

Pertti Blomroos

UUSIOMASSALAITOKSEN ENERGIAMITTAUSTEN
KEHITTÄMINEN JA SIIRTO
PROSESSINOHJAUSJÄRJESTELMÄÄN

Tekniikan koulutusohjelma
Energiatekniikan suuntautumisvaihtoehto
2010

TIIVISTELMÄ

Blomroos, Pertti
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Tekniikan koulutusohjelma
Tammikuu 2010
Ohjaaja: Heinola, Reino
Sivumäärä:48
Liitteitä:4

Asiasanat: uusiomassa, kWh, alcont, tiedonsiirto, diris A40, kenttäväylä, energiamittaus

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tarkastella Corenso United Oy:n uusiomassalaitoksen energiamittauslaitteiden siirtoon prosessinohjausjärjestelmään Alconttiin tarvittavia laitevaihtoehtoja sekä siirtotapoja. Työ tehtiin Porin Aittaluodossa sijaitsevalle ABB Oy Servicelle, jolta Corenso United Oy oli työn tilannut.

Työssä tarkasteltiin myös väylätekniikkaa, langatonta tiedonsiirtoa sekä perinteistä analogista tiedonsiirtotapaa. Väylätekniikasta käsittelyn alla olivat pääasiassa profibus ja modbus kenttäväylätekniikat. Yleisesti väylätekniikkaa ja sen teoriaa käsiteltiin myös jonkin verran.

Energiamittauslaitteistojen tarkastelussa etsittiin sopivinta vaihtoehtoa, joita olisi ollut useampiakin, mutta sopivin oli Socomecin Diris A40 -mittari. Mittauslaitteistoista pyydettiin eri toimittajilta tarjoukset.

ABSTRACT

Blomroos, Pertti

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Energy technology

January 2010

Supervisor: Heinola, Reino

Number of pages: 48

Appendices: 4

Key words: recycled pulp, kWh, data transfer, bus network, energy measurement

The purpose of this thesis was to research ways to transfer energy measurement data to the process control system in Corenso Oy Ltd's secondary fibre mill. Research includes finding out what is needed for data transfer system, different devices and transfer methods. The thesis was made to ABB Oy Service and the client was Corenso Oy Ltd. This thesis also examines bus networks, wireless data transfer and analog transmission.

The bus technology is examined, mainly PROFIBUS and its different configurations as examples. Bus technology is also examined generally, and also its technology.

In the energy measuring equipment review the most appropriate option was searched. There were many good alternatives but the best equipment was Socomec diris A40 measuring instrument. Quotations were asked from the equipment suppliers.

ALKUSANAT

Tämä työ tehtiin Porin Aittaluodossa sijaitsevalla ABB Oy Servicellä opinnäytetyöksi Satakunnan ammattikorkeakoululle. Ohjaavana opettajana työssä toimi DI Reino Heinola.

Suuret kiitokset ABB Oy Servicen Mika Valkeejärvelle sekä Jukka Niemelle, joiden apu on ollut työssä hyvin tärkeää.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
ALKUSANAT	4
1 JOHDANTO.....	7
2 ABB OY	8
2.1 ABB:n organisaatio.....	8
2.2 ABB Oy Service	9
3 CORENSO UNITED OY LTD.....	9
3.1 Porin kartonkitehdas	10
3.1.1 Uusiomassalaitos.....	10
3.1.2 Prosessi.....	10
4 PROSESSIAUTOMAATIO.....	11
4.1 Mittalaitteet.....	12
4.2 Alcont 12	
4.2.1 Alcontin asemat.....	12
4.2.2 Prosessiasiema.....	12
4.2.3 Valvomoasema	13
4.2.4 Valvomoliitintäasema.....	13
4.2.5 Tietoasema	13
4.2.6 Käyttöliittymä	13
4.2.7 Sovellusasema	13
4.2.8 Tiedonkeruu- ja tiedonkäsittelysovellus	14
5 PROSESSIAUTOMAATION VÄYLÄTEKNIikka.....	14
5.1 Kenttäväylät	14
5.1.1 Profibus	15
5.1.2 Profibussin rakenteet.....	16
5.1.3 Väylätologia	16
5.1.4 Rengastologia.....	17
5.1.5 Tähtitologia	17
5.1.6 Topologioiden muunnelmat	17
5.2 Profibus versiot.....	18
5.3 Modbus18	
5.4 VäylätekniiKAN edut ja haitat	19
5.5 VäylätekniiKAN tulevaisuus	20
6 LANGATON TIEDONSIIRTO PROSESSIAUTOMAATIOSSA	21

6.1	Langattoman järjestelmän edut sekä haitat	21
6.1.1	Langattoman tiedonsiirron tavat	22
7	ENERGIAMITTAUKSET	22
7.1	Energiamittaukset kunnossapidossa	23
7.2	Mittausten muuttujia	23
7.2.1	Virheet mittatiedonsiirrossa	23
7.3	Socomec diris a40.....	24
7.3.1	Diris A40 toiminnot	25
7.3.2	Kytkenä	25
7.3.3	Lisämoduulit	26
7.4	Lajittelun energiamittausten mahdollinen toteutus.....	28
7.4.1	Tehomuunnin	28
7.4.2	Energiamittari.....	28
7.4.3	Summain	29
7.5	Pulperin energiamittaukset	29
7.6	Energiankulutus kWh/t tuotettua massaa.....	29
7.7	Miten soveltaa muualle	30
7.7.1	Kehittäminen	31
7.8	Kustannukset.....	31
8	YHTEENVETO & POHDINTA.....	32
	LÄHTEET.....	34
	LIITTEET	36

1 JOHDANTO

Tämä insinöörityö tehtiin ABB Oy Servicelle. Työn aihe oli Aittaluodossa sijaitsevan uusiomassalaitoksen energiamittaustietojen siirto Corenso United Oy Ltd:n prosessinohjausjärjestelmään (Alcont).

Työn tarkoituksena oli kerätä Alconttiin kulutettujen energioiden määrät. Työssä selvitettiinärkevin ja toimivin ratkaisu, jolla saataisiin kyseiset tiedot siirrettyä tietojärjestelmään. Työn aikana tuli selvittää, mistä tarvittavat tiedot saataisiin laitokselta. Mittatiedot haluttiin lajitella eri osa-alueisiin laitokselta; alueet olivat lajittelu, pulperi ja muut alueet. Lajittelun osamittausten mahdollisuudesta ja vaatimuksista tehtiin pieni tarkastelu.

Uusiomassalaitos valmistaa kierrätyskartongista ja paperinkeräyspisteistä tuodusta paperi- ja pahvijätteestä massaa. Uusiomassalaitoksella keräyspaperia käsitellään niin, että siitä saadaan erotettua kuidut, joista saadaan tehtyä kartonkia. Prosessissa keräyspaperista erotellaan haitta aineet kuten metallit ja muovit. Massasta valmistetaan samalla tehdasalueella sijaitsevassa kartonkikoneessa hylsykartonkia, josta taas valmistetaan kartonkihylsyjä. /1/

Työssä perehdyttiin prosessitietojärjestelmään (Alcont) ja sen toimintaan. Mittausten tiedonsiirtoon liittyvissä asioissa tarkasteltiin laitteiden lisäksi eri tiedonsiirtotapoja ja välineitä. Tiedonsiirtotapoja, joita kyseisessä työssä tarkasteltiin, olivat väyläteknikka, langaton tiedonsiirto sekä pulssitiedot. Työn aikana tehtiin tarjouspyyntöjä laitteiden toimittajille.

2 ABB OY

ABB Oy on vuonna 1988 muodostettu yhtiö. Tuolloin yhdistyivät sveitsiläinen BBC Brown Boveri ja ruotsalainen ASEA, omistussuhde oli 50:50. Tämän yhdistymisen ansiosta ABB onkin johtava sähkövoiman ja automaatiotekniikan tarjoaja. Suomessa merkittävän aseman ABB sai siten, että Oy Strömberg Ab:n omistussuhteet muuttuivat vuonna 1987, jolloin se siirtyi ASEA:n omistukseen.

Vuonna 2000 ABB myi ABB Atomin ja ABB Combustion Engineeringin British Nuclear Fuels Ltd:lle joka liitettiin Westinghouseen. /2/

2.1 ABB:n organisaatio

ABB:n organisaatio koostuu viidestä pääjaostosta. Jokaisen pääjaoston alaisuudessa on omat toimialansa, jotka valmistavat ja räätälöivät juuri asiakkailleen tarpeellisia palveluita.

- Automaatiotuotteet
- Prosessiautomaatio
- Sähkövoimajärjestelmät
- Sähkövoimatuotteet
- Muut yksiköt

Automaatiotuotteiden alla ovat drives, motors, sähkökoneet, pienjännitekojeet, pienjännitejärjestelmät ja asennustuotteet. ABB valmistaa ja myy, sähkömoottoreita pienistä hyvinkin suuriin moottoreihin. Yksiköitä, jotka erikoistuvat pääasiassa moottoreiden ja generaattoreiden valmistukseen ja kehittämiseen ovat motors ja sähkökoneet. Muita tuotteita ja palveluita, ovat automaatiotuotteiden alla olevat mm: sähkökäytöt, pienjännitekojeet – järjestelmät ja keskuskeskukset, asennustarvikkeet ja kalusteet.

Prosessiautomaation alayksiköitä ovat prosessiteollisuus sekä marine ja turboahdit. Nämä yksiköt tuottavat prosessiteollisuudelle sähkö- ja automaatiojärjestelmiä sekä sähköistyksiä ja automatisointeja laivoille.

Sähkövoimajärjestelmien alaisuudessa toimivat sähkönsiirto- ja jakelujärjestelmät sekä voimantuotannon järjestelmät. Kyseiset yksiköt keskittyvät lähinnä sähkönsiirto ja jakelujärjestelmien kehittämiseen ja tuottamiseen.

Sähkövoimatuotteita valmistavia yksiköitä ovat sähkönjakeluautomaatio, muuntajat sekä keskijännitekojeet ja –kojeistot. Nämä yksiköt tuottavat sähkönjakeluun tarpeellisia tuotteita reaktoreista muuntajiin.

Muut yksiköt koostuvat lähinnä kunnossapidosta, varaosapalvelusta, markkinoinnista ja muista palveluista. Muut yksiköt ovat kotimaan tuotemyynti, Service ja Product Support.

ABB- yhtymän liikevaihto vuonna 2008 oli 34 912 MUSD. /3/

2.2 ABB Oy Service

Aittaluodon ABB Oy Service kuuluu ABB:n organisaatiossa muihin yksiköihin ja se tarjoaa asiakkailleen kokonaisvaltaisia kunnossapidon palveluita ja omalta osaltaan kehittää kunnossapitoa ja tuotantotehokkuutta. Aittaluodon ABB Oy Service toimittaa Corenso United Oy Ltd:lle full service -palveluita.

3 CORENSO UNITED OY LTD

Corenso United Oy Ltd on yksi maailman johtavista kartongintuottajista. Corenso on Storaenso Oyj:n tytäryhtiö, joka on täysin Storaenson omistuksessa. Corenso United Oy Ltd on perustettu vuonna 1992. Kartongin lisäksi tuotevalikoimaa on alettu laajentamaan ja nykyisin Corenson tuotteisiin kuuluu mm. alumiini, jota valmistetaan Varkauden yksikössä. /5/

3.1 Porin kartonkitehdas

Porin Aittaluodossa sijaitseva kartonkitehdas on käynnistynyt 1991, jolloin sen omisti Yhdistyneet Paperitehtaat Oy. Tehtaan tiloissa toimi ennen paperitehdas, joka oli perustettu jo vuonna 1920. Nykyisin Aittaluodon tehtaan omistaa Corenso United Oy Ltd ja se valmistaa hylsykartonkia. /6/

3.1.1 Uusiomassalaitos

Uusiomassalaitoksessa tuotetaan hylsykartongin valmistusta varten paperimassaa. Massa valmistetaan keräyspaperista jota tuodaan uusiomassalaitokselle pääosin paaleina, irtotavarana tulee noin 15 %. Keräyspaperi paalit varastoidaan uusiomassalaitoksen prosessin alkuun ulos katokseen sekä taivasalle. /7/

3.1.2 Prosessi

Uusiomassan valmistusprosessi alkaa paalien mennessä repijä-murskainlinjalle. Paalit murskataan ja niistä poistetaan sidontaan käytetty lanka ja samalla suurimmat kartongit pienennetään. Irtotavarana tullut keräyspaperi ei mene murskaimeen, koska se on jo riittävän hienoa.

Murskaimelta hienonnettu pahvi- paperimurska menee pulperiin, jossa se veden avulla muutetaan massaksi. Pulperissa voidaan kerralla muuttaa massaksi 9 tonnia keräyspaperia. Pulperi muuttui työn kuluessa jatkuvatoimiseksi kun se oli aiemmin panostoiminen. Keräyspaperin ja kartongin saostuttua massaksi se johdetaan pois pulperista ja osa siinä olevista epäpuhtauksista kuten muovit jäävät pulperissa olevaan sihtiin. Siivilään jääneestä jätteestä eli rejektistä pestään vielä niihin jääneet kuidut takaisin prosessiin. Pesu tapahtuu erillisessä pesurummussa. Pesun jälkeinen rejekti siirretään puristimeen, jossa siitä puristetaan vesi pois. Tämän jälkeen kyseinen rejekti viedään poltettavaksi.

