

Kauppila Tomi

TERÄSSULATON SÄHKÖKÄYTTÖJEN KEHITTÄMINEN

Opinnäytetyö

KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Huhtikuu 2011

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieska, tekniikka	Aika Huhtikuu 2011	Tekijä/tekijät Kauppila Tomi
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi Terässulaton sähkökäyttöjen kehittäminen		
Työn ohjaaja Yliopettaja Jari Halme	Sivumäärä 40 + 3	
Työelämäohjaaja Automaatioteknikko Risto Pehkonen		
<p>Opinnäytetyö tehtiin Rautaruukki Oyj:n toimeksiannosta terässulaton kunnossapidon osastolle. Terässulaton aihoiden valaminen tapahtuu kolmella jatkuvavalukoneella, joissa käytetään ABB:n taajuusmuuttajia linjakäyttönä. Linjakäytön ohjauksessa käytetään saman valmistajan APC-sovellusohjaimia.</p> <p>Työn aiheena oli kartoittaa nykyisten taajuusmuuttajakäyttöjen elinkaaret ja selvittää vaihtoehtoiset menetelmät taajuusmuuttajakäyttöjä ja niiden ohjausjärjestelmää uudistettaessa. Tarkoituksena oli löytää menetelmät, joilla voitaisiin nykyaikaista välälätekniikkaa hyödyntämällä yksinkertaistaa ohjausjärjestelmää ja tätä kautta parantaa käyttövarmuutta entisestään. Tavoitteena oli tuottaa toimeksiantajalle tutkielma, jota voitaisiin käyttää tukena hankintoja tehtäessä sekä hyödyntää mahdollisesti perehdyttämismateriaalina.</p> <p>Työssä oli perehdyttävä hyvin nykyiseen järjestelmään, jotta oli mahdollista selvittää uudistamista koskevia menetelmiä. Järjestelmään perehtyminen tapahtui tutkimalla siihen kuuluvia laitteistoja niiden toimintapaikoilla sekä tutustumalla laitedokumentteihin. Tutkimukseen sisältyi myös yhteydenottoja laitevalmistajiin ja alan ammattilaisiin. Käyttöjen nykyistä tilaa kartoitettiin ABB:n elinkaaren hallintamallilla, jonka pohjalta ABB oli vuonna 2008 tehnyt valmiit selvitykset kaikista terässulaton taajuusmuuttajakäytöistä.</p>		

Asiasanat

Linjakäyttö, jatkuvavalukone, sovellusohjain

CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	Date April 2011	Author Kauppila Tomi
Degree programme Electrical Engineering		
Name of thesis Development of electrical drives in steel plant		
Instructor Jari Halme		Pages 40 + 3
Supervisor Risto Pehkonen		
<p>This thesis was commissioned by Rautaruukki Oyj and it was made for the steel plants maintenance department. In the steel plant the slabs are produced by using three continuous casting machines. AC drives used in the casting machines are made by ABB and used as a sectional drive. The drives are controlled by ABB application controllers.</p> <p>The subject of this thesis was to specify AC drives life cycles and find out alternative ways to modernize the drives and their controlling system. The objective was to find methods which could simplify the current system and improve reliability by using a modern fieldbus technique. The aim was to produce a thesis which could be used as a support material to make new investments or used as an introduction material.</p> <p>The current system had to be studied well in order to be able to determine the methods concerning modernization. The studying of current system was implemented by examining equipment and its documentation. The study also included contacts with equipment suppliers and experts. The current condition of drives was defined by using ABB's drive life cycle management model and based on that ABB had already specified steel plants AC drives in 2008.</p>		
Key words Sectional drive, continuous casting machine, application controller		

ESIPUHE

Haluan kiittää Rautaruukin terässulaton kunnossapidon osastoa mahdollisuudesta opinnäytetyöhön. Erityisesti kiitos kuuluu työelämäohjaajana toimineelle automaatioteknikko Risto Pehkoselle hyvistä neuvoista ja ohjauksesta liittyen opinnäytetyöhön.

Lisäksi haluan kiittää ohjaajana toiminutta yliopettaja Jari Halmetta Keski-Pohjanmaan Ammattikorkeakoulusta sekä kaikkia mukana olleita henkilöitä.

Oulussa 9.3.2011

Kauppila Tomi

KÄSITTEET JA LYHENTEET

ABB	Asea Brown Boveri, sähkövoima- ja automaatio- teknologiayhtymä
AF 100	Advant Fieldbus 100, ABB:n laiteväylä
APC2	Application Controller, ABB:n ohjelmoitava sovellusohjain
CAS-OB	Composition Adjustment by Sealed Argon Bubbling – Oxygen Blowing, argon-huuhteluasema
DDCS	Distributed Drives Communication System, optinen väylä
IGBT	Insulated Gate Bipolar Transistor, tehotransistori
JVK	Jatkuvavalukone
Kokilli	Jatkuvavalussa kokilli on vesijäähdytteinen, kupariseinämäinen muotti, jonka läpi metalli valetaan ja jossa jähmettyminen alkaa
PPCS	Power Plate Communication System, optinen linkki vaihtosuuntaajan tehoasteen ohjaamiseen

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ESIPUHE

KÄSITTEET JA LYHENTEET

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 RAUTARUUKKI YRITYKSENÄ.....	2
2.1 Rautaruukin Raahen tehdas.....	2
2.2 Teräksen valmistus	3
2.3 Jatkuvavalulaitos	4
3 TAAJUUSMUUTTAJA.....	7
3.1 Tasasuuntaaja	8
3.2 Välipiiri	9
3.3 Vaihtosuuntaaja	10
3.4 Ohjauspiiri.....	10
4 TAAJUUSMUUTTAJAKÄYTÖT JATKUVAVALUPROSESSISSA.....	11
4.1 Taajuusmuuttajakeskuksen rakenne linjakäytössä	12
4.1.1 Syöttöyksikkö.....	14
4.1.2 Jarrutusyksikkö.....	14
4.1.3 Vaihtosuuntausyksikkö.....	15
4.2 Ohjauspiirin korttien toiminta	17
4.2.1 Sovelluksen ja moottorin ohjauskortti NAMC	17
4.2.2 Standardi I/O-kortti NIOC-01	19
4.2.3 Pääpiirin liitântäkortti NINT	19
4.3 DriveWindow	20
5 TEOLLISUUDESSA KÄYTETTYJÄ VÄYLÄRATKAISUJA	21
5.1 Kenttäväylät yleisesti.....	21
5.1.1 Profibus DP	21
5.1.2 Modbus-sarjaliikenneväylä	22

5.2 Sarjaliikennestandardit.....	23
5.2.1 RS-232	23
5.2.2 RS-485	23
6 LINJAKÄYTTÖJEN OHJAUS JATKUVAVALUKONEELLA 6.....	24
6.1 ABB:n APC-sovellusohjaimet	24
6.2 Tiedonsiirto Modbus-väylällä	26
6.3 Modbus-väylän ulkopuolinen liikennöinti.....	28
6.3.1 I/O-riviliitinkortti SNAT602TAC	29
6.3.2 I/O-laajennuskortti YPQ111A	29
6.3.3 Tilatiedot käytöiltä.....	30
6.4 Vaihtosuuntaajien pakko-ohjaus	31
7 KÄYTTÖJEN ELINKAARITARKASTELU	32
7.1 Elinkaaren hallintamalli	32
7.2 Nykyisten käyttöjen tila	33
8 VAIHTOEHDOT TAAJUUSMUUTTAJAKÄYTTÖJEN UUSIMISESSA	34
8.1 Vaihtoehto 1: Vaihtosuuntausyksiköiden uusiminen ja APC-sovellusohjaimien poisto jatkuvavalukoneella 6	34
8.2 Vaihtoehto 2: Jatkuvavalukoneen 6 vaihtosuuntaajayksiköiden uusiminen ja APC-ohjaimien sovellusmuutos	35
8.3 Vaihtoehto 3: APC-sovellusohjaimet poistetaan jatkuvalukoneilla 4 ja 5 uusittaessa jatkuvavalukoneen 6 vaihtosuuntaajat.....	36
9 YHTEENVETO.....	38
LÄHTEET	40
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Rautaruukki Oyj:n Raahen terästehtaalle, jatkuvaluvalulaitoksen kunnossapidon osastolle. Rautaruukin Raahen terästehtaalla on käytössä kolme jatkuvavalukonetta, joiden toimivuus on tuotannon kannalta erittäin tärkeää. Valukoneiden taajuusmuuttajakäytöt on toteutettu linjakäyttönä ja niiden taajuusmuuttajakeskuksissa käytetään pääasiassa ABB:n vaihtosuuntaajamoduuleita. Käyttöjen ohjauksessa hyödynnetään Metson automaatiojärjestelmän lisäksi ABB:n valmistamia APC-sovellusohjaimia. Jotta valukoneiden käyttövarmuus pysyisi korkeana, ilmeni tarve kartoittaa nykyisten taajuusmuuttajakäyttöjen tila ja selvittää vaihtoehtoiset menetelmät vaihtosuuntaajayksiköiden korvaamisessa uusilla.

Työssä on selvitetty myös vaihtoehtoiset menetelmät Metson automaatiojärjestelmän ja taajuusmuuttajien väliseen kommunikointiin, jolloin nykyisin välissä olevat APC-sovellusohjaimet voitaisiin poistaa käytöstä. Tutkielmassa on toimeksiantajan pyynnöstä tarkasteltu myös tämän hetkisen järjestelmän toimintaa ja rakennetta.

Nykyisiin taajuusmuuttajakäyttöihin sekä niiden uusimiseen liittyvä tarkastelu on tutkintotyön laajuuden rajaamiseksi kohdistettu jatkuvavalukoneelle 6, johon käyttöjen uusiminen on tarkoitus tehdä ensin. Vaihdetavan kohteen vanhaa kalustoa voitaisiin näin ollen hyödyntää varaosina kahdella muulla valukoneella.

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa toimeksiantajalle tutkielma, jota voidaan käyttää hankintojen tukena sähkökäyttöjä uudistettaessa. Tutkintotyössä käytetään ilmaisuja taajuusmuuttajakäyttö tai taajuusmuuttajakeskus, joilla tässä yhteydessä tarkoitetaan vaihtosuuntaajista muodostettuja käyttöjä.

2 RAUTARUUKKI YRITYKSENÄ

Vuonna 1960 perustetun Rautaruukki Oyj:n toimialaan kuuluu metalliteollisuuden ja siihen liittyvän liiketoiminnan harjoittaminen. Yhtiö tuottaa metalliin perustuvia komponentteja, järjestelmiä sekä kokonaistoimituksia rakentamiseen ja konepajateollisuudelle. Pörssissä noteerattu yhtiö tunnetaan markkinointinimellä Ruukki ja yhtiön kotipaikkana toimii Helsinki. Yhtiön palveluksessa on lähes 12 000 henkilöä ja toimintaa on 27 maassa. Alueellisesti jaettuna suurin osa Ruukin liikevaihdosta tehdään Suomen ja Pohjoismaiden alueella.

Ruukki Construction, Engineering ja Metals muodostavat liiketoiminta-alueet, joihin Ruukin toiminta on jaoteltu. Ruukki Construction toimittaa teräsrakentamisen ratkaisuja liike- ja toimitilojen rakentamiseen sekä infrastruktuurirakentamiseen. Ruukki Engineering toimii konepajateollisuuden asennusvalmiiden järjestelmien ja komponenttien parissa. Ruukki Metals on liikevaihdollisesti suurin toiminta-alue ja se käsittää terästuotteet ja niihin liittyvät esikäsittely- ja logistiikkapalvelut. Terästuotteiden liiketoiminnassa painopiste on erikoisteräksissä, jotka tuotetaan asiakkaiden tarpeiden mukaan. (Rautaruukki Oyj 2009.)

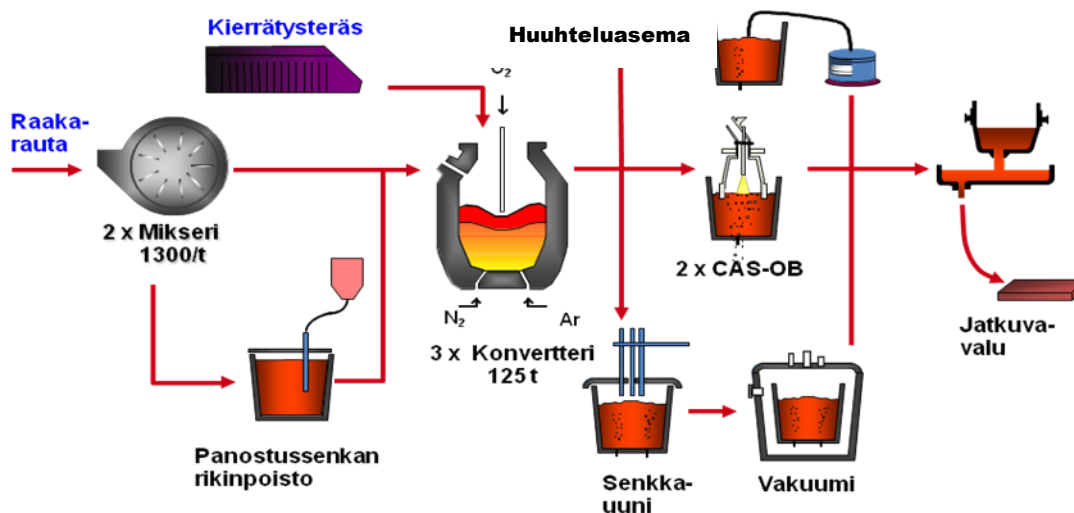
2.1 Rautaruukin Raahen tehdas

Rautatuotanto Raahen terästehtaalla on aloitettu vuonna 1964. Raahen terästehdas on pohjoismaiden suurin. Tehdaspinta-ala on kokonaisuudessaan 530 hehtaaria ja tästä rakennuspinta-alaa on 37 hehtaaria. Tehdas työllistää lähes 3000 työntekijää ja on näin ollen alueellisesti merkittävä työllistäjä. Tehtaalla valmistetaan konsernin kuumavalssatut teräskelat ja -levyt ja sen terästuotantokapasiteetti on noin 3 miljoonaa tonnia. Raahen terästehdas on myös merkittävä erikoisterästen tekijä Ruukki Metalsin toiminta-alueella. (Rautaruukki Oyj 2008.)

2.2 Teräksen valmistus

Jatkojalostukseen tuotettavat teräksiset esaihiot valmistetaan terässulatolla jatkuvavalumenetelmällä. Lyhyesti kuvattuna teräksen valmistusprosessi saa alkunsa masuunien uuneista tuotavasta raakaraudasta. Raakarautaa välivarastoidaan miksereihin, joissa sitä lämmitetään koksikaasun avulla. Rikinpoistokäsittelyn jälkeen raakarautaa ja kierrätysteräksiset panostetaan konverttereihin, joista saadaan lopputuotteena happikäsittelyn avulla terästä.

Halutusta teräslaadusta riippuen tehdään teräkselle vielä tarvittavat käsittelyt senkka- ja vakuumiunilla tai huuhtelu- ja Composition Adjustment by Sealed Argon Bubbling – Oxygen Blowing – asemilla (CAS-OB). Epäpuhtauksien poiston lisäksi on käsittelyjen tarkoituksena saada sulasta teräksestä lämpötilan ja koostumuksen puolesta tasalaatuista. Esimerkiksi CAS-OB:lla teräksen koostumusta voidaan täsmätä argon-kaasuhuuhteluiden ja seosaineiden avulla. Mahdollisten käsittelyjen jälkeen teräs kuljetetaan senkoissa jatkuvavalukoneille aihion valmistukseen. (Ruukki 2008.)

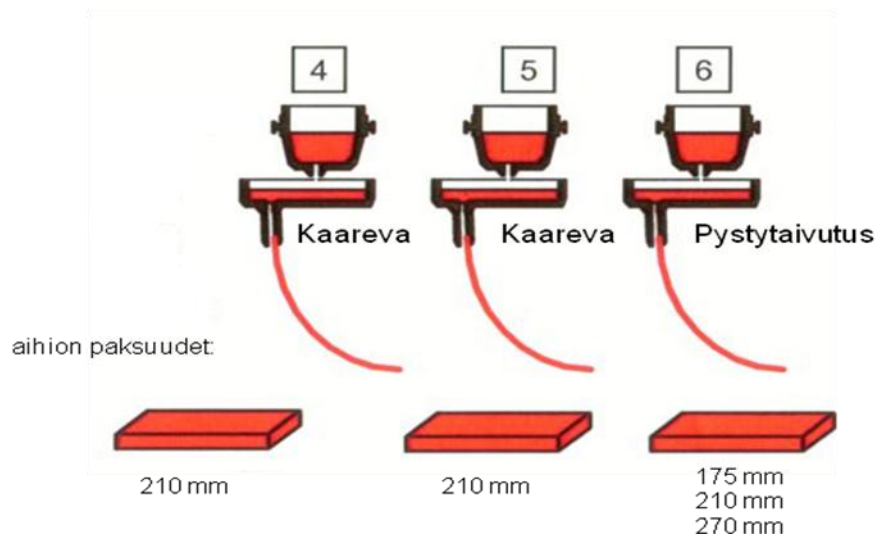


KUVIO 1. Teräksen valmistusprosessi (Ruukki 2006).

