teräsrunkoisissa koneissa käytettävät moottorit ovat suuruudeltaan 11 kilowattia. Koneen kapasiteetin kasvattaminen tarkoittaa yleensä käärintäkehän horisontaalisen ja vertikaalisen liikkeen nopeuttamista, jolloin myös moottoreilta vaadittava teho kasvaa. Käärintäkehälle asennettavat lisälaitteet myös kasvattavat nostettavaa massaa, jolloin moottoreilta vaaditaan entistä suurempaa tehoa.

Teräsrunkoisissa koneissa taajuusmuuttajien ohjaus tapahtuu kenttäväylän avulla. Tällöin moottoria pystytään ohjaamaan logiikasta useilla eri nopeuksilla ja kiihtyvyyksillä, sekä taajuusmuuttajan tilasta saadaan diagnostiikkaa. Teräsrunkoisten koneiden anturit on kytketty kenttäväyläyksikköön ja paineilmaventtiileitä ohjataan kenttäväylällä.

Kuva 5. Teräsrunkoinen Octopus-käärintäkone (Haloila 2016).

Teräsrunkoisissa koneissa käytettävät taajuusmuuttajat vaihtelevat yleisesti Control Techniquesin M-sarjan taajuusmuuttajien ja Allen-Bradleyn 525-sarjan taajuusmuuttajien välillä. Pohjois-Amerikkaan myytävien koneiden taajuusmuuttajat ovat Allen-Bradley merkkisiä ja Eurooppaan, sekä muualle maailmaan myytävien koneiden taajuusmuuttajat ovat yleensä Control Techniquesin valmistamia.

3.3 Käärintäkonemallit

Käärintäkoneiden mallit muodostuvat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta käärintäkehän pyörimisnopeudesta, suurimman koneen sisään mahtuvan lavan diagonaalisesta halkaisijasta ja rungon materiaalista. Esimerkiksi 1835B-koneeseen mahtuvan suurimman lavan diagonaalinen halkaisija on 1800mm, käärintäkehän pyörimisnopeus on 35rpm, ja rungon rakenne on alumiinia. Kahdella kalvonjakokelkalla varustetut koneet tekevät tässä poikkeuksen: niiden rungon materiaali on aina terästä, jolloin pyörimisnopeuden perässä oleva kirjain, T, ilmoittaa koneessa olevan kaksi kalvonjakokelkkaa. Nämä niin sanotut Twin-koneet ovatkin Octopus-tuoteperheen suurimman kapasiteetin koneita, sillä tuotteen päälle käärittävää kalvoa saadaan syötettyä kahdesta paikasta, jolloin käärintä nopeutuu huomattavasti.

Octopus-tuoteperhe käsittää yhteensä yksitoista mallia, joista neljä on alumiinirunkoisia käärintäkoneita ja loput seitsemän ovat teräsrunkoisia.

Kuva 6. Octopus-käärintäkonemallit (ODTmotion 2016).

Alla olevassa taulukossa (Taulukko 1) on lueteltuna kaikki Octopus-tuoteperheeseen kuuluvat käärintäkoneet, niiden runkorakenne ja moottoreiden ohjaustapa. Hardwired ohjauksella tarkoitetaan suoraan ohjattuja moottoreita ja toimilaitteita.

Taulukko 1. Octopus-käärintäkonemallit

Konemalli	Rungon rakenne	Moottoreiden ohjaus
1825B	Alumiini	Movimot (HW)
1835B	Alumiini	Movimot (HW)
1845B	Alumiini	Movimot (Profinet)
2325B	Alumiini	Movimot (HW)
1835S	Teräs	Movimot (HW)
1845S	Teräs	Taajuusmuuttaja
2335S	Teräs	Taajuusmuuttaja
2830S	Teräs	Taajuusmuuttaja
1850T	Teräs	Taajuusmuuttaja
2340T	Teräs	Taajuusmuuttaja
T200	Teräs	Taajuusmuuttaja
HW = Hardwired		

Ilman optioita käärintäkoneella voidaan kääriä muovia vain tuotteen ympärille. Näin esimerkiksi tuotteen yläpuolta ei ole vielä suojattu. Käärintäkoneet sisältävät ilman optioita vain kolme sähkömoottoria, mutta lähes poikkeuksetta koneisiin lisätään jokin lisälaite. Lisälaitteet ovat hyvin yleisesti suoraan ohjattuja Movimot-moottoreita, riippumatta koneen muiden moottoreiden ohjaustavasta. Ainoan poikkeuksen tässä tekee 1845B, jonka jokaisen option Movimot-moottori on varustettu Profinet-kenttäväylämoduulilla.

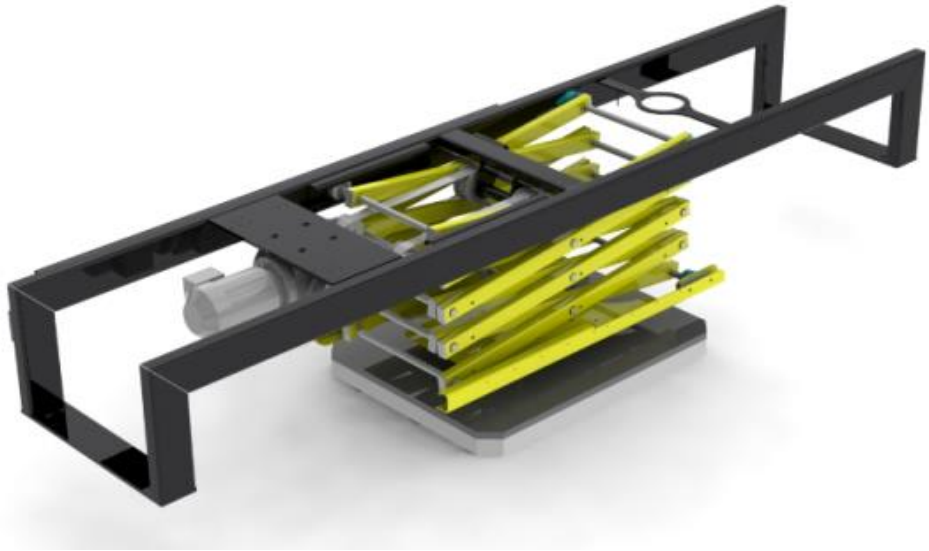
3.4 Lisälaitteet

Octopus-käärintäkoneen modulaarinen rakenne mahdollistaa erilaisten lisälaitteiden, eli optioiden lisäämisen. Optioita lisäämällä asiakkaalle voidaan tarjota hänen tarpeisiinsa parhaiten soveltuva käärintäkone. Lähes kaikki myydyt käärintäkoneet sisältävät jonkin option, yleisesti kaksi tai kolme. Kaikki optiot ovat toisiinsa yhteensopivia, joten tilausta tehdessä käärintäkoneeseen voi valita mieleisensä määrän optioita. Laskennallisesti käärintäkoneita voidaan tehdä lukemattomia erilaisia, joten optioiden sovittaminen käärintäkoneen sähköiseen ja mekaaniseen rakenteeseen, sekä toisiinsa on oltava konemallista riippumatta joustavaa ja vaivatonta. Optiot tuovat koneeseen lähes poikkeuksetta antureita ja toimilaitteita, jolloin ne vaikuttavat koneen sähköiseen rakenteeseen.

3.4.1 Puristin

Puristin eli kuormanvakain on ehkäpä Octopus-käärintäkoneen suosituin lisälaite. Sen tarkoituksena on tukea lavalle koottua kuormaa käärinnän aikana. Näin on mahdollista kääriä huteria ja keveitä kuormia. Puristinta suositellaan käytettäväksi aina päällikalvolaitteen kanssa. (OctoBook 2016, 67.)

Puristin on moottoritoiminen lisälaite. Moottori tyyppinä voi olla suorakäyttöinen tai Movimot-ohjauksinen moottori, konemallista riippuen.



Kuva 7. Puristin (OctoBook 2016, 67).

3.4.2 Päällikalvolaite

Eräs suosituimmista optioista on päällikalvolaite. Laite asennetaan käärintäkehän päälle ja sen tarkoitus on vetää käärittävän lavan yläpinnalle kalvo. Näin paketista saadaan esimerkiksi roiskeveden kestävä. Päällikalvolaitteeseen kuuluu usein myös päällikalvorullan nostin. Päällikalvo vedetään aina Movimot-moottorin avulla, mutta rullaa voidaan nostaa myös suoraan ohjatulla moottorilla. Päällikalvolaite tuo käärintäkoneeseen kuusi anturia ja kolme venttiiliä.

3.4.3 Manipulaattori

Automaattinen käärintäkalvon vaihtojärjestelmä, eli RCS on tuotantoa nopeuttava lisälaite. Käärintäkalvon loppuessa manipulaattori vaihtaa automaattisesti uuden rullan käärintäkoneeseen. Käyttäjä voi ladata manipulaattorin koneen käydessä, joten kalvon vaihtaminen ja lataaminen eivät aiheuta ylimääräisiä katkoja koneen toimintaan. Näin koneen kapasiteettia saadaan kasvatettua. (OctoBook 2016, 65.)

Manipulaattoria liikutellaan kahdella Movimot-moottorilla ja paineilmasylintereitä ohjataan venttiiliyksiköllä. Manipulaattoriin voi lisätä vielä makasiinin kalvorullille, jolloin käärintäkoneen yhtäjaksoista toimintaa voidaan edelleen pidentää. Manipulaattori on yleinen lisälaite etenkin tuoteperheen nopeimpien koneiden kanssa, mutta sen helppokäyttöisyyden vuoksi myös haluttu lisälaite hitaampiin koneisiin.

Kuva 8. Manipulaattori

3.4.4 Rypytin

Rypyttimen tarkoituksena on vahvistaa kalvon alareunaa. Tämä tekee kääritystä paketista selvästi kestävämmän ja tukevamman. Rypyttimiä on myös olemassa erilaisia. Soleinoidi rypyttimellä rypytetään vain kalvon alareunaa, jolloin käärintäkalvon ja kuormalavan liitoksesta saadaan tukevampi. Moottoritoimisella FlexRope-rypyttimellä voidaan kalvo rypyttää sekä ylä -ja alareunasta. FlexRopella kalvo pystytään käärimään ohueksi naruksi paketin ympärille. Tämä on yleinen sovellus käärittäessä esimerkiksi lämpimiä tuotteita.

3.4.5 Kulmatukilaite

Kulmatukilaitteen tarkoitus on asentaa käärittävän lavan jokaiseen kulmaan pahvinen tuki. Pahvisen tuen avulla kääritty paketti pysyy paremmin muodossaan. (OctoBook 2016, 68.) Yhdellä kulmatukilaitteella saadaan vietyä pahvi vain lavan yhteen kulmaan, joten tavallisesti kulmatukilaitteita on neljä. Kukin kulmatukilaite sisältää kolme moottoria, yhden venttiiliyksikön ja useita antureita.

3.4.6 Kuljettimet

Octopus-käärintäkone liitetään aina osaksi kuljetinlinjaa ja käärittävät lavat kulkevat käärintäkoneeseen kuljettimilla. Kuljettimet voivat olla joko rulla -tai ketjutoimisia, mutta aina moottorikäyttöisiä. Kuljetinmoottorit ovat tavallisesti suorakäyttöisiä, Movimot-ohjattuja, tai taajuusmuuttaja ohjattuja. Movimot-käyttöiset kuljettimet ovat huomattavan yleisiä. Käärintäkone voi ohjata koko kuljetinlinjaa, tai olla tehtaan ylemmän järjestelmän ohjauksessa.