Pulperoinnin sekä pesun jälkeen massaa varastoidaan säiliöihin, joita on kaksi. Säiliöt ovat 500 m³ suuruisia. Säiliöistä massa pumpataan karkealajitteluun. Karkealajit-

telussa massasta erotetaan siihen jääneitä epäpuhtauksia, kuten pieniä kiviä. Lajittelussa löytyneet epäpuhtaudet viedään, polttoon tai kaatopaikalle. Kivet, lasit, hiekka menevät kaatopaikalle ja muovit menevät polttoon. Rejekiä pumpataan sihdeiltä lajittimeen, jossa siitä lajitellaan kuidut takaisin prosessiin.

Karkealajittelun jälkeen massa menee hienolajitteluun, jossa siitä poistetaan pienemmät epäpuhtaudet, pääasiassa hiekka. Lajittelujen jälkeen massa kuljetetaan kiekkosäostimelle, missä sen sakeus nostetaan 8 %.

Vuoto ja kanaalivedet kerätään talteen ja niistä sihdataan pois kiintoaineet, jotka menevät polttoon. Sihdattua vettä käytetään uudelleen uusiomassan valmistuksessa.

Corenso United Oy LTD tuotti uusiomassaa vuonna 2000 yhteensä 69 500 tonnia ja vuonna 2001 tuotto oli 67 400 tonnia. Seuraavana vuonna tuotto ylitti jo 80 000 ja vuoden 2010 massan tuotoksi on arvioitu 85 000 tonnia. Uusiomassalaitoksen, puoli-sellulalaitoksen ja kartonkikoneen prosessi kuva, joka on melko yksinkertaistettu liitteenä. (Liite 1). /8/

4 PROSESSIAUTOMAATIO

Automaatio on järjestelmä, jolla ohjataan prosesseja. Automaatiojärjestelmäksi katsotaan kaikki ne laitteet, joilla ihminen voi tarkkailla ja ohjata prosessin toimintaa. Prosessiautomaatiot on kehitetty täten myös toimimaan niin, että laitos ja prosessit toimisivat taloudellisesti sekä turvallisesti. Valvomossa työskentelevän henkilön tulisi oikein toimiakseen saada järjestelmästä oikeat mittatiedot ja riittävästi tietoa prosessin tilasta sekä tapahtumista. Corenso Oy LTD:llä on prosessiautomaationa Honeywellin kehittämä Alcont.

Yleisimpiä prosesseissa tehtävistä mittauksista ovat paine-, lämpötila-, virtaus- ja pinnankorkeusmittaukset. Tässä työssä keskitytään teho- ja energiamittausten kehittämiseen sekä siirtämiseen tarvittaviin tekijöihin. Prosessiautomaatiosta on liitteenä

kuvia, joista selviää kohteet, jotka piireissä 29NC ja 30NC ovat suurimpia energiankäyttäjiä (Liite 2). /8/

29NC ja 30NC ovat sähköpiirejä, joihin kuuluu molempiin osa-alueita eripuolilta prosessia kuten lajittelusta sekä saostuksesta.

4.1 Mittalaitteet

Mittalaitteilla tarkoitetaan laitteita, joilla sekä tarkkaillaan että hankitaan tietoa prosessin toiminnasta ja joista lähetetään tieto prosessiautomaatioon. Mittalaitteista lähtevä viesti on usein standardianalogiaviestiä. Prosessien ohjaamiseen käytettävät standardivirtaviestit ovat 0...20mA tai 4...20mA ja standardijänniteviestit +1...+5V, 0...+5V, 0...+10V ja -10...+10V.

4.2 Alcont

Corenso united Oy LTD:llä on automaatiojärjestelmänä alcont. Alcont on Honeywell Oy:n valmistama prosessinohjausjärjestelmä, joka näki päivänvalon 1990-luvun alkupuolella. Alcontin perusosa on osasto ja osastot muodostuvat eri asemista. Asemia ovat prosessiasema, valvomoasema, valvomoliitännäasema, tietoasema ja sovel-lusasema.

4.2.1 Alcontin asemat

Asemat muodostavat osaston, joka on Alcontin perusosa. Jokaisella asemalla on oma tehtävänsä. Osastoja käytetään tehdasosaston tai prosessin ohjaamiseen.

4.2.2 Prosessiasema

Prosessiasemat hoitavat automaattisesti paikallisten prosessien säätöä sekä ohjausta. Ne myös välittävät mittaustietoja, asetusarvoja ja parametreja.

4.2.3 Valvomoasema

Valvomoaseman tehtäviin kuuluu ohjelmamäärittelyiden ja varusohjelmien varmuuskopioiden säilyttäminen. Valvomoasema pitää sisällään myös tiedot järjestelmästä sekä siinä mukanaolevista asemista, tietoväylistä ja tietovarastoista. Hälytykset kulkevat valvomoaseman kautta, jotka se käsittelee ja kerää lähettäen ne valvomoon.

4.2.4 Valvomoliitântäasema

Liitântäaseman toimikuva on toimia yhteysreittinä valvomolaitteiden ja järjestelmän välillä.

4.2.5 Tietoasema

Pääasiallinen tehtävä tietoasemalla on tietojen kerääminen ja raportoiminen. Järjestelmään tietoasema liittyy järjestelmäväylän kautta.

4.2.6 Käyttöliittymä

Käyttöliittymä on Windows NT Pohjanen, joka liittyy Ethernet-väylän avulla tehtaan omaan tietoverkkoon. Sen tehtävänä välittää käyttäjille tietoa prosessien toiminnasta.

4.2.7 Sovellusasema

Sovellusaseman pääasiallinen tehtävä on toimia ohjelmistosovellusten suunnittelussa, testauksissa, ylläpidossa ja dokumentoinnissa.

4.2.8 Tiedonkeruu- ja tiedonkäsittelysovellus

Tiedonkeruu- ja tiedonkäsittelysovellus toimii koko tehtaan tietolähteenä ja seuranta-työkaluna. Se kerää prosessiin ja tuotantoon liittyvää informaatiota, joista on hyötyä kun ollaan tekemässä muutoksia tai tarvitaan tiettyjä tietoja prosessin sujuvuudesta.
/9/

5 PROSESSIAUTOMAATION VÄYLÄTEKNIikka

5.1 Kenttäväylät

Kenttäväylät ovat tiedonsiirron välineitä. Kenttäväylät siirtävät tietoa, jota prosessissa olevat anturit mittaavat automaation ja prosessin tilaa muuttavien toimilaitteiden välillä. Ensimmäiset väylätekniikat tuotiin markkinoille vuoden 1975 paikkeilla. Tuolloin jokaisen järjestelmän toimittajalla ja valmistajalla oli omanlaisensa tekniikka. Kehitys eteni kuitenkin valmistajien kesken lähes samoja askeleita. Väylätekniikka on yleistymässä yhä pienemmissä osakokonaisuuksissa.
yleisimpiä prosessiväylä tekniikoita ja malleja

- InterBus
- Modbus
- Profibus
- LON
- CANrho
- CANopen
- DeviseNet

Koska kenttäväyliä tarjoajien ja tuotteiden määrä on kasvanut lähiaikoina, on standardien puutteellisuus aiheuttanut ongelmia. Standardien puute aiheuttaa kilpailijoiden tuotteiden yhteensopimattomuutta. Väylätekniikoiden runsauden takia työssä perehdymme lähemmin ainoastaan profibussiin ja modbussiin.

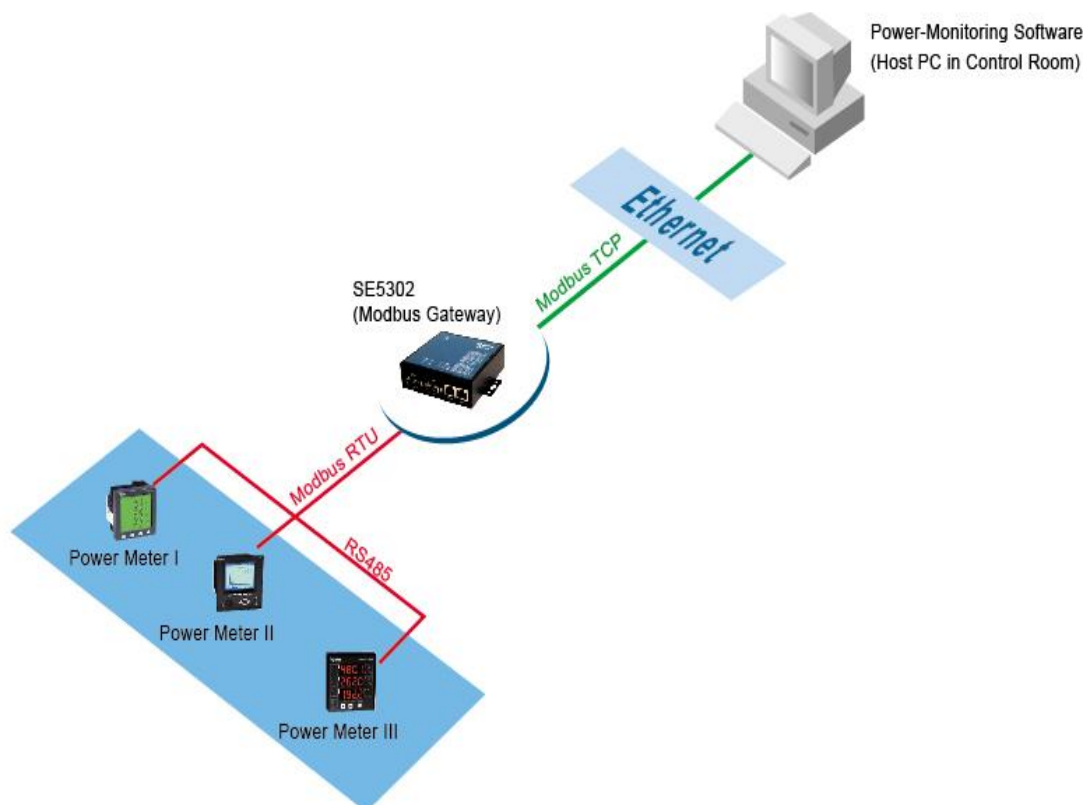
Kun automaatio on hierarkkinen, siinä on monia eri kerroksia. Alin kerros ja samalla lähimpänä prosessia on kenttätaso. Kenttätasolla sijaitsevat mittalaitteet sekä toimilaitteet. Kenttäväylillä pystytään yhdistämään anturit ja toimilaitteet toisiinsa.

5.1.1 Profibus

Profibus on hyvin suosittu, tiettävästi Euroopan yleisin teollisuuden tuotanto- sekä prosessiautomaatiolle tarkoitettu väylä. Profibus kehittyi ja sai alkunsa vuonna 1989 saksalaisen tutkimusprojektin ansiosta. Väyliä on kehitelty erityyppisiksi, esimerkiksi tehdasautomaatiolle ja prosessiautomaatiolle on eri Profibus-sovellukset. Profibus standardit ovat IEC 61158 ja 61784. Kyseiset standardit määrittelevät viisi erilaista siirtotapaa, siirtotavat ovat:

- RS485
- RS485 ja MBP
- RS485-IS
- RS485-IS ja MBS-IS
- Optinen kuitu

Lyhenne MBS tulee sanoista Manchester, Bus Powered ja IS tulee sanoista Intrinsic Safety. /11/



Kuva 5.1 RS485 tehomittauksien tiedonsiirto väylän kautta

5.1.2 Profibussin rakenteet

Profibussin erityyppisiä rakenteita on väylä, tähti, rengas ja näiden kolmen muunnelmat, joita voi olla hyvinkin montaa eri tyyppiä. Rakenteita kutsutaan tieteellisesti topologioiksi. Topologiat saavat nimensä suoraan niiden muodoista.

5.1.3 Väylätopologia

Väylä on rakenteista vanhin mutta suosituin, koska se on hyvin nopea tiedonsiirrossa. Kyseisessä toteutustavassa solmut ovat tasa-arvoisia, jonka ansiosta jokainen niistä havaitsee ("kuuntelee") väylällä kulkevia tietoja. Kyseisessä mallissa ei ole merkitystä missä järjestyksessä väylään on asennettu eri kohteet. Solmuilla tarkoitetaan kohtaa, jolla eri komponentit ovat kytkettyinä pääkaapeliin. Väylämallissa on vapaat päät, jotka täytyy päättää päätevastuksilla, joilla estetään väylässä kulkevien signaalien heijastuminen.