2.3 Jatkuvavalulaitos

Jatkuvavalulaitos koostuu kolmesta jatkuvavalukoneesta (JVK), joista jatkossa tässä tutkielmaessa käytetään termejä JVK 4, JVK 5 ja JVK 6. Näistä JVK 4 ja JVK 5 ovat kaarevia valukokeita, joilla voidaan tuottaa yhtä 210 millimetrin ahiopaksuutta. Valunauhan leveys on muutettavissa kokillin leveyttä säätämällä. Vuotuinen valukapasiteetti yhdellä valukoneella on noin 1 000 000 tonnia ja etupäässä JVK 4:llä ja JVK 5:llä valetaan nauha-ahioita.

JVK 6 on tyypiltään pystytaivutus kone. Koneella voidaan valaa kolmea eri valupaksuutta vaihdettavan kokillin avulla ja valuleveys on myös säädettävissä. Käytetyt valupaksuudet ovat 175, 210 ja 270 millimetriä (KUVIO 2). Vuonna 2010 valmistuneen uudistuksen myötä kokillin vaihto voidaan suorittaa niin sanottuna pikavaihtona. (Rautaruukki Oyj 2008.)



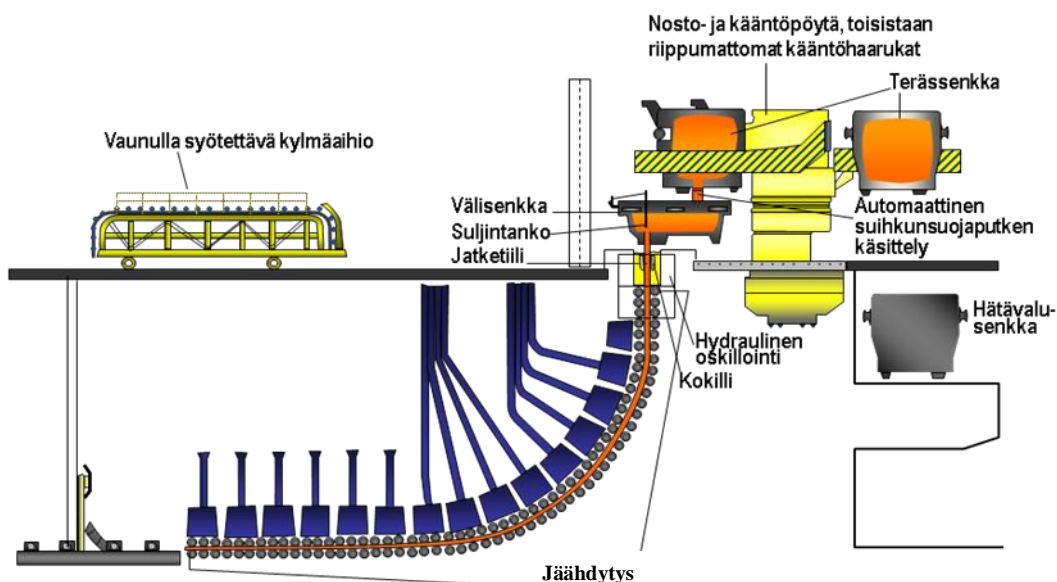
KUVIO 2. Terässulaton jatkuvavalukoneiden valumenetelmät ja ahiopaksuudet (Rautaruukki Oyj 2008).

Jatkuvavalussa sula teräs lasketaan terässenkasta välisenkan kautta kupariseen kokilliin, jossa se jäähdytetään kiinteään muotoon kokillin sisäseiniin johdettavan jäähdytysveden avulla. Käytännössä vain valettavan aihion pintakerros ehtii jäähtyä kokillissa. Kokillin pohjassa on valun alkaessa kylmäahio, jonka avulla kokillin täyttymisen jälkeen aloitetaan

valunauhan veto kokillin läpi. Valunauhaa vedettäessä kokillia oskilloidaan eli se on jatkuvassa edestakaisessa liikkeessä, jotta valettava aihio ei tarttuisi kiinni (KUVIO 3.). Yleensä voiteluaineina kokillissa toimii valupulveri, jonka syöttö tapahtuu automaattisesti kaikilla kolmella jatkuvavalukoneella. (Teknologiateollisuus ry 2010.)

Valunauhan muotoon valaminen tapahtuu valukoneen segmenteistä koostuvassa osiossa. Tehtaalla segmenttejä kutsutaan yleisemmin sektioiksi. Sektioiden avulla kylmäaihioiden pidetään paikallaan ennen valun aloitusta. Sektioita koostuvat ylä- ja alapuolisista rullastoista, joiden välissä valettavaa aihiota kuljetetaan. Rullastojen välin säätö tapahtuu hydraulipaineella. Jotta valunauhaa voitaisiin liikuttaa, on osa rullastoista vetäviä ja niiden käyttö tapahtuu sähkömoottoreilla. Sähkömoottoreiden nopeusohjeet muodostetaan valukoon ja teräksen alkuainepitoisuuksien perusteella. Alkuainepitoisuuteen vaikuttaa puolestaan haluttu teräslaatu.

Valun aikana valunauhan pituutta eli etenemää mitataan. Mittaus tapahtuu ensin sektioita moottoreiden akselille asennetuilla pulssiantureilla, mutta valunauhan ylettyessä rullaradan mittapyörälle siirtyy etenämittausta kaasuleikkaukoneen logiikan hallintaan. (Pehkonen 2011.)



KUVIO 3. Jatkuvavalukoneen 6 pitkittäisleikkaus (Rautaruukki Oyj 2008).

Lopullinen jähmettyminen valettavalla ahiolla tapahtuu kokillin alapuolella toisiojäähdytysalueella ilma- ja vesijäähdytyksellä, jossa jäähdytysvesi ruiskutetaan suoraan aihion pintaan. Valukaaren jälkeen valunauha oikaistaan ja saavuttaessaan ohjelmoidun mukaisen ahiomitan valunauha katkaistaan kaasuleikkauskoneella. Tämän jälkeen aihio siirretään vastaanottorullastojen avulla punnitukseen ja merkkaukoneelle. Aihio merkataan tuotantojärjestelmästä saadulla tunnuksella.



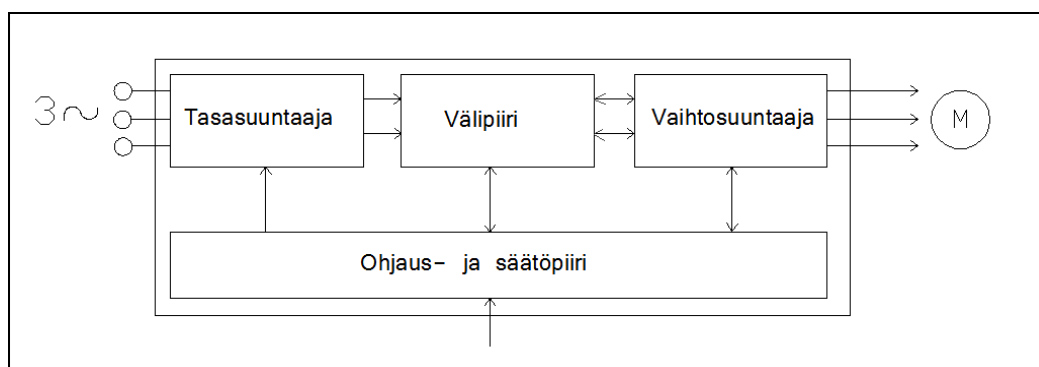
KUVIO 4. Jatkuvalukoneen 6 sektioista muodostuva kaareva osuus.

3 TAAJUUSMUUTTAJA

Taajuusmuuttaja on tehoelektronikan laite, jolla teollisuudessa säädetään pääasiassa kolmivaiheisen vaihtovirtamoottorin pyörimisnopeutta. Moottorille muodostetaan kolmivaiheinen vaihtojännite, jonka taajuutta ja jännitettä on mahdollista säätää portaattomasti ja tällä tavoin vaikutetaan moottorin pyörimisnopeuteen. Yleisimmin taajuusmuuttajakäyttöisillä moottoreilla käytetään pumppuja, kuljettimia ja puhaltimia. (Mäkinen, Kallio & Tantarimäki 2009, 139.)

Taajuusmuuttajat voidaan jaotella kahteen päätyyppiin, suoriin ja välipiirillisiin, joista välipiirilliset jakautuvat virta- ja jännitevälipiirillisiin malleihin. Välipiirillisessä taajuusmuuttajassa vaihtosähkö muunnetaan ensin tasasähköksi, josta se välipiirin kautta johdetaan vaihtosuuntaajalle ja muutetaan vaihtosähköksi. Suorassa mallissa syöttävän verkon sähkö pilkotaan suoraan puolijohdekytkimien avulla halutun taajuiseksi ja suuruiseksi jännitteeksi. (Niiranen 1999, 48.)

Tähän tutkintotyöhön liittyvät taajuusmuuttajat ovat tyypiltään välipiirillisiä, joten suorien mallien käsittely on rajattu pois. Välipiirillisen taajuusmuuttajan rakenne on neljäosainen. Se koostuu tasasuuntaajasta, tasajännite- tai tasavirtavälipiiristä, vaihtosuuntaajasta ja ohjauspiiristä (KUVIO 5).

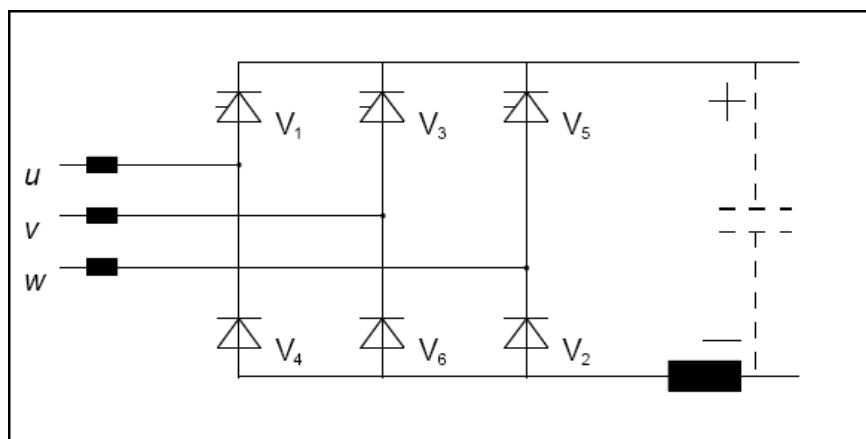


KUVIO 5. Välipiirillisen taajuusmuuttajan rakenne (OAMK 2009).

3.1 Tasasuuntaaja

Tasasuuntaajaan syötetään kolmivaiheinen kiinteätaajuuksinen vaihtojännite. Tästä vaihtojännitteestä muodostetaan sykkivää tasajännitettä diodeista, tyristoreista, transistoreista tai näiden yhdistelmistä tehdyn tasasuuntaussillan avulla. Käytettävien puolijohdekomponenttien perusteella tasasuuntaajat voidaan jakaa ohjattuihin ja ohjaamattomiin. Käytettäessä tasasuuntauksessa siltaa, jossa on pelkkiä diodeja, puhutaan ohjaamattomasta tasasuuntaajasta. Ohjattuja tasasuuntajia muodostavat tyristoreista tai tyristoreiden ja diodien yhdistelmistä koostuvat tasasuuntaajat. (STUL ry 1997.)

Diodien ja tyristorien muodostamaa siltaa kutsutaan puoliohjatuksi. Käytännössä ylähaaraan sijoitettujen tyristorien sytyskulmaa ohjataan taajuusmuuttajaa käynnistettäessä, kun varataan kondensaattoreita (KUVIO 6). (ABB Oy 2001d.)



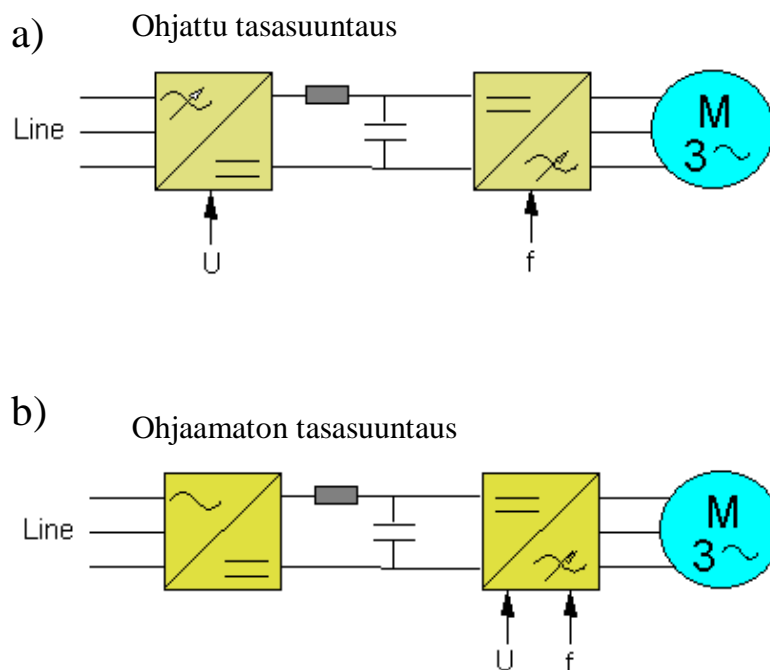
KUVIO 6. Puoliohjattu tasasuuntaaja (ABB Oy 2001c).

Vakiokäytöissä tasasuuntaajat ovat 6- tai 12-pulssisia dioditasasuuntaajia, jotka siirtävät syöttävästä vaihtovirtaverkosta tehoa välipiiriin mutta eivät toiseen suuntaan. Kuormitusta jarruttavissa prosesseissa energiaa on kuitenkin hävitettävä joko takaisin verkkoon jarruttamalla tai johtamalla jarrukatkojan avulla energia jarrutusvastukseen (ABB Oy 2001b). Verkkoon takaisin syöttäminen tai jarruttaminen onnistuu tasasuuntaussillan avulla vain käyttämällä siinä ohjattavia puolijohdeita.

3.2 Välipiiri

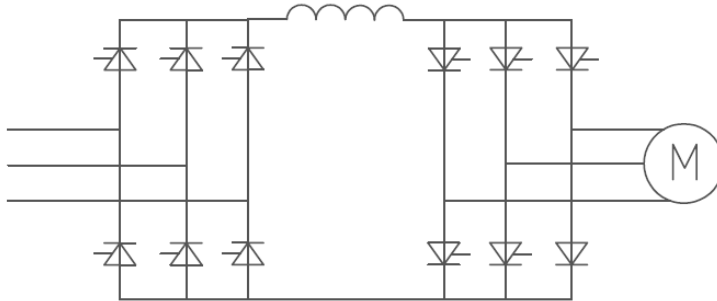
Vaihtosuuntaajan välityksellä moottori saa välipiiristä energiansa ja sitä voidaankin pitää eräänlaisena energiavarastona. Kuristinkelan, kondensaattorin tai näitä yhdistelevien suodattimien avulla välipiirin virtahuiput ja jännitevaihtelut tasataan.

Yleisin taajuusmuuttajatyyppe on jännitevälipiirillinen taajuusmuuttaja, jossa suodatin muodostuu kondensaattorista sekä tasoituskuristimesta. Jännitevälipiirillisen taajuusmuuttajan kohdalla tasasuuntaussilta voi olla ohjattu tai ohjaamaton. Ohjatun tasasuuntauksen yhteydessä vaihtosuuntaajan tarvitsee muuttaa vain jännitteen taajuutta (KUVIO 7). Ohjaamattoman tasasuuntausmenetelmän kohdalla välipiirin tasajännite on vakio, jolloin vaihtosuuntaajan täytyy kontrolloida sekä jännitettä että taajuutta (ABB Oy 2011a).



KUVIO 7. Jännitevälipiirillinen taajuusmuuttaja a) yhdistettynä ohjattuun tasasuuntaajaan b) yhdistettynä ohjaamattomaan tasasuuntaajaan (ABB Oy 2011).

Virtavälipiirillisistä taajuusmuuttajista yksinkertaisin malli on kuormakommutoitu (LCI, load commutated inverter) taajuusmuuttaja. Välipiiristä saadaan vakiotasavirta, joka muodostetaan ohjatun tasasuuntaussillan ja kuristinkelan avulla (KUVIO 8).



KUVIO 8. Virtavälipiirillinen kuormakommutoitu taajuusmuuttaja (Niiranen 1999, 49).