3.4.7 Lavanostin

Lavanostimen avulla käärittävää tuotetta ja lavaa voidaan nostaa, näin lavalla olevat käärittävät tuotteet pystytään sitomaan paremmin kiinni kuormalavaan ja valmiiksi kääritystä paketista saadaan huomattavasti tukevampi. Haloilan valmistamat lavanostimet ovat paineilmakäyttöisiä.

4 KENTTÄVÄYLÄT

Kenttäväylä on automaatiojärjestelmän osa, joka siirtää tietoa järjestelmää mittaavien antureiden, järjestelmää ohjaavien toimilaitteiden ja koko automaatiojärjestelmän välillä. Kenttäväylällä toteutetaan automaatiojärjestelmän hajautus, ja siinä voidaan toteuttaa logiikan ja antureiden sekä toimilaitteiden ohjaus. Kenttäväylien yleistymisen ongelmana on ollut standardien puute, ja siitä johtuvatkin useammat kilpailevat ratkaisut, jotka eivät ole keskenään yhteensopivia. (Keinänen ym. 2007, 9.)

Kenttäväylä mahdollistaa logiikan tulojen ja lähtöjen hajauttamisen erillisiin kenttäväylämoduuleihin. Kenttäväylämoduuleita ovat esimerkiksi tulo- ja lähtömoduulit, moottorinohjaimet ja venttiiliterminaalit. Kenttäväylä on yhdistetty logiikkaan yleensä yhdellä tiedonsiirtokaapelilla, joten kenttäväylällä voidaan pienentää kaapeloinnista ja työstä aiheutuvia kustannuksia. Yleisimmät käytössä olevat kenttäväylät pohjautuvat ns. avoimeen protokollaan, jolloin kuka tahansa voi valmistaa ja myydä tähän protokollaan yhteensopivia tuotteita. Yleisimpiä avoimen protokollaan kenttäväyliä ovat:

- Profibus
- Profinet
- DeviceNet
- ASi
- Ethernet/IP. (Keinänen ym. 2007, 214.)

Kenttäväylän tarkempi standardisointi aloitettiin 80-luvulla ja työ on johtanut melko yleisesti hyväksyttyyn ISA/IEC-kenttäväylästandardiin. Kenttäväylästandardi perustuu seitsemänkerroksiseen OSI-tasomalliin. Malli toimii pyramidin tavoin, jossa ylempi kerros hyödyntää alemman ja alkeellisemman kerroksen palvelua. (Keinänen ym. 2007, 210.)

Taulukko 2. ISO/OSI-tasomalli

7. Sovelluskerros	Yhteydenpidon osapuolien tunnistus Autorisointi Dialogitavan valinta
6. Esitystapakerros	Syntaksin valinta Syntaksin muuntaminen Tietorakenteen muuntaminen
5. Yhteysjakso	Yhteyksien luominen ja purku Dialoginen ohjaus Kokousliitäntöjen synkronointi
4. Kuljetuskerros	Siirtoliitäntöjen luominen Multipleksit Vianhaku ja korjaus
3. Välityskerros	Reititys Verkkoliitäntöjen multipleksoionti Virtauksen säätely
2. Siirtoyhteyskerros	Tahdistus Järjestyksen valvonta Virtauksen valvonta
1. Fyysinen kerros	Bittien siirto Koodaus Tahdistus

Kenttäväylästandardiin kuuluvat ISO/OSI-tasomallissa yllä olevasta taulukosta (Taulukko 2) lihavoidut kerrokset: 1. Fyysinen kerros, 2. Siirtoyhteyskerros ja 7. Sovelluskerros. Muita kerroksia ei kenttäväylästandardissa ole toteutettu. Jotkin Ethernet-pohjaiset kenttäväylät käyttävät kuitenkin myös muita kerroksia. (Keinänen ym. 2007, 211.)

Fyysinen kerros (physical layer) huolehtii bittivirran siirtämisestä fyysisen median yli. Kerroksen määrittelyihin kuuluvat liittimet, toiminnalliset piirimäärittelyt ja sähköiset tasot. Fyysinen kerros on ainoa kerros, joka sisältää konkreettisia, aistittavia asioita. Muut kerrokset sisältävät ohjelmistomäärittelyitä. (ABB TTT, 2000-2007.)

Siirtoyhteyskerros (data link layer) huolehtii tiedon luotettavasta siirtämisestä fyysistä siirtotietä pitkin. Tieto siirretään määrämuotoisissa kehyksissä, joiden avulla siirtovirheet havaitaan ja joissain tapauksissa myös korjataan. Virheettömyys varmistetaan yleensä käyttämällä virheitä havaitsevia koodeja, ja lähettämällä havaittu virheellinen

data uudestaan. Verkkokerros (network layer) huolehtii kehysten tai pakettien reitittämisestä usein monimutkaisen ja useista erityyppisistä aliverkoista koostuvan yhteyden yli. (ABB TTT, 2000-2007.)

Kuljetuskerros (transport layer) tarjoaa suoran yhteyden liikennöivien järjestelmien välillä ja samalla häivyttää näkyvistä eri tyyppiset alla olevat siirtojärjestelmät. Kuljetuskerroksen protokollat tarjoavat usein myös virheenkorjauksen. Yhteysjaksokerros (session layer) muodostaa ja purkaa yhteydet liikennöivien sovellusten välillä sekä jaksottaa liikenteen yhteyden aikana loogisiin osiin. Esitystapakerros (presentation layer) määrittelee siirron aikana käytettävän esitystavan. Esimerkiksi määritetään missä muodossa kokonaisluvut, teksti, kuva tai ääni esitetään tiedonsiirron yhteydessä. Sovelluskerroksen (application layer) tehtävänä on tarjota erilaisia protokollia sovellusten käyttöön. Sovelluspinta toimii siis rajapintana laitteiden välillä. (ABB TTT, 2000-2007.)

Ethernet on pakettipohjainen lähiverkkoratkaisu, joka on yleisin ja ensimmäisenä laajasti hyväksytty lähiverkkotekniikka. Ensimmäistä Ethernet-verkkoa alettiin kehittää vuonna 1972, ja nykyinen Ethernet-verkko on julkaistu vuonna 1980. OSI-malliin perustuvat Ethernet-pohjaiset kenttäväylät toimivat kahdella alimmalla kerroksella (fyysinen kerros ja siirtoyhteyskerros) IEEE 802.3 standardiin perustuvan siirtoyhteysprotokollan mukaan. (ABB TTT, 2000-2007.)

Ethernet-pohjaiset kenttäväylät eroavat perinteiseen toimistossa käytettävään internetiin niiden deterministisyyden, eli ennustettavuuden vuoksi. Automaatiosovelluksissa tiedon tulee kulkea ennustettavasti ja sen pitää olla mahdollisimman reaaliaikaista. Jos toimistoympäristössä tiedon pitää olla perillä sekunneissa, on automaation aikavaade millisekunteja.

Ethernet-pohjaiset kenttäväylät on tyypillisesti kapseloitu TCP/IP-protokollaan, mutta niihin on lisätty aikakriittiset toiminnot jolloin ne soveltuvat paremmin teollisuuden tarpeisiin. Aikakriittisyys tapahtuu kahdella alimmalla kerroksella, jotka kuuluvat osaksi IEEE 802.3 standardia. Se on toteutettu CSMA/CD-vuorovarausmenettelyllä, jossa halutessaan lähettää, asema kuuntelee, onko muita asemia äänessä. Jollei ketään ole äänessä, asema alkaa itse lähettää dataa. Jos kuitenkin samaan aikaan jokin muu asema alkaa myös lähettää dataa, syntyy törmäys, jonka molemmat asemat havaitsevat. Asemat alkavat välittömästi törmäyksen jälkeen lähettämään verkkoon niin sanottua sotkua, jonka tarkoituksena on lähettää tietoa törmäyksestä mahdollisimman laajalle. Tämän jälkeen asema laskee satunnaisen odotusajan, jonka jälkeen se yrittää

lähettää dataa uudestaan. Jos toinen asema tulee kuitenkin taas ääneen samaan aikaan, arvotaan odotusaika kaksi kertaa pidemmältä aikaväliltä. Tätä jatketaan niin kauan, että data saadaan lähetettyä. (ABB TTT, 2000-2007.)

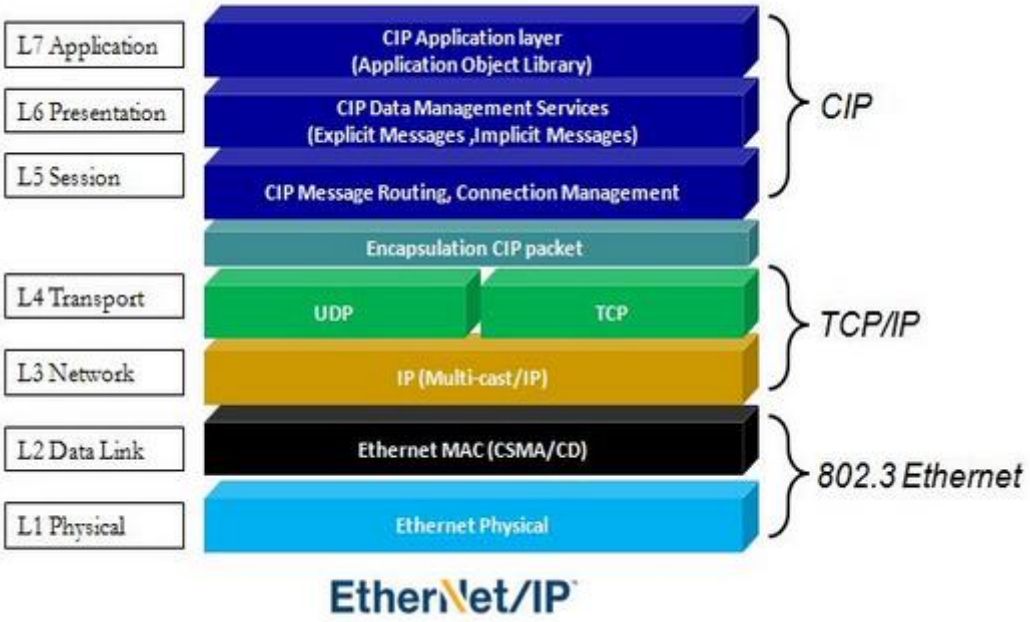
Ethernet-pohjaisessa kommunikoinnissa jokaisella verkkoon kytketyllä laitteella on uniikki 32-bittinen IP-osoite. IP-osoitteistus tehdään ISO/OSI-tasomallin kolmannella kerroksella ja pääsääntöisesti kaikki verkkoon kytketyt laitteet kommunikoivat IP-osoitteiden avulla.

Lähes kaikkien Ethernet-pohjaisten kenttäväylien toimintaperiaate on yllä kuvatun kaltainen. Seuraavissa kappaleissa on esitelty tarkemmin Haloilan käyttämien kenttäväylien toimintaa.

4.1 Ethernet/IP

Ethernet/IP on kenttäväyläprotokolla, jonka kaksi alinta kerrosta perustuvat IEEE802.3 Fast Ethernet-standardiin, jolloin verkon maksimi nopeus on 100Mbit/s. TCP/IP-reititys vastaa protokollan kerroksista kolme ja neljä. TCP/IP-kerrosten päällä uloimpina kerroksina toimii CIP-protokolla. Kaikista kenttäväylistä, Ethernet/IP vastaa toiminnaltaan parhaiten tavallista Ethernet-verkkoa (Rockwell Automation 2017, 2).