5.1.4 Rengastopologia

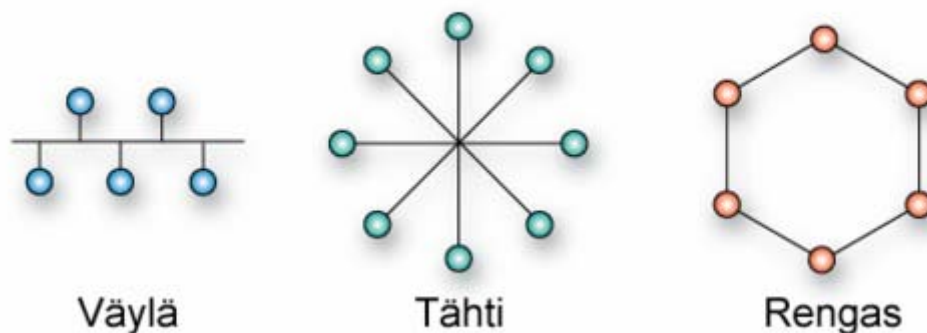
Rengasväylä on muuten lähes samanlainen kuin väylä, mutta sillä ei ole vapaita päitä, jotka vaatisivat päätevastuksen. Rengasmallissa pääkaapeliin kytkettyjen solmujen järjestyksellä on merkitystä. Rengasmallissa tieto kulkee määrättyyn suuntaan. Kyseessä on rengastopologia, vaikka kyseisen verkoston asentaminen toteutetaan fyysisesti tähtenä. Rengastopologiassa pystytään virheet ja ongelmakohdat havaitsemaan huomattavasti helpommin. Häiriön sattuessa jossain renkaan komponentissa voi aiheuttaa häiriötä muissakin samassa renkaassa olevissa laitteissa ja koko verkossa.

5.1.5 Tähtitopologia

Tähtitopologiassa koneet on kaapeleiden kanssa kytketty yhteiseen keskukseseen, jota usein kutsutaan nimellä hub. Tähtimallissa haluttu tieto kulkee aina keskuksen kautta toisiin laitteisiin. Tähtitopologian avulla toteutetussa järjestelmässä hyviä puolia on se, että virheet löydetään helposti ja nopeasti. Huonoa kyseisessä toteutustavassa on runsaan kaapeloinnin tarve, joka nostaa kustannuksia. Tähtitopologia on myös sen kannalta hieman arka, koska keskuksen vikaantuessa koko järjestelmä kaatuu. Nykyisin keskuksia ei enää välttämättä tarvita, koska ne on usein korvattu kytkimillä.

5.1.6 Topologioiden muunnelmät

Näistä erityyppisistä rakennemalleista voidaan tarpeen mukaan muokata ja kehittää omaan tarpeeseen parhaiten soveltuva malli jos eivät kyseiset mallit sovi juuri kyseiseen prosessiin.



Kuva 5.2 topologiamallit

5.2 Profibus versiot

Profibus-malleja on kaksi: Profibus PA ja Profibus DP. Profibus DP:tä on kolmea eri versiota: DP-V0, DP-V1 ja DP-V2. Profibus PA on prosessiautomaatioon kehitetty ja se perustuu hyvin pitkälle DP-V1 -malliin. PA-versio käyttää tiedonsiirrossa MBP toisin kuin DP-V1, joka käyttää tiedonsiirrossa RS485 tapaa. Profibus PA -versiota on kehitetty niin, että sitä pystytään käyttämään myös räjähdysherkissä tiloissa. Turvallisen siitä tekee näissä tiloissa se, että sen syöttövirta on rajoitettu 10-15mA:iin. Profibus Pa:n väylän pituus voi olla 1900 m luokkaa ja siihen voidaan liittää laitteita noin 250kpl. Profibussien tiedonsiirto kaapelointiin käytetään joko optista kuitua tai parikaapelointia. Optisen kuidun etuja on sen nopeus, pieni vaimeneminen, kaapelin koko ja hyvä elektromagneettisen häiriönsieto. Parikaapelointi on yleisin kaapelointi tapa verkkotekniikassa, se on myös melko edullinen tapa. Parikaapeloinnilla voidaan toteuttaa useita eri topologioita. /11,12,13/

5.3 Modbus

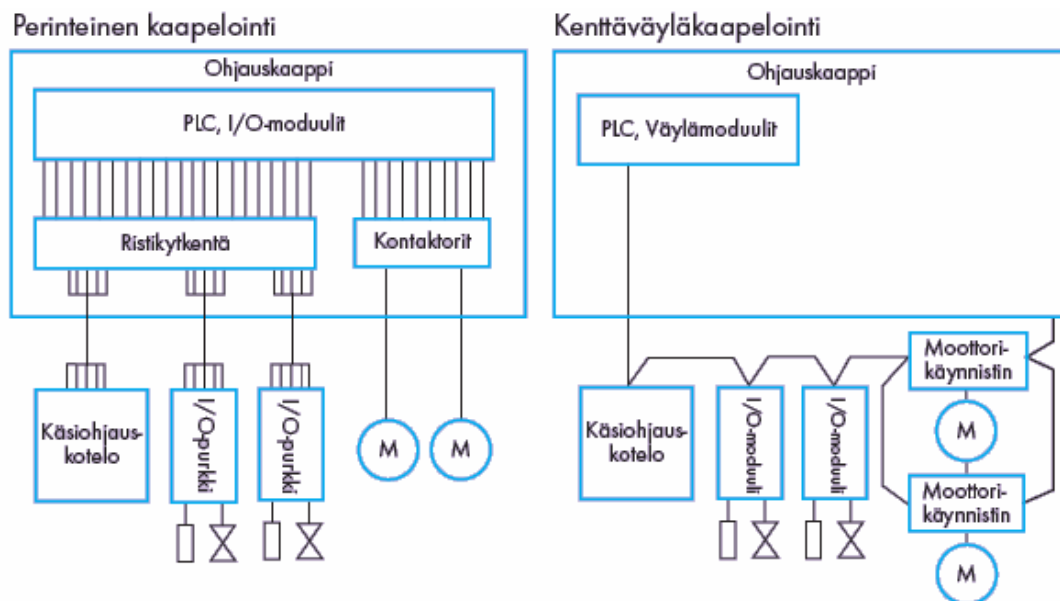
Modbus on Modicon kehittämä avoin isäntä-orja-protokolla, joka sai alkunsa vuonna 1979. Modbus on melko helposti käyttöön otettava teollinen verkko. Modbus mahdollistaa järjestelmän monien laitteiden kommunikoinnin, usein Modbussia käytetään valvontatietokoneen ja kenttälaitteiden yhdistämiseen. Koska monissa automaatiojärjestelmissä on vakiona tai valinnaisena lisävarusteena Modbus RTU – liitännät,

niin tiedonsiirto on helposti toteutettavissa AC500 yksiköiden sisäisten RS232 ja RS485 kautta. Modbus järjestelmä ei ole ainoastaan teollisuudessa käytössä vaan se on siirtynyt myös rakennuskohteissa, energiankulutuksen optimoinnissa sekä pitkienmatkojen tiedonsiirrossa. Modbus-protokollasta on kahta eri versiota: sarjaportti ja ethernet-versio. Modbussin tietoliikenne toimii kiertokyselyinä, jossa isäntä lähettää pyynnön ja orjat vastaavat. Modbussista on muutamia eri versioita: Modbus RTU, Modbus ASCII, Modbus/TCP sekä Modbus plus, joka on laajennettu versio. Kolmelle ensimmäiselle mallille tietomalli ja toimintokutsut ovat samanlaisia.

Modbussin rakenteena käytettäessä RS232-järjestelmää voidaan käyttää yhtä isäntää ja yhtä orjaa. RS485-järjestelmässä puolestaan voidaan käyttää yhtä isäntää ja korkeintaan 31 orjaa. Kaapeleiden maksimipituudessa on suuri ero eri järjestelmien välillä. RS232-järjestelmän kaapelin maksimi pituus on 15 m ja RS485-järjestelmän 1,2 km. RS485-järjestelmää käytetään useammin kuin RS232-järjestelmää. Tiedonsiirrossa enimmäisnopeus on 187,5 kilotavua sekunnissa. /14/

5.4 Väylätekniiikan edut ja haitat

Väylätekniiikassa on omat etunsa ja haittansa. Järjestelmän ollessa hyvin laaja ja suuri järjestelmän toteuttaminen väylätekniiikalla on selvempää ja hinnaltaankin edullisempää. Järjestelmän ollessa pieni voi hinta olla järjestelmän pienuuden takia hieman korkea. Järjestelmien asentamisen edukkuus tulee siitä, että kaapeloinnin määrä on pienempi. Etuja ovat myös muunneltavuus, suunnittelun nopeus, asennus edullista ja äly on lähempänä laitteita. Siirrettävä tieto on digitaalista. Kaapeloinnissa säästetään siis huomattavasti kaapelin määrässä verrattuna perinteisen järjestelmän käyttöön. /15,16/



Kuva 5.3 Perinteisen kaapeloinnin ja kenttäkaapeloinnin ero

Selkeitä haittapuolia väyläteknikassa voivat olla hitaus joissakin tilanteissa. Suunniteltaessa väyläteknikan tietämys on lähes pakollista, sähköhäiriöiden mahdollisuus ja vikatilanteessa koko liikennöinti voi olla vaarassa.

5.5 Väyläteknikan tulevaisuus

Pelkkä väyläteknikan investointi ei sinänsä tuo autuutta ja kehitystä vaan investointeja tehdessä tulisi miettiä ja suunnitella koko automaatiojärjestelmän uudistamista. Avoimet väyläjärjestelmät, joihin on linkitetty monia verkostoja tulevat yleistymään kuten myös tiedonsiirtostandardien yhtenäistyminen. /17/

6 LANGATON TIEDONSIIRTO PROSESSIAUTOMAATIOSSA

Langaton tiedonsiirto on nykyaikainen ja siisti tiedonsiirtotapa, joka voi olla erittäin vakavasti otettava vaihtoehto kun kehitetään uusiomassalaitoksen energiaa ja muiden mittaustietojen siirtoa prosessiautomaatioon. Langaton tiedonsiirtojärjestelmän investointi maksaisi itsensä takaisin, koska sillä säästettäisiin kaapelointiin menevät ylläpito- ja asennuskustannukset. Kaapelit vaativat kunnossapitoa toimiakseen moitteettomasti ja tämä aiheuttaa kuluja toki langattomantiedonsiirron komponentitkin vaativat huoltoa. /18/

6.1 Langattoman järjestelmän edut sekä haitat

Selkeä etu langattomassa tiedonsiirrossa on kaapeloinnin tarpeen huomattava vähentyminen. Uusien mittauspisteiden lisääminen tiedonsiirtoverkkoon helpottuu huomattavasti. Langattomaan tiedonsiirtoon kehitetyt komponentit ovat melko helppoja asentaa ja vievät erittäin vähän tilaa verrattuna hankalasti vedettäviin kaapelointeihin. Langattoman järjestelmän ylläpito on hyvin edullista ja sen avulla voidaan siirtää tietoa laitoksen niistä kohteista, joihin mittalitteiden kaapelointi on ollut mahdotonta toteuttaa.

Selkeitä haittapuolia nykyisillä laitteilla on huomattavasti vähemmän mitä etuja. Ongelmia langattomassa järjestelmässä voivat aiheuttaa signaalin katoaminen tai viivästyminen. Laittevalmistajat ovat kyseisiin ongelmiin kehitelleet omia ratkaisujaan, joilla ongelma pystytään kompensoimaan. Monet langattomien tiedonsiirtoverkkojen tuottajat lupaavat laitteillaan lähes 99 % varmuuden siitä, että tieto kulkee ongelmitta.

6.1.1 Langattoman tiedonsiirron tavat

Tiedonsiirtotapoja on monia joilla jokaisella hieman eri ominaisuuksia.

- WLAN
- Infrapuna
- Bluetooth
- GPRS
- Wibree
- UMTS
- DECT
- EDGE

7 ENERGIAMITTAUKSET

Energiamittaukset ovat nykyisin entistä tärkeämmässä roolissa nousseiden energian hintojen ansiosta. Laitoksen eri osiot kuluttavat eri määriä energiaa pulpperissa on 1 1 MW sähkömoottori, karkean ja hienolajittelun tarve on noin 400kW. Laitoksen energiatehokkaammaksi saattaminen vaatii lisää energiankulutuksen mittauksia, joita voidaan seurata ja joiden avulla voidaan todeta kuinka paljon energiaa kulutetaan uusiomassaa tuottaessa. Laitoksen energiatehokkuuden kehittämisessä saavutetaan usein suuria säästöjä, joten investoinnit jotka sen eteen tehdään maksavat itsensä hyvinkin nopeasti takaisin. Energiamittausten lisääminen laitosalueelle auttaa huomaamaan myös muutostöiden tuottamat muutokset. Muutostöillä tarkoitetaan laitteiden uusimista erityyppisiin tai uusiin vastaaviin.

Uusiomassalaitoksen kWh mittatietoja on ennen kerätty kuukausittain erilliseen kansioon, johon mittarin lukenut henkilö on kirjannut senhetkisen kWh lukeman. Kun uusiomassalaitokselle saadaan kaikki mittalaitteet kytkettyä ja myös jo olevista mittareista pulssitiedot voidaan kyseiset kWh tiedot kerätä tietokantaan myöhempiä tarkasteluja varten.

7.1 Energiamittaukset kunnossapidossa

Energiamittauksia pystytään käyttämään kunnossapidon tarkkailuapuvälineenä. Kunnossapidossa energimittauksissa voidaan tarkkailla kuinka paljon energiaa kuluu tuotettua tonnia kohden. Jos kulutus kasvaa huomattavasti, mutta tuotetun massan määrä ei suuremmin muutu, voidaan havaita että jossakin on ongelma.