3.3 Vaihtosuuntaaja

Välipiirillisessä taajuusmuuttajassa käytetään kolmivaiheista vaihtosuuntaajaa, josta voidaan myös käyttää nimitystä epäsuora vaihtosuuntaaja eli invertteri. Välipiiristä saatu tasasähkö muutetaan vaihtosuuntaajassa halutun taajuiseksi vaihtosähköksi hyödyntäen puolijohdekomponentteja, kuten tyristereja ja transistoreja. (Aura & Tonteri 1995, 409.)

3.4 Ohjauspiiri

Taajuusmuuttajassa neljännen päälohkon muodostaa ohjauspiiri. Tärkeimmät tehtävät ohjauspiirillä on puolijohteiden ohjaamisen ohella vastaanottaa taajuusmuuttajaan tulevat viestit sekä lähettää viestejä muihin laitteisiin. Viestejä voidaan antaa esimerkiksi käyttäjän toimesta ohjauspaneelistä tai ylemmän automaatiojärjestelmän taholta. (STUL ry 1997.)

4 TAAJUUSMUUTTAJAKÄYTÖT JATKUVAVALUPROSESSISSA

Taajuusmuuttajia käytetään Raahan tehtaalla yleisesti prosesseissa ja myös jatkuvavalumenetelmässä niiden käyttö on osana prosessia. Vaikka tutkintotyössä tarkastellaan lähinnä ABB:n valmistamia taajuusmuuttakäyttöjä ja niiden ohjausjärjestelmää, muodostuu jatkuvavaluprosessi kokonaisuudessaan useiden eri valmistajien käytöistä ja automaatiosta.

Jatkuvavalussa on tärkeää sektiökäyttöjen tarkka nopeudensäätö ja jarruttaminen. Nämä ominaisuudet saavutetaan taajuusmuuttakäyttöjen avulla, automaatiojärjestelmän kontrolloidessa prosessia. Taajuusmuuttajilla tapahtuvalla tarkalla moottorin hallinnalla voidaan ehkäistä valuprosessissa mahdollisesti syntyviä ongelmia kuten valunauhan puhkeaminen.

Jokaista valukonetta kohden on käytössä kaikkiaan 37 moottorikäyttöä. Käytöt koostuvat vetorullasektioiden, irrotuspöydän, leikkauspöydän sekä vastaanottorullaratojen moottorikäytöistä. Lisäksi valutasolla käytettävien terässenkka- ja välisenkkapöytien ylä- ja alahaarukoiden liikuttaminen, sekä kylmäaihiovinssin käyttö tapahtuu sähkömoottoreilla. Näitä vaihtovirtamoottoreita ohjataan samasta taajuusmuuttajakeskuksesta ja jokaisella on oma vaihtosuuntaajamoduulinsa. (TAULUKKO 1).

TAULUKKO 1. JVK 6:n sähkökäytöt

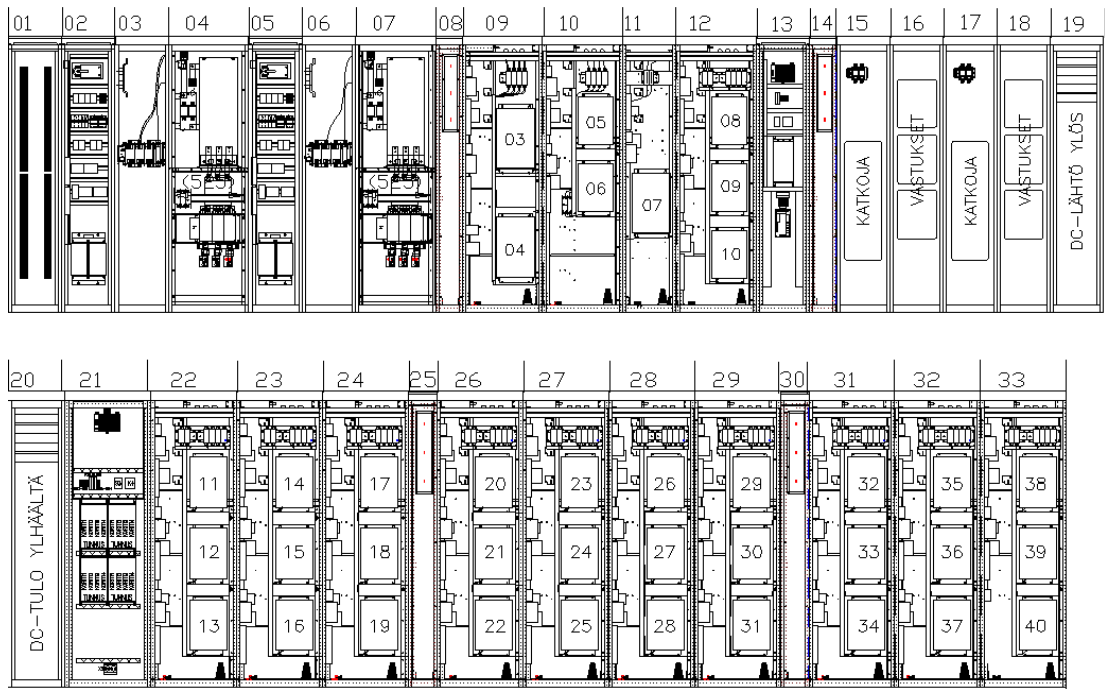
Sähkökäytön sijainti	Määrä (kpl)	Moottorin nimellisteho (kW)	Vaihtosuuntaajan nimellisteho (kVA)
Terässenkcapöydän kääntömoottorit	2	18,5	25
Kylmäaihiovinssin moottori	1	18,5	25
Välisenkkapöydän kääntömoottorit	2	7,5	16
Vetorullasektioiden moottorit	18	7,5	11
Irrotuspöydän rullamoottorit	4	7,5	11
Leikkauspöydän rullamoottorit	4	7,5	11
Vastaanottorullaradan rullamoottorit	6	7,5	11

Käytettävät moottorit ovat joko taajuus- tai nopeussäädetyjä riippuen käyttötavasta ja sijoituspaikasta. Irrotus-, leikkaus- ja vastaanottorullaratojen moottorit ovat taajuussäätöisiä. Teräs- ja välisenkkapöytien, kylmäaihiovinssin sekä vetorullasektioiden moottoreissa käytetään nopeussäätöä. Kylmäaihiovinssissä ja osassa vetorullasektioiden moottoreista on käytössä levyjarrut. Lisäksi ne on varustettu pulssiantureilla, joilta saadaan nopeustieto moottoreita ohjaavien vaihtosuuntaajien ohjausyksiköihin. Osassa vetorullastojen moottoreissa on käytössä kaksoispulssianturit, joilta toisen kanavan nopeustieto viedään lisäksi ylempään automaatiojärjestelmään (Salminen 2011).

Jatkuvavaluprosessin taajuusmuuttajakäyttö on toteutettu linjakäyttönä pääasiassa ABB:n ACS600 Multidrive-sarjan taajuusmuuttajilla. Linjakäytössä taajuusmuuttajan tasajännitevälipiirin tuottamasta tasajännitteestä muodostuu yhteinen tasajännitekiskosto vaihtosuuntaajyksiköille. JVK 6:lla on käytössä kaksi 300 kVA:n syöttöyksikköä, joiden syöttämään tasajännitekiskostoon on liitetty 37 vaihtosuuntaajaa. Jatkuvavalukoneilla 4 ja 5 syöttöyksiköiden koko on nostettu 420 kVA:iin, johtuen käytettävien moottoreiden suuremmista nimellistehoista.

4.1 Taajuusmuuttajakeskuksen rakenne linjakäytössä

Jatkuvavalukoneiden taajuusmuuttajakeskusten yhdenmukaisesta rakenteesta johtuen, on käyttöjen ja niihin liittyvien komponenttien tarkempi kuvaus rajattu jatkuvavalukoneelle 6. Taajuusmuuttajakeskukset muodostuvat ABB:n vakiokaappeihin asennetuista moduuleista ja kojeista. Kaappimoduulit on jaettu keskuksessa 33:een eri kenttään, jotka koostuvat syöttöyksiköistä, jarruyksiköistä, vaihtosuuntaajyksiköistä, ohjausyksiköistä sekä erilaisista liityntäkentistä (KUVIO 9.). Kenttiin jaottelu on tehty alkuperäisten sähkösuunnitelmien pää- ja piirikaavioissa sekä layout-kuvissa. Tällä tavoin on myös saatu selkeytettyä piirikaavioiden tulkintaa.



KUVIO 9. ABB:n linjakäyttöjen kokoonpano kaapeittain JVK 6:n sähkötilassa 64.

TAULUKKO 2. Kuvion 9 kaappien kokoonpano kaappimoduuleittain

Kenttä	Moduulin käyttötarkoitus
1	Ristikytkentäkenttä
2	Apuohjausyksikkö
3	DC-kytkinkenttä
4	Syöttö/Tasasuuntausyksikkö 1
5	Apuohjausyksikkö
6	DC-kytkinkenttä
7	Syöttö/Tasasuuntausyksikkö 2
8	DC-liitoskenttä
9-12	Vaihtosuuntausyksiköt 3-10
13	APC-sovellusohjain 1
14	DC-liitoskenttä
15	Jarrukatkoja
16	Jarrutusvastukset
17	Jarrukatkoja
18	Jarrutusvastukset
19	DC-kiskon yhdistys
20	DC-kiskon yhdistys
21	APC-sovellusohjaimet 2-5
22-24	Vaihtosuuntausyksiköt 11-19
25	DC-liitoskenttä
26-29	Vaihtosuuntausyksiköt 20-31
30	DC-liitoskenttä
31-33	Vaihtosuuntausyksiköt 32-40 (40 = varalla)

4.1.1 Syöttöyksikkö

Nykyisessä järjestelmässä yhdellä valukoneella on tasasuuntauksessa käytössä kaksi rinnakkaista syöttöyksikköä, joissa varsinainen tasasuuntaus tehdään puoliohjatulla dioditasasuuntaajilla. Syöttöyksiköille tuodaan 400 voltin vaihtosähkö omilta keskuksiltaan. JVK 6:lla vaihtosähkösyötöt tuodaan tuloyksiköiden kaapeissa (kentät 4 ja 7) sijaitseville pääkytkimille, jotka ovat erikoisnopeilla sulakkeilla varustettuja varokekytkimiä. Varokekytkimiltä kaapelit viedään pääkontaktoreille. Pääkontaktorit on kytketty ristiin, jotta syöttö vaihtosuuntaajille yhteisille tasajännitekeskelle tapahtuisi normaalitilanteessa vain toisen tasasuuntaussyöttöyksikön kautta. Pääkontaktoreita voidaan ohjata joko Metson automaatiojärjestelmästä käsin, valutason ohjaamoiden pulpeteista tai apuohjausyksiköiden oviin sjoitetuilla kytkimillä.

Toiseen syöttöyksiköistä on tuotu viereisen kentän apuohjausyksikön kautta varmennettu 230 voltin apujännite erilliseltä keskukselta. Tätä hyödynnetään mm. APC-sovellusohjaimien, Modbus-väylän, termistorireleiden, jarrujen ohjauspiirien sekä vaihtosuuntaajien ohjauskorttien apujännitteenä. Lisäksi apuohjausyksikköön on sijoitettu hätäseispiirin releistö, jolle apuohjausyksiköstä saadaan käyttöjännite. (Salminen 2011.)

4.1.2 Jarrutusyksikkö

Taajuusmuuttajakeskuksessa on kaksi jarrutusyksikköä, jotka ovat normaalitilanteessa molemmat käytössä. Jarrutusyksikkö koostuu jarrukatkojasta ja jarrutusvastuksesta. Jarrutusyksikön tärkein tehtävä käyttäjien kannalta on estää välipiirin tasajännitteen nouseminen komponenteille haitalliselle tasolle.

4.1.3 Vaihtosuuntausyksikkö

Pääsääntöisesti vaihtosuuntausyksikkö koostuu 1-3 käyttöyksiköstä, näyttöpaneelistä, DC-sulakkeista ja kaapin mekaniikasta. Käyttöyksiköllä puolestaan tarkoitetaan itse vaihtosuuntaajaa ja käytön ohjausyksikköä (ABB Oy 2001a). Kuviossa 10 on ABB:n kaappiin asennettuna 3 vaihtosuuntausmoduulia ja kuvassa vasemmalla niiden ohjausyksiköt.



KUVIO 10. Kolme vaihtosuuntausmoduulia ABB:n vakiokaapissa.

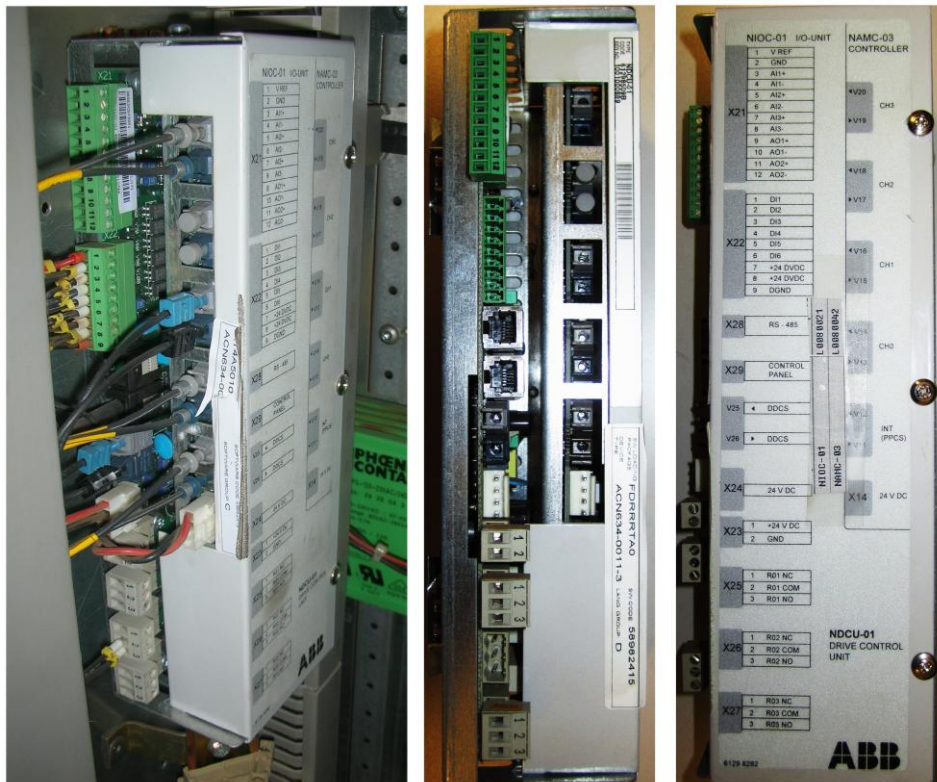
Taajuusmuuttajakeskuksissa on käytössä ACN634-tyypin vaihtosuuntaajat, joissa tasajännitevälipiirin jännitteestä muodostetaan säädettyä vaihtojännitettä IGB-transistoreista (Insulated Gate Bipolar) muodostetun lähtösillan avulla. Vaihtosuuntaajamoduuleista on olemassa useita eri runkokokoja, jotka vaihtelevat käytetyn nimellisteholuokan mukaan (TAULUKKO 3). Teholuokka ja runkokoko puolestaan vaikuttavat ohjauspiirissä käytettävien korttien kokoonpanoon sekä ohjausyksikön sijoittamiseen käyttöyksikössä. JVK 6:n linjakäytöissä vaihtosuuntaajat ovat R3i ja R4i

runkokokoja. Pienimmät 11 ja 16 kVA:n vaihtosuuntaajat ovat runkokoko R3i ja keskuksen suurimmissa 25 kVA:n vaihtosuuntaajissa on käytössä runkokoko R4i.