Ethernet/IP:n kehityksestä vastaa neljä järjestöä, jotka pyrkivät tekemään siitä yleisesti tuetun ja käytetyn protokollan. Se on kehitetty tavallisesta Ethernet-verkosta vastaamaan automaation tarpeita. Nimi Ethernet/IP tarkoittaakin teollisuudelle suunnattua Ethernet-verkkoa (Industrial Protocol). Ethernet/IP soveltuu reaaliaikaiseen kommunikointiin, joten sillä voidaan ohjata aikakriittisiäkin toimintoja, mutta väylää ei silti voida sanoa deterministiseksi. Juuri tästä syystä Ethernet/IP ei sovellu reaaliaikaisiin säätösovelluksiin ja prosessiautomaatioon, vaan sitä käytetään lähinnä konfiguroinnissa, yhteydenpidossa ja ohjaussovelluksissa. Ethernet/IP-protokolla on alun perin suunniteltu suurille datamäärille, jolloin se on parhaimmillaan verkoissa joissa pitää siirtää suuria viestejä suurella tiedonsiirtonopeudella, mutta ei välttämättä niin deterministisesti (Rockwell Automation 2017, 8-9.)



Kuva 9. OSI-malli Ethernet/IP-kenttäväylälle (Advatech 2016).

Ethernet/IP-kommunikoinnissa TCP/IP-protokollaa käytetään yleiseen tiedonsiirtoon laitteiden välillä ja UDP-protokollaa käytetään I/O-viesteihin. Kuten yllä olevasta kuvasta voidaan todeta, UDP -ja TCP-protokollien päällä, korkeampana protokollana toimii CIP (Control & Information Protocol). Juuri CIP-taso on suunniteltu suurten datamäärien siirtämiseen. (Bormann & Hilgenkamp, 2005, 188-196.)

Ethernet/IP-verkossa käytettävä CIP-taso on yhteinen ControlNet ja DeviceNet kenttäväylien kanssa, joten myös näissä kenttäväylissä käytettävät laitteet sopivat suoraan Ethernet/IP-väylään (Rockwell automation 2017, 11). ControlNet, DeviceNet ja Ethernet/IP ovat yhdessä suuri tekijä kenttäväylissä, joten tähän protokollaan sopivia laitteita on saatavilla lähes kaikilta valmistajilta. Ethernet/IP on Pohjois-Amerikassa yleisesti käytetty kenttäväylä ja Pohjois-Amerikan suurimmat automaatiovalmistajat Rockwell Automationin johdolla tukevat tätä protokollaa.

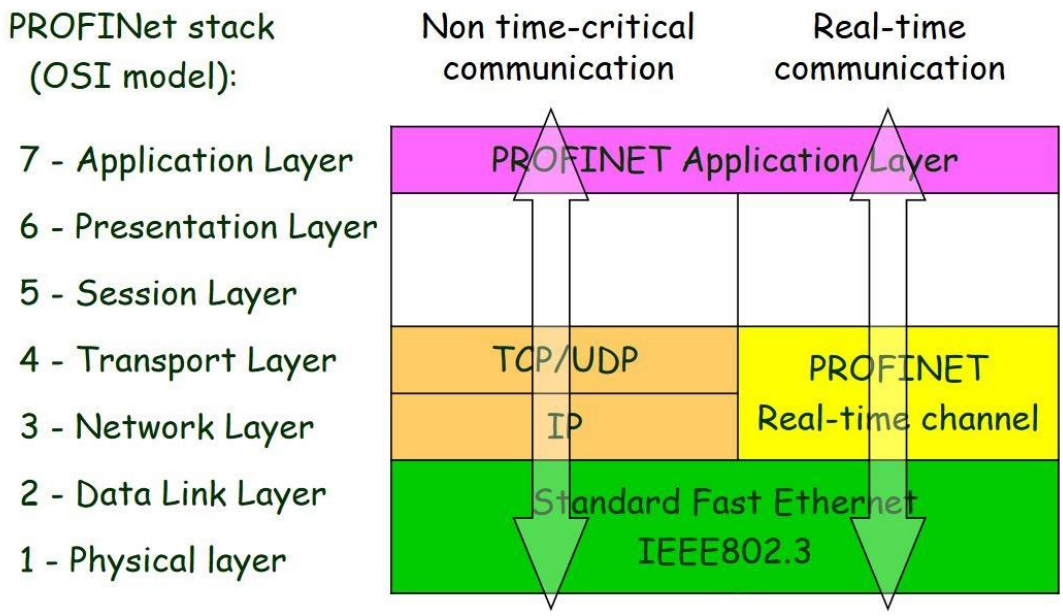
4.2 Profinet

Profinet on teollisuuteen kehitetty, Ethernet-pohjainen kenttäväyläratkaisu. Profinet on Profibus-organisaation kehittämä kenttäväylä, joten se integroituu melko helposti Profibus-kenttäväylään, joka on yhä yleisin käytössä oleva kenttäväylä. Profinetin etuja profibusiin verrattuna on muun muassa:

- Erittäin skaalautuva rakenne
- Kommunikointi kenttälaitteiden kanssa, I/O-link
- Mahdollistaa huollon ja kunnossapidon mistä vain (internetin yli)
- Edullisempi tietojen monitorointi. (Profinet, 2016.)

Kuva 10. Profinet-protokollan logo (Profibus 2016).

Kuten kuvassa 11 esitetystä tasomallista käy ilmi, Profinetin kaksi alinta kerrosta perustuvat IEEE802.3 standardin mukaiseen Fast Ethernet-protokollaan ja seuraavat kerrokset muodostavat TCP-, UPD- ja IP kerrokset. Profinet toimii näiden kerroksien päällä itse varsinaisena sovellusprotokollana, joka huolehtii laitteiden välisestä kommunikoinnista (Bormann & Hilgenkamp, 205, 197-219).



Kuva 11. Profinet ISO/OSI-mallissa (Profibus 2016).

Profinetissä on määritelty eri sovellusten vaatimustasojen mukaan oma kellojen synkronointitapa. Synkronointitapoja on olemassa kolmea eri tasoa. NRT (Non Real Time), joka on tarkoitettu ei-aikakriittisille prosesseille. RT (Real Time) synkronointiprotokolla on tarkoitettu sovelluksille jossa aikakriittisyyden vaatimukset ovat tiukemmat, kuten tehdasautomaatioon. Tarkin synkronointiprotokolla on IRT (Ischronous Real Time), joka tarjoaa deterministisen ja reaaliaikaisen käyttäytymisen esimerkiksi liikkeenohjaussovelluksille. IRT-synkronointiprotokolla vaatii erillisen laitteistotuen, kun taas NRT ja RT voidaan toteuttaa ohjelmallisesti. (Bormann & Hilgenkamp, 2005, 197-219.)

Kuvassa 11 esitetystä tasomallista huomataan, että Profinetin ei-aikakriittiset toiminnot toimivat suoraan TCP/IP-protokollien päällä, eivätkä ne sisällä mitään erityistoimia verkon deterministisen käyttäytymisen suhteen. NRT-tiedonsiirrolla siirretään tavallisesti parametrointi -ja diagnostiikkatietoja, jotka eivät ole niin aikakriittisiä. NRT-kanavan tiedonsiirron nopeus on noin 100ms, joka riittää diagnostiikan ja häiriötietojen siirtämiseen mainiosti.

Profinet RT sisältää erillisen synkronointiprotokollan, tai kanavan, jolla deterministinen käyttäytyminen paranee ja verkosta saadaan aikakriittinen. Profinet RT ei toimi perinteisen TCP/IP-protokollan päällä, vaan sen rinnalla. Profinet RT-synkronointiprotokollan aikavaste on suurimmillaan noin kymmenen millisekuntia. Syklin reaaliaikaisuus saavute-

taan prosessitietoja priorisoimalla ja optimoimalla tiedonsiirtoon käytettävää aikaa. Esimerkiksi laitteiden diagnostiikkatiedon kuljettaminen NRT-kanavalla vähentää datan määrää RT-kanavalla, jolloin data saadaan kuljetettua perille nopeammin.

Profinet IRT-tiedonsiirrossa aikakriittisen tiedon suoritussyklit on tahdistettu, jotta datapaketit siirtyvät kokonaisina ja samanlaisin aikavälein. Näin paketin järjestämiseen ei kulu aikaa. Tahdistetulla tiedonsiirrolla päästään parhaimmillaan puolen millisekunnin aikavasteeseen. Profinet IRT toimii laitteiden ASIC-piirillä ja sitä käytetään vain kaikkein aikakriittisimpiin toimintoihin, kuten liikkeenohjauksiin. (Bormann & Hilgenkamp, 2005, 218.)

5 OCTOPUS-KÄÄRINTÄKONEEN OHJAUJÄRJESTELMÄT

Octopus-käärintäkoneissa nykyisin käytettävät sähköiset ohjausjärjestelmät voidaan erottaa kahteen. Tuoteperheen hitaampien ja edullisimpien koneiden sähköinen rakenne muodostuu logiikasta ja siihen suoraan johdotetuista I/O kytkentä pisteistä. Koneissa ei ole juurikaan hyödynnetty väylätekniikalla toimivaa ohjausta. Poikkeuksen muodostaa kuitenkin kalvonsyöttömoottori, jonka ohjaus toteutetaan aina kenttäväylällä, Bluetooth-yhteyden välityksellä. Kalvonsyöttömoottorina toimii jokaisessa konemallissa Lenzen valmistama Motec, joka on Movimot-moottorin tapainen taajuusmuuttajan ja oikosulkumoottorin yhdistelmä. Motec sisältää yhden analogia tulon ja 5 digitaalista tuloa, joista kaksi on konfiguroitavissa. Analogiatuloon on kytketty takometri, jonka tuottaman jännite-viestin avulla säädellään kalvonsyötön nopeutta.

Suuremman kapasiteetin koneissa on laajasti hyödynnetty väylätekniikkaa. Koneen anturit ovat pääsääntöisesti kytketty Profinet-tai Ethernet/IP-väylässä olevaan I/O-järjestelmään. Näin anturia ei tarvitse johdottaa suoraan logiikan tuloon, vaan anturin tilatieto saadaan kenttäväylän kautta. Näin säästetään logiikan fyysisiä tuloja ja lähtöjä, sekä vähennetään johdotusta koneen ja sähkökaapin välillä.

Octopus-käärintäkoneiden nykyiset ohjaustavat on kehitetty vastaamaan markkinatilannetta. Koneiden rakenteet ovat erilaiset, jotta jokaiseen hintaluokkaan on saatu hinnaltaan kilpailukykyinen malli. Kustannusrakenne on syynä siihen, että tuoteperheen edullisimmat koneet ovat suoraan ohjattuja ja tuoteperheen nopeimmat koneet ovat hienostuneimmilla ohjaustavoilla toteutettuja. Teknisellä toteutuksella on varmistettu, että jos asiakas tarvitsee koneeseensa juuri jonkin tietyn lisälaitteen, jota ei ole teknisesti mahdollista lisätä hitaampiin koneisiin, hänet ohjataan ostamaan itselleen soveltuvampi käärintäkone. Liitteessä 1, on esitetty nykyisen Octopus-tuoteperheen konemallit ja konemalleihin saatavat lisälaitteet. Kuten liitteestä huomataan, lisälaitteista esimerkiksi manipulaattorin saa alumiinirunkoisista koneista vain 1845B-koneeseen.