7.2 Mittausten muuttujia

Kyseisessä laitoksessa on hyvin monia eri energian kuluttajia pumppuja, sihtejä, saostimia ja paljon muita energiaa kuluttavia laitteita. Laitosta ajettaessa kaikki laitoksen sähkökuluttajat eivät ole aina päällä koska eri vuorot voivat ajaa laitosta eri tavoin. Laitoksen ajotapaan vaikuttaa myös tulleen keräyspaperi/kartongin laatu. Nämä seikat vaikuttavat energiankulutukseen tuotettua tonnia. Energiamittausten kehittämisen ja lisäämisen avulla voidaan ajotapoja kehittää siten, että sen hyötysuhde olisi mahdollisimman hyvä eikä hukattaisi energiaa. Vakiomuuttujat, jotka aiheuttavat muutoksia kulutuksessa tulisi selvittää kun laitteisto on käyttövalmiina, jotta ne eivät vaikuttaisi laitoksen toimintaan. Suuria muuttujia aiheuttavat kohteet laitoksessa ovat suuret moottorit, jotka pyörittävät pumppuja ja muita prosessissa käytettäviä laitteita. Muuttujat ovat kyseisistä energiankuluttajista niitä, joita tarvitsee käyttää vain jonkun vaiheen aikana. Kyseiset muuttujat näkyvät vain kun katsotaan sen hetkistä kulutusta. Kun tarkastellaan tietyn aikajakson tai tuotettua massaa kohden kuluva kulutusta, niin silloin muuttujien vaikutus ei häiritse.

7.2.1 Virheet mittatiedonsiirrossa

Kuten kaikissa teknologioissa, kyseisessä mittausjärjestelmässä voi ilmetä virheitä. Epätarkkuuksia aiheutuu mm: mittalaitteiden epätarkkuudesta, joka on usein valmistajan toimesta ilmoitettu teknisissä tiedoissa. Väyläteknikassa virheitä ja ongelmia aiheuttavat huonot maadoitukset, kaapelien altistuminen kosteudelle, laitoksella ilmenevät sähköiset häiriöt, jopa käytönaikaiset hitsaustyöt voivat aiheuttaa häiriökenttää lähellä kulkevalle kenttäväylälle. Analogisessa tiedonsiirrossa mittaviesteihin voi sekoittua kohinoita, joka aiheuttaa virheellisyttä tiedoissa. Väyliä käyttöön otet-

taessa tulevien virheiden minimoimiseksi tai jopa kokonaan poistamiseksi tulisi kenttäväylille suorittaa perusteelliset väylämittaukset. Mittaukset tulisi toteuttaa myös silloin, kun kenttäväylään tehdään muutoksia. Hyvällä suunnittelulla ja toteutuksella virheet ja niiden aiheuttajat pystytään eliminoimaan ja saadaan toimiva kenttäväylä.

Langattomassa tiedonsiirrossa mittavirheitä ja tiedonsiirtovirheitä aiheuttavat yleisimmin signaalin heikko teho, katoaminen, mahdollisesti hidas tiedonsiirto ja häiriöt signaaleista, jotka ovat lähellä omaa signaalia.

Uusiomassalaitoksen 29NC ja 30NC keskuksiin sopiva monitoimimittari Socomec Diris A40:lle luvataan tehomittauksissa tarkkuudeksi 0.5 % ja virta- sekä jännitemittauksille 0.2 %. Pätöenergian mittausten tarkkuus on ilmoitettu standardeissa, ilmoitettu taso on luokkaa 0,5 s. Kyseinen standardi on IEC 62053–22. Loisenergian tarkkuus on luokka 2 ja standardi IEC 62053–23. /19,20,21,22/

7.3 Socomec diris a40

Piirien 29NC ja 30NC sähkökaappeihin soveltuva monimittari Diris A40 on mittari, jolla kyetään mittaamaan energiankulutuksia hyvin monipuolisesti. Kyseinen mittari olisi hyvä valinta, koska kartonkitehtaan tiloissa on käytössä kyseisiä mittareita. Uusiomassalaitokselle mahdollisesti asennettavat mittarit ovat uudistettuja malleja vanhasta Diris A40:stä. Uusi malli tarjoaa entistä monipuolisemmat mittaumahdollisuudet. Diris A40 pystytään ohjelmoimaan sen mukaan minkä arvoinen virtamuuntaja ja jännitemuuntaja kohteessa ovat. Mittari pystytään siis ohjelmoimaan, myös uusiomassalaitoksen kohteisiin 29NC ja 30NC joissa virtamuuntajana on 2000/5A ja jännitemuuntajana 500/100V.

Mittaukset piireistä 29NC ja 30NC hoidettaisiin siis kyseisellä mittarilla. Mittaukset summattaisiin yhteen vasta Alcontissa.



Kuva 8.1 Diris A40 mittari

7.3.1 Diris A40 toiminnot

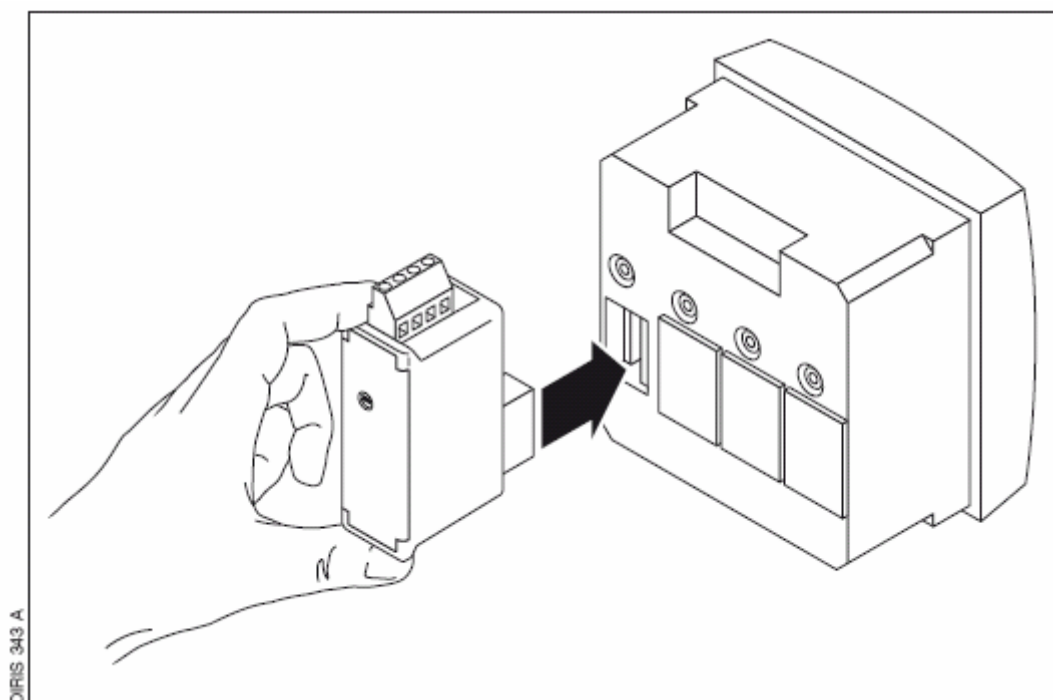
Kyseessä on energiamittauksiin soveltuva monitoimimittari, kyseisellä laitteella saadaan mitattua kohdetta monipuolisesti. Liitteenä taulukko, josta ilmenee kaikki mitä laitteella pystytään tarkkailemaan (Liite 3).

7.3.2 Kytkenä

Laite voidaan kytkeä epätasaiseen 3-vaiheverkkoon, tasaiseen 3-vaiheverkkoon, 2-vaiheverkkoon, 1-vaiheverkkoon sekä jännitemuuntajan perään. Epätasaisella ja tasaisella vaiheverkolla tarkoitetaan verkon kuormituksen tasaisuutta, eli epätasaisessa kuorma voi vaihdella suuresti. Laitteiden sekä tarvittavien kaapeleiden asennuksen hoitaa ammatti henkilö. Liitteessä kuvat eri kytkennöistä (Liite 4).

7.3.3 Lisämoduulit

Diris A40 sisältää useampia vaihtoehtoisia moduuleja, joita voidaan laitteeseen asentaa. Moduuleja ovat JBUS/MODBUS, jonka nopeus on 2400–38400 baudia. PROFIBUS-DP, jossa nopeus on 9,600 baudista 12 Mbaud:iin. Pulssilähtö sisältää kaksi kappaletta, jotka on yhdistetty kWh, kvarh ja KVah – mittauksiin, joita mittari pystyy lukemaan. Lisämoduulissa on kaksi analogialähtöä joko 4...20mA tai 0...20mA ohjelmituna virran, jännitteen, tehon ja tehokertoimen mittaamiseen. Lisäksi on tulo- ja lähtöliittimet joita molempia 2. lähtöliittimet ovat varattuna hälytyksille, virralle, jännitteelle, teholle, tehokertoimelle THD:lle tai kauko-ohjaukselle sekä tuloliittimet pulssien mittaamiselle ja ohjaukseen. Varastointiin on myös varattuna oma moduulimahdollisuus. Tähän voidaan varastoida mm. minimi- ja maksimimuu- tokset, hälytykset sekä ylijännitteet. Ethernet mahdollisuuksia on kahta eri versiota. Ensimmäisessä versiossa on 100 base-t, jossa on RJ45 liittimet sekä MODBUS TCP protokolla. Toisessa versiossa on RS485 sarjaväylä valmius sekä RJ45/RS485 liittimet. Laitteeseen voidaan tarvittaessa kytkeä lämpötilamoduuli.



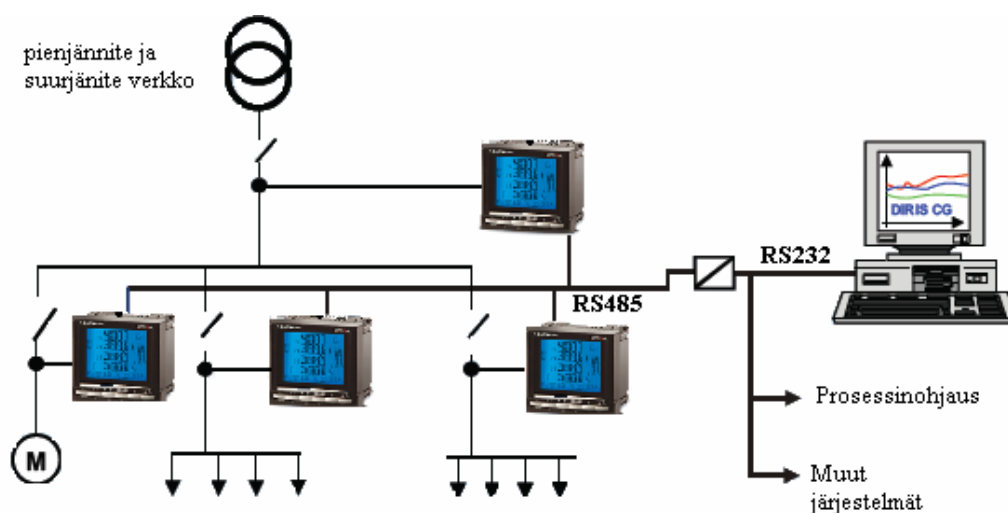
Kuva 8.2 Moduulin asennus

Lisämoduulit asennetaan kuvan mukaisesti laitteen taakse. Laitteen mitat ilman lisämoduuleja ovat, 96x96x60 mm. lisämoduulien kanssa mitoituksi tulee 96x96x80. Asennusvaiheessa tulee huomioida tarvittava tila ja mahdolliset myöhemmin toteu-

tettavat moduulien lisäykset. Moduuleja lisäämällä laitteesta saadaan monipuolisempia ja siitä saadaan huomattavasti enemmän hyötyä. Moduuleja lisättäessä tulee kuitenkin huomioida tarpeellisuus. /23/

Vaihtoehtoinen mittari Diris A40 sijasta on Enerium tehomittarit, joista pyydettiin myös tarjous. Mittarit ovat ohjelmoitavissa myös arvoilla 2000/5A ja 500/100V. Tarjous koski Enerium 50, 100 ja 110 malleja.

Tieto monitoimimittareista Alconttiin väylän avulla saataisiin toteutettua halvemmalla siten, että kaappiin 4AJK8A kytkettäisiin sarjaliikennekortti prosessiasemaan 26 korttipaikkaan 2. Sarjaliikenne kortissa on 2 kanavaa ja yhteen kanavaan voidaan liittää 8 laitetta. Monitoimimittarit, jotka tulisivat kyseeseen, tukevat Profibussia sekä Modbussia, sarjaliikennekortti tukisi protokollaa Modbus OPC mutta laitteet RTU:ta. Laitteiden väliin tulisi asentaa protokollamuunnin, joka toimisi tavallaan tulkkina kahden eri väylän välillä. Protokollamuuntimia on tarjolla mm. Sensorola Oy:llä sekä Sarlin Group Oy Ab:lla. Tietojen saaminen Alconttiin luettavaksi tulisi investointina olemaan n. 3000€luokkaa.