TAULUKKO 3. ACS 600-sarjan vaihtosuuntaajamoduulien runkokoot ja teholuokat (ABB Oy 2001d)

Runkokoko	Teholuokka (kVA)
R2i - R3i	5–20
R4i – R5i	20–60
R6i – R7i	60–140
R8i - R12i	180–1380

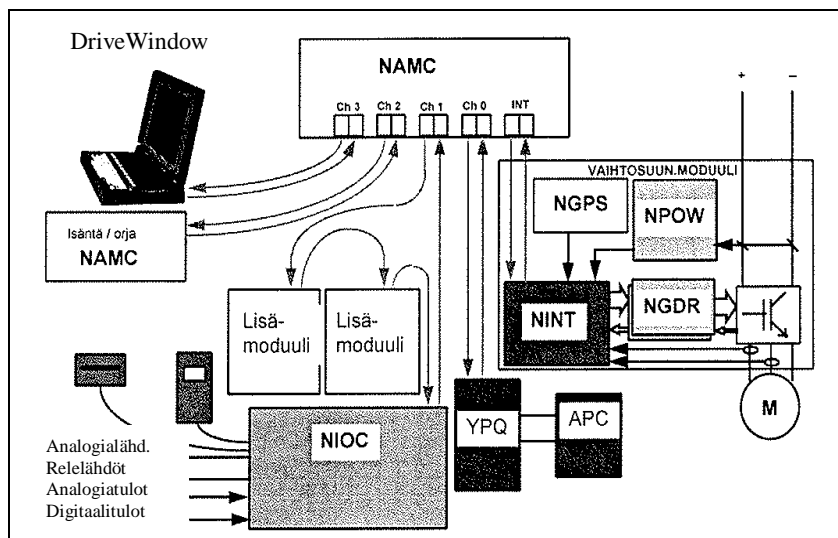
Käytön ohjausyksikkö eli Drive Control Unit (NDCU) on tarkasteltavissa käytöissä asennettu vaihtosuuntaajan kanssa samaan kaappiin DIN-kiskoon, riippumatta kumpi runkokoko on kyseessä. Ohjausyksikön tehtävänä on ohjauksen lisäksi vastata laskelmista, tiedon keruusta ja kommunikoinnista. Nämä toiminnot ohjausyksikkö suorittaa siihen integroitujen Application and Motor Controller -kortin (NAMC) sekä Standard Input/Output -kortin (NIOC) avulla (KUVIO 10). (ABB Oy 2001a.)



KUVIO 11. NDCU-01 ohjausyksikkö.

4.2 Ohjauspiirin korttien toiminta

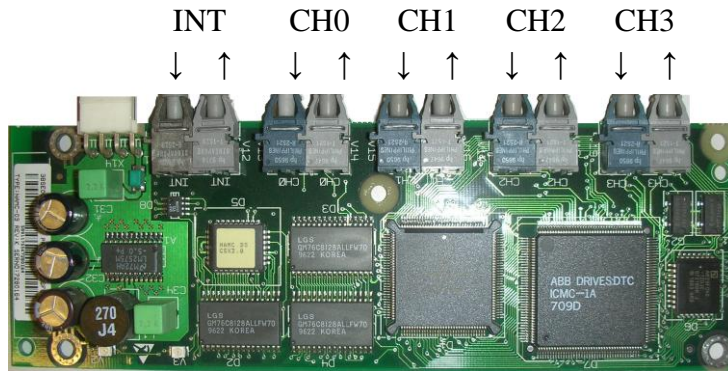
Kuviossa 12 on kuvattuna ohjauskorttien yhteys toisiin kortteihin sekä ulkoisiin ohjaus- ja mittauslaitteisiin. Kuten aiemmin mainittiin, korttien kokoonpano vaihtelee vaihtosuuntaajien teholuokkien mukaan ja tästä johtuen esimerkiksi hilaohjauksen Gate Driver Board -korttia (NGDR) ja Power Supply Board -tehonsyöttökorttia (NPOW) ei löydy linjakäyttöjen pienimmistä 11 ja 16 kVA:n vaihtosuuntaajista.



KUVIO 12. Ohjauskorttien toimintakaavio (ABB Oy 1998).

4.2.1 Sovelluksen ja moottorin ohjauskortti NAMC

Sovelluksen ja moottorinohjauskortteja on olemassa useita eri versioita ja tarkasteltavissa käytöissä kortti on tarkemmalta tyypiltään NAMC-03. Kortti sisältää tarvittavan muistin ja prosessorin digitaalisen signaalin käsittelyyn moottorin tilan laskennassa ja yksikön sisäisessä kommunikoinnissa. Kortilla on kaikkiaan viisi optista kanavaa (KUVIO 13). Toimiakseen kortti tarvitsee 24 voltin tasajännitteen. (ABB Oy 1998.)



KUVIO 13. NAMC-03-kortin optiset kanavat.

Optisten kanavien avulla on mahdollista kommunikoida muiden ohjauspiirin korttien kanssa. CH1-kanavasta kortti on yhteydessä samassa ohjausyksikössä sijaitsevaan NIOC-01-korttiin. Esimerkiksi vetorullasektioiden ja kylmäaihiovinssin pulssiantureilta saatava nopeustieto tuodaan pulssianturimoduulille. KytKentä on tehty rengasmaisesti moottorinohjauskortin CH1-kanavan, pulssianturimoduulin ja NIOC-01-kortin välille. Lisäksi kortin INT-kanavasta ohjataan vaihtosuuntaajan tehoyksikössä sijaitsevaa pääpiiriin liitântäkorttia (NINT). NINT-korttiin liitytään optista Power Plate Communication System -sarjakommunikointiväylää (PPCS) käyttäen. (ABB Oy 1998.)

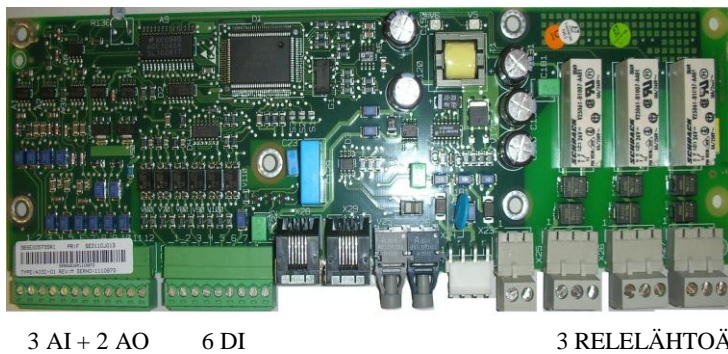
NAMC-korttiin on valmistajan toimesta ladattu valmis ohjelma. Linjakäyttöihin on puolestaan räätälöity linjakohtaisesti omat erikoisohjelmaversionet, jolloin kortilla oleva ohjelma ei välttämättä sovellu kyseisiin käyttöihin. Tässä tapauksessa korttiin ladataan käyttökohtainen erikoisohjelma. Kortille on kuitenkin ensin ladattava käytettävän vaihtosuuntaajan teholuokan mukainen perusohjelma ennen kuin voidaan ladata varsinainen linjakäyttöön suunniteltu ohjelma. Ohjelman lataus voidaan tehdä erillisen 24 VDC apujännitteen avulla ilman että kortti on kytkettynä käyttöön.

Ohjelman lataamiseen voidaan käyttää esimerkiksi kannettavaa PC:tä, johon on asennettu ABB:n valmistama NDPA-01 adapterikortti sekä DriveWindow- tai muu ohjelmaversion, josta löytyy adapterikortin ajuri. Tietokoneeseen liitetään myös valokuitumuunnin, josta liitytään NAMC-03-kortin optiseen CH3-kanavaan. (Viiri 2010.)

4.2.2 Standardi I/O-kortti NIOC-01

NIOC-01 tyyppin kortti on yleisesti käytössä ABB:n ACS 600-sarjassa. Kortti mahdollistaa yhteyden ohjauspaneelin kanssa, johon liittyminen tapahtuu RS-485-paneeliväylällä. Kortilta on saatavissa 24 VDC jännitesyöttö yhdelle lisämoduulille kuten käytössä oleville pulssianturimoduuleille. Lisäksi kortilla on:

- 3 analogiatuloa
- 2 analogialähtöä
- 6 digitaalituloa
- 3 relelähtöä



3 AI + 2 AO

6 DI

3 RELELÄHTÖÄ

KUVIO 14. NIOC-01-kortti.

4.2.3 Pääpiirin liitäntäkortti NINT

Kyseinen kortti sijaitsee vaihtosuuntaajamoduulissa ja sen tehtävänä on ohjata tehoyksikön IGB-transistorien hilaohjaimia sekä lähettää mittausviestejä mittaamistaan virroista. Virran mittaus tehdään kahdelta lähtevältä vaiheelta. Kortti on liitetty vaihtosuuntaajan pääpiiriin ja on pääjännitteen potentiaalissa. Vaihtosuuntaajien R4i runkokoossa, johon käytössä ovat 25 kVA:n vaihtosuuntaajat kuuluvat, on lisäksi NGDR-hilaohjauskortti. Näiden korttien tehtävä on vahvistaa NINT-kortin antamia ohjaussignaaleja. (ABB Oy 2001a.)

4.3 DriveWindow

DriveWindow on Windows-pohjainen ohjelma, jota käytetään yleisesti ABB:n sähkökäyttöjen käyttöönotto- ja huoltotyökaluna. Ohjelma soveltuu esimerkiksi parametrien muokkaamiseen, vika- ja tapahtumahistorian tutkimiseen sekä käytön reaaliaikaiseen monitorointiin (ABB Oy 1998). Ohjelmaa voidaan käyttää mm. taajuusmuuttajan parametrien tallentamiseen PC:lle tai taajuusmuuttajan ohjelmiston varmuuskopiointiin. Kunnossapidossa ohjelmaa käytetään useimmiten kannettavan tietokoneen avulla paikallisesti sähkötiloissa, joissa taajuusmuuttajakeskukset sijaitsevat.

Yhteys vaihtosuuntaajaan tapahtuu optisen Duplex-kaapelin avulla joko yksittäisen vaihtosuuntaajan ohjausyksikön PC-väylälle varattuun CH3-kanavaan tai usealle vaihtosuuntausyksikölle yhteiseen optiseen DDCS Branching Unit -jakoyksikköön (NDBU). Ohjelma tunnistaa käytöt, jotka ovat liitettyinä jakoyksikköön, jonka jälkeen voidaan valita tietty käyttö esimerkiksi parametrien muuttamiseen (Haapakangas 2011).

5 TEOLLISUUDESSA KÄYTETTYJÄ VÄYLÄRATKAISUJA

Tehdasautomaatiossa käytettäviä väylä- ja ohjaustekniikoita erilaisin liitännämenetelmin on olemassa lukematon määrä. Asian rajaamiseksi seuraavissa kappaleissa on tarkastelu kohdistettu ainoastaan tutkintotyöhön liittyviin ja mahdollisesti jatkossa käyttöön otettaviin väylämenetelmiin ja liitännästandardeihin.

5.1 Kenttäväylät yleisesti

Kenttäväylä on tiedonsiirrossa käytetty ratkaisu, jossa digitaalista tietoa siirretään kaksisuuntaisesti. Samalla kaapelilla voidaan tietoa siirtää moniin yksittäisiin kenttälaitteisiin eli solmuihin, joilla jokaisella on oma osoitteensa tiedon kohdistamiseen tai tunnistamiseen. Väylällä voidaan yhdistää automaatiossa käytettävät älykkäät ohjaus- ja mittalaitteet, näytöt ja käyttöliittymät. Painopiste kenttäväylän ominaisuuksilla on hajautetussa toiminnassa, joka tapahtuu prosessien lähellä.

Väyläpohjaisen ratkaisun on huomattu vähentävän jopa 70 prosenttia kaapeloinnin, kytkentäpisteiden ja liityntöjen määrää. Väylässä liitettävien laitteiden liitäntä on periaatteessa samanlainen, jolloin myös kytkentävirheet vähenevät. Myös uusien kenttälaitteiden lisääminen väylälle tapahtuu sujuvasti, sillä uusia kaapeleita ei tarvitse vetää johdinparien loppuessa. Parametrien asettelu voidaan suorittaa väylän kautta, joten uusien laitteiden käyttöönotto on helpompaa. (Piikkilä & Sahlstén 2006.)

5.1.1 Profibus DP

Profibus DP (Decentralized Peripherie) on yksi Profibus sarjaliikennestandardin variaatio. Profibus DP on kenttäväylä, jossa on yksi isäntälaitte (master). Isäntä käy läpi verkossa olevia orjia (slave) loogisessa renkaassa. Orja voi lähettää tietoa väylälle vain jos isäntä käskää. Yhtä segmenttiä eli kaapeliosuutta kohden voi olla 32 solmua eli orjalaitetta ja käytettäessä toistimia voidaan solmujen määrä nostaa 126:een. Toistimilla käytännössä yhdistetään segmenttejä toisiinsa, jolloin väylän kokonaispituutta voidaan kasvattaa.

Fyysisesti väylä voidaan toteuttaa RS-485:n mukaisesti kierrettyllä parikaapelilla tai optisella kuitukaapelilla. Väylän maksimipituus vaihtelee käytössä olevan liikennöintinopeuden mukaan. Standardin maksimisiirtonopeus on 12 megabittia sekunnissa. (Niiranen 1999, 280.)

5.1.2 Modbus-sarjaliikenneväylä

Modbus on alkujaan ohjelmoitavien logiikoiden liittämiseen tarkoitettu avoin väyläprotokolla, joka on helppo toteuttaa sarjaliitännöihin. Väylällä on yksi isäntälaitte ja siihen kytkettävissä 247 orjalaitetta. Tavallisesti orjien määrä on 1-16 välillä ja jokaisella on oma osoitteensa. Isäntä aloittaa sarjaliikenteen muodossa olevan viestinnän. Viestintä voi olla kysely tietyn orjalaitteen osoitteeseen, johon tältä odotetaan vastaus tai lähetys kaikille orjalaitteille, jolloin vastausta ei odoteta (ABB Oy 1995, 5.). Modbus-väylästä on olemassa kolme lähetystapaa:

- Modbus RTU (Remote Terminal Unit)
- Modbus ASCII (American Standard Code for Information Interchange)
- Modbus TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

Sarjaliikenneväylissä yleisimmin käytetään vain Modbus RTU- ja ASCII-lähetystapaa, joista RTU on käytössä tarkasteltavissa taajuusmuuttajakäytöissä. Modbus RTU:n tapauksessa isäntälaitteelta orjalaitteelle lähetetään orjalaitteen osoite, funtiokoodi, funktion data ja 16-bittinen Cyclic Redundancy Check -tarkistussumma (CRC). Saatuaan käskyn orjalaitteelle toteuttaa sen ja onnistuttuaan siinä se palauttaa vastauskehysten, joka sisältää orjalaitteen osoitteen, funktiokoodin, mahdollisen palautettavan datan ja CRC-tarkistussumman. (Piikkilä & Sahlstén 2006.)

5.2 Sarjaliikennestandardit

5.2.1 RS-232

RS-232 standardi määrittelee yleisesti käytössä olevan sarjaliikennetavan. RS-232 on alkujaan modeemiliikennettä varten kehitetty tiedonsiirtotapa, jossa data siirtyy sarjamuotoisena peräkkäisinä bitteinä. Standardin määrittelemänä liikennöinti on joko asynkronista tai synkronista, joista käytössä on yleensä asynkroninen muoto. RS-232-liitäntä on liitäntästandardi ja tietoliikenneportti, joka suunniteltu kahden laitteen väliseen tietoliikenteeseen matalilla nopeuksilla. Toisin sanoen, käytössä voi olla yksi lähetin ja yksi vastaanotin. Kaapeloinnissa maksimipituus on 30–60 metriä ja liitännässä käytetään yleensä joko 9- tai 25-nastaista D-liitintä. (Piikkilä & Sahlstén 2006.)

5.2.2 RS-485

RS-485 on sarjaliikennestandardi ja differentiaalinen sarjaväylä, joka on suunniteltu pääasiassa teollisuuden ohjausjärjestelmien tiedonsiirtoon. RS-485 mahdollistaa useiden laitteiden liittymisen väylälle yhtä aikaa. Liikennöinti on vuorosuuntaista ja käytössä voi olla 32 lähetintä ja 32 vastaanottajaa.

Käytännössä RS-485 esiintyy kahtena versiona. Käytössä voi olla yksi kierretty johdinpari, johon kaikki laitteet ovat kytkettyinä ja kommunikointi tapahtuu molempiin suuntiin yhtä linjaa pitkin. Tätä menetelmää käytettäessä vain yksi lähetin saa olla aktiivinen kerrallaan. Toisessa menetelmässä on kaksi kierrettyä johdinparia, missä toinen johdinpari on tarkoitettu tiedon siirtoon orjalaitteelta isännälle. Näin ollen kommunikointi voidaan toteuttaa useamman pisteen välillä. (Piikkilä & Sahlstén 2006.)