Octopus-käärintäkoneessa ohjelman kiertonopeus on noin 15-20ms, joten täysin deterministisen väylän käyttäminen ei ole välttämätöntä. Kriittisin väylän ohjaama moottori on kalvonsyöttömoottori. Jos yhteys kalvonsyöttömoottoriin menetetään, käärintäkalvo katkeaa ja koneeseen syntyy häiriö. Käärintäkalvon katketessa operaattorin tulee asettaa

kalvon pää tarraimeen, joten kalvon katkeaminen vaatii aina käyttäjän toimenpiteitä. (Hurme 2016.)

Haloila myy Octopus-käärintäkonetta maailmanlaajuisesti. Eri puolilla maailmaa suositaan eri valmistajien tuotteita ja erilaista teknologiaa. Hyvänä esimerkkinä voidaan käyttää Pohjois-Amerikan ja Euroopan eroa. Tiedonsiirron osalta Pohjois-Amerikassa suositaan muun muassa siellä kehitettyä Ethernet/IP-tiedonsiirtoprotokollaa, kun taas Euroopassa käytetään yleisesti Profinet-protokollaa. Jotta käärintäkone voi helposti kommunikoida pakkauslinjan muiden laitteiden kanssa, tulee sen tukea samaa protokollaa kuin tehtaan ylempi järjestelmä.

Automaatiovalmistajat ovat usein keskittyneet valmistamaan tuotteita tiettyihin kenttäväyliin, joten kenttäväylän vaihtuessa tulee varmistaa kenttäväyläkomponenttien soveltuvuus käytettävään kommunikointitapaan. Allen-Bradleyn komponentit ovat yhteensopivia Ethernet/IP-protokollan kanssa ja erityisen suosittuja Pohjois-Amerikassa. Siemens valmistaa Profinet-kenttäväylään sopivia komponentteja ja Siemensillä onkin Euroopassa tukeva jalansija ja se on yleisesti tunnettu automaatiovalmistaja. Käytettäessä kahden eri valmistajan logiikoita ja komponentteja, on välttämätöntä olla erilliset pohjakuvat -ja osaluettelot, sillä käytettävät komponentit ja osoitteistus eroaa toisistaan huomattavasti.

5.1 Nykyisten ohjausjärjestelmien haasteet

Nykyisen konemalliston ehkäpä suurin haaste on optioiden hallittavuus. Käärintäkoneeseen lisättävien optioiden määrä kasvaa jatkuvasti, jolloin niiden hallittavuus muuttuu haastavammaksi. Optioista tulee jatkuvasti myös monimutkaisempia, jolloin ne vaativat enemmän I/O:ta ja aiheuttavat enemmän työtä. Tavallisimmat optiot on piirretty valmiiksi käärintäkoneiden pohjakuviin, joiden perusteella generoidaan sähkökuvat asiakkaan ostamin optioin. Optioiden vaatimat komponentit on myös lisätty pohjaosaluetteloon, josta dialogien avulla valitaan oikeat komponentit koneen osaluetteloon. Haloilalla on B, S ja T-sarjoissa yhteensä 11 konemallia, joista kaikki paitsi 1845B, on saatavilla joko Siemensin tai Allen-Bradleyn komponenteilla. Pohjakuvia on yhteensä yhdeksän, kun lasketaan mukaan Siemensin ja Allen-Bradleyn osilla valmistettavat koneet. Pohjakuvien – ja osaluetteloiden suuri määrä aiheuttaa suuren työn niiden ylläpidossa. Jos käärintäko-

neiden yleiseen rakenteeseen tulee jotain muutoksia, on muutokset tehtävä erikseen jokaisiin pohjiin. Kaikki käärintäkonemallit ovat hyvin erilaisia keskenään, joten esimerkiksi pohjaohjelmia, joihin on ohjelmoitu koneen toiminta, on 14 erilaista.

Optioilla tulisi aina olla samat tulot ja lähdöt käytössä, jolloin saman pohjaohjelman käyttö on mahdollista. Jotta tämä on teoriassa mahdollista, kaikille optioille tulee logiikassa olla omat tulot ja lähdöt. Jos ohjaukset on kytketty suoraan logiikkaan, vaatii tämä suuren määrän I/O:ta. Optioille varatut tulot ja lähdöt tulisi pitää aina vapaina, koska käärintäkoneeseen on mahdollista lisätä optioita vielä valmistuksen jälkeenkin. Koneen käyttöikä voi olla jopa 20 vuotta ja sillä käärittävät tuotteet voivat vaihtua koneen elinkaaren aikana. Tuotteen vaihtuessa tulee mahdollisesti myös lisätä optioita, jotta uusi käärittävä tuote saadaan käärittyä parhaalla mahdollisella tavalla.

Logiikan vaihtaminen on lähes minkä tahansa automaatiolaitteen suurin muutostyö. Eri logiikoita varten tarvitaan eri ohjelmia ja erilaista osaamista. Haloila käyttää käärintäkoneissaan pääsääntöisesti kolmea eri logiikkaa: Siemensin S7-300 ja S7-1200-sarjoja, sekä Allen-Bradleyn 1769-Compact logixia. Haloila on rajoittanut käyttämänsä logiikat näiden kahden valmistajan malleihin, jolloin käytössä olevat kenttäväylätkin ovat rajoittuneet Ethernet/IP:n ja Profinetiin. Siemens ei valmista Ethernet/IP-kenttäväylällä kommunikoivia logiikoita, eikä Allen-Bradley Profinet-kenttäväylään yhteensopivaa logiikkaa, joten näiden kahden valmistajan tuotteilla ei pystytä luomaan universaalia ratkaisua. Eri kenttäväylät ja niihin kytketyt laitteet eivät tavallisesti ole keskenään yhteensopivia, joten kaikkia kenttäväylään kytkettyjä komponentteja tulee olla niin montaa nimikettä, kuin kenttäväyliä on käytössä.

Kenttäväylien ja antureiden kehittymisen myötä antureista ja toimilaitteista saatava diagnostiikka on kasvattanut merkitystään. Diagnostiikkaa voidaan hyödyntää koneen tilan tarkkailemiseen ja huoltotarpeen ennakointiin. Nykyisessä konemallistossa pienemmän kapasiteetin koneiden diagnostiikkaa on mahdotonta toteuttaa anturille tai toimilaitteelle asti. Tämän ominaisuuden puuttuminen ja diagnostiikan kasvava merkitys, luovat perusteen kehittää etenkin konemalliston edullisempien käärintäkoneiden ohjausjärjestelmiä.

Allen-Bradley logiikalla varustetuissa koneissa kenttäväylään liitetyt komponentit, joissa on I/O:ta, varaavat yhden noden, eli osoitteen. Poiketen Siemensin logiikoista, nodeja on varsin rajallinen määrä. Jos Allen-Bradleyn logiikalla varustetussa koneessa kaikkien yleisesti käytettävien lisälaitteiden ohjaus siirretään kenttäväylään, vaatii tämä vähintään viisitoista nodea. Octopus-käärintäkoneessa logiikan valintaa harvoin rajoittaa sen teho

tai nopeus, vaan juuri ohjauksien, nodejen, suurin mahdollinen lukumäärä. Esimerkiksi hitaammissa koneissa käytettävä Allen-Bradleyn 1769-L18-logiikka tukee vain 8 nodea, joten ohjauksien siirto kenttäväylään tarkoittaa myös käytettävän logiikan koon kasvattamista. Logiikan node määrän kasvattaminen tarkoittaa suuremman logiikan valitsemista, joka taas on huomattavasti kalliimpi ja teholtaan käärintäkoneeseen yleensä ylimitoitettu.

Jotkin lisälaitteet ovat saatavilla vain tiettyihin käärintäkonemalleihin. Tämä johtuu osittain nykyisten ohjausjärjestelmien aiheuttamista rajoituksista. Ongelma esiintyy etenkin suoraan ohjatuissa koneissa. Jollei koneessa käytetä mitään kenttäväylää, tarvittava logiikan I/O ja kaapelointi kasvaa huomattavasti lisättäessä optioita. Kun tähän yhdistetään vielä muut asiakkaan pyytämät erikoisvarusteet, niin kaikki tarvittavat liittimet ja komponentit vaativat välillä sähkökaapin koon kasvattamista. Sähkökaapin yllättävä kasvattaminen johtaa erilaiseen layoutiin kuin myyntihetkellä oli tiedossa, jolloin se aiheuttaa ylimääräistä työtä usealle henkilölle. Tavallisesti lisälaitteiden kanssa käytettävä Movimot-moottori tuo sähkökaappiin seitsemän riviliitintä ohjausta varten ja neljä syöttöä varten. Movimot-moottoreiden syöttöjä voidaan ketjuttaa, mutta ohjauksia ei. Jos Octopus ohjaa pidempää kuljetinlinjaa, niin yksistään moottoreiden riviliittimet vievät suuren osan kaapin tilasta.

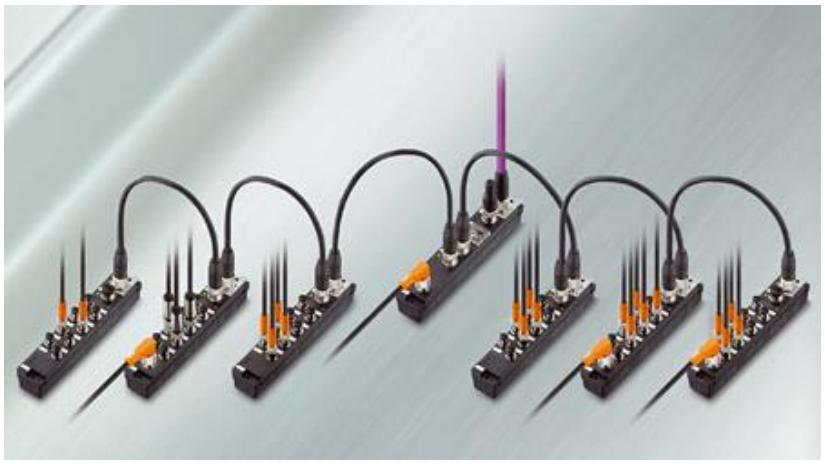
Asiakkaiden käärintäkoneeseen vaatimat erikoisuudet ovat yleistyneet viime aikoina. Yhä useampi tehdas noudattaa jonkinlaista omaa spesifikaatiota, jossa se määrittelee kaikkien käyttämiensä laitteiden komponentit, turvatoiminnot, merkkauksen, yms. Erikoisvaatimukset työllistävät etenkin suunnitteluosastoa huomattavasti enemmän kuin tavallisilla optioilla varustettu kone. Käärintäkoneiden ohjausjärjestelmät ovat nykyään niin kompleksisia ja keskenään erilaisia, että asiakkaiden vaatimat muutokset komponenteissa tai muissa rakenteisiin vaikuttavissa osissa, ovat haastavia toteuttaa suunnitteluun varatun ajan puitteissa. Erikoisvaatimusten aiheuttama työmäärä on usein huomattava ja ne tuovat lisähaasteen koneen rakenteisiin ja pohjien hallintaan.

6 OCTOBUS

OctoBUS on Haloilan nimitys optimoituun kenttäväylään. Optimoidulla kenttäväylällä tarkoitetaan alemman tason väylää, joka pysyy ylemmän kenttäväylän vaihtumisesta huolimatta samana. Ratkaisun etu piileekin sen muuttumattomuudessa. Kenttäväylän vaihtuessa toiseen, vain yksi yksikkö tulee vaihtaa jolloin muut, riippumattomaan aliväylään kytketyt yksiköt voidaan pitää samoina. Väylää käyttämällä saadaan myös vähennettyä fyysisen I/O:n määrää ja näin yksinkertaistettua sähkökaapin sisäistä rakennetta. Tämä nopeuttaa sähkösuunnittelua ja koneiden käyttöönottoa ja luo näin yksinkertaisemman sähköisen rakenteen. Seuraavaksi on esitelty kaksi erilaista aliväylää hyödyntävää järjestelmää.