Kuva 8.3 Diris A40 suoraviestintä malli

7.4 Lajittelun energiamittausten mahdollinen toteutus

Työssä haluttiin tarkastella myös uusiomassalaitoksen energia- ja tehomittausten suorittamiseen tarvittavien laitteiden hintoja sekä mitä kaikkea tarvittaisiin mittausten toteuttamiseen. Lajittelussa sijaitsevien sihtien pumppujen osamittausten summaamiseen ja siirtoon Alconttiin tarvitaan tehomuuntimet laitteisiin, joista saatavat mittatiedot vietäisiin summaimeen, jossa osamittaukset yhdistetään, jolloin saadaan lajittelun energian kulutus. Summaimelta tieto vietäisiin edelleen Alconttiin. Energiamittauksia varten tarvitaan energiamittari, jossa on pulssilähtö. Lajittelun osamittausten toteuttaminen on hieman monimutkainen ja arvokas. Arvokkaan ja monimutkaiset toteutettavan osamittauksista tekee lähinnä se, että jokaiselle kohteelle tarvitsisi kytkeä omat mittalaitteet.

7.4.1 Tehomuunnin

Tehomuuntimet voidaan kytkeä helposti ja suoraan din-kiskoon. Muuntimet voidaan kytkeä joko virta ja jännitemuuntajien kautta, mutta niiden avulla voidaan suorittaa suoraa mittaustakin. Tehomuuntimia on saatavana niin yksi kuin kolmivaihe järjestelmiinkin. Yksi mahdollinen tehomuuntimien valmistaja on Tillquist, jonka P400-05X malli soveltuu pätöteho mittauksiin, jossa saadaan yksi virtamittaus ja kolme jännitemittausta. Saman valmistajan toinen malli P400-01X soveltuu 1-vaiheiseen pätöteho mittaukseen (1-virta- ja 1 jänniteliityntä). Q400 tehomuuntimella saadaan mitattua loistehoa. Tillquistin valmistamia tehomittausmuuntimia on jo ennestään uusiomassalaitoksella, tämä olisi tässä tapauksessa hyvä valinta, koska laitteet olisivat tuttuja ja huolto sekä asennus hoituvat henkilöiltä, jotka ovat niiden kanssa olleet laitoksella tekemisissä. Kontram Oy, jonka tuotteisiin Diris A40 kuuluu, tuo maahan myös tehomuuntimia.

7.4.2 Energiamittari

Lajittelun osamittauksista haluttiin myös energiankulutuksen tarkkailu, joten laitteisiin tarvitsisi asentaa erikseen energiamittarit, joista saataisiin laitekohtaisesti energiankulutus.

7.4.3 Summain

Summainlaitteen avulla voidaan kerätä osamittausten energiakulutustiedot ja saadaan näin lajittelun suurimpien kohteiden yhteinen energiankulutustieto. Summauslaite laskee tulevat mittaustiedot yhteen. Summainlaitteisiin on saatavilla lisävarusteita kuten Diris A40:kin. Lisävarusteissa on saatavilla tiedonkeruuhjelmia, sekä ohjelmia, jotka helpottavat ja monipuolistavat energiankulutuksen tarkkailua ja samalla kulutusta pystytään paremmin optimoimaan.

7.5 Pulpperin energiamittaukset

Pulpperin 1M energiamittausten saaminen prosessiohjausjärjestelmään on tässä tapauksessa melko helposti toteutettavissa, koska pulssitiedot saadaan ulos uusiomassalaitoksen valvomon takana sijaitsevan keskuksen kaapista, jonka tunnus on 4AJK1. Pulssitiedot tulevat kiskoon X7 liittimiin 17 ja 18. Tilanteessa, jossa pulssitietoa saadaan liian harvaan, tilanne on ongelmallinen. Harvan impulssin takia mittauksesta ei saada sitä hyötyä mitä haetaan, sillä silloin ei voida tarkastella tiettyyn erään kuluvaan energiamäärää. Pulpperin tehomittauksia, voisi samalla kehittää piirien 29 ja 30NC kanssa. Pulpperin mittauksia kehitettäisiin samoin, eli kytkettäisiin pulpperin sähkökeskukseen samanlainen monimittari. Samalla saavutettaisiin hyöty siitä, että kaikki piirit olisivat tällöin lähes samanlaisia.

7.6 Energiankulutus kWh/t tuotettua massaa

Energiankulutus tuotettua tonnia uusiomassaa kohden, tiedon saaminen Alconttiin ja siitä näytölle vaativat sovelluksen muuttamista tai uudelleen tekemistä. Sovellusta varten tarvitaan tiedot energiankulutuksesta (kWh) ja tuotetun massan määrästä. Laitosalueella on samanaikaisesti menossa projekti, jossa käsitellään myös energiankulutusten mittaamiseen liittyvää tekniikkaa. Corenso on tilannut työn Pöyry CM Oy:ltä. Tiedot energiankulutuksesta ja höyryn määrän kulutuksesta saataisiin Alcontin tietokantaan sovellusta muuttaen. Sovelluksen tekeminen vaatii positioiden luenta piireistä. Prosessista tarvitaan tiedot tuotetun massan määrästä sekä hetkellisteho sekä höyryn kulutus. Tuotetun massan määrän mittaus olisi viisainta suorittaa prosessin

loppupuolelta sillä se on lähimpänä todellista tuotantomäärää. Mittapisteeksi sopiva vaihtoehto olisi akseptivirtaus kiekkosäostimelle, mittaustilanteen positio on FI-4155-1. Massan virtausarvo saadaan silloin kun kiekkosäostimen ohitus ei ole auki. Samasta kohteesta mitattaisiin, myös massan sakeus kyseisen mittauksen positio on QI-4306. Kyseistä mittapistettä pohditaan tarkemmin toteutusvaiheessa. Hetkellistehon mittapiste tulee selvittää mistä saataisiin tarkin tieto laskentaa varten. Höyryn kulutuksen arvo saadaan pulpperille menevästä höyrystä. Pulpperille menee höyryä, joka on noin 170°C ja 3 bar. Höyrymittauksen positio on FIRQ-4109, jossa höyry on paine ja lämpötilakompensoitu.

Näytölle saatava tieto olisi melko hetkellistä tietoa, joten se olisi varmasti viisainta siirtää tietokantaan, josta sitä pystyisi analysoimaan paremmin. Sovelluksen tehneessä tapauksessa edullisimmin Pöyry, sillä he ovat jo työskentelemässä energiamittatieto siirtojärjestelmien kanssa.

7.7 Miten soveltaa muualle

Kyseisten laitteiden soveltaminen ja asennus muualle laitokselle eli puolisolulaitokseen ja kartonkikoneeseen ei ole kovinkaan ongelmallista, sillä kyseisiä laitteita on jo ennestään Corenson laitosalueella. Kartonkikoneen kuivaus- ja puristinosaa mitataan kyseisellä mittarilla. Kyseisten laitteiden käyttö laitoksen muissakin kuin uusiomasalaitoksessa onnistuu yhtäläisillä. Asentaminen muualle kuin uusiomassalaitokselle tarvitsee aloittaa selvittämällä, mitä kohteita halutaan mitata. Kohteiden selvityksen jälkeen siirrytään vaiheeseen, jossa etsitään paikat, joista saadaan signaalit ja tiedot, joita mittarit tarvitsevat kohteesta. Paikkoja, joihin laitteet tullaan sijoittamaan, tulee olla melko pölyttömiä sekä paikoissa, joihin kaapelointi on järkevästi toteutettavissa. Mikäli laitteita tullaan kytkemään puolisolulaitokseen ja kartonkikoneeseen voidaan joutua tekemään jonkin verran ristiin kytkentöjä. Hyvä kohde mitattavaksi, josta olisi hyötyä sen korkean energiantarpeen vuoksi, olisi paketti, johon kuuluu esijauhin, puolisolun varastosäiliö, jälkijauhin ja RUM-jauhin. Puolisolulaitoksen puolella myös kuidutin on suurimpia kuluttajia.

7.7.1 Kehittäminen

Laitosalueen mittalaitteiden tiedonsiirtoa pystyisi samalla uudistamaan ja kehittämään mikäli laitosalueella on vanhentunutta järjestelmää. Uudistamisen myötä olisi myös hyvä, jos laitteet tulisivat yhdenmukaisemmiksi. Kaikkia laitteita ei välttämättä pystytä uusimaan. Kriittisempien kohteiden mittalaitteet olisi kuitenkin järkevää vaihtaa, mikäli sillä saavutetaan näkyvää hyötyä. Uudistamisessa ja sen hyödyssä on mietittävä saadaanko uusien mittausten avulla laitokset toimimaan pienemmällä energiamäärillä. Etenkin kriittisimmistä energiankulutuskohteista uuden ja tarkemman mittatiedon saanti auttaisi laitosten ajotyylin muutoksessa.

7.8 Kustannukset

Laitteiden hankinnan lisäksi tulevia kustannuksia ovat kaapelointi ja mahdolliset sovellukset, joita Alconttiin täytyy tehdä. Mitään suuria rakenteellisia muutoksia ei tule, ainoastaan ne mitä kaapeloinnit vaativat. Kustannukset voivat kasvaa kyseisessä kohteessa merkittävästi, jos tiedonsiirto toteutettaisiin tässä kohteessa kenttäväylillä tai ethernetillä ja valittaisiin malli, jossa hankittaisiin FC moduuli tiedonsiirto portiksi Alconttiin. FC moduulin hinta on 30 000–40 000€luokkaa. Kenttäväylä toteutukselle on huomattavasti edullisempi malli, joka tulisi maksamaan noin 3000€mittarihankintojen lisäksi.

8 YHTEENVETO & POHDINTA

Uusiomassalaitoksen energiamittaustietojen siirtämiseen tehtäviin muutostöihin ja kehittämiseen toimivaksi ratkaisuksi tarvitaan hyvin montaa eri osajaa. Laitteistot uusiomassalaitoksella ovat melko hyvin jo olemassa kuten monia mittauskohteitakin. Työn aikana tarkasteltiin eri valmistajien tuotteita ja vaihtoehtoja energiamittauspis- teiden lisäämiseen tai parantamiseen. Tarkastellessa löytyi monia eri valmistajia, joil- la varmasti kaikilla oli tarjolla hyviä laitteita. Laitteet, jotka tarkastelun kohteena oli- vat, olivat lähinnä tehomuuntimet, monimittari ja muut energian mittaukseen tarpeel- liset mittavälineet.

Mittavälineiden lisäksi tarkastelun kohteena olivat eri tiedonsiirtotavat, kenttäväylät, langaton ja analogiset pulssia lähettävät laitteet. Järkevintä olisi tässä kyseisessä ta- pauksessa väylätekniiikan kehittäminen. Soveliimmiksi todetut laitteet tukevat väy- lätekniiikkaa analogisten pulssien lisäksi.

Väylätekniiikka on varma ja kehittyvä tiedonsiirtotyökalu prosessiautomaatiassa, to- sin väylätekniiikan vaatima aloitusinvestointi on hyvin suuri kun lähdetään nolilta. Yksi vaihtoehto on langaton tiedonsiirto, joka on myös lisännyt asemaansa nykyajan tiedonsiirrossa. Langattomaan tiedonsiirtoon pitää kuitenkin suhtautua hieman vara- uksella, koska mahdolliset viestikatkokset eivät ole toivottuja. Turvallisuus langat- tomassa tiedonsiirrossa on kehityksen mukana kasvanut huomattavasti ja viestin laa- tu on jo melko taattua. Langattomaan tiedonsiirtoon nopeasti siirtyminen voi tuottaa ongelmia ja toimivan verkoston kehittäminen mittausten tiedonsiirtoon voi olla pitkä prosessi.

Johtopäätöksenä työstä voidaan vetää se, että piirien 29NC ja 30NC sähkökeskuksiin soveltuva laite, jolla saataisiin monipuolista tietoa energiankulutuksesta, olisi Soco- mecin Diris A40 monitoimimittari. Kyseiseen mittariin päädyttiin osittain sen takia, että laitosalueella on ennestään käytössä kyseisiä mittareita. Käytössä olevat mittarit ovat vanhaa mallia, joista saadaan hieman vähemmän tietoa. Tiedonsiirtotapana toi- misi joko analoginen tiedonsiirto tai kenttäväylätekniiikka. Kenttäväylätekniiikkaan päädyttäessä kaappiin 4AJK8A prosessiasemaan 26 ja korttipaikkaan 2 kytkettäisiin

sarjaliikennekortti. Sarjaliikenne kortti tukee Modbus OPC protokollaa ja laitteet Modbus RTU protokollaa, joten laitteiden ja kortin välille tarvitsee kytkeä protokolla-muunnin, joka toimii tulkkina laitteen ja sarjaliikennekortin välillä.

Pulpperin energiamittaukset ovat jo lähes valmiit, sillä pulpperin energiamittauksista saatavat pulssit tulevat uusiomassalaitoksen valvomon takana sijaitsevan keskuksen kaappiin, jonka tunnus on 4AJK1. Kyseisessä kaapissa tarvitsisi tehdä kaapeloinnit valmiiksi liittimistä, joihin pulssit tulevat. Ainoa pulma tässä on se, että tuleeko pulsseja tarpeeksi tiheään tahtiin, jotta mittaukset olisivat tarkkoja. Pulpperin mittauksien kehittämistä ajatellessa järkevää olisi kytkeä pulpperin sähkökeskukseen samainen Diris A40, jolloin kaikki kolme piiriä olisivat lähes yhdenmukaisia.