6 LINJAKÄYTTÖJEN OHJAUS JATKUVAVALUKONEELLA 6

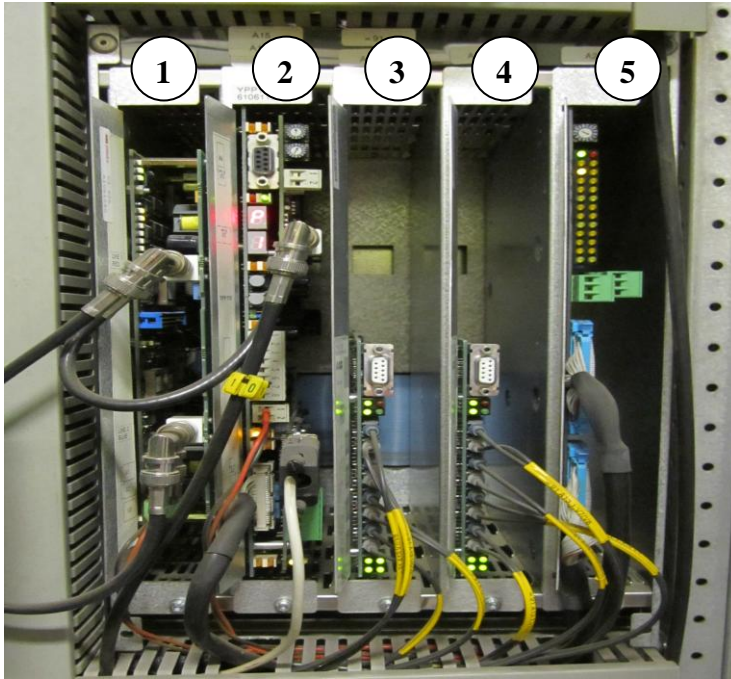
Jatkuvavalulaitoksen automaatiomaatiojärjestelmässä on suuri osa linjakäyttöjen laitteistosta liitetty hajautettuun Metson automaatiojärjestelmään. Metson automaatiojärjestelmä toimii ylimpänä ABB:n taajuusmuuttajakeskusten linjakäytön ohjauksessa, suorittaen ohjauksen ABB:n APC-sovellusohjaimien välityksellä. Käytännössä valuprosessissa nopeuden säätöön ja ohjaukseen vaikuttavat myös kaasuleikkauskoneen logiikalta tulevat viestit. Valukoneen jälkeisen rullaradan laitteistot ja taajuusmuuttajat ovat kaasuleikkauskoneessa käytettävän Siemens S5-logiikan ohjaamia. Taajuusmuuttajille ohjeet kuitenkin siirretään Metson järjestelmän kautta (Pehkonen 2011).

6.1 ABB:n APC-sovellusohjaimet

ABB:n valmistamat APC-sovellusohjaimet ovat ohjelmoitavia kehikkoon asennettavia ohjainkortteja, jotka on suunniteltu sähkökäyttöjen hajautettuun ohjaukseen. Käytössä olevat sovellusohjaimet kuuluvat ABB:n APC2-sovellusohjainsarjaan ja niiden ohjelmointi tapahtuu Function Chart Builder -ohjelmointityökalulla (FCB). Ohjainkortit on asennettu viisiuraisiin kehikkoihin ABB:n kaappimoduulien sisälle.

Yhteys vaihtosuuntaajien ohjausyksiköihin tapahtuu optisella Distributed Drives Communication System -sarjaliikenneväylällä (DDCS), jolla liitytään NAMC-03-kortin optiseen CH0-kanavaan. Yhdellä sovellusohjaimella on suunniteltu ohjattavan korkeintaan neljää vaihtosuuntaajaa, joihin optinen liittyminen tehdään APC-kehikoilla olevista liityntäkorteista. Kahdella liityntäkortilla voidaan ohjattavien vaihtosuuntaajien määrä nostaa kahdeksaan. JVK 6:lla kyseisiä APC-sovellusohjaimia on käytössä viisi kappaletta ja yksittäisellä sovellusohjaimella ohjataan 4-8 vaihtosuuntaajaa. Suuremmissa käytöissä, kuten jatkuvavalukoneillakin, APC-sovellusohjaimet on linkitetty toisiinsa Advant Fieldbus 100 -väylällä (AF 100), jossa kaapelointi on tehty koaksiaalikaapelilla. (ABB Oy 1998).

Yksi sovellusohjain (APC 1) poikkeaa muista linjakäytön neljästä APC-sovellusohjaimesta varustelultaan. Lisänä muihin nähden sen kehikolle on asennettu I/O-laajennuskortti (YPQ111A) sekä väyläohjainkortti AF 100-väylän hallintaan (KUVIO 15).



KUVIO 15. APC1 sovellusohjain JVK 6:lla.

TAULUKKO 4. Selitykset kuvioon 15

1	CI626-väyläohjainkortti AF 100-väylälle
2	APC-kortti YPP110A, joka sisältää YPK113A-kortin Modbus-väyläliitynnälle sekä YPK112A-kortin AF 100-väylään
3	YPQ112A-kortti DDACS-liityntään vaihtosuuntaajille (TAULUKKO 4)
4	YPQ112A-kortti DDACS-liityntään vaihtosuuntaajille (TAULUKKO 4).
5	I/O-laajennuskortti YPQ111A, jossa 16 digitaalituloa, 8 digitaalilähtöä, 8 analogiatuloa sekä 4 analogialähtöä

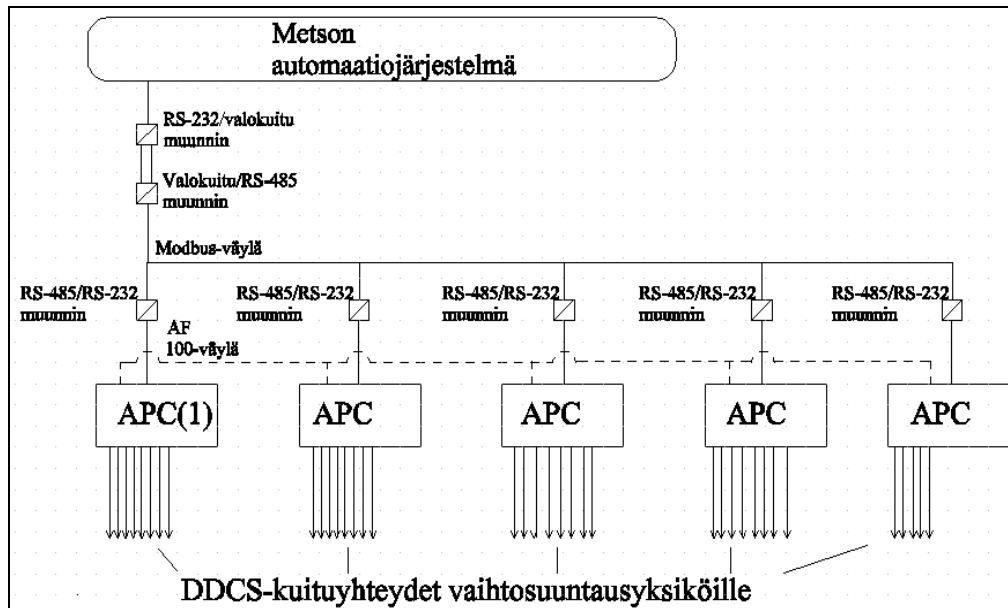
TAULUKKO 5. APC-sovellusohjaimien DDCS-liityntäkorttien (YPQ112A) ohjaukset, jossa irr.rulla=irrotusrulla, l.rulla=leikkauspöytäruulla, vast.rulla= vastaanottorulla

Liityntäkortti	APC 1	APC 2	APC 3	APC 4	APC 5
Kanava 1	Teräsenkka Y	Vetorulla 4Y	Vetorulla 9A	Irr.rulla 3	Vast.rulla 11
Kanava 2	Teräsenkka A	Vetorulla 5Y	Vetorulla 10Y	Irr.rulla 4	Vast.rulla 12
Kanava 3	Välisenkka Y	Vetorulla 6Y	Vetorulla 10A	Irr.rulla 5	Vast.rulla 13
Kanava 4	Välisenkka A	Vetorulla 7Y	Vetorulla 12Y	L.rulla 6	Vast.rulla 14
Kanava 1	Kylmäaihiovinssi	Vetorulla 7A	Vetorulla 12A	L.rulla 7	Vast.rulla 15
Kanava 2	Vetorulla 1Y	Vetorulla 8Y	Vetorulla 14Y	L.rulla 8	
Kanava 3	Vetorulla 2Y	Vetorulla 8A	Vetorulla 14A	L.rulla 9	
Kanava 4	Vetorulla 3Y	Vetorulla 9Y	Irr.rulla 2	Vast.rulla 10	

6.2 Tiedonsiirto Modbus-väylällä

Linjakäyttöjä JVK 6:lla ohjaavan Metson automaatiojärjestelmän prosessiasemakaappi sijaitsee valutason alapuolella sähkötilassa 63, josta on sarjaliikenneväylällä yhteys sähkötilassa 64 sijaitseviin vaihtosuuntaajia ohjaaviin APC-sovellusohjaimiin. Modbus-väylää ja sarjaliikennettä käyttäen tietoa siirretään Metson automaatiojärjestelmän ja APC-sovellusohjainkorttien välillä. Modbus RTU -käytännön mukaisesti väylällä ei ole mitään liikennettä ennen kuin isäntänä toimiva Metson järjestelmä aloittaa liikennöinnin.

Kaapelointi prosessiaseman ja APC-sovellusohjaimien välillä on toteutettu pääasiallisesti valokuidulla RS-485/valokuitu-muuntimia käyttäen. Liittymiset väylän molemmissa päissä on tehty RS-232-liitännöillä. Valokuituyhteys muutetaan RS-485 käytäntöön ennen liittymistä APC-sovellusohjaimien sarjaliikennekorttien RS-232-liittimiin. Liityntä on ketjutettu kaikille viidelle APC-sovellusohjaimelle ensimmäiseltä APC-sovellusohjaimelta ja jokaisella ohjaimella on oma RS-485/RS-232-muunnin. Metso lähettää tietoja vain yhdelle APC-sovellusohjaimelle (APC 1), joka puolestaan välittää tiedot AF 100 -väylän avulla toisille APC-sovellusohjainkortteille. Sovellusohjaimet välittävät muokkauksen jälkeen tiedot yksittäisille vaihtosuuntaajille (KUVIO 16).



KUVIO 16. Ohjausjärjestelmän rakenne JVK 6:lla.

Modbus-väylää myöten siirtyy Metson järjestelmästä 16 bittisenä seuraavat tiedot:

- nopeusohjeet 1 ja 2
- käynninesto 1 ja 2
- ohjeen valinta 1 ja 2
- väylän tarkistutiedot
- vikojen kuittaus

Nopeus-, käynninesto- ja ohjeenvalintatiedot on jaettu kahteen ryhmään, sillä myös linjakäyttö on ohjelmallisesti jaettu kahteen ryhmään. Ryhmittely tehdään valutilanteen mukaan joko uudelle tai vanhalle valulle. Metso lähettää vaihtosuuntaajille tilanteen mukaan tiedon (valintabitti) kumpaa nopeusohjetta niiden tulee noudattaa. Varsinainen nopeusohje muodostetaan mm. teräslaadun ja valukoon perusteella. Lisäksi nopeusohje on skaalattu eri tavalla sektioiden kaarevan osuuden ylä- ja alapuolisille moottoreille, jotta ulompi rulla pyörisi nopeammin valutilanteessa.

Irroituspöytä-, leikkauspöytä- ja vastaanottorullaratojen kohdalla Metson järjestelmästä saatuihin taajuusohjaukseen perustuviin nopeusohjeeseen APC-kortit lisäävät kiinteän taajuusvakion. Tällä tavoin moottorien kuormitus saadaan nostettua sopivalle tasolle.

Poikkeuksena muiden käyttöjen Modbus-väylältä saamiin nopeusohjeisiin, teräs- ja välisenkkapöytien vaihtosuuntaajille nopeusohjeet lähetetään ristikytkennän kautta analogisesti suoraan niiden ohjausyksiköihin.

Vaihtosuuntaajilta puolestaan siirtyy Modbus-väylää myöten Metson järjestelmään väylän tilatiedot, vaihtosuuntaajien tilasanat (TAULUKKO 6) sekä moottorin pyörintänopeus- ja momenttitiedot. Moottoreilta, joissa ei ole käytössä pulssiantureita, annetaan pyörintänopeustiedon sijaan taajuuden oloarvo. Käytännössä Metso käy lukemassa edellämainitut tiedot jokaiselta APC-sovellusohjainkortilta. (Salminen 2011.)

TAULUKKO 6. Vaihtosuuntaajien tilasanan bitit

Bitti	Bitin tila ja merkitys
Bitti 0	1= Käyntivalmis
Bitti 1	1= Käynnissä
Bitti 2	1= Vika
Bitti 3	1= Käynti sallittu (ei käynninestoa tai hätäseis painamatta)
Bitti 4	1= Oikosulku
Bitti 5	1= Ohjelmallinen ylivirta
Bitti 6	1= DC-ylijännite
Bitti 7	1= Ylilämpö
Bitti 8	1= Maasulku
Bitti 9	1= DC-alijännite
Bitti 10	1= Pulssianturivika
Bitti 11	1= I/O-tietoliikennevika
Bitti 12	1= Ylivirta tai NINT-kortin vika
Bitti 13	1= APC:n ja vaihtosuuntaajan välinen tietoliikennevika
Bitti 14	1= Moottori jumissa
Bitti 15	1= Moottorin vaihe puuttuu

6.3 Modbus-väylän ulkopuolinen liikennöinti

Kaikkea tiedonsiirtoa ei tehdä Modbus-väylän kautta, vaan osa liikennöinnistä Metson ja APC-sovellusohjaimien välillä tapahtuu Metson I/O- ja ristikytkentäkaappien kautta tai suoraan ohjauspulpeteista vaihtosuuntaajien ohjausyksiköihin. Ohjauskaapelit tuodaan I/O- ja ristikytkentäkehikoilta sekä ohjauspulpeteilta taajuusmuuttajakeskuksen kentässä 1 sijaitsevaan ristikytkentäkaappiin, josta ne viedään APC-sovellusohjaimille ja

vaihtosuuntaajien ohjausyksiköille. APC-sovellusohjaimien kanssa on samaan kaappimoduuliin asennettu I/O-riviliitinkortteja, jotka mahdollistavat digitaalisten ja analogisten viestien vastaanottamisen ja lähettämisen.

6.3.1 I/O-riviliitinkortti SNAT602TAC

APC1-, APC3-, APC4- ja APC5-ohjaimille tuodaan samoissa kaappimoduuleissa olevien riviliitinkorttien kautta digitaalitietoja, jotka koskevat niiden ohjauksessa olevia vaihtosuuntaajakäyttöjä. Esimerkiksi valutason ohjauspulpeteissa olevat huoltoajopotentiometrit on kytketty APC1-ohjaimelle kyseisen riviliitinkortin analogiatulon kautta. Saatuaan huoltoajopotentiometriltä nopeusohjeen, APC1 välittää sen muille linjakäytön vaihtosuuntaajille. Ohjauspulpetista voidaan kytkimillä valita mitä vaihtosuuntaajia huoltoajolla halutaan ohjata, jonka jälkeen valittujen vaihtosuuntaajien ohjausyksiköihin saadaan digitaalituloina käynnistys- ja suuntatieto (DI3 ja DI5). Huoltoajo-ohjeet menevät tärkeässä Modbus-väylältä tulevien ohjausten edelle (Salminen 2011.).

APC3-, APC4- ja APC5-sovellusohjaimien riviliitinkortteille tuodaan digitaaliviestejä mm. silloin, kun niiden käyttöjä ajetaan ryhmäajona. Tällöin irroitus-, leikkauspöytä- ja vastaanottorullaratojen käytöille annetaan suuntaohje ja tarvittava nopeuden lisäystieto. Metson järjestelmää ohjeistaa ryhmäajon aikana kaasuleikkauskoneen logiikka. Myös leikkauspöytää siirrettäessä kaasuleikkauskoneen logiikka antaa leikkauspöydän rullastojen vaihtosuuntaajille käynninesto-ohjeen Metson järjestelmän kautta.

6.3.2 I/O-laajennuskortti YPQ111A

APC1-sovellusohjaimen kehikolla olevan I/O-laajennuskortin avulla Metson järjestelmästä lähetetään kyseiselle sovellusohjaimelle digitaaliviestinä:

- Nopeusryhmien 1 ja 2 käynnistys- ja suuntatieto
- Puhkeamanestotiedot (nopeusryhmät hidastetaan tietyillä rampeilla)
- Vetorullasektioiden 1-5 kylmäaihion asetusajoon liittyvät ohjeet

Kyseistä laajennuskorttia käytetään myös silloin, kun APC1 lähettää nopeuden oloarvon analogiaviestinä kokillin pinnansäätöön ja ohjauspulpettien paneelimittareille.

Käytettäessä YPQ111A-laajennuskorttia tarvitaan aina yhteyskortiksi YPT111A-riviliitinkortti, jonka kautta kentälaitteiden tulot ja lähdöt tehdään (KUVIO 17). Kuviossa 16 kaapeloinnit viedään liittimiltä X2 ja X3 APC1-ohjaimen I/O-laajennuskortille. Liittimestä X2 lähtevää kaapelia käytetään analogiatuloille ja -lähdöille. Liittimen X3 kautta tapahtuu digitaalinen viestintä.



KUVIO 17. Riviliitinkortti YPT111A.

6.3.3 Tilatiedot käytöiltä

Osa kentälaitteiden tilatiedoista viedään suoraan Metson järjestelmään I/O- ja ristikytkentäkaappien kautta. Kaikilta käytöiltä viedään järjestelmään moottoreiden turvakytkimien apukosketintiedot sekä vaihtosuuntaajien pääkytkimien ja

termistorireleiden kosketintiedot. Niiltä käytöiltä, jotka on varustettu pulssiantureilla ja jarruilla, viedään järjestelmään pulssianturiviestit sekä jarrujen ohjauskontactorien kosketintiedot.