6.1 LioN-Link

LioN-Link on hajautettu kenttäväylä, joka kommunikoi omalla sisäisellä kenttäväylällä siihen liitettyjen moduulien kanssa. LioN-Link-tuoteperheeseen kuuluu pääyksikkö, joka on saatavilla Profibus, DeviNet, CANopen, ja Profinet kenttäväyliin. Pääyksikköön voidaan kytkeä esimerkiksi digitaalisia -tai analogisia tuloja ja lähtöjä. Kaikki alemman kenttäväylän ja antureiden liitokset ovat toteutettu pikaliittimin, joten järjestelmä ei vaadi minkäänlaista kytkentätyötä. Hajautettujen moduulien sähkönsyöttö kulkee samassa kaapelissa väylän kanssa, jolloin kaapeleiden määrä on pystytty pitämään pienenä. Tarvittaessa osa yksiköistä on syötettävissä ulkopuolisella jännitteellä, joten myös enemmän tehoa vaativien laitteiden ohjaus onnistuu.



Kuva 12. LioN-Link (Lumberg Automation 2017).

LioN-Linkin mielenkiintoisin ominaisuus lienee sen moottorinohjaus moduuli. Moduulilla voidaan ohjata suoraan, portaattomasti tasavirtamoottoreita tai venttiileitä. LioN-Linkin sisäisen väylän yli saadaan myös diagnostiikkaa antureilta ja moottoreilta. Sisäiseen väylään on saatavilla myös IO-link master, jolloin kaikki siihen kytketyt anturit voidaan kytkeä IO-linkiin. Näin järjestelmässä voidaan käyttää älykkäitä antureita. (Lumberg Automation 2017)

LioN-Link on tarkoitettu pikemminkin suurten anturimäärien hallintaan, kuin toimilaitteiden ohjaamiseen. Haloila etsii aliväylää, jolla voidaan suorittaa myös monipuolisesti oikosulkumoottoreiden ohjaukset.

6.2 Cube67

Cube67 on Murrelektronikin kehittämä modulaarinen kenttäväylä. Se käyttää omaa sisäistä taustaväylää ja vain sisäisen väylän pääyksikkö kommunikoi ylemmän tason kenttäväylän kanssa. Cube67 tarkoittaa IP67-luokan moduuleita. Cube-tuoteperheeseen kuuluu myös Cube20, jonka moduulit ovat tiiveysluokaltaan IP20. IP20-luokan moduulit on tarkoitettu sähkökaapin sisälle ja IP67-luokan moduulit sähkökaapin ulkopuolelle, eli kentälle. (Murrelektronik Power Oy 2017.)

Cube-väylän pääyksikkö, BusNode, on yhteensopiva useimpien teollisuudessa yleisesti käytettävien kenttäväylien kanssa. Näitä kenttäväyliä ovat Profibus, DeviceNet, CAN, Ethercat, Ethernet/IP ja Profinet.

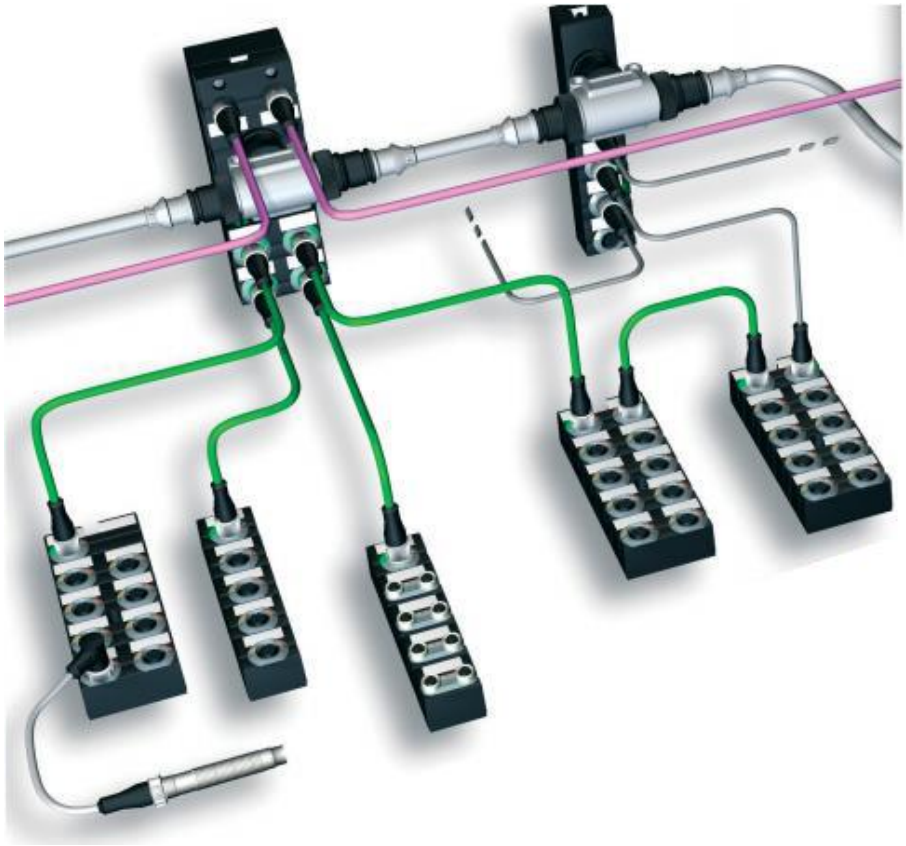
Hajautetun väylän pituus voi olla 30 metriä per segmentti tai 16 moduulia per segmentti. Cube67-pääyksikössä on kaksi segmenttiä, jolloin hajautetulla kenttäväylällä voidaan teoreettisesti kattaa 60 metrin ala. Cube-pääyksiköitä voidaan liittää toisiinsa useita peräkkäin, jolloin järjestelmä voidaan laajentaa tarvittavan kokoiseksi. Cube-aliväylään liitettäviä moduuleita on olemassa useita erilaisia. Osa moduuleista on suunniteltu venttiiliohjauksille ja näiden moduuleiden päissä on kytkettynä eri valmistajien venttiileiden liitäntäosia. Väylään on myös saatavilla erilaisia digitaalisia sekä analogisia tulo -ja lähtökortteja.

Kuva 13. Cube67-moduuli (Murrelektronik Power Oy).

Cube67-järjestelmän sisäinen väylä on CAN-pohjainen taustaväylä, jota tavallisesti käytetään logiikkakorttien taustaväylänä. Tässä tapauksessa väylää siirretään vain kaapelissa, mutta sen hyödyt pysyvät samana. Väylä on erittäin nopea ja vakaa, joten sillä voidaan siirtää suuria tietomääriä. Cuben sisäisessä väylässä dataa kuljetetaan kahta johdinta pitkin. Moduuleiden ja antureiden vaatima sähkö kuljetetaan neljää johdinta pitkin, jotka on erotettu kahteen erilliseen 24-voltin jännitesyöttöön, toinen antureille ja toinen toimilaitteille.

Cube-väylän tärkeimpiä ominaisuuksia Haloilalle on mahdollisuus kommunikoida RS485-sarjaliikenneväylällä Movimot-moottoreiden kanssa. RS485-kommunikointi mahdollistaa portaattoman nopeudensäädön ja diagnostiikan Movimot-moottorin kanssa. Toinen merkittävä ominaisuus on järjestelmän toiminta kaikilla tunnetuilla kenttäväylillä. Järjestelmä ei vielä tue moottoreiden ohjausta Ethernet/IP -ja Ethercat väylällä, mutta valmistajan mukaan tähän on tulossa muutos kesällä 2017. Haloilan asema kansainvälisenä toimittajana vaatii vaivatonta siirtymää kenttäväylien välillä, jolloin Cube-järjestelmän aikaansaama, mahdollisimman vakioitu rakenne koneen ohjauksissa helpottaa siirtymää ja vähentää vaihdettavia komponentteja.

Cuben BusNode-päämoduuli varaa vain yhden IP-osoitteen ja yhden noden, vaikka laitteeseen kytkettyjen moduulien avulla ohjataan useita moottoreita ja I/O-kytkentä pisteitä. Varsinkin käärintäkoneissa joissa käytetään Allen-Bradleyn logiikoita, voidaan käytettävää logiikkaa pienentää, kun kaikki kenttäväylään kytketyt laitteet eivät varaa omaa Ethernet-nodea.



Kuva 14. Cube67-järjestelmä (Murrelektronik Power Oy 2017).

6.3 OctoBUS-kenttäväylän käyttö Octopus-käärintäkoneessa

OctoBUS perustuu tällä hetkellä Murrelektronikin valmistamaan Cube67-tuoteperheeseen, mutta nimityksellä tarkoitetaan tapaa toteuttaa käärintäkoneen sisäinen väylä. Periaatteessa aliväylä voidaan toteuttaa kenen tahansa valmistajan järjestelmällä, mutta tällä hetkellä Cube67-järjestelmän komponentit sopivat parhaiten käärintäkoneen aliväyläksi. Murrelektronik voi myös brändätä tuotteet valmistajan mukaan, jolloin jokaisessa komponentissa voisi olla Haloilan logo ja varaosanumero (Yli-Hallila, 2017).

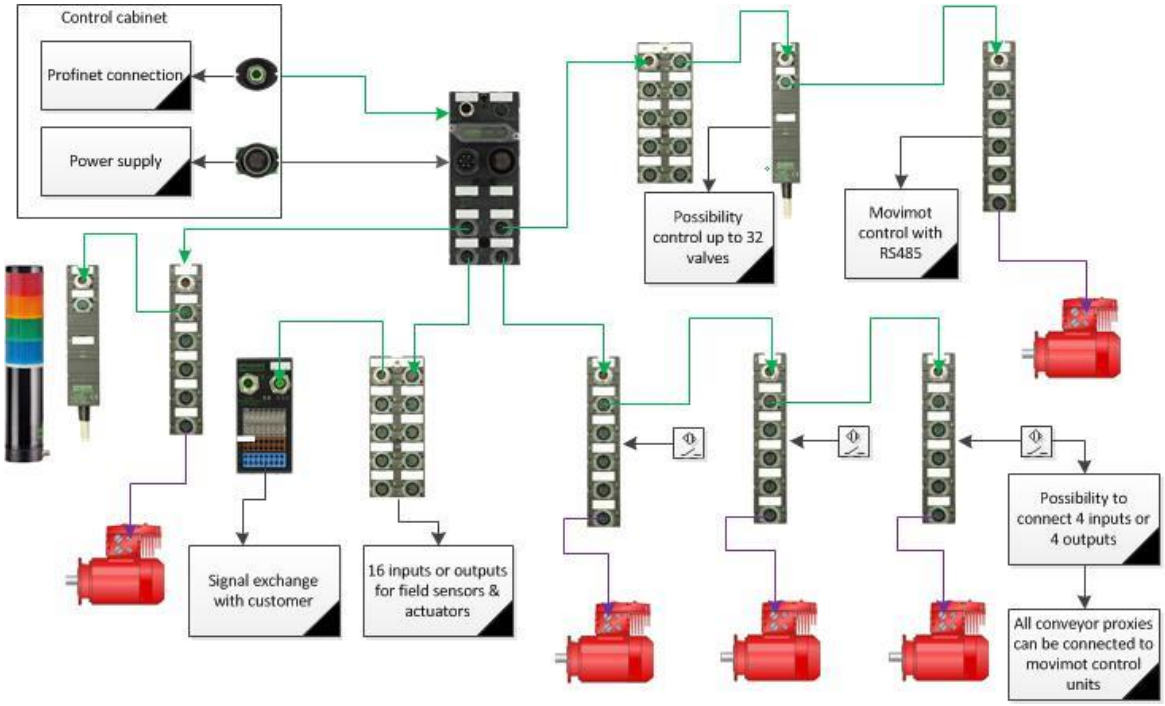
Aliväylää käyttämällä voidaan suuri osa ohjausjärjestelmästä pitää aina vakiona. Anturit kytketään aina samaan aliväylässä olevaan yksikköön, jolla on vakioitu osoite ja moottoreita ohjataan aina samoilla moottorinohjaus yksiköillä, samoilla osoitteilla. Näin koko käärintäkoneen ja siihen liitettävien lisälaitteiden ohjauksista saadaan tehtyä yhdenmukaisemmat ja toistettavammat. Esimerkiksi käärintäkehällä sijaitsevat moottorit ja venttiiliyksikkö voidaan kytkeä samaan ohjaukseen. Näin kehälle tarvitsee viedä vain yksi yhdistetty väylä ja ohjaussähkökaapeli sekä yksi 400 voltin syöttökaapeli moottoreille.