Työssä tarkasteltiin samalla lajittelun energiamittausten mahdollisuutta, mahdollinen mittaus suoritettaisiin osamittauksin, jossa otettaisiin huomioon lajittelun suurimmat energiankuluttajat. Osamittausten suorittamista varten tarkastelun kohteena olivat tehomuuntimet sekä muut osamittauksiin vaadittavat komponentit. Mahdollinen osamittausten toteutuksen ongelmaksi voi muodostua mittauspisteiden suuri kasvu, jonka johdosta kustannukset kasvavat. Kustannuksia kasvattaa kyseisessä tapauksessa kaapeloinnin suuri tarve sekä tarvittavien komponenttien runsas määrä. Lajittelun mittaukset, ovat hankalasti toteutettavissa. Hankalan ja hankintana kohtuuttoman kalliin lajittelun mittauksista tekee se, että jokaiselle kohteelle tarvitsisi kytkeä omat mittalaitteet, joten mittauksia ei ole järkevää toteuttaa.

Mittauksista haluttiin selvittää samalla miten olisi mahdollista saada näytöille näkyviin kulutetun sähköenergian määrä tuotettua massatonna kohden samoin kuin kulutetun höyryn kulutus t/t. Nämä tiedot saataisiin näkyviin sovelluksen tekemisellä kun kaikki tarvittavat tiedot on saatu kerättyä tietopiireistä. Prosessista tarvittaisiin hetkellistehotieto sekä tuotetun massan tonnimäärä. Järkevin kohta mitata prosessissa tuotetun massan määrää on akseptivirtaus kiekksosaostimelle. Kohdan mittalaitteiden positiot ovat FI-4155-1, josta saadaan tieto massan virtauksesta. Positiosta QI-4306 saadaan massan sakeus. Tosin arvo saadaan tästä kohdasta silloin kun kiekksosaostajan ohitus ei ole auki.

LÄHTEET

- .
- /1/ www.metsateollisuus.fi, 22.10.2009
- /2/ www.storaenso.com, 22.10.2009
- /3/ www.abb.fi, historia, 22.10.2009
- /4/ www.abb.fi, organisaatio, 22.10.2009
- /5/ www.abb.com, service, 22.10.2009
- /6/ www.corenso.com, 23.10.2009
- /7/ www.wikipedia.org/wiki/porin_kartonkitehdas, 23.10.2009
- /8/ www.ymparisto.fi, Corenso United Oy Ltd:n kartonkitehtaan ympäristölupa-hakemus, 23.10.2009
- /9/ Automaatiolaitteet koneautomaatio, Edita, ISBN 951-37-1834-4, 28.10.2009
- /10/ www.ee.lut.fi/courses/sa2731500/L1.pdf, 28.10.2009
- /11/ www.profibus.com, 3.11.2009
- /12/ www.ee.lut.fi/courses/sa2731500/can.pdf, 6.11.2009
- /13/ www.okol.org/verkkokurssit/datanomi, 13.11.2009
- /14/ www.abb.fi tuotteet & palvelut 22.12.2009
- /15/ www.it.lut.fi, 13.11.2009
- /16/ www.automatioinnit.hut.fi, 13.11.2009
- /17/ www.turva.me.tut.fi/opetus, 13.11.2009
- /18/ Koneautomaatio 2, Logiikat ja ohjauksjärjestelmät, ISBN 951-0-22601-7, 16.11.2009

- /19/ www.metsoendres.com, 16.11.2009
- /20/ www.phoenixcontact.fi, 18.11.2009
- /21/ www.euedocs.emersonprocess.co.uk, 18.11.2009
- /22/ www.metsoendres.com, kenttäväylä joulukuu 2007, 23.11.2009
- /23/ www.circuitprotection.ca/pdf/diris_A40.pdf, 23.11.2009

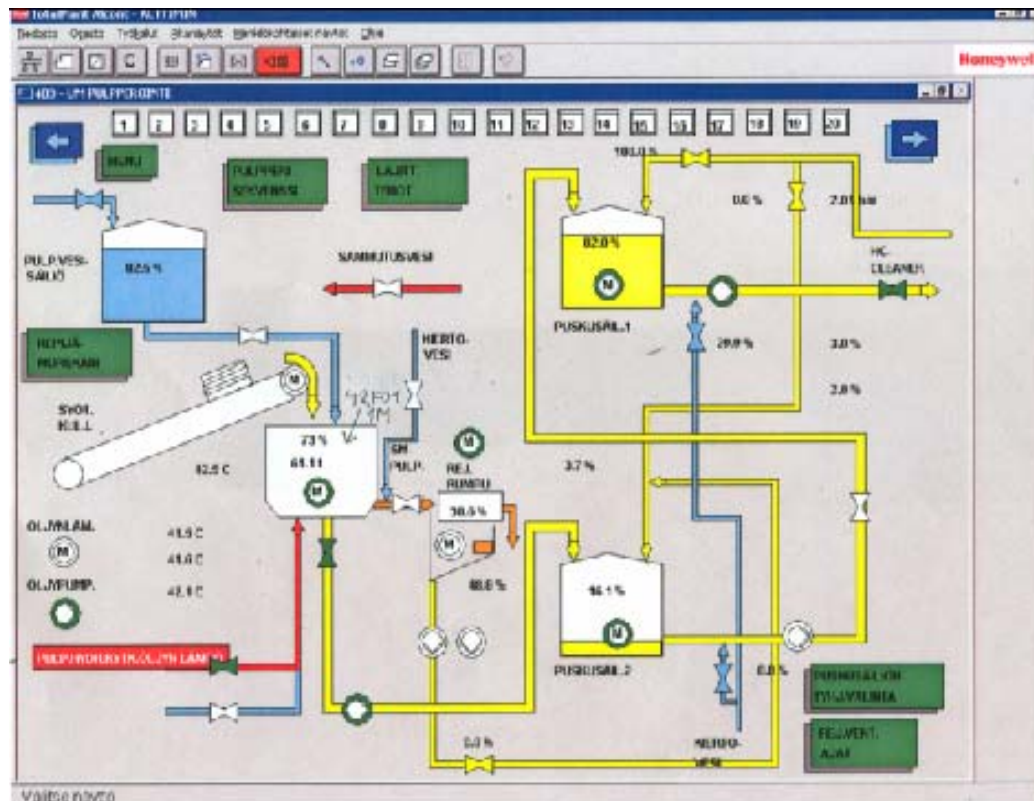
LIITTEET

LIITE 1: YKSINKERTAISTETTU KAAVIOKUVA PROSESSEISTA

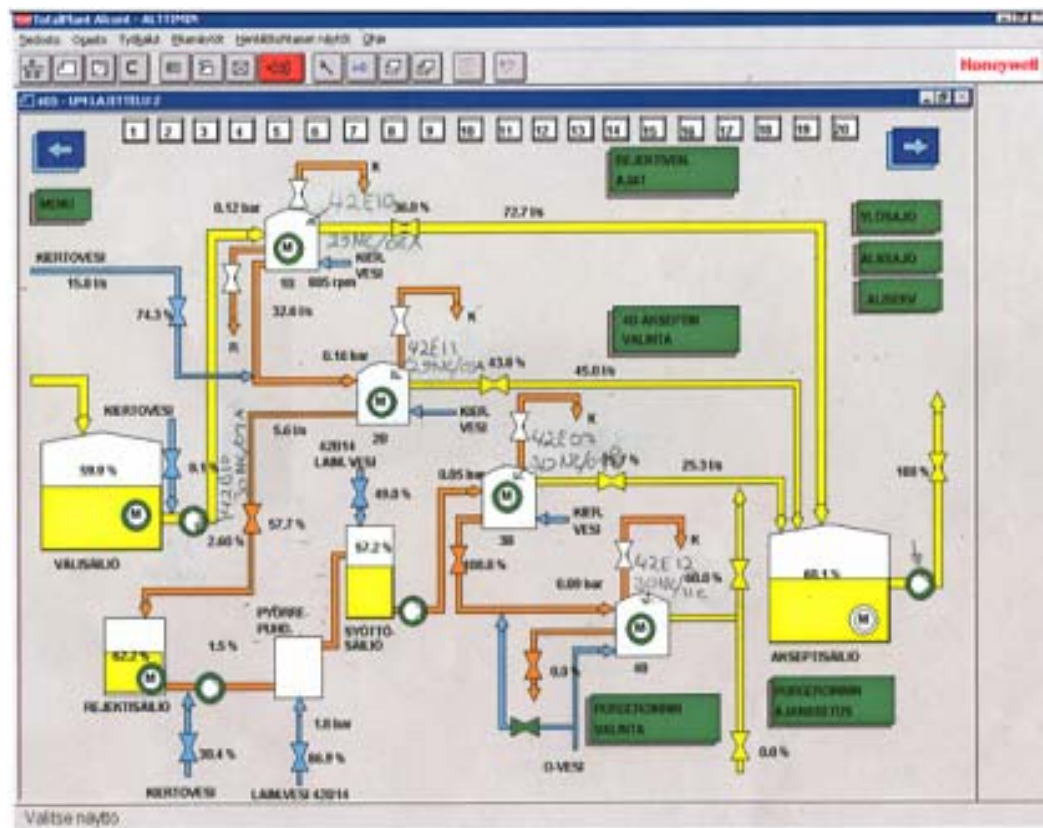
LIITE 2: PROSESSI NÄKYMÄ

LIITE 3: SOCOMEC DIRIS A40 OMINAISUUDET

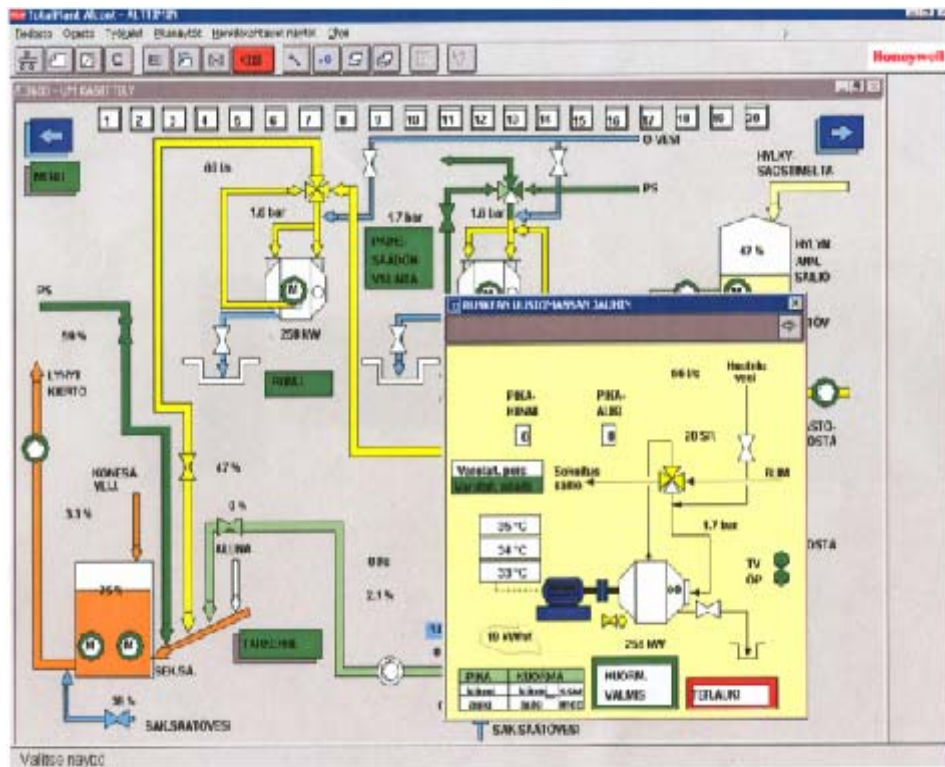
LIITE 4: DIRIS A40 KYTKENTÄ



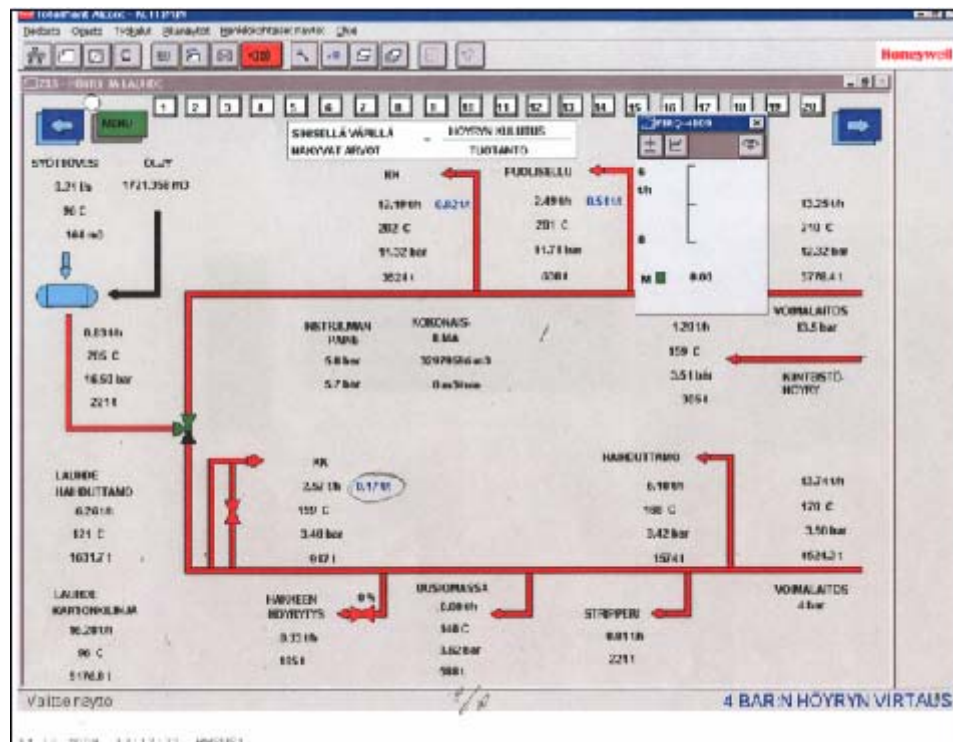
14.10.2009 08:14:29 3601/01



14.10.2009 08:24:53 3602/01



14.10.2009 11:22:44 HNSUS1





DIRIS[®] A40 Electrical Characteristics

Current measurement on Insulated Inputs (TRMS)