6.4 Vaihtosuuntaajien pakko-ohjaus

Mahdollisten häiriötilanteiden varalle on vaihtosuuntaajien ohjausjärjestelmään tehty pakko-ohjaus. Pakko-ohjauksessa suljetaan painokytkimillä haluttu pääkontactori (KUVIO 18), jonka jälkeen voidaan vaihtosuuntaajilla ajaa vetorullasektioita sekä irroitus-, leikkauspöytä- ja vastaanottorullastoja eteen ja taaksepäin vakionopeudella. Pakko-ohjaus ohittaa mahdolliset päällä olevat lukitukset, jotka ovat aiheutuneet esimerkiksi hätäseispiiristä tai käynninestosta. Pakkoajo voidaan suorittaa joko ohjaamon pulpetista tai vaihtosuuntaajakeskuksen kentässä 1 sijaitsevan ristiyhteyttäkaapin oveen sijoitetuilla käyttökytkimillä. Pakko-ohjauksesta viedään kentän 1 kautta digitaaliviesti suoraan vaihtosuuntaajien ohjausyksiköissä olevien NIOC-01-korttien digitaalituloihin. (Salminen 2011.)



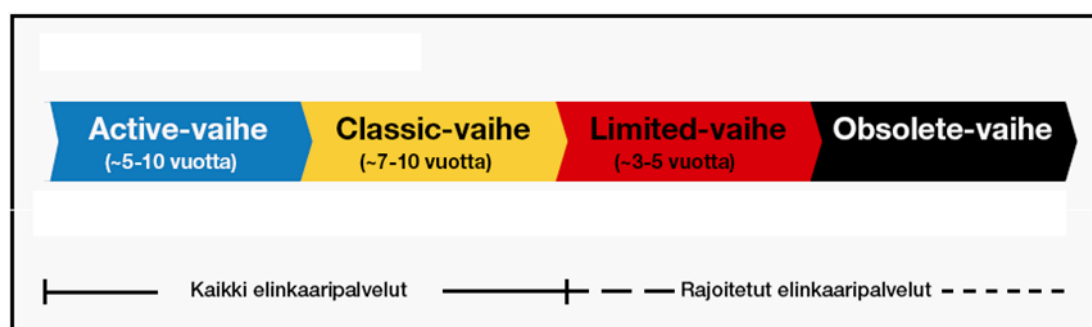
KUVIO 18. Pakko-ohjauspainikkeet kentän 1 ristiyhteyttäkaapin oveassa.

7 KÄYTTÖJEN ELINKAARITARKASTELU

7.1 Elinkaaren hallintamalli

ABB:n taajuusmuuttajien elinkaarien hallinnassa käytetään hyväksi nelivaiheista mallia. Mallin avulla eri taajuusmuuttajasukupolvia voidaan hallita suunnitelmallisesti, jolloin vaihto seuraavan sukupolven taajuusmuuttajaan käy hallitusti. ABB:n mallissa tuotteen elinkaari on jaettu active-, classic-, limited- ja obsolete-vaiheisiin (KUVIO 19). Elinkaaren vaihe määrittelee saatavilla olevat elinkaaripalvelut.

Active-vaiheessa tuote on tavallisesti 5-10 vuoden kuluttua kyseisen mallin myynnin alkamisesta. Laite on edelleen valmistajan tuotannossa ja varaosat, huolto- ja käyttöönottopalvelut ovat saatavilla. Classic-vaiheessa sarjatuotanto on päättynyt mutta laitteelle on saatavissa täysi tuotetuki sekä mahdollisia teknisiä päivityksiä. Limited-vaiheessa tuotteen valmistus on lopetettu kokonaan ja varaosia on saatavilla niin kauan kuin niiden komponentteja ja materiaaleja on saatavilla. Tässä vaiheessa ABB suosittelee jo taajuusmuuttajan vaihtoa uuteen. Obsolete-vaiheessa ABB ei enää tue laitetta teknisesti tai teknologiaa ei ole saatavilla. Tuotetukea ja kunnossapitopalveluita ei enää tässä vaiheessa voida taata. (ABB Oy 2008.)



KUVIO 19. ABB:n taajuusmuuttajien elinkaarenhallinnan vaiheet (ABB Oy 2008).

Kuviossa 19 esitettyä hallintamallia käytetään myös ABB:n prosessinohjauslaitteiden elinkaaritarkasteluissa. Käytössä olevien APC2-ohjaimien elinkaaren hallinta perustuu vastaavaan malliin.

7.2 Nykyisten käyttöjen tila

Jatkuvavalukoneiden linjakäytöissä olevat ABB:n taajuusmuuttajakeskukset kaikkine moduuleineen ja kojeineen on otettu käyttöön vuosina 1998–1999. ABB:n vuonna 2008 tekemän elinkaarikartoituksen avulla nähdään, että kaikkien kolmen jatkuvavalulaitoksen taajuusmuuttakäytöt ovat classic-vaiheessa vielä vuoteen 2013 saakka (LIITE 3). Kyseisten mallien sarjatuotanto on lopetettu 2004 mutta varaosien saatavuus pitäisi olla vielä kohtuullista (TAULUKKO 7). ABB:lle tehdyn yhteydenoton perusteella kyseisten käyttöjen pitäisi olla vielä hyvässä kunnossa ja tarvetta täydelle uudistamiselle ei ole. Kuitenkin käytännön kokemukset ovat osoittaneet tiettyjen varaosien saatavuuden heikoksi. Selvitysten mukaan mm. NAMC-03-kortin saatavuus on satunnaista ja pääasiassa sitä saadaan vain korjattuna korttina.

Käytössä olevien APC2-sovellusohjainten suhteen ABB on 2010 antanut ilmoituksen elinkaaren tilanteesta. Tällä hetkellä ohjaimet ovat classic-vaiheessa ja 2014 siirtyvät limited-vaiheeseen.

TAULUKKO 7. Ote ABB:n 2008 suorittamasta elinkaarikartoituksesta

ABB Oy, Service							A	C	L	O										
Life Cycle Status / Legend: A=Active, C=Classic, L=Limited, O=Obsolete							2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ihe, Terässlatto Uusintaehdotus 12/2008 JM/ABB																				
Tyyppi	Laitapaikka	Valmistaja Tyyppi	Valmistus- tai sarjanumero	Asennus vuosi	Tuot. lop.															
ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-4-Y	ABB ACS600 MD	17302178		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-5-Y	ABB ACS600 MD	17302054		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-6-Y	ABB ACS600 MD	17302179		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-7-Y	ABB ACS600 MD	17302302		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-7-A	ABB ACS600 MD	17301996		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-8-Y	ABB ACS600 MD	17302053		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-8-A	ABB ACS600 MD	17302299		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-9-Y	ABB ACS600 MD	17302181		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-9-A	ABB ACS600 MD	17380406		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-10Y	ABB ACS600 MD	17302063		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-10A	ABB ACS600 MD	17302298		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-12Y	ABB ACS600 MD	17302301		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-12A	ABB ACS600 MD	17290833		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-14Y	ABB ACS600 MD	17280556		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O

8 VAIHTOEHDOT TAAJUUSMUUTTAJAKÄYTTÖJEN UUSIMISESSA

Seuraavassa osiossa on kartoitettu eri vaihtoehtoja taajuusmuuttajakäyttöjen uusimisesta niin ohjausjärjestelmän kuin vaihtosuuntaajienkin osalta. Asiasta on jo aiempinakin vuosina tehty alustavia selvityksiä ja tarjouspyyntöjä alan yritysten kanssa. Vaihtoehtoja toteutukselle voidaan soveltaa useita, koska käytössä on kolme jatkuvavalukonetta, joiden taajuusmuuttajakäytöt eivät poikkea paljon toisistaan. Väyläratkaisuna on uudessa ohjausjärjestelmässä tarkoitus käyttää Profibus DP-protokollaa.

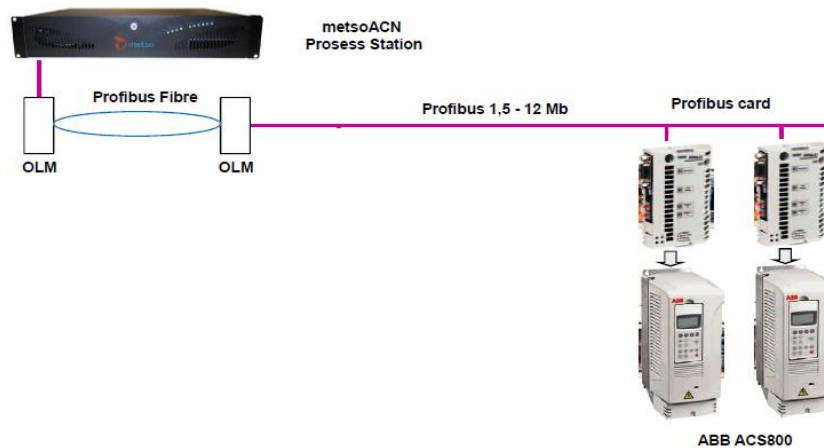
8.1 Vaihtoehto 1: Vaihtosuuntausyksiköiden uusiminen ja APC-sovellusohjaimien poisto jatkuvavalukoneella 6

JVK 6:sta uudistettaessa vaihtosuuntausyksiköiden osalta nykyinen ACS600-sarja vaihdetaan uudempaan ABB:n taajuusmuuttajasarjaan hyödyntäen olemassa olevien linjakäyttöjen kaappirunkoja, tasasuuntausyksiköitä ja DC-kiskostoja. Varteenotettavia korvaavia malleja voidaan soveltaa joko ACS800-sarjasta tai uudemman ACS880-sarjan vaihtosuuntaajamoduuleista. Uudistamista suunniteltaessa on huomioitava mahdolliset mekaanisesti tehtävät muutokset ABB:n kaappien rakenteessa. ABB:lle tehtyjen yhteydenottojen perusteella mm. kaapin ilmankiertojärjestelmässä on mahdollisesti tehtävä muutoksia vaihdettaessa laitteita uudempaan vaihtosuuntaajasarjaan.

Ohjausjärjestelmän muutoksessa APC-sovellusohjaimet poistetaan ja niiden sisältämät ohjelmasovellukset siirretään ylempään automaatiojärjestelmään, mikä tässä tapauksessa on Metson automaatiojärjestelmä. APC-ohjaimien kanssa samoissa kaappimoduuleissa sijaitsevat I/O-kojeet, joiden kautta on tapahtunut osa Modbus-väylän ulkopuolisesta tietoliikenteestä, poistetaan myös käytöstä ja siirretään Metson I/O- ja ristikytkentäkehikoille. Tässä kohtaa on huomioitava kuinka uudessa järjestelmässä toteutetaan mm. huolto-ajon nopeusohje ja muu ohjauspulpeteista tuleva viestintä, joka on aiemmin tehty poistettavien I/O-kojeiden riviliitinkorttien (SNAT602TAC) kautta. Lisäksi on huomioitava APC1-ohjaimen I/O-laajennuskortin kautta tapahtuva liikennöinti, josta mainittakoon mm. Metsolta tulevat nopeusryhmiä koskevat käynnistysohjeet sekä kortilta lähtevät analogiset nopeustiedot.

Vaihtosuuntaajien osalta ohjausyksiköiden käyttökohtaiset erikoisohjelmavellukset siirretään Metson järjestelmään ja ohjausyksiköihin ladataan ABB:n standardi-ohjelmat. Muutoksen jälkeen vaihtosuuntaajien ohjausyksiköt liittyvät suoraan Metson järjestelmään Profibus-väylässä omilla väyläsovittimillaan (KUVIO 20). Profibus-väylän kaapelointi suoritetaan osittain RS-485:n mukaisesti kierretyllä parikaapelilla mutta pidemmät kaapelointiosuudet toteutetaan valokuitukaapelilla käyttäen apuna tarvittavia muuntimia.

Metson automaatiojärjestelmään tarvitaan uudessa järjestelmässä mm. Application and Control Node -prosessiasema (ACN) sekä tarvittavat I/O- ja ristikytkentäkehikot, joista on tarkempi luettelo liitteessä 2.



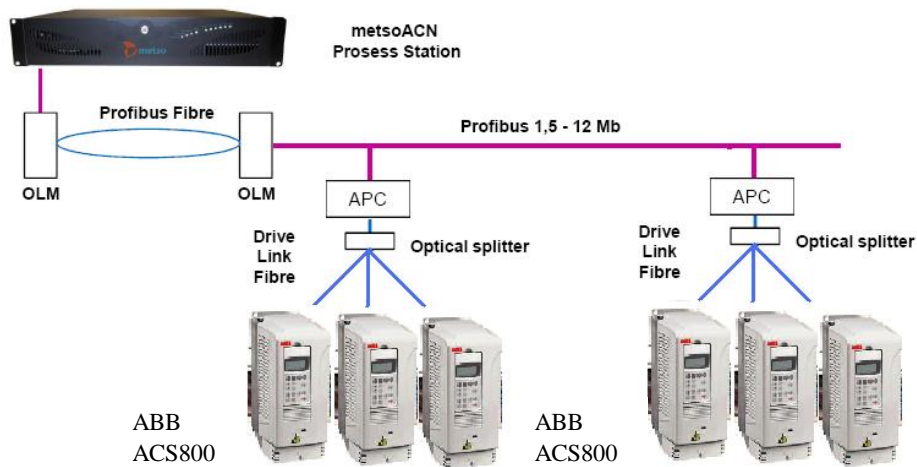
KUVIO 20. Liityntäperiaate uudessa ohjausjärjestelmässä.

8.2 Vaihtoehto 2: Jatkuvavalukoneen 6 vaihtosuuntaajayksiköiden uusiminen ja APC-ohjaimien sovellusmuutos

Vaihtoehtoisesti uusitaan JVK 6:lla pelkästään vaihtosuuntausyksiköt ja pidetään APC-sovellusohjaimet käytössä tarvittavilla ohjelmistomuutoksilla siinä määrin, että ne toimivat ikään kuin ”postilaatikkona” välittäen Metson järjestelmästä tulevat käskyt vaihtosuuntaajille ja vastaavasti keräävät tietoja vaihtosuuntaajilta Metson järjestelmään. Tiedonsiirto tapahtuu profibus-väylällä, johon liittymistä varten APC-sovellusohjaimet

varustetaan profibus-liityntäkorteilla. APC-ohjaimien I/O-kojeistot siirretään tässäkin vaihtoehdossa Metson I/O- ja ristikytkentäkehikoille.

APC-sovellusohjaimilta liitytään yksittäisten vaihtosuuntaajien ohjausyksiköihin olemassa olevilla DDCS-valokuituyhteyksillä (KUVIO 21). Ohjausyksiköiden linjakohtaiset ohjelmasovellukset siirretään vaihtoehdon 1 mukaisesti Metson järjestelmään ja ohjausyksiköihin ladataan ABB:n standardi-ohjelmat.



KUVIO 21. Ohjausjärjestelmän liittymisperiaate vaihtoehdossa 2.

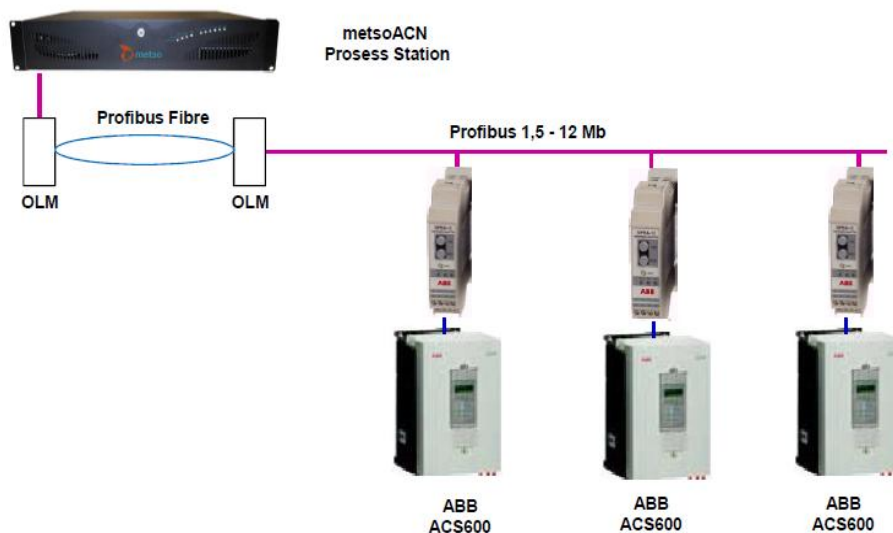
8.3 Vaihtoehto 3: APC-sovellusohjaimet poistetaan jatkuvalukoneilla 4 ja 5 uusittaessa jatkuvavalukoneen 6 vaihtosuuntaajat

Yhtenä vaihtoehtona on toimeksiantajan pyynnöstä huomioitu muutokset JVK 4:llä ja 5:llä. APC-sovellusohjaimien poisto JVK 4:llä ja 5:llä voidaan tehdä joko siinä yhteydessä kun JVK 6:n vaihtosuuntaajat uusitaan tai tietyllä aikavälillä uusimisen jälkeen. Pelkästään APC-sovellusohjaimien poisto linjakäytöistä edellyttää vaihtoehdossa 1 selvitetty toimenpiteet, jolloin APC-ohjainkorttien ohjelmasovellutukset ja ohjaukorkteihin liittyvät I/O-kojeet poistetaan. Nykyiset vaihtosuuntaajamoduulit pidetään käytössä ja niiden ohjausyksiköihin ladataan ABB:n standardi-ohjelmistot, jolloin linjakohtaiset erikoisohjelmat siirretään Metson automaatiojärjestelmään. Lisäksi ohjausyksiköt

varustetaan profibus-väyläsovittimilla, jolloin kommunikointi tapahtuu suoraan Metson järjestelmän kanssa profibus-väylän kautta (KUVIO 22).