Kaikki OctoBUS-väylän kaapelit ovat valmiskaapeleita, valmiilla liittimillä. Kaapeleiden kytkeminen ei vaadi sähkömiestä ja kytkennässä ei voi syntyä virheitä. Valmiskaapeleita käyttämällä voidaan nopeuttaa koneiden valmistusta ja vähennetään kytkennöistä aiheutuvia virheitä.

Lähes kaikki Octopus-käärintäkoneen lisälaitteiden moottorit ovat Movimot-ohjauksisia. Lisälaitteet pyritään lisäämään koneen rakenteisiin mahdollisimman modulaarisina, jolloin samalla pohjarakenteella voidaan valmistaa useilla erilaisilla optioilla varustettuja käärintäkoneita. OctoBUS-väylä tuo huomattavaa modulaarisuutta optioiden lisäämiseen, sillä väylän komponentteja on helppo lisätä ja poistaa. Kaikki koneen anturit voidaan kytkeä OctoBUS-väylään liitettyihin moduuleihin ja osa antureista voidaan kytkeä myös moottorinohjausyksikössä oleviin konfiguroitaviin tuloihin tai lähtöihin, jolloin suuriosa moottoriin vaikuttavista rajoista saadaan kytkettyä moottorin lähelle. Tämä helpottaa vianetsintää, selkeyttää sähkökuvien lukemista ja parantaa etenkin lisälaitteiden modulaarisuutta, sillä useimmat lisälaitteet sisältävät vain muutaman anturin, jolloin antureiden lisääminen ei aiheuta muita muutoksia I/O:hon.

Aliväylän käyttö mahdollistaa huomattavasti vakioidumman rakenteen niin sähkökaapissa kuin itse koneessa, jolloin kenttäväylästä toiseen siirtymisestä saadaan nopeampaa. Haloilan tavoitteena on jatkuvan tuotannon tehostamisen kautta mahdollistaa suurempien konemäärien valmistaminen. Tämän tavoitteen toteutumiseksi koneiden rakenteita tuleekin yhdenmukaistaa ja yksinkertaistaa. Rakenteiden yhdenmukaistumisen myötä voidaan hallittavien pohjakuvien -ja ohjelmien määrää vähentää. Kun pohjakuvia -ja ohjelmia on vähemmän, on niiden päivittäminen, virheiden korjaus, ja kehittäminen vaivattomampaa.

Kuvasta 15 ilmenee visuaalisesti aliväylän toiminta. BusNode-pääyksikkö voidaan ajatella neliporttiseksi kytkimeksi, joka mahdollistaa moottorinohjausyksiköiden ja I/O-yksiköiden joustavan sijoittamisen ympäri käärintäkonetta. BusNode-pääyksikkö tulee sijoittaa keskeiselle paikalle konetta, jolloin käärintäkoneen eri osiin on helppo liittyä. Moduuleista voidaan jatkaa joustavasti eteenpäin, jolloin aliväylän rakenteesta saadaan optimoitu.



Kuva 15. Aliväylän toimintaperiaate

BusNode-pääyksikön neljä aliväylälähtöä riittää Octopus-käärintäkoneeseen ja sen tavallisimmille optioille. Yksi aliväylälinja kulkee energiasiirtoketjua pitkin käärintäkehälle, jossa yhteen linjaan voidaan kytkeä kaikki käärintäkehällä sijaitsevat laitteet. Käärintäkehällä sijaitsee tavallisesti yksi 16-tuloinen I/O-moduuli, yksi 24-lähtöinen venttiiliyksikön ohjausmoduuli ja kehän pyöritysmoottorin ohjausmoduuli. Jos käärintäkoneessa on päällikalvolaite, niin päällikalvonvetomoottorin ohjausmoduuli sijaitsee väylän viimeisenä moduulina.

Toinen aliväylälinja suuntautuu koneen rungossa sijaitseville moottoreille. Rungon linjaan kytketään nostomoottorin moduuli ja lisälaitteina saatavat puristin ja päällikalvonnostin moduulit. Kolmanteen aliväylälinjaan kytketään rungon antureiden 16-tuloinen I/O-moduuli. Moduulista on mahdollista jatkaa kuljettimien ohjausmoduuleille. Kuljetin moottoreita voidaan lisätä perätysten useita, mutta segmentin 30 metrin maksimi pituus tulee huomioida. Octopus-käärintäkoneissa tämä tarkoittaa muista lisälaitteista riippuen noin viiden kuljetinohjauksen lisäämistä. Neljäs aliväylälinja on varattu manipulaattorille. Linjaan voidaan kytkeä manipulaattorin kahden moottorin ohjausmoduulit, manipulaattorin venttiiliyksikön ohjausmoduuli sekä antureille erillinen I/O moduuli. Jos manipulaattorin toiminnan tehostamiseksi lisätään vielä makasiini, onnistuu senkin liittäminen helposti samaan linjaan.

Jos käärintäkone ohjaa suurta kuljetinlinjaa tai koneeseen lisätään esimerkiksi kulmatukilaitteet, ohjattavien laitteiden lukumäärä tai segmentin pituudet saattavat ylittää yhden BusNode-yksikön ohjauksen mahdollistamat lukumäärät. Jos yhden BusNode-yksikön mahdollistamat 32-moduulia, tai 60 metrin ala ei riitä, niin useamman BusNode-yksikön lisäys on mahdollista. Kenttäväylä voidaan jatkaa edellisestä BusNodesta ja jos uuden yksikön ohjaamat laitteet eivät vaadi huomattavasti tehoa, voidaan jännitteen syöttökin jatkaa edellisestä yksiköstä. Järjestelmän laajentaminen tarvittavaan kokoon on siis erittäin helppoa. Huomioon tulee kuitenkin ottaa, että uusi BusNode-yksikkö tarvitsee uuden IP-osoitteen ja kuluttaa yhden noden. Järjestelmään liitettävien komponenttien tehonkulutus tulee myös huomioida ja tarvittaessa kasvattaa käärintäkoneen 24VDC-muuntajan kokoa järjestelmän vaatimalle tasolle. Muuntaja on mitoitettu niin että kaikkien tavallisten optioiden lisäys on mahdollista. Jos kuitenkin koneeseen tulee huomattava määrä ohjattavia moottoreita ja toimilaitteita saatetaan muuntajaa joutua kasvattamaan.

7 YHTEENVETO

Työn keskeisin tavoite oli selvittää modulaarisen aliväylän toimintaa Octopus-käärintäkoneessa ja pyrkiä laskemaan sen kustannukset käärintäkoneen sähköisiin ohjauksiin. Kustannuksia vertailtiin käärintäkoneiden nykyisten ohjausjärjestelmien kustannuksiin. Modulaarisuudella ja aliväylällä tavoitellaan vakioidumpaa rakennetta koneen ohjaukseen ja monimuotoista ohjausta, joka voi toimia koko käärintäkonemalliston selkärankana, riippumatta ylemmästä kenttäväylästä. Opinnäytetyö liittyy Haloilan käärintäkonemallien uudistamiseen ja yhdenmukaistamiseen.

Aliväylät ovat olleet olemassa jo pidemmän aikaa, mutta vasta hiljattain markkinoille on tullut aliväyliä, joilla voidaan ohjata monipuolisesti toimilaitteita. Esimerkkeinä vanhoista aliväylistä, joihin voidaan kytkeä antureita mutta ei ohjata monipuolisesti toimilaitteita, voidaan mainita AS-i-väylä. Opinnäytetyötä tehdessä kävi ilmi, ettei monipuolisia ohjauksia mahdollistavia aliväyliä ole vieläkään markkinoilla useita. Aliväylät ovat yhä edelleen keskittyneet lähinnä antureille ja yksinkertaisille ohjauksille. Kenttäväyläkomponenttien hinnan alentumisella on varmasti ollut negatiivinen vaikutus aliväylien yleistymiselle. Toisaalta taas aliväylät ovat kehittyneet kenttäväylien myötä nykyiselle tasolleen.

Kuten salassa pidettävässä luvussa 7 on esitelty, OctoBUS-järjestelmä on kustannukseltaan kilpailukykyinen nykyisen ohjausjärjestelmän kanssa. Järjestelmällä pystytään myös yhdenmukaistamaan Pohjois-Amerikan markkinoille ja Euroopan markkinoille valmistettujen käärintäkoneiden rakenteita. Monimutkaisimmat lisälaitteet ovat huomattavan edullisia toteuttaa OctoBUS-järjestelmällä verrattuna tavallisella kenttäväylällä toteutettuihin. Optioita lisättäessä OctoBUS-järjestelmän edut tulevat parhaiten esiin. Optioiden lisääminen ei vaikuta sähkökaapin sisäiseen rakenteeseen, ja mitä enemmän lisälaitteita koneeseen lisätään, sen edullisemmaksi OctoBUS-järjestelmä muodostuu.

Liitteessä 1 on esitetty nykyinen Octopus-tuoteperhe siihen liittyvine lisälaitteineen. Kuten liitteestä huomataan, kaikki optiot eivät ole saatavilla kaikkiin käärintäkonemalleihin. Liitteessä 2 on esitetty OctoBUS-järjestelmän mahdollistama tuoteperhe konekohtaisine optioineen. Kuten liitteestä huomataan, optioita on mahdollista lisätä huomattavasti joustavammin kuin nykyisessä konemallistossa, etenkin tuoteperheen hitaampiin koneisiin. Monipuolisempien optioiden kysyntä todennäköisesti vain kasvaa. Etenkin tuotantoa helpottavien lisälaitteiden, kuten manipulaattorin, kysyntä kasvaa varmasti. Yhä useampi tehdas alkaa tulevaisuudessa puuttua työergonomiaan ja lisäämään nostorajoituksia

työntekijöilleen, jolloin käärintäkalvon vaihtaminen koneellisesti, tulee varmasti huomattavasti yleistymään. Turvallisuus on tulevaisuudessa varmasti myös entistä tärkeämmässä asemassa, jolloin turvallisuutta lisäävät lisälaitteet, kuten manipulaattori, on entistä halutumpia lisälaitteita.