CT primary	10000A
CT secondary	1 and 5
Measurement range	0... 11 kA
Input consumption	≤ 0.1 VA
Accuracy	0.5 %
Measurement updating period	1 s
Sustained overload	6 A
Intermittent overload	10In for 1s

Voltage measurement (TRMS)

Direct measurement between phases	50 ... 700V~
Direct measurement between phase & neutral	28... 404V~
VT primary	500 000V~
VT secondary	60, 100, 110, 173, 190V~
Frequency	50 / 60 Hz
Input consumption	≤ 0.1 VA
Measurement updating period	1 s
Accuracy	0.5 %
Sustained overload	760V~

Maximum ration KI x KV

For 1A CT	10 000 000
For 5A CT	10 000 000

Power management

Measurement updating period	1 s
Accuracy	1%

Power factor management

Measurement updating period	1 s
Accuracy	1%

Frequency measurement

Measurement range	45 ... 65 Hz
Measurement updating period	1 s
Accuracy	0.1 %

Energy accuracy

Active (according to IEC 61036)	class 1
Active (according to IEC 62053-22)	class 0.5 S
Reactive (according to IEC 62053-23)	class 2

Auxiliary power supply

AC voltage	110 ... 400V~
AC tolerance	± 10%
DC voltage	120 = 350V
DC tolerance	-6 .. +20%
Frequency	50 / 60 Hz
Consumption	≤ 10 VA

Input

Number	2
Power supply	10 = 30V
Minimum signal width	10 ms
Minimum length between 2 impulses	18 ms
Type	phototransistor

Output (alarms / control)

Number of relays	2
Type	250V~ -6A - 1600 VA

Output (pulse)

Number of relays	2
Type	100V = 0.5 A - 10 VA
Max. number of operations	≤ 10 ⁸

Output (analogue)

Number of outputs	2...4
Type	isolated
Range	0 / 4 ... 20 mA
Charging resistance	600 Ω
Maximum current	30 mA

Communication

Link	RS485
Type	2...3 wires half duplex
Protocol	JBUS / MODBUS® in RTU mode
JBUS / MODBUS® speed	1400 .. 38400 bauds
Profibus protocol	Profibus DP
Profibus speed	9.8 kbps to 1.5 Mbps

Operating conditions

Operating temperature	-10°C .. +55°C
Storage temperature	-20°C ... +85°C
Relative humidity	95%



DIRIS® A40 Measures & Features

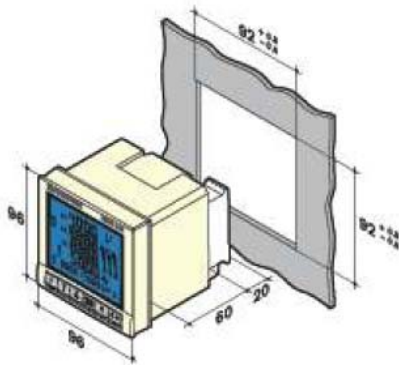
S.No.	Parameter / Features	S.No.	Parameter / Features
1.	Line Currents I1, I2, I3	31.	Total Harmonic Distortion Neutral Current Thd In (up to row 49)
2.	Neutral Current In	32.	Total Harmonic Distortion Line Voltage Phase 1Thd V1 (up to row 49)
3.	Line Currents Average I1, I2, I3	33.	Total Harmonic Distortion Line Voltage Phase 2Thd V2 (up to row 49)
4.	Line Currents Maximum I1, I2, I3	34.	Total Harmonic Distortion Line Voltage Phase 3Thd V3 (up to row 49)
5.	Phase Voltages U12, U23, U31	35.	Total Harmonic Distortion Phase Voltage Thd U12 (up to row 49)
6.	Line Voltages V1, V2, V3	36.	Total Harmonic Distortion Phase Voltage Thd U13 (up to row 49)
7.	Frequency F	37.	Total Harmonic Distortion Phase Voltage Thd U23 (up to row 49)
8.	Phase wise Power Factors – PF1, PF2, PF3	38.	Bar Graph Display for all 3 Currents
9.	Total Power Factor Σ PF	39.	Harmonics Percentage Per Row I1 From Row 3 rd to 15 th * for I1, I2, I3, In, V1, V2, V3, U12, U13, and U23
10.	Phase Wise Active Power – P1, P2, P3 (KW)	40.	2 Nos. Configurable Pulse Outputs for Active, Reactive or Apparent Energy *
11.	Total Active Power Σ P (KW)	41.	Measurement up to 10000A Primary Current
12.	Phase Wise Reactive Power Q1, Q2, Q3 (kVAR)	42.	Measurement up to 400 Kv Primary Voltage
13.	Total Reactive Power Σ Q (kVAR)	43.	Password Protected Settings
14.	Phase Wise Apparent Power S1,S2,S3 (kVA)	44.	8 Digit Energy Display
15.	Total Apparent Power Σ S (kVA)	45.	Direct Access Special Function Keys
16.	Average Positive & Negative Active Power P _{avg+} , P _{avg-} (KW) in all 4 Quadrants	46.	Large Auxiliary Voltage range specially suited for Indian Electrical environment 110 VAC to 440 VAC and 120VDC to 350VDC
17.	Average Positive & Negative Reactive Power Q _{avg+} , Q _{avg-} (kVAR) in all 4 Quadrants	47.	Same Model Suitable for Ac as Well as Dc Auxiliary supply
18.	Average Apparent Power S (kVA)	48.	Same Model for 1A. & 5 A. Ct Secondary
19.	Maximum Active Power P _{max+} , P _{max-} (kW) In all 4 Quadrants	49.	Same Model for 3 Phase 3 Wire & 4 Wire Network (Balanced or Unbalanced) or 2phase or 1 Phase Network
20.	Maximum Reactive Power Q _{max+} , Q _{max-} (kVAR) In all 4 Quadrants	50.	Add on Communication Option for MODBUS / J-Bus up to 38,400 bps with in-built End of Line Resistance of 120 Ohm Required for Communication on each module.
21.	Maximum Apparent Power S _{max} (kVA)	51.	Add on Input / Output Module 2 Inputs for Pulse Metering +2 outputs for Controlling
22.	TIME (HOURS RUN) 1/100 of Hour		
23.	Active Energy kWh + (Import)		
24.	Active Energy kWh - (Export)		
25.	Reactive Energy kVARH + (Import)		
26.	Reactive Energy kVARH - (Export/Regenerative)		
27.	Apparent Energy kVAH		
28.	Total Harmonic Distortion Line Current Phase 1Thd I1 (up to row 49)		
29.	Total Harmonic Distortion Line Current Phase 2Thd I2 (up to row 49)		
30.	Total Harmonic Distortion Line Current Phase 3Thd I3 (up to row 49)		



DIRIS® A40 Measures & Features

S.No.	Parameter / Features	S.No.	Parameter / Features
52.	Controlling Functions on the following parameters:*	53.	Add on Analog Output Modules for upto 4 Analog outputs with configurable outputs on the following parameters:
	<ul style="list-style-type: none"> ● Current ● Neutral Current ● Phase Voltage ● Line Voltage ● Active Power kW ● Reactive Power kVar ● Apparent Power kVA ● Frequency ● Power Factor (Reactive/ Capacitive) ● Total Harmonic Distortion Current ● Total Harmonic Distortion Neutral Current ● Total Harmonic Distortion Phase Voltage ● Total Harmonic Distortion Line Voltage ● Time Run 		<ul style="list-style-type: none"> ● Current Phase1 I1 ● Current Phase2 I2 ● Current Phase3 I3 ● Neutral Current In ● Phase to Phase Voltage U12 ● Phase to Phase Voltage U23 ● Phase to Phase Voltage U31 ● Line Voltage V1 ● Line Voltage V2 ● Line Voltage V3 ● Total Active Power ΣP +/- ● Total Reactive Power ΣQ +/- ● Total Apparent Power ΣS ● Total Power Factor ΣPF^{LC} ● Frequency
		54.	One Output can be used as power supply for the Input/ Output module*
			* Feature available with Add on Module

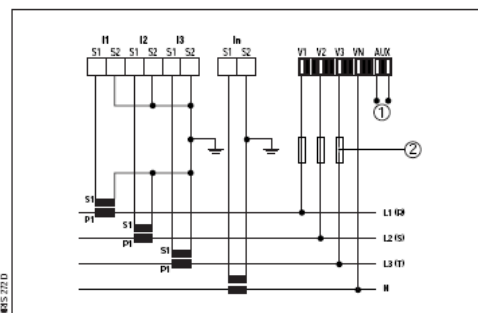
Overall Dimensions



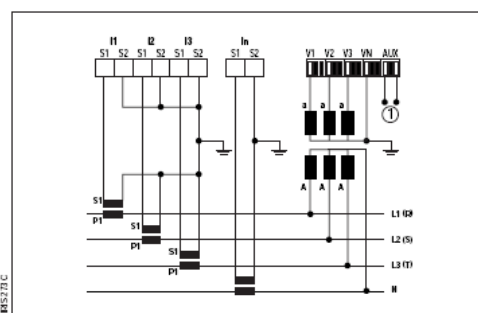
Type	Panel mounting
Dimensions H x W x D	96 x 96 x 60 mm
Case protection rating	IP 30
Front protection rating	IP 52
Display type	LCD
Terminal block type	Fixed or removable
Voltage and other connection section	0.2..2.5mm ²
Current connection section	0.5...6 mm ²
Weight	400 g

RÉSEAU TRIPHASÉ DÉSEQUILIBRÉ (3NBL/4NBL)

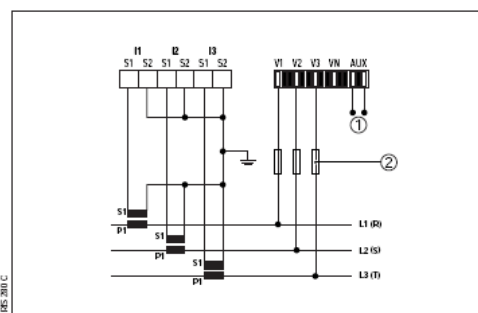
- Ⓒ **GB** Unbalanced three-phase network (3NBL/4NBL)
- Ⓓ **D** Dreiphasennetz mit ungleicher belastung (3NBL/4NBL)
- Ⓘ **I** Rete trifase non equilibrata (3NBL/4NBL)
- Ⓝ **NL** Onevenwichtig driefasennet (3NBL/4NBL)
- Ⓔ **E** Red trifásica desequilibrada (3NBL/4NBL)
- Ⓟ **P** Rede trifásica desequilibrada (3NBL/4NBL)
- Ⓕ **FI** Epätasainen 3-vaiheverkko (3NBL/4NBL)



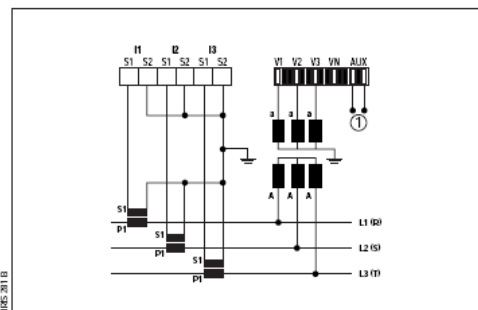
DIRIS 272 D



DIRIS 272 C



DIRIS 201 C



DIRIS 201 B

① *Apusähkö:* 110 ... 400 V AC
120 ... 350 V DC
12 ... 48 V DC

② *Sulake:* 0.5 A gG / BS 88 2A gG

DIRIS A40/A41

INSTALLATION

INSTALLATION - INSTALLATION - INSTALLAZIONE -
INSTALLERING - INSTALACIÓN - INSTALAÇÃO - ASENNUS

RÉSEAU TRIPHASÉ DÉSÉQUILIBRÉ (3NBL/4NBL)

La solution avec 2 TC diminue de 0,5 % la précision de la phase dont le courant est déduit par calcul vectoriel.

- GB** Unbalanced three-phase network (3NBL/4NBL)
The solution with 2 CTs with the 2nd and 3rd phase current calculated via vectoral summation, results in an 0.5% reduction in phase accuracy.

- D** Dreiphasennetz mit ungleicher belastung (3NBL/4NBL)
Die Lösung mit 2 Stromwandlern verringert um ca. 0,5 % die Genauigkeit der Phasen, deren Strom vektorieell errechnet wird.