JVK 4:llä ja 5:llä APC-ohjaimiin liittyvät I/O-kojeistot poikkeavat hieman JVK 6:sta, sillä I/O-laajennuskortteja (YPQ111A) on käytössä enemmän. Ohjausjärjestelmän muutoksen osalta on käytännön toteutus JVK 4:llä ja 5:llä todennäköisesti helpompi verrattuna JVK 6:een. JVK 6:lla linjakäyttöjen prosessinohjauslaitteet koostuvat kolmen eri sähkötilan kojeista. Poiketen JVK 6:n automaatiojärjestelmän hajautetusta rakenteesta, on JVK 4:llä ja 5:llä yhteinen sähkötila, jossa on samassa tilassa kaikki linjakäyttöihin liittyvät prosessinohjauslaitteet. Näin ollen uuden järjestelmänmuutoksen yhteydessä mm. kaapelointi lisättävien prosessilaitteiden välillä on helpompi ja yksinkertaisempi toteuttaa.

Vaihtoehdon mukaisesti JVK 6:n vaihtosuuntaajat saataisiin varaosiksi JVK 4:lle ja 5:lle. Poikkeuksena on JVK 4:llä ja 5:llä käytettävät 60 kVA:n vaihtosuuntaajat, joille ei jäisi varalaitteita JVK 6:lta. Jatkuvavalukoneelle 6 puolestaan saataisiin varaosiksi JVK 4:ltä ja 5:ltä poistettavat APC-ohjaimet kojeineen.



KUVIO 22. Vaihtoehdossa 3 nykyiset vaihtosuuntaajat liittyvät väylään sovittimillaan.

9 YHTEENVETO

Tuotannon kannalta tärkeissä kohteissa, joihin jatkuvavalukoneetkin lukeutuvat, kannattaisi laitteistolle tehdä uudistukset hyvissä ajoin. Tällöin voitaisiin mm. käyttövarmuutta ja suorituskykyä parantaa sekä saataisiin järjestelmään mahdollisesti uusia ominaisuuksia. Ohjausjärjestelmää yksinkertaistettaessa poistamalla APC-sovellusohjaimet käytöstä saataisiin automaatiojärjestelmässä mm. viivettä lyhennettyä.

Valmistajan tekemän tuotepäivityksen pohjalta tarvittavat uudistukset taajuusmuuttajakäyttöihin kannattaisi tehdä viimeistään kolmen vuoden sisällä ennen kuin käytöt siirtyvät elinkaarensa limited-vaiheeseen. Uusiminen olisi järkevintä toteuttaa vaihtoehdon 1 mukaisesti aloittaen JVK 6:sta. Näin ollen uudistamisessa ylijäävällä kalustolla helpottuisi nykyinen tilanne kriittisten varaosien kuten vaihtosuuntaajien ohjauspiirin korttien osalta JVK 4:llä ja 5:llä. Ottaen huomioon komponenttien vanhentumisen ja sen, että varaosiksi jäävät laitteet ovat käytettyjä, saataisiin varaosatilanne katettua arviolta 2-3 vuodeksi. Samalla saataisiin muodostettua jatkoa ajatellen selvä toimintamalli uudistamisen toteuttamistavasta muille jatkuvavalukoneille.

Vaihtoehdon 1 mukaisen uudistamisen kustannukset muodostuvat pääasiassa kahdesta keskimäärin yhtä suuresta kulusta, jotka ovat Metson järjestelmään tehtävät ohjelmistomuutokset prosessilaitteineen sekä uudet vaihtosuuntaajahankinnat. Viitteellisillä hinnoilla laskettuna maksaisi yhden valukoneen automaatiojärjestelmän ohjelmamuutokset, prosessilaitteiden hankinnat sekä vaihtosuuntausyksiköiden uusiminen nykyisiin kaappirunkoihin kaikkiaan noin 350 000 - 400 000 euroa. Laskelmassa vaihtosuuntaajamoduulien uusiminen sisältää myös käyttöönoton osuuden. Tuotantoa ajatellen vaihtoehdon 1 mukainen järjestelmän uudistaminen vaatii arviolta noin kahden viikon seisakkiajan.

Uusittaessa vaihtosuuntaajia vaihtoehdossa 1 esitetyllä tavalla on huomioitava, että JVK 4:llä ja 5:llä on terässenkkapöytien moottorien ohjauksessa teholuokaltaan 60 kVA:n vaihtosuuntaajat, kun taas JVK 6:lla on vastaavissa käytöissä 25 kVA:n vaihtosuuntaajat. JVK 6:n vaihtosuuntaajia uusittaessa ei ylijäävistä vanhoista vaihtosuuntaajista löydy varaosia/varalaitteita JVK 4:n ja 5:n terässenkan kääntöpöydille. Myöskään Rautaruukin varastossa ei ole näille käytöille varalaitetta. Terässenkkapöydän kääntö on JVK 4:llä ja 5:llä kuitenkin toteutettu kahdennettuna eli toinen vaihtosuuntaaja on käytännössä varalla

koko ajan. Kyseisten vaihtosuuntaajien kohdalla kannattaisi harkita uusimista samalla kun tehdään mahdolliset hankinnat JVK 6:n uusista vaihtosuuntaajista.

Vaihtoehdon 2 mukaista toimenpidettä, jossa sovellusohjaimet jätetään osittain käyttöön, ei ole järkevää suorittaa. Toimenpide vaatii ajallisesti melkein vaihtoehdon 1 mukaisen tuotantoseisakin ja kustannusmielessä säästö vaihtoehtoon 1 nähden ei ole merkittävä. Lisäksi vaihtoehdossa esitetyn menettelyn jälkeen käytössä on edelleen vanhentuvaa kalustoa ohjausjärjestelmän osalta.

Vaihtoehdossa 3 esitettyjä toimenpiteitä ei ole millään tavalla perusteltua toteuttaa. Vaikka kyseisellä toimenpiteellä saataisiin jokaisella valukoneella uudistettua käyttöä joiltakin osin, vaatisi vaihtoehdon mukainen toteutus kerralla tehtynä liian suuren tuotannollisen seisakin sekä lisäksi käytössä olisi edelleen vanhentuvaa kalustoa. Tarkoituksena vaihtoehdon 3 esityksessä oli tuoda esille asioita, jotka olisi hyvä huomioida jos muutoksia tehdään JVK 4:lle ja 5:lle.

LÄHTEET

ABB Oy, Use of Modbus protocol in CDC 1995, Viitattu 26.1.2011

ABB Oy 1998, ACS600 MultiDrive käyttö ja huolto. Oppilaan kansio, kurssi G330 versio 07–98. Viitattu 19.1.2011

ABB Oy 2001a. ACS 600 MultiDrive Laiteopas. ACA 6xx-taajuusmuuttajat 3...4300 kW. Www-dokumentti. Saatavissa:
[http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/d5a613f885a9ccf3c2256de9005198c4/\\$File/fi_ACA6xxhw_1e_scrres.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/d5a613f885a9ccf3c2256de9005198c4/$File/fi_ACA6xxhw_1e_scrres.pdf). Luettu 18.1.2011.

ABB Oy 2001b. Tekninen opas 8. Www-dokumentti. Saatavissa:
[http://library.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/2e30f9c0e2d07b9ac1256d28004152df/\\$File/Tekninen_opasnro8.pdf](http://library.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/2e30f9c0e2d07b9ac1256d28004152df/$File/Tekninen_opasnro8.pdf). Luettu 20.1.2011

ABB Oy 2001c. ACS 600 Diodisyöttöyksiköt (DSU) 140...5200 kVA käyttöopas. Www-dokumentti. Saatavissa:
[http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/6725f38dfa541309c2256de90050bbc8/\\$File/fiDSU3.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/6725f38dfa541309c2256de90050bbc8/$File/fiDSU3.pdf). Luettu 14.1.2011

ABB Oy 2001d. ACS 600 MultiDrive System description. Air-cooled Drives. Www-dokumentti. Saatavissa:
[http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/026906072796db20c2256def003ec4cd/\\$file/en_600md_systemdescription_3.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/026906072796db20c2256def003ec4cd/$file/en_600md_systemdescription_3.pdf). Luettu 15.1.2011

ABB Oy 2008. ABB:n taajuusmuuttajien elinkaarenhallinta. Www-dokumentti. Saatavissa:
[http://www05.abb.com/global/scot/scot231.nsf/veritydisplay/8aeda73c9d76d318c12576630034f1db/\\$File/SP37_FI_Lifecycle_Management_RevD.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot231.nsf/veritydisplay/8aeda73c9d76d318c12576630034f1db/$File/SP37_FI_Lifecycle_Management_RevD.pdf). Luettu 13.1.2011

ABB Oy 2011, Voltage Source Inverter. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.abb.com/product/ap/seitp322/c1256c84007b2e7ec12569040033ec88.aspx>.
Luettu 5.2.2011

Angeria, K. 2011. Sähköposti- ja puhelinkeskustelu 8.2.2011. Tiltek Oy

Haapakangas, K. 2011. Haastattelu 15.1.2011. Rautaruukki Oyj

Mäkinen, M., Kallio, R. & Tantarimäki, R. 2009. Prosessiteollisuuden sähkö- ja automaatioasennukset. Helsinki: Otava

Niiranen, J. 1999. Sähkömoottorin digitaalinen ohjaus. Helsinki: Otatieto.

Niva, R. 2011. Sähköposti- ja puhelinkeskustelu. ABB Oy.

Oulun seudun ammattikorkeakoulu 2009. Automaatiotekniikka1. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.tekniikka.oamk.fi/~terohi/auto1_s2009u.htm#_Toc147132891. Luettu 20.1.2011

Pehkonen, R. 2011. Haastattelu 22.2.2011. Rautaruukki Oyj

Piikkilä, V. & Sahlstén, T. 2006. Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät. ST-käsikirja 21. Espoo: Sähköinfo Oy.

Ruukki Oyj 2006. Terässulaton yleisesittely. Sisäinen PPT-dokumentti. Luettu 16.1.2011

Ruukki Oyj 2008. Jatkuvavalulinjat. Sisäinen PPT-dokumentti. Luettu 14.1.2011

Ruukki Oyj 2009. Vuosikertomus 2009. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ruukki.com/~media/Files/Investors/Annual%20reports/FI/Ruukki-Vuosikertomus-2009.ashx>. Luettu 16.1.2011

Salminen A. 2011. Sähköposti- ja puhelinkeskustelu 17.1.2011 . ABB Oy.

Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry. 1997. Taajuusmuuttajat. Espoo: Sähköinfo Oy

Teknoliateollisuus ry 2010. Aihoiden valu. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.teknoliateollisuus.fi/file/7434/O_AIHIOIDENVALU.pdf.html. Luettu 16.1.2011

Viiri, M. 2010. Taajuusmuuttajien ohjelman latausohje ACN634 NAMC-03 ohjauskortille. Sisäinen PDF-dokumentti. Tiltek Engineering Oy. Luettu 2.2.2011

Viiri, M. 2010. Taajuusmuuttajien varmuuskopiointi ja varmuuskopion palautus DriveWindow-ohjelmalla. Sisäinen PDF-dokumentti. Tiltek Engineering Oy. Luettu 2.2.2011



TA43332/02
ERITTELY

Jarmo Harjuoja

9.4.2010

SÄHKÖKÄYTÖN OHJAUS

Toimitusrajat

NIMIKE	TOIMITTAJA	
	Ti = tilaaja MA = Metso Automation	
LAITTEET	LAITTEET JA SUUNNITTELU	
Sähkökäytöt, moottorit, pulssitakometrit	Ti	-
Sähkökäyttöjen Profibus sovittimet	Ti	-
metsoDNA prosessiasemat	MA	-
Profibus valokuitumuuntimet	MA	-
metsoDNA I/O-kortit	MA	-
I/O kenttäsuunnittelu	Ti	-
Paikallishjauskytkimet	Ti	-
ASENNUS	MATERIAALI	TYÖ
Moottoreiden mekaaninen asennus	Ti	Ti
Sähkökäyttökaappien asennus	Ti	Ti
Paikallishjauskytkimien asennus tilaajan pulpettiin (tarvittaessa)	Ti	Ti
Paikallishjauspanealien asennus tilaajan pulpettiin (tarvittaessa)	Ti	Ti
KAAPELOINTI	MATERIAALI	TYÖ
Kaapelihyllyt	Ti	Ti
I/O kaapelointi	Ti	Ti
Järjestelmän valokuidut	Ti	Ti
Profibus valokuidut	Ti	Ti
Valokuidun liitinpanelit	MA	MA
Paikallishjauspanealien kaapelointi (tarvittaessa)	Ti	Ti
KÄYTTÖÖNOTTO		TYÖ
Sähkökäyttöjen parametointi	-	Ti
Käyttöjen tyhjäpyöritys ilman metsoDNA:ta	-	Ti
Käyttöjen momentti- ja nopeussäädön viritys	-	Ti
Kireysanturin käyttöönotto ja viritys	-	Ti
metsoDNA järjestelmän pystytys	-	MA
Profibusväylän testaus	-	MA
I/O testaus	-	Ti / MA
metsoDNA sovelluksen käyttöönotto ja viritys	-	MA



TARJOUS YHTEENVETO
Rautaruukki Oyj, Raahе, Finland
Valukoneiden käytöt
9.4.2010

Valukoneiden käytöt

1	DCS
1,1	PROSESSIN SÄÄTÖ JA OHJAUS
1.1.1	Analogiasäädöt ja logiikkaohjaukset
1,2	SÄHKÖKÄYTTÖJEN OHJAUS
1.2.1	Sähkökäyttösovellukset
1,3	KENTTÄLIITYNNÄT
1.3.1	Kehikko-I/O
1.3.2	PROFIBUS-DP väylälaitteet ja tarvikkeet
1.3.3	Keskitetty IO kaappi
1,4	PROSESSINOHJAUSLAITTEET
1.4.1	metsoACN RT PCS
1.4.2	PCS ohjelmistolisenssit
1,5	JÄRJESTELMÄARKKITEHTUURI
1.5.1	Kaapelit
1,6	PROJEKTIPALVELUT
1.6.1	Tehdaskoestus (FAT)
1,7	KÄYTTÖÖNOTTO
1.7.1	Kylmäkoestus
1.7.2	Käyttöönottoapu
1.7.3	Matka- ja ylläpitokustannukset



TEKNINEN ERITTELY
Rautaruukki Oyj, Raahe, Finland
Valukoneiden käytöt
9.4.2010

TA43332/02

Pos.	Koodi	Tuote	Määr.		
1		DCS			
1,1		PROSESSIN SÄÄTÖ JA OHJAUS			
1.1.1		Analogiasäädöt ja logiikkaohjaukset			
	E1170	Binääritulo	60		
	E1180	Binäärilähtö	40		
1,2		SÄHKÖKÄYTTÖJEN OHJAUS			
1.2.1		Sähkökäyttösovellukset			
	D100462	Sähkökäytön ohjaus, yhteinen	1		
	D100464	Sähkökäytön ohjaus, per käyttöryhmä	50		
	D100468	Sähkökäyttöjen reseptimuisti	1		
	D100469	Sähkökäyttöjen reseptimuisti, lisäys	2		
1,3		KENTTÄLIITYNNÄT			
1.3.1		Kehikko-I/O			
	D200533	BIU82 - Binäärituloyksikkö, PNP/NPN tulo	8		
	D200535	BOU8 - Binäärilähtöyksikkö, 24 VDC lähtö	5		
	D200568	I/O-liityntäkehikon perusmoduli	1		
	D200538	SBU - irrotettava kytkinpaneeli simulointikytkimillä	2		
1.3.2		PROFIBUS-DP väylälaitteet ja tarvikkeet			
	D201611	Hirschmann OZD Profi 12M G12 (943 727-321)	4		
1.3.3		Keskitetty IO kaappi			
	F100114	I/O-liityntä, ristik. (AXJ/XC, 3W)	128		
1,4		PROSESSINOHJAUSLAITTEET			
1.4.1		metsoACN RT PCS			
	F100055	ACN RT - DC tai AC syöttö	1		
	D200989	Prosessinsäädön ja liityntöjen perusohjelmisto, per laite	1		
	D200991	Fieldbus-liityntäohjelmisto, per PC tai ACN	1		
	D200162	EFcC - Liityntäyksikkö ja tarvikkeet I/O-kehikon ja metsoACN:n välille,koaks.	1		
	D200576	PROFIBUS-DP liityntäyksikkö, PCI	2		
1.4.2		PCS ohjelmistolisenssit			
	D200990	Prosessinsäädön kapasiteetti / 100 I/O:ta	13		
1,5		JÄRJESTELMÄARKKITEHTUURI			
1.5.1		Kaapelit			
	S423667	Kenttäväylä, TELLU 13, max. 700 m (per m)	20		
1,6		PROJEKTIPALVELUT			
1.6.1		Tehdaskoestus (FAT)			
	E7020	Tehdaskoestus (FAT), sisällytetty:	1		
	E7021	- työvoima 5 hklö/pv			



TEKNINEN ERITTELY
Rautaruukki Oyj, Raahе, Finland
Valukoneiden käytöt
9.4.2010

TA43332/02

Pos.	Koodi	Tuote	Määr.		
1,7		KÄYTTÖÖNOTTO			
1.7.1		Kylmäkoestus			
	C201000	Toimitusrajat: Metso (M) tai asiakas (C)			
	C120400	Pituus viikkoina, 40 tuntia/viikko (8 t/p, 5 p/v, ma-pe)	2		
	C120401	- työvoima (1 henkilöä viikossa)			
1.7.2		Käyttöönnottoapu			
	C310100	Metson toimitukseen sisältyy: - järjestelmän pitäminen toimintakunnossa, - prosessin käyttöönottamiseksi tarv. muutosten tekeminen, - käyttö- ja ylläpitohenkilöstön avustaminen.			
	C120720	Pituus viikkoina, 72 tuntia/viikko (12 t/p, 6 p/v, ma-la)	2		
	C120721	- työvoima (1 henkilöä viikossa)			
1.7.3		Matka- ja ylläpitokustannukset			
	C520100	Matkakustannukset	Sis.		