Opinnäytetyötä kirjoittaessa OctoBUS on lisätty seitsemään käärintäkoneeseen. Tämän pilottierän toimintaa tarkkaillaan, ja käärintäkoneiden valmistuksesta ja käyttöönotosta saatua palautetta käytetään järjestelmän kehittämiseen. Jos Cube67 valmistavan Murrelektronikin myynnin lupaukset pitävät, kesällä 2017 saadaan käyttöön Ethernet/IP-väylän kanssa yhteensopiva Movimot-moottoreiden ohjausmoduuli. Ohjausmoduulin tullessa markkinoille on OctoBUS-järjestelmä mahdollista ottaa käyttöön kaikissa Octopus-käärintäkonemalleissa. Cube67-komponentit ovat Haloilalle vielä uusia ja osin tuntemattomia, joten niistä löydetään jatkuvasti uusia puolia ja mahdollisuuksia käärintäkoneen toiminnan tehostamiseksi. Esimerkiksi diagnostiikkaa varten on loppuvuonna 2016 lanseerattu kokonaan uusi moduuli. Diagnostiikkamoduulin avulla voidaan monitoroida väylään liitetyiden laitteiden tilaa visuaalisesti.

Opinnäytetyön tekeminen oli haastavaa, sillä kuten tuotekehityksessä yleensäkin, aihe alkaa kuin itsestään laajenemaan. Raja vedettiin kuitenkin järjestelmän toiminnallisuuden tarkastelemiseen Octopus-käärintäkoneissa ja ohjausjärjestelmien kustannusrakenteen selvittämiseen. Opinnäytetyö onnistui hyvin, ja se antaa Haloilalle hyvän pohjan alkaa kehittää käärintäkoneiden uutta, yhdenmukaistettua mallistoa.

LÄHTEET

ABB, Teknisiä tietoja ja taulukoita, 2000-2007, Luku 5: Automaation tietoliikennetekniikka. Viitattu 16.11.2016. http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/05_0_Automaation%20tietoliikenne.pdf

Bormann, A. & Hilgenkamp, I. 2006. Industrial Networks, Ethernet Communication for Automation Applications. Heidelberg: Phoenix Contact.

Haloila 2016. Viitattu 7.11.2016 http://haloila.com/products/.

Hurme Janne, 15.12.2016, Tuotekehitysinsinööri, Oy M.Haloila Ab, tiedonanto.

Jokinen, T. 2001. Tuotekehitys. Helsinki: Otatieto/Yliopistokustannus.

Keinänen, T.;Kärkkäinen, O.; Lähetkangas, M. & Sumujärvi, M. 2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Lumberg Automation. Viitattu 1.2.2017 https://belden.picturepark.com/Website/Download.aspx?DownloadToken=3beadfa0-0bd0-4358-98fd-e30af1785ad6&Purpose=AssetManager&mime-type=application/pdf.

Murrelektronik Power Oy. Viitattu 5.1.2017 http://www.murrelektronik.fi/fi/products-p/detail/io-ja-erjestelmaet/cube67.html.

Odva 2016. Viitattu 7.10.2016 https://www.odva.org/Portals/0/Library/Publications_Numbered/PUB00213R0_EtherNetIP_Developers_Guide.pdf.

Rockwell Automation. 2001. EtherNet/IP: Industrial Protocol White Paper. Viitattu 3.2.2017 http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/wp/enet-wp001_-en-p.pdf.

Sew-Eurodrive. Viitattu 3.11.2016 http://www.seweurodrive.com/produkt/movimot-gearmotor-with-integrated-frequency-inverter.htm.

Siemens AG 2016. Viitattu 16.11.2016 http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/teollinen_tiedonsiirto_esim_profinet/profinet.htm.

Yli-Hallila Keijo, 10.1.2017, Tekninen myyntipäällikkö, Murrelektronik Power Oy, tiedonanto.

Nykyinen Octopus-käärintäkonemallisto

	B-Series				
2.12.2013					
Model	1825B	1835B	2325B	1840B	1845B
FEATURES				Only for US	Only for EU
Control panel	Fixed	Desk	Fixed	Separate	Desk
Type	Rittal 1200*800	Rittal 960*800	Rittal 1200*800	0	Rittal 960*800
PLC	S7 1214 / A&B L18	S7 1214 / A&B L18	S7 1214 / A&B L18	A&B Compact L18 ER	S7 314C-2PN/DP
Bluetooth connection	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Bluetooth I/O	Option	Option	Option	Option	Option
Pneumatic valve control	HardWired	HardWired	HardWired	Ethernet/IP	Profinet
Field I/O	HardWired	HardWired	HardWired	Ethernet/IP	Profinet
Ring Control (up/down)	Movimot	Movimot	Movimot	AB PF70	Movimot/Profinet
Ring Control (Rotation)	Movimot	Movimot	Movimot	AB PF70	Movimot/Profinet
RCS pneumatic and field I/O	na	na	na	Ethernet/IP	Profinet
RCS motors	na	na	na	Movimot hardwired	Movimot/Profinet
Load stabilizer	Gravity/DOL	DOL	Gravity/DOL	DOL	Movimot/Profinet
Top sheet (pulling)	Movimot	Movimot	Movimot	Movimot	Movimot/Profinet
Top sheet lifter	No	DOL	No	DOL	Movimot/Profinet
Carriage	Easy Load tacho	Easy Load tacho	Easy Load tacho	Easy Load tacho	Easy Load tacho
PPS AC drive	Lenze Motec 1,1kw	Lenze Motec 1,5kw	Lenze Motec 1,1kw	Lenze Motec 1,5kw	Lenze Motec 1,5kw
PPS VFD drive location	In the carriage	In the carriage	In the carriage	In the carriage	In the carriage
Wrapping tension reference	In the carriage	In the carriage	In the carriage	In the carriage	In the carriage
HMI	OctoFace 7"	OctoFace 7"	OctoFace 7"	OctoFace 7"	OctoFace 7"
Rotation speed	25	35	25	40	45
	1825B	1835B	2325B	1840B	1845B
OPTIONS					
Easy Load film carriage	X	X	X	X	X
Heat Seal Pad	na	na	na	na	na
No touch No tail seaming (NT2)	X	X	X	X	X
Tail tucker	O	O	O	na	O
Load stabiliser (gravity type)	O	na	na	na	na
Load stabiliser (scissor type)	O	O	O	O	O
Speed Up -kit (5rpm)	na	na	na	na	na
Top sheet (integrated)	O	O	O	O	O
Top sheet, separate	na	na	na	na	na
Double top sheet device	na	O	na	O	O
OctoMAX	O	O	O	O	O
OctoMAX Lite	O	O	O	O	O
OctoFACE 7"	X	X	X	X	X
OctoFACE 10"	O	O	O	O	O
Film bottom layer Roping device	O	O	O	O	O
Reel Change System RCS	na	na	na	O	O
FlexROPE	O	O	O	O	O
Logo wrap	O	O	O	na	na
Corner post device	na	O	O	O	O
Ring frame locking system	O	O	O	O	O
Pre alarm for film ending	O	O	O	O	O
CCM -module (3/4 or 5/6)	O	O	O	O	O
Rittal 2000x800 (conveyor option)	na	O	O	O	O
Top cap without folding, separate	na	O	na	O	O
Top cap without folding, integrated	na	O	na	O	O
Top cap with folding, integrated	na	O	na	O	O

	S-Series			
2.12.2013				
Model	1835S	1845S	2335S	2830S
FEATURES				
Control panel	Desk	Separate	Separate	Separate
Type	Rittal 960*800	Rittal 2000*800	Rittal 2000*800	Rittal 2000*800
PLC	S7 1214 / A&B L18	S7 314C-2PN/DP /AB L18	S7 314C-2PN/DP /AB L18	S7 314C-2PN/DP /AB L18
Bluetooth connection	Yes	Yes	Yes	Yes
Bluetooth I/O	Option	Option	Option	Option
Pneumatic valve control	Profinet/Ethernet/IP	Profinet/Ethernet/IP	Profinet/Ethernet/IP	Profinet/Ethernet/IP
Field I/O	Profinet/Ethernet/IP	Profinet/Ethernet/IP	Profinet/Ethernet/IP	Profinet/Ethernet/IP
Ring Control (up/down)	Movimot	CT SK/AB PF70	CT SK/AB PF70	CT SK/AB PF70
Ring Control (Rotation)	Movimot	CT SK/AB PF70	CT SK/AB PF70	CT SK/AB PF70
RCS pneumatic and field I/O	na	Profinet/Ethernet/IP	Profinet/Ethernet/IP	Profinet/Ethernet/IP
RCS motors	na	Movimot hardwired	Movimot hardwired	Movimot hardwired
Load stabilizer	DOL	Movimot	DOL	DOL
Top sheet (pulling)	Movimot	Movimot	Movimot	Movimot
Top sheet lifter	DOL	DOL	DOL	DOL
Carriage	Easy Load tacho	Easy Load tacho	Easy Load tacho	Easy Load tacho
PPS AC drive	Lenze Motec 1,5kw	Lenze Motec 1,5kw	Lenze Motec 1,5kw	Lenze Motec 1,5kw
PPS VFD drive location	In the carriage	In the carriage	In the carriage	In the carriage
Wrapping tension reference	In the carriage	In the carriage	In the carriage	In the carriage
HMI	OctoFace 7"	OctoFace 7"	OctoFace 7"	OctoFace 7"
Rotation speed	35	45	35	30
	1835S	1845S	2335S	2830S
OPTIONS				
Easy Load film carriage	X	X	X	X
Heat Seal Pad	na	na	na	na
No touch No tail seaming (NT2)	X	X	X	X
Tail tucker	O	O	na	na
Load stabiliser (gravity type)	na	na	na	na
Load stabiliser (scissor type)	O	O	O	O
Speed Up -kit (5rpm)	na	O	O	O
Top sheet (integrated)	O	O	O	O
Top sheet, separate	na	na	na	na
Double top sheet device	O	O	O	O
OctoMAX	O	O	O	O
OctoMAX Lite	O	O	O	O
OctoFACE 7"	X	X	X	X
OctoFACE 10"	O	O	O	O
Film bottom layer Roping device	O	O	O	O
Reel Change System RCS	na	O	O	O
FlexROPE	O	O	O	O
Logo wrap	O	na	O	na
Corner post device	O	O	O	O
Ring frame locking system	O	O	O	O
Pre alarm for film ending	O	O	O	O
CCM -module (3/4 or 5/6)	O	O	O	O
Rittal 2000x800 (conveyor option)	O	O	O	O
Top cap without folding, separate	O	O	O	O
Top cap without folding, integrated	O	O	O	O
Top cap with folding, integrated	O	O	O	na