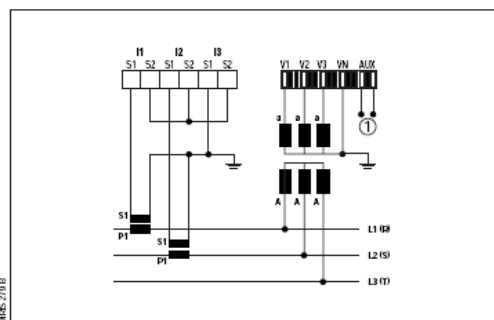
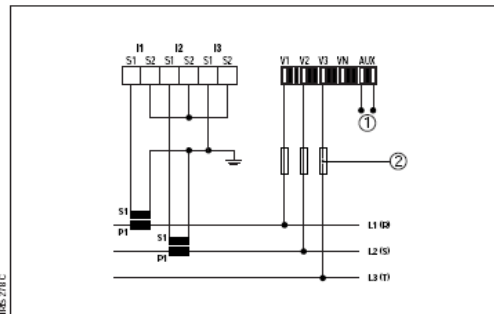
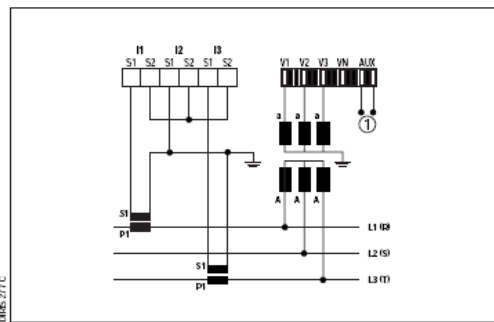
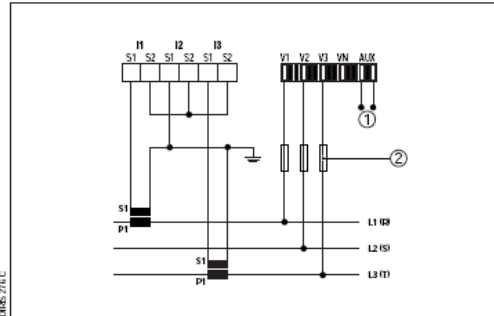
- I** Rete trifase non equilibrata (3NBL/4NBL)
La soluzione con 2 TA diminuisce di 0,5 % la precisione di misura delle fasi da cui la corrente viene dedotta in maniera vettoriale.

- NL** Onevenwichtig driefasennet (3NBL/4NBL)
De oplossing met 2 TC vermindert de precisie van de fase waarvan de stroom vectorieel verminderd wordt, met 0,5 %.

- E** Red trifásica desequilibrada (3NBL/4NBL)
La solución con 2 TC disminuye de 0,5 % la precisión de las medición de las fases sin transformador ya que el valor de la intensidad se deduce vectorialmente.

- P** Rede trifásica desequilibrada (3NBL/4NBL)
A solução com 2 TC diminui de 0,5 % a precisão da fase cuja corrente é deduzida vectorialmente.

- FI** Epätasainen 3-vaiheverkko (3NBL/4NBL)
Mikäli käytetään kahta virtamuuntajaa, laskennallisen vaiheen virran tarkkuus vähenee 0,5%.



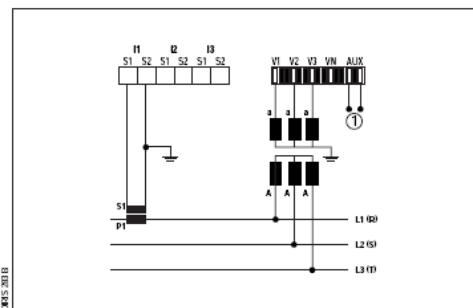
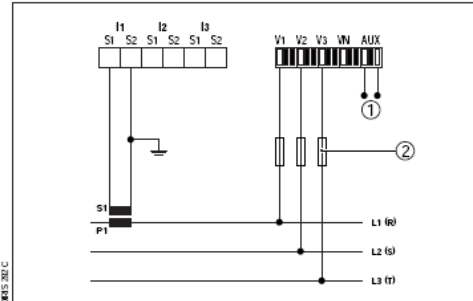
① *Apusähkö:* 110 ... 400 V AC
120 ... 350 V DC
12 ... 48 V DC

② *Sulake:* 0.5 A gG / BS 88 2A gG

RÉSEAU TRIPHASÉ ÉQUILBRÉ (3BL/4BL)

La solution avec 1 TC diminue de 0,5 % la précision des phases dont le courant est déduit par calcul vectoriel.

- GB** Balanced three-phase network (3BL/4BL)
The solution using one CT, with the 3rd phase current calculated via vectorial summation, results in an 0.5% reduction in phase accuracy.
- D** Dreiphasennetz mit gleicher Belastung (3BL/4BL)
Die Lösung mit 1 Stromwandler verringert um ca. 0,5 % die Genauigkeit der Phasen, deren Strom vektorieell errechnet wird.
- I** Rete trifase equilibrata (3BL/4BL)
La soluzione con 1 TA diminuisce di 0,5 % la precisione di misura della fase da cui la corrente viene dedotta in maniera vettoriale.
- NL** Evenwichtig driefasennet (3BL/4BL)
De oplossing met 1 TC vermindert de precisie van de fases waarvan de stroom vectorieel verminderd wordt, met 0,5 %.
- E** Red trifásica equilibrada (3BL/4BL)
La solución con 1 TC disminuye de 0,5 % la precisión de las medición de las fases sin transformador ya que el valor de la intensidad se deduce vectorialmente.
- P** Rede trifásica desequilibrada (3BL/4BL)
A solução com 1 TC diminui de 0,5 % a precisão da fase cuja corrente é deduzida vectorialmente.
- FI** Tasainen 3-vaiheverkko (3BL/4BL)
Mikäli käytetään yhtä virtamuuntajaa, laskennallisten vaiheiden tarkkuus vähenee 0,5%.



① *Apusähkö:* 110 ... 400 V AC
120 ... 350 V DC
12 ... 48 V DC

② *Sulake:* 0.5 A gG / BS 88 2A gG

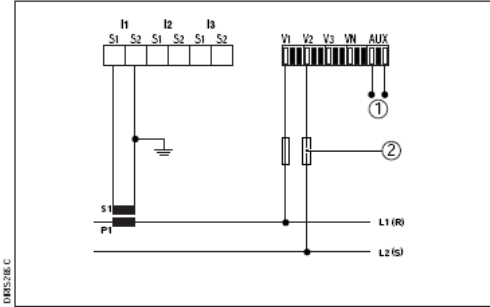
DIRIS A40/A41

INSTALLATION

INSTALLATION - INSTALLATION - INSTALLAZIONE -
INSTALLERING - INSTALACIÓN - INSTALAÇÃO - ASENNUS

RÉSEAU BIPHASÉ (2BL)

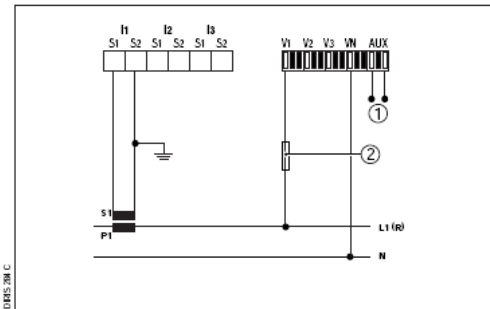
- Ⓒ GB Two-phase network (2BL)
- Ⓓ D Zweiphasennetz (2BL)
- Ⓘ I Rete bifase (2BL)
- Ⓝ NL Tweefasennet (2BL)
- Ⓔ E Red bifásica (2BL)
- Ⓟ P Rede bifásica (2BL)
- Ⓕ FI 2-vaiheverkko (2BL)



- ① Apusähkö: 110 ... 400 V AC
120 ... 350 V DC
12 ... 48 V DC
- ② Sulake: 0.5 A gG / BS 88 2A gG

RÉSEAU MONOPHASÉ (1BL)

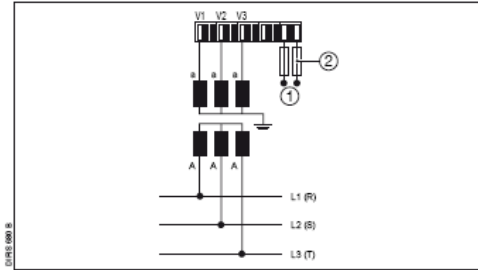
- Ⓒ GB Single-phase network (1BL)
- Ⓓ D Einphasennetz (1BL)
- Ⓘ I Rete monofase (1BL)
- Ⓝ NL Enkelfasenet (1BL)
- Ⓔ E Red monofásica (1BL)
- Ⓟ P Rede monofásica (1BL)
- Ⓕ FI 1-vaiheverkko (1BL)



- ① Apusähkö: 110 ... 400 V AC
120 ... 350 V DC
12 ... 48 V DC
- ② Sulake: 0.5 A gG / BS 88 2A gG

TRANSFORMATEUR DE TENSION

- GB** Voltage transformer
- D** Spannungswandler
- I** Trasformatore di tensione
- NL** Stroomtransformator spanning
- E** Transformador de tensão
- P** Transformador de tensão



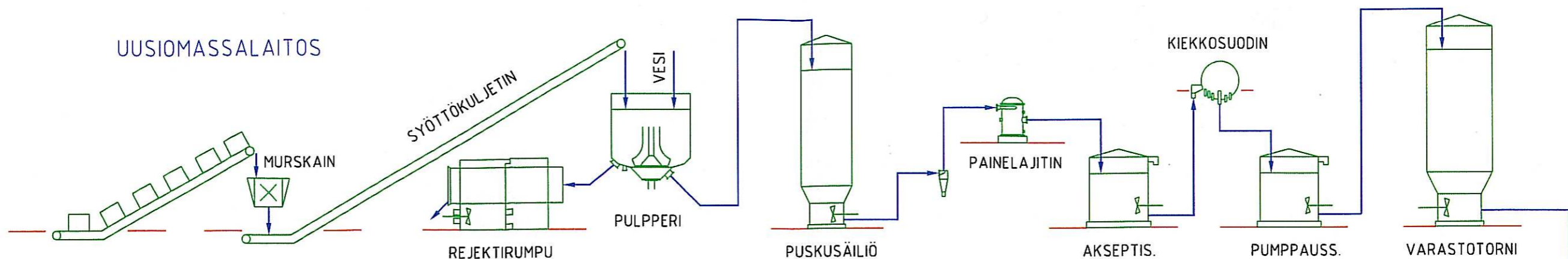
- ① *Aux.:* IEC / CE 110 ... 400 V AC
120 ... 350 V DC
12 ... 48 V DC
- ② *Fus.:* 0.5 A gG / BS 88 2A gG / 0.5 A class CC



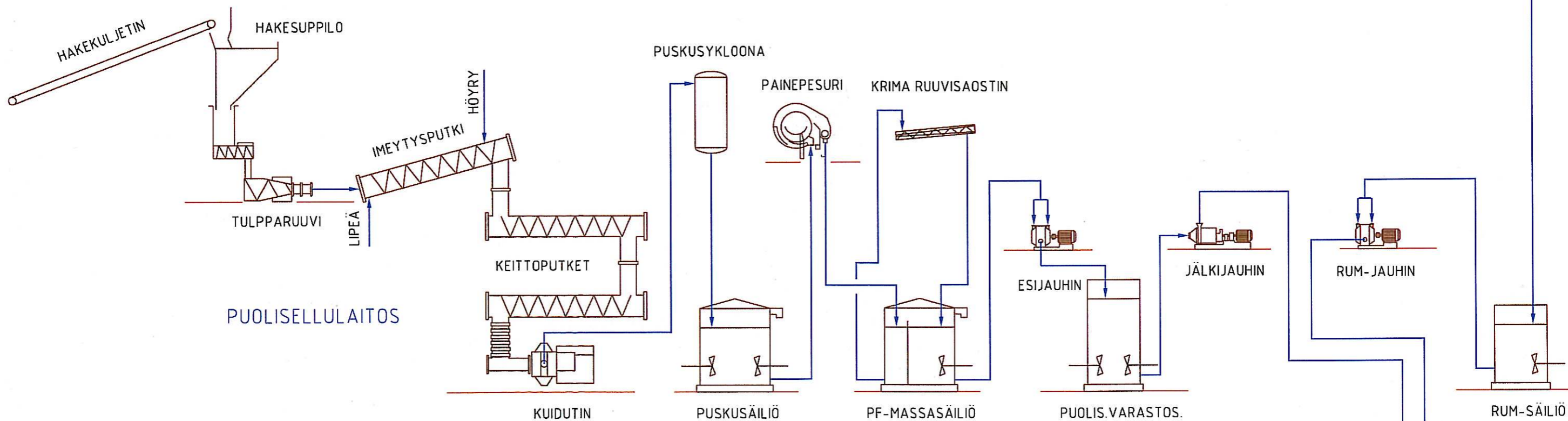
CORENSO UNITED OY LTD PORIN KARTONKITEHDAS

HYLSYKARTONGIN VALMISTUS

UUSIOMASSALAITOS



PUOLISELLULAITOS



KARTONKIKONE