ABB Oy, Service		Lifecycle Status / Legend: A=Active, C=Classic, L=Limited, O=Obsolete																				
Siirtäjä	Pos. Nr	Tyyppi	Leitepaikka	Valmistaja Tyyppi	Valmistus-tali sarjanumero	Aseennus vuosi	Tuot. lop.	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
26-54-1-200-40-10	L00034	ACN634-0025-3-000N0000902	TERÄSSENKKAPOYTÄ-YLAH.	ABB ACS600 MD	17291678		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00035	ACN634-0025-3-000N0000902	TERÄSSENKKAPOYTÄ-ALAH.	ABB ACS600 MD	17291679		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00036	ACN634-0016-3-000N0000902	VÄLISENKKAPOYTÄ-YLAH.	ABB ACS600 MD	17291374		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00037	ACN634-0016-3-000N0000902	VÄLISENKKAPOYTÄ-ALAH.	ABB ACS600 MD	17212537		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00038	ACN634-0025-3-000N0000902	KYLMAIHIO-VINSSIN-MOOTTORI	ABB ACS600 MD	17291677		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00039	ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-1-Y	ABB ACS600 MD	17302182		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00040	ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-2-Y	ABB ACS600 MD	17302440		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00041	ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-3-Y	ABB ACS600 MD	17302438		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00042	ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-4-Y	ABB ACS600 MD	17302178		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00043	ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-5-Y	ABB ACS600 MD	17302054		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00044	ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-6-Y	ABB ACS600 MD	17302179		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00045	ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-7-Y	ABB ACS600 MD	17302302		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00046	ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-7-A	ABB ACS600 MD	17301996		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00047	ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-8-Y	ABB ACS600 MD	17302053		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00048	ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-8-A	ABB ACS600 MD	17302299		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00049	ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-9-Y	ABB ACS600 MD	17302181		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00050	ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-9-A	ABB ACS600 MD	17380406		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00051	ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-10Y	ABB ACS600 MD	17302063		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00052	ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-10A	ABB ACS600 MD	17302298		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00053	ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-12Y	ABB ACS600 MD	17302301		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00054	ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-12A	ABB ACS600 MD	17290833		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00055	ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-14Y	ABB ACS600 MD	17280556		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O
26-54-1-200-40-10	L00056	ACN634-0011-3-000N0000902	VETORULLA-SEKTIO-14A	ABB ACS600 MD	17302180		2004	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O

ABB Oy, Service		Lifecycle Status / Legend: A=Active, C=Classic, L=Limited, O=Obsolete																				
Sijainti	Pos. Nr	Typpi	Laitepakka	Valmistaja Typpi	Valmistus- tai sarjanumero	Asemus vuosi	Tuot. lop.	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
26-58-1-720-40-14	L00139	ACN634-0060-3-000000000900	TESE-KÄÄNTÖMOOTTORI-1	ABB ACS600 MD	1001300153		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L00140	ACN634-0060-3-000000000900	TESE-KÄÄNTÖMOOTTORI-2	ABB ACS600 MD	1001300155		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L00141	ACN634-0016-3	VÄSE-YLÄHAARA-KÄÄNTÖMOOTTORI	ABB ACS600 MD	1001000896		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L00142	ACN634-0016-3	VÄSE-ALAHAARA-KÄÄNTÖMOOTTORI	ABB ACS600 MD	1001000893		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L00143	ACN634-0011-3-000000000900	VETORULLA-SEKTIO-1-YLÄPUOLI	ABB ACS600 MD	1001001558		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L00144	ACN634-0011-3-000000000900	VETORULLA-SEKTIO-2-YLÄPUOLI	ABB ACS600 MD	1001001733		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L00145	ACN634-0011-3-000000000900	VETORULLA-SEKTIO-3-YLÄPUOLI	ABB ACS600 MD	1001001563		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L00146	ACN634-0011-3-000000000900	VETORULLA-SEKTIO-4-YLÄPUOLI	ABB ACS600 MD	1001001573		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L00147	ACN634-0011-3-000000000900	VETORULLA-SEKTIO-5-YLÄPUOLI	ABB ACS600 MD	1001001188		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L00148	ACN634-0011-3-000000000900	VETORULLA-SEKTIO-6-YLÄPUOLI	ABB ACS600 MD	1001001574		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L00149	ACN634-0011-3-000000000900	VETORULLA-SEKTIO-6-ALAPUOLI	ABB ACS600 MD	1001001691		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L00150	ACN634-0011-3-000000000900	VETORULLA-SEKTIO-7-YLÄPUOLI	ABB ACS600 MD	1001001187		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L00151	ACN634-0011-3-000000000900	VETORULLA-SEKTIO-7-ALAPUOLI	ABB ACS600 MD	1001001666		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L00152	ACN634-0011-3-000000000900	VETORULLA-SEKTIO-8-YLÄPUOLI	ABB ACS600 MD	1001001562		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L00153	ACN634-0011-3-000000000900	VETORULLA-SEKTIO-8-ALAPUOLI	ABB ACS600 MD	1001001645		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L00154	ACN634-0011-3-000000000900	VETORULLA-SEKTIO-9-YLÄPUOLI	ABB ACS600 MD	1001001581		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L00155	ACN634-0011-3-000000000900	VETORULLA-SEKTIO-9-ALAPUOLI	ABB ACS600 MD	1001001732		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L00156	ACN634-0011-3-000000000900	VETORULLA-SEKTIO-11-YLÄPUOLI	ABB ACS600 MD	1001001571		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O

ABB Oy, Service		LifeCycle Status / Legend: A=Active, C=Classic, L=Limited, O=Obsolete																				
Sijainti	Pos. Nr	Typpi	Latipaikka	Valmistaja Typpi	Valmistus- tai sarjanumero	Asemus vuosi	Tuot. lop.	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
26-58-1-720-40-14	L01157	ACN634-0011-3-00000000900	VETORULLA-SEKTIO-11-ALAPUOLI	ABB ACS600 MD	1001001531		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L01158	ACN634-0011-3-00000000900	VETORULLA-SEKTIO-13-YLÄPUOLI	ABB ACS600 MD	1001001527		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L01159	ACN634-0011-3-00000000900	VETORULLA-SEKTIO-13-ALAPUOLI	ABB ACS600 MD	1001001590		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L01160	ACN634-0011-3-00000000900	VETORULLA-SEKTIO-14-YLÄPUOLI	ABB ACS600 MD	1001001570		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L01161	ACN634-0011-3-00000000900	VETORULLA-SEKTIO-14-ALAPUOLI	ABB ACS600 MD	1001001532		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L01162	ACN634-0040-3	IRROITUSPÖYTÄ-VETORULLAT-1-5	ABB ACS600 MD	1001100043		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L01163	ACN634-0011-3	LEIKKAUSLOHKO-RULLA-6	ABB ACS600 MD	1001001582		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L01164	ACN634-0011-3	LEIKKAUSLOHKO-RULLA-7	ABB ACS600 MD	1001001544		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L01165	ACN634-0011-3	LEIKKAUSLOHKO-RULLA-8	ABB ACS600 MD	1001001567		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L01166	ACN634-0011-3	LEIKKAUSLOHKO-RULLA-9	ABB ACS600 MD	1001001559		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L01167	ACN634-0040-3	VAST.OITTO-LOHKO-1	ABB ACS600 MD	100100144		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L01168	ACN634-0040-3	VAST.OITTOLOHKO-1	ABB ACS600 MD	100100145		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L01169	ACN634-0020-3	VASTAANOTTLOHKO-2-RULLA-16	ABB ACS600 MD	1001002944		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L01170	ACN634-0020-3	VASTAANOTTLOHKO-2-RULLA-17	ABB ACS600 MD	1001002995		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L01171	ACN634-0020-3	VASTAANOTTLOHKO-2-RULLA-18	ABB ACS600 MD	1001002993		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L01172	ACN634-0020-3	VASTAANOTTLOHKO-2-RULLA-19	ABB ACS600 MD	1001002943		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L01173	ACN634-0020-3	VASTAANOTTLOHKO-2-RULLA-20	ABB ACS600 MD	1001002942		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L01174	ACN634-0020-3	VASTAANOTTLOHKO-2-RULLA-21	ABB ACS600 MD	1001002994		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L01175	ACN634-0020-3	VASTAANOTTLOHKO-2-RULLA-22	ABB ACS600 MD	1001200939		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O
26-58-1-720-40-14	L01176	ACN634-0020-3	VARALLA	ABB ACS600 MD	1001200936		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O

ABB		ABB Oy, Service											A	C	L	O								
		Sijainti	Pos. Nr	Tyyppi	Leitepaikka	Valmistaja Tyyppi	Valmistus- tai sarjanumero	Asennus vuosi	Tuot. lop.	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Life Cycle Status / Legend: A=Active, C=Classic, L=Limited, O=Obsolete																								
Ruuikki, Raahе, Terässlulatto Uusintaehdotus 12/2008 JM/ABB																								
26-58-1-720-50-14	L00191	ACN634-0011-3		VETORULLA-SEKTIO-8-ALAPUOLI	ABB AC5600 MD	1991301432		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-50-14	L00578	ACN634-0040-3		VAST.OTTOLOHKO-1-VETOR.-10-12	ABB AC5600 MD	1991400315		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-50-14	L00579	ACN634-0040-3		VAST.OTTOLOHKO-1-VETOR.-13-15	ABB AC5600 MD	1991400306		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-50-14	L00590	ACN634-0020-3		VASTAANOTTOLOHKO-2-RULLA-16	ABB AC5600 MD	1991101137		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-50-14	L00581	ACN634-0020-3		VASTAANOTTOLOHKO-2-RULLA-17	ABB AC5600 MD	1991101135		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-50-14	L00582	ACN634-0020-3		VASTAANOTTOLOHKO-2-RULLA-18	ABB AC5600 MD	1991301439		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-50-14	L00583	ACN634-0020-3		VASTAANOTTOLOHKO-2-RULLA-19	ABB AC5600 MD	1991301436		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-50-14	L00584	ACN634-0020-3		VASTAANOTTOLOHKO-2-RULLA-20	ABB AC5600 MD	1991301438		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-50-14	L00585	ACN634-0020-3		VASTAANOTTOLOHKO-2-RULLA-21	ABB AC5600 MD	1991301440		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-50-14	L00586	ACN634-0020-3		VASTAANOTTOLOHKO-2-RULLA-22	ABB AC5600 MD	2991301441		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-720-50-14	L00587	ACN634-0020-3		VARALLA	ABB AC5600 MD	1991301433		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-962-01	L00177	ACN634-0060-3		TESE-KÄÄNTÖMOOTTORI-1	ABB AC5600 MD	1991301298		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-962-01	L00179	ACN634-0016-3		VÄSE-YLÄHAARA-KÄÄNTÖMOOTTORI	ABB AC5600 MD	1991301442		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-962-01	L00180	ACN634-0016-3		VÄSE-ALAHAAARA-KÄÄNTÖMOOTTORI	ABB AC5600 MD	1991301443		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-962-01	L00182	ACN634-0011-3		VETORULLA-SEKTIO-2-YLÄPUOLI	ABB AC5600 MD	1991301001		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-962-01	L00183	ACN634-0011-3		VETORULLA-SEKTIO-3-YLÄPUOLI	ABB AC5600 MD	1991301259		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-962-01	L00184	ACN634-0011-3		VETORULLA-SEKTIO-4-YLÄPUOLI	ABB AC5600 MD	1991300942		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	O	O	O	O	O	O

ABB Oy, Service		Lifecycle Status / Legend: A=Active, C=Classic, L=Limited, O=Obsolete																				
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022						
Siijainti	Pos. Nr	Typpi	Laitepaikka	Valmistaja Typpi	Valmistus- tai sarjanumero	Asemus vuosi	Tuot. lop.	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
26-58-1-952-01	L00185	ACN634-0011-3	VETORULLA-SEKTI0-5-YLÄPUOLI	ABB ACS600 MD	1991300954		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-952-01	L00186	ACN634-0011-3	VETORULLA-SEKTI0-6-YLÄPUOLI	ABB ACS600 MD	1991300997		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-952-01	L00187	ACN634-0011-3	VETORULLA-SEKTI0-6-ALAPUOLI	ABB ACS600 MD	1991301260		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-952-01	L00188	ACN634-0011-3	VETORULLA-SEKTI0-7-YLÄPUOLI	ABB ACS600 MD	1991300937		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-952-01	L00189	ACN634-0011-3	VETORULLA-SEKTI0-7-ALAPUOLI	ABB ACS600 MD	1991301404		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-952-01	L00190	ACN634-0011-3	VETORULLA-SEKTI0-8-YLÄPUOLI	ABB ACS600 MD	1991300936		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-952-01	L00192	ACN634-0011-3	VETORULLA-SEKTI0-9-YLÄPUOLI	ABB ACS600 MD	1991301415		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-952-01	L00193	ACN634-0011-3	VETORULLA-SEKTI0-9-ALAPUOLI	ABB ACS600 MD	1991300878		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-952-01	L00194	ACN634-0011-3	VETORULLA-SEKTI0-11-YLÄPUOLI	ABB ACS600 MD	1991300915		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-952-01	L00195	ACN634-0011-3	VETORULLA-SEKTI0-11-ALAPUOLI	ABB ACS600 MD	1991300870		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-952-01	L00196	ACN634-0011-3	VETORULLA-SEKTI0-13-YLÄPUOLI	ABB ACS600 MD	1991300836		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-952-01	L00197	ACN634-0011-3	VETORULLA-SEKTI0-13-ALAPUOLI	ABB ACS600 MD	1991301000		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-952-01	L00198	ACN634-0011-3	VETORULLA-SEKTI0-14-YLÄPUOLI	ABB ACS600 MD	1991300916		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-952-01	L00199	ACN634-0011-3	VETORULLA-SEKTI0-14-ALAPUOLI	ABB ACS600 MD	1991301296		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-952-01	L00574	ACN634-0011-3	LEIKKAUSLOHKO-RULLA-6	ABB ACS600 MD	1991300922		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-952-01	L00575	ACN634-0011-3	LEIKKAUSLOHKO-RULLA-7	ABB ACS600 MD	1991300924		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-952-01	L00576	ACN634-0011-3	LEIKKAUSLOHKO-RULLA-8	ABB ACS600 MD	1991301297		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O
26-58-1-952-01	L00577	ACN634-0011-3	LEIKKAUSLOHKO-RULLA-9	ABB ACS600 MD	1991301403		2004	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O