	T-Series		
2.12.2013			
Model	1850T	2340T	T200
FEATURES			
Control panel	Separate	Separate	Separate
Type	Rittal 2000*800	Rittal 2000*800	Rittal 2000*800
PLC	S7 314C-2PN/DP /AB L24	S7 314C-2PN/DP /AB L24	S7 314C-2PN/DP
Bluetooth connection	Yes	Yes	Yes
Bluetooth I/O	Option	Option	Option
Pneumatic valve control	Profinet/Ethernet/IP	Profinet/Ethernet/IP	Profinet
Field I/O	Profinet/Ethernet/IP	Profinet/Ethernet/IP	Profinet
Ring Control (up/down)	CT SK/AB PF70	CT SK/AB PF70	CT SK/AB PF70
Ring Control (Rotation)	CT SK/AB PF70	CT SK/AB PF70	CT SK/AB PF70
RCS pneumatic and field I/O	Profinet/Ethernet/IP	Profinet/Ethernet/IP	Profinet
RCS motors	Movimot hardwired	Movimot hardwired	Movimot hardwired
Load stabilizer	Movimot	Movimot	Movimot
Top sheet (pulling)	Movimot	Movimot	No
Top sheet lifter	DOL	DOL	DOL
Carriage	Easy Load tacho	Easy Load tacho	Easy Load tacho
PPS AC drive	Lenze Motec 1,5kw	Lenze Motec 1,5kw	Lenze Motec 1,5kw
PPS VFD drive location	In the carriage	In the carriage	In the carriage
Wrapping tension reference	In the carriage	In the carriage	In the carriage
HMI	OctoFace 7"	OctoFace 7"	OctoFACE 7"
Rotation speed	50	40	70
	1850T	2340T	T200
OPTIONS			
Easy Load film carriage	X	X	O
Heat Seal Pad	na	na	na
No touch No tail seaming (NT2)	X	X	X
Tail tucker	na	na	na
Load stabiliser (gravity type)	na	na	na
Load stabiliser (scissor type)	O	O	O
Speed Up -kit (5rpm)	na	na	na
Top sheet (integrated)	O	O	na
Top sheet, separate	na	na	O
Double top sheet device	O	O	na
OctoMAX	O	O	O
OctoMAX Lite	O	O	O
OctoFACE 7"	X	X	X
OctoFACE 10"	O	O	O
Film bottom layer Roping device	O	O	O
Reel Change System RCS	O	O	X
FlexROPE	O	O	O
Logo wrap	na	na	na
Corner post device	O	O	O
Ring frame locking system	O	O	O
Pre alarm for film ending	O	O	na
CCM -module (3/4 or 5/6)	O	O	O
Rittal 2000x800 (conveyor option)	O	O	O
Top cap without folding, separate	O	O	na
Top cap without folding, integrated	O	O	na
Top cap with folding, integrated	na	na	na

OctoBUS-käärintäkonemallisto

Machine Range Update 2017 1.2.2017	B - Series			
FEATURES:	1825B	1835B	1845B	2325B
Rotation speed, rpm	25	35	45	25
Control panel type	Rittal cabin, separate	Rittal cabin, separate	Rittal cabin, separate	Rittal cabin, separate
Control panel size, mm	2000 x 800	2000 x 800	2000 x 800	2000 x 800
PLC	S7 1215 / A-B L18	S7 1215 / A-B L18	S7 1215 / A-B L18	S7 1215 / A-B L18
Bluetooth connection	Yes	Yes	Yes	Yes
Bluetooth I/O	Option	Option	Option	Option
Pneumatic valve control	OctoBUS	OctoBUS	OctoBUS	OctoBUS
Field I/O	OctoBUS	OctoBUS	OctoBUS	OctoBUS
Ring Control (up/down)	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS
Ring Control (Rotation)	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS
RCS pneumatic and field I/O	OctoBUS	OctoBUS	OctoBUS	OctoBUS
RCS motors	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS
Load stabilizer	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS
Top sheet (pulling)	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS
Top sheet lifter	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS
Carriage	Easy Load S-carriage	Easy Load S-carriage	Easy Load S-carriage	Easy Load S-carriage
PPS film feeding	Easy Load tacho	Easy Load tacho	Easy Load tacho	Easy Load tacho
PPS AC drive	Lenze Motec 1,20kw	Lenze Motec 1,65kw	Lenze Motec 1,65kw	Lenze Motec 1,20kw
PPS VFD drive location	In the carriage	In the carriage	In the carriage	In the carriage
Wrapping tension reference	On the HMI	On the HMI	On the HMI	On the HMI
HMI	OctoFACE 7"	OctoFACE 7"	OctoFACE 7"	OctoFACE 7"
OPTIONS:	1825B	1835B	1845B	2325B
S7 314C-2PN/DP PLC	O	O	O	O
S7 1500 series PLC	O	O	O	O
Heat Seal Pad	na	na	na	na
No touch No tail seaming (NT2)	X	X	X	X
Tail tucker	O	O	O	na
Load stabiliser (gravity type)	na	na	na	na
Load stabiliser (scissor type)	O	O	O	O
Speed Up -kit (3rpm)	na	na	na	na
Easy load top sheet (integrated)	O	O	O	O
Top sheet, separate	na	na	na	na
Double top sheet device	O	O	O	O
OctoMAX (with OctoFACE only)	O	O	O	O
OctoMAX Lite (with OctoFACE only)	O	O	O	O
OctoFACE 7"	X	X	X	X
OctoFACE 10", 12"or 15"	O	O	O	O
A-B Panel View HMI (with A-B PLC only)	O	O	O	O
Film bottom layer Roping device	O	O	O	O
Reel Change System RCS	O	O	O	O
FlexROPE	O	O	O	O
Logo wrap	O	na	na	O
Corner post device	O	O	O	O
Ring frame locking system	O	O	O	O
Pre alarm for film ending	O	O	O	O
Conveyor control	O	O	O	O
Top cap unit, separate	O	O	O	O
Top cap unit, integrated	O	O	O	O
Top cap with folding, integrated	na	O	O	na
X = standard				
O = available as an option				
na = not available				

Machine Range Update 2017 1.2.2017	S - Series			
FEATURES:	1835S	1845S	2335S	2830S
Rotation speed, rpm	35	45	35	30
Control panel type	Rittal cabin, separate	Rittal cabin, separate	Rittal cabin, separate	Rittal cabin, separate
Control panel size, mm	2000 x 800	2000 x 800	2000 x 800	2000 x 800
PLC	S7 1215 / A-B L18	S7 1215 / A-B L18	S7 1215 / A-B L18	S7 1215 / A-B L18
Bluetooth connection	Yes	Yes	Yes	Yes
Bluetooth I/O	Option	Option	Option	Option
Pneumatic valve control	OctoBUS	OctoBUS	OctoBUS	OctoBUS
Field I/O	OctoBUS	OctoBUS	OctoBUS	OctoBUS
Ring Control (up/down)	CT M / A-B PF525	CT M / A-B PF525	CT M / A-B PF525	CT M / A-B PF525
Ring Control (Rotation)	CT M / A-B PF525	CT M / A-B PF525	CT M / A-B PF525	CT M / A-B PF525
RCS pneumatic and field I/O	OctoBUS	OctoBUS	OctoBUS	OctoBUS
RCS motors	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS
Load stabilizer	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS
Top sheet (pulling)	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS
Top sheet lifter	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS
Carriage	Easy Load S-carriage	Easy Load S-carriage	Easy Load S-carriage	Easy Load S-carriage
PPS film feeding	Easy Load tacho	Easy Load tacho	Easy Load tacho	Easy Load tacho
PPS AC drive	Lenze Motec 1,65kw	Lenze Motec 1,65kw	Lenze Motec 1,65kw	Lenze Motec 1,65kw
PPS VFD drive location	In the carriage	In the carriage	In the carriage	In the carriage
Wrapping tension reference	On the HMI	On the HMI	On the HMI	On the HMI
HMI	OctoFACE 7"	OctoFACE 7"	OctoFACE 7"	OctoFACE 7"
OPTIONS:	1835S	1845S	2335S	2830S
S7 314C-2PN/DP PLC	O	O	O	O
S7 1500 series PLC	O	O	O	O
Heat Seal Pad	na	na	na	na
No touch No tail seaming (NT2)	X	X	X	X
Tail tucker	O	O	na	na
Load stabiliser (gravity type)	na	na	na	na
Load stabiliser (scissor type)	O	O	O	O
Speed Up -kit (Srpm)	O	O	O	O
Easy load top sheet (integrated)	O	O	O	O
Top sheet, separate	na	na	na	na
Double top sheet device	O	O	O	O
OctoMAX (with OctoFACE only)	O	O	O	O
OctoMAX Lite (with OctoFACE only)	O	O	O	O
OctoFACE 7"	X	X	X	X
OctoFACE 10", 12"or 15"	O	O	O	O
A-B Panel View HMI (with A-B PLC only)	O	O	O	O
Film bottom layer Roping device	O	O	O	O
Reel Change System RCS	O	O	O	O
FlexROPE	O	O	O	O
Logo wrap	O	na	O	na
Corner post device	O	O	O	O
Ring frame locking system	O	O	O	O
Pre alarm for film ending	O	O	O	O
Conveyor control	O	O	O	O
Top cap unit, separate	O	O	O	O
Top cap unit, integrated	O	O	O	O
Top cap with folding, integrated	O	O	O	na
X = standard				
O = available as an option				
na = not available				

Machine Range Update 2017 1.2.2017	T - Series			
FEATURES:	1850T	2340T	2835T	T200
Rotation speed, rpm	50	40	35	70
Control panel type	Rittal cabin, separate	Rittal cabin, separate	Rittal cabin, separate	Rittal cabin, separate
Control panel size, mm	2000 x 800	2000 x 800	2000 x 800	2000 x 800
PLC	S7 314C-2PN/DP / A-B L33	S7 314C-2PN/DP / A-B L33	S7 314C-2PN/DP / A-B L33	S7 314C-2PN/DP
Bluetooth connection	Yes	Yes	Yes	Yes
Bluetooth I/O	Option	Option	Option	Option
Pneumatic valve control	OctoBUS	OctoBUS	OctoBUS	OctoBUS
Field I/O	OctoBUS	OctoBUS	OctoBUS	OctoBUS
Ring Control (up/down)	CT M / A-B PF525	CT M / A-B PF525	CT M / A-B PF525	CT M / A-B PF525
Ring Control (Rotation)	CT M / A-B PF525	CT M / A-B PF525	CT M / A-B PF525	CT M / A-B PF525
RCS pneumatic and field I/O	OctoBUS	OctoBUS	OctoBUS	OctoBUS
RCS motors	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS
Load stabilizer	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS
Top sheet (pulling)	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	na
Top sheet lifter	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	Movimot, OctoBUS	na
Carriage	Easy Load S-carriage	Easy Load S-carriage	Easy Load S-carriage	RCS -carriage
PPS film feeding	Easy Load tacho	Easy Load tacho	Easy Load tacho	Easy Load tacho
PPS AC drive	Lenze Motec 1,65kw	Lenze Motec 1,65kw	Lenze Motec 1,65kw	Lenze Motec 1,65kw
PPS VFD drive location	In the carriage	In the carriage	In the carriage	In the carriage
Wrapping tension reference	On the HMI	On the HMI	On the HMI	On the HMI
HMI	OctoFACE 7"	OctoFACE 7"	OctoFACE 7"	OctoFACE 7"
OPTIONS:	1850T	2340T	2835T	T200
S7 314C-2PN/DP PLC	X	X	X	X
S7 1500 series PLC	O	O	O	O
Heat Seal Pad	na	na	na	na
No touch No tail seaming (NT2)	X	X	X	X
Tail tucker	na	na	na	na
Load stabiliser (gravity type)	na	na	na	na
Load stabiliser (scissor type)	O	O	O	O
Speed Up -kit (Srpm)	na	na	na	na
Easy load top sheet (Integrated)	O	O	O	na
Top sheet, separate	na	na	na	O
Double top sheet device	O	O	O	na
OctoMAX (with OctoFACE only)	O	O	O	O
OctoMAX Lite (with OctoFACE only)	O	O	O	O
OctoFACE 7"	X	X	X	X
OctoFACE 10", 12" or 15"	O	O	O	O
A-B Panel View HMI (with A-B PLC only)	O	O	O	na
Film bottom layer Roping device	O	O	O	O
Reel Change System RCS	O	O	O	X
FlexROPE	O	O	O	O
Logo wrap	na	na	na	na
Corner post device	O	O	O	O
Ring frame locking system	O	O	O	O
Pre alarm for film ending	O	O	O	X
Conveyor control	O	O	O	O
Top cap unit, separate	O	O	O	na
Top cap unit, integrated	O	O	O	na
Top cap with folding, integrated	na	na	na	na
X = standard				
O = available as an option				
na = not available				